

III.
ARKEOMETRİ
SONUÇLARI TOPLANTISI

Not : Bildiriler bildiri sahiplerinden geldiği şekliyle ve sunuş sırasına göre yayınlanmıştır.

İÇİNDEKİLER

		Sayfa
1-	İbrahim TEKKAYA Anadolu'nun En Eski Fosil İnsanı	1
2-	İlter UZEL, Berna ALPAGUT, Serhat KOFOĞLU Arslantepe (Malatya) Geç Roma Dönemi İskeletlerinde Diş Çürüğü Aşınmaları ve Periodantal Hastalıklar	31
3-	Şahinde DEMİRCİ Bazı Arkeolojik Gıda Maddesi Kalıntılarının Analizi	55
4-	Ay Melek ÖZER, Emine Nevin SALTİK (CANER), Şahinde DEMİRCİ Bazı Tarihi Yapı Sıvalarının Hammadde ve Doku Analizleri	67
5-	Mustafa ÖZBAKAN Anadolu Platosunda Atmosfer C-14 Yoğunluğunun Son 500 Yıl İçindeki Değişimleri	73
6-	Ufuk ESİN Tülintepe'ye Ait Obsidien Hidrasyonu Yaş Tayinleri Hakkında Diğer Bir Görüş	79
7-	Şeref KUNÇ, Alaaddin ÇUKUR Tepecik ve Tülintepe Buluntularının Eser Element Analizleri ...	87
8-	Şeref KUNÇ, Alaaddin ÇUKUR Bakır Buluntularda İz Element Dağılımı	97
9-	Beril TUĞRUL, Behçet ERDAL İkiztepe Kazısı Buluntularından Bazılarının Restorasyon-Kon- servasyonunda Radyografi Tekniklerinin Kullanımı	107
10-	Nazım BOZKURT, A. Emel GEÇKİNLİ, Hüseyin YORUCU, Önder BİLGİ İkiztepe Metal Buluntularının Metalografik Etüdü - I	121

11	Hadi ÖZBAL, Gülhan ÖZKÖSEMEN İkiztepe Metalik Savaş Araçlarının Kimyasal Analizi	139
12	Mehmet KIŞ, Belma IŞIK İkiztepe Yerleşik Bölgesinin Farklı Kültür ve Evrelerinin ¹⁴ C Yöntemiyle Tarihlenmesi	155
13	Hüseyin AKILLI İmik Uşağı ve Perge Seramiklerinin Onarımında, Metal Çubuk Yerleştirme ve Kum Püskürtme Metodu Kullanımı	163
14	Hüseyin AKILLI Perge Heykellerinin Onarım Teknikleri ve Sorunları	177
15	Zehra YEĞİNGİL Obsidiyen ve Anadolu'daki Farklı Yerleşim Bölgelerine Ait Obsidiyenlerin Kaynak Belirleme Çalışmaları	193
16	Eşref DENİZ, Can ŞENTUNA Arkeolojik ve Biyolojik Verilerin Işığında Akdeniz Bölgemiz ...	203
17	P. De PAEPE, L. MOENS, M. WAELEKENS Carrara and Marmara Marbles : A Comparative Study Based on Petrographical And Chemical Data	213
18	Ergun KAPTAN Türkiye Madencilik Tarihine Ait Merzifon - Bakırçay Yöresindeki Kalıntılar	225
19	M. Kemal SERTOK Güneydoğu Anadolu, Bakır Kuşağının Arkeometalurjik Değerlendirilmesi ve Pötürge Çevresinde Yeni Bulunan Bakır Cevherlerinin Eski Aslantepe Metalurjisi Açısından Önemi	235
20	Peter Ian KUNIHOLM, Cecil L. STRIKER Aegean Dendrochronology - 1986 Results	247

ANADOLU'NUN EN ESKİ FOSİL İNSANI

İbrahim TEKKAYA*

ÖZET

Çandır fosil mandibula'sı symphysis bölgesinin dış yüzü diktir. Bu yüzün alt kısmında ilkel menton çıkıntısı şeklinde bir şişkinlik vardır. Symphysis bölgesinin iç yüzünde ise dar, dik ve geriye meyilli bir planum alveolare bulunur. Planum alveolare'nin dar olması insani bir karakter olarak yansımaktadır. Symphysis bölgesindeki Torus transversus superior, Tours transversus inferior ve glenoid fossa iyi gelişmiştir.

Birinci ve ikinci incisive'ler alveolare hizasından kırılmıştır. Gerek alveolare'deki kök kalıntılarından gerekse alveolare'lerin durumundan bu dişlerin, yanlardan basılmış ve alveolare'lerden dik çıktığını görmek mümkündür. İkinci incisive, birinci incisive'den daha iri ve gelişkindir. Dişler arasında diastema yoktur. Canine'ler alveolare'lerinden çıkmıştır. Sol canine alveolare'si sağlam kalmasına rağmen sağ canine alveolare'si tahrip olmuştur. Bu canine alveolare'sinden, canine'nin büyük ve iri olmadığı, ayrıca; bu dişin premolar-molar seviyesinden fazla yüksek olmadığı anlaşılmaktadır. P₃ oval olup iki tüberküllüdür. Bu dişde, Protoconide uzunlamasına gelişmiştir. Metaconide ise küçüktür. P₃, P₄'e bir açı yaparak lateralden yaslanır. Bütün molarlerde bir dış cingulum vardır. Molarlerdeki cuspid'ler Y-5 planına göre düzenlenmiştir. Molarlerin biometrik ölçüleri M₃ > M₂ > M₁ sistemine uygunluk gösterir.

Bu mandibula'da, ramus M₂ hizasından itibaren yükselmeye başlar. Bu özellik, *Sivapithecus indicus*, *Paranthropus crassidens*, *Parausthralopithecus aethiopicus*, Hadar ve Laetolil mandibula'ları ve *Homo sapiens*'te görülür. Halbuki, *Proconsul major*, *Dryopithecus fontani*, *Ramapithecus punjabicus*, goril, şempanze ve orangutan mandibula'larında, ramus M₃ hizasından itibaren yükselir.

Çandır örneğinin dental arki, symphysis'ten ramus'a doğru uçları birbirinden uzaklaşan bir parabol çizer. Bu yapı, Hadar ve Laetolil mandibula'ları, *Archanthropien* türleri ve *Homo sapiens*'te aynı şekildedir.

(*) Dr. İbrahim TEKKAYA : Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Tabiat Tarihi Müzesi, Ankara.

Çandır numunesinde, yanak dişlerinin tam altına rastlayan kısım bir şişkinlik gösterir. Bu nedenle mandibula'nın alt kenarı yassılaştırmıştır. Bu özellik, Australopithecien temsilcileri ile Neanderthal adamları ve **Homo sapiens**'te vardır. Ancak, goril, şempanze ve orangutan'da bu karktere rastlanmaz. Bunun için, bunların mandibula'larının alt kenarı keskin bir sırt şeklindedir.

Çandır fosil mandibula'sının sahibi olduğu canlı, step omurgalı fauna topluluğu ile birlikte step iklim şartlarında yaşamını sürdürmüştür.

Bütün bu özellikleri göz önüne aldığımızda **Homo sapiens** veya iki ayak üzerinde yürüdüğü bilinen ilkel insan türlerine çok benzeyen Çandır mandibula'sının da bipedalist olduğu, bunun yanı sıra, 14 milyon yıl önce yaşamış bir **Homo** türüne ait olduğunu kabul ettiğimizden adını **Homo alpani** TEKKAYA olarak düzelttik.

GİRİŞ

İnsanoğlu, yaratıldığından bugüne dek hep atasını, geçmişini ve soyunu merak etmiştir. Onun, ne zaman ve nasıl ortaya çıktığı eski efsanelerden din kitaplarına, hurafelerden bilimsel araştırmalara kadar çeşitli şekillerde yansımıştır. Palaeontoloji ve bilhassa Anthropoloji bilimleri, bu sahada, özel araştırmalarla ilgiyi daha fazla kurcalamış ve ince noktalarına kadar inmeye çalışarak, ilk insan örneklerini belgelerle ispatlamaya gayret etmiştir. Bir çok araştırmacı ve bilim adamı, insanın kökeninin 3.5 milyon yıl öncesine kadar uzandığını söylemektedir. Oysa, son yıllardaki buluntular, insanın kökeninin 14 milyon yıl öncesine indirebilecek verileri taşımaktadır (Tekkaya, 1974). Tabiidir ki bu değerlendirmeler bugünkü bilgi ve bulguların ışığındaki bir değerlendirmedir. Gelecekte yapılacak araştırma ve bulgularla bu sonuçlar değişebilir ve insanın kökeni tarihin daha derinlerine uzanabilir.

Ankara ilinin Kalecik ilçesine bağlı Çandır bucağı'nın Hırsızdere mevkiinde ele geçmiş olan bu fosil mandibula üzerinde şimdiye kadar yaptığımız incelemeler, onun, Pongidae ağırlıklı bir hominid olduğu idi. Mukayese materyallerimizin eksik olması nedeni ile bu mandibula'ya ilk önceleri **Sivapithecus alpani** TEKKAYA (Tekkaya, 1974) adını vermiştik. Daha sonra, Peter Andrews ile birlikte **Ramapithecus wickeri**'ye çok benzediğinden, Çandır'da bulunan bu numuneye **Ramapithecus wickeri** adını verdik (Andrews - Tekkaya, 1976). Fakat şimdi, aradan geçen zaman zarfında bu mandibula üzerinde yaptığımız yeni incelemeler, onun gözden kaçan bazı özelliklerinin **Ramapithecus wickeri**'den farklı olduğunu gösterdi. Bipedalizme yönelik özellikleriyle bu fosil numunenin, Pongidae'den ziyade primitif bir insan soyunun temsilcisi olduğuna inandık ve ko-

nuya bu açıdan bakarak bu mandibula'ya, *Homo alpani* TEKKAYA adını verdik.

BULUNDUĞU YER

Fosil mandibula'nın bulunduğu, yer, hava hattı ile Çandır bucağı'nın yaklaşık 6.5 km. kuzeybatısındaki Hırsızdere mevkiidir. Burası, Kalecik - Çankırı kara yolunun, Harempınar çeşmesinin yaklaşık 1425 m. kuzeydoğusunda iki tarafında, Ağılınkaş sırtının güney yamacındadır. (Çizim : 1). Bu mevki deniz seviyesinden yaklaşık 800-830 m. yüksekliktedir (Sickenberg ve ark., 1975).

STRATİGRAFİK ETÜD

Çandır fosil mandibula'sının bulunduğu Hırsızdere mevki ve çevresindeki miosen serileri bir diskordansla Babas köyü civarında kretase yaşlı serpantinler üzerine oturmaktadır (Çizim : 2). Serpantinler içinde yer yer mezozoik yaşlı esmer renkli kütleli kalkerler ile jura-alt kretase yaşlı kalkerler görülmektedir (Çizim : 2, 4).

Çandır-omurgalı faunasını kapsayan tortullar, altta kırmızı renkli, killi, az marnlı, kumludur. Üstte ise yeşil renkli, killi, az marnlı, kumlu ve çok az jipslidir. Bu serinin Hırsızdere mevkiinde kalınlığı 30 m. kadar ise de çevre köylerde 150 m. kalınlığa erişir. Böylece, bu iki fasiyes ile temsil edilmekte olan Çandır formasyonunun her iki fasiyesi de karasal omurgalı fosil ihtiva etmektedir (Çizim : 2, 3, 4). Çandır formasyonunun altta bulunan kırmızı renkli fasiyesi, Hırsızdere mevkiinde yer yer gre münavebelidir. Bu fasiyesin üzerine bir metre kalınlığında bir konglomera gelir. Daha sonra, yeşil renkli fasiyes bu konglomeranın üzerinde yer alır. Böylece, Çandır formasyonu tamamlanmaktadır. Çandır formasyonunun gelişimini Hırsızdere mevkiinden baska Babas köyü ve Angittepe mevki ve civarında da görmek mümkündür.

Çandır formasyonunun üzerine ise çevre köylerde kolaylıkla görülmekte olan yeşil renkli, marnlı bir başka fasiyes gelir. Bu fasiyes içinde *Gazella gaudryi*'ye ait fosil kalıntılar tesbit ettik (Tekkaya, 1974). Angittepe'de ise bu yeşil renkli fasiyesi örten sarı renkli, bol marnlı, az killi, çok kumlu ve çakıllı bir fasiyes yer almaktadır (Çizim : 2, 4).

Çandır formasyonunun alt ve üst fasiyeslerinden alınan litolojik numuneler kimyasal analizlere tabi tutularak toprağın ihtiva ettiği mineral bileşikler yüzde nisbetlerine göre değerlendirildi. Buna göre, alt fasiyes numunesi olan AKCHA-1'in Al_2O_3 , SiO_2 ve CaO bakımından, üst fasiyes numunesi olan AKCHÜ-1'in de Al_2O_3 , MnO , SiO_2 ve CaO bakımından zengin olduğu görülür (Rap. No. 213). Ayrıca, AKCHA-1'de AZa (ates

zayıfı) % 8.09 iken, AKÇHÜ - 1'de AZa miktarı % 26.83 olarak tesbit edilmiştir.

FOSİL FAUNA TOPLULUĞU

Çandır bucağı'nın Hırsızdere lokalitesinde yapılan palacontolojik kazıda ele geçen karasal omurgalı fosiller incelenmiş, determine edilenler aşağıda sıralanmıştır :

- Homo alpani** TEKKAYA
- Anura indet.
- Testudo** sp.
- Mauremys** sp.
- Varanus** sp.
- Scincidae indet.
- Natrix** sp.
- Ratiten (**Aepyornis** sp.) yumurta kabuğu
- Galerix** cf. **moedlingensis**
- Schizogalerix** cf. **anatolica**
- Scricidae sp. (Küçük form)
- Prolagus oeningensis**
- Alloptox** cf. **gobiensis**
- Cricetodon** (**Palaeocricetus**) cf. **caucasicus**
- Megacricetodon** sp.
- Turkomys çandirensis**
- Peridyromys dehmi**
- Spalacidae sp. indet.
- Amphicyon** sp.
- Hemicyon** sp.
- Ischyrictis anatolicus**
- Mustelidae sp. indet.
- Protictitherium gaillardi**
- Protictitherium** aff. **intermedium**
- Protictitherium intermedium**
- Protictitherium** aff. **tungurensis**
- Percrocuta** (**Percrocuta**) aff. **tungurensis**
- Pseudailurus** cf. **quadridentatus**
- Hyacnaclurus** sp.
- Orycteropus** sp.
- Dinotherium** sp.
- Cheorolophodon pentelici**
- Anchitherium aurelianense**
- Chalicotherium grande**

Hispanotherium grimmii
Aceratherium aff. tetradactylum
Brachypotherium brachypus
Listriodon splendens
Taucanamo sp.
Dorcatherium sp.
Euprox sp.
Dicroceros elegans
Palaeomeryx sp.
Triceromeryx sp.
Micromeryx flourensianus
Giraffokeryx sp.
Palaeotragus cf. tungurensis
Palaeotragus cf. primaevus
Samotherium sp. (ilkel form)
Protoryx cf. carolinae
Pachytragus cf. laticeps
Oioceros sp.
Ovibovinae indet.
Hypsodontus sp.
Prostrepsiceros cf. rotundicornis
Gazella sp.

Oldukça zengin bir omurgalı fosil topluluğu olup yoğun bir çalışma sonunda ortaya çıkmıştır (Tekkaya, 1974; Andrews-Tekkaya, 1976; Sickenberg ve ark., 1975; Sauer, 1976; Tekkaya ve ark., 1975; Heissig, 1976; Schmidt-Kittler, 1976; Gaziry, 1976; Andrews-Tobien, 1977; Tobien, 1978; Picford-Ertürk, 1979; Engesser, 1980; Atalay, 1981). Bu fauna topluluğunun temsilcileri, bu bölgenin 14 milyon yıl önce tipik bir step iklimine sahip olduğunu göstermektedir. Bölgenin yüksek yerlerini kaplayan ormanlık sahalar, derin vadilerde de galeriler halinde devam eder. Nehir ve göl çevreleri ile bol yağmur alan yerler bol otlu savan bitkileriyle örtülmüştür. Bununla beraber, bölgenin büyük bir kısmı yazın çok az yağmur aldığından kuraktır. Bu nedenle, bitki örtüsü genelde otsu ve fakirdir.

Böyle bir ortamda yaşayan canlıların korunması, beslenmesi ve neslini devam ettirebilmesi için süratli ve çabuk hareket etmesi gerekir. Pongidaeler ise dört ayakla hareket ettiklerinden bunların, açık arazide yaşamlarını sürdürmeleri çok zordur. Step ikliminde yaşamak mecburiyetinde kalan bir Pongidae'nin yaşayabilmesi için iki ayak üzerinde yürüyebilmesi zarureti vardır.

ÇANDIR MANDİBULA'SI VE İKİ AYAK ÜZERİNDE YÜRÜME ÖZELLİKLERİ

Bugünkü bilgilerimize göre, zamanımızdan yaklaşık 14 milyon yıl önce yaşamış olan bir grup Hominid türü ilk defa iki ayak üzerinde yürümeyi başarmıştır. Gerek mandibula üzerindeki özellikler, gerekse çevre koşulları ve bu çevrede yaşayan hayvan toplulukları bunu destekler durumdadır. Çandır mandibula'sı ve onunla aynı guruba girenler, iki ayak üzerinde yürüyen bu Hominid grubunu meydana getirirler. Şimdi, bu mandibula'nın özelliklerini, kendisine yakın ve uzak diğer primat gruplarını ve bilhassa **Homo sapiens** olarak bilinen bugünkü insanı karşılaştırarak iki ayak üzerinde yürüme özelliklerini inceleyelim.

Çandır mandibula symphysis'inin dış yüzü, alveolare kısmından aşağıya doğru inildikçe, ilk önce geriye doğru meyillenir sonra da dışa doğru şişkinleşir. Bu özellik primitif olarak bir menton çıkıntısıdır (Çizim : 5; Resim : 1). Bu formu ile Çandır mandibula'sı, miosen ve pliosen'de yaşamış olan bütün **Proconsul**, **Dryopithecus** (Resim : 2), **Sivapithecus** (Resim : 3) (Pilgrim, 1910; Lewis, 1937) ve **Ramapithecus** (Resim : 4) (Leakey, 1961; Genet-Varcin, 1963) türlerinden farklıdır. Çünkü, bunların mandibula symphysis'lerinin dış yüzü geriye meyillidir. Sadece, **Ramapithecus wickeri**'nin (Walker-Andrews, 1973) symphysis'inin dış yüzü diğerlerinden geriye daha az meyilli olduğundan Çandır mandibula'sına biraz daha yakındır. Bu hali ile Çandır mandibula'sı, **Paranthropus crassidens** (Resim : 5) ve **Atlanthropus mauritanicus** (Resim : 6) mandibula'larına (Arambourg, 1956) yaklaşırsa da bu iki mandibula'da da menton çıkıntısının henüz tam manası ile hazırlanmamış olduğunu görmekteyiz. Böylece, Çandır mandibula'sının menton çıkıntısı, bu numuncyi **Homo sapiens**'e diğerlerinden daha çok yaklaştırmakta ve adeta onun ilkel bir örneği, bir prototipi olabileceği kanıtını vermektedir.

Çandır mandibula symphysis'inin iç yüzünde görülen planum alveolare dar, dik ve geriye doğru meyillidir (Çizim : 6 g; Resim : 7). Çandır mandibula'sının bu özelliği miosen ve pliosen'de yaşamış olan bütün **Proconsul**, **Dryopithecus** (Resim : 8) ve **Sivapithecus** (Resim : 9) türlerinden daha küçük ve geriye doğru az meyilli olup miosen'de yaşamış olan **Ramapithecus wickeri**'ninkine yaklaşıp. Planum alveolare'nin dar olması incisive'lerin küçük olduğuna bir delildir. Bu da Hominidae türlerini Pongidae türlerinden ayıran bir özellik olarak yansır. Diğer taraftan **Ramapithecus punjabicus** (Resim : 10) ile **Paranthropus crassidens**'in planum alveolare'si (Resim : 11; Çizim : 6 e), Çandır örneğine benzer. Ayrıca, Hadar ve Lactolil hominid mandibula'ları (Resim : 13) ile **Paraustralopithecus aethiopicus**'un mandibula'sında da küçük bir pla-

num alveolare vardır (Çizim : 7). **Atlanthropus mauritanicus**'un (Arambourg, 1956) çok zayıf da olsa bir planum alveolare'ye sahip olduğunu söylersek (Çizim : 6 c; Resim : 12) sanırım, Çandır örneğinin önemi daha iyi anlaşılır. **Homo sapiens**'in ise planum alveolare'si kaybolmuştur (Çizim : 6 a). Bunun yanı sıra, goril, şempanze ve orangutan'ında çok gelişmiş bir planum alveolare'ye sahip olduğu bilinmektedir (Çizim : 6 f, h, k).

Çandır numunesi symphysis bölgesi iç yüzünün alt kısmında gelişmiş bir Torus transversus superior ve bir de Torus transversus inferior çıkıntıları vardır. Bu iki çıkıntı arasında oldukça derin bir glenoid fossa bulunur (Çizim : 6 g). Bu özellikleri ile Çandır örneği, **Paranthropus crassidens** (Çizim : 6 e) ve **Paraustralopithecus aethiopicus**'a çok benzer (Çizim : 7) (Arambourg-Coppens, 1968). Ayrıca, çok az olarak da **Atlanthropus mauritanicus** mandibula'sının symphysis bölgesindeki Torus transversus superior ve Torus transversus inferior ile glenoid fossa'sını hatırlatır. Hadar ve Laetolil mandibula'larının ise orta derecede gelişmiş bir Torus transversus superior ile alçak ve yuvarlağımsı bir Torus transversus inferior çıkıntıları vardır. (Johanson-White, 1979). Bugün yaşamakta olan goril, şempanze ve orangutan mandibula'larında da ilk bakışta Torus transversus superior ve Torus transversus inferior ile glenoid fossa, Çandır örneğine benzerse de mandibula symphysis kesiti alındığında farkların büyük olduğu görülür (Çizim : 6 f, h, k). Aynı farklılık fosil Pongidae temsilcileri ile Çandır numunesi arasında da çok açık olarak görülmektedir.

Alveolare hizasından kırık olan incisive dediğimiz kesici dişler, Çandır örneğinde çok ilginç bir özellik göstermektedir. Çandır mandibula'sında birinci incisive'ler yanlardan basık, çok narin ve küçüktür. İkinci incisive'ler ise birinci incisive'lere nazaran daha gelişmiştir. Bunlar da birinci incisive'ler gibi yanlardan basıktır (Resim : 7). Birinci ve ikinci incisive'lerin alveolare çukurları ve çukurlardaki diş kök kalıntıları, bu dişlerin, mandibula'dan dik çıktığını göstermektedir (Resim : 7). Bu ise, prognatizmanın yüzde azaldığının bir belirtisi olarak çok önem taşımaktadır. Bu özelliği ile Çandır numunesi, miosen ve pliosen'de yaşamış olan **Proconsul**, **Dryopithecus**, **Sivapithecus** ve **Ramapithecus** türlerinden daha ileridedir. Yani, bu karakteri ile **Homo sapiens**'e daha yakındır. Bu özellikler ilk defa pleistosen'de yaşamış olan **Paranthropus crassidens** (Resim : 11) gibi Australopithecien temsilcileri ile **Atlanthropus mauritanicus**'da da gözlenmiştir (Resim : 12). Hadar ve Laetolil mandibula'larının mülaııları elimizde olmadığından bunların fotoğrafları üzerinde yaptığımız incelemeler, bize her iki mandibula'nın da küçük ve narin incisive'lere sahip olduğunu göstermektedir (Resim : 13). Ancak, bunların al-

veolare'lerden dik çıkıp çıkmadığı hakkında her hangi bir fikrimiz yoktur (Resim : 13).

Çandır örneğinde canine'ler küçülmüştür. Bununla beraber, canine yüksekliği premolar-molar seviyesinden biraz yukarıdadır. Bunu mandibula üzerindeki canine alveolare çukurunun durumundan anlamaktayız (Resim : 7). Miosen ve pliosen'de yaşamış bütün **Proconsul**, **Dryopithecus** (Resim : 8) ve **Sivapithecus** (Resim : 9) türlerindeki mandibula canine'leri çok iri ve büyüktür. Bunların mutlaka gerek mandibula ve gerekse maxilla'da ağız kapandığı zaman yerleştikleri bir boşluk, bir diastema vardır. **Ramapithecus wickeri**'nin canine'si biraz iri olmasına rağmen **Ramapithecus punjabicus** (Resim : 10) ve **Ramapithecus lufengensis**'in (Xu-Lu, 1979) canine'leri oldukça küçülmüştür. Hadar ve Lactolil mandibula canine'leri ise tıpkı **Homo sapiens**'teki gibi incisive formuna girmiştir (Resim : 13). Bu durum, **Paranthropus crassidens** mandibula canine'sinde de kolaylıkla görülmektedir (Resim : 11). **Atlanthropus mauritanicus** mandibula canine'sinde de bu dişlerin, henüz biraz iri bir formda olduğu gözlenir (Resim : 12).

Homo sapiens'te bile canine'nin ilk bakışta gözle rahatca görülemeyecek kadar premolar-molar hattından yüksek olması dikkate alınırsa, 14 milyon yıl önce **Ramapithecus** türleri ile Çandır örneğindeki canine'lerin, premolar-molar seviyesinden biraz yüksek olmasına rağmen çağdaşlarına göre küçülmüş olması önemli olsa gerektir.

Çandır mandibula'sında diastema yoktur. Oysa, miosen ve pliosen'da yaşamış bütün **Proconsul**, **Dryopithecus** ve **Sivapithecus** (Andrews-Tekkaya, 1980; Xu-Lu, 1979) temsilcilerinde oldukça kuvvetli ve bazı **Ramapithecus** (Xu-Lu, 1979) türlerinde de zayıf bir diastema mevcuttur. Diastema'nın bulunması canine'lerin iri, kuvvetli ve uzun olduğunu gösterir. Diastema'nın genişliği canine'lerin iriliğiyle orantılıdır. Yani, canine'ler ne kadar iri ve büyükse diastema da o nisbette geniştir. Hal böyle olunca, canine'lerin uzunluğu premolar-molar hattı occlusual seviyesinden daha yüksektir.

Diastema'nın bulunmaması mandibula'da symphysis bölgesinin daralıp küçülmesine neden olmuştur. Bu da incisive ve canine'lerin küçülmesi demektir (Resim : 7). Bu özellik Çandır numunesinde, **Australopithecien** temsilcilerinde ve **Homo sapiens**'te aynen görülür (Resim : 7, 11). Ama diğer fosil belgeler olan **Proconsul**, **Dryopithecus**, **Sivapithecus** ve **Ramapithecus** temsilcileri (Resim : 8, 9, 10) ile goril, şempanze ve orangutan'da diastema'nın bulunması nedeniyle symphysis bölgesi, diastema'nın büyüklüğüne göre, geniş ve yaygındır. Bu ise premolar-molar dizisinin çenenin gerisine kaymasına neden olduğu için bir Pongidae karakteri olarak yansır.

Premolar'lere gelince; Çandır örneğinde P_3 genel görünümü bakımından oval bir yapıya sahip olup bir Pongidae karakterini yansıtır (Resim : 7). Oysa, dikkatli bir inceleme sonucunda bu dişin, iki tüberküllü olduğu anlaşılır. Bu tüberküllerden Protoconide çok gelişmiş ve üçgenimsidir. Metaconide ise az gelişmiştir. P_3 'ün bu durumu, onun molarlaşmaya meylettğini göstermektedir. **Homo sapiens**'te de P_3 çift tüberküllü olup her iki tüberkül, Protoconide ve Metaconide iyi gelişmiştir. Bu bakımdan Çandır numunesi **Homo sapiens**'e yaklaşmakta olup onun ilkel bir formunu hatırlatmaktadır. Ancak, P_3 'ün, diş arkı üzerinde yer alışı biçimi, premolar-molar hattından dışarıya kaçır bir durumdadır ve bu hal, diş arkında düzeni bozmaktadır. P_3 'ün bir aç yapıarak P_4 'e lateralden yaslanması Pongidae karakteri olarak yansır. P_3 'ün morfolojik yapısı **Proconsul**, **Dryopithecus**, **Sivapithecus** ve **Ramapithecus** türlerinde de ovalimsi olup bu diş, bu türlerde de P_4 'e bir aç yapıarak lateralden yaslanmaktadır (Resim : 8, 9, 10).

Goril, orangutan ve şempanze P_3 'leri üzerinde inceleme yapan Piveteau, bunların P_3 'lerinin tek tüberküllü olduğunu, bazan Protoconide'nin yanında bir çıkıntıya rastlanırsa da bunun Metaconide olmadığını ifade eder (Piveteau, 1957).

P_3 'ler hakkında bir noktaya daha değinmeden geçemeyeceğim. Bu, insan evrimi ve bipedalizm hususunda çok önemli bir özelliğı yansıtır. Canine'lerin iri ve kuvvetli olarak gelişmesinde P_3 'de bazı görevler almıştır. Diastema'nın yanı sıra P_3 'ün Protoconide'si, üst canine'nin formuna ve iriliğine uygun olarak yontulmuş ve köşelenmiştir. Bu durumda, P_3 , tepe noktasından alveolare doğru meyilli olarak aşınmış bir pozisyon gösterir. Çandır örneğinde ise P_3 'ün canine'ye doğru şişkinlik göstermesi, bu numunede canine'lerin küçük olduğuna diğer bir delildir.

Çandır numunesinin P_4 'ü üzerinde durmayacağım. Çünkü, bu diş bütün fosil primatlarda (Anthropoid ve Hominidlerde) molarize olmuş ve dörtgen formuna erişmiştir.

Çandır mandibula'sında molar dişleri Y-5 planına sahiptir. Ayrıca, bütün molarlerde bir diş cingulum vardır. Bilhassa, M_3 'de 6. ve 7. cuspidlerin bulunması çok ilginçtir (Resim : 7). Bütün bu özellikler, bir Pongidae karakteri olarak yansır da, Y-5 planının, **Proconsul**, **Dryopithecus**, **Sivapithecus** ve **Ramapithecus** türleri ile **Australopithecus** temsilcilerinde değışmeden devam ederek taş devrini yaşamış olan **Homo neanderthalensis** (Neanderthal adamı)'de bile mevcudiyetini korumuş olması, önemli bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak, bu özellik, ilk defa **Homo sapiens**'te kaybolmaya başlamıştır. Böylece, molarlerdeki Y-5 planı **Homo sapiens**'e kadar, iki ayak üzerinde yürüyen fosil insan ör-

neklerinin hepisinde var olagelmıştır. Ayrıca, Çandır mandibula'sında $M_3 > M_2 > M_1$ olduğunu bu dişlere ait biometrik ölçülerden gayet açık olarak anlamaktayız (Tablo : 1). Bütün bunlardan ayrı olarak **Dryopithecus**, **Sivapithecus**, **Sugrivapithecus**, **Bramapithecus** ve **Ramapithecus** türlerine ait diş ölçüleri çeşitli odontolojik karşılaştırmalar yapmak üzere tesbit edilmiştir (Tablo : 2).

Çandır mandibula'sının diş arkı symphysis bölgesinde daralmıştır. Bu numune üzerinde alınan ölçülere göre, sağ ve sol P_3 nihayetleri arasındaki mesafe 18.5 mm. ve sağ ve sol M_3 nihayetleri arasındaki mesafe ise 40.7 mm. dir. Buradan Çandır mandibula'sı diş arkının incisive'lerden molarlara doğru, uçları açılan bir parabol olduğu ortaya çıkar. Bu özellik **Ramapithecus punjabicus** (koenigswald, 1972), **Ramapithecus wickeri** (Andrews, 1971) ve Hadar ve Laetolil hominid'leri (Resim : 13) (Johanson-White, 1979) ile iki ayak üzerinde yürüdüğü bilinen Australopithecien (Heberer, 1965), Archanthropien, Neanderthal ve **Homo sapiens** temsilcilerinin diş arkları arasında en çok Hadar ve Laetolil hominidleri, Archanthropien temsilcileri ve **Homo sapiens**'e yaklaşılmaktadır (Çizim : 8).

Çandır numunesinin ramus kolu, corpus mandibula'dan, M_2 hizasından itibaren yükselmeye başlar (Resim : 7). Bu özellik **Sivapithecus indicus** (Resim : 3, 9), **Paranthropus crassidens** (Resim : 11), **Paraaustralopithecus aethiopicus** (Çizim : 9), Hadar ve Laetolil hominidleri (Resim : 13) ve **Homo sapiens** mandibularında da aynı noktadan yükselmektedir. **Proconsul major**, **Dryopithecus fontani**, **Ramapithecus punjabicus**, goril, şempanze ve orangutan'da ise M_3 hizasından itibaren yükselmeye başlar.

Çandır mandibula corpus'unun iç yüzünde linea myo-hyoidea ve incisura myo-hyoidea oluşumları görülmüştür. Bu oluşumlar **Atlanthropus mauritanicus** ile **Homo sapiens** mandibula'larında vardır. Bu sebepten, **Homo alpani** TEKKAYA mandibula'sı Neanderthal adamlarının mandibula'larından bile **Homo sapiens** mandibula'larına daha yakındır.

Çandır örneğinde bulunan diğer bir özellikte, bu mandibula corpus'unun premolar-molar alveolare hattının altına rastlayan kısmın içten ve dıştan bir şişkinlik göstermesidir. Bu şişkinlik sebebiyle mandibula corpus'unun alt kenarı keskinliğini kaybetmiş ve yassılaşmıştır (Resim : 14). Bu morfolojik yapı belli belirsiz olarak **Proconsul nyanzae**, **Oreopithecus bambolli** ve **Dryopithecus fontani**'de görülür. **Sivapithecus indicus** (Resim : 15) ve **Ramapithecus punjabicus**'ta (Resim : 16) daha belirgindir.

Paranthropus crassidens (Resim : 17), **Atlanthropus mauritanicus** (Resim : 18), **Homo neanderthalensis** ve **Homo heidelbergensis** ile **Homo sapiens**'te, Çandır mandibula'sındaki gibi gelişmiştir. Goril, şempanze ve orangutan da ise bu özellikler yoktur. Onun için bunların mandibula'ları yanlardan basıktır. Premolar-molar alveolare hattının altına rastlayan kısım şişkin olmadığından, mandibula corpus'unun alt kenarı keskin bir sırt halindedir (Resim : 19) (Boule, 1957).

SONUÇ

Çandır mandibula symphysis bölgesinin dış yüzü, alveolare kısmından aşağıya doğru inildikçe, ilk önce geriye meyillenir, sonra da dışa doğru şişkinleşerek bir menton çıkıntısı şeklini alır. Symphysis bölgesinin iç yüzündeki planum alveolare dar, dik ve geriye meyillidir. Böylece, planum alveolare küçük bir sahayı kaplar. Incisive'lerin küçülmesi ve alveolare'den dik çıkmasının yanı sıra, diastema'nın bulunmaması da çok önemlidir. Ayrıca, canine'lerin küçük oluşu ve P₃'ün molarleşmeye yönelmiş olması da üzerinde durulması gereken önemli faktörlerdir. Bütün bunlara ilâveten ramus kolunun M₂ hizasından itibaren yükselmeye başlaması ile mandibula corpus'unun, premolar-molar alveolare hattının altına rastlayan kısmının şişkinleşmiş olması, mandibula corpus'unun alt kenarının keskinliğini kaybederek yassılaşması ve ayrıca, diş arkının **Homo sapiens**'e benzer tarzda parabolik oluşu gibi karakterleri gözlenmiştir. Bu özelliklerin yanında çevre koşullarını ve bu çevrede yaşayan hayvan topluluklarını da dikkate alırsak, bu canlının, iki ayak üzerinde yürütmesine mani olacak hiç bir engel veya sebep kalmamaktadır. Çünkü, Çandır mandibula'sının bu özellikleri, iki ayak üzerinde yürüdüğü bilinen Australopithecien temsilcileri, Neanderthal adamları ve **Homo sapiens**'te de görülmektedir. Bu nedenle, bugüne kadar bulunmuş olan **Dryopithecus**, **Sivapithecus** ve **Ramapithecus** temsilcilerinin yeniden gözden geçirilerek Çandır mandibula'sına benzevenlerin bir araya toplanması gerekmektedir. Böylece, zamanımızdan yaklaşık 14 milyon yıl öncesinde ve yeryüzünün step iklimine sahip bölgelerinde iki ayak üzerinde yürümeyi başarabilmiş ilkel **Homo** türlerinin varlığı ortaya çıkacaktır.

Çandır mandibula'sının yukarıda açıklanan özelliklerinden ona evvelce verilmiş olan **Sivapithecus alpani** ve daha sonrada **Ramapithecus wickeri** adlarının, onun karakterini tam olarak yansıtmadığı görülmüş ve yeni tesbit ettiğimiz iki ayak üzerinde yürüyebilme özelliğinden dolayı bu mandibula'nın adını **Homo alpani** TEKKAYA olarak değiştirmiş bulunmaktayız. Böylece, Anadolu'da ele geçmiş olan bu mandibula'yı burada yaşamış en eski fosil insan türü olarak tanımlıyoruz.

Tablo : 1 — Çandır fosil mandibula'sının dış ölçüleri

	Uzunluk	Genişlik	Yükseklik	Robustus kıymeti	Genişlik endisi	M ₁ - M ₃
P ₃	8.00 sol	10.30	8.20	82.40	128.75	30.70
	— sağ	—	—	—	—	30.80
P ₄	6.70 sol	8.00	7.70	53.60	119.40	
	6.80 sağ	8.00	7.20	54.40	117.64	
M ₁	9.00 sol	8.70	4.60	78.30	96.66	
	9.00 sağ	8.60	6.20	77.40	95.55	
M ₂	10.00 sol	9.80	5.20	98.00	98.00	
	10.30 sağ	9.80	7.00	100.94	95.14	
	11.70 sol	9.70	6.00	113.49	82.99	
	11.80 sağ	9.60	7.90	113.28	81.35	

Rap. No : 213

Lab. No : Numune İşareti

19716	AKÇHA - 1; Ankara - Kalecik Çandır				Hırsızderesi; işaretle ge-	
	len numunenin analiz sonucu :					
Al ₂ O ₃	% 11.0	SiO ₂	% 60.5	P ₂ O ₅	% 1.3	
TiO ₂	% 0.6	MnO	% 0.2	Top. Fe ₂ O ₃	% 5.1	
Na ₂ O	% 2.34	K ₂ O	% 1.65	CaO	% 6.00	
MgO	% 3.24	A.Za	% 8.09			

Optik Spektrografik Yarı-Kantitatif analiz sonucu :

Cr	% 0.02	Cu	% 0.004	Ni	% 0.007
----	--------	----	---------	----	---------

19717 AKCHÜ - 1; Ankara - Kalecik - Çandır Hırsızdere; işaretle gelen numunenin analiz sonucu :

Al ₂ O ₃	% 5.1	SiO ₂	% 27.5	P ₂ O ₅	% 2.3
TiO ₂	% 0.3	MnO	% 0.2	Top. Fe ₂ O ₃	% 2.2
Na ₂ O	% 1.06	K ₂ O	% 1.30	CaO	% 25.80
MgO	% 6.20	A.Za	% 26.83		

Optik Spektrografik Yarı - Kantitatif analiz sonucu :

Cr.	% 0.02	Cu	% 0.02	Ni	% 0.004
-----	--------	----	--------	----	---------

Görölmeyen elementler ve % olarak dedeksiyon limitleri :

DL.	%	DL.	%	DL.	%
Co	0.004	Ga	0.01	Ge	0.004
Nb	0.01	Pb	0.004	Sn	0.004
V	0.01	Ag	0.0002	In	0.01
Bi	0.004	Mo	0.01	Sc	0.004
Zr	0.01	Y	0.01	Au	0.002
Cd	0.02	Ce	0.2	La	0.01
Ta	0.1	Tl	0.004	B	0.01
W	0.02	Zn	0.1	Sb	0.04
As	0.4	Ba	0.02	Sr	0.04
Li	0.1	P	1.	Te	0.4

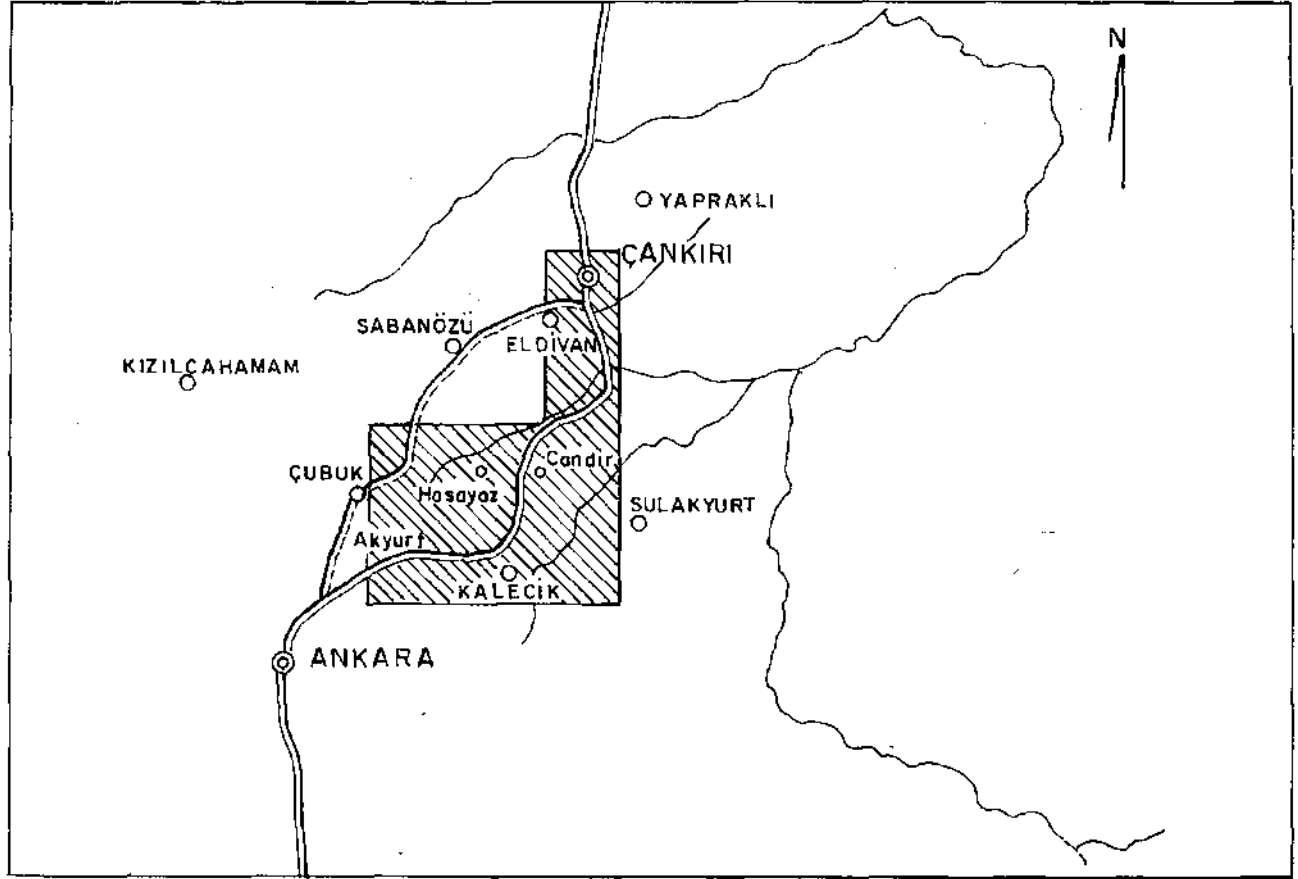
KAYNAKLAR

- Andrews, P. (1971) *Ramapithecus wickeri* mandibula from Fort Ternan, Kenya, *Nature*, vol. 231, No : 5299, pp. 192 - 194.
- Andrews, P. - Tekkaya, İ. (1976) *Ramapithecus* in Kenya and Turkey, *UISPP IX. Congrès, colloque VI, Nice*.
- Andrews, P. - Tekkaya, İ. (1980) A revision of the Turkish Miosene Hominid *Sivapithecus meteai*, *Palaeontology*, vol. 23, part. 1, London.
- Andrews, P. - Tobien, H. (1977) New Miocene locality in Turkey with evidence on the origin of *Ramapithecus* and *Sivapithecus*, *Nature*, vol. 268, pp. 699 - 701.
- Arambourg, C. (1956) Les fouilles du gisement de Ternifine et *L'Atlanthropus*, *Congrès Prehistorique de France*.
- Arambourg, C. - Coppens, Y. (1968) Decouverte d'un *Australopithecien* nouveau dans les gisements de l'Omo (Ethiopie), *South Africa Journal of Science*, vol. 64, No : 2.
- Atalay, Z. (1981) Çandır (Ankara) orta Mioseninde bulunan *Anchitherium aurelianense*, T. J. K., Cilt. 24, Sa. 2, Ankara.
- Boule, M. (1957) *Fossil Men*, p. 535, London.

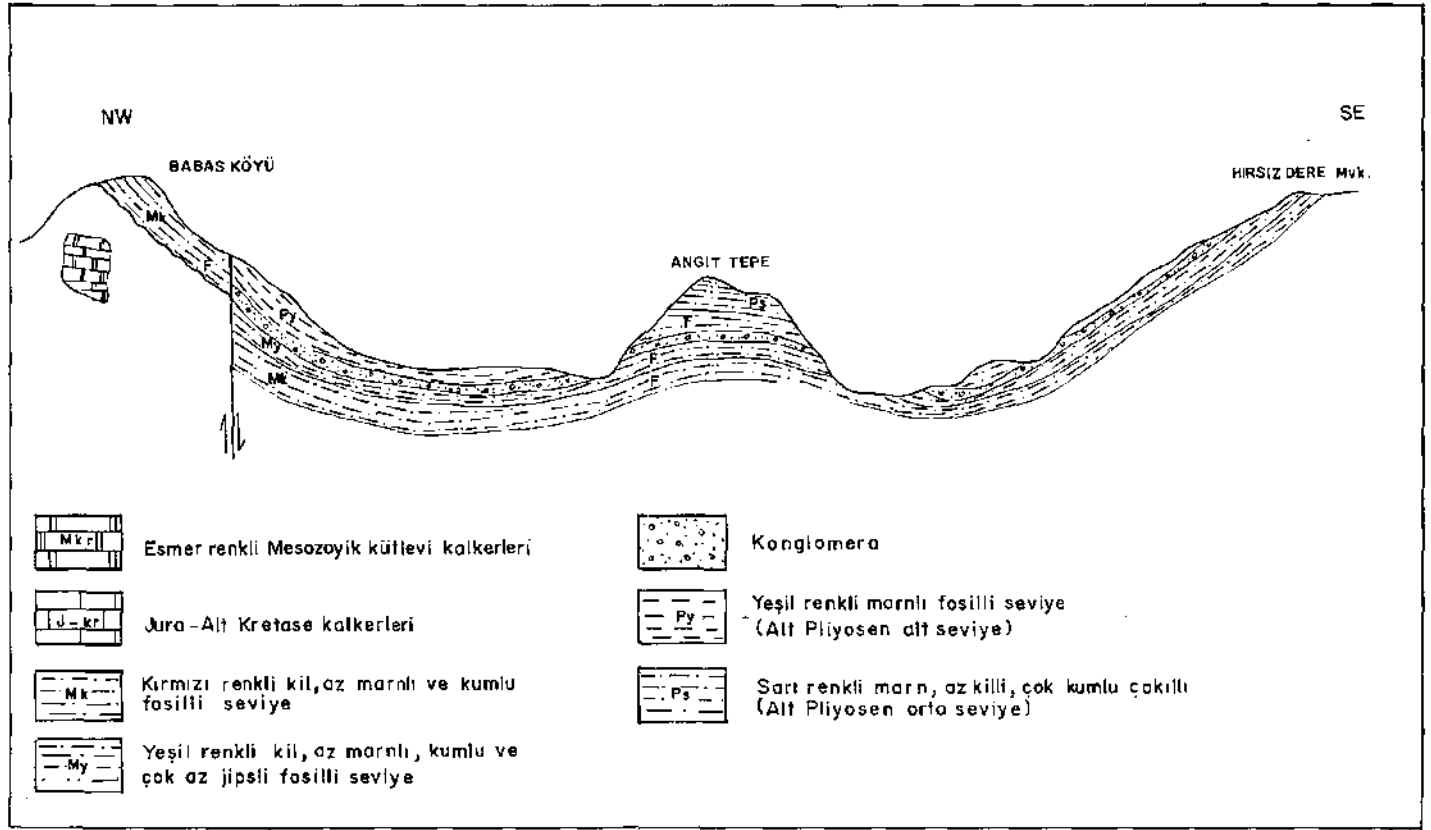
- Engesser, B. (1980) Insectivora und Chiroptera (Mammalia) aus dem Neogen der Türkei, Schweizerische Paläontologische Abhandlungen, V., 102, 149.
- Gaziry, A. W. (1976) Jungtertiäre Mastodonten aus Anatolien (Türkei), geo. Jb., R-B, H-22, Hannover.
- Genet-Varcin, E. (1963) Le singes actuels et fossiles, Ed. N. Boubée- Cie Paris.
- Gregory, W. K. - Hellman, M. - Lewis, G. E. (1938) Fossil Anthropoids of the Yale - Cambridge Indian expedition - of 1935, Pub. Carnegie Inst. p. 1-27, Washington.
- Heberer, G. (1965) Menschliche abstammungslehre, Gustav Fischer verlag, Stuttgart.
- Heissig, K. (1976) Rhinocerotidae (Mammalia) aus der Anchitherium-fauna Anatoliens, Geol. Jb. R-B, H-19, Hannover.
- Johanson, D. C. - White, T. D. (1979) A systematic assessment of early Africa Hominids, Science, vol. 203, pp. 321 - 330.
- Koenigswald, G. H. R. von. (1972) Was ist Ramapithecus?, Nature und Museum, Frankfurt.
- Leakey, L. S. B. (1961) A new lower Pliocene fossil primate from Kenya, Ann. and Magaz. of Nat. Hist., 4, 689, 96.
- Lewis, G. E. (1934) Preliminary notice of new man like apes from India, Amer. Jour. Sci., vol. 227, fifth series, part. 1, 161 - 181.
- Lewis, G. E. (1936) A new species of Sugriviapithecus, Amer. Jour. Sci., vol. 231, fifth series, part. 1, 450 - 452.
- Lewis, G. E. (1937) Taxonomic syllabus of Siwalik fossil Anthropoids, Amer. Jour. Sci., fifth series, 34, CCXXXIV, 139 - 47.
- Pickford, M. - Ertürk, Ç. (1979) Suidae and Tayasuidae from Turkey, T. J. K. Bul. cilt. 22, sa. 1
- Pilgrim, G. E. (1910) Notices of new mammalian genera and species from the tertiaries, Rec. Geol. Surv. India, 40, 1, 69 - 71.
- Piveteau, J. (1957) Traité de Paléontologie, t-VII, Primates, Paléontologie humaine. Masson et Cie ed., pp. 675. Paris.
- Sauer, E. G. F. (1976) Aepyornithoide eierschalen aus dem Miozen und Pliozän von Anatolien Türkei, Palaeontographica, Abt. A, Band-153, Stuttgart.
- Schmidt-Kittler, N. (1976) Carnivores from the Neogene of Asia Minor, Palaeontographica, Abt. A, 155, Stuttgart.
- Sickenberg, O. and all. (1975) Die Gliederung des höheren Jungtertiärs und Altquartärs in der Türkei nach Vertebraten und ihre Bedeutung für die internationale Neogen-Stratigraphie, Geol. Jb., R-B, H-15, Hannover.
- Tekkaya, İ. (1974) Anadolu'da Tortoniyen yaşlı yeni bir Anthropoid türü, M. T. A. Der. No: 83, Ankara.
- Tekkaya, İ. ve diğerleri. (1975) Çankırı-Kalecik bölgesi karasal Neojenin biostatigrafik araştırması, T. J. K. Bul., No: 18/1.
- Tobien, H. (1978) New species of Cricetodontini (Rodentia, Mammalia) from the Miocene of Turkey, Mainzer geowiss. Mitt. 8, 209 - 219.
- Walker, A. - Andrews, P. (1973) Reconstruction of the dental arcades of Ramapithecus wickeri, Nature, vol. 244, 5414, 313 - 314.
- Xu, Qing-hua-Lu, Qing-wu (1979) The mandibles of Ramapithecus and Sivapithecus from Lufeng, Yunnan, Academia Sinica, vol. XVII, No: 1, 1 - 13.

	P_2				P_4				M_1				M_2				M_3			
	Uzunluk	Çaplık	Başlıca boyun	Çaplık başı	Uzunluk	Çaplık	Başlıca boyun	Çaplık başı	Uzunluk	Çaplık	Başlıca boyun	Çaplık başı	Uzunluk	Çaplık	Başlıca boyun	Çaplık başı	Uzunluk	Çaplık	Başlıca boyun	Çaplık başı
<i>Dryopithecus fursati</i> , 3 numune analımsız (Sivalk'iten) Gregory, Hellman & Lewis, 1938	—	—	—	—	—	—	—	—	10.1	8.9	89.8	88.0	11.3	10.3	116.3	90.0	11.7	9.2	113.4	83.8
<i>Dryopithecus fursati</i> Lewis, 1934	—	—	—	—	9.0	8.0	22.0	39.0	10.0	10.5	105.0	105.3	12.0	10.5	126.0	105.0	12.5	10.5	131.2	84.0
<i>Dryopithecus fursati</i> (Sivalk'iten) Gregory, Hellman & Lewis, 1938	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13.0	12.0	155.0	92.3
<i>Dryopithecus fursati</i> Lewis, 1934	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13.5	11.8	159.3	87.0
<i>Dryopithecus fursati</i> (Sivalk'iten) Gregory, Hellman & Lewis, 1938	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.5	10.0	105.0	95.0	11.0	8.4	94.6	78.0
<i>Dryopithecus fursati</i> Lewis, 1934	—	—	—	—	9.0	8.2	82.8	118.0	10.5	9.8	105.6	93.0	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Dryopithecus fursati</i> Lewis, 1934	—	—	—	—	8.2	10.2	81.4	113.0	11.5	11.0	126.5	95.0	13.5	12.4	167.4	92.8	14.0	12.7	177.8	83.0
<i>Dryopithecus fursati</i> Lewis, 1934	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.6	9.9	114.8	85.0	12.5	10.4	120.0	83.0
<i>Dryopithecus fursati</i> Lewis, 1934	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14.7	12.7	166.7	86.0
<i>Dryopithecus fursati</i> Lewis, 1934	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.1	15.3	202.2	80.0
<i>Dryopithecus fursati</i> Lewis, 1934	—	—	—	—	7.8	6.3	67.8	111.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Dryopithecus fursati</i> Lewis, 1934	—	—	—	—	—	—	—	—	9.3	8.8	81.6	93.0	10.6	9.2	97.5	87.0	13.0	10.5	136.5	81.0
<i>Dryopithecus fursati</i> Lewis, 1934	—	—	—	—	—	—	—	—	11.2	9.5	106.4	85.0	10.6	8.4	84.0	84.0	11.8	9.8	115.6	83.0
<i>Dryopithecus fursati</i> (Sivalk'iten) Gregory, Hellman & Lewis, 1938	—	—	—	—	—	—	—	—	10.6	9.3	100.2	90.0	11.6	10.4	132.2	98.3	13.7	12.3	168.5	80.0
<i>Dryopithecus fursati</i> (Sivalk'iten) Gregory, Hellman & Lewis, 1938	—	—	—	—	9.1	11.5	106.4	126.0	11.5	10.8	121.9	92.0	13.8	12.3	159.9	95.0	—	—	—	—
<i>Dryopithecus fursati</i> Lewis, 1934	—	—	—	—	8.5	11.2	95.2	132.0	12.4	11.8	146.5	95.0	14.5	12.7	168.6	93.0	15.8	13.6	214.8	84.8
<i>Dryopithecus fursati</i> Lewis, 1934	—	—	—	—	8.5	9.9	84.1	116.0	11.5	10.6	121.9	92.0	13.0	12.3	159.9	95.0	14.3	12.4	191.6	94.0
<i>Dryopithecus fursati</i> Lewis, 1934	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12.9	12.3	158.6	95.0	14.4	12.2	190.0	92.0
<i>Dryopithecus fursati</i> Lewis, 1934	—	—	—	—	8.3	11.2	95.3	126.0	11.4	10.9	121.6	92.0	15.1	13.3	166.8	91.0	—	—	—	—
<i>Dryopithecus fursati</i> (Sivalk'iten) Gregory, Hellman & Lewis, 1938	—	—	—	—	—	—	—	—	11.0	9.1	100.3	82.7	12.6	10.5	132.3	88.0	—	—	—	—
<i>Dryopithecus fursati</i> Lewis, 1936	—	—	—	—	—	—	—	—	12.0	9.0	89.0	81.8	12.4	10.4	131.0	82.5	—	—	—	—
<i>Dryopithecus fursati</i> Lewis, 1934	—	—	—	—	7.2	8.4	68.4	117.0	11.0	9.0	89.0	81.8	12.6	10.4	131.0	82.5	—	—	—	—
<i>Dryopithecus fursati</i> (Sivalk'iten) Gregory, Hellman & Lewis, 1938	—	—	—	—	—	—	—	—	11.1	9.0	89.9	81.0	12.6	9.9	124.7	78.6	—	—	—	—
<i>Dryopithecus fursati</i> Lewis, 1936	—	—	—	—	—	—	—	—	11.1	9.0	89.9	81.0	12.6	9.9	124.7	78.6	—	—	—	—
<i>Dryopithecus fursati</i> (1/2 gregory) (607) (Sivalk'iten) Gregory, Hellman & Lewis, 1938	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12.5	10.2	130.5	70.0
<i>Dryopithecus fursati</i> cf. <i>brechevillae</i> (Sivalk'iten) Gregory, Hellman & Lewis, 1938	9.5	5.4	81.3	56.8	6.8	6.9	41.4	116.0	9.1	8.1	73.7	89.0	10.2	9.0	91.6	89.2	—	—	—	—
<i>Dryopithecus fursati</i> <i>thorpei</i> (Sivalk'iten) Gregory, Hellman & Lewis, 1938	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	10.8	104.0	106.0	11.1	10.5	116.5	95.0
<i>Dryopithecus fursati</i> <i>thorpei</i> Lewis, 1934	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	10.6	106.0	106.0	12.1	10.8	119.8	97.0
<i>Dryopithecus fursati</i> <i>pauciflorus</i> (Sivalk'iten) Gregory, Hellman & Lewis, 1938	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.3	10.0	113.0	88.5	12.8	10.6	155.4	83.0
<i>Dryopithecus fursati</i> <i>pauciflorus</i> (609) (Sivalk'iten) Gregory, Hellman & Lewis, 1938	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13.7	11.9	169.9	86.1
<i>Dryopithecus fursati</i> <i>syriacus</i> Lewis, 1934	—	—	—	—	7.5	10.0	35.0	75.0	10.1	—	—	—	12.0	11.2	134.1	93.0	12.7	11.6	147.3	91.0

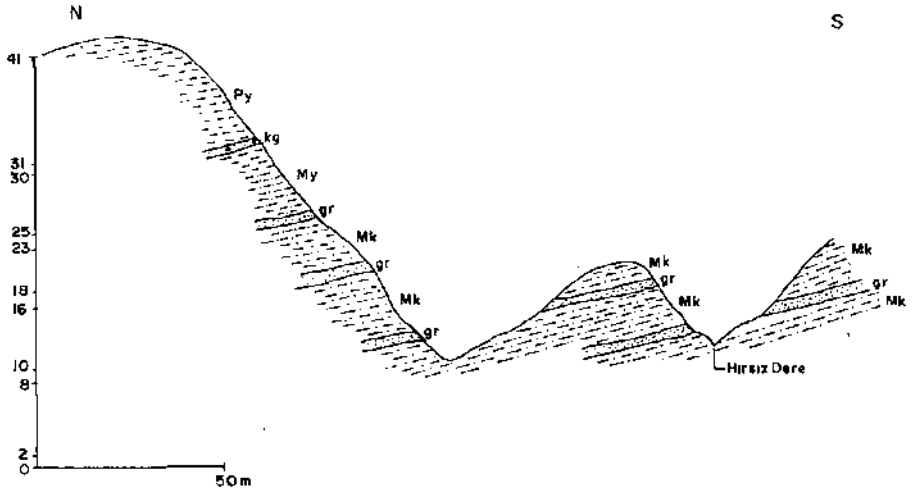
Tablo.2-Anthropoid türlerinin dişlerine ait biyometrik ölçüler.



Çizim : 1 — Çandır yer belirleme haritası



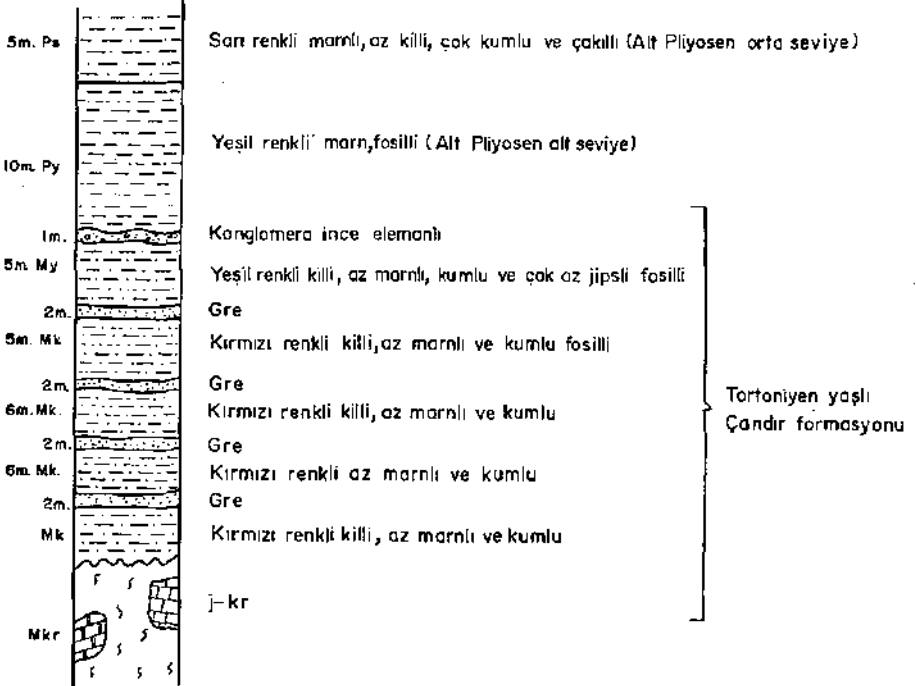
Çizim : 2 — Çandır formasyonunun Babas - Hırsızdere arası profili (ölçeksiz)



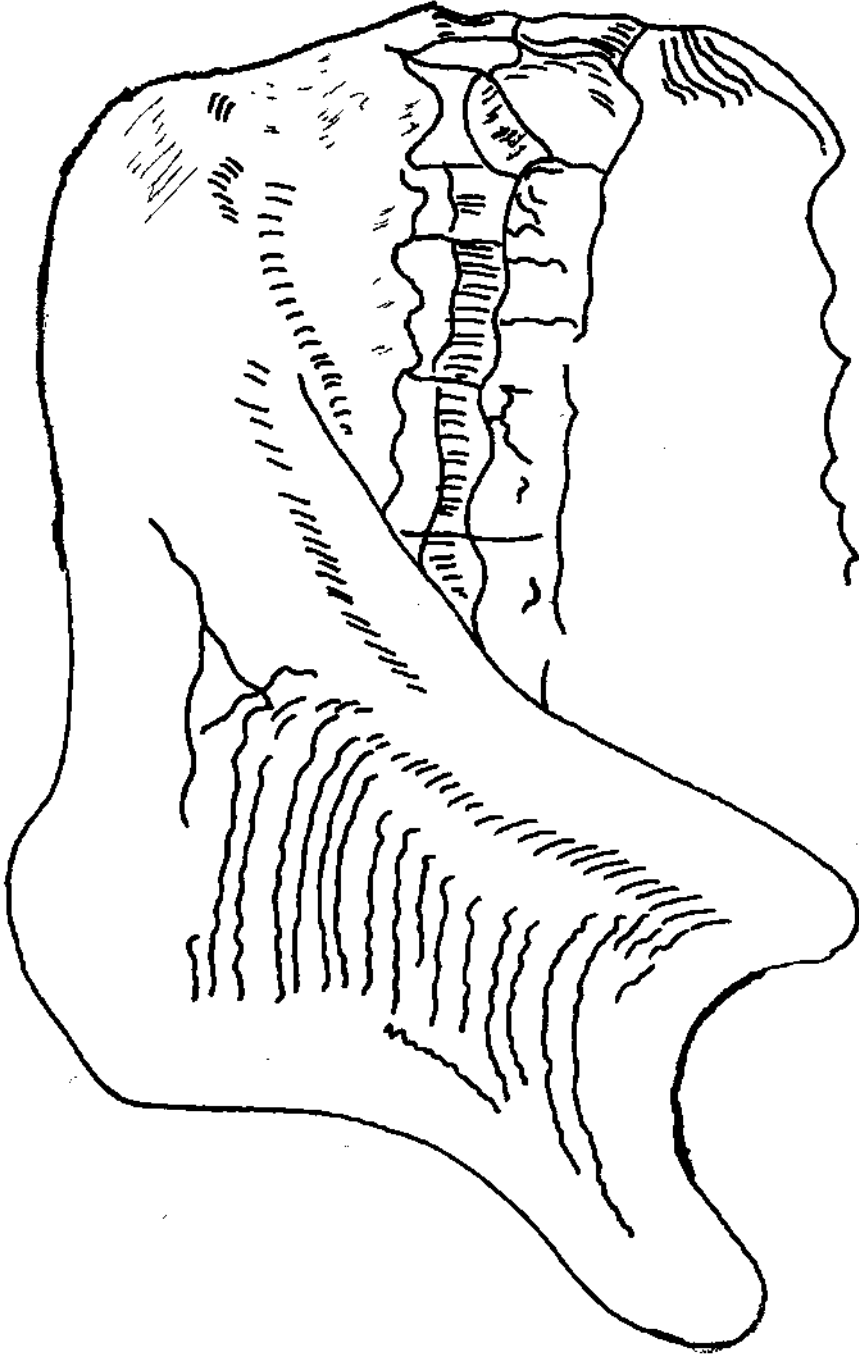
Py	Yeşil renkli marn, fosilli (Alt Pliyosen alt seviye)
kg	Konglomera
My	Yeşil renkli kil, az marnlı, kumlu ve çok az jipsli fosilli
Mk	Kırmızı renkli kil, az marnlı ve kumlu fosilli
gr	Gre

Tortoniyen yaşlı
Çandır formasyonu

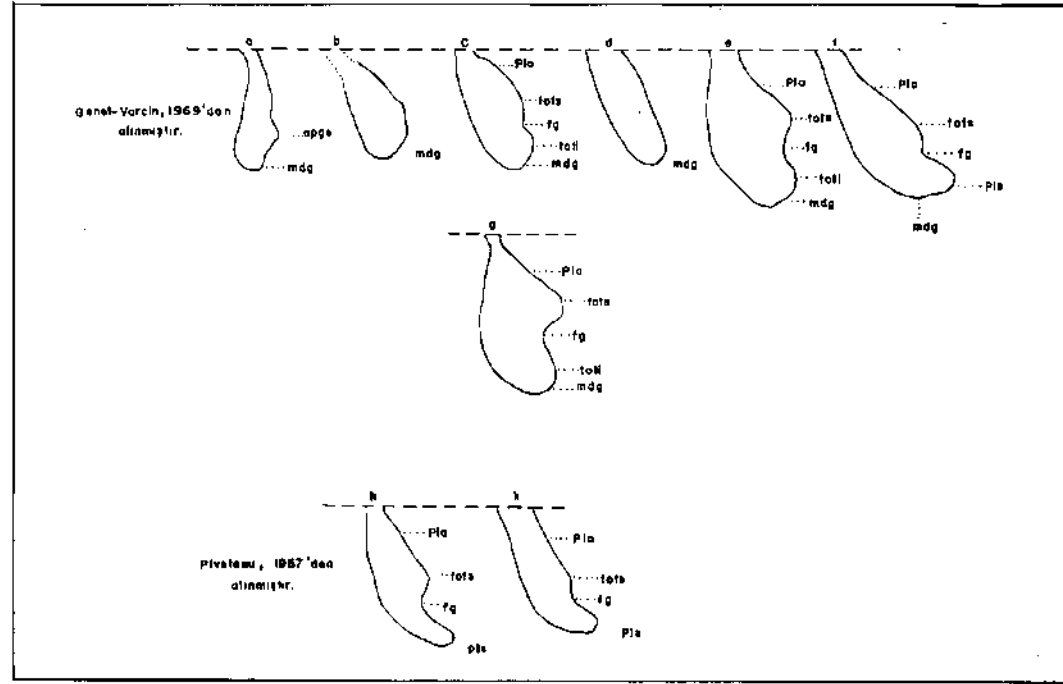
Çizim : 3 — Çandır formasyonu Hırsızdere mevki stratigrafik kesiti



Çizim : 4 — Çandır formasyonunun görüldüğü Hırsızdere ve civarının stratigrafik dikey kesiti.



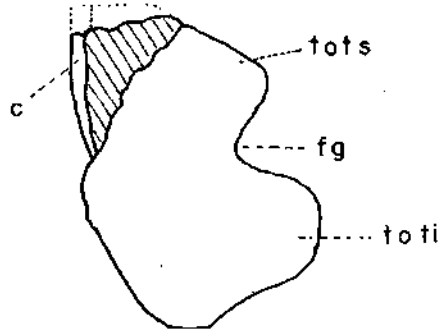
Çizim : 5 — Çandır mandibulası (Homa alpani Tekkaya'nın) symphysis dış yüzü ve menbron oluşumu.



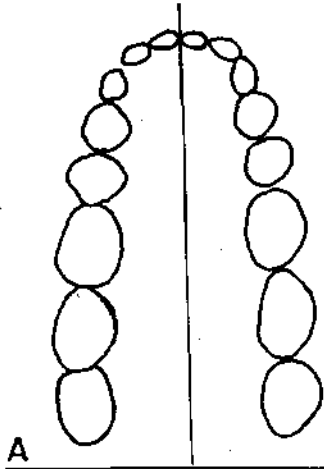
Çizim : 6 -- Anthropoid'ler symphysis mandibulare'lerin kesiti.

a - Homo sapien; b - Neanderthal; c - Maueri; d - Sinanthropus; e - Paranthropus; f - Goril; g - Çandır Fossil Anthropoid'i; h - Orangutan; k - Şempanze.

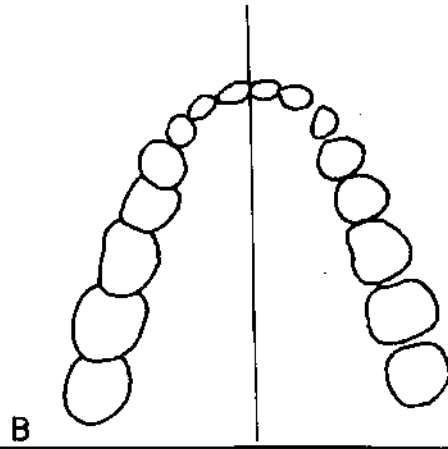
apge - apofiz; mdg - digastrik kasların tutunma yeri; pla - planum alveolare; tats - tarus transversus superior; fg - gle-noid fossa; toti - torus transversus inferior; pls - simiyen plak.



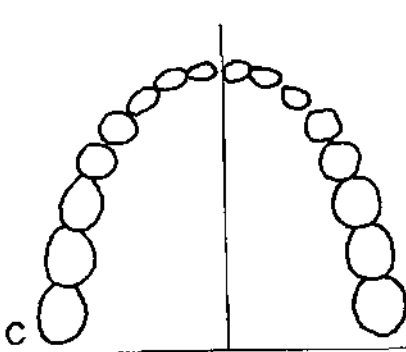
Çizim : 7 — *Paraustralopithecus aethiopicus*
 symphysis kesiti
 tots : Torus transversus superior
 fg : Glenoid fossa
 toti : Torus transversus inferior



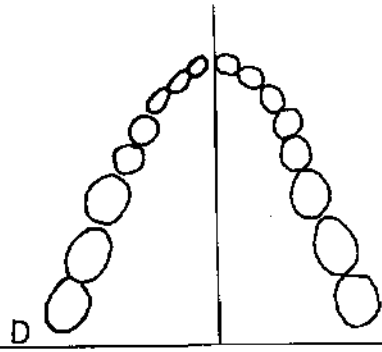
Australopithecus



Archanthropien

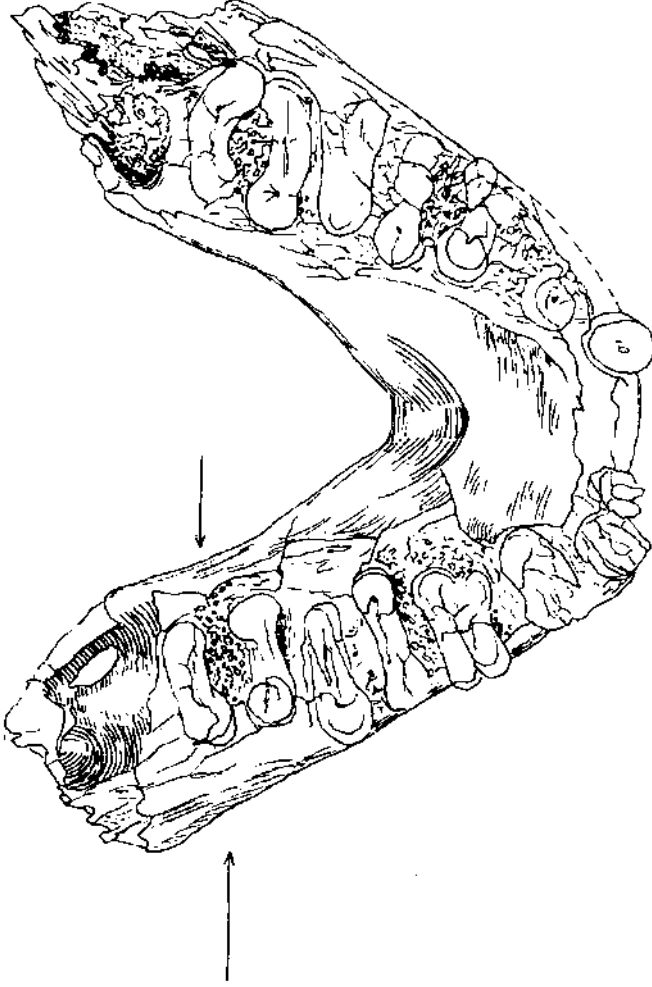


Neanderthal



Home sapiens

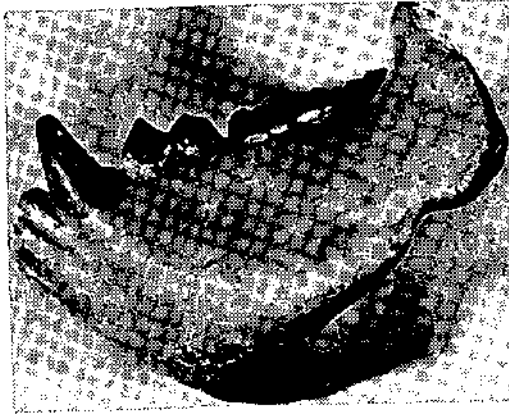
Çizim : 8



Çizim : 9 — Paraustralopithecus aethiopicus mandibula'sının occlusal'den görünüşü



Resim : 1 — Çandır mandibula'sının yandan görünüşü



Resim : 2 — Dryopithecus fontani mandibula'sının yandan görünüşü



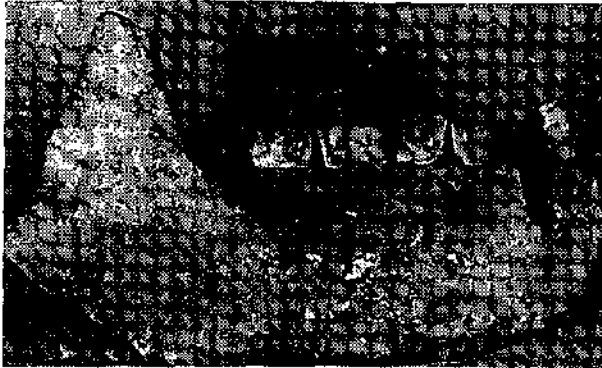
Resim : 3 — Sivapithecus indicus mandibula'sının yandan görünüşü



Resim : 4 — *Ramapithecus punjabicus* mandibula'sının yandan görünüşü



Resim : 5 — *Paranthropus crassidens* mandibula'sının yandan görünüşü



Resim : 6 — *Atlanthropus mauritanicus* mandibula'sının yandan görünüşü



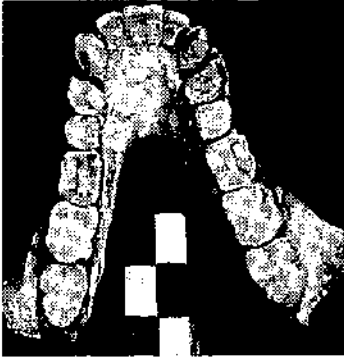
Resim : 7 — Çandır mandibula'sının üstten görünüşü



Resim : 8 — Dryopithecus fontani mandibula'sının üstten görünüşü



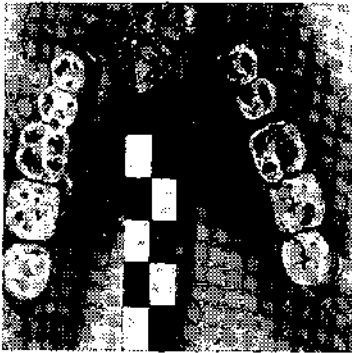
Resim : 9 — Sivapithecus indicus mandibula'sının üstten görünüşü



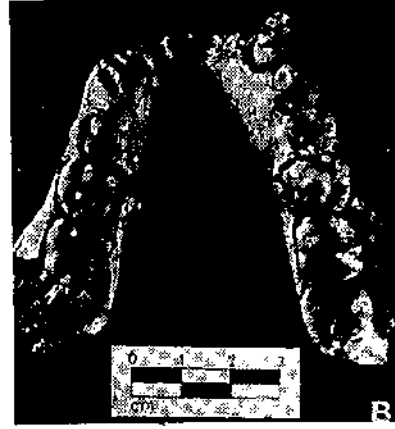
Resim : 10 — *Ramapithecus*
punjabicus
mandibula'sının
üstten görünüşü



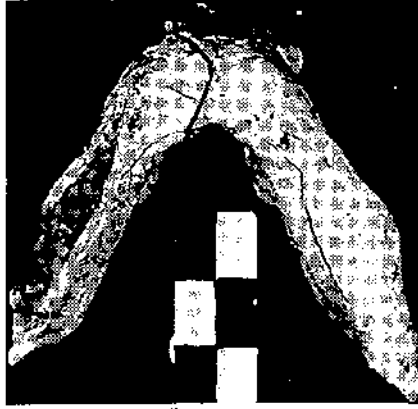
Resim : 11 — *Paranthropus*
crassidens
mandibula'sının
üstten
görünüşü



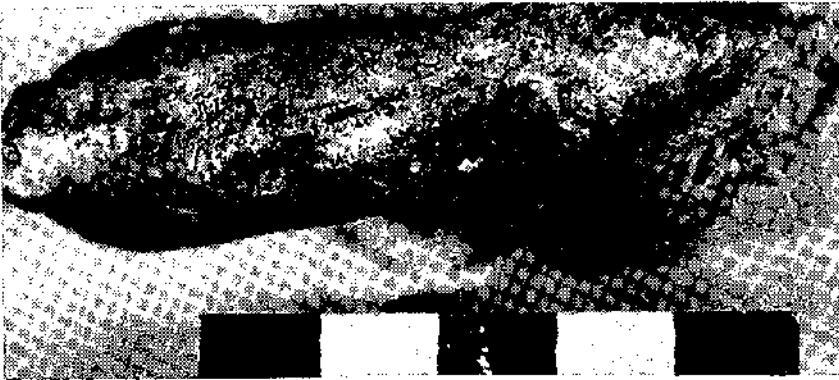
Resim : 12 — *Atlanthropus*
mauritanicus
mandibula'sının
üstten görünüşü



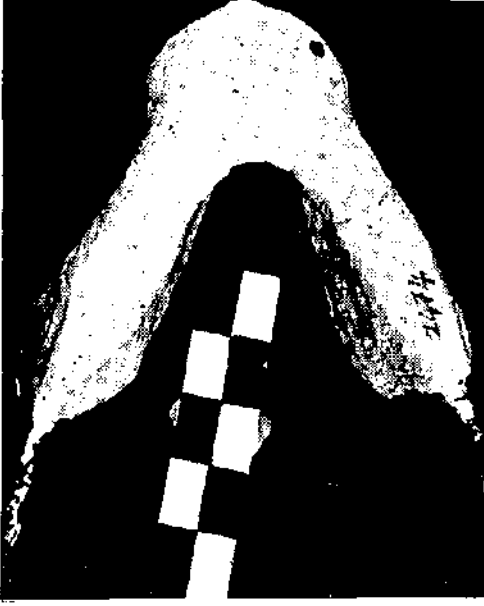
Resim : 13 — Hadar ve Laetoli mandibula'larının üstten görünüşü



Resim : 14 — Çandır
mandibula'sının
alttan görünüşü



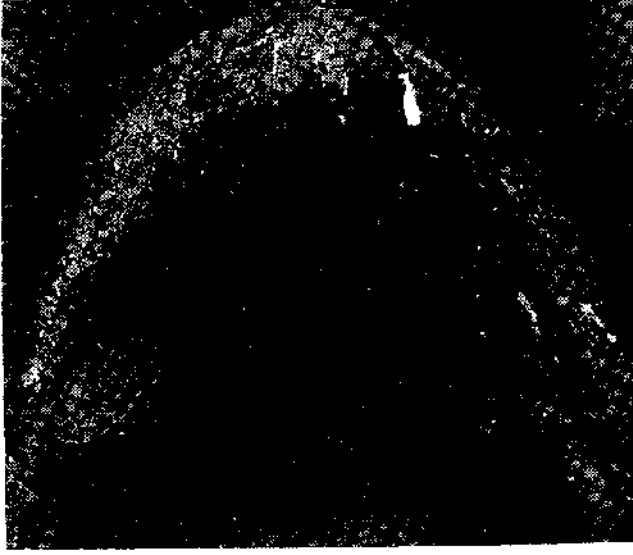
Resim : 15 — Sivapithecus indicus mandibula'sının alttan görünüşü



Resim : 16 — *Ramapithecus punjabicus*
mandibula'sının alttan
görünüşü



Resim : 17 — *Paranthropus crassidens*
mandibula'sının alttan
görünüşü



Resim : 18 — *Atlanthropus mauritanicus*
mandibula'sının alttan görünüşü



Resim : 19 — Şempanze, *H. heidelbergensis* ve *Homo Sapiens*
mandibula'larının alttan görünüşü
C ve P : Şempanze mandibulası
H : *Homo heidelbergensis* mandibula'sı
F : *Homo sapiens* mandibula'sı

ARSLANTEPE (MALATYA) GEÇ ROMA DÖNEMİ İSKELETLERİNDE DİŞ ÇÜRÜĞÜ AŞINMALARI VE PERİODONTAL HASTALIKLAR

İlter UZEL*
Berna ALPAGUT
Serhat KOFOĞLU

Anadolu'nun zengin bir arkeolojik malzemeye sahip olması bize, hem elde edilen buluntular yardımıyla geçmiş toplumları çeşitli yönlerden incelemeyi ve hem de bugünün toplumuyla eski toplumları karşılaştırmayı mümkün kılmaktadır.

Kemik ve dişlerin insan vücudunun en kalıcı yapıları olduğu bilinen bir gerçektir. Kazılarda elde edilen diğer belgelerle birlikte bu tür buluntular geçmiş çağlarda yaşamış insanların bireysel anatomik özellikleri yanında, ekonomik ve kültürel yapılarının aydınlatılmasında da yardımcı olmaktadır.

Öte yandan fosil insanlardaki dişler ve çene kemiklerinin incelenmesi onun hayatta iken ağız ve diş sağlığının hatta genel sağlığının nasıl olduğu hakkında da değerli bilgiler verebilmektedir. Ayrıca bir toplumda görülen beslenme alışkanlıkları veya daha başka alışkanlıklar ile toplumun sosyoekonomik düzeyi dişler ve çeneler yardımıyla belirlenebilir.

Bu realite çok yakın zamanlara ait buluntular içinde geçerlidir. Mesela; 1915 yılındaki Çanakkale Savaşı'nda ölenlerden çıkan diş protezleri şahsın pipo içme alışkanlığı olduğunu veya dişlerine yapılan dolgular ve savaş alanında bulunan diş fırçaları iyi bir ağız sağlığına sahip olduğunu göstermektedir. Genellikle Türk şehitlerine ait kafataslarında bu tür uygulamalara rastlamak mümkün değildir. Çok bilinen klasik bir örneği, Antik Mısır'da fazla sert madde ihtiva eden buğdayla beslenen fakir topluluklarda görülen tipik diş aşınmaları teşkil eder. Yumuşak

(*) Prof. Dr. İlter UZEL, GATA Diş Hekimliği Merkezi, Ortodonti Anabilim Dalı - ANKARA.

Doç. Dr. Berna ALPAGUT, Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih - Coğrafya Fakültesi, Paleantropoloji Anabilim Dalı Başkanı - ANKARA.

Yard. Doç. Dr. Serhat KOFOĞLU, GATA, Diş Hekimliği Bilimleri Merkezi Diş Hastalıkları ve Tedavisi - ANKARA.

ve rafine gıdalarla beslenen zenginler tabakasında diş aşınmaları daha az görülmüş, buna karşılık periodontal hastalıklar artmıştır¹. Bu gibi örnekler dişlerle onları çevreleyen alveol kemiği ve çenelerin, antropoloji, paleopatoloji, odontoloji ve konu ile ilgili diğer disiplinlere mensup kim-selerin dikkatini çeken yapılar olduğunu göstermektedir.

MALATYA ARSLANTEPE İSKELETLERİ

Araştırmamız Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Anabilim Dalı Paleoantropoloji laboratuvarlarında saklanan Malatya Arslantepe Geç Roma dönemine ait 40 adet iskelet serisi üzerinde yapılmıştır. İncelenen 40 baş iskeletinin 27 si erişkin ve 13 ü de çocuk iskeletidir. 38 ve 94 numaralı iskeletlerin yalnız alt çeneleri; 31 numaralı iskeletinde yalnız üst çenesi incelenmiştir. Bunlarla ilgili daha ayrıntılı bilgi (Tablo : 1) de verilmiştir.

Bilindiği gibi Arslantepe (Malatya)'de İtalyan Arkeoloji Enstitüsünce A. Palmieri ve S. M. Puglisi tarafından 1961 yılında başlanmış ve sonuçları 1961, 1969, 1973, 1974 yıllarında yayınlanmıştır^{2,3,4,5,6,7,8}. İskelet buluntularına ait ayrıntılı bir seri antropometrik ve istatistik araştırma ise Alpagut tarafından gerçekleştirilmiştir. Buna göre Arslantepe toplumunda genellikle brakisefal kranial endis ölçülmüştür. Dolikosefal örneğe rastlanmamıştır. Populasyonun alın geniş, yüz tipi orta derecede yuvarlak, damak geniş, fırlak olmayan bir profil tipi söz konusudur^{9,10}.

Malatya Arslantepe toplumunun ağız ve diş sağlığı ile diş ve çene patolojilerini belirlemeye yönelik bu araştırmamızda tek tek her iskeletin dişlerinin açığı ortaya tekniği ile retroalveoler periapikal radyografileri ve uzak röntgen resimleri alınmış ayrıca hazırlanan kartlara çürük, ante-mortem ve post mortem kayıplar ayrıntılarını aşağıda vereceğimiz kriterlere göre diş aşınmaları ve kalkulus durumu işlenmiştir^{11,12}.

DIŞ ÇÜRÜK YÜZDESİNİN BELİRLENMESİ

Diş çürüğü mağara devri insanlarında da görülmüş hatta insana yakın akraba olan iri maymunların bazı temsilcilerinde bile diş çürüğüne rastlanmıştır. Brothweil'in belirlediğine göre insan cinsinde, diş çürüğüyle ilgili en eski örnekler, Güney Afrika'da bulunmuş olan hominoid'lerde görülmüştür¹³. Bu veriler diş çürüğü hastalığının insanlık tarihi kadar eski olduğunu kanıtlamaktadır. Nitekim Homo erectus'un temsilcilerinde de diş çürüğüne rastlanmıştır. Oysa Brothwell'in incelediği Yakın-Doğu Skhul Neandertalleri dışında hiçbir Neandertal bu hastalığın izlerini taşımamaktadır. Diş çürüğü hastalığı ancak Mezolitik devirden itibaren yüzde 2 ila 10 luk ani bir yükselme göstermektedir. Nite-

Malatya-Arskantepe İskeletleri
Çürük-periodontal Hst.Aşınma Durumu
(UZEL -ALPAGUT)

Tablo : 1

Yaş Cins	Çürük Dış	Ante Mortem Kayıp	Post Mortem Kayıp	Kalkulus İ (Green, Vign, Moss'a göre)	Kemik kaybı İ	Aşınma (Bross'a göre)	Patolojik Bulgular
61 Erkek (Arskantepe) Malatya	7	-	15	Alt çenede	Alt ve üst çenede	I Alt çenede	15.8 Periapikal ve parodontal patoloji
42 Erkek (Arskantepe) Malatya	8	-	4	Alt çenede	Alt çenede	I Alt çenede	3. Periapikal pat.
25 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	-	-	Alt çenede	Tüm alt çenede	Var	1.8 Periapikal ve 3.8 Periapikal pat.
32 Erkek (Arskantepe) Malatya	4	2	7	Alt çenede	Tüm alt çenede	Var	2. Periapikal pat. 3.8
92 Erkek (Arskantepe) Malatya	1	2	5	Üst çenede	Alt ve üst çenede (Alt çenede tam çürük var)	Tüm dişlerde (Post mortem aşınma var)	2. Çürük post mortem
31 Genç Erkek (Arskantepe) Malatya	-	-	8	Üst çenede	Az	-	1.8 Sürme dişinin alt kısmı
27 Erkek (Arskantepe) Malatya	1	-	7	Var	Var	Az	-
44 Erkek (Arskantepe) Malatya	1	12	6	Az	İleri derecede mevcut	Alt ve üst çenede	-
94 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	1	5	İleri derecede mevcut	İleri derecede mevcut	Var	-
45 Erkek (Arskantepe) Malatya	13	5	5	Az	İleri derecede	İleri derecede	2.8 Periapikal ve 3.8 Periapikal pat.
93 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	Tom dışsız	-	-	Kraterli silt	-	-
30 Erkek (Arskantepe) Malatya	3	6	2	Az	Alt ve üst çenede İleri derecede	Alt ve üst çenede İleri derecede	-
58 Erkek (Arskantepe) Malatya	2	23	3	Az	Alt çenede	Alt çenede	1.8 Periapikal pat.
59 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	-	1	-	-	-	1.8 Periapikal pat.
57 Erkek (Arskantepe) Malatya	1	Üst çene 12 Alt çene tam dışsız	4	-	Kraterli silt	-	-
39 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	Tom dışsız	-	-	Kraterli silt	-	-
39 Erkek (Arskantepe) Malatya	5	10	10	Az	Alt çenede	Alt çenede	1.8 Periapikal pat.
59 Erkek (Arskantepe) Malatya	2	-	14	Az	Az	Var	-
54 Erkek (Arskantepe) Malatya	2	-	12	Var	Var	Az	-
24 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	8	9	Var	İleri derece	Var	-
53 Erkek (Arskantepe) Malatya	1	-	6	İleri derece	İleri derece	Az	-
96 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	-	1	Az	Az	Çok az	1.8 Periapikal pat.
62 Erkek (Arskantepe) Malatya	3	-	4	Var	Az	Az	1.8 Periapikal pat.
19 Erkek (Arskantepe) Malatya	1	-	2	Var	Az	Az	1.8 Periapikal pat.
45 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	-	8	Az	Çok az	Çok az	1.8 Periapikal pat.
14 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	-	8	Az	-	-	1.8 Periapikal pat.
48 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	-	10	Az	-	-	1.8 Periapikal pat.
21 Erkek (Arskantepe) Malatya	2	-	7	Az	-	-	1.8 Periapikal pat.
22 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	-	12	Az	-	-	1.8 Periapikal pat.
29 Erkek (Arskantepe) Malatya	1	-	4	Çok az	-	-	1.8 Periapikal pat.
65 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	-	4	Az	-	-	1.8 Periapikal pat.
36 Erkek (Arskantepe) Malatya	2	-	3	-	-	-	1.8 Periapikal pat.
49 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	-	4	-	-	-	1.8 Periapikal pat.
16 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	-	2	Az	-	-	1.8 Periapikal pat.
26 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	-	13	Az	-	Var	1.8 Periapikal pat.
58 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	-	2	-	-	-	1.8 Periapikal pat.
34 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	-	7	Az	-	-	1.8 Periapikal pat.
38 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	-	3	-	-	-	1.8 Periapikal pat.
79 Erkek (Arskantepe) Malatya	1	-	6	-	-	-	1.8 Periapikal pat.
56 Erkek (Arskantepe) Malatya	-	-	9	Az	-	-	1.8 Periapikal pat.
700 Dişler							

kim, Avrupa ve Kuzey Afrika'da bu devirle yaşıt iskelet kalıntılarındā söz konusu hastalığa yüzde 7.7 oranında rastlanmıştır¹⁴.

Beslenme biçiminde görülen köklü bir değişimin sonucu olarak «Neolitik» olarak bildiğimiz tarım devriminden itibaren de diş çürüğü yaygın bir hastalık olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu dönemde unun ve şekerin besinler arasına girmesiyle beraber diş çürüğünün görülme sıklığında da yüzde 35'e varan belirgin bir artış olmuştur. Hastalık, özellikle içinde bulunduğumuz yüzyılda büyük bir tırmanış göstermiş, Ortaçağ'da yüzde 51'e varan sıklık bazı Batı Avrupa ülkelerinde yüzde 90 - 100'e varacak ölçülerde yaygınlaşmıştır¹⁵. Bu gözlemler ışığında, diş çürümelerini bir uygarlık hastalığı olarak tanımlayabiliriz (Tablo : II).

Fosil insanlarda diş çürüğü araştırmalarının özellikle iki nedenden dolayı dikkatli yapılması gerektiği bilinmektedir. Bunlardan birincisi birey hayatta iken kaybettiği dişlerin çürük hesaplamalarında göz önüne alınması, ikincisi de ölüm sonrası oluşan aldatıcı çürük görüntüleri ihtimalidir¹⁶.

Tablo : II — Eski İnsan Toplumlarında Çürük Sıklığı

Tarih	Seri	Araştırmacı	Muayene Edilen Diş Sayısı	Çürük Sayısı	% Çürük
M. Ö. 70.000	Avrupa	Brothwell	259	0	0
35.000	Neandertal				
M. Ö. 35.000	M. Carmel (skhul)	Brothwell	523	5	1.0
10.000	ve Avrupa Üst paleolitik gruplar	Carter			
	Rodezya adamı	Brothwell	13	11	
M. Ö. 10.000	Avrupa ve	Pequart, Boule	1148	88	7.7
3.000	Kuzey Afrika Mesolitik	ve Vallois (1937) Brothwell			
M. Ö. 3.000	Neolitik, Fransa	Hartweg (1945)	11.717	379	3.2
1.000	Neolitik, Almanya	Brinch ve Moller Christensen (1949)	1589	27	1.8
	Neolitik, İsveç	Holmer ve Maunsbach (1956)	6402	91	1.4
	Neolitik, Danimarka	Christophersan ve Pedersen (1939)	3612	58	1.6
	Neolitik, İngiltere	Brothwell (1952)	1151	36	3.1
	Mısır, Predinastik	Brothwell, Wood,	1742	40	2.3
	Byblos, Kalkolitik	Özbek (1985)	701	28	3.9
M. Ö. 3.000	Yunanistan	Angel (1944)	1404	116	12.1
1.000	Girit (M. Ö. 1750-1550)	Carr (1960)	1498	135	9.0
	Çin (M. Ö. 1766-1122)	Mao ve Yen (1959)	884	38	4.3
Geç Roma	Malatya Arslantepe	Uzel, Alpagut (1987)	504	48	14.2(*)

(*) Lahdwick'e göre düzeltilmiştir⁹.

1. Diş çürüğü sıklığını belirlerken ante-mortem aşamada düşmüş olan dişleri hesaba katmak gerekir. Aslında yaşayan herhangi bir toplumda belirlenen diş kaybının, temelde diş çürümesinden ileri geldiği kabul edilir. Bu olguyu akılda tutarak bazı eski insan gruplarında diş çürüğüyle ilgili değerlendirmeler yapılırken ölüm öncesi (ante-mortem) diş kaybıda dikkate alınmıştır. Mesela; Hardwick¹⁷, eski İngiltere toplumlarına ait iskeletlerde, aşağıda belirtilen yoldan giderek bir düzeltme önermiştir. Buna göre eğer diş çürüğü oranı % 5'i geçmezse, hastalık nedeniyle çıkarılmış ya da başka nedenlerle düşmüş olan dişlerin % 25'i diş çürüğünden ileri gelebilir. Belirlenen çürük oranı % 5 ile % 20 arasında ise, kaybolan dişlerin % 33'ü çürük olarak kabul edilir. Çürük dişlerin oranı % 29'un üzerinde ise, önceden düşmüş olan dişlerin % 50'sinden çürüme sorumlu tutulur.

2. Toprak altında kalmış olan dişler çeşitli tahrip edici faktörlerle karşı karşıya kalır. Araştıracının bu durumda gerçek diş çürüğünü, ölümden sonra toprak altında çeşitli tahrip edici etkenlerin neden olduğu durumlardan ayırt etmesi gerekir. Ölümden sonra, toprak altında kimyasal etkileşimle özellikle diş kollum hizasındaki sementin tahrip olması sonucunda aldatıcı bir diş çürüğü tespit edilebilir.

Araştırmamızda post-mortem oluşan çürükler olarak tahmin ettiğimiz (Resim : 1) deki 4 çürük diş hariç toplam 504 diştten 48'inde değişik tipte yani dişlerin okluzal, mezial veya distal yüzeylerinin birinde veya hepsinde çürük belirlenmiştir. Henüz okluzale taşmayan 6 mezial ve 4 distal çürük periapikal radyografilerle belirlenmiştir.

$$\text{Çürük yüzdesi} = \frac{\text{Çürük diş sayısı} \times 100}{\text{Muayene edilen diş sayısı}}$$

formülüne göre hesaplanmıştır. Buna göre çürük yüzdesi 9.52 bulunmuştur. Ancak yukarıda belirtilen «Hardwick» düzeltmesi yapılır ve 72 ante-mortem kayıp dişin % 33'ü olan 24 diş çürük dişlere eklenirse bu yüzde 14.2'yi bulmaktadır (Tablo : III).

**Tablo : III — Malatya Arslantepe İskeletlerinde
Ante-Mortem Dış Kayıpları**

	Dişler	Kayıp Sayısı
	Üst Orta Kesiciler	3
	Üst Yan Kesiciler	3
	Üst Kaninler	4
ÜST	Üst 1. Küçük Azılar	6
ÇENE	Üst 2. Küçük Azılar	7
	Üst 1. Büyük Azılar	11
	Üst 2. Büyük Azılar	7
	Üst 3. Büyük Azılar	6
	Alt Orta Kesiciler	6
	Alt Yan Kesiciler	1
	Alt Kaninler	1
ÜST	Alt 1. Küçük Azılar	0
ÇENE	Alt 2. Küçük Azılar	2
	Alt 1. Büyük Azılar	10
	Alt 2. Büyük Azılar	8
	Alt 3. Büyük Azılar	2
	TOPLAM	72

Maytie¹⁸ tarafından evolutif açıdan incelenen ilkçağ Avrupa toplumları ile bir karşılaştırma yapmak amacıyla hazırladığımız (Resim : 2) nin incelenmesi de Malatya Arslantepe toplumunda da çürükten etkilenen diş sayısının ve yüzdesinin yaşla artma gösterdiğini vurgulamaktadır. Grafik Avrupa topluluklarının çürük artmasına benzer şekildedir.

Bulgularımızda çürükten en çok etkilenen dişler, üst çenede 2. molar, alt çenede de birinci molarlar olarak belirlenmiştir. (Resim : 3). Bu durum literatür bulgularından, üst 2. molar yönünden farklılık göstermektedir. Maytie'nin bulgularında en çok 1. üst molarların çürükten etkilendiği gösterilmiştir. Kesiciler ve kaninlerde, çürükten az etkilenmektedir. İncelediğimiz seride sadece 1 kesici ve 1 kaninde çürük tespit etmiş bulunmaktayız.

Bulgularımız Özbek tarafından incelenen Yakındoğu Byblos Kalkolitik iskeletleriyle karşılaştırılırsa, çürük yüzdesinin de onlara göre hayli yüksek olduğu anlaşılır¹⁹.

Yaşla artan çürük yüzdesi; tam dişsiz ağızların mevcudiyeti, Angel'in Girit'te saptadığı % 12 lik değerden daha yüksek olan % 14'lük bir genel çürük oranı, bize Malatya Arslantepe toplumunun yumuşak gıdalarla ve iyi beslenen gruba giren bir topluluk olduğunu göstermektedir. (Tablo : II).

DIŞ AŞINMALARI İLE İLGİLİ İSTATİSTİK BULGULAR

Magitot'nun 1896'larda tanımladığı gibi aşınma, fizyolojik bir fonksiyon olan çiğneme sonucunda alt ve üst çenedeki dişlerin birbiriyle karşılaşan yüzeylerinin sürtünmesiyle ortaya çıkar. Dişler bu esnada, kalın grenli gıdaların alınması, irade dışı bazı sert maddelerin çiğnenmesi veya solunması, diş gıcırdatma veya bazı mesleki maddelerin kullanılması ile aşınırlar²⁰.

Her ne kadar bu durum daha çok çiğneme yüzeyini ilgilendirirse de hafif çene hareketlerine bağlı olarak, dişlerin temas ettiği yerlerde az çok belirli aşınma yüzeyleri meydana gelir. Normal sürmelerini yapmış olan dişlerde meydana gelen aşınmanın derecesi, o toplumun beslenme biçimini yansıtır. Yapılan araştırmalar göstermiştir ki, çağdaş uygar toplumalarda görülen diş aşınması fosil insanlardakine ve günümüz ilkel toplumlardakine oranla daha az belirgindir.

Bazı geleneksel alışkanlıkların diş aşınmasında hızlandırıcı rol oynadığını ileri süren araştırmacılar vardır. Eskimoların avladıkları hayvanların derilerini giyime elverişli hale getirmek amacıyla ön dişleriyle gün boyunca çiğneyip yumuşatmaları sonucunda zamanla bu dişlerde ileri derecede aşınma meydana geldiği bilinmektedir²¹.

Prehistorik zamanlarda aşınma günümüzde gözlenenden daha dikkat çekici idi. Bu zamanlarda dişlerde görülen farklı aşınmanın sebebi yavaş çiğneme, erişkinlerde görülen labiodental oklüzyon tipi ve çiğnemeye daha mukavim bir diette aranabilir. Günümüzde aşınma çok sayıda dişini kaybetmiş veya çok kuvvetli çeneler ve dişlere sahip kişiler hariç, nisbeten az veya önemsiz olduğu söylenebilir²².

Günümüz primitif toplumlarında sıklıkla görülen aşınma, eski çağ toplumlarının diş yapısında etkilemiştir. Mesela Parier, Ortaçağ sonu Cenevre alt çenelerinde % 69 III ve IV. derece aşınma bulmuştur²³. Paleolitik dönemde beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak yaygınlığı azalır.

Çiğneme esnasında, çenelerinde oklüzyon tipinde ve büyüklük ilişkilerinde kendini gösteren farklılıklar, diş taçlarında farklı aşınma biçimlerinin ortaya çıkmasına yol açar. Ackermann, alt ve üst çene kalıcı büyük azılarında meydana gelen bu aşınma biçimini helikoidal aşınma olarak tanımlar²⁴. Buna göre örneğin alt çeneyi ele aldığımızda, diş tarafta linguale doğru olan eğim, büyük azı serisinde önden arkaya doğru

giderek belirgin duruma gelir. Genellikle ikinci büyük azının çiğneme yüzeyinde iki aşınma faseti oluşur; öndeki faset vestibule doğru eğim gösterirken arkadaki de linguale doğru meyil alır. Üst sürekli birinci büyük azılar arasındaki mesafenin alt birinci azılar arasındaki mesafeden daha büyük olmasına bağlı olarak, alt dişlerin vestibül tüberkülleri, üst dişlerde ise lingual tüberküller daha çok aşınır. Alt ve üst çenelerde ikinci büyük azılar arasındaki mesafe eşit olduğu takdirde, oklüzal aşınma yatay planda olur

Eski insan toplumlarında diş aşınmasını belirlerken bazı ölçeklerden yararlanılır. Biz burada Broca'nın aşınma indisinden yararlandık²⁶. Buna göre :

- 0 — Aşınma yok,
 - I — Sadece mine aşınması var,
 - II — Mine + Dentinin az miktarda aşınması,
 - III — Mine + Dentinin tamamen aşınması,
 - IV — Kurunun kaybı olarak,
- gösterilmiştir (Resim : 4).

**Tablo : IV — Malatya - Arslantepe İskeletlerinde
Diş Aşınma Durumu**

Dişler	Aşınma Durumu (Broca'ya göre)				
	Yok	I	II	III	IV
Orta Kesici	—	—	—	1	1
Yan Kesici	—	—	—	—	—
Kanin	—	—	1	—	—
ÜST 1. Küçük Azı	—	—	2	3	—
ÇENE 2. Küçük Azı	1	4	6	—	—
1. Büyük Azı	12	5	6	—	—
2. Büyük Azı	6	6	1	—	—
3. Büyük Azı	5	—	2	—	—
Orta Kesici	5	4	—	—	—
Yan Kesici	3	8	—	—	—
Kanin	3	7	4	—	—
ÜST 1. Küçük Azı	6	6	5	1	—
ÇENE 2. Küçük Azı	6	6	5	1	—
1. Büyük Azı	16	8	6	—	—
2. Büyük Azı	4	7	1	—	—
3. Büyük Azı	3	5	—	—	—
TOPLAM	70	69	40	3	—

Malatya Arslantepe toplumunun dişlerinde (Tablo : III) ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi dişlerde I ve II derece aşınmaları aynı derecededir. Buna karşılık kuron kaybı ile karakterize IV derece aşınma çok azdır. Aşınmalar en çok üst ve alt birinci büyük azlarda görülmüştür ve toplam aşınma oranı (% 21) olarak bulunmuştur.

26 nolu süt çenesinin dişlerinde (1*) aşınma mevcuttur. 58 A nolu iskelette alt sol kesici ve kanindeki aşınma sonucu pulpa perforasyonu belirlenmiştir (Tablo : 1). Bütün iskeletler için belirlenen karakteristik bir bulgu da, aşınma ile aşağıda değinilecek olan periodantal hastalıklar arasında herhangi bir antagonizmin görülmeşiştir (Resim : 5).

DIŞ TAŞLARI VE PERİODONTAL HASTALIKLARI

Canlı bireylerde çıplak gözle dişeti çekilmesi şeklinde görülen, dişlerde sallantı ve klinik kuron uzaması ile ortaya çıkan patolojik durum «Periodontal Hastalıklar» adı altında incelenmektedir. İlk defa 1921 yılında Weski tarafından tanımlanan periyodonsiyum «dişi çevreleyen ve destekleyen dişeti, periodontal membran, sement ve alveol kemiğinden meydana gelmiş bir doku ünitesidir»²⁷.

Canlı bireylerde periodontal hastalığın patolojik prosesleri belli başlı tiplerine göre gruplandırılmaktadır; iltihabi, dejeneratif, neoplastik gibi²⁸. Kurukafalarda periodonsiyumun sadece kemik kısmı incelenebilir ve yumuşak dokular ile hastalığın klinik semptomları eksiktir. Bundan dolayı hastalığın mevcudiyetini sadece alveoler kemik prosesinde gözlenen değişikliklerle açıklamak hatalı olur. Buna rağmen özellikle olgun yaşta kalkulus, alveolar kemik kaybı gibi indirekt deliller mevcutsa, incelenen kurukafaların alveolündeki makroskopik prozitenin periodontal hastalık sonucu olduğu söylenebilir (Resim : 6). Periodontal hastalıklarda hazırlayıcı bir etken olan dıştaşları kalkulus veya tartr olarak da bilinirler. Bu oluşum genellikle «diş ile dişeti arasında, dişetin altında, diş üzerinde görülen ve bunlara yapışık olan kireçlenmiş kitlelerdir»²⁹. Yaşam boyunca, dişler üzerinde biriken dıştaşı ölümden sonra olduğu gibi kalır. Ancak bazı durumlarda, toprak altında çeşitli faktörlerin etkisiyle zamanla diş minesinden ayrılabilir.

Eski insan toplumlarında diş taşlarıyla ilgili araştırmalar yaparken, bu olasılığı da göz önünde bulundurmalıdır. Topraktan çıkarılan fosil insanlara ait çeneleri temizlerken diş taşlarının kazaen tahrip olmamasına özen gösterilmelidir, zira bu oluşumları, bir bakıma eski devirlerde yaşamış ve insanların genellikle ne tip gıdalarla beslendiklerini de öğrenmemize yardımcı olabilirler. Yaşam esnasında yiyecek kalıntıları ve çeşitli bakteriler diş taşlarının oluşmasından sorumlu tutulurlar. Yukarıda

da belirtildiği gibi bu tabaka zamanla diş etlerini tahriş etmek suretiyle periyodontal hastalıklara yol açabilir. Diş taşının görülme sıklığı günümüzde de toplumlara göre farklılık gösterir. Bu tür gözlemleri yaparken, aslında toplumdaki beslenme ve ağız temizliği alışkanlıklarının da araştırılmasında yarar vardır.

Diştaşı hafif, orta veya belirgin ölçüde gelişme gösterebilir. Bazı durumlarda anormal biçimde kalın olduğu gibi, dişin tüm çığneme yüzeyini de kaplayabilir. Bu taktirde dişin uzun süre çığneme işlevine katılmadığı akla getirilir. Buna ait bir örnek (Resim : 7) de görülmektedir.

Araştırmamızda kalkulus değerleri Green-Vermillon'un tarif ettiğine göre yapılmıştır³⁰. Buna göre dişlerde 1/3 oranında taş birikmesi 1, 2/3 oranında taş birikmesi 2, 3/3 oranında taş birikmesi ise 3 ile gösterilerek bir değerlendirme yapılmaktadır. (Resim : 8). Yapılan ölçüler (Tablo : V) de gösterilmiştir.

Tablo : V — Malatya - Arslantepe İskeletlerinde Kalkulus Durumu

Dişler	Kalkulus İndisi (Greene-Vermillon'a göre)			
	0°	1°	2°	3°
Orta Kesici		8	2	—
Yan Kesici		7	2	—
Kanin		5	1	—
ÜST 1. Küçük Azı		10	1	—
ÇENE 2. Küçük Azı		10	1	2
1. Büyük Azı		14	2	3
2. Büyük Azı		14	2	3
3. Büyük Azı		7	1	1
Orta Kesici		9	9	3
Yan Kesici		22	5	1
Kanin		13	5	3
ÜST 1. Küçük Azı		7	5	3
ÇENE 2. Küçük Azı		5	2	2
1. Büyük Azı		12	3	2
2. Büyük Azı		10	4	3
3. Büyük Azı		1	3	—

Buna göre incelenen 40 iskeletin 32 sinde farklı şiddette süt çene-
sinde az miktarda diştaşı mevcudiyeti belirlenmiştir.

SONUÇ

Malatya (Arslantepe) Geç Roma dönemi toplumuna ait 40 iskeletlik
seride süt dişlenme döneminden tam dişsiz çenelere kadar geniş bir grup
çürük aşınma ve kalkulus yönünden incelenmiştir (Resim : 8, 9, 10, 11,
12). Bunlar yardımıyla Arslantepe toplumunun :

1. Çağına göre oldukça yüksek bir çürük yüzdesi (% 14.2) göster-
diğini,
2. Oldukça fazla sayıda diş kaybına uğradığını (% 14) görmek-
teyiz.

Bir taraftan 58 A numaralı iskelete görüldüğü gibi tam dişsiz çene-
lere, bir taraftan da bol karbonhidratlı besin alan çocuklarda karakteris-
tik olan ön dişlerdeki vestibuler çürüğe rastlanması (İsk. No : 36), Ars-
lantepe popülasyonunun un ve şeker bulunan alan bir toplum olduğunu
göstermektedir.

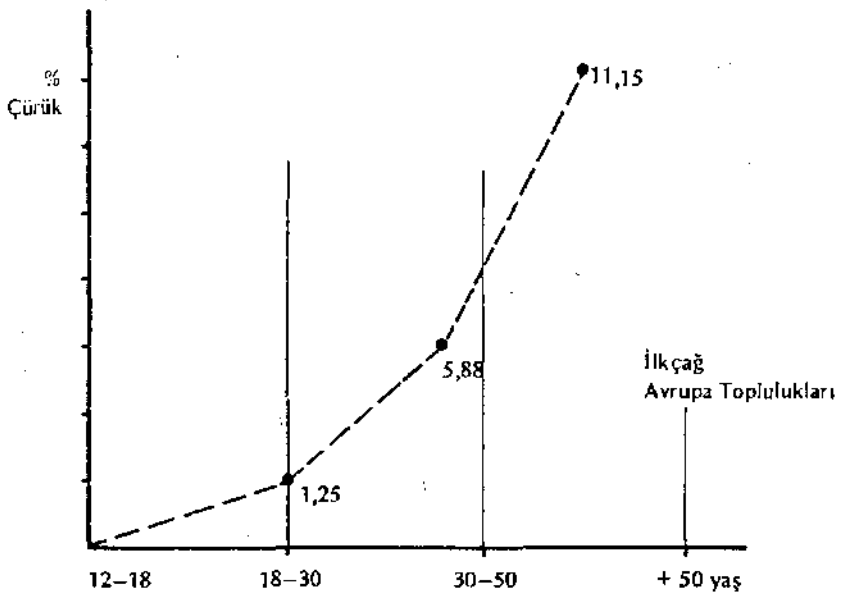
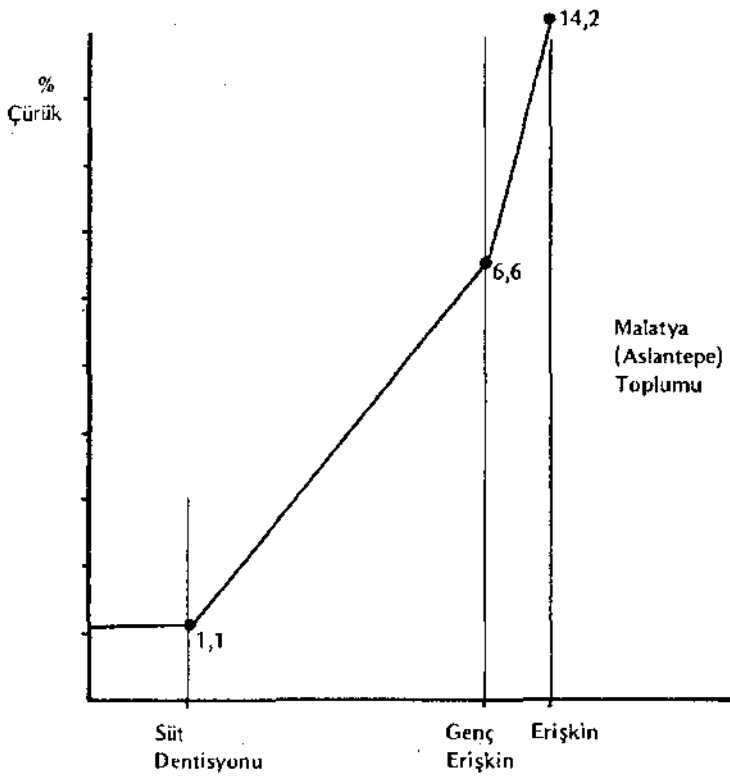
KAYNAKLAR

1. Quenouille, J. I.: La bouche et les dents dans l'antiquité Egyptienne, Thèse de
Doctorat, no: 437; Unir. Claude Bernard, Lyon, 1975.
2. Puglisi, S. M. 1961. Excavations of the Italian Mission at Arslantepe (Malatya)
Season 1961. Türk Arkeoloji Dergisi sayı XI-2, pp. 53 - 55.
3. Puglisi, S. M. 1964 b. Third Report on the Excavations at Arslantepe (Malatya)
Türk Arkeoloji Dergisi XIII-2, pp. 41 - 44.
4. Puglisi, M. S. 1964 a. Second Report on the excavations at Arslantepe (Malat-
ya) Türk Arkeoloji Dergisi XIII-1, p. 123 - 124.
5. Puglisi, M. S. ve Palmieri, A. 1966. Researches in Malatya District (1965-66).
Türk Arkeoloji Dergisi XV-II, pp. 81 - 91.
6. Palmieri, A. 1969. Excavations at Arslantepe (Malatya) 1968. Türk Arkeoloji
Dergisi. XVIII-1, pp. 99 - 101.
7. Palmieri, A. 1974. Arslantepe (Malatya) Report on the excavations 1971-1972.
Türk Arkeoloji Dergisi XXI-I, pp. 137 - 140.
8. Palmieri, A. 1973. «Scavi nell'area sud-occidentale di Arslantepe», Origini VII,
pp. 60 - 62.
9. Alpagut, B.: Malatya Arslantepe Geç Roma Dönemi Yüz İskeletlerinin Biyo-
metrik değerlendirilmesinin Arkeometrideki yeri. II Arkeometri
sonuçları toplantısı, Ankara, 26 - 30 Mayıs 1986, Başbakanlık Ba-
sımevi, Ankara 1987. s. 7 - 18.
10. Alpagut, B. :
11. Gürkan, S. İ., Bayırlı G., Sandallı, P.: Diş hastalıkları ve konservativ diş teda-
visi, Bozak Mat., İstanbul, 1972, s: 579.

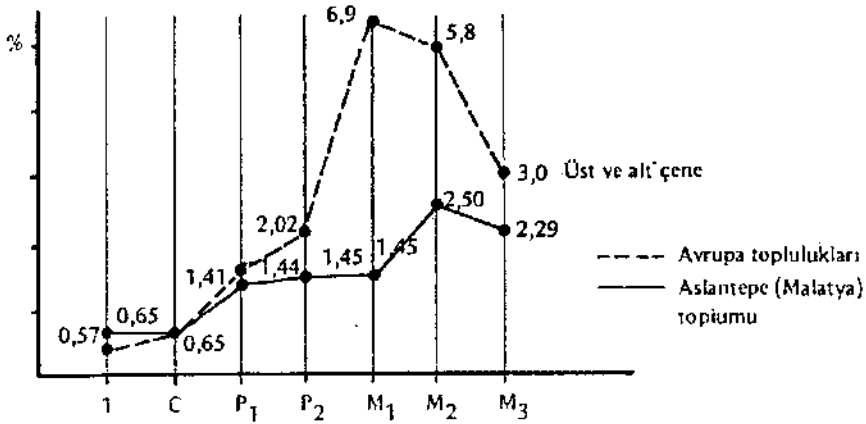
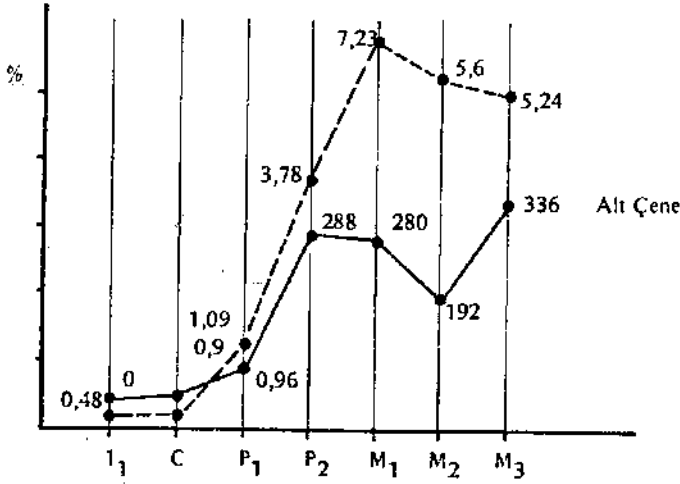
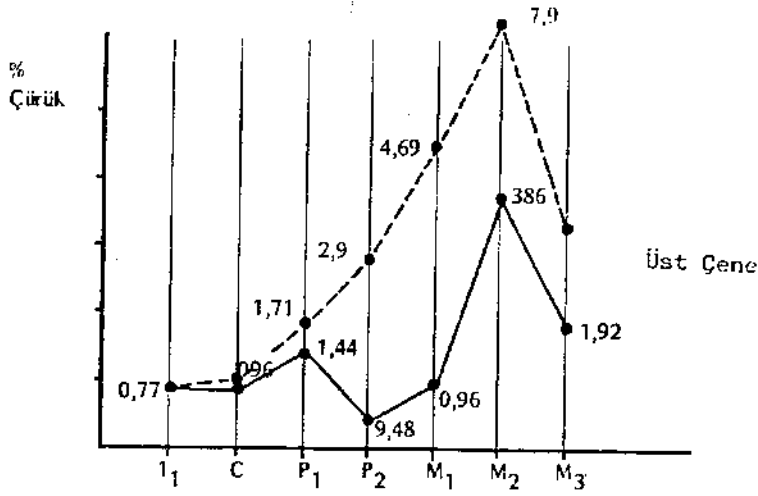
12. Uzel, İ., Enacar, A. : Ortodontide Sefalometri. Yargıoğlu Mat., Ankara, 1984, s : 9 - 17.
13. Brothwell, D. : Dental Antropology, Pergamon Press, London 1963, s :
14. Brabant, H. :
15. Brothwell, D. : Diseases in Antiquity, Charles Thomas Publ., Springfield, U. S. A., pp. 538 - 550.
16. a. g. e., Brothwell, D. : s : 546.
17. Hardwick, J. L. : The incidence and distribution of caries throughout the ages in relation to the English, man's diet, Brit. Dent. J. 108 : 9 - 38, 1960.
18. Maytie, E. : Aspect evolutif de la carie (De la préhistoire a nos jours, Act. Odontostomatol., 104 : 767 - 785, 1973.
19. Özbek, M. : Yakın-Doğu tarih öncesi toplumlarında bazı diş patolojileri ve anomalileri. A. Ü. D. T. C. F. Antropoloji Derg., 12 : 343 - 356, 1985.
20. Magitot, E. : L'Usure des dents chez l'homme dans les races préhistoriques et dans les races actuelles, Rev. de Stomat., T : III, p : 33, Masson, Edit, 1896, Paris.
21. Bayırlı, G. : Dişhekimliği Radyolojisi, Ar Matbaası, İstanbul, 1982, s : 42.
22. Begg, R., Kessling, E. : Begg Orthodontic Theory and Technique, Saunders Ed., 1965.
23. Perrier, L. : Usure, Abrasion, Erosion, P. O. S., no : 141, Genève, 1949.
24. Ackermann, R. : Les Mécanismes des Machoires, Masson sie, Paris, 1953, pp.
25. Maytie, E. : Usure et articulé dentaire, Act. Odontostomatol. 113 : 134 - 147, 1976.
26. Broca, P. : Instructions relatives à l'étude anthropologique du système dentaire. Bull. Soc. d'Anthrop. de Paris, pp. 128 - 165, 1879.
27. Sandallı, P. : Periodontoloji, Erler Mat., İstanbul, 1981, s : 54.
28. a. g. e., Brothwell (1963) s : 558.
29. a. g. e., Sandallı, P. : 1981, s : 48.
30. a. g. e., Sandallı, P., s : 86.



Resim : 1 — (a)'da görülen dört çürüğün de ölüm sonrası (post-mortem) olması ihtimali vardır. Çünkü çürükler kollum (boyun) hizasındadır ve (b)'de radyografide görüldüğü gibi aşırı madde kaybına rağmen periapikal patoloji yoktur (Malatya Arslantepe, İskelet No:).

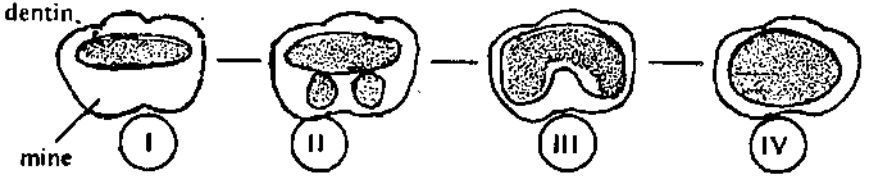


Resim : 2 — Malatya (Arslantepe) toplumu ile ilkçağ Avrupa topluluklarında çürük yüzdesi yaşla artışı (Maytié (18) nin verilerine göre bizim bulgularımızın karşılaştırılması).



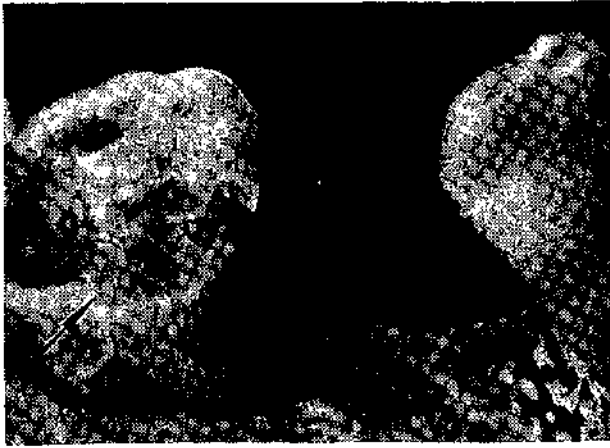
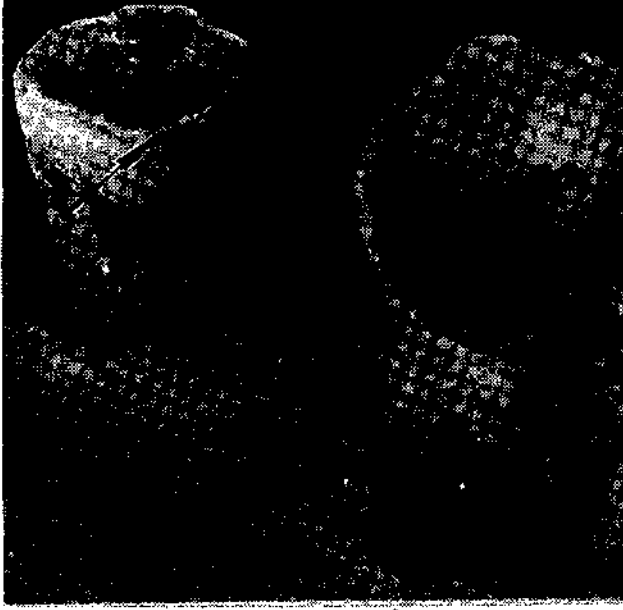
Resim : 3 — Malatya Arslantepe ve Avrupa Topluluklarının çürük yüzdelerinin çenelere göre karşılaştırılması (Maytie¹⁸ in bulgularına göre araştırmacılar tarafından düzenlenmiştir).

DİŞ AŞINMA İNDİSİ
(BROCA'ya göre)

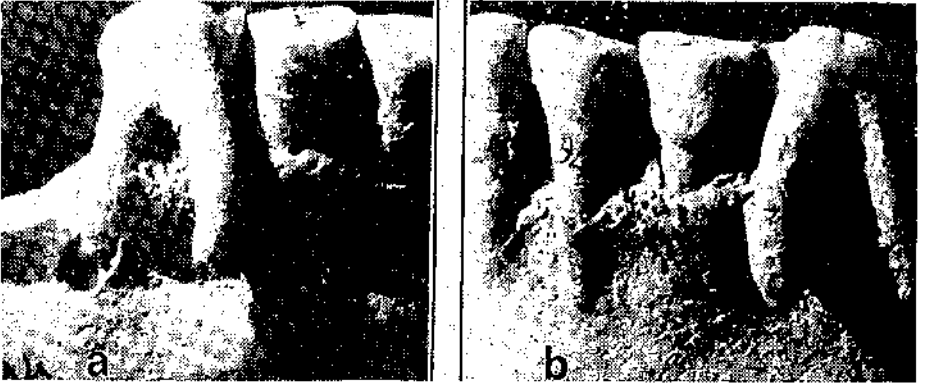


- 0 Aşınma Yok
- I Mine Aşınması
- II Mine + Dentinin az
Miktarda Aşınması
- III Mine + Dentinin
tamamen aşınması
- IV Kuronun kaybı

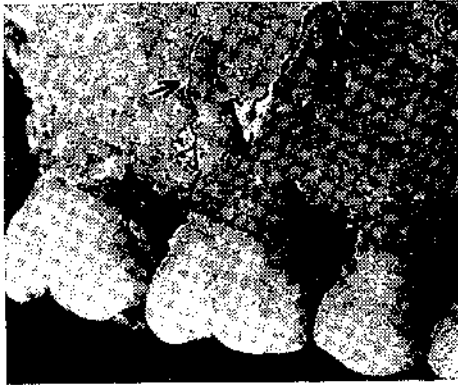
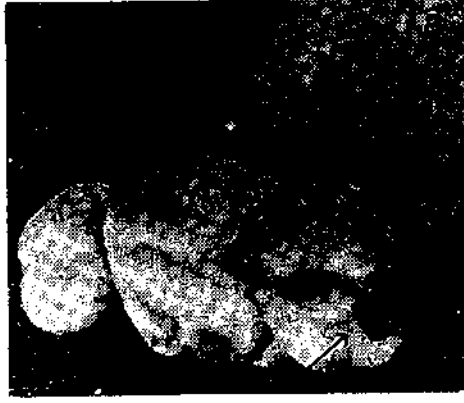
Resim : 4 — Broca'nın aşınma indisi (26).



Resim : 5 — (Malatya Arslantepe İskelet No:) da görülen diş aşınmaları.

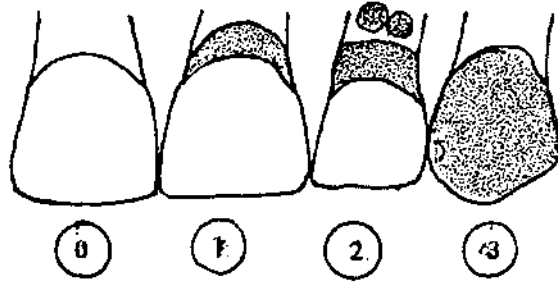


Resim : 6 — Periodontal hastalık görülen bir alt çene (Malatya, Arslantepe İskelet No : 94. 1).



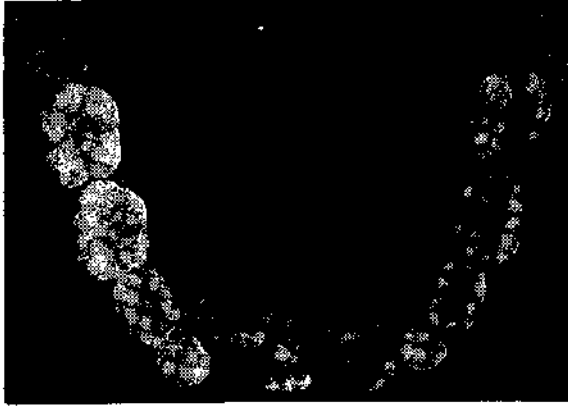
Resim : 7 — a) Sol üst birinci büyük azı da çiğneme işlevine katılmadığı için diştışı birikmiştir.
b) Radyografik görünüm
c) Sağ taraf
(Malatya Arslantepe, İskelet No : 55).

KALKULUS KOMPONENT İNDİSİ
(GREENE, VERMILLION'a göre)

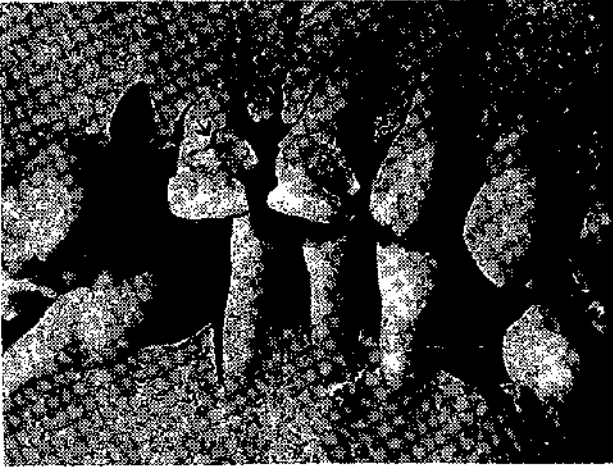


0. Kalkulus yok.
1. Ekspoze diş yüzeyinin 1/3 ünü kaplayan supragingival kalkulus.
2. Ekspoze diş yüzeyinin 1/3 ten fazla 2/3 ten azını kaplayan supragingival kalkulus veya parça parça subgingival kalkulus.
3. Ekspoze diş yüzeyinin 2/3 ten fazlasını kaplayan supragingival kalkulus veya dişin servikal kısmını boydan boya kaplayan bant şeklinde subgingival kalkulus.

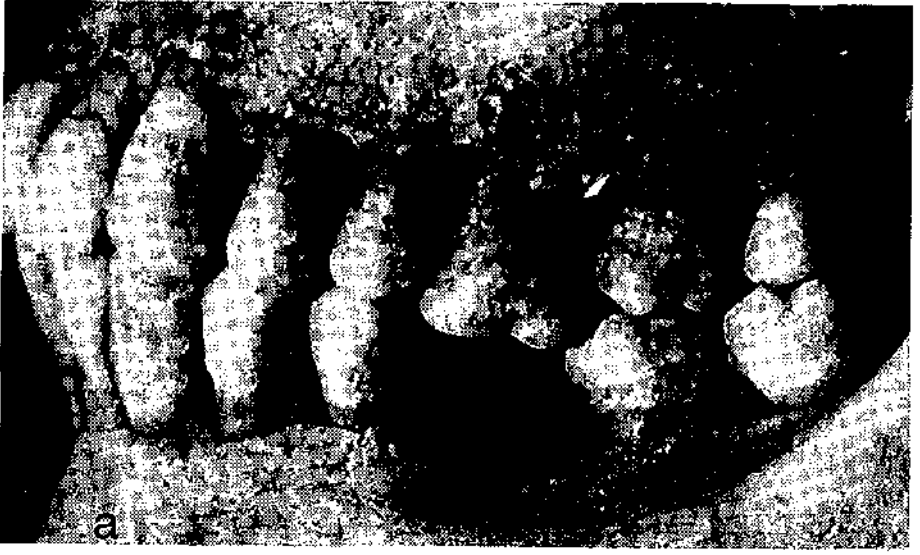
Resim : 8 — Kalkulus komponenti indisi (Green - Vermillion'a göre ²⁷).



Resim : 9 — Erken mixed dentition örneği



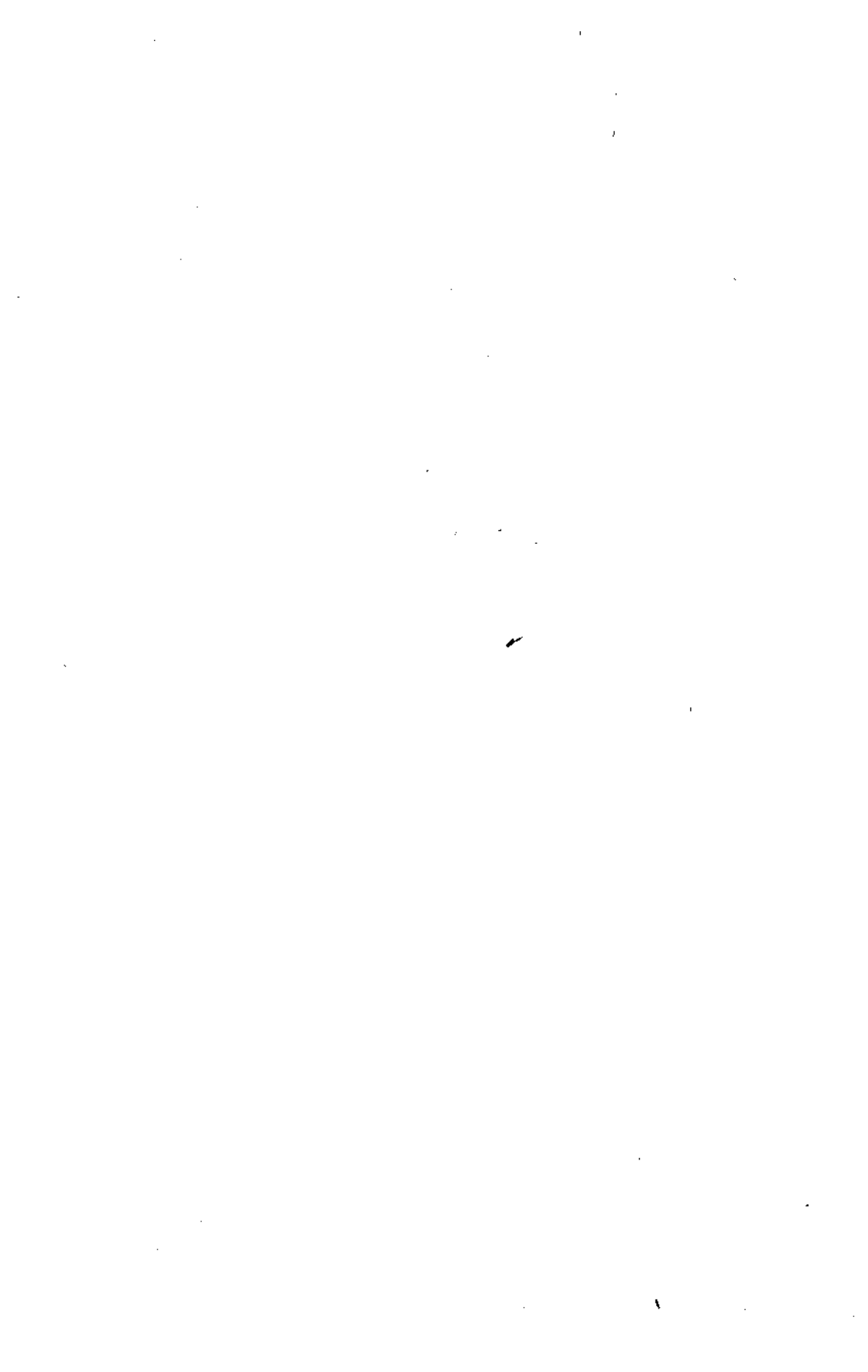
Resim : 10 — Üst süt kesicilerinde karbonhidratlı gıdalarla beslenenlerde görülen vestibül çürükler görölmektedir (Malatya, Arslantepe, İskelet No : 36).



Resim : 11 — Alt sol ve sağ altıyaş dişleri kaybolmuş bir Malatya Arslantepe İskeleti (İskelet No: 38).



Resim : 12 — Edente ağız örneği okla gösterilen bölgede granülom sekeli vardır
(Malatya Arslantepe, İskelet No : 93).



BAZI ARKEOLOJİK GIDA MADDESİ KALINTILARININ ANALİZİ

Şahinde DEMİRCİ*

ÖZET

Bu çalışmada, arkeolojik kazılardan elde edilen gıda maddesi kalıntılarının analizi için yöntem belirlenmesine çalışılmış ve Ankara Frig, Değirmen-tepe ve İmamoğlu kazılarında elde edilen bazı örneklerin analizi yapılmıştır.

GİRİŞ

Arkeolojik kazılardan elde edilen bir çok buluntular yanında gıda maddesi olduğu düşünülen kalıntıların analizi, ait oldukları toplumun kültür düzeyi ve yaşantısı hakkında bilgi verebilir.

Gıda maddesi kalıntıları genellikle toprakla karışmış kahverengi veya siyah renkte kömürleşmiş maddeler olarak görülür. Bazan çanak, çömlek içinde yapışık tabakalar halinde bulunur. Ancak, seyrekte olsa cam kap içinde sıvı halde bulunabilir. Üzerinde fazla çalışma yapılmayan ve fazla sayıda yayın bulunmayan arkeolojik gıda analizleri üzerinde ülkemizde de henüz bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle amacımız Türkiye'de yapılan kazılardan ele geçen gıda maddesi kalıntılarını incelemek, uygun analiz yöntemleri belirlemektir.

Bu çalışmada Büyük Frig tümülüsünden çıkarılan ve ölü külü olduğu zannedilen kalıntılar ile Değirmen-tepe ve İmamoğlu kazılarında çıkarılan gıda maddesi kalıntıları üzerinde çalışılmıştır. Çalışmalarımız halen devam etmektedir.

DENEYLER ve SONUÇLAR

Friglere ait Büyük tümülüstten çıkarılan geniş karınlı çömlekler içindeki kalıntı irili ufaklı tanecikler içeren koyu kahverengi hafif bir madde idi. (Buluç, 1985). İlk analizler bu maddenin % 90 organik % 10 inorganik karakterde olduğunu gösterdi. Spektral analizler (IR ve UV)

(*) Doç. Dr. Şahinde DEMİRCİ: Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü - ANKARA.

sonucu örneğin protein içerdiği yağ miktarının az olduğu anlaşıldı. Karbonhidrat miktarı önemsenmeyecek kadar az çıktı. Kalıntının SiO_2 yüzdesi 9,2 olarak bulundu ki bu miktar, kalıntının kazı toprağıyla karışmış olmasından kaynaklanmaktadır. Bu ilk analizden sonra aynı tür kalıntılardan alınan beş ayrı örnekle çalışmalara başlandı. Önce Hewlett Packard 185 analiz cihazı ile C, H, N tayinleri yapıldı. Sonuçlar Tablo : 1'de verilmiştir.

Tablo : 1 — Ankara Frig Büyük Tümülsünden Çıkan Kalıntılardaki C, H ve N Miktarları

Örnek No :	% C $\pm$ 0,3	% H $\pm$ 0,3	% N $\pm$ 0,3
E ₁ = A ₁₂	33.01	3.67	1.53
E.1 = A ₁₂	61.57	7.05	2.26
İlk örnek	56.50	5.40	2.46
E.4 = B ₂₁	13.26	2.04	2.51
C ₁ 25	21.86	2.75	3.80

Tablo : 1'den görüldüğü gibi azot yüzdesi oldukça fazladır. Bunun 6.25 ile çarpımı sonucu elde edilecek protein değeri (Black, 1965) yüzde olarak 9.5 - 23.5 arasında değişmektedir.

Bundan sonra aynı karakterde olduğu saptanan beş örnekten yeni bir karakteristik örnek hazırlandı. Toprakla karışık olması nedeniyle örneğe, toprağın organik maddesinin bileşenlerine ayrılması yöntemi uygulandı. Böylece yağlar, reçineler, polisakkaritler ve selüloz bileşenleri ayrılacak. Geride kalan kısımda protein, lignin ve humus elde edilmiş olacaktır. Bileşenlerin ayrılması işlemi Şekil 1'de şematize edilmiştir.

Ayrılan bileşenler içinden, önce yağlarla çalışmaya başladık. Arkeolojik gıda maddesi kalıntılarında en az değişikliğe uğradığı düşünülen ve tanımda en önemli rolü oynayan bileşenin yağ olduğu bilinmektedir. (Morgan, 1984, Patrick, 1985)

İlk bileşen olan yağların saf olarak elde edilmesi için özütleme (extraction) işlemi tekrarlandı. İşlem Şekil : 2'de şematize edilmiştir.

Buradan elde edilen yağların yağ asitleri metil esterleri haline getirildi ve heksandaki çözeltileri halinde elde edildi. (Şekil 3) : Metil esterlerin analizi gaz kromatografi yöntemi ile yapıldı. Kullanılan araç kütle spektrometresiyle kombine çalışmaktaydı. Böylece gaz kromatografte elde edilen donukları (peaks) analiz etmek mümkün oldu. Analiz sonuçları Şekil 4, 5, 6'da verilmiştir.

Görüldüğü gibi örnekte en fazla bulunan yağ asitleri palmitik (C 16 : 0), stearik (C 18 : 0) ve miristik (C 14 : 0) asitlerdir. Bu yağ asitleri doymuş yağ asitleridir. Doymuş yağ asitlerinin fazlalığı, kalıntının bitkisel olmayıp hayvansal olduğunu göstermektedir. (Patrick, 1985). Bütün bu bulgular Frig Tümülsünden çıkan kalıntının hayvansal bir madde olduğunu muhtemelen koyun, keçi gibi küçük baş hayvanların eti olabileceğini göstermektedir. Yağ miktarının az olması, fazlaca Na, $+Cl^-$ iyonları içermesi bunların pişmiş ve tuzlu et (kavurma) olabileceği düşüncesini yaratmaktadır.

Değirmentepe kurtarma kazısından çıkarılan gıda maddesi örneklerinden biri toprakla karışmış halde ve küçük beyaz tanecikler içermektedir. Diğer örnek çömlek parçalarına yapışık siyah bir kalıntı idi.

İmamoğlu kazısından çıkarılan örnekler kömürleşmiş tahıl taneleri içermekte ve toprak karışık halde bulunmaktaydı. Bu örneklerle C, H, N tayinleri yapıldı sonuç Tablo : 2'de verilmiştir.

Tablo : 2 — Değirmentepe ve İmamoğlu Örneklerinin C, H, N Miktarları

Örnek No :	Özellik	%C $\pm$ 0,3	%H $\pm$ 0,3	%N $\pm$ 0,3
D80, 17F	Toprakla karışık	13.05	1.32	0.13
D85 (7) I-V/d-k	Çömleğe yapışık	9.1	1.30	0.40
İ 34, 7 H V. k	Kömürleşmiş tahıl	31.47	2.51	2.31
İ 51, 7 H vık	Kömürleşmiş küresel taneler	30.73	2.37	5.24
İ 72, 7 H vık	Kömürleşmiş tahıl ve başka taneler	27.42	1.99	2.72

Örnekleri organik bileşenlerine ayırma işlemine başlandı. İlk ayrılan bileşen olan yağların yağ asitlerinin metil esterleri, heksandaki çözeltileri halinde elde edildi ve gaz kromatografi tekniği ile analiz edildi. Sonuç Şekil 7'de verilmiştir. Gaz kromatograf sonuçları henüz kütle spektrometresi ile analiz edilmemiştir. Ancak sonuçlar bu beş örneğin birbirine benzediğini yani bitkisel kaynaklı olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

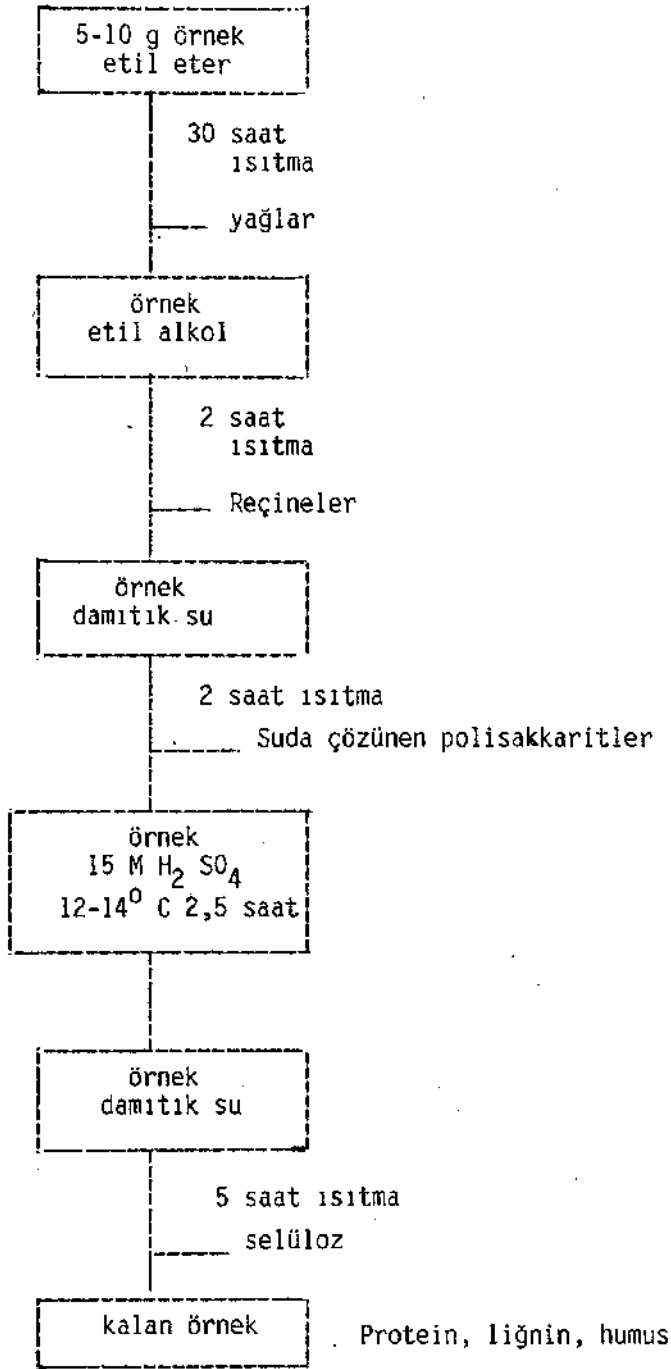
Arkeolojik gıda maddelerinin analizi ve tanımlanması için başlattığımız bu çalışmada analiz yöntemi belirlenmiş bulunmaktadır.

Bundan sonraki çalışmalarda eklemeyi düşündüğümüz analizleri şu şekilde toparlayabiliriz.

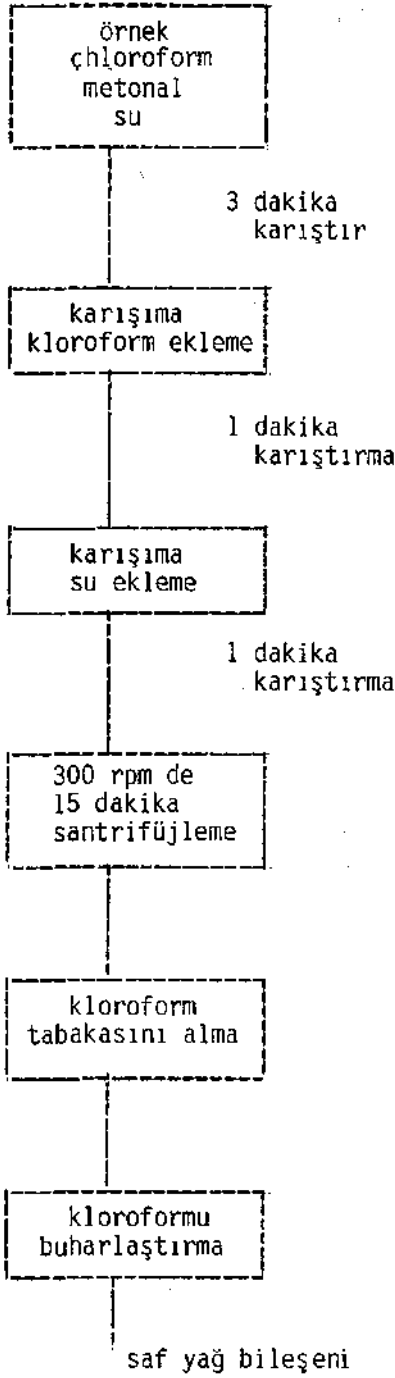
- 1 — Diğer br.şenlerin analizi
- 2 — Nükleer manyetik rezonans (NMR) ile analiz (Curt, 1980)
- 3 — Yağ standartlarını sağlamak bunların gaz kromatograflarını alıp analiz sonuçları ile karşılaştırmak.
- 4 — Diğer element analizlerini de yaparak materyalin ne olduğunu tam olarak belirlemek.

KAYNAKÇA

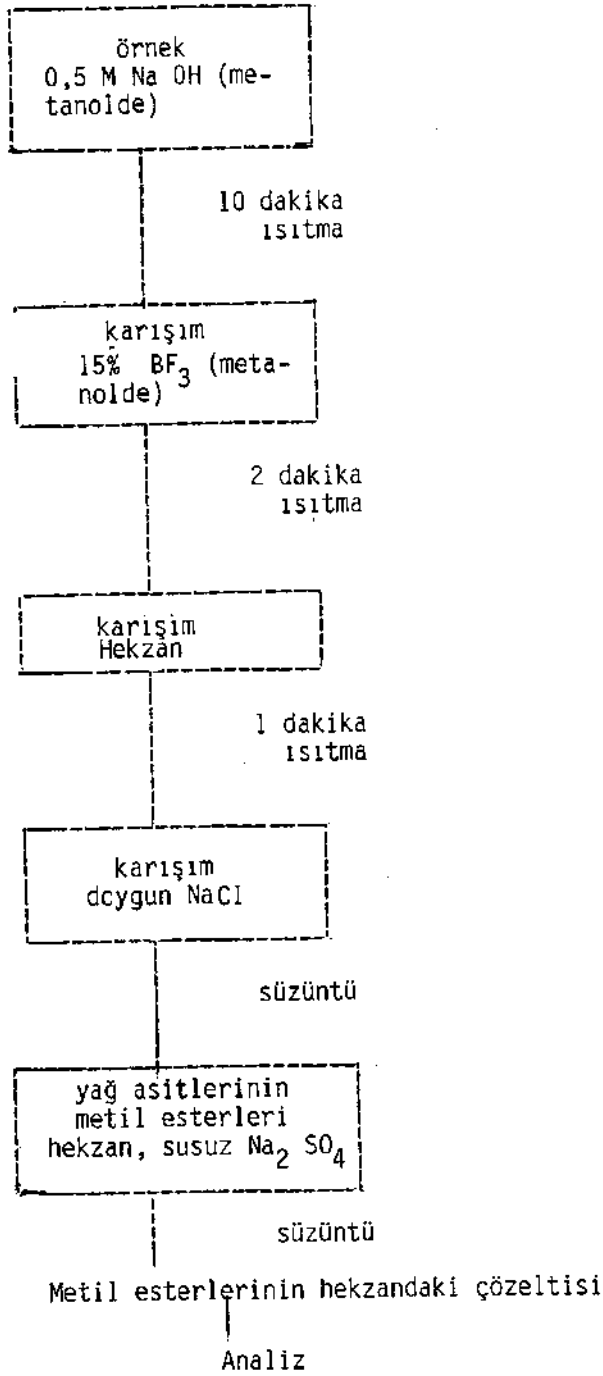
- BLACK, C. A., Evans, D. D., White, J. L., Ensminger, L. E., and Clark, F. E. (1965). «Methods of Soil Analysis» American Society of Agronomy, Inc. Publisher, Madison, Wisconsin USA.
- BULUÇ, S., (1985) «Bazı Frig Malzemesine Uygulanan Kimyasal ve Fiziksel Analizlerin İlginç Sonuçlarından Örnekler» Arkeometri Sonuçları Toplantı Bildirileri I. 69-73.
- CURT, W. B., Fellows, A. C. and Mac Kennan, E., (1974) «Nuclear Magnetic Resonance Spectrometry in Archaeology» 226-235. Advance in Chemistry Series 138 American Chemical Society, Wash. D.C.
- MORGAN, E. D., Titus, L., smau, R. J. and Edwards, C. (1934) «Gaz Chromatographic Analysis of Fatty Material From a Thule Midden» Archaeometry 26, I 43-48.
- PATRICK, M., Koning, A. J and Smith, A. B. (1985) «Gas Liquid Chromatographic Analysis of Fatty Acids in Food Residues From ceramics Found in the Southwestern Cape South Africa». Archaeometry 27, 2, 231-236.



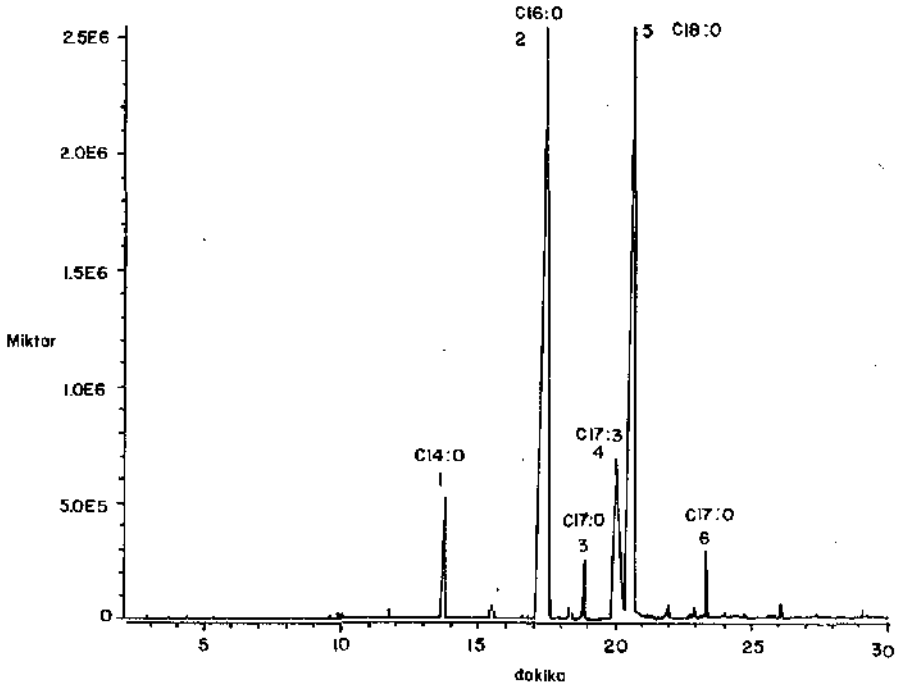
Şekil : 1 — Toprağın organik maddesinin bileşenlerine ayrılması



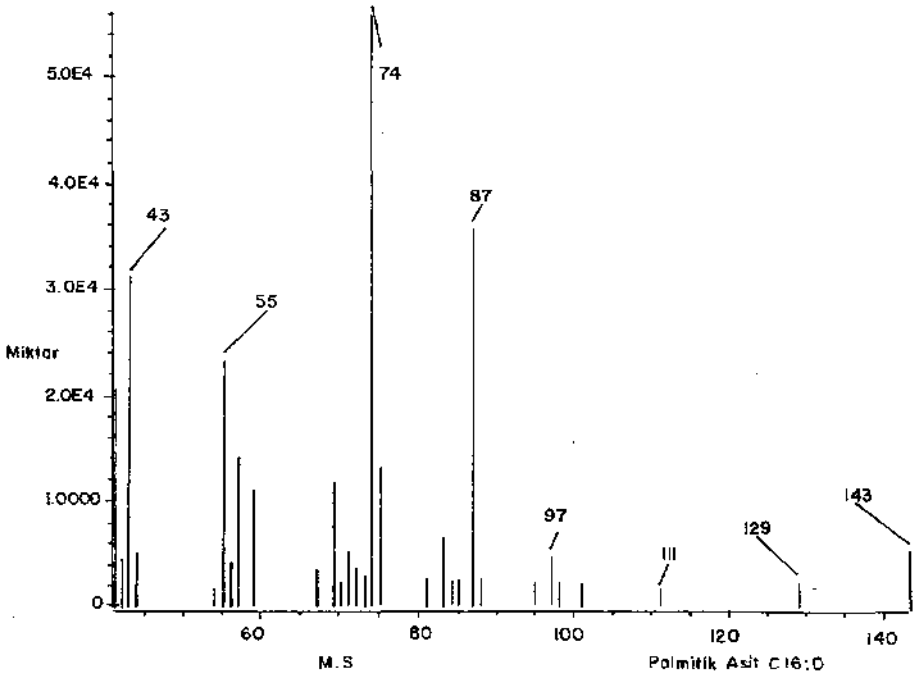
Şekil : 2 — Yağ bileşenlerinin saflaştırılması



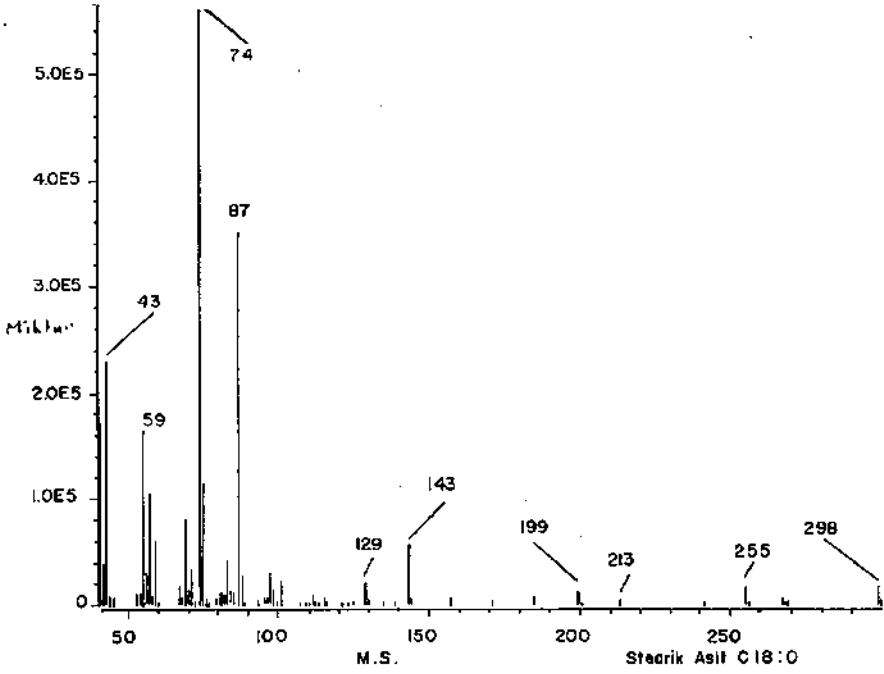
Şekil : 3 — Yağ asitlerinin metil esterlerine dönüştürülmesi



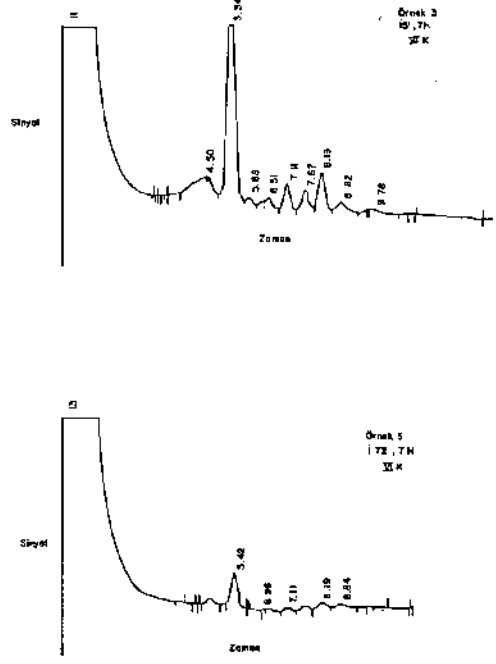
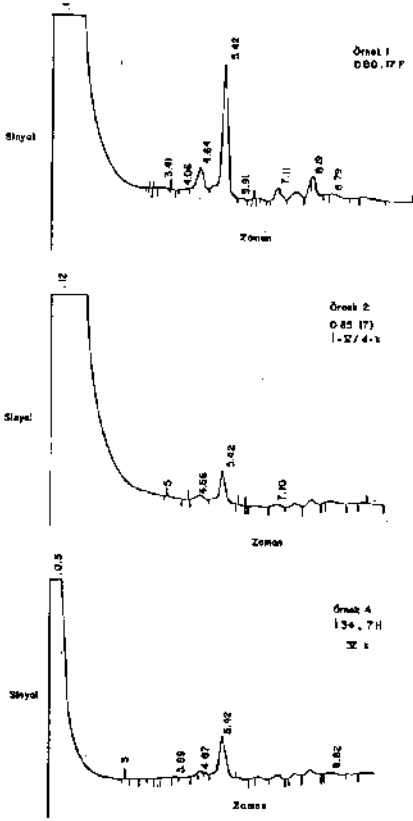
Şekil : 4 — Frig örneğinin gaz kromatografı



Şekil : 5 — Palmitik asit metil esterinin kütle spektrasi



Sekil : 6 — Stearik asit metil esterinin kütle spektrası



Şekil : 7 — Değirmen-tepe ve İmam-öğlü örne-
klerin-in gaz kromatograf-ları

BAZI TARİHİ YAPI SIVALARININ HAMMADDE VE DOKU ANALİZLERİ

Ay Melek ÖZER*

Emine Nevin SALTİK (CANER)

Şahinde DEMİRCİ

ÖZET

Değişik kültürlerle ait çeşitli sıvalar incelenerek hammaddelerinin türü ve birbirlerine göre oranları hakkında bilgi edinilmeye çalışıldı. Bir ön çalışma niteliğinde olan bu çalışmada Kalkolitik Çağ, Demir Çağı, Bizans ve Selçuk dönemlerine ait yedi örnek üzerinde bazı kimyasal ve spektroskopik analizler yapılmış ve sıvaların bileşimleri hakkında bilgi edinilmiştir.

GİRİŞ

Çok çeşitli materyalin karışımı olması muhtemel sıva örneklerinin analizinde de çeşitli yöntemlerin kullanılması gerekir. Sıva malzemeleri ve oranları geçmişten günümüze bir değişme göstermiştir. İşte bu değişimi bir dereceye kadar belirlemek, aynı dönem ve farklı dönemlerdeki kültür düzeyleri arasında, yapılarıdaki sıva uygulaması bakımından ay- nılık ve ayrılıkları saptamak böylece dayanıklı bir sıvanın zaman içindeki değişimlerinin nasıl olacağını anlamak arkeometrik çalışmalarda önemli bir yer tutsa gerektir. Ancak genellikle çok heterojen bir karışım olan sıva materyallerinin analizinde çok zordur. Bu çalışmada zor olmasına rağmen olanaklar ölçüsünde neler yapılabileceğini anlamak istedik. Anadolu'da yapılan kazılardan çıkarılan çeşitli dönemlere ait (tarih öncesi ve sonrası) sıva örneklerinin analizine başladık. Kronolojik çalışmalar tarih öncesi sıvalarının genelde kil çamurundan oluştuğunu içine bir takım (saman, kireç gibi) katkı maddeleri koyduklarını göstermiştir. Çimentolamada etkin olacağını düşündüğümüz ince tane-

(*) Doç. Dr. Ay Melek ÖZER, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen - Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü - ANKARA.

Doç. Dr. Emine Nevin SALTİK (Caner), Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Restorasyon Laboratuvarı - ANKARA.

Doç. Dr. Şahinde DEMİRCİ, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen - Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü - ANKARA.

li materyellerin analizine önem verdik. Bu arada gözle görülecek kadar büyük agregaların analizinin bir anlam ifade etmeyeceğini düşünerek onları ayırdık. Bağlayıcı ve örtücü özellikteki sıva maddesi (ki genelde duvarın tamamı veya bir kısmı ile beraber ele geçmektedir) sıva materyali olarak en dıştan 1 - 1,5 cm içeriye kadar olan katmanların analizini yaptık. Genel olarak her sıvada bulunan bazan ana materyal bazan da yardımcı eleman olarak görülen karbonatlar (kalsiyum karbonat, magnezyum karbonat), sülfatlar (kalsiyum sülfat), silikatlar (kum) ve organik madde miktarlarını bulmak istedik. Böylece bir dereceye kadar kireç sıvası, kil sıvası ve alçı sıvası gibi ayrımlar yapma olanağını bulacağımıza inanıyoruz.

Bu çalışmada Değirmen-tepe - Malatya Kurtarma kazısından çıkarılan bir Kalkolitik sıva ile bir de Demir Çağ sıvasını tarih öncesi sıva materyaline örnek olarak çalıştık. Ayrıca aynı kültür dönemine rastlayan Bizans ve Selçuk sıvalarından beş örnek üzerinde analizler yaptık. Çalışmalarımız halen devam etmektedir.

Çalışmamızda kimyasal analizler için gravimetrik ve kolorimetrik yöntemler uygulandı. Ayrıca detaylı analiz için Elektron Spin Rezonans spektroskopisi (ESR) yöntemi kullanılmıştır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Gravimetrik (Walter, 1974) ve kolorimetrik (Black ve Ark. 1965) yöntemlerle organik madde, karbondioksit cinsinden karbonatlar, kalsiyum sülfat ve silisyum dioksit yüzdeleri tayin edilmiş ve sonuçlar Tablo I'de verilmiştir. Tablodaki örnek adı DKS Değirmen-tepe kazısından çıkan Kalkolitik Çağ sıvasını DDÇS ise yine Değirmen-tepe'den çıkan Demir Çağ sıvasını göstermektedir. Tabloda görüldüğü gibi Kalkolitik Çağ sıvası beklendiği üzere kil sıvası özelliğini gösterirken, Demir Çağ sıvası kireç ana maddeli bir sıva niteliğini göstermektedir. Bizans ve Selçuk sıvalarında ise bileşim değişen oranlarda kireç, alçı taşı ve kum içermektedir.

Ancak organik madde miktarlarında birbirlerine göre bir değişiklik görülmektedir. Bu da amaca yönelik olarak çeşitli organik orijinli katkı maddeleri mevcudiyeti ile açıklanabilir. Bunun için daha sonraki çalışmalarımızda organik maddelerin analizinin yapılması düşünülmektedir.

Tablo : 1'de verilen örneklerin ESR spektrumlarına bakıldı. Bu spektrumlar topluca Şekil 1'de gösterilmiştir. DKS, DDÇS ve Selçuk I-225 örneklerinin ESR spektrumları alınırken almaç kazancı (receiver gain, R.G) diğer spektrumlar için olanın, sırasıyla, dörtte biri, onda biri ve yarısı olarak alındı. Şekilde görüldüğü gibi her örnek için altı tane çift - çizgili M_n^{+2} aşırı ince yapı spektrumu elde edildi. Aşırı ince yapı doğada bulunma oranı % 100 olan 5/2 çekirdek spinli ^{55}Mn izotopundan ileri gelmektedir. M_n^{+2} sıvaların ana maddelerinden biri olan kalsiyum karbonat ($Ca CO_3$)'ta doğal olarak bulunan bir katkı iyonudur. Ancak altı tane tek-çizgi yerine altı tane çift-çizgi oluşu kalsiyum karbonatın kalsit yapısının özelliğindedir. Özer (1981) $Ca CO_3 : M_n$ (500) ve daha yüksek M_n (mbk)'li kalsitlerdeki M_n^{+2} ESR spektrumlarında çift-çizgilerin artan M_n miktarı ile değişerek $Ca CO_3 : M_n$ (16000) için her çift-çizgi nin birer çizgi haline dönüştüğünü göstermiş ve kalsiyum karbonatın içinde M_n^{+2} iyonuna ilaveten Fe^{+3} iyonlarının bulunmasında benzer etki yaptığını saptamıştı. Burada mbk milyon tane Ca^{+2} iyonu başına () kesim M_n^{+2} iyonu demektir. Buna göre her örnekteki tahmin edilen M_n^{+2} miktarları Tablo II'de sıralandı ve en az ve en çok kalsiyum karbonat bulunan sıvalar belirlendi. Tablo I ve Tablo II karşılaştırıldığında sıva bileşimleri bakımından her iki tabloda bir uyum görüldü. Böylece ESR sonuçlarının kimyasal analiz sonuçlarını desteklediği gösterilmiş oldu.

GENEL SONUÇ

Bu çalışmada birbirine yakın dönemlere ait olan Kalkolitik Çağ sıvası ile Demir Çağ sıvasının birbirlerinden farklı karakterde olduğu belirlenirken, dönemleri birbirinin aynı olan Selçuk ve Bizans sıvalarının ana materyal olarak aynı karakterde fakat katkı maddeleri yönünden farklı oldukları saptanmıştır. Bu araştırmanın daha çok sayıda ve çeşitli kültürlerle ait sıva örneklerine uygulanmasının ve daha detaylı yöntemlerle analizinin, elde edilen sonuçları kuvvetlendireceği inancındayız. Bu yöntemler arasında ince-kesit petrografisi, X-ışını toz difraksiyonu, Atomik soğurma, Mor ötesi ve görünür bölge spektroskopisini sayabiliriz. Ayrıca agregalardaki büyüklük dağılımı, katkı maddelerinin analizi ve kil analizi kullanılan sıvaların kalitesini belirlemek bakımından önemli olacaktır.

Sayın Prof. Dr. Ufuk Esin'e bize Kalkolitik Çağ ve Demir Çağ sıva örneklerini temin ettiği için, TÜBİTAK'ada parasal yardımları için teşekkür ederiz.

Tablo : 1 — Örneklerin Gravimetrik ve Kolorimetrik Ölçüm Sonuçları

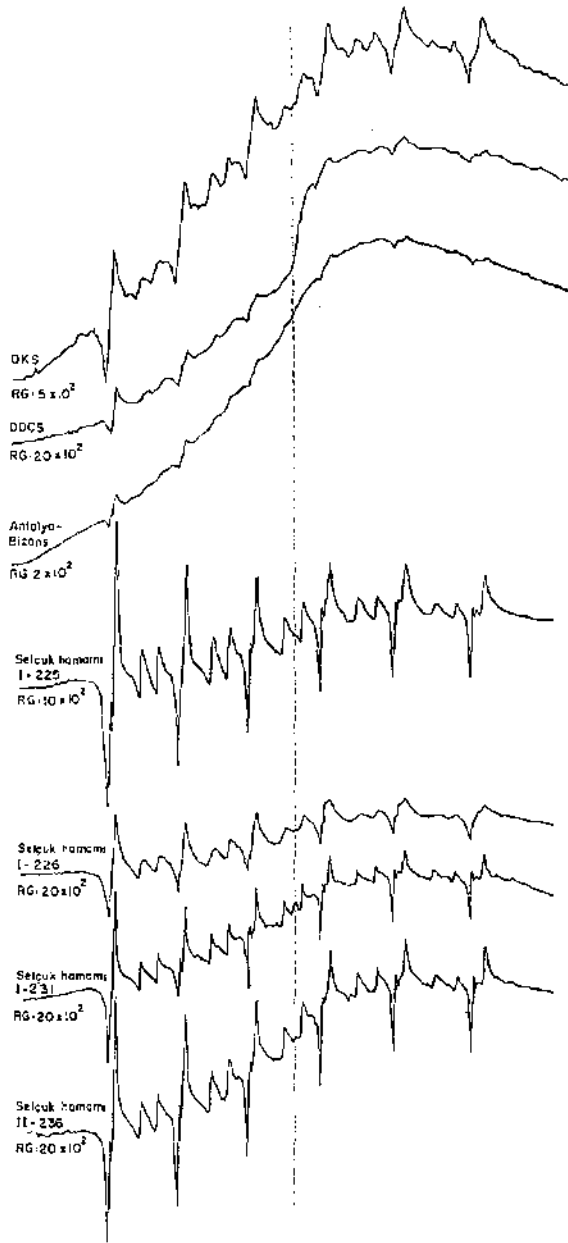
Örnek No :	% Organik Madde	% Karbondiyoksik	% Kalsiyum sülfat	% Silisyum dioksit	Düşünülen Sıya bileşimi
DKS	5,34	8,84	10,70	35,00	Kerpiç
DDÇS	11,80	26,30	9,68	7,20	Kireç ana maddeli
Antalya-Bizans	3,17	38,50	20,35	24,00	Kireç, alçı taşı, kum
Selçuk Hamamı I-225	1,72	39,80	8,70	3,77	Kireç, alçı taşı, kum
Selçuk Hamamı I-226	2,17	43,10	10,10	<1,	Kireç, alçı taşı
Selçuk Hamamı I-231	8,19	37,50	7,50	4,00	Kireç, alçı taşı, kum
Selçuk Hamamı II-236	4,30	37,50	8,70	9,60	Kireç, alçı taşı, kum

Tablo : 2 — Örneklerin ESR Ölçüm Sonuçları

Örnek No.	M_n^{+2} miktarı (mbk)	Düşünülen sıva bileşimi
DKS	>4000	Kalsiyum karbonatı en az
DDÇS	~1500	
Antalya-Bizans	~1000	Yaklaşık olarak aynı miktarda
Selçuk Hamamı I-225	1000-1500	Kalsiyum karbonat içeriyorlar
Selçuk Hamamı I-226	2000-4000	
Selçuk Hamamı I-231	≤50	Kalsiyum karbonatı en çok
Selçuk Hamamı II-236	500-1000	

KAYNAKÇA

- BLACK, C. A., Evans, D. D., Ensminger, L. E., White, J. L. and Clark, F. E. - «Methods of soil Analysis Part 2. Ame. Soc. Agr. Inc. Medison. Wisconsin» USA. 1965
- ÖZER A. M. - « Mn^{+2} , IMn^{+2} , Fe^{+2} ve IMn^{+2} , Fe^{+3} iyonlarını içeren polikristal kalsitin Mn^{+2} Elektron Paramanyatik Rezonans (ESR) Spektrumlarının incelenmesi» Doçentlik tezi, O. D. T. Ü. - ANKARA. 1981
- WALTER E. D. Jr. - «Determination of Carbonate and Organic matter in Calcareous sediment and sedimentary rocks by loss on ignitions: Comparison With other methods» J. of sedimentary petrology, vol. 44, No. 1, 242 - 243. 1974



Şekil : 1 — Örneklerin ESR spektrumları

ANADOLU PLATOSUNDA ATMOSFER C-14 YOĞUNLUĞUNUN SON 500 YIL İÇİNDEKİ DEĞİŞİMLERİ

Mustafa ÖZBAKAN*

ÖZET

Yaklaşık 500 adet yıllık halkası olan ve M. S. 1480-1975 yılları arasında yaşamış bir Sedir (*Cedrus Libani*) ağacı parçası peşpeşe 20, 25, 30 ve 40 halka içeren kısımlara bölünerek 21 tane örnek elde edilmiştir. Bu örnekler yakılarak karbon dioksit gazına dönüştürülmüş, daha sonra orantılı gaz sayacında sayılarak örneklerin konvensiyonel C-14 tarihleri bulunmuştur. Örneklerin dendrokronolojik gerçek tarihleri ile konvensiyonel C-14 tarihleri karşılaştırılmıştır. Örneklerdeki C-14 yoğunlukları atmosferdeki doğal C-14 yoğunluk seviyesine göre incelenmiş ve bu yoğunluklardaki sapmalar hesaplanmıştır.

GİRİŞ

Organik bir arkeolojik buluntunun konvensiyonel C-14 yaşının (Stuiver ve Polach 1977) tayin edilmesi için, buluntuda halen var olan C-14 özgül aktivitesi deneysel olarak bulunur. Bu aktivite günümüzde yaşamakta olup atmosferle etkileşmekte olan bir örnekteki aktivite ile karşılaştırılır. Bu işlem sonucunda örneğin yaşı hesaplanır. Bu hesaplamaların yapılması temel iki varsayıma dayanmaktadır. Bu varsayımları şöyle ifade edebiliriz :

Varsayım 1 : C-14 izotopunun yarılanma süresi 5568 yıldır.

Varsayım 2 : Atmosferdeki C-14 yoğunluğu geçmişten günümüze değişmemiştir ve sabittir. Günümüzden çok önce yaşamış olan bir canlı ile günümüzde yaşamakta olan bir canlı, yaşadıkları ve atmosferle etkileştikleri süre içinde, eşit C-14 özgül aktivitesine sahiptir.

Bu varsayımlardan birincisini sınamak çok kolaydır ve bu amaçla yapılan deneysel ölçümler sonucunda C-14 izotopunun yarılanma süresi önceleri 5568 yıl olarak bulunmuş, çok sayıda örnek bu değer kullanılarak

(*) Dr. Mustafa ÖZBAKAN, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, ANKARA.

tarikhlenmiştir. Geliştirilmiş yöntem ve cihazlarla daha sonra yapılan ölçümler sonucunda C-14 ün yarılanma süresinin 5730 ± 30 yıl olduğu saptanmıştır. Bu iki değer arasındaki fark yaklaşık olarak yüzde üçtür ve konvensiyonel C-14 yaşını daha sonra bulunan ve daha doğru olan yarılanma süresine göre düzeltmek istersek, bu yaşın yüzde üçünü alır ilk değere ekleriz.

Varsayımlardan ikincisini sınamak için, dendrokronoloji yöntemiyle mutlak olarak tarihlenen ağaç örneklerinin birde konvensiyonel C-14 yaşları bulunmuş ve mutlak yaşa karşı C-14 yaşlarının grafiği çizilmiştir. Bu şekilde elde edilen grafikler ikinci varsayımın yanlış olduğunu göstermiştir. Atmosferde C-14 yoğunluğunun geçmişten günümüze çok belirgin ve önemli değişimlere uğrayarak sabit kalmadığı görülmektedir.

Bu sonuç, konvensiyonel C-14 tarihlerinin, geçmişteki yoğunluk değişimlerine göre düzeltilmesini gerektirmektedir. Bu ise, sözkonusu grafiğin, günümüzden gidilebildiğince gerilere doğru çizilmesini lüzumlu kılmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalar sonucunda, günümüzden yaklaşık 8000 yıl öncesine uzanan bir süreyi kapsayan eğriler elde edilmiştir (Stuiver 1982; Klein, Lerman, Damon ve Ralph 1982; Baillie, Piloher ve Pearson 1983; Linick ve Suess 1985).

BU ÇALIŞMANIN KONUSU

Örnek

Antalya'nın Elmalı yöresindeki Çiğlıkara Ormanı'ndan kesilmiş ve M. S. 1480-1975 yılları arasında halkaları olan bir Sedir ağacı (Cedrus Libani) parçası örnek olarak kullanılmıştır. Adı geçen ağaç parçası Peter I. Kuniholm tarafından verilmiştir. Parça ana gövdeden yaklaşık 6 cm. kalınlıkta kesilmiş bir parçanın dilimidir ve çapı yaklaşık olarak 60 cm. dir. Örnek iki eşit parçaya bölünmüş, bir parça çalışmada kullanılmış, öbür parça ise elde edilen değerlerin ara değerlerindeki de daha sonra elde etmek amacıyla saklanmaktadır.

Yöntem

Örnek belirli sayıda halkalar içeren 21 parçaya bölünmüştür (Özbakan 1982). Her parçanın mutlak tarihi olarak halkaların ortalaması alınmıştır. Bu parçalar yakılarak karbon dioksit gazına dönüştürülmüş ve orantılı gaz sayacı ile içerdikleri C-14 aktivitesi saptanıp konvensiyonel C-14 tarihleri bulunmuştur. Elde edilen değerler Tablo 1 de G. Ö. (Günümüzden Önce; M. S. 1950 yılından önce) ve M. S. olarak belirtilmiş ve

mutlak tarih ile konvensiyonel C-14 tarihi arasındaki fark 6 ıncı sütunda gösterilmiştir.

Günümüzde (M. S. 1950 yılında) atmosferdeki C-14 yoğunluğuna göre 21 örnekteki C-14 yoğunluğundaki sapmalar ise Tablo : 2 de gösterilmektedir. M. S. 1950 yılında atmosferdeki C-14 yoğunluğunun doğal seviyesi N.B.S. (National Bureau of Standards) tarafından hazırlanmış bir oksalik asit örneğindeki C-14 yoğunluğuna eşit kabul edilmekte ve örneklerdeki yoğunluk sapmaları bu değere göre belirtilmektedir (Stuiver ve Polach 1977). Tablo : 2'nin 5 inci sütunundaki değerler bu sapmaları binde olarak ve düzeltilmeden vermektedir. Aynı tablonun 6 ncı sütununda ise bu sapmalar yine binde olarak, fakat düzeltilmiş değerler olarak verilmektedir. Değerlerin önündeki + işareti o örnekteki, dolayısı ile örneğin belirttiği yıllarda atmosferdeki, C-14 yoğunluğunun doğal seviyenin üzerinde olduğunu, - işareti ise C-14 yoğunluğunun doğal seviyenin altında olduğunu göstermektedir. Buna göre, 1 numaralı örnekteki C-14 yoğunluğu doğal seviyeden binde 39 fazla, 2 numaralı örnekteki C-14 yoğunluğu ise doğal seviyeden binde 24,5 daha azdır.

Sonuçlar

Ölçüm sonuçları son 500 yıl içinde Anadolu atmosferinde C-14 yoğunluğunun belirgin ve önemli sapmalara uğradığını göstermektedir. Bu sapmalar içinde dikkat çekici olanları ve başka benzer çalışma sonuçları (Güler 1980) ile uyum gösterenleri şöyle belirtebiliriz :

1. M. S. 1500 ve M. S. 1700 yılları civarında atmosferdeki C-14 yoğunluğu doğal seviyenin oldukça üzerine çıkmıştır. Bu sapmaların nedeni olarak aynı dönemlerdeki Güneş aktivliğinin azalması gösterilmektedir (Stuiver ve Quay 1980 ve 1981).

2. Yaklaşık M. S. 1900 yılından başlayarak atmosferdeki C-14 yoğunluğu azalarak doğal seviyenin altına inmiştir. Bu sapmanın nedeni ise bu yıllarda başlayan sanayi artışı ve çok miktarda kömür ve giderek petrol gibi fosil yakıtların kullanılması sonucu atmosfere aktif olmayan karbon dioksit gazı karışmasıdır (Stuiver ve Quay 1981).

3. M. S. 1950 yılından sonra atmosferdeki C-14 yoğunluğu artarak doğal seviyenin çok üzerine çıkmıştır. Bu artış ise o yıllarda atmosferde artan sayılarda nükleer denemelerin yapılmasından kaynaklanmaktadır.

Güneş aktivliğindeki bir azalma, onun çevresindeki manyetik alanın küçülmesine, artıma ise bu alanın büyümesine neden olmaktadır. Güneş'in bu tür manyetik alan değişiklikleri kozmik ışınların Dünya'nın atmosferi-

ne gelme miktarını etkilemekte, buda atmosferde oluşan C-14 miktarını değiştirmektedir. Aktifliği azalarak manyetik alanı küçülen bir Güneş, atmosfere daha çok kozmik ışın gelmesine ve dolayısı ile daha çok C-14 oluşmasına ve C-14 yoğunluğunun doğal seviyenin üzerine çıkmasına neden olmaktadır. M. S. 1282-1342 yılları (Spörer Minimum diye bilinmektedir) ve bundan sonra M. S. 1416-1534 yılları (Wolf Minimum) arasında Güneş aktifliğinde çok önemli azalmalar meydana gelmiş ve bu durum M. S. 1500 yıllarındaki C-14 yoğunluk artışı doğurmuştur. Benzer bir durum ise M. S. 1645-1715 yılları (Maunder Minimum) arasındaki Güneş aktifliğindeki azalmadan sonra gözlenmektedir.

M. S. 1890 yılından başlayarak Dünya'da sanayileşme başlamış ve büyük miktarlarda kömür, linyit ve petrol gibi fosil yakıtlar kullanılmaya başlanmıştır (Stuiver ve Quay 1981). Bunun sonucunda atmosfere ar-

Tablo : 1

Örnek No.	Halka Yılları (M. S.)	Halka Sayısı	Ortalama Mutlak Tarih (M. S. yıl)	Konvensiyonel C-14 Tarihi (M. S. yıl)	Tarih Farkı (yıl)	Konvensiyonel C-14 Yaşı (G. Ö. Yılı)
1	1950 - 1975	25	1963	2263 ± 60	+ 305 ± 60	-318 ± 60
2	1930 - 1949	20	1940	1741 ± 60	-199 ± 60	203 ± 60
3	1900 - 1929	30	1915	1822 ± 60	- 93 ± 60	123 ± 60
4	1875 - 1899	25	1889	1968 ± 60	- 20 ± 60	82 ± 60
5	1850 - 1874	25	1863	1824 ± 60	- 39 ± 60	126 ± 60
6	1825 - 1849	25	1838	1775 ± 60	- 63 ± 60	175 ± 60
7	1800 - 1824	25	1813	1844 ± 60	+ 31 ± 60	106 ± 60
8	1760 - 1799	40	1780	1716 ± 60	- 64 ± 60	234 ± 60
9	1740 - 1759	20	1750	1726 ± 60	- 24 ± 60	224 ± 60
10	1720 - 1739	20	1730	1809 ± 60	+ 79 ± 60	141 ± 60
11	1700 - 1719	20	1710	1853 ± 60	+143 ± 60	97 ± 60
12	1680 - 1699	20	1690	1830 ± 60	+140 ± 60	120 ± 60
13	1660 - 1679	20	1670	1805 ± 60	+135 ± 60	145 ± 60
14	1640 - 1659	20	1650	1874 ± 60	+ 24 ± 60	276 ± 60
15	1620 - 1639	20	1630	1684 ± 60	+ 54 ± 60	266 ± 60
16	1600 - 1619	20	1610	1636 ± 60	+ 26 ± 60	314 ± 60
17	1580 - 1599	20	1580	1541 ± 60	- 49 ± 60	409 ± 60
18	1560 - 1579	20	1570	1614 ± 60	+ 44 ± 60	336 ± 60
19	1540 - 1559	20	1550	1604 ± 60	+ 54 ± 60	346 ± 60
20	1520 - 1539	20	1530	1656 ± 60	+126 ± 60	294 ± 60
21	1500 - 1519	20	1510	1605 ± 60	+ 95 ± 60	345 ± 60

Tablo: 2

Örnek No.	Halka Yılları (M. S.)	Halka Sayısı	Ortalama Mutlak Tarih (M. S. Yıl)	Düzeltilmemiş C-14 Yoğunluk Sapması (NBS Oksalik Asitine Göre Binde Olarak)	Düzeltilmiş C-14 Yoğunluk Sapması (NBS Oksalik Asitine Göre Binde Olarak)
1	1950 - 1975	25	1963	+40,7 $\pm$ 0,3	+39,0 $\pm$ 0,3
2	1930 - 1949	20	1940	-25,7 $\pm$ 0,2	-24,5 $\pm$ 0,2
3	1900 - 1929	30	1915	-15,5 $\pm$ 0,1	-11,4 $\pm$ 0,1
4	1875 - 1899	25	1888	-10,2 $\pm$ 0,1	- 3,0 $\pm$ 0,1
5	1850 - 1874	25	1863	-15,5 $\pm$ 0,1	- 5,1 $\pm$ 0,1
6	1825 - 1849	25	1838	-21,5 $\pm$ 0,2	- 8,2 $\pm$ 0,2
7	1800 - 1824	25	1813	-13,2 $\pm$ 0,1	+ 3,3 $\pm$ 0,1
8	1780 - 1799	40	1780	-23,7 $\pm$ 0,2	- 8,5 $\pm$ 0,2
9	1740 - 1759	20	1750	-27,5 $\pm$ 0,2	- 3,7 $\pm$ 0,2
10	1720 - 1739	20	1730	-17,3 $\pm$ 0,1	+ 9,2 $\pm$ 0,1
11	1700 - 1719	20	1710	-12,0 $\pm$ 0,1	+17,7 $\pm$ 0,1
12	1680 - 1699	20	1690	-15,0 $\pm$ 0,1	+16,5 $\pm$ 0,1
13	1660 - 1679	20	1670	-17,7 $\pm$ 0,1	+16,1 $\pm$ 0,1
14	1640 - 1659	20	1650	-33,7 $\pm$ 0,3	+ 2,0 $\pm$ 0,3
15	1620 - 1639	20	1630	-32,4 $\pm$ 0,3	+ 5,8 $\pm$ 0,3
16	1600 - 1619	20	1610	-38,4 $\pm$ 0,3	+ 2,0 $\pm$ 0,3
17	1580 - 1599	20	1590	-40,6 $\pm$ 0,3	- 7,3 $\pm$ 0,3
18	1560 - 1579	20	1570	-41,0 $\pm$ 0,3	+ 4,1 $\pm$ 0,3
19	1540 - 1559	20	1550	-39,0 $\pm$ 0,3	+ 8,6 $\pm$ 0,3
20	1520 - 1539	20	1530	-35,9 $\pm$ 0,3	+14,3 $\pm$ 0,3
21	1500 - 1519	20	1510	-42,0 $\pm$ 0,3	+10,4 $\pm$ 0,3

tan oranlarda aktif olmayan karbon dioksit gazı karışmış, bu da C-14 yoğunluğunun doğal seviyenin altına düşerek azalmasına neden olmuştur.

İkinci Dünya Savaşı yıllarında başlayan nükleer silah denemeleri ise atmosferde yapay olarak C-14 oluşmasına neden olarak fosil yakıt etkisinin tam tersi bir durum yaratmış ve daha önceki azalmayı yok etmesi bir yana çok büyük miktarlarda C-14 yoğunluk artışını da beraberinde getirmiştir.

Anadolu'da yetişen bir ağaç örneğinde atmosferdeki son 500 yılın belirgin ve önemli C-14 yoğunluk değişimleri açıkça görülmektedir. Elde edilen sapma değerleri başka yerlerde yapılan benzer çalışma sonuçları ile büyük bir uyum göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Baillie, M. G. L., Pilcher, J. R. ve Pearson, G. W., 1983 Dendrochronology at Belfast as a Background to High-Precision Calibration, *Radiocarbon*, Vol. 25, No. 2, P. 171 - 178.
- Güler, R., 1980, **Doktora Tezi**, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Klein, J., Lerman, J. C., Damon, P. E. ve Ralph, E. K., 1982, Calibration of Radiocarbon Dates, *Radiocarbon*, Vol. 24, No. 2, P. 103 - 150.
- Linick, T. W. ve Sueß, H. E., 1985, La Jolla Measurements of Radiocarbon in South German Oak Tree-Ring Chronologies, *Radiocarbon*, Vol. 27, No. 1, P. 20 - 32.
- Özbakan, M., 1982, **Ph. D. Thesis**, Middle East Technical University, Ankara.
- Stuiver, M., 1982, A High - Precision Calibration of the AD Radiocarbon Time Scale, *Radiocarbon*, Vol. 24, No. 1, P. 1 - 26.
- Stuiver, M. ve Polach, H. A., 1977, Discussion Reporting of C - 14 Data, *Radiocarbon*, Vol. 19, No. 3, P. 355 - 363.
- Stuiver, M. ve Quay, P. D., 1980, Changes in Atmospheric C-14 Attributed to a Variable Sun, *Science*, Vol. 207, P. 11 - 19.
- Stuiver, M. ve Quay, P. D., 1981, Atmospheric C - 14 Changes Resulting From Fossil Fuel Carbon Dioxide Release and Cosmic Ray Flux Variability, *Earth Planetary Science Letters*, Vol. 53, P. 349 - 362.

TÜLİNTEPE'YE AİT OBSİDİEN HİDRASYONU YAŞ TAYINLARI HAKKINDA DİĞER BİR GÖRÜŞ

Ufuk ESİN*

ÖZET

Tülin-tepe obsidien hidrasyonu yaş tayinleri için gerekli olan ve hesaplanan «hidrasyon hızı sabiti» henüz tam arkeolojik gerçeğe uyacak sonuçlar verememiştir. Bu yüzden ancak daha çok örnek üzerinde analizlerin sürdürülmesi ile doğru sonuçlara varılabilir.

Ayrıca radiometrik diğer yaş tayini yöntemlerine kıyasla ucuz ve uygulama alanının Anadolu için geniş olması, bu yöntemin yaygınlaştırılması yoluna gidilmesinin yararlı olacağına işaret etmektedir. Ancak bu yöntem geliştirilirken **TÜBİTAK AKSAY ÜNİTESİ'**nce Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğü ile bir işbirliği çerçevesi içinde, aynı zamanda tüm Anadolu için obsidien kaynaklarının eksiksiz tesbitine gidilmesi, gerek kaynaklardan, gerekse çeşitli prehistorik buluntu yerlerinden alınacak obsidien örneklerinin kimyasal yapılarını belirleyecek analizlerin yapılması, obsidien hidrasyonu yaş tayini yönteminin yanında, fizyon izleri sayımı ve «thermoluminescence» ile tarihlendirme yöntemlerini de içerecek, geniş kapsamlı bir projenin ele alınması, kuşkusuz her bakımdan büyük yararlar sağlayabilecektir.

1. GİRİŞ

Anadolu çeşitli obsidien kaynaklar yönünden zengin bir ülkedir. Tarihöncesi çağlardan itibaren prehistorik yerleşmelerde çakmak taşının yanında obsidienden aletler, silahlar kullanılmış, hatta obsidienden aynalar, kaplar bile yapılmıştır. Tarihöncesi çağlar için obsiden kaynak analizleri yardımı ile henüz tam güvenilir olmasa da bölgeler/ülkeler arası ticaret hakkında bazı bilgiler kazanılırken (Cann-Dixon-Renfrew 1969; Renfrew-Dixon-Cann 1969; Braidwood 1983, s. 105), fizyon izleri sayımı, «thermoluminescence» ve obsidien hidrasyon tabakası ölçümüne dayanan yöntemlerle, obsidien buluntuların mutlak tarihlendirilmeleri yapılmaya başlanmıştır (Göksu 1984; Göksu-Dereli-İdil 1979; Esin 1981 (1985); Dereli 1983).

(*) Prof. Dr. Ufuk ESİN, İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Prehistorya Anabilim Dalı, Fen/PTT, İSTANBUL.

Radiometrik tarihlendirmelere kıyasla obsidien hidrasyonu yöntemi ile yapılan yaş tayinleri daha ekonomiktir. Bu yüzden özellikle yaş tayinleri için bu yöntemin geliştirilmesi ülkemiz için kuşkusuz çok elverişlidir.

2. YÖNTEM

1948'de Irving Friedman ve R. L. Smith deuterium (ağır su) araştırmalarına başladılar (Michels-Bebrich 1971). İçinde deuterium bulunan doğal malzemeleri incelediler. Bunlar arasında volkanik patlamalar sonucunda oluşan ve camı bir yapısı olan obsidien de vardı.

1958-60 yıllarında aynı araştırmacılar obsidienin hava ile temas ettiği andan itibaren üzerinde mikroskopla görülebilen ve mikronla ölçülen bir hidrasyon tabakasının oluştuğunu, bu hidrasyon tabakasının kalınlığının ölçülmesi ile de obsidienden bir buluntunun yaşının tayin edilebileceğini ortaya koyarak, arkeolojide kullanılmak üzere yeni bir yöntem geliştirdiler. Bu yöntemi ilk kez California'da prehistorik buluntu yerlerinden ele geçen obsidienlere uyguladılar (Michels-Bebrich 1971; Friedman-Smith-Clark 1969).

Yönteme göre, hidrasyon tabakasının polarize bir mikroskopla ölçülmesi ile obsidienin ya kaynaktan koparıldığı, ya da bir alet yapmak için üzerinden bir yonga çıkarılarak işlendiği andan itibaren ne kadar zaman geçtiği bilinebilir. Ancak bunun için «belirli bir zaman birimi içinde» (1000 yıl), obsidien üzerinde hangi kalınlıkta bir hidrasyon tabakasının oluştuğu, yani «hidrasyon hızı sabiti»nin hesaplanması gereklidir. Böylece obsidien buluntunun yaşı :

$$Y \text{ (Yaş)} = \frac{X^2 \text{ (hidrasyon tabakasının kalınlığının karesi } M^2) \times t \text{ (1000 yıl)}}{k \text{ (hidrasyon hızı sabiti)}}$$

$$\text{ya da kısaca Yaş} = \frac{X^2 \times t(1000 \text{ yıl})}{k} \text{ formülü ile hesaplanabilir.}$$

Ancak «hidrasyon hızı sabiti»nin saptanabilmesi için, başlangıçta yaşı bilinen örneklerle ihtiyaç vardır. C-14 gibi bir yöntemle tarihi bilinen bir tabakadan gelen bir obsidienin yaşı bilindiğinden, onun hidrasyon hızı sabiti «k» :

$$k = \frac{X^2 \times t(1000 \text{ yıl})}{Y} \text{ formülü yardımı ile kolayca bulunabilir.}$$

Aynı şekilde bir buluntu yerinde belirli bir tabakaya ait obsidienler için «hidrasyon hızı sabiti» hesaplanınca, diğer tabakalara ait obsidienlerin hidrasyon tabakalarının kalınlıklarının ölçülmesi ile bunlarında yaşları saptanabilir.

Yapılan deneylerden obsidien örneklerde :

a) 1'den fazla hidrasyon tabakasının bulunabileceği,

b) Değişik kimyasal yapıya sahip obsidienlerde «hidrasyon hızı sabiti»nin ve ona bağlı olarak da hidrasyon tabakası kalınlığının farklı olabileceği,

c) Hidrasyon hızı sabitinde ve hidrasyon tabakası kalınlığında buluntu yerinin iklimsel koşullarının, su kaynaklarına yakınlığının, kurak ya da yağış fazla bir yörede yer almasının, bir ocak/fırın içinde, yakınında bulunmasının etkili olabileceği gibi durumlarla karşılaşılmıştır.

3. TÜLİNTEPE OBSİDİEN ÖRNEKLERİ İÇİN YAPILAN HİDRASYON YAŞ TAYİNLERİ

Keban Barajı göl suları altında kalmadan önce Elazığ'da Altınova'da bulunan Tülintepe 38° 38' kuzey enlemi ile 39° 24' doğu boylamında yer almış bir höyüktü. 1971 yılında kurtarma kazıları başlamadan önce, Tülintepe höyüğünün yaklaşık 16 m. yükseklikten itibaren ova düzlemine kadar olan bütün tabakaları buldozerle tahrip edilmişti (Esin-Arsebük 1971). Böylece Tülintepe'de asıl kazılan tabakalar Kalkolitik Çağ'ın çeşitli kültür evrelerine aittirler. Yalnız höyüğün gerek kuzeyinde, gerekse güneydoğusunda İlk Tunç Çağı'nda, Kalkolitik tabakaların içine açılmış yapı kalıntıları ve sur duvarı parçaları bulunmuştur. Tülintepe ayrıca kaynak ve gözelerin bol bulunduğu bir yörede olduğundan, ana toprağa kadar kazılamamış ve ova düzleminden 1.5 m. kadar derinlikte çıkan yer suyu ile karşılaşılmıştır (Esin-Arsebük 1974, 1982; Esin 1979, 1981 (1985)). Tülintepe'de Kalkolitik ve İlk Tunç Çağı'na ait tabakalarda bulunan kültürler ve bunların sıra düzeni (Halaf, Halaf/Obeyd Geçiş Evresi, Obeyd ve İlk Uruk, Karaz/Khirbet Kerak Kültürleri) Amuk Ovası stratigrafisinde aynı dönemlere ait olan kültürlerle büyük bir benzerlik içindedir (Braidwood-Braidwood 1960, krş. Esin-Arsebük 1974, 1982; Esin 1979, ve 1981 (1985)). Ayrıca Keban Bölgesinde aynı kültürlerle rastlanan kazı yerleri arasında Norşuntepe'nin yanı sıra, Korucutepe, Pulur-Sakyol, Fatmalı-Kalecik, Malatya'da Arslantepe ve Değirmentepe sayılabilir. Bunlar arasında Norşuntepe dışında diğer buluntu yerlerine ait C-14 ölçümleri yayınlanmıştır (krş. Esin 1981 (1985) s. 158, çizelge 1, s. 175). Ancak obsidien hidrasyonu yaş tayinleri için analizler TÜBİTAK ARKE-

OMETRİ ÜNİTESİ'nden Y. Göksu ve G. Dereli tarafından yapılmaya başlandığında, TÜLİNTEPE'ye ait C-14 tarihleri henüz tamamlanmamıştı.

Bu yüzden obsidien hidrasyonu ile yaş tayinleri yapılırken Göksu-Dereli-İdil (1979) tarafından önce bir seri C-14 tarihi bilinen Çayönü'ne (Diyarbakır) ait obsidien örneklerinin kimyasal gruplanması yapılarak, bunlara göre Tülintepe için hidrasyon hızı sabitleri bulunmuştur. Daha sonra Tülintepe'ye ait 27 obsidien örneği Çayönü gruplandırmasına göre gene Göksu-Dereli-İdil üçlüsünce kimyasal yapıları açısından önce atomik soğurma, daha sonra TL yöntemiyle 3 gruba ayrılmış ve her grup için ayrı «hidrasyon hızı sabiti» belirlenmiştir (Göksu-Dereli-İdil 1979 s. 28-30, tablo 6-7; Esin 1981 (1985), s. 168, s. 179, çizelge 5). Böylece her grubun ayrı hidrasyon hızı sabitine göre örneklerin yaşları tayin edilmiştir (Esin 1981 (1985), s. 169-171, s. 180-181, çizelge 6).

Ancak bunlar içinde yalnızca 3. grup örnekler ile Çayönü için bulunmuş olan hidrasyon hızı sabitinin uygulandığı Tülintepe örneklerinin, 2. ve 1. grup örneklerden daha çok arkeolojik tahminlere uygun tarihler verdiği görülmüştür.

Daha sonra Dereli (1983) doğrudan Tülintepe'ye ait C-14 tarihlerini kullanarak, aynı obsidien örneklerinin hidrasyon hızı sabitini tesbit etmeği denemiştir. Atomik soğurma yöntemiyle Tülintepe obsidienlerinin kimyasal analizlerine dayanan bir yeni gruplandırma yapmıştır. Bu gruplandırma için «kümeleme-cluster analizi» programı uygulamıştır (Dereli 1983, s. 222). Kümeleme analizi ile aynı kimyasal ve tek bir grupta toplanan obsidien örnekleri içinde değişik tabakalara ait olanları kullanmış ve C-14 tarihlerinden yararlanarak yeniden bir «hidrasyon hızı sabiti» bulmuştur (Dereli 1983, s. 222, tablo 2). Ancak kullandığı C-14 tarihleri ile yaş tayini için seçtiği örnekler aynı tabakalara ya da aynı tarihlere ait olmadıklarından obsidien hidrasyonu yöntemiyle yapılan yaş tayinleri arkeolojik gerçeğe uymamıştır. Bunun dışında, ayrıca Tülintepe'ye ait C-14 tarihlerinin çağdışı diğer buluntu yerlerine ait C-14 tarihleri ile yapılan karşılaştırılmalarında bazı tutarsızlıklar olduğu bilinmektedir (Esin 1981 (1985), s. 159-162, s. 175, çizelge 1, s. 182, çizelge 7).

Aşağıda, Dereli'nin (1983, s. 225, tablo 2'de) hidrasyon yaşı için seçerek kullandığı aynı örneklerin gerçekte ait oldukları, tabakaları, C-14 tarihlerini ve Amuk Ovası kültür evrelerine ait karşıtlarını yansıtan bir çizelge (Çizelge : 1) sunulmaktadır.

Çizelge 1'deki örnekler içinde 3 ve 12 numaralı örneklerin yaklaşık C-14 tarihleri ve hidrasyon tabakası kalınlıkları bir uyum içinde gibi görülmektedir (Çizelge : 1). Bunların hidrasyon hızı sabiti hesaplandığında :

$$\text{3 numaralı örnek için : } k : \frac{4.83^3 \times 1000}{5150} : 5.62 \mu$$

$$\text{12 numaralı örnek için : } k : \frac{4.76^2 \times 1000}{4600} : 4.92 \mu$$

gibi iki ayrı hidrasyon hızı sabiti elde edilmektedir. Bu durum büyük olasılıkla aynı örneklerin çeşitli kalınlıkta hidrasyon tabakalarına sahip olmalarından kaynaklanmaktadır. 25, 18 ve 21 numaralı örnekler ise (Çizelge : 1) bulundukları tabakaların yüzeylerinde ele geçmişlerdir. Bu bakımlardan 3 ve 12 no. lu örneklerle göre gösterdikleri hidrasyon tabakalarının kalınlıklarındaki uyumsuzluk, bunların daha eskiye ait «extrusiv» (tabaka dışı) buluntular olabilecekleri şeklinde yorumlanabilir. Ancak hidrasyon hızı sabitinin tesbiti için kullanılabilecek 3 ve 12 numaralı örneklerin hidrasyon tabakalarının herhalde yeniden ölçülmesi yerinde olacaktır (Çizelge : 1).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Obsidien hidrasyonu yaş tayinleri için örneklerin seçiminde özellikle bazı noktalara dikkat edilmesinin önem taşıdığı anlaşılmaktadır. Bu bakımlardan bu yöntem geliştirilirken her buluntu yerinden :

- a) Aynı kimyasal grupta toplanan,
- b) C-14 tarihleri arkeolojik gerçeğe uyan ve bu tarihlerle aynı tabaka veya kültür dönemine ait olan,
- c) Aynı kalınlıkta hidrasyon tabakasına sahip olan örnekler seçilerek, bunların hidrasyon hızı sabiti tesbit edilmelidir.

Yöntem geliştirilirken amaç, kuşkusuz çeşitli bölgelerden seçilmiş buluntu yerleri ile tüm Anadolu için geçerli olabilecek obsidien hidrasyonu yaş tayinlerine yönelik böyle bir ana iskeletin kurulabilmesidir. Ancak bu yöntem yaygınlaştırılırken, bunun daha kapsamlı bir proje çerçevesi içinde ele alınmasında yarar vardır. Böyle bir projede :

- a) Obsidien kaynaklarının eksiksiz tesbitine,
- b) Gerek kaynakların, gerekse arkeolojik buluntu yerlerinden alınan obsidienlerin kimyasal gruplarının kaynak analizleri ile saptanmasına,

c) Obsidien fizyon izleri sayımı, TL ile tarihlendirme gibi diğer yaş tayini yöntemlerinin birlikte uygulanmasına, çalışılmalıdır.

Eksiksiz yapılacak kaynak analizleri ile ayrıca gerek bölgeler, gerekse ülkeler arası obsidien ticareti hakkında daha somut sonuçlara ulaşılabileceğinden, böylesi bir projenin her bakımdan yararlı olacağı açıktır.

Çizelge : 1

Tülintepe Obsidien Hidrasyonu İçin Seçilen Örnekler, C-14 Tarihleri ve Örneklerin Yaklaşık Karşıtları Olan Amuk Ovası Evreleri (Krs. Esin 1981 (1985), s. 175, Çizelge 1, s. 180-181, Çizelge 6, s. 182, Çizelge 7; Dereli 1983, s. 225, Tablo 2).

Örnek No. ve buluntu yeri/tab.	Hidrasyon Tab. Kalınlığı	C-14 Tarihleri (G.Ö. ve Düzeltilmiş M.Ö.)		Amuk Ovası Evreleri
		G. Ö	M. Ö	
TT.10/12, TL.74, 53 I, tab. 5, BD	6.00			C/D-C
TT.3/70, TL.72, 48 I, tab. 3, U	4.83	ODTÜ K-1 6146 ± 147	5150	D/D-C
	4.80			
	4.50			
TT.12/80, TL.71, 48 I, tab. 2	5.32	ODTÜ K-7 5730 ± 186	4600	D/D-E
	5.04			
	4.85			
	4.76			
		ODTÜ K-6 5364 ± 184	4350	ca. E
TT.25/55, TL.72, 50 K, yüz.	5.05	Korucutepe P-1928 5299 ± 77	4050	ca? E/F
TT.18/75, TL.71, 53 H, yüz.	5.35	Aslantepe R-931x4880 ± 50	3730,3630	F
	5.09	Aslantepe R-932x4790 ± 60	3690,3560	
	4.99	Aslantepe R-933x4730 ± 50	3630,3400	
	4.92			
TT.21/74, TL.71, 54 L	4.95	"	"	F
	4.95			
	4.95			
	4.95			

SEÇİLMİŞ BİBLİYOGRAFYA

KISALTMALAR

- ARÜTOB I - VI Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri I, II, III, IV, V, VI. TÜBİTAK Yayınları, Ankara (1981-1988).
- KP 1-7 Orta Doğu Teknik Üniversitesi Keban Projesi Yayınları. Seri I, No. 1-7 ODTÜ, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara (1970-1982).
- BRAIDWOOD, R. J. — L. BRAIDWOOD. Excavations in the Plain of Antioch I. The Earlier Assemblages. Phases A-J. Chicago, Univ. of Chicago Press 1960

- BRAIDWOOD, R. J. «Miscellaneous Analyses of Materials from Jarmo» Prehistoric
1983 Archaeology Along the Zagros Flanks (yayl. R. J. Braidwood et al.) OIP 105. Chicago, Univ of Chicago Press, s. 543.
- CANN, J. R. — J. E. DIXON - C. RENFREW. «Obsidian Analyses and the Obsidian
1969 Trade» Science in Archaeology (Yayl. Brothwell-Higgs). London, Thames and Hudson, s. 578-591.
- DERELİ, G. «Obsidien Hidrasyonu Yöntemi ile Tülintepe Obsidienlerinin Tarihlen-
1983 dirilmesi» ARÜTOB III, s. 219-229.
- ESİN, U. «Tepecik ve Tülintepe Kazıları» VIII. Türk Tarih Kongresi, I. Türk Tarih
1979 Tarih Kurumu, Ankara, TTK Basımevi, (1976), s. 65-76.
- 1981 (1985) «Tepecik ve Tülintepe Kazılarına ait Arkeometrik Araştırmaların Arkeolojik Açından Değerlendirilmesi» ARÜTOB II, s. 157-182.
- ESİN, U. — G. ARSEBÜK «Tülintepe Kazısı 1971» KP 1971, no. 7, s. 137-147 (ingl.
1974 149-154).
- 1982 «Tülintepe Kazısı 1974» KP 1974-75 no. 6, s. 119-125 (ingl. 127-133).
- FRIEDMAN, I. — R. L. SMITH. — D. CLARK. «Obsidian Dating» Science in Arc-
1969 haeology (Yayl. D. BROTHWELL - E. HIGGS). London, Thames and Hudson, s. 62-75.
- GÖKSU, Y. «Arkeolojide Bilimsel Tarihleme Yöntemleri ve Analiz Teknikleri»
1984 ARÜTOB I, s. 3-19.
- GÖKSU, Y. — G. DERELİ. — A. C. İDİL. Obsidien Hidrasyonu Yöntemi ile Yaş Ta-
1979 yını İçin Hidrasyon Hızının Saptanması, TÜBİTAK, Ankara.
- MICHELS, J. M. — C. A. BEBRICH «Obsidian Hydration Dating» Dating Techniques
1971 for the Archaeologist (Yayl. H. N. Michael - E. K. Ralph), Cambridge, MIT Press, s. 164-221.
- RENFREW, C. — J. E. DIXON — J. R. CANN «Further Analysis of Near Eastern Ob-
1969 sidians» Proceedings of the Prehistoric Society for 1968 XXXIV, s. 319-330.

TEPECİK VE TÜLİNTEPE BULUNTULARININ ESER ELEMENT ANALİZLERİ

Şeref KUNÇ*
Alaaddin ÇUKUR*

GİRİŞ

Tülintepe 38°31' kuzey enleminde ve 30°24' doğu boylamında, Keban gölü sahasında kalmış bir höyüktür. Höyük kazıları 1971-1974 yılları arasında yapılmıştır¹. Höyük buldozerlerle tahrip edildiğinden üst tabakalar yok olmuş, Kalkolitik, Tunç Çağı I, ITC I-II ve tahrip edilme yen kısımlarda ise Orta Çağ, Demir ve Orta-Son Tunç Çağı'na ait buluntular ele geçmiştir. Son Kalkolitik Dönem'e ait tabakalar arasında taştan bir pota ve curuf kalıntıları bulunmuştur¹. Tepecik ise Tülintepe'ye 5-6 km. uzaklıkta bir yerleşim yeridir. Bu iki kazı yerinde bulunan 15 adet curuf ve 98 adet maden kalıntısı Elazığ Müzesi'nde bulunmaktadır. Örneklerin tamamı Kültür ve Turizm Bakanlığı Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğü'nden alınan izinle adı geçen müzeden alındı. Tepecik ve Tülintepe; metal ve curuf buluntularından bir kısmının analizi daha önce yapılmıştır^{2,3}.

Analizi yapılan 105 buluntu, analiz sonuçlarına göre pota artığı, bakır, tunç, kurşun filizi ve curuf olmak üzere beş grupta toplandığı gözlemlendi. Kalkopirit, arsenikli kalkopirit ve oksitli bakır olmak üzere değişik tür filizlerin işlendiği tahmin edilmektedir. Bakır eserler arasında % 97,56 ya kadar varan saflıktakilere rastlanması, oldukça gelişmiş bir teknolojinin uygulandığını göstermektedir. Bakır alaşımları arasında en çok arsenikli tunç'a rastlanıldı. Üç adet Sn ve bir adette Pb tuncu bulundu. İz element analizleri açısından Ni, Co ve Cr önemli olduğu gibi Pb de yüksek oranda bulunmaktadır.

MATERYAL ve METOD

Buluntular oldukça fazla korozyona uğradığından 50-300 mg ağırlığında örnekler koparma ile alındı, mekanik temizlemeden sonra 0,1

(*) Prof. Dr. Şeref KUNÇ, Fırat Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fakültesi - ELAZIĞ.
Yard. Doç. Dr. Alaaddin ÇUKUR, Fırat Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fakültesi, ELAZIĞ.

N HCl asitle muamele edildi. Kurutulduktan sonra 1 N HNO₃ asitle çözülerek 50 mL'ye destile su ile seyreltildi. Cu analizleri yaş yöntemle⁴, iz element analizleri ise AAS ile yapıldı. % 1 den fazla demir içeren örneklerde demir analizi yaş yöntemle yapıldı⁴. Curuf örnekleri ilkönce Li₂B₄O₇ ile platin krozde eritiş yapıldıktan sonra derişik HCl asitle çözülerek Fe analizleri yaş yöntemle, iz element analizleri AAS ile yapıldı.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kimyasal analiz sonuçlarına göre Tülintepe buluntuları beş ana gruba ayrılmaktadır. Bunlar pota artığı, bakır, alaşım, kurşun ve curuflardır.

Pota artığı buluntular : Düşük oranda bakır içeren bu örnekler de üç alt gruba ayrılmaktadır (Çizelge : 1). Birinci alt grubu sınıflandırılan bu alt grubun en belirgin özelliği yüksek oranda demir içermesidir. Bu gruptaki beş örnekte bakır içeriği % 3,07 - 15,18 arasında, demir içeriği ise % 35,99 - 58,39 arasında değişmektedir. Bu grup örneklerdeki kurşun miktarı oldukça azdır.

İkinci alt grupta toplananlar Cu ve Fe yanında arsenikte içermektedir. As miktarı % 2,69 - 8,43 arasında, Cu % 1,11 - 31,73 ve Fe ise % 7,25 - 81,90 arasında değişmektedir. Bu buluntular arasında en fazla bu türe rastlanıldı ve toplam sayısı 14 tanedir (Çizelge : 1).

Üçüncü alt grupta sadece bir örnek bulunmaktadır. Bu grupta As ve Fe iz miktardadır ve Cu miktarı % 19,29 dur.

Bakır buluntular : Bu gruptaki 27 örneğin bakır içeriği % 40,60 - 97,56 arasında değişmektedir. Fe içeriği ise iz miktar ile % 9,73'e kadar çıkmaktadır. Bakır yüzdesi artarken demir % si azalmaktadır (Çizelge : 2).

Bakır alaşımları : Bu grupta 30 örnek bulunmaktadır ve 26 sı As li ve üçü Sn ve biri Pb lidir. Anadolu'nun bazı kazılarında rastlanan As+Sn tür gözlenmedi. Tülintepe'de çoğunlukla As li tunç ve muhtemelen son devirlerinde Sn li tunç üretimi yapılmaktaydı. Bir örnekte % 21,65 oranında kurşun bulundu. Alaşımların çoğunluğunda kurşun miktarı iz olmasına karşı yüksek bulundu (Çizelge : 3).

Kurşun metali veya filizi : Buluntular arasında beş adet kurşun içeriği fazla Cu, Fe ve As'nin iz miktarda bulunduğu örneklere rastlanıldı (Çizelge : 4). Bu örneklerin analizinden kurşun filizi (galen) olduğu anlaşıldı.

Curuflar : Curuf olarak tanımlanan 15 örnekten sekiz tanesinin Cu, Fe ve/veya As içeriği açısından daha önce gruplandırılan pota artığı gru-

buna çok benzediği Çizelge : 5'den görülmektedir. Bu grup haricinde iki tür gözlenmektedir, As, Fe içeren ve sadece demir içeren. Sadece Fe içeren örnekler tamamen korrozyona uğramış demir parçalarıdır. Bunların haricinde yedi buluntunun çok korrozyona uğramış olması ve metal kısmının tam elde edilememesi dolayısı ile ancak kısmen analizleri yapılabildi (Çizelge : 6).

SONUÇLAR

Tülintepe'de bol miktarda metal buluntunun yanında pota artığı ve curuflara rastlanması, bu yerleşim yerinde metal teknolojisinde söz sahibi bir yer olduğunu göstermektedir. Pota artıkları analizinden arsenikli tunç teknolojisinin iyi bilindiği anlaşılmaktadır. Sn ve Pb li alaşımın azlığı, bu teknolojinin pek bilinmediğini veya endüstrisinin bu dönemlerde önemini kaybettiğini göstermektedir. Ayrıca kurşun filizlerine rastlanması da bu metal teknolojisinin de bilindiğini göstermektedir. Muhtemelen kurşun filizi az miktarda bakır üretiminde kullanılmaktaydı. Buluntuların tarihlendirilmesiyle Tülintepe'deki metal endüstrisinin gösterdiği gelişim açıklanabilecektir. İz element içeriklerinden yararlanılarak kaynak analizine gidilecektir.

TEŞEKKÜR

Örneklerin müzeden alınmasına izin veren Kültür ve Turizm Bakanlığı Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğü'ne, bilhassa sayın Genel Müdür Dr. Nurettin Yardımcı ve Kazı Başkanı Prof. Dr. Ufuk Esin'e bu çalışmanın yapılmasını sağladıkları için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Esin, U., (1980) «Tepecik, Tülintepe, Dağirmentepe Kazıları» TÜBİTAK Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı (I) Bildirileri, TÜBİTAK Yayınları No: 591, Ankara, S. 68 - 112.
2. Özbal, H., (1982) «Tepecik ve Tülintepe metal, filiz ve curuf analizleri sonuçları» TÜBİTAK Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı (III) Bildirileri, TÜBİTAK Yayınları No: 566, Ankara, S. 203 - 217.
3. Esin, U., (1985) «Tepecik ve Tülintepe'ye ait Bazı Metal ve Curuf Analizleri» VIII. Kazı, Araştırma ve Arkeometri Toplantısı 26 - 30 Mayıs 1985, II. Arkeometri Toplantısı Bildirileri, 69 - 79.
4. Kuş, Ş., Çukur, A., (1987) «Bakır Buluntularda İz Element Dağılımı» IX. Kazı Araştırma ve Arkeometri Toplantısı, 6 - 10 Nisan 1987, Ankara.

Çizelge 1: Pota Artığı Analiz Sonuçları

Örnek No	Tanımı	Cu %	As %	Pb ppm	Sn ppm	Sb ppm	Zn ppm	Ni ppm	Co ppm	Mn ppm	Fe %	Cr ppm	Cd ppm
1	T,69-476	15,2	<95,3	<23,8	<285,8	74,8	65,9	38,6	155,1	495,4	41,40	68,1	15,1
2	T,71-482	8,99	<118,3	<29,6	<354,8	305,0	93,3	207,4	104,4	276,8	35,94	<29,6	15,1
3	T,69-1258	46,08	<85,1	773,1	<255,2	10,11	40,9	501,1	841,1	<1,6	30,89	29,8	<0,6
4	T,69-516	3,27	<90,3	<23,3	<270,7	<15,5	3,8	234,7	133,3	38,8	44,09	<22,3	8,1
5	T,71-138	5,90	<85,9	<21,7	<260,9	47,2	28,0	91,9	186,7	40,3	58,39	<21,7	14,1
6	T,71-491	3,07	<82,1	<20,5	<245,2	38,8	46,0	440,6	194,5	0,31	43,48	28,7	11,6
7	T,71-106	4,34	4,61	<13,8	<165,8	124,1	12,8	203,3	118,7	160,8	64,55	<13,8	16,9
8	T,69-276	6,11	7,76	<23,3	<279,5	155,3	14,0	842,8	297,2	149,9	78,07	<23,3	17,4
9	T,71-73	16,64	5,11	<19,2	10,66	<18,3	830,3	10,80	381,4	10,18	55,04	<19,2	<0,7
10	T,70-871	5,19	4,20	<21,0	<251,9	<19,1	36,6	358,0	255,1	9,9	52,0	94,6	26,7
11	T,73-43	20,37	4,57	210,5	<274,0	151,6	555,8	188,5	148,6	508,9	8,11	<22,8	0,9
12	T,69-599	2,16	9,43	801,7	<283	507,8	42,2	793,9	160,4	<1,2	81,90	<23,6	<0,6
13	T,73-58	24,69	2,69	753,4	<193,7	8,7	307,4	20,2	393,3	47,5	10,13	13,2	<0,7
14	T,71-492	11,23	4,53	<27,2	<326,3	19,2	14,4	975,8	265,9	<0,9	47,87	<27,2	17,4
15	T,69-592	6,12	6,67	<33,3	<400,0	129,6	37,6	357,6	355,7	10,15	72,79	40,3	48,9
16	T,71-250	31,72	8,30	323,9	0,9	18,8	340,6	476,9	758,2	212,1	7,25	55,7	<0,9
17	T,71-475	6,89	3,36	<20,2	<242,2	241,3	33,7	424,5	215,4	124,4	44,80	<20,2	15,1
18	T,71-470	2,19	4,35	80,9	<291,4	94,3	<1,0	260,7	208,6	217,0	73,32	<24,3	28,2
19	T,71-487	11,06	6,83	<18,6	<223,6	<15,4	50,3	106,2	143,5	617,7	46,04	<18,6	12,3
20	T,71-771	1,11	8,43	<25,3	<309,8	77,1	121,1	53,7	104,2	193,9	46,41	<25,3	9,8
21	T,73-291	19,29	<55,0	126,8	<165,1	10,11	11,2	10,44	4,5	<1,8	<1,1	<13,8	<0,6

Çizelge 2. Bakır Buluntu Analiz Sonuçları

Örnek No	Tanıtıcı	Cu %	As %	Pb ppm	Sn ppm	Sb ppm	Zn ppm	Ni ppm	Co ppm	Mn ppm	Fe %	Cr ppm	Cd ppm
1	T.69-109	63,73	<74,1	11,35	<222,2	73,0	10,30	440,2	<17,0	2,0	0,80	43,9	274,7
2	T.71-532	84,97	<83,8	904,6	<250,0	323,6	12,0	364,8	563,5	<1,2	0,04	61,7	<0,6
3	T.70-870	86,28	<93,4	108,0	10,99	163,5	55,4	10,48	110,2	11,8	1,60	123,5	14,0
4	T.69-1405	76,93	<77,9	10,20	<233,6	487,2	<0,7	792,3	<4,5	<1,8	0,07	<23,3	<0,9
5	T.74-90	86,28	<77,6	<1,2	<232,9	10,36	<0,7	10,80	<4,4	<1,8	<1,6	<19,4	<0,7
6	T.70-1179	65,81	<57,4	10,30	<172,1	167,8	<0,7	10,14	<4,6	<1,9	<0,12	31,3	<0,9
7	T.70-1096	86,49	<142,9	10,16	<428,6	10,11	48,4	10,14	<3,0	0,40	2,18	50,0	<0,8
8	TL.71-252	45,59	<62,2	473,6	<186,6	254,3	64,7	239,5	<2,4	45,6	0,08	21,8	<0,7
9	T.69-1037	56,60	<88,8	10,15	<266,4	78,8	37,3	987,9	<2,7	<1,1	0,44	52,6	<0,6
10	T.70-869	65,44	<115,3	130,0	10,2	26,1	8,3	137,2	<3,3	<1,3	0,07	68,3	<0,9
11	T.69-1455	46,48	<91,2	989,5	<273,5	436,9	31,6	472,8	<2,8	41,1	0,33	23,2	<0,7
12	T.70-157	97,30	<184,8	<46,2	11,2	381,9	<0,8	10,22	<3,0	<1,2	0,07	<46,2	<0,7
13	T.69-1407	93,32	<53,2	10,15	<159,7	381,9	15,8	141,1	<4,8	<1,9	0,08	18,6	<0,8
14	T.69-891	84,19	<130,6	10,11	<392,0	10,10	6,2	473,1	<4,1	<1,6	0,19	<32,7	<0,8
15	T.69-911	97,56	<109,3	10,19	<328,0	<11,4	23,5	10,21	413,9	<1,1	0,12	<27,3	<0,7
16	T.69-1027	40,60	<53,1	10,36	10,21	<12,2	59,0	215,0	<3,1	59,6	0,81	80,4	<0,9
17	T.70-445	64,50	<81,0	10,17	<243,1	<13,6	341,9	68,2	<3,4	<1,4	0,57	<20,3	<0,6
18	T.70-1005	71,83	<77,7	10,17	10,11	<14,0	565,8	58,9	<3,5	66,0	0,36	<19,4	7,8
19	T.69-1399	85,68	<92,1	266,7	<276,4	414,6	31,0	656,9	<4,8	<1,9	0,10	<23,6	<0,8
20	T.70-1082	64,00	<76,1	444,5	<228,2	195,1	105,2	613,2	299,4	<1,4	1,43	<19,0	<0,7
21	T.70-351	79,96	<279,7	644,8	<839,2	127,0	<0,4	927,4	267,8	<1,0	0,18	<69,9	<0,7
22	T.73-39	51,96	<56,2	<14,0	<168,7	<10,4	360,1	107,2	505,8	<1,0	9,73	36,1	<0,6
23	T.70-1217	62,01	<54,1	10,13	<162,2	<11,1	36,8	465,8	51,8	5,0	0,20	<13,5	<0,9
24	T.69-1072	69,04	<61,9	544,3	<185,7	<8,1	61,7	244,6	<2,0	<0,8	1,28	<15,5	<0,8
25	T.71-440	98,10	<99,3	53,4	<279,9	201,1	10,9	6,5	<4,0	<1,6	0,02	<24,8	<0,7
26	T.70-964	57,80	<60,5	816,7	<194,8	<21,1	<0,8	40,7	<5,2	<2,1	0,02	<16,2	<0,9
27	T.70-839	65,34	<47,7	349,0	<143,1	29,7	41,1	21,4	<2,0	<0,8	0,01	<11,9	<1,0

Not: < olan değerler ppm dir.

Çizelge 3. Tölüntep ve Taperik Tunç Analiz Sonuçları

örnek Tanımlı No		Cu %	As %	Pb ppm	Sn ppm	Sb ppm	Zn ppm	Ni ppm	Co ppm	Mn ppm	Fe %	Cr ppm	Cd ppm
1	T.69-879	59,54	10,4	10,15	10,09	429,5	65,9	38,5	<5,0	13,2	0,07	68,1	15,1
2	T.69-1426	93,29	3,8	10,23	<275,7	10,5	7,5	698,9	<3,5	<1,4	0,47	<22,9	<0,7
3	T.73-65	92,31	4,2	<13,9	<167,1	19,8	36,8	10,30	90,7	<1,8	0,27	<13,9	<0,9
4	T.73-7	56,23	1,96	187,7	<176,5	284,1	569,1	101,3	<3,3	90,5	0,12	69,1	6,7
5	T.71-439	26,41	8,76	<43,8	<525,9	189,2	25,5	10,13	<3,8	<1,5	0,23	<43,8	<0,8
6	T.70-488	45,94	3,10	10,12	10,08	<18,5	26,9	630,1	70,8	30,5	0,11	<18,5	<0,9
7	T.70-1388	82,77	10,82	10,27	<549,4	922,9	18,9	880,4	<3,8	<1,4	0,25	<54,1	<0,8
8	T.74-146	57,10	3,89	202,5	<233,6	<11,5	205,7	132,2	<2,9	2,0	0,13	<19,6	<0,6
9	T.71-488	91,12	8,67	267,4	<260,0	986,7	147,5	150,6	<3,5	<1,4	71,5ppm	<21,7	<0,6
10	T.69-1250	31,64	2,26	691,1	10,09	359,4	25,5	379,9	<3,1	70,2	0,26	<11,3	<0,6
11	T.69-55	55,10	4,40	<14,7	<175,8	10,32	5,4	505,1	<4,2	<1,7	<1,2	<14,7	<0,8
12	T.71-107	96,00	7,69	<46,2	<554,0	377,4	35,2	10,99	10,20	<1,8	0,92	<46,2	<0,9
13	T.69-878	91,86	5,84	<19,5	<233,7	<17,8	52,5	10,46	10,26	<1,8	0,16	<19,5	<0,8
14	T.69-241	92,82	6,71	10,11	452,5	<20,0	1,5	10,10	<5,0	<2,0	0,12	<20,1	<1,0
15	T.69-992	86,71	4,36	444,7	182,8	11,78	<0,7	703,0	<4,4	<1,8	166ppm	<13,1	<0,9
16	T.70-1301	96,70	4,87	10,10	<194,7	563,0	4,2	610,0	<4,6	<1,9	<1,3	<16,2	<0,9
17	T.71-619	64,41	6,35	139,2	<207,8	735,1	15,6	10,21	421,9	12,9	0,14	37,7	<0,6
18	T.69-1071	59,29	2,70	10,13	<242,7	13,7	2,9	174,5	<3,2	<1,3	<1,6	<20,2	<0,6
19	T.71-489	85,41	19,16	319,0	<1149,4	208,3	<0,6	814,3	<4,1	2,8	398,5ppm	<95,8	<0,8
20	T.70-1288	86,50	4,84	109,3	0,16	57,7	1,5	10,49	<5,0	<2,0	490,3ppm	<24,2	<0,6
21	T.70-1038	93,09	6,95	455,9	<313,0	49,5	<0,5	10,15	<3,3	<1,3	<2,1	<26,1	<0,7
22	T.71-473	76,85	6,77	10,11	<268,0	<17,7	<0,7	162,4	<4,4	<1,8	720,6ppm	<22,3	<0,9
23	T.70-1149	69,46	5,30	156,0	<272,5	<9,6	297,9	40,5	<2,3	<0,9	0,19	<22,4	<1,0
24	T.70-1218	94,57	1,61	966,6	<193,5	<12,7	32,1	112,1	66,5	<1,3	1,22	<16,1	<0,9
25	T.71-474	51,41	3,67	10,21	<220,0	<8,2	13,1	339,6	<4,0	12,8	0,10	<18,3	<0,7
26	T.71-534	72,89	3,63	10,21	0,36	78,0	7,2	208,6	<5,2	<2,1	722,8ppm	<27,2	<0,7
27	T.69-1492	61,00	<56,3	10,35	1,31	10,35	165,4	10,15	225,7	125,3	13,68	<14,1	<0,8
28	T.71-251	63,10	<66,0	463,5	3,59	27,2	3,9	10,9	68,0	<1,4	220,1ppm	<16,5	<0,9
29	T.69-989	93,49	<58,7	10,23	1,13	101,3	50,1	579,5	130,5	<1,4	0,20	<14,1	<0,9
30	T.71-489	7,81	<70,2	121,65	<210,7	10,39	<0,7	71,4	<4,6	<1,9	108,5ppm	<17,6	<0,8

Not: < olan değerler ppm dir.

Çizelge 4. Kurşun Filizi ız Element Analiz Sonuçları

örnek No	Tanımı	Sb ppm	Zn ppm	Ni ppm	Co ppm	Mn ppm	Cd ppm
1	T,69-5	879,1	2,50	259,2	-	-	
2	TL,72-?	<12,5	<0,5	52,8	-	7,4	31,6
3	T,69-1497	80,11	<0,9	80,18	<6,0	<0,9	<0,7
4	T,71-108	133,7	24,7	502,2	-	18,1	16,5
5	T,73-?	264,1	17,2	18,3	-	<1,2	43,0

Çizelge 5. Tülintepe Curufları Analiz Sonuçları

Örnek No	Tanımı	Cu %	As %	Pb ppm	Sn ppm	Sb ppm	Zn ppm	Ni ppm	Co ppm	Mn ppm	Fe %	Cr ppm	Cd ppm
1	TL 72-491	0,5	-	-	658,8	-	157,9	168,5	62,1	354,8	2,14	343,7	16,8
2	T.73-15B	9,67	2,33	-	800,0	-	585,5	84,5	85,9	139,7	18,41	421,2	19,6
3	T.69-734	2,83	-	303,2	10,25	-	550,5	53,9	10,14	259,2	21,30	188,5	17,9
4	T.74-72	0,30	4,67	-	658,8	-	70,0	390,1	127,6	628,9	5,0	10,12	19,6
5	T.69-53	2,62	8,00	10,31	10,14	500,5	930,9	130,3	148,4	727,3	15,85	729,0	36,5
6	TL 72-278	0,23	-	-	-	-	75,0	61,0	44,2	519,3	2,44	304,9	15,2
7	TL 72-m	0,21	-	-	10,16	-	96,0	237,3	91,8	621,9	5,34	10,12	16,9
8	T.73-15A	4,94	-	-	116,6	57,1	147,5	100,0	77,0	129,9	0,37	408,3	20,2
9	TL 72-244	0,03	5,00	255,3	658,8	-	112,5	145,6	76,9	397,0	2,42	460,0	16,8
10	TL 72-491	0,05	2,70	231,2	344,3	-	91,6	100,0	68,0	544,6	1,40	434,0	14,0
11	TL 72-51K	0,05	2,00	267,2	571,9	-	51,8	153,2	56,1	420,9	2,51	537,6	14,0
12	TL 72-242	0,05	4,33	-	10,11	39,3	32,1	76,8	79,9	346,4	2,99	679,8	16,8
13	TL 71-14M	0,07	-	-	658,8	-	7,6	237,3	97,8	551,6	4,70	925,5	19,6
14	TL 72-K	0,07	-	267,2	10,16	74,8	203,9	84,5	62,1	-	1,90	679,8	16,9
15	TL 72-243	0,03	-	-	116,6	-	46,9	267,9	53,1	-	3,20	460,0	11,8

Çizelge 6. Aşırı Korrozyona Uğramış Buluntuların Analiz Sonuçları

örnek No	Tanımı	Cu %	As %	Pb ppm	Sn ppm	Sb ppm	Zn ppm	Ni ppm	Co ppm	Mn ppm	Fe ppm	Cr ppm	Cd ppm
1	T,72-10	-	<46,0	-	-	282,8	23,5	<2,8	-	1,6	-	-	<0,6
2	T,71-484	-	-	-	-	-	15,1	100,9	-	26,6	-	-	<0,7
3	T,71-471	-	-	-	-	10,14	16,3	755,0	-	7,4	-	-	<0,8
4	T,69-11	-	-	-	-	<9,2	2,2	360,7	-	<0,9	-	-	<0,9
5	T,70-1227	-	-	-	-	<20,3	23,2	10,29	-	<2,0	-	-	<1,0
6	T,71-495	-	-	-	-	648,2	<0,3	-	<2,7	-	-	-	<0,7
7	T,71-464	-	-	-	-	<11,0	8,6	63,1	-	<1,1	-	-	<0,6

BAKIR BULUNTULARDA İZ ELEMENT DAĞILIMI

Şeref KUNÇ*
Alaaddin ÇUKUR

GİRİŞ

Kimyasal bileşimden yararlanarak arkeolojik buluntuların üretim teknolojisi ve kaynağı belirlenme konusunda oldukça yoğun çalışma yapılmaktadır^{1,6}. Fakat yeterli veri olmaması nedeniyle bu konuda henüz belirgin sonuçlar alınamamıştır.

Ergani yöresi çok eskiden beri Anadolu madenciliğinde önemli kaynak oluşturmıştır. Bu bölgedeki ana yatak 11 milyon ton reserve sahiptir⁷ ve filiz Kalkopirittir (FeS-CuFeS_2)⁸. Eski maden ocakları tahrip edildiğinden başka filizlerin işletildiği hakkında bilgi edinilememesine rağmen, doğal bakırın bulunduğu bilinmektedir⁹. Anadolu'da en eski bakır buluntusunun ele geçirildiği Çayönü höyüğüne, Ergani oldukça yakındır ve bu buluntuların doğal bakırdan yapıldığı saptanmıştır¹⁰. Fakat kimyasal analizleri henüz tamamlanmamıştır.

Halen ülkemizin bakır ihtiyacının önemli bir bölümü bu bölgeden sağlanmaktadır ve yılda 10.000 ton kapasiteli bakır izabe fabrikası faal olarak çalışmaktadır. % 1.5 Cu içeren filiz flotasyonla % 16-18 Cu'a zenginleştirilmekte ve yüksek sıcaklıkta kavrularak $\text{Cu}_2\text{S-FeS}$ den Cu'ca zengin mat elde edilmekte ve filizde bulunan diğer safsızlıklar mat curufu olarak ayrılmaktadır. Mat curufu 1100-1300°C da oluşur ve genellikle siyah renktedir¹¹ ve fayalit içerir. Mat konverter fırınlarına alınarak oksijen ile tepkimeye sokulur. Cu_2S ten Cu elde edilir ve FeS de oksitlenerek SiO_2 ile silikatlara (fayalit) dönüşür ve curufa geçer. Küktürt ise SO_2 gazı şeklinde ortamı terk eder. Burada elde edilen bakıra bilister bakır ismi verilir ve % 96 oranında Cu içerir. Safsızlık olarak da Ni, Co, Fe, Se, Sb, As, Zn ve Pb içerir¹¹. Curufta ise % 45-50 oranında Fe_2O_3 ve % 22-30 oranında SiO_2 bulunur.

Bilister bakır doğrudan kullanılacak kadar saf değildir. Bu bakırın son bir tasfiyeden geçirilmesi gerekir. Tasfiye yüksek sıcaklıktaki fırınlarda veya elektrokimyasal yolla yapılmaktadır.

(*) Prof. Dr. Şeref KUNÇ, Fırat Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fakültesi, ELAZIĞ, Yard. Doç. Dr. Alaaddin ÇUKUR, Fırat Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fakültesi, ELAZIĞ.

Yüksek sıcaklık tasfiyesinde, eritilen bakıra basınçlı hava üfleyerek yabancı maddelerin oksidasyonu, kuvars ilavesiyle de yabancı maddelerin curuflaşarak fırından alınması sağlanır. Bu arada bakır kısmen Cu_2O şekline dönüştüğünden bunun indirgenmesi gerekir. Bu işlem için fırına yaş odun sokulur. Yaş odun sıvı metali karıştırmak ve Cu_2O 'u Cu'a indirgemek için kullanılmaktadır. Yaş odun olarak en çok kavak ağacı tercih edilmektedir. Bu yöntemle % 99 saflıkta Cu elde edilebilmekte ve eser olarak Ag, Au, As, Sb, Pb, Ni, Co, Fe, Se, Te ve Bi elementleri bulunmaktadır. Burada elde edilen curufun demir oranının reverber ve konverter curuflarına göre çok daha az demir içermesi beklenir.

Yukarda özetlenen günümüzdeki bakır metali elde etme yöntemi şüphesiz çok eskiden beri bilinmektedir. En büyük fark, eski sistemlerin daha küçük çaplı işletmeler şeklinde olması ve yüksek sıcaklık elde etmek için odun kömürünün kullanılmasıdır.

Çalışmamızda Ergani bakır işletmelerinden alınan her bir kademe deki ürünlerin kimyasal analizleri yapılarak, Değirmentepe, Tülintepe, İmikuşığı ve Urartu mezarı bakır buluntuları eser elementleri karşılaştırıldı.

MATERYAL ve YÖNTEM

Örneklerin Alınması: Ergani bakır işletmelerinin ana kademelerinden altı ayrı örnek, örnek alma kurallarına uygun olarak, 1 — öğütülmüş filiz, 2 — son konsantre, 3 — reverber curufu, 4 — konverter curufu, 5 — mat ve 6 — bilister bakır olmak üzere plastik torbalarla alındı.

Reaktifler: Çalışmamızda aşağıda özellikleri verilen kimyasal maddeler uygun miktarlarda kullanıldı.

- 1 — HNO_3 : derişik ($d = 1.43$ g/ml, % 69 luk Merck)
- 2 — H_2SO_4 : derişik ($d = 1.84$ g/ml, % 95-98 lik Merck)
- 3 — Na_2CO_3 : analitik saflıkta (Merck)
- 4 — $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: Analitik saflıkta madde kullanılarak yaklaşık 25 g/L hazırlanıp primer standard $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ile ayarlandı.

Stok çözeltiler: Zn, Ni, Pb, Sa, Cr, Co, Sn, Cd, Sb ve Mn metallerinden 1,0000 gr alınarak uygun asitlerde (As_2O_3 için baz) çözülüp saf su ile 1000 mL'ye seyreltilmesiyle hazırlandı.

Herbir elementin standard çözeltileri stok çözeltilerinden analizin yapılacağı sırada günlük hazırlandı.

Aletler : Çalışmamızda Hereaus marka fırın, Perkin-Elmer model 370 AAS cihazı kullanıldı.

Örneklerin Çözülmesi : Alınan örnekler havanda ince toz haline getirildikten sonra 110°C de 1 saat kurutulup desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra herbirinden 0,5000 gr tartılarak derişik 1 : 3 HNO₃ : H₂SO₄ karışımının 10 ml siyle bir beherde magnetik karıştırıcı ile karıştırılarak örnek çözülünceye kadar kaynatıldı. Gerekğinde asit karışımının biraz fazlası ilave edildi. Bu karışım da çözünmeyen kalıntılar (iki curuf) süzülüp Na₂CO₃ eritiş i ile çözülerek ana çözeltiye ilave edildi. Bütün örnek çözeltileri saf su ile 100 ml'ye seyreltildi.

Analizlerin Yapılması : örneklerdeki Fe ve Cu miktarları yaş metotla tayin edildi. Bunun için 100 mL lik ana çözeltiden 20 şer mL alınıp demir NH₃/NH₄ tamponunda hidroksit halinde çöktürülerek ayrıldıktan sonra HCl de çözülüp Zimmermann metoduna göre tayin edildi. Bu tayinlerin herbiri üçer defa tekrar edildi. Öteki elementlerin tayini (Blister bakırda Fe dahil) AAS de yapıldı. Örnek çözeltileri doğrudan aleve püskürtülerek atomlaşma sağlandı.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ergani bakır işletmelerinden alınan filiz, flotasyon sonrası filizi, mat, reverber curufu, konverter curufu ve blister bakırdaki analiz sonuçları Çizelge : 1'de verilmektedir. Cevher bakır içeriğ i % 16 yı geçtikten sonra mat elde etmek için kullanılabilir. Çağımızda kullanılan flotasyon yöntemi ile % 0,5'e kadar Cu içeren cevherler işlenebilmektedir. Ergani bakır işletmesi oldukça eski bir kuruluş ve teknolojisi de eski olduğ u için reverber ve konverter curufunda oldukça fazla Cu bulunmaktadır. Bu curuflarda Fe, % 43 den fazla olmaktadır.

Ergani Cu filizlerinde bulunan iz miktardaki Sn, Sb, As, Pb, Cd, Zn ve Mn elementleri reverber ve konverter curuflarıyla birlikte ayrılmakta ve son ürün blister bakırına çok az miktarda geçmektedir. Bu bölge filizlerinin karakteristik özelliğ i % 0,1 oranında Co içermesidir. Bu elementte curuflara geçmekte ve çok az miktarı da bakır metaline geçmektedir. Aynı şekilde Zn da curufla ayrılmaktadır. Ni ve Cr'un ise hem curufta hem de blister bakırda bulunması bu iki metalin izleyici olabileceğini göstermektedir. İz miktarda Fe de son ürün olan blister bakırda bulunmaktadır.

Tüm Urartu eserlerinde (Çizelge : 2) Cr analiz yöntemi gözlenebilme sınırının altında bulunması (miktarın çok çok az olması) kaynağının Ergani havzası olmadığını bariz bir şekilde göstermektedir. Ni miktarı da

bir çoğunda oldukça küçüktür. Bu eserlerde Pb, Sn ve Zn metalleri oldukça fazla miktarda bulunmaktadır.

İmikuşağı buluntularının çoğunda Ni ve Cr iz miktarda bulunmaktadır (Çizelge : 3). Sadece bu eserlerde Pb miktarı kısmen yüksek bulundu. Ergani sonuçlarına oldukça uygunluk göstermektedir. Bir As'li, bir kurşunlu ve bir As+Pb'li ve üç tane de Sn'li tunç bulundu. Bakır buluntular arasında % 99 saflıkta olanlara rastlanması bakır üretim teknolojisinin oldukça geliştiğini göstermektedir.

Tülintepe buluntularında, bazılarında Cr gözlenmesine karşı miktarı Ergani sonuçlarından oldukça azdır. Nikel miktarı ise Ergani ile uyum göstermektedir. Bu eserlerin çoğunda da Pb miktarı fazladır. Buluntular arasında kurşun filizlerinin de bulunması, Tülintepe metalurjistlerince bu elementin bilindiği ve muhtemelen bakır izabesinde az da olsa kullanıldığını gösterir¹². İmikuşağı buluntularında da aynı özellik görülmektedir.

Tülintepe curuf veya benzeri eserlerin hepsinde Cr'a raslanılmaktadır. Sn, Zn, Ni, Cr, Co da curuflarda gözlenildi¹². Tülintepe curuf buluntularında da demir % si oldukça küçüktür.

Değirmen-tepe buluntuları arasındaki curuf örneklerinin demir içerikleri de (Çizelge : 4) oldukça küçüktür. Daha önce analizleri yapılan Değirmen-tepe curufları Fe içerikleri^{13, 14} ile uyum göstermektedir. Bu curufların mat veya konverter curufu olmaları mümkün değildir. Büyük bir ihtimalle son saflaştırma işleminde elde edilen curuflardır.

SONUÇ

Yukarı Fırat havzası binlerce yıldan beri önemli bir bakır sanayi bölgesidir. Tülintepe, İmikuşağı, Değirmen-tepe buluntuları iz element içerikleri açısından benzerlik göstermektedir. Bilhassa curuf Cr, Ni, Zn, Sn, Co ve Pb iz element içerikleri aynı bölgenin filizlerinin kullanıldığı ihtimalini arttırmaktadır.

Curuf demir % sinin % 10 dan az olması bu yerleşim bölgelerinde filizin işlenmediğini fakat son saflaştırma işleminin ve alaşım üretiminin yapıldığını göstermektedir. Muhtemelen mat veya blister bakır üretimi cevherlerin bulunduğu yerde yapılmakta ve işlemek için Tülintepe ve Değirmen-tepe'ye getirilmekteydi. Yukarı Fırat havzasında büyük miktarlarda reverber veya mat curuflarına maden galerileri yakınlarında rastlanılmıştır⁸.

KAYNAKLAR

1. Hedges, R. E. M. (1979) «Archaeological Evidence from Chemical Analysis» International Laboratory, May/June, 111 - 119.
2. Esin, U. (1969) «Kuantitatif Spektral Analiz Yardımıyla Anadolu Başlangıcından Asur Koloniler Çağına Kadar Bakır ve Tunç Madenciliği» Taş Matbaası İstanbul.
3. Gale, N. H. (1981) «Mediterranean Obsidian Source Characterization by Strontium Isotope Analysis» Archeometry, 23, 41 - 51.
4. Kunç, Ş. (1981) «AAS ile Arkeolojik Metal Eserlerin Kimyasal Analizi» TUBİTAK Arkeometri Ünitesi Bilimsel Bildirileri II, 113 - 134.
5. Yeğenil, Z., Göksu, Y. (1983) «Obsidiyen Gruplandırma Çalışmaları» TUBİTAK Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Tebliğleri IV, 211 - 218.
6. Özal, H. (1983) «İkiztepe Metal Bulgu Analizleri» TUBİTAK Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Tebliğleri IV, 117 - 132.
7. Türkiye Maden Envanteri, MTA Yayınları No : 179 Ankara 1986.
8. Tylecite, R. F. (1970) «Early Metalurgy In The Near East», Metals and Materials, 4, 285 - 293.
9. Kunç, Ş., Gül, Ş. (1983) «Türkiye Eski Maden Yatakları ve Doğal Bakır Eser Element Analizleri» TUBİTAK Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri III. TUBİTAK Yayınları No. 566 TBAK Seri No. 35 Ankara, TUBİTAK, S. 85 - 102.
10. Çambel, H. Kişisel Görüşme.
11. Cankut, S. (1973) «Bakır» Rabak, İstanbul.
12. Kunç, Ş., Çukur, A. «Tülintepe Buluntularının Eser Element Analizleri» IX. Kazı Araştırma ve Arkeometri Toplantısı 6 - 10 Nisan 1987 Ankara.
13. Kunç, Ş., Eker, A., Kapur, S., Gündoğdu, N. (1983) «Değirmen-tepe Buluntu Analizleri» TUBİTAK Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri IV, 133 - 140.
14. Kunç, Ş., Eker, A., Kapur, S., Çavuşoğlu, V. «Değirmen-tepe Curuf Analizleri III» VIII. Kazı Araştırma ve Arkeometri Toplantısı Bildirileri 26 - 30 Mayıs 1986, Ankara.

Çizelge (1- Ergani Bakır işletmesi Ara ve Yan Ürünler ile
Üründe iz element Analiz Sonuçları

Örnek	Cu	Fe	Sn	Sb	As	Pb	Co	Ni	Cr	Cd	Zn	Mn
Adı	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	%	ppm
Filiz	1,3	13,2	<240	160	<160	390	0,13	470	680	50	0,18	1160
Son Konsant	16,9	30,1	13,2	160	<160	430	0,14	450	200	70	0,26	160
Mat	17,2	38,9	<240	140	<160	510	0,32	1130	200	70	0,25	10
Rev.Curufu	1,3	43,9	10,2	180	<160	430	0,16	450	410	60	0,25	260
Konv.Curufu	0,6	49,8	<240	320	<160	470	0,31	640	1350	60	0,25	40
Blis.Bakır	97,5	380ppm	<240	<40	<160	<20	<4,0	400	300	<2	1,6 ppm	<3,0

Not: (işaretler ppm cinsindendir,

Çizelge:2-Urartu Mezar Buluntuları Analiz Sonuçları

Örnek No	Tanımı	Cu %	As %	Pb %	Sn %	Zn ppm	Ni ppm	Co ppm	Mn ppm	Fe ppm	Cr ppm	Cd ppm
1	85.1.39	81,73	4,01	0,22	576*	435,2	317,5	70,93	44,48	959,9	<13,4	<1,3
2	85.1.43	74,78	1,53	0,04	0,56	64,4	9,2	<1,8	43,73	640,4	<9,2	<0,9
3	85.1.48	76,38	0,23	0,05	1,78	177,9	<6,1	<2,3	86,08	2827,8	<11,5	<1,2
4	85.1.79	79,47	<59,4	<14,9	0,14	<1,2	32,2	<2,9	<3,0	253,4	<14,9	<1,5
5	85.1.78	79,78	<50,0	<12,5	0,14	<1,0	22,2	<2,5	107,06	195,8	<12,5	<1,2
6	85.1.35	82,24	<48,7	0,06	0,46	34,7	396,4	<2,4	<2,4	1129,8	14,73	<1,4
7	85.1.34/3	78,55	<54,8	0,06	0,34	996,4	<9,3	<2,7	<2,7	178,7	<13,7	<1,4
8	85.1.54	84,76	<166,3	0,60	0,82	3558,2	<8,7	<8,3	<8,3	912,3	<10,9	<1,1
9	85.1.37/1	81,76	2,54	0,05	0,37	69,7	84,5	38,27	40,12	1311,4	<10,9	<4,2
10	85.1.55	81,68	1,53	0,02	1,90	8,3	<1,2	<2,8	34,61	627,0	<14,2	<1,3
11	85.1.49	83,37	<42,9	0,07	0,50	31,9	<6,6	<2,2	<2,1	260,0	<17,0	<1,1
12	85.1.42	82,94	<52,1	0,40	1,21	492,8	319,8	84,72	<2,6	602,9	<13,0	5,6
13	85.1.46	85,80	3,74	0,60	2,45	3410,3	<7,3	<7,5	90,88	981,7	<37,4	<3,7
14	85.1.53	87,96	<138	0,50	0,47	2943,4	<5,7	<4,3	139,75	4508,6	<34,5	<3,5
15	85.1.40	75,37	<55,0	45,84	0,31	117,7	24,3	<3,2	243,67	822,5	11,28	<1,4
16	85.1.85	82,14	<95,5	0,6	0,14	1918,4	<2,6	127,8	88,07	962,1	<23,9	<2,4
17	85.1.50	77,58	5,37	0,5	0,16	1470,8	<3,0	<2,1	50,13	1790,2	<17,9	9,1
18	85.1.45	82,76	<92,8	0,1	0,67	<1,9	180,2	<1,1	<4,6	449,0	<23,2	<2,3
19	85.1.51	80,60	5,09	0,5	623*	1898,8	38,6	<3,2	80,46	3249,5	<21,8	<2,2
20	85.1.83	82,89	<120,6	0,6	0,70	2350,1	<7,0	142,34	111,28	549,5	<30,2	<3,0
21	85.1.47	79,63	3,79	0,09	0,39	222,6	56,2	66,64	<3,8	507,8	15,52	<1,9
22	85.1.44	83,03	<42,0	0,40	0,75	467,5	274,8	71,44	<2,1	697,7	<10,5	<1,1
23	85.1.33	88,14	<100,0	0,4	0,15	401,4	54,4	148,27	79,03	1485,2	<25,1	<2,5
24	85.1.81	82,13	<129,9	0,4	<386,6	<2,6	<5,8	<6,4	<6,4	<4,7	<32,2	<3,2
25	85.1.56	82,19	<107,5	0,05	0,57	<2,1	627,9	<5,4	<5,4	2732,1	<26,9	<2,7
26	85.1.41	76,74	<53,5	0,06	0,48	<1,1	424,9	<2,7	<2,7	1644,6	<13,4	<1,3
27	85.1.52	79,34	5,93	0,04	0,37	620,7	3,8	4,4	4,4	2624,3	<22,2	<2,2
28	85.1.80	48,27	<55,5	<13,9	<166,5	<1,1	<7,3	<2,8	<2,8	153,3	<143,9	<1,4
29	85.1.36/a	80,89	<49,8	0,2	446*	313,0	474,9	88,35	<2,5	341,0	<12,4	<1,2
30	85.1.72	84,28	<56,3	0,01	0,76	<1,1	716,9	99,89	<2,8	554,9	<14,1	<1,4
31	85.1.36/b	86,69	<79,6	0,2	0,68	150,8	<6,9	<4,0	116,4	1013,1	<20,0	<2,0
32	85.1.82	76,15	3,83	0,05	2,93	2009,4	<7,1	<4,6	134,42	3048,5	<23,0	17,23
33	85.1.36/c	82,69	<48,9	0,20	0,31	107,8	702,1	112,0	<2,5	352,9	<12,2	<1,2
34	85.1.18	81,26	5,31	0,04	1,13	<0,9	<2,2	<2,3	<2,3	295,5	<11,4	<1,1
35	85.1.88	78,80	2,58	0,30	216*	<1,2	380,9	<3,1	<3,1	2547,1	<15,5	<1,6
36	85.1.17	90,70	<149,8	0,04	1,64	<3,0	<8,6	<7,5	<7,5	392,1	<37,5	<3,8

Not: < ve % ppm cinsindendir

Çizelge 4, Değirmentepe Buluntuları Analiz Sonuçları

Örnek Tanımlı	Cu	As	Pb	Sn	Sb	Zn	Ni	Co	Mn	Fe	Cr	Cd
No	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm
1 0,86 18H GK	0,04	1,67	<20,0	116,6	21,6	76,9	84,5	77,0	494,4	3,86	20,1	16,3
2 0,86 18F Bt	0,40	2,33	303,2	344,3	<40	71,4	145,6	97,8	<4,0	4,20	20,3	19,1
3 0,86 17E ET	0,03	<80	<20	<120	<40	106,4	69,2	53,1	<4,0	2,15	20,03	16,8
4 0,86 17E3ET	297ppm	<80	351,2	344,3	2,2	57,9	191,4	94,8	453,2	3,77	20,2	16,9
5 0,86 17EV/C	332ppm	0,57	<20	913,4	<40	51,7	138,0	86,9	551,6	3,89	20,3	21,3
6 0,86 18H-t	453,8	<80	<20	458,1	<40	111,9	153,2	106,7	804,7	5,22	20,2	22,4

İKİZTEPE KAZISI BULUNTULARINDAN BAZILARININ RESTORASYON - KONSERVASYONUNDA RADYOGRAFI TEKNİKLERİNİN KULLANIMI

Beril TUĞRUL*
Behçet ERDAL

ÖZET

Bu çalışmada, tahribatsız muayene usullerinden olan «Radyografi» teknikleri, İkiztepe Kazısı buluntusu olan bazı eserler üzerinde uygulanmıştır. Burada amaç, toprak altında kalmış olmaktan ötürü, çevre şartlarından etkilenmiş olan iki kama ve bir topuzlu iğnenin, restorasyon-konservasyon çerçevesinde işleme tabi tutulduğunda, tahrip olup olmayacağının tesbitiydi. Çalışmamız sonucunda, söz konusu iki kamanın, restorasyon-konservasyon işleminden zarar görebileceği, uygulanan X-ışını radyografisi yardımı ile anlaşılmıştır. Burada, X-ışını radyografisi ve nötrografi tekniklerinin uygulanması sonucunda, kamalar ve topuzlu iğne hakkında ileri bilgiler edinilmiştir. Fazla olarak, topuzlu iğnenin, gövde kısmı ile topuzunun birbirine dişli vida tipi bir bağlama ile «hayli» iyi bir şekilde birleştirildiği anlaşılmıştır.

GİRİŞ

İkiztepe Kazısı'ndan çıkarılan ve uzun süre toprak altında kalmış olmaktan ötürü, çevre şartlarından etkilenmiş görünen iki kama ve bir topuzlu iğnenin restorasyon-konservasyonu çerçevesinde işlem görmeye uygun olup olmadığına kesin karar verilmesi istenmekteydi.

Optik-visual muayenede, eserler çevre şartlarından etkilenmiş görünmekle beraber, etkilenme mertebesi hakkında fikir sahibi olmak mümkün olamamaktaydı. Bu nedenle, eserlerin tahribatsız muayene usullerinden olan «Radyografi» yöntemi ile incelenmesi gerekmiştir.

Söz konusu eserlere, radyografi tekniklerinden «X-ışını Radyografisi» ve «Nötrografi» uygulanmış ve bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Burada, çalışmamız için radyografi tekniklerinden X-ışını radyografisi ile

(*) Yard. Doç. Dr. Beril TUĞRUL, İstanbul Teknik Üniversitesi, Nükleer Enerji Enstitüsü, Ayazağa Kampüsü - 80 626, Maslak/İSTANBUL.
Behçet ERDAL, İstanbul Restorasyon ve Konservasyon Merkez Laboratuvarı.

nötrografinin seçilişinin nedeni, bu tekniklerin incelenecek eserlere uygun olmasıdır.

TEKNİKLERİN TANITIMI

Nüfuz edebilen ışın veya elemanter parçacıklarla, madde iç yapısına ilişkin görüntünün elde edildiği «Radyografi» yöntemi, bugün çeşitli amaçlarla, yaygın olarak kullanılan bir tahribatsız muayene usulüdür. Bu yöntem içinde, özellikle incelencek malzemeye bağlı olmak üzere ve parça yapısına göre çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Bu çalışmada, bu tekniklerden ikisi kullanılmıştır. Bunlar; X-ışını radyografisi ve nötrografidir.

X-ışını radyografisi, genelde çok kalın olmayan metal parça ve malzemeler için uygun bir tekniktir^{1,2}. Bu nedenle, üzerinde çalışmayı amaçladığımız eserlere uygun düşmekteydi. Burada, frenleme radyasyonu (Bremsstrahlung) tipi X-ışını üreten bir cihazla ışınlama yapılmış ve curix film üzerine görüntü alınmıştır.

X-ışını radyografisi uygulanırken; arkeolojik eserlerin malzemelerinin, bugün yaygın olarak kullanılan malzemelerden farklılık arzemesi nedeniyle, incelenen eserlerin malzemeleri göz önüne alınarak, endüstriyel radyografi için kullanılan kalite ve kantite «kumanda çifti» modifiye edilerek uygulanmıştır.

Çalışmamızda ikinci uygulanan teknik olan nötrografi, nötronlarla ışınlama sonucu gerçekleştirilen bir radyografi tekniğidir. Nötronların X ve gama ışınlarına göre nüfuziyeti farklılıklar arzeder^{4,5}.

Esas itibariyle; hidrojen, karbon ve kadmiyum gibi elementler ihtiva eden malzemeler, nötrografiye, elektromanyetik radyasyonlarla gerçekleştirilen radyografiye oranla daha uygun olacaktır. Burada, çalışmamız açısından da önemli olan husus; nötrografinin, organik malzemelerin incelenmesinde X ve gama ışınlarına oranla daha farklı ve ileri cevap verecek bir teknik olmasıdır.

Nötrografi, ülkemizdeki iki araştırma reaktöründen biri olan İ.T.Ü. TRIGA-MarkII Eğitim ve Araştırma Reaktörü'nün olanaklarından yararlanılarak uygulanmıştır⁶. Bu amaçla, tanjant ışınlama tüpü kullanılmıştır. Bir başka deyişle, nötrografide termal nötronlardan yararlanılmıştır.

Nötrografi, esas itibariyle üç ayrı tipte uygulanabilmektedir. Çalışmamızda, bunlardan «Transfer Yöntemi» kullanılmıştır. Transfer yönteminde kullanılan ranforsatör ise Dy-164 ve In-115'dir. Işınlamayı taki-

ben, ranforsatör film karşısında 1,5 yarı-ömür bekletilmiştir. Burada da yine curix film kullanılmıştır.

ÇALIŞMALARIN TANITIMI

İkiztepe kazısı buluntusu olan iki kama ve bir topuzlu iğne üzerinde inceleme yapılmıştır. Optik-visual muayenede her üç eser de çevre şartlarından etkilenmiş bir görünüm arzetydi.

Sözkonusu eserlerin restorasyon-konservasyon işleminden geçirilmeleri durumunda, tahrip olma olasılığının mertebesinin araştırılması için bu eserlere radyografi yöntemi uygulanmıştır. Her üç eser üzerinde de hem X-ışını radyografisi ve hem de nötrografi teknikleri ile çalışılmıştır.

İlk olarak incelenen eser, (83/173 Env. No. lu) Resim : 1'de fotoğrafı görülen kınlı kamadır. Kamanın X-ışını ile üst cepheden alınan radyografi Resim : 2'de, yandan alınan radyografi ise Şekil : 3'de görölmektedir.

Resim : 2'deki radyografin incelenmesiyle, kamanın çevre şartlarından «hayli» etkilenmiş olduğu gözlenmektedir. Bozulmamış kısım, içte ve adeta bir aksenel çekirdek oluşturacak biçimde kalmış bulunmaktadır. Resim : 3'deki yandan alınmış radyograf incelendiğinde de bu kanaati kuvvetlendirecek bilgi edinilmektedir.

Radyograflardan yapılan ölçümler, etkilenmenin değişken olduğunu göstermektedir. Kamanın büyük ölçüde kının içinde kalan bölümünde etkilenmenin fazla olduğu gözlenmiştir.

Söz konusu kamanın etkilenme oranının tayini için radyograf üzerinden yapılan ölçümlere göre düzenlenen tablo, Tablo : 1'de görölmektedir. Tablodan yapılan değerlendirmeye, kamanın sapında görülen etkilenmenin, gövdeye oranla «az» olduğu söylenebilir.

Tablo : 1 incelendiğinde, dikkati çeken bir husus; üst cepheden çekilen radyografıta, yandan alınan radyografıa göre etkilenme oranının daha fazla olduğudur. Her iki radyograf birlikte değerlendirildiğinde, kamanın kalın olan orta kısmının, halen de kamanın en sağlam bölgesi olduğu söylenebilir. Böylelikle, üst cepheden çekilen radyografıtan ilk bakışta edinilen kanaat doğrulanmış olmaktadır.

Resim : 4'de söz konusu kamanın nötrografi ile alınan radyografıta görölmektedir. Bu radyografıta, metal nüveden çok, optik-visual muaye-

nede de kının dışında bir miktar gözlenen kumaşın (tahmin edildiği gibi) kının içinde de devam ettiği gözlenmiştir. Radyograf dikkatle incelendiğinde, kamanın sarıldığı kumaşın, sarmal katları seçilebilmektedir.

Tablo : 1
(83/179 Env. No. lu) Kamanın Radyograf Üzerinden Yapılan Ölçümlerle Tayin Edilen Etkilenme Oranları

Radyograf	Ölçüm Yeri	Dış Boyut (mm)	İç Boyut (mm)	Etkilenme Oranı (%)	
Üst Cephe	Gövde	45	19	58	
		52	11	79	
		30	8	74	
		39	13	67	
	Sap	10	5,5	45	
		20	9	55	
		11	7	37	
	Yandan	Gövde	16	10	38
			14	4,5	68
			15	10	33
21			6	72	
22			9	59	
Sap		10	5	50	
		11	5,5	50	
		13	10	23	

İkinci olarak incelenen eser (81/56 Env. No. lu) yine bir kamadır². Söz konusu (iki boğumlu, sapı kıvrık) kamanın fotoğrafı Resim : 5'de görülmektedir. Bu kamanın da X - ışını radyografisi, üst ve yandan olmak üzere iki cepheden alınmıştır. Resim : 6'da üst cepheden ve Resim : 7'de yandan alınan radyograflar görülmektedir.

X - ışını ile alınan radyograflar incelendiğinde, bu kamanın da çevre şartlarından hayli etkilendiği anlaşılmaktadır. Tablo : 2'de söz konusu kamanın radyograf üzerinden alınan ölçümlerle tayin edilen etkilene oranları görülmektedir.

Tablo : 2

(81/56 Env. No. lu) Kamanın Radyograf Üzerinden Yapılan
Ölçümlerle Tayin Edilen Etkilenme Oranları

Radyograf	Ölçüm Yeri	Dış Boyut (mm)	İç Boyut (mm)	Etkilenme Oranı (%)
Üst				
Cepheden	Gövde	32	22	31
		26	17	35
		24	12	50
		36	14	61
	Uç Kısım	25	5	80
Yandan	Gövde	24	18	25
		25	16	36
		16	9	45
		14	7	50
		11	5	55
	Sap	13	9	31
		15	11	27

Burada, daha önce incelenen kamada da olduğu gibi üst cepheden alınan radyografıta, yandan alınana oranla yine daha fazla bir etkilenme gözlenmektedir. Üst ve yandan alınan radyograflar birlikte değerlendirildiğinde, kamanın sağlam kalan kısmının, kamanın diğer kısımlarına oranla, kalın olan iç-orta bölümü olduğu anlaşılmaktadır.

Bu kama, bir önce incelediğimiz kamaya oranla «biraz» daha iyi durumda olmasına karşın (genel durumun tersine) özellikle kamanın uç kısmına doğru etkilenme oranı artmaktadır. Fazla olarak, restorasyon-konservasyon işlemi sırasında kamanın biçimsel karakteristiği olan iki boğumlu görünümünün hemen neredeyse tamamen kaybolabileceği izlenimi edinilmektedir.

Söz konusu kama, nütrografi tekniği ile de incelenmiş ve bu teknikle alınan radyograf Resim : 8'de verilmiştir. Burada, özellikle gövdenin birinci boğumunda, kamanın sarıldığı kumaş daha bariz olarak görülebilmektedir. Bu ise bu kısımda kumaşın daha kalın veya katlı sarıldığı fikrini vermektedir.

İkiztepe Kazısı buluntularından bazılarının üzerinde gerçekleştirdiğimiz radyografi çalışmalarından sonuncusu, bir topuzlu iğne üzerinde gerçek-

lenmiştir. (83/1 Env. No. lu gövde kısmı eğilmiş) bu iğnenin fotoğrafı Resim : 9'da ve X-ışını ile alınan radyografı Resim : 10'da görülmektedir.

İğnenin radyograftan yapılan ilk incelemesiyle, özellikle iğne gövdesinin «hayli» iyi durumda olduğu gözlenmiştir. Radyograf üzerinden yapılan ölçümlerle, topuzlu iğne için tayin edilen etkilenme oranları Tablo : 3'de verilmiştir.

Tablo : 3 incelendiğinde hemen farkedilebileceği gibi, etkilenme oranı, iğnenin topuz kısmında, gövdesine oranla daha fazladır. Ancak, biraz önce incelediğimiz kamalarla mukayese edildiğinde, topuzlu iğne genel olarak «hayli» iyi durumdadır.

Tablo : 3
(83/1 Env. No. lu) Topuzlu İğnenin Radyograf Üzerinden Yapılan Ölçümlerle Tayin Edilen Etkilenme Oranları

Radyograf	Ölçüm Yeri	Dış Boyut (mm)	İç Boyut (mm)	Etkilenme Oranı (%)
Cepheden	Topuz	15	13	14
		12	8	34
		15	11	27
	Topuz			
	Yüksekliği	11	10	9
	Gövde	3,5	3	15
		3	2,5	16

Söz konusu topuzlu iğnenin radyografı ile alınan radyografı Resim : 8'de görülmektedir. Bu radyografıta da etkilenmenin, esas itibariyle iğnenin topuz kısmında olduğu anlaşılmaktadır.

Topuzlu iğnenin restorasyon-konservasyon çalışmasına uygunluğunun tayini amacıyla çekilen (Resim : 10'daki) radyograftan, yukarıda belirtilen değerlendirmelere ilaveten topuzlu iğnenin imal tekniği hakkında bilgi edinilebilmektedir. X-ışını ile çekilen bu radyograf üzerinde, topuz ile iğne gövdesinin birbirine vida sistemi ile bağlanmış olduğu görülmektedir.

Söz konusu radyograftan, vida bağlantısının ve vida dişlerinin muntazam olduğu görülmektedir. Bu radyograf üzerinden alınan ölçümle, vida hatvesinin 1,1 mm olduğu anlaşılmıştır.

Resim : 10'daki radyograftan, topuzlu iğnedeki vidanın (hatveye ilaveten) kimi karakteristikleri tesbit edilebilmiştir. Bu karakteristikler incelendiğinde, söz konusu vida karakteristiklerinin, bugün kullanılan standart vida tiplerinden (Metrik) M6 vidaya «bir miktar» uyduğu görülmektedir. Topuzlu iğnenin vida bağlantısına ilişkin, radyograf üzerinden tesbit edilebilen karakteristikleri Tablo : 4'de biraraya toplanmıştır.

Tablo : 4

(83/1 Env. No. lu) Topuzlu İğnede Radyograftan Görülen Vidanın Tesbit Edilebilen Karakteristikleri

Karakteristik	Topuzlu İğnedeki Vida	M6 Vida
Hatve (h)	1,1 mm	1 mm
Diş Derinliği (t ₁)	0,60 mm	0,65 mm
Diş Dişi Çapı (d ₁)	3,2 mm	4,7 mm
Diş Üstü Çapı (d)	4,4 mm	6 mm
Diş Sayısı	3	
(Radyograftan tesbit edilebilen)		

Tablo : 4'de görüldüğü gibi; M6 vida ile, İkiztepe buluntusu olan topuzlu iğnedeki vida bağlantısı, özellikle diş üstü ve diş dişi çaplarında farklılık göstermektedir. Bir başka deyişle, ince bir mile, bugün uygulanan standartlara oranla büyük diş çekilmiş olmaktadır. Bilindiği gibi, ince diş açmak «bir miktar» daha zorluk arzedeceğinden, durumun böyle olması da zaten beklenen bir husus olsa gerektir.

Burada önemli bir husus; vida bağlantısının gerçekleştirilebilmiş olmasıyla İkiztepe yöresinde, söz konusu dönemde bu tip bağlantı tekniğinin gelişmiş olduğunun görülmesidir. Bilindiği gibi, bu tip bağlantının gerçekleştirilebilmesi için vida dişlerinin belirli toleranslar içinde kalacak şekilde açılması bir zorunluluktur. Bunun için de yardımcı bir araç kullanılmış olmalıdır.

Vurgulanması gereken bir başka husus da; toplu iğne imalatının, günümüzde bile bir teknolojik seviye göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bu açıdan, (Erken Bronz Çağı'na ait) söz konusu buluntuda böylesi bir imal tekniğinin kullanılmış olması «hayli» önemli olsa gerektir.

SONUÇ

İkiztepe buluntusu olan iki kama ve bir topuzlu iğne olmak üzere üç buluntu üzerinde yapılan radyografik çalışmalarla, restorasyon-konservasyon işlemine istenen ışık tutulmuştur. Eserlerin çekilen radyograflarının incelenmesiyle, üzerinde çalışılan iki kamanın toprak altında kalmaktan ötürü, çevre şartlarından «hayli» etkilenmiş oldukları ve görevleri restorasyon-konservasyon işleminde «hayli» tahrip olabilecekleri anlaşılmıştır. Fazla olarak, söz konusu buluntular böyle bir işlemde «büyük ölçüde» biçimsel karakteristiklerini de kaybedecekleri izlenimi edilmiştir.

Topuzlu iğnenin radyografik incelenmesinden, iğnenin kamalara oranla «iyi» durumda olduğu ve restorasyon-konservasyon işlemine daha uygun olduğu anlaşılmıştır. Bundan ayrı olarak, alınan X-ışını radyografisiyle, topuzlu iğnenin imalatında bir vida bağlantısı kullanıldığı görülmüştür. Bunun ise, İkiztepe yerleşim merkezinin uygarlık seviyesi hakkında bilgi verecek nitelikte öneme haiz bir husus olduğu söylenebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde katkısı bulunan; İkiztepe Kazısı Yöneticisi Sayın Doç. Dr. Önder BİLGİ'ye, İstanbul Restorasyon ve Konservasyon Merkez Laboratuvarı Müdürlüğü ile İstanbul Teknik Üniversitesi-Nükleer Enerji Enstitüsü Müdürlüğü'ne ve yardımcı olan personeline teşekkür ederiz.

REFERANSLAR

- (1) McMaster, R. C., «Nondestructive Testing Handbook», Vol. I, The Ronald Press Company, New York, (1963).
- (2) Halmshaw, R., «Industrial Radiology Techniques», The Wykeham Technological Series, London, (1971).
- (3) Bilge, A. N., Tuğrul, B., «Sanayide Uygulamalı Radyografi», Sınai Eğitim ve Geliştirme Merkezi (SEGEM) Müdürlüğü, İstanbul, (Haziran 1988).
- (4) Hasdt, von Der P., Röttger, H., «Neutron Radiography Handbook», D. Reidel Publishing Company, (1981).
- (5) Bilge, A. N., Tuğrul, B., Sungur, F., «Sanayide Radyografi Uygulamaları», Nükleer Enerji ve Sanayi İşbirliği Sempozyumu, İstanbul, (15-17 Ekim 1986).
- (6) Yavuz, H., Bayülken, A., Can, B., Tuğrul, B., «İ. T. Ü. TRIGA Mark-II Eğitim ve Araştırma Reaktörü», I. Ulusal Nükleer Bilimler Kongresi, İzmir, (20-24 Mayıs 1980).
- (7) Bilgi, Ö., «Beiträge Zur Allgemeinen Und Vergleichenden Archäologie», Kommission Für Allgemeine Und Vergleichende Archäologie Des Deutschen Archäologischen Instituts Bonn, Band 6, Sonderdruck, (1984).



Resim : 1 — (83/173 Env. No. lu)
Kamanın fotoğrafı



Resim : 2 — (83/173 Env. No. lu)
Kamanın X -ışın ile üst cepheden
alınan radyografı



Resim : 3 — (83/173 Env. No. 1u)
Kamanın X-ışını ile yandan alınan
radyografı



Resim : 4 — (83/173 Env. No. 1u) Kamanın
nötrografi ile alınan radyografı



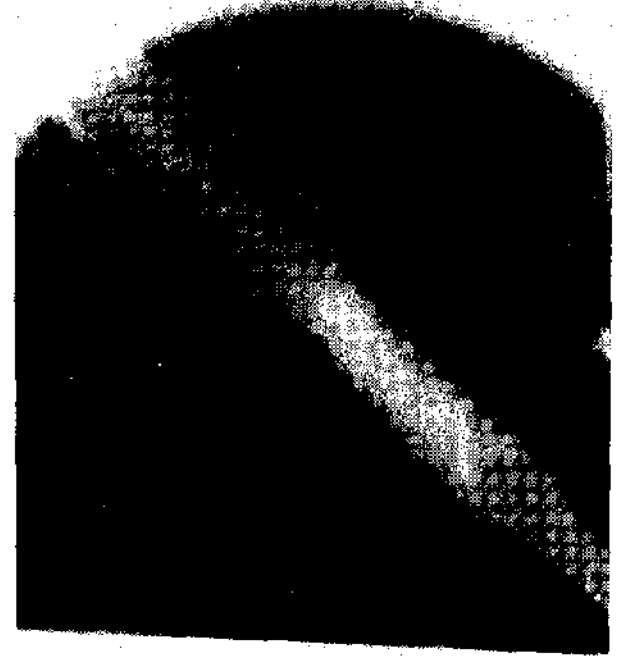
Resim : 6 — (81/56 Env. No. lu) Kamanın X-ışını
ile üst cepheden alınan radyografi



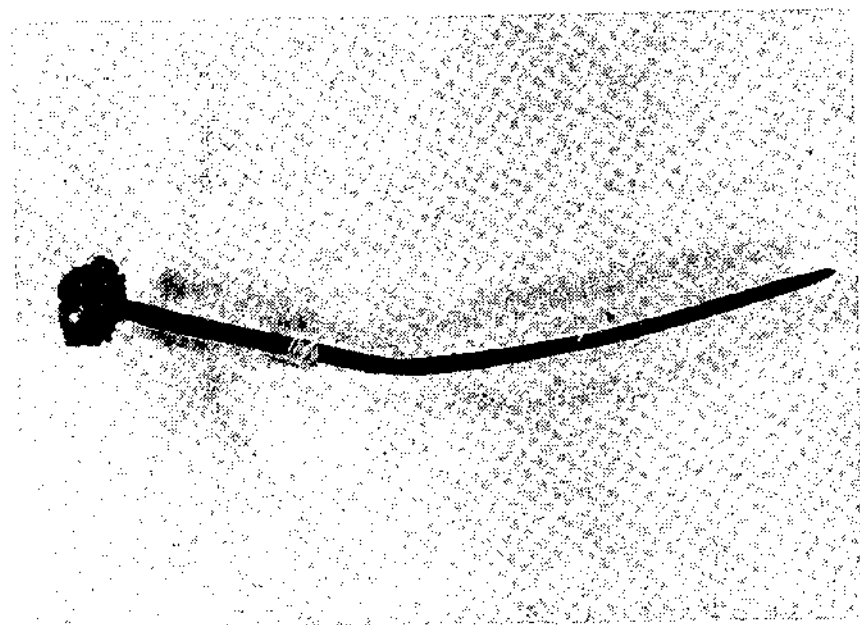
Resim : 5 — (81/56 Env. No. lu) Kamanın
fotoğrafi



Resim : 7 — (81/56 Env. No. lu) Kamanın X-ışını ile yandan alınan radyografı



Resim : 8 — (81/56 Env. No. lu) Kamanın ve (83/1 Env. No. lu) topuzlu iğnenin n trografi ile alınan radyografı



Resim : 9 — 183/1 Env. No. 1u) Topuzlu iğnenin
fotografı



Resim : 10 — (83/1 Env. No. 1u) Topuzlu iğnenin
X - ışını ile alınan radyografi

İKİZTEPE METAL BULUNTULARININ METALOGRAFİK ETÜDÜ - I

Nazım BOZKURT*
A. Emel GEÇKİNLİ
Hüseyin YORUCU
Önder BİLGİ

ÖZET

Bu çalışma, İkiztepe I kazısından 1980-85 kazı sezonlarında ortaya çıkan 10 adet metal buluntunun metalografik etüdünü kapsamaktadır. İncelenen buluntuların tümü M.Ö. 3000'e tarihlenmiştir. Arsenikli bakırdan yapılmış olan metal buluntular arasında mızrak ucu, kama, balta, biz, spiral bilezik, tığ ve pendant gibi eşyalar bulunmaktadır.

İncelemeler esas olarak optik mikroskopda normal ve polarize ışık altında yapılmıştır. Buluntuların kimyasal bileşimi ve içerdikleri kahlntıların analizi ise mikro-probda gerçekleştirilmiştir. İncelemeler farklı bölgelerde ve kesitlerde yapılarak özellikle buluntuların üretim teknolojileri hakkında değerlendirme yapılmıştır.

İncelenen metal buluntularda arsenik miktarının % 2.7-10.5 arasında değiştiği, kalay bulunmadığı ve tali elementlerin Si, Ni ve S olduğu saptanmıştır. Buluntularda, döküm işlemini müteakip nihai şeklin, sıcak ve soğuk işlemlerle verildiği belirlenmiştir. Diğer taraftan, arsenikli bakırın metal buluntular arasında herhangi bir ayırım yapılmaksızın kullanıldığı, arseniğin cevherden geldiği ve bakıra bilinçli olarak ilave edilmediği kanısına varılmıştır.

Yüksek arsenik içerikli buluntularda görülen γ (Cu_3As) ara fazının, korozyona uğramış ve sağlam bölgelerdeki dağılım şekli incelenerek buluntuların korozyon mikro-mekanizması tartışılmıştır.

(*) Dr. Nazım BOZKURT, İ. T. Ü. Kimya - Metalurji Fakültesi, Maslak/İSTANBUL.
Doç Dr. Emel GEÇKİNLİ, İ. T. Ü. Kimya - Metalurji Fakültesi, Malzeme Anabilim Dalı, Ayazağa/İSTANBUL.

Dr. Hüseyin YORUCU, TÜBİTAK Marmara Araştırma Enst. Malzeme Bölümü, Gebze/KOCAELİ.

Doç. Dr. Önder BİLGİ, İ. Ü. Edebiyat Fakültesi, Prehistorya Anabilim Dalı, Beyazıt/İSTANBUL.

GİRİŞ

İkiztepe, Resim : 1'de görüldüğü gibi, Samsun'a 55 km uzaklıkta olup Bafra'nın 7 km. kuzey-batısına düşmektedir. İkiztepe muhtemelen o devirlerde Kızılırmak nehrinin Karadeniz'e döküldüğü bölgede yer almaktaydı.

İkiztepe'de kazı çalışmaları 1974 yılında merhum Prof. Dr. U. Bahadır Alkım yönetiminde, Türk Tarih Kurumu adına İstanbul Üniversitesi, Kültür ve Turizm Bakanlığı Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğü'nün desteği ile başlatılmıştır. İkiztepe, Resim : 2'de görüldüğü gibi dört yükselti üzerinde kurulmuş geniş bir höyük yerleşmesi olup tepeler, İkiztepe I, II, III ve IV olarak tanımlanmıştır. İkiztepe I, tepelerin içerisinde en büyüğü olup Bafra ovasından 29.42 m. yüksekliktedir. İkiztepe II, İkiztepe I'in kuzeyinde ve 22.54 m. yüksekliktedir. İkiztepe III, İkiztepe II'nin arkasına ve İkiztepe IV, İkiztepe II'nin batısına düşmekte ve sırasıyla 12.30 m. ve 16 m. yüksekliğe sahiptirler. İkiztepe I'deki «A» açması ile İkiztepe II'deki «B» açmasında ana tabana ulaşılan kazıda kültür katları kronolojik sıra ile açığa çıkmıştır. Buna göre, İkiztepe I'de Eski Tunç I, II, III ve Er-Hitit, İkiztepe II'de Geç-Kalkolitik, Eski Tunç I ve II, İkiztepe III, Eski Tunç III ve Er-Hitit ve İkiztepe IV'de sadece Eski Tunç III ve Er-Hitit dönemlerinde yerleşim görüldüğü anlaşılmıştır. İkiztepe I'deki Eski Tunç III kültür katında mezarlık yer almakta ve bulunan metal eserlerin çoğu bu mezarlardan çıkarılmıştır. Metal buluntuları başlıca dört ana grupta toplamak mümkündür. Bunlardan ilk grup, mızrak ucu, hançer, ok ucu gibi silahları içermektedir. İkinci grupta, bıçak, balta, biz, tığ, orak, zıpkın ucu ve iğne gibi günlük gereçler, üçüncü grupta, bilezik, boncuk, küpe, saç iğnesi gibi süs eşyaları, dördüncü grupta ise pendantlar, amblemler ve dörtlü spiraller yer almaktadır.

Daha önceki kazı dönemlerinde ortaya çıkan metal buluntulardan 82 tanesinin analizi Prof. Dr. H. Özbal^{1, 2} tarafından 44 tanesinin analizi de Prof. Dr. Ş. Kuşç³ tarafından, atomik absorpsiyon spektrometresi kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışma, İkiztepe metal buluntular üzerine yapılmış ilk metalografik çalışma olup, incelenen eserler, 1980-1985 kazı sezonlarında İkiztepe I'den elde edilen buluntular arasından seçilmiştir. İncelenen tüm buluntular M.Ö. 3000'e tarihlenmiştir.

İNCELEME YÖNTEMİ

İncelenen numuneler, temizlenmiş eserlerin farklı bölgelerinden kıl testere ile çıkarılmıştır. Çıkarılan ufak numuneler ayrıca belirli doğrultularda kesilerek kalıba alınmıştır. Numuneler mekanik parlatmaya tabi tutularak, nihai parlatma kademesinde elmas macunu kullanılmıştır. Nu-

numuneler dağlanmadan önce, normal ve polarize ışık altında incelenerek kalıntıların şekli, miktarı ve kısmen cinsi tesbit edilmiştir. Daha sonra numuneler % 10'luk amonyum persülfat çözeltisi ile dağlanarak diğer mikro yapı karakteristikleri saptanmıştır. Buluntuların genel analizi ile mevcut fazların ve kalıntıların analizi Jeol-JSM 840 Tarama Elektron Mikroskopuna bağlı Tracor Northern TN-2000 Enerji Ayırımı x-ışınları çözümleyicisi ile gerçekleştirilmiştir.

Sertlik ölçümleri, mikro sertlik cihazı ile 1 kg yük altında Vickers ucu kullanılarak yapılmıştır.

İNCELENEN METAL BULUNTULAR

Aşağıda, incelenen metal buluntular ile her buluntuda tesbit edilen karakteristikler ayrı ayrı belirtilecektir. İncelenen buluntuların sıralanmasında sadece arsenik içerikleri gözönüne alınarak, takdime en az arsenik içerikli buluntudan başlanarak devam edilecektir.

Yassı Balta (İ/82-61)

Buluntunun şekli ve numunenin alındığı bölge Resim : 3'de gösterilmiştir.

Buluntunun Bileşimi : % 2.73 As, % 0.35 Si, Ni (iz), gerisi bakır.

Buluntunun Sertliği : 61 HV

Mikro Yapı : Tavlama ikizlerinin yer aldığı mikro yapıda, bakır oksit kalıntılarına ilaveten, bileşiminde % 0.27 Si, % 0.74 S, % 0.96 Sb, % 1.70 Ni ve % 9.57 As bulunan diğer kalıntılara rastlanılmıştır. Resim : 4 de baltanın dağlanmadan önceki mikro yapısı görülmektedir. Mikro yapı karakteristiklerine dayanılarak, buluntunun nihai şeklinin, sıcakda dövülerek verildiği kanısına varılmıştır.

Mızrak Ucu (İ/85-45)

Buluntunun şekli ve numunelerin alındığı yerler Resim 5'de gösterilmiştir.

Buluntunun Bileşimi : % 3.28 As, % 0.26 Si gerisi bakır.

Buluntunun Sertliği : Sap kısmında : 100 HV

Kesici Ağız : 150 HV

Gövde iç kısmı : 103 HV

Mikro Yapı : Sap kısmında tavlama ikizlerinin yer aldığı tavllanmış yapı, kesici ağız kısmında enine ve boyuna kesitte uzamış kalıntılar mevcuttur. Bu kalıntıların bileşimi; % 51.61 As, % 7.27 Sb, % 0.66 Si gerisi

bakırdır. Kesici ağız kısmında soğuk deformasyon yapısı yer almaktadır. Resim : 6'daki mikro yapıya dayanılarak, sap ve gövde kısmının genelde sıcakda dövülerek biçimlendirildiği, kesici ağız kısmının ise soğukda dövülerek inceltildiği belirlenmiştir.

Tığ (İ/85-76)

Buluntunun şekli Resim : 7'de gösterilmiştir. Etüd edilen numune, buluntunun uc kısmından alınmıştır.

Buluntunun Bileşimi : % 4.61 As, % 1.45 Ni, gerisi bakır.

Buluntunun Sertliği : 240 HV

Mikro Yapı : Numune boyunca kalıntıların dağılımı Resim : 8 a'da görülmektedir. Dağlanmış yapıda (Resim : 8 b'ye bakınız), kayma bantlarının yoğun bir şekilde görülmesi, buluntuda soğuk işlem miktarının önemli ölçüde yer aldığını kanıtlamaktadır.

Küçük Balta (İ/84-217)

Buluntunun şekli Resim : 9'da gösterilmiştir. İncelenen numuneler Resim 9'da belirtildiği gibi sap ve kesici uc kısmından alınmıştır.

Buluntunun Bileşimi : % 5.73 As, % 0.27 Si, gerisi bakır.

Buluntunun Sertliği : Kesici uç kısmında : 242 HV

Sap kısmında : 92 HV

Tane Boyutu (Sap kısmında) : 25 μ m

Mikro Yapı : Sap kısmında tavlanmış yapı yer almaktadır. Resim : 10 a'da kalıntıların sap kısmındaki dağılımı ve b'de tane yapısı görülmektedir. Uc kısmındaki mikro yapıda ise, Resim : 11'de görüldüğü üzere kalıntıların enine ve boyuna doğrultuda uzadığı görülmektedir. Bu bölgede soğuk işlemin yer aldığı saptanmıştır. Diğer taraftan Resim : 12 a ve b'de görüldüğü gibi iç yapıda ve korozyon tabakası içerisinde γ (Cu_3As) fazının (Ek'e bakınız) band şeklinde dağıldığı görülmüştür.

Mikro yapı karakteristikleri, baltanın kabaca döküldükten sonra, sıcakda dövülerek şekillendirildiğini ve kesici uc kısmının soğukda dövülerek yapıldığını göstermektedir.

Kama (İ/85-22)

Buluntunun şekli, Resim : 13'de gösterilmiştir. İncelenen numuneler sap ve ağız kısmından alınmıştır.

Buluntunun Bileşimi : % 5.76 As, % 0.25 Si, % 0.36 Ni, gerisi bakır

Buluntunun Sertliği : Sap kısmı : 165 HV

Ağız kısmı : 82 HV

Mikro Yapı : Resim : 14 a ve b'de kalıntıların sap kısmındaki dağılımı görülmektedir. Mikrograflarda kalıntıların her doğrultuda uzadığı farkedilmektedir. Bu da buluntunun dövme esnasında sap kısmının döndürülerek şekillendirildiğini göstermektedir. Buluntuda yer alan kalıntıların bileşimi; % 15.12 As, % 4.29 Si, % 2.18 Ni, gerisi bakırdır. Sap kısmında ayrıca, soğuk dövmeyi karakterize eden kayma bandlarına rastlanılmıştır. Buna mukabil, ağız kısmında tavlanmış yapı yer almaktadır. Bu buluntuda, diğer kesici buluntulardan farklı olarak, kesici ağızın sertliği, sap kısmına kıyasla daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun muhtemel sebebi, kamanın ağız kısmının ateşte uzun süre tutulmasıdır.

Kama Parçası (İ/81/352)

Buluntunun bileşimi : % 5.84 As, Si (iz), gerisi bakır.

Mikro Yapı : Yapıda farklı kalıntılar görülmüştür. Bunlardan bir kısmı bakır oksit, köşeli olanlar SiO_2 ve diğerleri % 20.14 As, % 2.5 S, % 5.8 Ca, gerisi bakır içermektedir. Resim : 15'de, numunenin enine kesit mikrografları düşük ve yüksek büyütmede görülmektedir. Burada γ fazının lameller karekterde olduğu ve korozyon tabakasının altında, kalınlığı 70-90 μm arasında değişen γ tabakasının yer aldığı tesbit edilmiştir. γ fazındaki lamelli yapının dövme işlemi sonucu meydana geldiği kanaatine varılmıştır.

Mızrak Ucu (İ/84-226)

Buluntunun şekli, Resim : 16'da gösterilmiştir. Numune, buluntunun uc kısmından alınmıştır.

Buluntunun Bileşimi : % 6.66 As, % 0.15 S, % 0.26 Ni, gerisi bakırdır.

Numunenin Sertliği : 154 HV

Mikro yapı : Numunede, tavlı yapıda kayma bandlarına rastlanılmıştır. Diğer taraftan, γ fazının Resim : 17 a'da görüldüğü gibi numunenin merkez bölgesinde tane sınırlarına yerleştiği, buna karşılık, kenar kısmında Resim : 17 b'de görüldüğü gibi band yapısında dağıldığı saptanmıştır.

Spiral Bilezik (İ/85-182)

Plano-konvex kesitli bileziğin şekli, Resim : 18'de gösterilmiştir. Etüd numunesi, bileziğin uc kısmının enine kesilmesi ile elde edilmiştir.

Numunenin Bileşimi : % 9.11 As, % 0.24 Si, % 0.39 Ni, gerisi bakır-
dır.

Numunenin Sertliği : Y fazının yoğun olduğu bölgelerde; 120 HV,
Y fazının az olduğu bölgelerde, 100 HV

Mikro yapı : Kesitte, planer yüzeyde 50 µm kalınlığında Y fazı yer almaktadır. Bu yüzeye yakın bölgelerde önemli miktarda porozite görülmüştür. Y fazının korozyon tabakasında da yer aldığı tesbit edilmiştir. Numunede tane yapısının heterojen olduğu ve tane boyutunun 10-40 µm arasında değiştiği saptanmıştır. Bileziğin döküm yoluyla şekillendirildiği kanısına varılmıştır.

Mızrak Ucu (İ/84-241)

Buluntunun şekli, Resim : 20'de gösterilmiştir. Metalografi numuneleri buluntunun ağız ve sap kısmından alınmıştır.

Numunenin Bileşimi : % 9.45 As, gerisi bakır.

Numunenin Sertliği : Sap kısmında; 128 HV
Ağız kısmında; 214 HV

Mikro Yapı : Sap kısmında tavlı yapı yer almakta fakat taneler Resim 21'de görüldüğü gibi, 30-100 µm boyutunda heterojen bir dağılım göstermektedir. Y fazının tane sınırlarında toplandığı ve ayrıca korozyon tabakasının altında Resim 21 b'de görüldüğü gibi ~50 µm kalınlıkta Y tabakasının yer aldığı görülmüştür. Ağız bölgesine soğuk işlem uygulandığı tesbit edilmiştir.

Pendant (İ/85-12)

Numunenin Bileşimi : % 10.65 As, % 0.32 Si, gerisi bakır.

Numunenin Sertliği : 147 HV

Mikro Yapı : Y fazının Resim : 22 a'da görüldüğü gibi tane sınırlarında yer aldığı, korozyon tabakasında matriks tanelerinin korozyona uğradığı buna mukabil, tane sınırlarındaki Y fazının Resim : 22 b'de görüldüğü gibi herhangi bir değişime uğramadan aynen korunduğu gözlenmiştir.

SONUÇLARIN TARTIŞILMASI

İncelenen buluntularda arsenik miktarı % 2.7 - 10.5 arasında değişmekte olup kalaya rastlanılmamıştır. Tali element olarak Si, Ni ve S saptanmıştır. Tali elementlere ve kalıntı analizlerine dayanarak arseniğin cevherden geldiği, bakıra bilinçli olarak ilave edilmediği kanısına varıl-

miştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara, H. Özbal'a^{1,2} ait verilerde eklenerek, İkiztepe Metal buluntularının arsenik içerikleri Resim : 23' de gösterilmiştir. Buna göre arsenikli bakırın gereçler arasında herhangi bir ayırım yapılmadan kullanıldığı anlaşılmaktadır. Bu durum da esasen, arseniğin bakıra alaşım elementi olarak katılmadığını ve arseniğin cevherden geldiğini göstermektedir. Buluntulardaki farklı arsenik yüzdelerinin, arsenik bileşiklerinin uçucu olması sebebiyle, uygulanan üretim koşullarından kaynaklanabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

İncelenen eserlerde tavlı yapılara, sertliğin yüksek olduğu bölgelerde ise soğuk işlem yapısına rastlanılmıştır. Buluntularda ayrıca önemli miktarda kalıntıların yer aldığı ve farklı doğrultularda uygulanan dövme sayesinde bunların yapıda oldukça homojen bir şekilde dağıldığı görülmüştür. Metalografik bulgulara dayanarak buluntuların kaba biçiminin dö-kümle verildiği ve bilahare sıcakta farklı doğrultularda dövülerek nihai şeklinin verildiği belirlenmiştir.

Yüksek arsenik içerikli buluntularda katı eriyik (α) fazının yanı sıra γ (Cu_3As) fazına ($\sim \% 30$ As içeren ara faz) rastlanılmıştır. ($\text{Cu}-\text{As}$ faz diyagramı Ek'de verilmiştir). γ fazının tavlı yapılarda tane sınırlarında, dövülmüş yapılarda ise band şeklinde segregasyon olduğu görülmüştür. γ fazının bu dağılım özelliği, korozyona uğramış bölgelerde de aynen korunduğu saptanmıştır. Metal buluntuların tümünde korozyon tabakasının yer aldığı, bu tabakanın altında ise yapının sağlam olduğu, taneler arası ve/veya diğer korozyon tiplerine rastlanılmadığı tesbit edilmiştir. Yüksek arsenik içerikli ve band yapılı bazı buluntularda korozyon tabakasının hemen altında 50-100 μm kalınlıkta γ fazına rastlanılmıştır. γ fazının, tane sınırlarında yer alması ve matrikse kıyasla korozyon özelliklerinin üstün olması sebebiyle, muhtemelen taneler arası korozyonu önleyerek bir nevi korozyonun tane içersine ilerlemesine engel teşkil edici bir rol oynadığı kanaatine varılmıştır. Yapıda, yüzeye yakın ve paralel γ bandları veya tabakasının bulunmasının da aynı etkiyi göstereceği düşünce-siyle, bu eserlerin 5000 yıl gibi uzun bir süre toprak altında durabilmesi muhtemelen γ fazının mevcudiyetine bağlanabilir.

GENEL SONUÇLAR

Bu çalışmada elde edilen önemli sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1 — M. Ö. 3000'de İkiztepe'de kalay içermiyen arsenikli bakırın, gereçler arasında bir ayırım yapılmaksızın yaygın olarak kullanıldığı.

2 — İncelenen buluntularda tali elementlerin, Ni, Si ve S olduğu, arseniğin cevherden geldiği, bakıra bilinçli olarak katılmadığı.

3 — Gereçlerin kaba biçiminin dökümle verildiği ve bilahare sıcakta dövüldüğü, kesici bölgelerin soğuk işlemle bilinçli olarak sertleştirildiği.

4 — Korozyon tabakasının tüm buluntularda mevcut olduğu, fakat bu tabakanın ötesinde yapının sağlam olduğu, porozite, oyuklanma veya çatlakların yer almadığı, taneler arası korozyona raslanılmadığı.

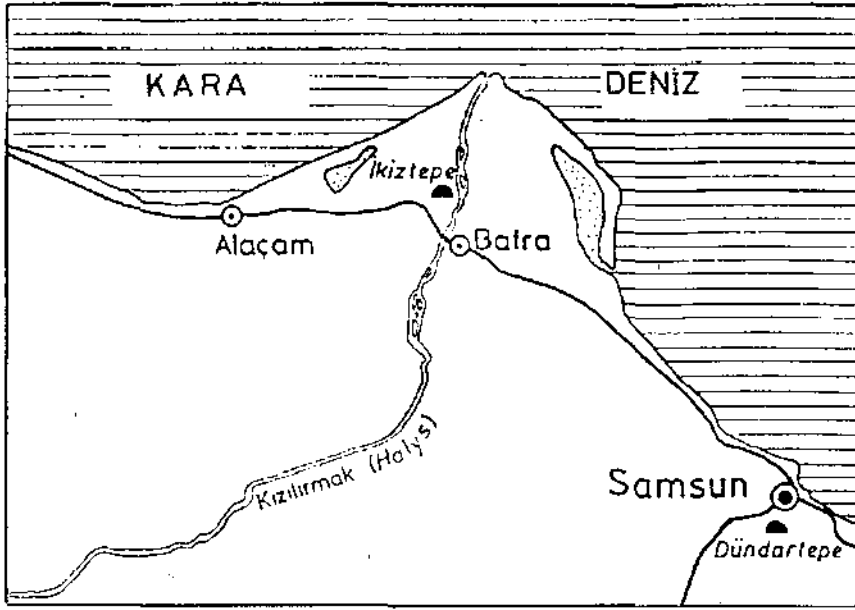
5 — γ fazının tavlı yapılarda tane sınırlarında, dövülmüş eserlerde ise band şeklinde ve ayrıca korozyon tabakasının altında yer aldığı ve bu dağılım şeklinin malzemenin korozyon direncini arttırmada önemli rol oynadığı kanaatine varılmıştır.

TEŞEKKÜR

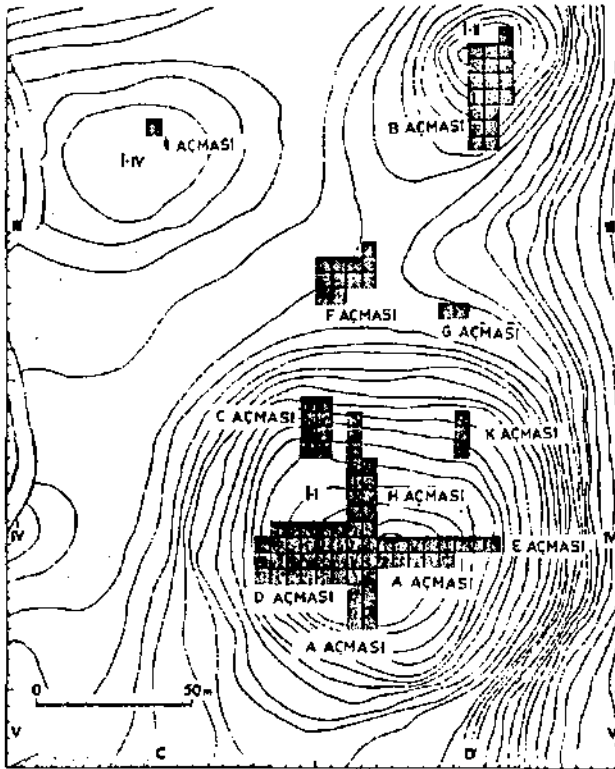
Bu çalışma, İ. T. Ü. Kimya - Metalurji Fakültesi, Metalurji Bölümü, İ. Ü. Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü ve TÜBİTAK Gebze Araştırma Merkezi, Malzeme Bölümü tarafından desteklenmiştir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

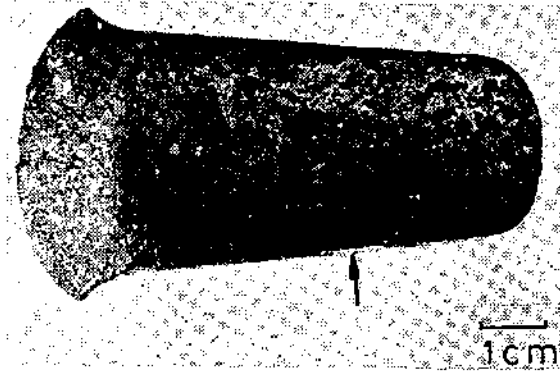
- 1 — H. Özbal, Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri IV (1983) s. 117.
- 2 — H. Özbal, Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri, II (1981) s. 101.
- 3 — Ş. Kuşç, Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri, II (1981) s. 113.
- 4 — Ö. Bilgi, Bonn Alman Arkeoloji Enstitüsü Mecmuası (K) AVA'da baskıda.
- 5 — Metals Handbook, 8th Edition Vol. 8 (1973) s. 265.



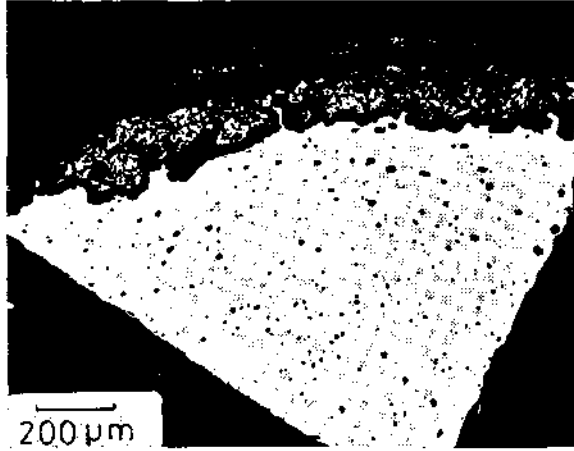
Resim : 1 — İkiztepe'nin konumu



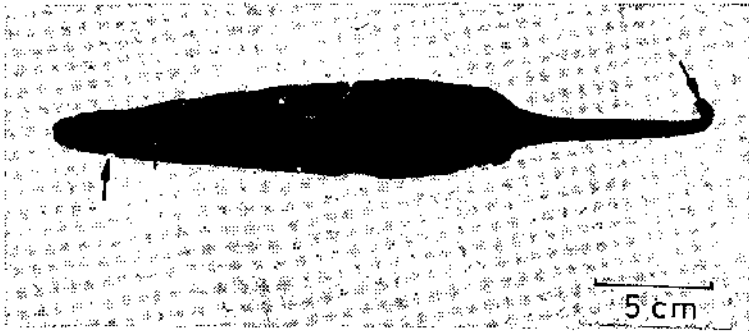
Resim : 2 — Dört yükseltiden oluşan (I, II, III ve IV) İkiztepe'nin topografik planı ve kazı alanları



Resim : 3 — Yassı balta (İ/82-61)'nin şekli. Numunenin alındığı bölge buluntu üzerinde işaretlenmiştir



Resim : 4 — Yassı balta (İ/82-61)'nin dağlanmadan önceki mikro yapısı



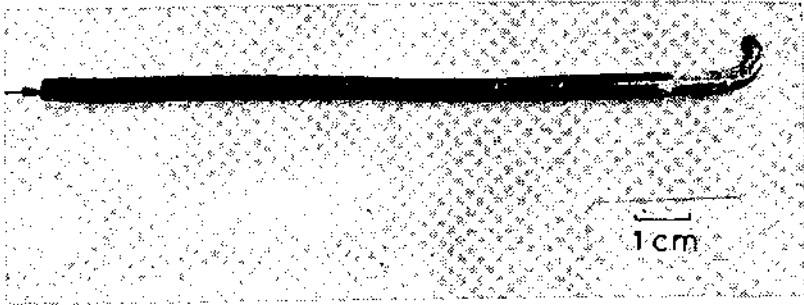
Resim : 5 — Mızrak ucu (İ/85-45)'nin şekli. Numunelerin alındığı bölgeler kalıntı üzerinde işaretlenmiştir.



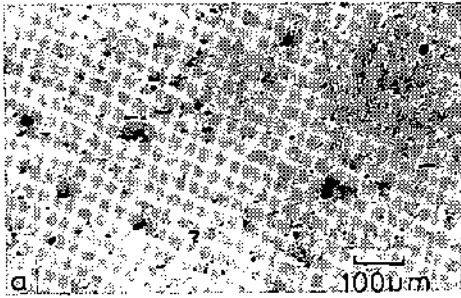
Resim : 6 — Mızrak ucu (I/85-45) kesici ağız kısmının mikro yapısı.

a) Kalıntıların dağlanmadan önceki durumu

b) Dağlanan yapıda kayma bandları görülmektedir.



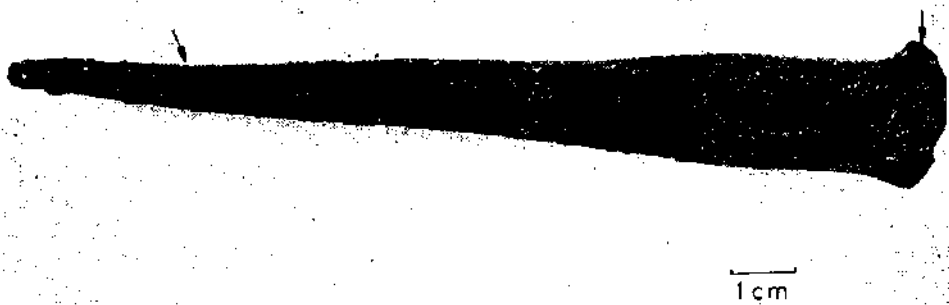
Resim : 7 — Tığ (I/85-45). Ok, numunenin alındığı ucu göstermektedir.



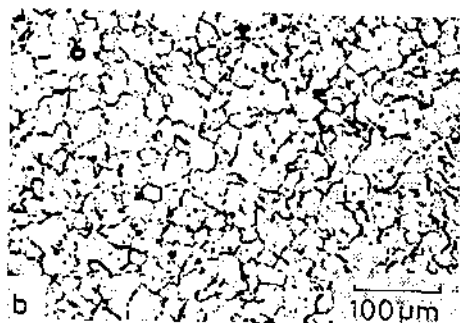
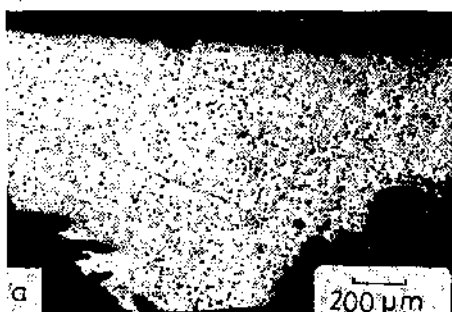
Resim : 8 — Tığ (I/85-76)'nın mikro yapısı

a) Dağlanmadan önce kalıntıların dağılımı (boyuna kesit)

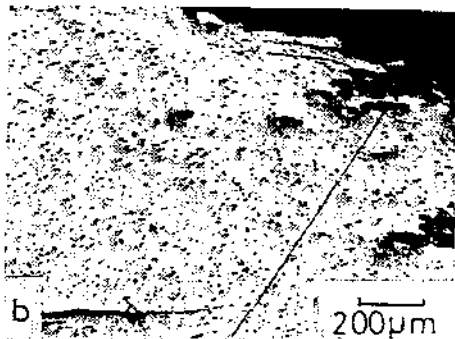
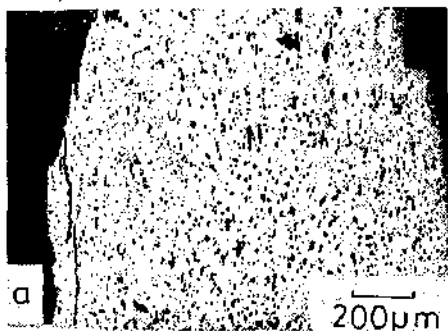
b) Dağlanmadan sonra (boyuna kesit) kayma bantları görülmektedir



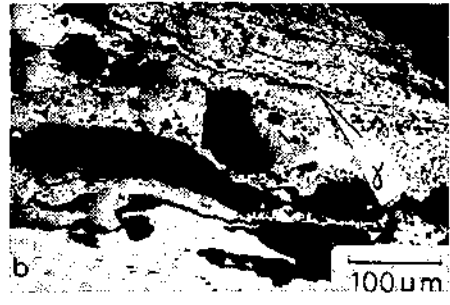
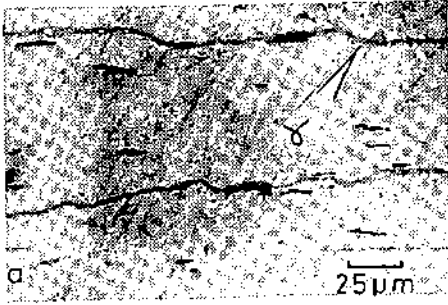
Resim : 9 — Küçük balta (I/84-217). Ok'lar numunenin alındığı bölgeleri göstermektedir.



Resim : 10 — Küçük balta (I/84-217)'de a) kalıntıların sap kısmındaki dağılımı (enine kesit). b) sap kısmının tane yapısı (enine kesit).



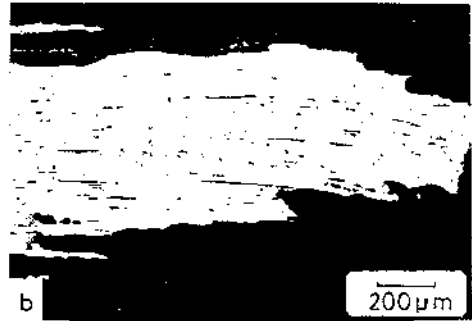
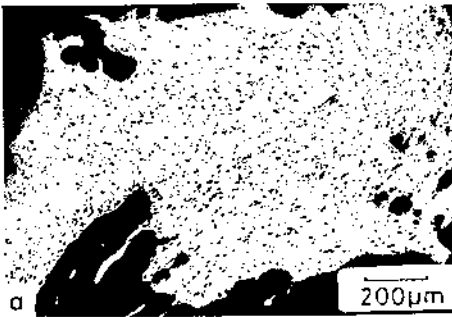
Resim : 11 — Küçük balta (I/84-217)'nin uc kısmında kalıntıların dağılımı. a) Enine kesit, b) Boyuna kesit.



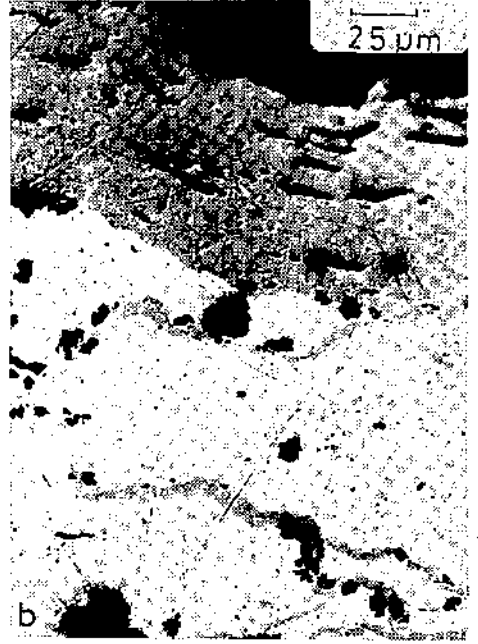
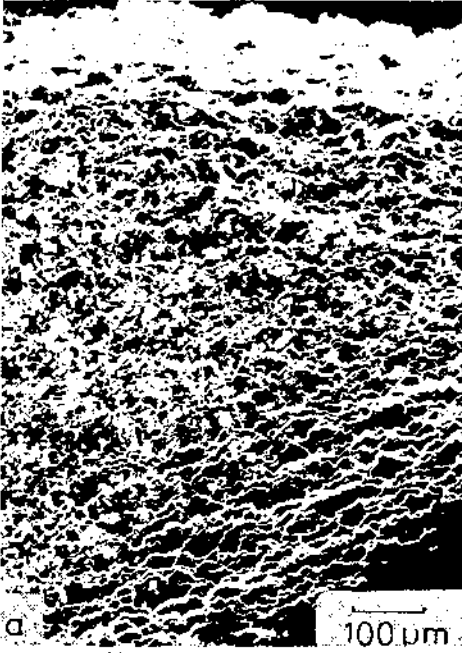
Resim : 12 — Küçük balta (I/84-217)'nin ağız kısmında bant şeklindeki (Cu, As) fazı.
a) Y fazının iç yapıdaki dağılımı (boyuna kesit), Y. bandı ile kalıntıların aynı doğrultuda olduğu gözleniyor.
b) Y fazının korozyon tabakasındaki görünümü (boyuna kesit).



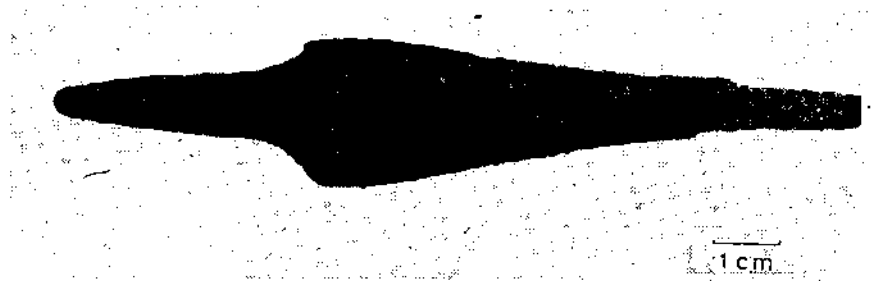
Resim : 13 — Kama (I/85-22). Ok'lar numunelerin alındığı bölgeleri göstermektedir.



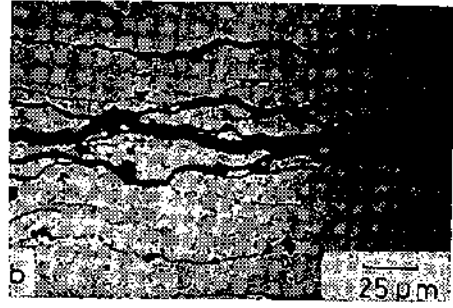
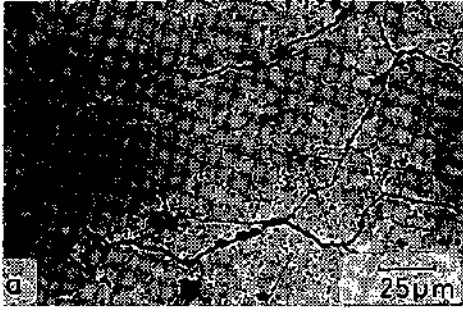
Resim : 14 — Kama (I/85-22)'nin sap kısmında kalıntıların dağılımı. a) Enine kesit, b) Boyuna kesit.



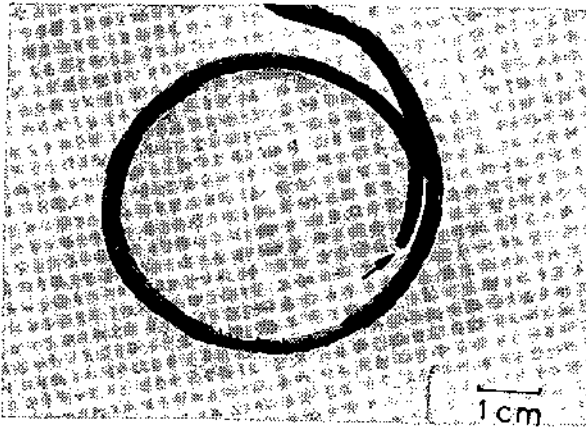
Resim : 15 — Kama parçasının (I/81-352)'da Y fazının dağılımı (enine kesit)
a) Düşük büyütmede, b) Yüksek büyütmede.



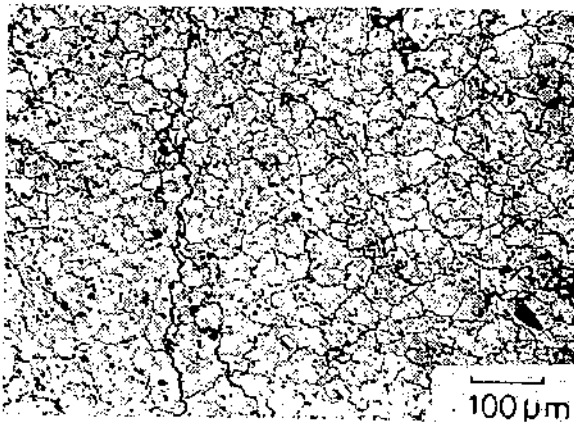
Resim : 16 — Mızrak ucu (I/84-228). Ok, numunenin alındığı bölgeyi göstermektedir.



Resim : 17 — Mızrak ucun (I/84-226)'da Y fazının dağılımı. a) Merkezde, b) Ağız kısmında.



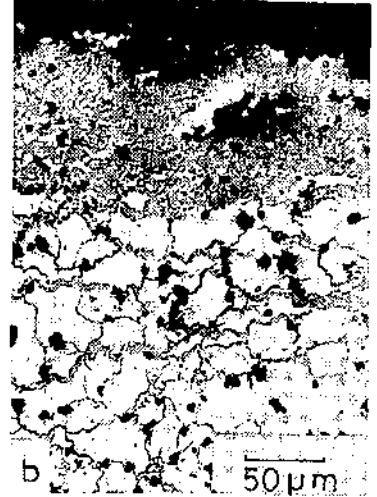
Resim : 18 — Spiral bilezik (I/85-182) Ok, numunenin alındığı uc kısmı göstermektedir.



Resim : 19 — Spiral bileziğinin (I/85-182) tane yapısı. Y fazı tane sınırlarında yer almaktadır.



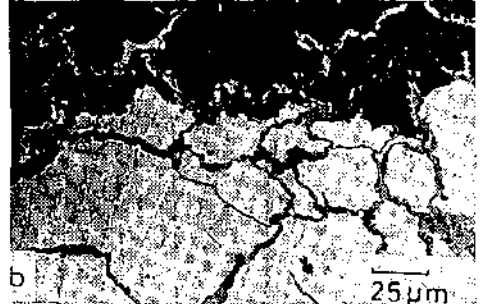
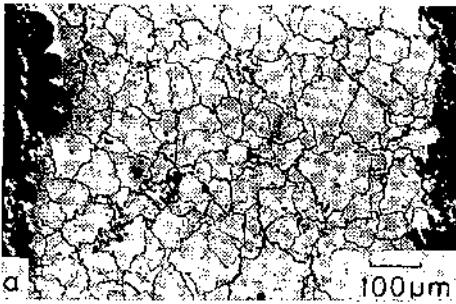
Resim : 20 — Mızrak ucu (I/84/241). Ok'lar numunelerin alındığı bölgeleri göstermektedir.



Resim : 21 — Mızrak ucu (I/84-241)'nin mikro yapısı (sap kısmı).

a) Farklı boyuttaki tanelerin yapıda dağılımı.

b) Korozyon tabakasının hemen altında Y fazının dağılımı.

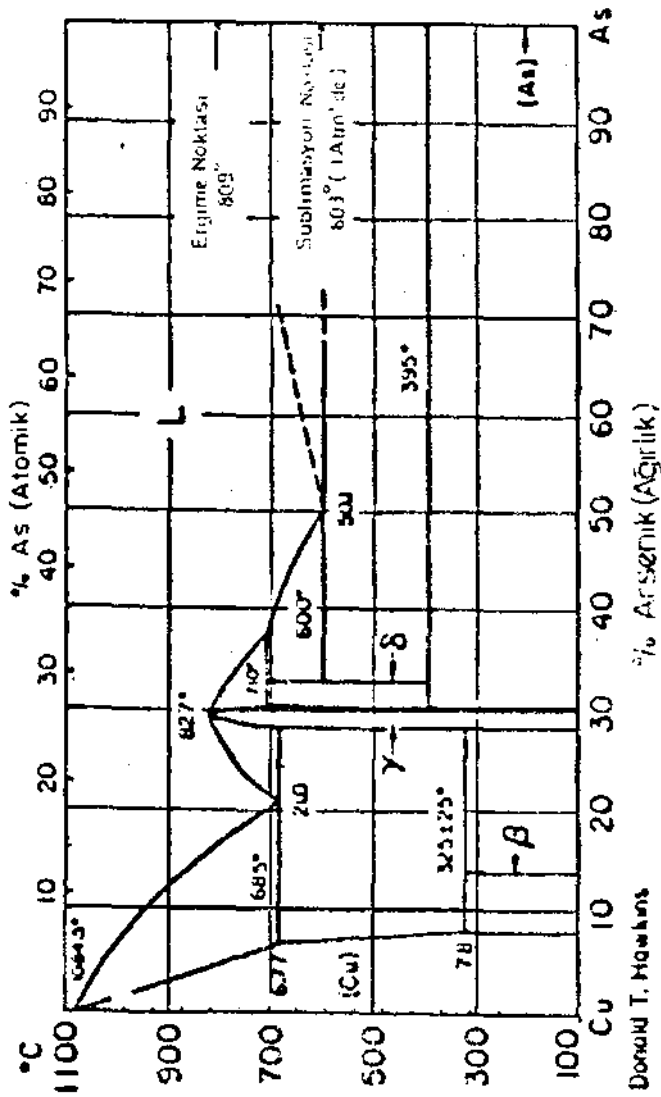


Resim : 22 — Pendant (I/85-12)'in mikroyapısı.

a) Pendantin kesidinde, Y fazının tane sınırlarındaki dağılımı.

b) Korozyon tabakasında Y fazının dağılımı.

As-Cu Arsenik - Bakır



Donald T. Hawkins

Cu - As Diyagramı (5)

İKİZTEPE METALİK SAVAŞ ARAÇLARININ KİMYASAL ANALİZİ

Hadi ÖZBAL*
Gülhan ÖZKÖSEMEN

ÖZET

Samsun İkiztepe kazılarında ortaya çıkarılan Eski Tunç II ve III dönemlerine tarihlenen çok sayıda madeni buluntunun içerdiği alaşım ve iz elementler atomik absorpsiyon yöntemi uygulanarak saptanmıştır. Özellikle savaş aracı olarak sınıflandırılan mızrak ucu, ok ucu, hançer, bıçak, balta ve zıpkın ucu gibi malzemeler göz önüne alınarak kullanım amacına ve eserlerin tipolojisine göre farklı bir imalat tekniği veya özel bir alaşım kullanılıp kullanılmadığı araştırılmıştır.

Yapılan incelemeler sonunda bu buluntuların yapımında çeşitli maden filizi kaynaklarının kullanıldığı, değişik alet türlerinin yapımında genelde özel bir yöntemin kullanılmadığı ve Eski Tunç II ile III devrelerinde üretim tekniklerinde birtakım gelişmelerin olduğu gözlenmiştir. Buluntularda yüksek oranda nikel gözlenmesi bunların Anadolu kökenli olduklarını gösteren kanıtlardan biridir.

GİRİŞ

1974 yılında merhum Prof. Dr. Bahadır Alkım tarafından başlatılan ve Doç. Dr. Önder Bilgi tarafından sürdürülen İkiztepe arkeolojik kazıları ilginç metal buluntuları ile önemli bir merkezdir. (Alkım, 1979, 1981; Bilgi, 1984) Dört yükseltiden oluşan yerleşim merkezinde Geç Kalkolitikten Er-Hitit devresi arasındaki kültür evrelerinin varlığı saptanmıştır. Özellikle İkiztepe I'deki Eski Tunç III kültür katındaki Nekropolden çok sayıda metal buluntu elde edilmiştir. Bu metal buluntular halen sistematik bir şekilde kimyasal ve metalografik olarak incelenmektedir.

Yapılan çalışmalar eserlerin hemen tümünün arsenikli bakır olduğunu göstermiştir. Geç Kalkolitik Çağı'na tarihlenen metal buluntularda

(*) Doç. Dr. Hadi ÖZBAL, Boğaziçi Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Bebek/İSTANBUL

Gülhan ÖZKÖSEMEN, Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü Bebek/İSTANBUL

genellikle daha az arseniğe rastlanırken Eski Tunç II ve III'de arsenik miktarlarında önemli artışlar gözlenmektedir (Kunç, 1986; Özbal, 1981). Metalografik çalışmalardan da malzemenin kaba biçiminin dökümle ve rildiği ve daha sonra sıcakta dövülerek istenilen biçim ve sertliğin verildiği anlaşılmıştır (Geçkinli, 1986).

Bu kadar fazla metal buluntuya karşın şu ana kadar yapılan arkeolojik çalışmalardan yerleşim merkezinde madencilikle ilgili cüruf, madden filizi, döküm kalıbı, pota gibi malzemelerin çıkmaması metal buluntuların kaynağı hakkında çeşitli yorumlar yapılmasına neden olmuştur. (Frangipane, 1985).

Metal buluntuların kimyasal analizi sonucunda elde edilen iz element dağılımı imalatıta kullanılan filizin türünü ve içerdiği elementleri yansıttığından, kesin olmamakla beraber filizin kaynağını da belirli ölçüde yansıttığı bilinmektedir (Tylecote, 1977). Bu çalışmada İkiztepe metal buluntularından savaş aracı olarak tanımlanan bir grubunun iz element dağılımları saptanarak çeşitli kaynak ve teknolojik konularda yorumlar yapılmasına çalışılacaktır.

Bu amaç doğrultusunda Boğaziçi Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nde Atomik Absorpsiyon yöntemi ile 244 adet eserin iz element dağılımları tamamlanmıştır ve çalışmalar halen sürmektedir. Bu bildiride sadece savaş aracı olarak sınıflandırılan 177 adet buluntu göz önüne alınacaktır Çizelge 1. Buluntuların 36 adedi Eski Tunç II'ye diğerleri de Eski Tunç III'e tarihlenmiştir.

ÇAĞLARA GÖRE İZ ELEMENT DAĞILIMI

Bu eserlerin hemen tümünün arsenikli bakır olduğunu belirtmiştik. Bakıra % 2.5 oranında veya üstünde arsenik katılması onu çok daha sert ve kolay işlenebilir hale getirdiği bilinmektedir (Charles, 1968). Bu nedenle eserlerin içerdiği arsenik oranların saptanması önemlidir. Geç Kalkolitik Çağı'na tarihlenen eserlerde arsenik miktarlarının % 1'in altında olduğu gözlenmiştir (Kunç, 1986). Eski Tunç I'den hiç örnek olmadığından bir yorum yapamıyoruz, ancak Eski Tunç II ve III çağlarına gelindiğinde eserlerin içerdiği arsenik miktarlarında önemli artışlar görülmüştür, Çizelge II ve III. Eski Tunç II'ye tarihlenen eserlerde arseniğin % 2.5 - 4.5 aralığında dağıldığını görüyoruz. Eserlerin ancak % 17'sinde % 5'in üzerinde Arsenik gözlenmiştir. Eski Tunç III'te ise eserlerdeki arsenik miktarları % 3-6 arasında yoğunudur ve % 38'i % 5'den fazla As içermektedir. Arsenik yüzdelerinde bu tür geniş dağılım oldukça normaldir zira Arsenik uçucu bir element olduğundan kalay gibi metalde aynı mertebede tutmak hemen hemen imkânsızdır. Arsenikli bakırın Arsenik içeren

bakır filizinden doğrudan veya bu filize ayrıca arsenik filizi atılarak yapıldığı bilinmektedir (Tylecole, 1980). Kalaylı bakırlarda olduğu gibi kalay ve bakır metalik halde eritilip alaşım yapılmamaktadır. Bu nedenle izabe sırasında sıcaklık, hava akımı, izabe süresi, filiz türü ve dökümden sonra yapılan sıcak dövme işlemleri arsenik miktarlarını etkileyen faktörlerdir. Eski Tunç II ve III'e tarihlenen eserler arasında belirgin bir fark mevcuttur. Bu artış farklı filiz kaynaklarının kullanılmasından olabileceği gibi uygulanan izabe yöntemlerindeki gelişmelerden de kaynaklanabilir.

Metal bulguların içerdiği eser elementlerin filiz kaynağını belirleyebileceğini söylemiştik. İkiztepe metal bulgularının en önemli iz elementi nikel olarak ortaya çıkmıştır. Yapılan gözlemler Anadolu bakır filizlerinde nikel miktarlarının Anadolu dışı bakır filizlerine oranla daha çok nikel içerdiği ileri sürülmektedir (de Jesus 1980). (Sümer bronzlarının da yüksek nikel içerdiği bilinmektedir ancak bunların Anadolu'dan gelip gelmediği bilinmemektedir).

İkiztepe metal bulgularında savaş araçlarında en fazla % 1.76 mertebesinde nikel rastlanmıştır. Yüksek nikel oranları, bu malzemenin kökeninin Anadolu olduğunu kanıtlatabilir ancak daha kesin yorumlar yapabilmek için bölgedeki filizlerin ve bulunacak cürüfların analizleri gereklidir. Bu bölgedeki madencilik faaliyetlerinin M.Ö. üçüncü bin yıla kadar uzandığı belirlenmiştir (Giles, 1974).

Savaş aracı olarak sınıflandırılan malzemenin nikel dağılımları Eski Tunç II ve III olarak Çizelge IV ve V'de gösterilmiştir. Arsenikte olduğu gibi Eski Tunç III'de nikel miktarları biraz daha fazladır. İzabe yönteminden fazla etkilenmeyen nikeldeki bu farklılık büyük bir olasılıkla farklı filiz kaynaklarının kullanılmasından kaynaklanabilir.

Metal buluntuların içerdiği çinko miktarları Çizelge VI ve VII'de gösterilmektedir. Nikelde olduğu gibi çinko da filizden kaynaklanmaktadır ve her iki çağda da oldukça önemli farklılıklar göstermektedir. Bu farklar çeşitli filiz kaynaklarının kullanıldığını gösterir. Bu aşamada en ilginç bulgu, Eski Tunç III'e tarihlenen eserlerin % 37'sinde hiç çinkoya rastlanmazken, bu değer Eski Tunç II eserleri için % 28'dir. Bu fark, değişik filizlerin kullanılmasından olabileceği gibi Eski Tunç III'de daha iyi izabe yöntemi ile daha fazla çinkonun temizlenebildiğince işaret olabilir.

Bakır buluntuların hemen hemen tümünde bir miktar demir bulunur. Demir izabe sırasında diğer eser elementleri bünyesine çekerek fayalit ($\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) olarak cürüflaşır. Bakırdan çözünürlüğü çok azdır, ancak izabe şartlarına ve uygulanan yöntemin özelliğine göre bakırdaki

oranları değişebilir. Eski Tunç II ve III için incelenen örneklerin içerdiği demir dağılımları Çizelge VIII ve IX'da sıralanmıştır. İki çağ arasındaki en belirgin özellik hiç demir içermeyen örneklerin oranındaki farktır. Eski Tunç II'de eserlerin ancak % 5.6'sında hiç demir gözlenmezken bu oran Eski Tunç III'de % 20 dolayına çıkmaktadır. İncelenen örneklerdeki demir oranlarının bu derece düşük olması uygulanan izabe yönteminin oldukça gelişmiş olduğuna işaret eder.

Nikel, çinko ve demir için yapılan yorumlar, bu eserlerdeki kurşun, kobalt, gümüş ve altın gibi diğerlerine de uygun düşmektedir.

TÜRLERE GÖRE ESER ELEMENT DAĞILIMI

İkinci aşamada savaş aracı olarak sınıflandırılan buluntu türlerinin içerdikleri alaşım ve iz elementleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bu incelemeler, bazı türlerde örnek sayısının azlığından dolayı eserlerinin içerdiği ortalama miktarlar göz önüne alınarak yapılmıştır (Çizelge : X). Bu çizelgedeki ortalama arsenik miktarları incelendiğinde bunun türler ve çağlar arasında pek farklı olmadığı görülür. Eski Tunç II'ye tarihlenen iki hançer ve bir ok ucunun istatistiksel bir değeri yoktur. Genel olarak Eski Tunç III'de ortalamalar biraz daha fazladır. En önemli ayrıcalık Eski Tunç II'ye tarihlenen zıpkın uçlarının arsenik içeriklerinde görülen daha düşük miktardır. Aynı şekilde Er-Hitit çağına tarihlenen üç eserde de normalin altında arsenik mevcuttur. Genelde Er-Hitit çağında Anadolu metal buluntularından arseniğin azaldığını ve yerini kalaya bıraktığını görüyoruz, (Frangipane, 1985). Ancak bu eserlerde sadece hançerde % 0.7 oranında kalaya rastlanmıştır. Bu sonuçlardan oluşan kanı yapılan aletin türüne bakılmadan çeşitli filizlerin kullanıldığı ileri sürülebilir.

Filizden kaynaklanan eser elementlerden nikel için, aynı döküm yapıldığında genel ortalama olarak Eski Tunç III'e tarihlenen buluntularda daha fazla nikel olduğu görülmektedir. Ancak türler arasında arsenikte olduğu gibi önemli bir fark yoktur. Gözlenen farklar değişik filiz kaynaklarından dolayıdır.

Aynı işlemler çinko, kurşun, demir ve gümüş gibi iz elementler için uygulandığında, yine türler arasında bazı istisnalar dışında çok büyük farkların olmadığı anlaşılmaktadır. Örneğin Eski Tunç II ve III çağlarına ait zıpkın uçlarının içerdiği çinko miktarları önemli mertebede farklıdır. Bunlar diğer iz elementler içinde oldukça farklıdır. Genelde zıpkın uçlarının diğer türlere oranda bir farklılık gösterdiğini söylemek mümkün-

dür. Bunların filiz kaynağı farklı olabilir, üreticisi değişiktir veya değişik bir yerden ithal edilmiştir.

TIPLERİNE GÖRE İZ ELEMENT DAĞILIMLARI

İncelenen örnekler arasında en büyük türü mızrak uçları oluşturmaktadır ve bunlar sekiz değişik tipe ayrılmıştır. Bu sekiz tipin kendi aralarında da daha küçük gruplaşmaları vardır, ancak bu aşamada onları göz önüne almamaktayız. Mızrak uçlarının değişik tiplerine göre içerdikleri ortalama arsenik, nikel ve demir miktarları Çizelge XI'de sıralanmıştır. Çizelge XI incelendiğinde türler arasında gözlenen yakınlığı aynı türün değişik tipleri arasında görememekteyiz. Özellikle arsenik ve nikel ortalamalarındaki farklar belirgindir. Örneğin kabartmalı mızrak uçlarının oluşturduğu grubun (Tip 6) içerdiği arsenik miktarları diğerlerinden oldukça farklıdır. Bu farkın tipolojik özelliklerinden mi yoksa bunların farklı imalathanelerde üretildiklerinden mi kaynaklandığı hususunda bir yorum yapabilmek bu aşamada pek mümkün değildir. Ancak, törenlerde kullanılan bu tür mızrak uçlarında görüntü daha önemlidir. Bakırdaki arsenik miktarı yükseldikçe, kırmızı bakır rengi yavaş yavaş gümüş rengini alır (Charles, 1968). Bu tür mızrak uçlarına gümüş görünümünü verebilmek için bilinçli olarak yüksek arsenikli yapıldığı büyük bir ihtimaldir.

ALTIN - GÜMÜŞ ORANLARI

Kaynak analizlerinde diğer bir göstergenin de eserde bulunan altın-gümüş oranlarının saptanması olduğu ileri sürülmüştür (Stos-Gale 1982). Altın ve gümüş çabuk oksitlenmediğinden filizde bulunan oran izabe sırasında değişmemekte ve aynı oran elde edilen metalde de kaldığı ileri sürülmüştür. Farklı filiz kaynaklarında değişik oranların bulunması metal buluntuların kaynakları için bir gösterge olabilir. Bu amaçla özellikle gümüşü fazla olan buluntuların ayrıca altın değerleri de saptanıp, Au/Ag oranları Çizelge XIII'de sıralanmıştır. Diğer eser elementlerde olduğu gibi altın gümüş oranlarında da türlere ve çağlara göre belirgin bir gruplaşma görülememektedir. Yalnız Eski Tunç III'e tarihlenen bir balta örneğinde normallerin çok üzerinde altın bulunmuştur. Bu sonuçlarda değişik filiz kaynaklarının varlığını ve bunların her çağda (Eski Tunç II ve III) ayırım yapılmadan savaş aracı üretiminde kullanıldığını göstermektedir.

SONUÇ

Yapısal incelemeler sadece savaş aracı olarak tanımlanan buluntulara kısıtlanmış olmakla beraber bazı sonuçlar çıkarılabilir;

1. Eski Tunç II ve III Çağlarında gözlenen nisbeten farklı arsenik ve bazı eser element yüzdeleri değişik filiz kaynaklarının kullanıldığını ve ayrıca üretim teknolojisinde değişikliklerin olduğunu kanıtlamaktadır.

2. Eser elementlerden Nikel'in yüksek oranlarda görülmesi buluntuların Anadolu kökenli olduğunu yansıtabilir.

3. Savaş aracı olarak sınıflandırılan türlerin yapımında genellikle özel alaşımların veya filiz kaynaklarının kullanılmadığı izlenmiştir.

ÖNERİLER

1. İncelemelerin günlük gereçler, süs eşyaları, pendantlar ve spiral-ler gibi diğer buluntuları kapsayacak şekilde genişletilmesi,

2. Bölgenin filiz kaynaklarının ayrıntılı olarak örneklenerek analizlerinin yapılması,

3. Elementler arasında korolasyonların çıkarılması,

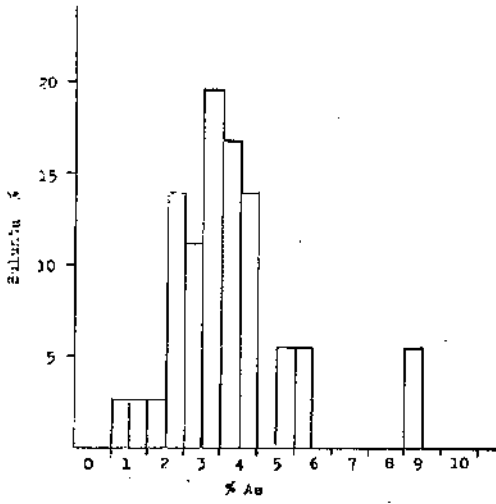
4. İkiztepe'ye çağdaş diğer Anadolu ve komşu yerleşim merkezlerinde bulunan metalik buluntuların analizleri ile karşılaştırmalar yapılması gerekmektedir.

Çizelge I : — Savaş Aracı Olarak İncelenen Metalik Buluntular

1. Mızrak Ucu	124 Adet
2. Hançer	19 »
3. Ok Ucu	1 »
4. Bıçak	10 »
5. Balta	9 »
6. Zıpkın Ucu	14 »
TOPLAM	177 »

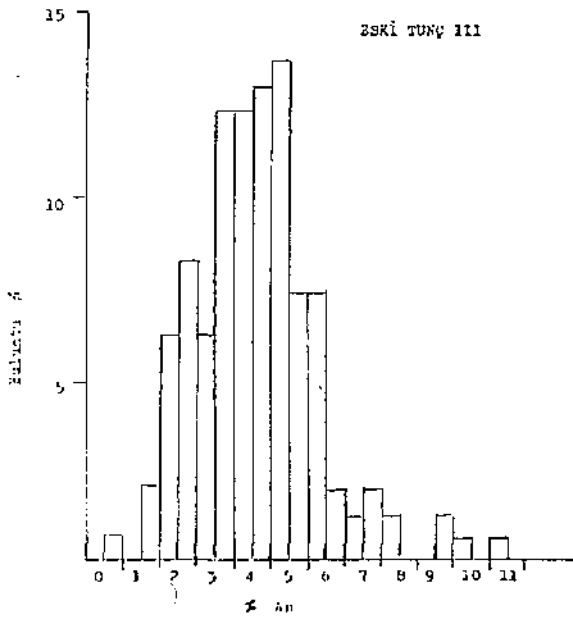
Çizelge II

ESKİ TUNÇ II



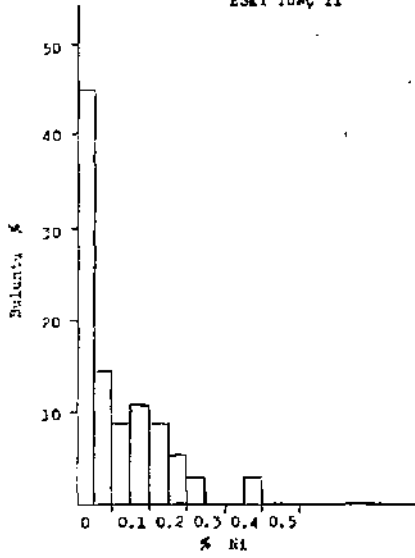
Çizelge III

ESKİ TUNÇ III



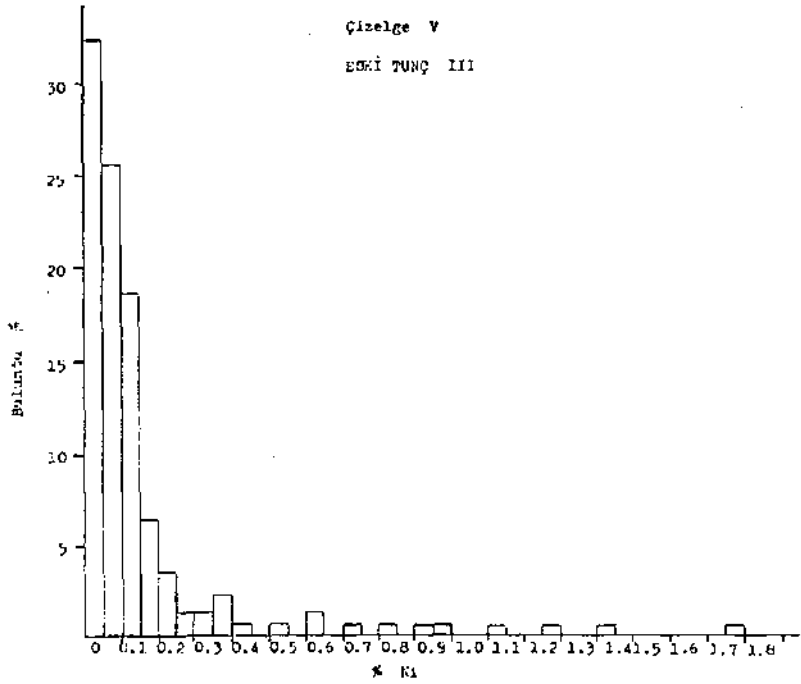
Çizelge IV

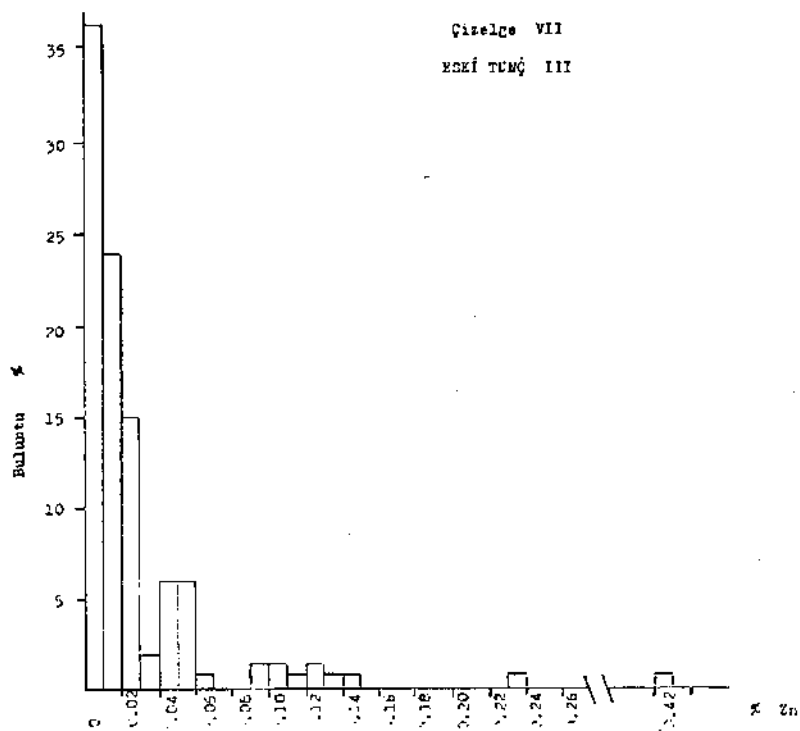
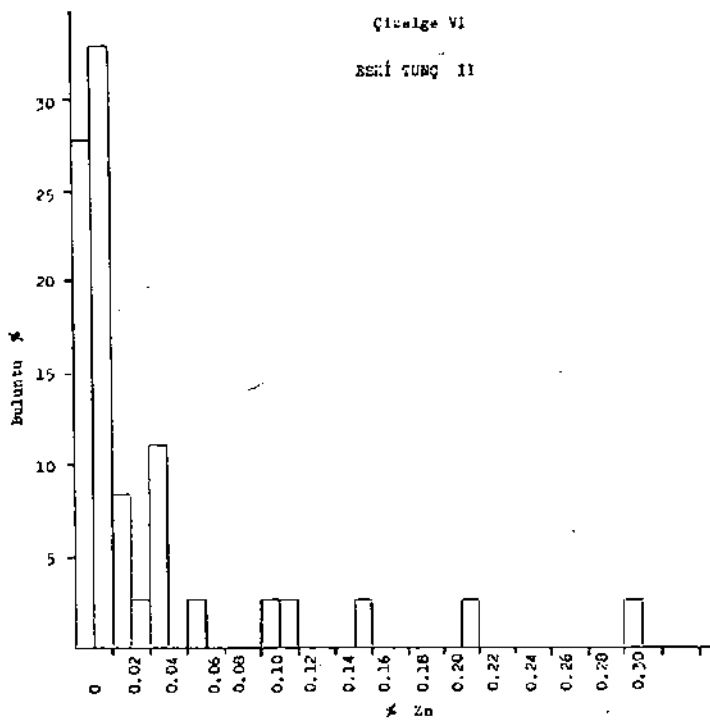
ESKİ TÜNEK II

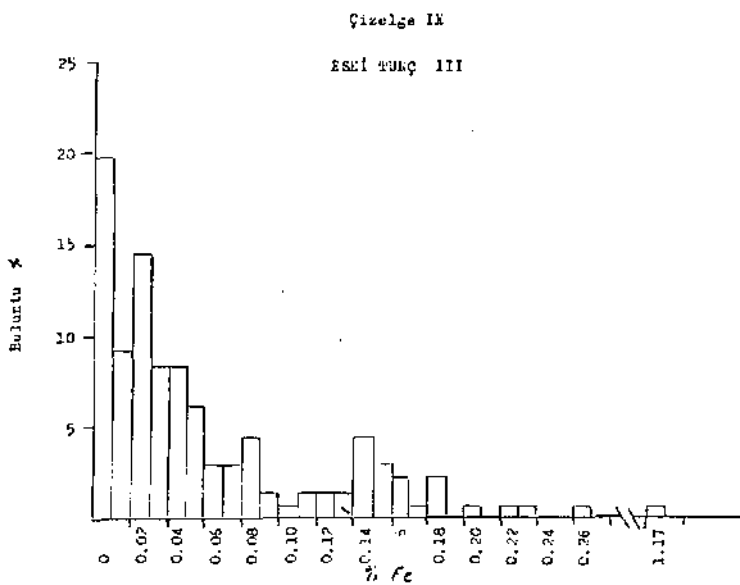
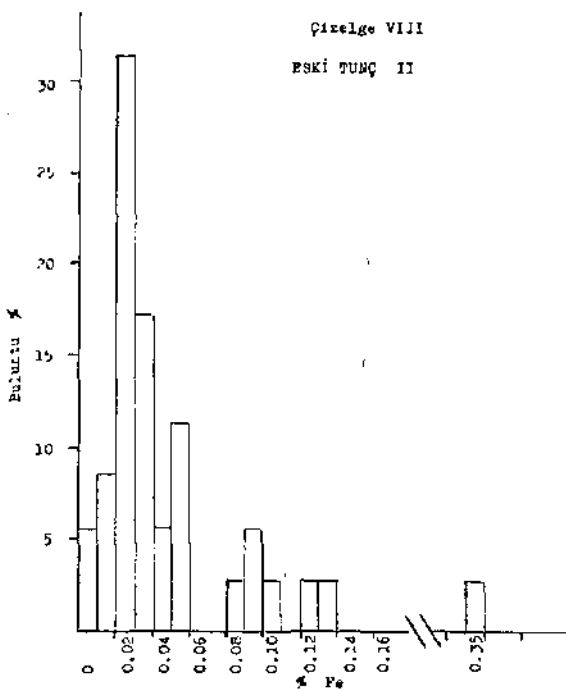


Çizelge V

ESKİ TÜNEK III







Çizelge X : — Türlerle Göre Ortalama Element Dağılımı

Tür	% Arsenik						% Nikel				% Çinko			
	ETÇ II		ETÇ III		Er - Hitit		ETÇ II		ETÇ III		ETÇ II		ETÇ III	
	Adet	Orta- lama	Adet	Orta- lama	Adet	Orta- lama	Adet	Orta- lama	Adet	Orta- lama	Adet	Orta- lama	Adet	Orta- lama
Mızrak Ucu	22	4.25	105	4.56			22	0.084	102	0.184	22	0.014	105	0.022
Hançer	2	7.55	18	4.91	1	2.10	2	0.110	17	0.180	2	0.030	17	0.042
Ok Ucu	1	9.08					1	0.070			1	0.020		
Bıçak			10	4.87					9	0.176			9	0.048
Balta	2	4.02	7	4.31			2	0.085	7	0.240	2	0.015	7	0.013
Zıpkın Ucu	9	2.55	7	4.42	2	0.74	8	0.155	6	0.118	9	0.100	7	0.030

Çizelge X : -- Türlerle Göre Ortalama Element Dağılımı

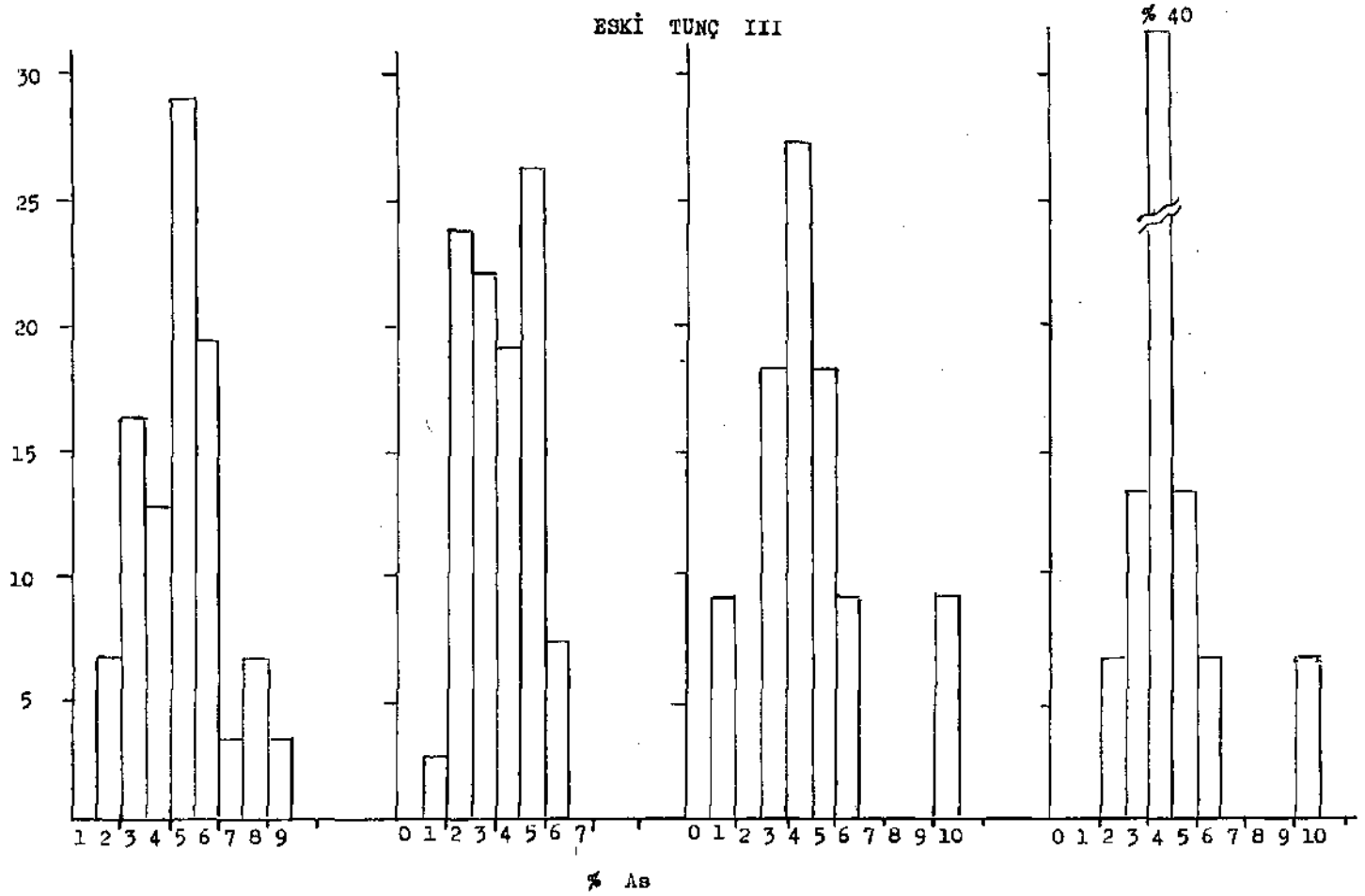
Tür	% Kurşun				% Demir				Gümüş (ppm)			
	ETÇ II		ETÇ III		ETÇ II		ETÇ III		ETÇ II		ETÇ III	
	Adet	Ortalama	Adet	Ortalama	Adet	Orta- lama	Adet	Orta- lama	Adet	Orta- lama	Adet	Orta- lama
Mızrak Ucu	22	0.016	102	0.011	22	0.035	95	0.056	22	261	81	294
Hançer	2	0.005	17	0.018	2	0.025	16	0.051	1	104	14	208
Ok Ucu	1	0.002							1	70		
Bıçak			9	0.014			9	0.076			8	165
Balta	2	0.005	7	0.014	2	0.015	6	0.088	2	78	5	345
Zıpkın Ucu	7	0.018	6	0.007	7	0.103	6	0.013	5	115	3	183

Çizelge XI : — Tiplere Göre Ortalama Eser Element Dağılımı

Mızrak Ucu	% Arsenik				% Nikel				% Demir			
	ETÇ II		ETÇ III		ETÇ II		ETÇ III		ETÇ II		ETÇ III	
	Adet	Ortalama	Adet	Ortalama	Adet	Orta-lama	Adet	Orta-lama	Adet	Orta-lama	Adet	Orta-lama
Tip 1	6	3.77	32	4.29	6	0.110	29	0.112	6	0.03	26	0.07
Tip 2	7	4.47	39	4.07	7	0.043	41	0.102	7	0.04	40	0.05
Tip 3			1	8.01			1	0.04			1	0
Tip 4			1	3.50			1	0.23			1	0.02
Tip 5			3	5.59			3	0.45			1	0.09
Tip 6	5	4.01	11	5.79	5	0.12	11	0.15	5	0.04	11	0.06
Tip 7	2	3.87	15	5.06	2	0.09	15	0.34	2	0.04	14	0.04
Tip 8	2	4.43	1	3.47	2	0.05	1	0.03	2	0.03	1	0.02

Çizelge XII

ESKİ TUNÇ III

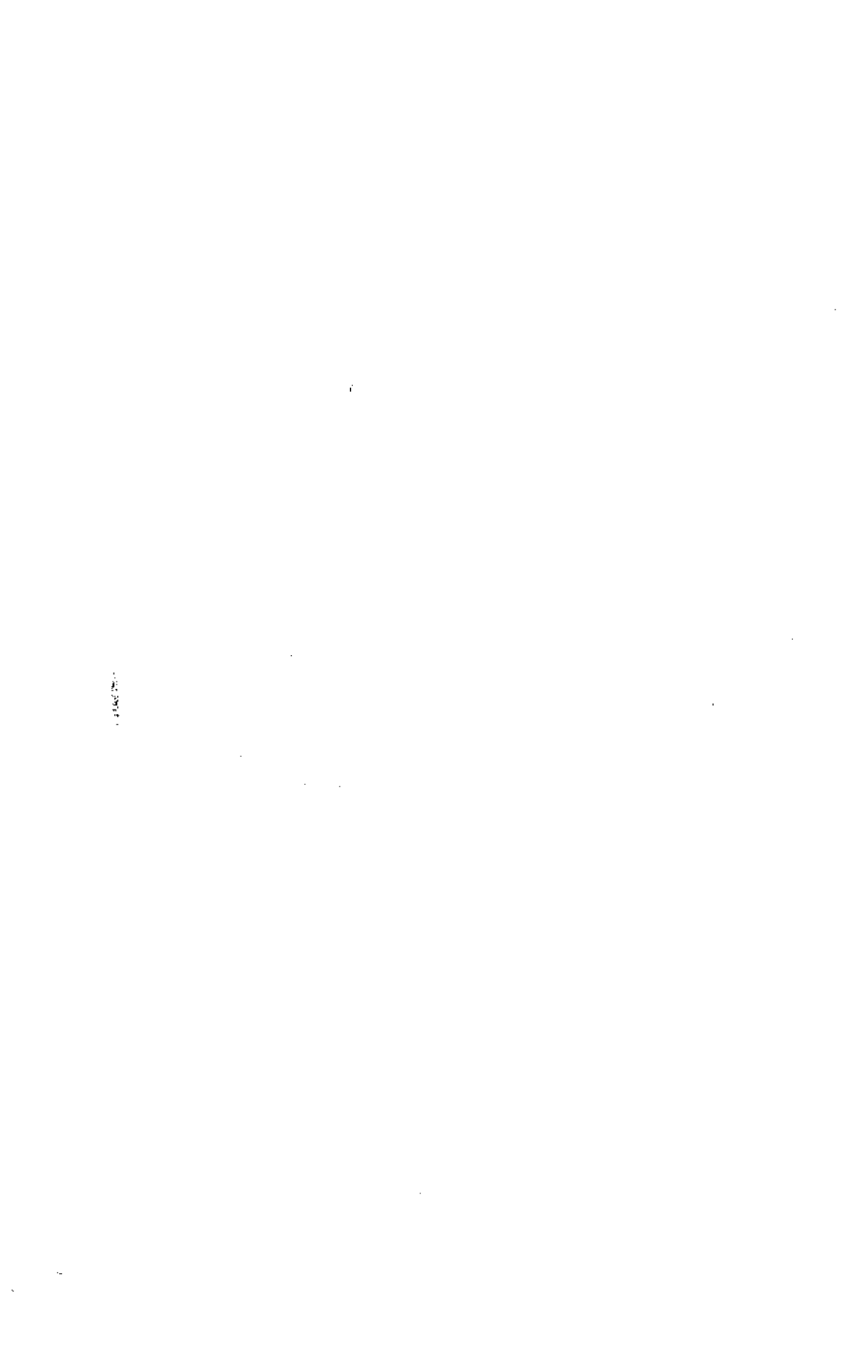


Çizelge XIII : — Altın - Gümüş Oranları (10^{-3})

Mızrak Ucu		Hançer		Balta		Zıpkın Ucu	
ETÇ II	ETÇ III	ETÇ II	ETÇ III	ETÇ II	ETÇ III	ETÇ II	ETÇ III
62.1	153		101		19,900	141	88.6
51.2	123		85.1		70.4	124	
47.2	108		34.9		35.7		
19.2	93.0		29.9		33.1		
10.4	80.7		27.4				
	49.9		25.8				
	48.6						
	46.6						
	38.9						
	30.0						
	29.3						
	27.3						
	25.3						
	24.6						
	23.6						
	19.5						
	18.6						
	13.2						
	13.2						
	11.5						
	9.7						
	1.8						

KAYNAKLAR

- ALKIM, U. B., 1979, «İkiztepe Kazısı İlk Sonuçları», VII Türk Tarih Kongresi, TTK Basımevi, 150.
- ALKIM, H., 1981, «İkiztepe Kazısı ile İlgili Arkeometrik Araştırmaların Yorumu», TÜBİTAK Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri II Boğaziçi Üniversitesi, 137.
- BİLGİ, Ö., 1984, «Metal Objects from İkiztepe, Turkey», Beiträge Zur Allgemeinen Und Vergleichenden Archäologie; 6, 31 - 97.
- CHARLES, J. A., 1968, «Early Arsenical Bronzes-A Metallurgical View» American J. Arch., 71, 21 - 28.
- FRANGİPAN, M., 1985, «Early Development of Metallurgy in the Near East», Studi di Paleontologia in Onore di Salvatore M. Puglisi, Ed. M. Liverani, A. Palmieri ve R. Peroni, Università di Roma, «La Sapienza», 215 - 228.
- de JESUS, P. S., 1980 The Development of Ancient Mining and Metallurgy in Anatolia, Oxford, BAR, 24.
- GEÇKİNLİ, A. E., N. BOZKURT, H. YORUCU ve Ö. BİLGİ, 1986 «İkiztepe Metal Buluntularının Metalografik Etüdü», VII. Kazı Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu, Ankara.
- GILES, D. L., ve E. P. KUIJPERS, 1974, «Stratiform Copper Deposits Northern Anatolia, Turkey: Evidence for Early Bronze I (2800 BC) Mining Activity», Science: 186, 823 - 825.
- KUNÇ, Ş., 1986 «Analysis of İkiztepe Metal Artifacts», Anatolian Studies, 99 - 101.
- OZBAL, H., 1981, «İkiztepe Metal Bulgu Analizleri», TÜBİTAK Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri, II, İstanbul Üniversitesi 101 - 112.
- OZBAL, H., 1984, «İkiztepe Metal Bulgu Analizleri», TÜBİTAK Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri, IV, İstanbul Üniversitesi 117 - 132.
- STOS-GALE ve N. H. GALE, 1982, «The Sources of Mycenaean Silver and Lead» Journal of Field Archaeology; 9, 406 - 485.
- TYLECOTE, R. F., H. A. GHIAZNAVI, P. J. BOYDELL, 1977, «Partitioning of Trace Elements Between the Ores, Fluxes, Slags and Metal During Smelting of Copper», Journal of Archaeological Sciences; 4, 305.
- TYLECOTE, R. F., 1980, «Summary of Results of Experimental work on Early Copper Smelting», Aspects of Early Metallurgy, Ed. W. A. Oddy, Occasional Papers No. 17, British Museum.



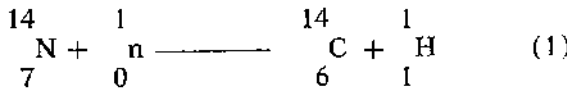
İKİZTEPE YERLEŞİM BÖLGESİNİN FARKLI KÜLTÜR VE EVRELERİNİN ¹⁴C YÖNTEMİYLE TARİHLENMESİ

Mehmet KİŞ*

Belma IŞIK

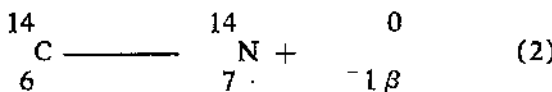
1. GİRİŞ

Güneş ve yıldızlardan dünya atmosferine gelen kozmik ışınlar atmosferin üst kısımlarında nötron oluştururlar. Bu nötronlar atmosferdeki bazı atomların çekirdekleri ile etkileşerek çeşitli çekirdek tepkimeleri verirler. Nötronun girdiği çekirdek tepkimeleri içinde meydana gelme olasılığı en fazla olanı 1,7 barn'lık etkin kesidiyle tepkimesidir. At-



mosferin üst kısımlarında oluşan bu ¹⁴C atomları hemen oksitlenerek ¹⁴CO₂ haline dönüşür ve atmosferde bulunan inaktif CO₂ ile homojen bir şekilde karışır, fotosentez yoluyla bitkilere, bitkileri yiyen hayvanlara geçer. Böylece yaşayan canlılar dünyası bünyesine giren radyokarbondan dolayı az da olsa bir radyoaktiviteye sahip olur (10¹² tane ¹²C ye karşılık bir tane ¹⁴C atomu). Atmosferik CO₂ başta okyanuslar olmak üzere tüm su yığınlarında da çözünerek karbonatlar halinde bulunur ve denizlerde, göllerde oluşan kabuklar radyokarbon aktivitesi gösterir.

Atmosferdeki ¹⁴C miktarı sürekli olarak artmamakta belirli bir seviyede sabit kalmaktadır. Yaşayan canlıların bünyelerindeki ¹⁴C ile çevrelerindeki ¹⁴C arasında bir denge kurulur. Canlı öldüğü zaman bu denge den ayrılacağından bünyesindeki ¹⁴C 5730 yıllık yarılanma süresinin öngördüğü bir hızla bozunmaya uğrar :



β aktivitesi olarak bugün ölçülebilen ¹⁴C aktivitesi (A) ile öldüğünde örneğin sahip olduğu kabul edilen ¹⁴C aktivitesi arasındaki oran esas

(*) Doç. Dr. Mehmet KİŞ, Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Bölümü, ANKARA.

Belma IŞIK, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Kimya Bölümü ANKARA.

alınarak örneğin öldüğü tarihi hesaplamak mümkündür. Bu hesaplama için bilinen radyoaktif bozunma yasası kullanılır.

$$\ln \frac{A}{A_0} = -\lambda t \quad (3)$$

ve
$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{A_0}{A} \quad (4)$$

Burada,

t : Canlının ölümünden ölçüm tarihine kadar geçen süre,

λ : ^{14}C 'in bozunma sabiti,

A_0 : Canlının öldüğü andaki ^{14}C özgül aktifliği (radyokarbon tarihlenmesinin temel varsayımına göre dinamik karbon rezervuarının bugünkü ^{14}C özgül aktifliğine eşittir.),

A : Örneğin ölçülen ^{14}C özgül aktifliği.

Ancak ^{14}C oluşma hızında, rezervuarların büyüklüğünde veya rezervuarlar arasında karbonun değişim hızındaki herhangi bir değişime ^{14}C aktifliğini de değiştirir. Radyokarbon tarihlenmesindeki sapmaların nedenleri iki bölümde incelenebilir.

1 — Doğal nedenli sapmalar

2 — Yapay nedenli sapmalar

2.1. Doğal Nedenli Sapmalar :

^{14}C derişimini değiştiren doğal etkenler kozmik ışın akışı, yerin magnetik alanı, güneş lekesi aktifliği, iklim değişiklikleri ve rezervuarlar arasındaki karışma hızı, izotop ayrışması olarak sıralanabilir.

2.1.a. Kozmik Işın Akısı :

Atmosferik ^{14}C oluşum hızı dünyaya ulaşan kozmik ışın yoğunluğu ile ilgili olduğundan kozmik ışın akısındaki herhangi bir değişim ^{14}C üretim hızını dolayısıyla ^{14}C derişimini değiştirir. Yerin magnetik alanı ve güneş lekeleri kozmik ışın akısını etkiler.

2.1.b. Yerin Magnetik Alanı :

Kozmik ışınlar yüklü parçacıklar olduğundan yerin magnetik alanı tarafından saptırılırlar. Kuvvetli magnetik alan perdecleme etkisi yapacağından atmosfere gelen kozmik ışın akısını ve ^{14}C üretim hızını azaltır.

2.1.c. Güneş Lekesi Aktivliği :

Yapılan gözlemler kozmik ışınlarla 11 yıl güneş lekesi çevrimlerinin ilişkili olduğunu güneş lekesi aktivliği arttıkça kozmik ışın akısının azaldığını göstermiştir. Güneş aktivliğinin artması ile artan gezegenler arası magnetik alan dünya atmosferine yönelen kozmik ışınları saptırarak nötron oluşumunun azalmasına ve ^{14}C derişiminin düşmesine neden olur. (De veries, 1959).

2.1.d. İzotop Seçimlenmesi :

Atmosferde oluşan karbon izotopları hidrosllere ve biyosfere geçen izotop seçimlenmesine uğrar. Bitkiler karbonlarını atmosferden aldıkları halde bünyelerindeki ^{14}C derişimi atmosferdekinden % 3-4 daha düşüktür (240-320 yıl görünür yaş farkına eşdeğerdir.). Bu fark fotosentez olayında ^{14}C 'ün ^{12}C kadar kolay alınmamasından ortaya çıkar. Bitkilerde izotopik seçimlenme bitkinin türüne göre farklılık gösterir. (Nydal, 1966). Bitkilerin bir kısmı fazla ^{14}C alırken bir kısmı daha az alır ve aynı atmosferik CO_2 'i kullanarak aynı zamanda yetişen bitkiler ^{14}C içerikleri farklı olduğundan farklı yaşlar gösterirler.

İzotopik seçimlenme okyanus karbonatı ile CO_2 arasındaki değişim tepkimesinde de meydana gelir. Karbon atmosferden okyanusa geçerken bir zenginleşme olur (^{14}C daha az geçer). İzotopik seçimlenme yaştan deneysel tayinini zorlaştırır. Doğru tarihleme yapabilmek için ^{14}C 'ün atmosferden tarihlenecek örneğe geçerken ne kadar izotop seçimlenmesine uğradığını bilmek gerekir. Yaşı bilinmeyen örnek için bunu doğrudan hesaplamak olanaksızdır. Ancak araştırmalar ^{14}C 'ün, ^{13}C 'ün iki katı kadar seyreltiğini göstermiştir. Örneğin $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ oranı azalması kütle spektrometresiyle ölçölüp $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ oranının bunun iki katı kadar azaldığını düşünölerek yaş hesabında düzeltme yapılır. İzotop seyrelmesi aşağıda tanımlanan terimle verilir.

$$\% \delta^{13}\text{C} = \frac{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C}) \text{ örnek} - (^{13}\text{C}/^{12}\text{C}) \text{ standart}}{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C}) \text{ standart}} \times 10^3 \quad (5)$$

Standart Olarak :

«Pee Dee Belemnite Chicago Limestone» alınmıştır.

2.1.e. İklim Değişikliği ve Rezervuarlar Arasındaki Karışma Hızı :

Atmosferdeki ^{14}C derişimi sıcaklıkla ters orantılı olarak değişir. İklimler güneş lekmesine bağılı olduğundan yüksek güneş lekmesine bağılı

olarak daha yüksek sıcaklık ve buna karşılık atmosferde düşük ^{14}C derişimi ortaya çıkar.

Troposferde meydana gelen $^{14}\text{CO}_2$ atmosferde homojen bir karışım yapar. Karışma süresi yarı ömre göre çok kısadır. Dünyanın her hangi bir yerinde oluşan ^{14}C 2-3 yılda atmosferin her yerine yayılır. Bir ^{14}C atomu atmosferde 21 yıl kaldıktan sonra ortalama 10 yılda (5-20 yılda) okyanuslara geçer, derin okyanustan atmosfere geri dönüş ise 500 yıl veya daha fazla bir süre gerektirir. (Walton et al, 1970; and O'Brien, 1972). ^{14}C atomlarının okyanus yüzeyi ile derinlikleri arasındaki değişme hızı okyanus yüzeyinin sıcaklığına bağlıdır ve bu hız (okyanus sularının karışma hızı daha büyük olduğundan) kışın daha büyüktür (Gulliksen and Lövseth, 1972). Bütün rezervuarda karışma için yeterli zamanın bulunmaması biyosferde ^{14}C derişimindeki büyük farklılaşmayı meydana getirir.

2.2. Yapay Nedenli Sapmalar :

2.2.1. Suess (Fosil Yakıt) Etkeni :

Kömür ve petrolün yakıt olarak kullanılmaya başlanması ile atmosfere, milyonlarca yıl önce dinamik karbon rezervuarından ayrılmış ve ^{14}C bulundurmeyen CO_2 verilmeye başlanmıştır. Böylece atmosferin ve daha sonra da biyosfer ve hidrosferin ^{14}C özgül aktivitesi azalmıştır (Suess, 1955). Suess etkeni nedeniyle doğal ^{14}C derişimi atmosferde % 5 ve okyanus yüzey sularında % 1 den fazla azalmıştır (Baxter, 1968).

2.2.2. Bomba Etkeni :

Özellikle atmosferde yapılan nükleer denemelerden çıkan nötronlar havada kozmik ışın nötronları gibi ^{14}C oluşturmışlardır. 1963 yazında kuzey yarım kürede ^{14}C derişimi normalin iki katına çıkmıştır.

2.3. ^{14}C Derişimindeki Değişmelerden Gelen Hataları Düzeltme Yolları :

Yukarıda açıklanan etkenlerin tümü radyokarbon yönetimiyle tarihlemelerde hatalara neden olurlar. Bu etkenlerden izotopik seyrelmenin etkisi uygun bir standarda (PDP standart) göre örneğin ^{13}C seyrelmesi ölçülerek ve düzeltilmiş formüller kullanılarak giderilir (Broecker, Olsson, 1969).

Fosil yakıt ve nükleer silah denemelerinin etkileri bu etkenlerin bulunmadığı 19. yüzyıl odunları standart alınarak giderilir. Bu amaçla

kullanılan birincil standart 1890 meşe odunudur. Daha sonra Amerikan Milli Standartlar Bürosu tarafından hazırlanan okzalik asit kullanılmaya başlanmıştır. Okzalik asidin 1 Ocak 1958'deki özgül aktifliğinin 0,95 katı 1890 meşe odununun özgül aktifliğine eşittir.

Doğal nedenli sapmalardan gelecek hatalar kalibrasyon eğrileri kullanılarak düzeltilir. Kalibrasyon eğrileri dendrokronolojik olarak tarihlenmiş ağaç halkalarının radyokarbon yöntemiyle de tarihlenerek gerçek yaşların radyokarbon yaşlarına karşı grafiğe geçirilmesi ile elde edilir.

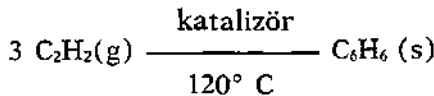
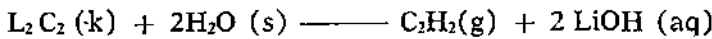
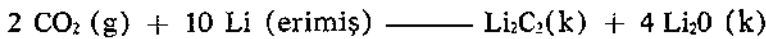
3. Yöntemin Uygulanması

3.1. Ön işlemler

Ön işlemlerin amacı örneğe karışabilecek yabancı organik maddelerin ayıklanması ve atılmasıdır. Örneğin türüne göre belirli temizleme yöntemleri kullanılır. Bu çalışmada odun ve kömürleşmiş örnekler kullanıldı. Örnekteki karbonatları, organik maddeleri ve humik asidi uzaklaştırmak amacıyla örnekler sırasıyla 2N HCl, saf su; 0, 1N NaOH, saf su, 2N HCl ve saf su ile kaynatıldıktan sonra etüvde 120°C da bir gece bekletilerek kurutuldu.

3.2. Örneğin Sayılabilir Duruma Dönüştürülmesi ve Sayılması :

¹⁴C, karbondioksit, metan ya da asetilene dönüştürülerek orantılı gaz sayıcıları ile veya benzene dönüştürülerek sıvı sintilasyon sayıcılarıyla sayılabilir. Her iki yöntemde de uygulanan ilk işlem örneğin yakılarak veya hidrolizle CO₂'e çevrilmesidir. Sonraki tepkimeler sırasıyla şunlardır :



Bunlar yüksek verimli ve spektral saflıkta ürün veren tepkimelerdir (Tamers, 1960).

3.3. Yaşın Hesaplanması :

Yaş bilinmeyen örneğin aktivitesinin standarttan sapması eşitliği

$$\delta^{14}\text{C} (\text{‰}) = \left(\frac{A_{\text{ör}}}{0,95 \cdot A_{\text{ok}}Z} - 1 \right) \cdot 1000$$

ile tanımlanan ^{14}C terimi ile verilir. Burada $A_{\text{ör}}$ = örneğin aktivitesi, $A_{\text{ok}}Z$ = standart okzalik asit aktivitesini gösterir. İzotopik seyrelmenin de etkisini içeren ve örneğin aktivitesindeki gerçek sapmayı gösteren Δ

$$\Delta (\text{‰}) = \delta^{14}\text{C} - (2\delta^{13}\text{C} + 50) \left(1 + \frac{\delta^{14}\text{C}}{1000} \right)$$

terimi, eşitliği ile verilir. Bütün düzeltmeler yapıldıktan sonra örneğin yaşı aşağıdaki formülle hesaplandı :

$$T = 8033 \ln \frac{1}{1 + \Delta \cdot 10^{-3}}$$

Burada, T = örneğin 1950'den geriye doğru ^{14}C yaşı; 8033 sayısı ^{14}C 'ün Libby yarı ömrü ile hesaplanan ortalama ömrüdür. Bu formülden bulunan yaş 1,03 faktörü ile çarpılarak doğru yarılanma süresine (5730 yıl) göre hesaplanmış olur.

4. Sonuçlar :

Örneğin alındığı yer	Lab kod	Örneğin yaşı G.Ö.T ± G _t	Örneğin yaşı M.Ö.	Örneğin düz. yaşı M.Ö.
Kat I evre 2	HÜR 105	4575 ± 149	2625 ± 149	3350 ± 149
Kat I evre 4	HÜR 100	5485 ± 119	3535 ± 119	4385 ± 119
Kat I evre 5	HÜR 97	7613 ± 95	5663 ± 95	—
Kat I evre 5	HÜR 98	6045 ± 160	4095 ± 160	4980 ± 160
Kat I evre 5	HÜR 101	8558 ± 139	6608 ± 139	—
Kat I evre 6	HÜR 103	4540 ± 130	2590 ± 130	3330 ± 130
Kat II evre —	HÜR 102	5872 ± 159	3922 ± 159	4785 ± 159
Kat II evre —	HÜR 99	6730 ± 124	4420 ± 124	—

Tablo incelendiğinde I. kültür katının değişik evrelerinden alınan ilk beş örneğin yaşlarının evrelere göre bir düzen gösterdiği görülmektedir. Kat I evre 6'dan alınan örneğin bu düzenden sapması evreler ara-

sındaki taşınmadan ileri gelebileceği gibi bu kültür katında uygulanan mimarinin evreler arasında geçişe müsait olmasından ileri gelebilir.

Kat II den alınan ve evreleri belirtilmeyen örneklerin yaşları karşılaştırılarak HÜR 102 olarak kodlanan örneğin aynı dönemin daha erken evrelerine ait olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Baxter, M. S. 1968. «Recent Fluctuations of Atmospheric Carbon-14 Concentrations» ph. D. Thesis Univ. of Glasgow, Glasgow.
- Broecker, W. S. Olsson, E. A., 1968. Amer. J. of Science, Radiocarbon Suploment, 1, 111.
- De Vries, H. I., 1959. «Measurements and use of ^{14}C » in Researches in Geochemistry, edited by P. H. Abelson, Jonh wiley and sons, P. 169 - 189.
- Gulliksen, S. R., Lövseth, K., 1972, «Further calculations on the ^{14}C exchange between the ocean and the atmosphere» Proc. 8 the Int. Conf. on Radiocarbon Dating. New Zealand. 1: C 63.
- Nydal, R., 1966. «Variations in ^{14}C concentrations in the atmosphere during the last several years» Tellus 18, p. 271 - 279.
- Rafter, T. A., O'Brien, B. J., 1972, « ^{14}C measurements in the atmosphere and in the South Pasific Ocean, A recalculation of the exchange rates between the atmosphere and the Ocean» Radiocarbon Dating, P. 241.
- Suess, H. E., 1955; Science, 122, 415 - 417.
- Tamers, M. A., 1960, Science, 137, 667.
- Walton, A., Ergin, M., Harkness, D. P., 1970, Geophys. Res., 75, 3089.

İMİK UŞAĞI VE PERGE SERAMİKLERİNİN ONARIMINDA, METAL ÇUBUK YERLEŞTİRME VE KUM PÜSKÜRTME METODU KULLANIMI

Hüseyin AKILLI*

İmİK Uşağı ve Perge kazılarında, parçalar halinde veya parçalanmış fakat dağılmamış bir durumda ortaya çıkarılan seramiklerden, özellikle küplerin onarımında kolaylık sağlaması bakımından, bazı kazı ön çalışmaları yapıldıktan sonra buluntu yerlerinden alınıp kazı evlerine getirilmişlerdir.

Prof. Dr. Jale İnan başkanlığında yürütülen 1984 Perge kazısında, ortaya çıkarılan ve yarısı bulunduğu meken zemininin altında bulunan küp parçalarının (Resim : 1), kırık birleşme yerlerine, daha önce hazırlanmış ve aynı numaraları taşıyan küçük üçgen etiketler yapıştırılmış ve bu numaralar yapılan çizim üzerinde belirtilmiştir (Resim : 2). Doç. Dr. Veli Sevin başkanlığında yürütülen İmİK Uşağı 1985 - 1986 kazılarında ise ortaya çıkarılan parçalanmış küplerin, hemen dağılmalarını önlemek için küp yüzeyine daha önce zarar vermediği, yapılan uygulamayla saptanan, 4 cm. genişliğinde yapışkan bantlar kullanılmış ve kırık parçalara verilen ayrı ayrı numaralar, yapılan eskiz çizimler üzerinde belirtilmiştir. Bunun yanı sıra dağınık olan fakat kırık birleşme yerleri belirlenmiş bulunan parçaların (Resim : 3), kırık birleşme yerlerine de karşılıklı olarak, kurşun kalem kullanılarak aynı numaralar verilmiş ve daha sonra buluntu yerinden gruplar halinde alınmışlardır.

Bütün bu ön çalışmalar, çok parçalı olan küplerin onarımında birleşen parçaların tespiti, hangi parçanın daha önce yapıştırılacağı ve metal çubuk yerleştirileceğinin belirlenmesinde kolaylık sağlamıştır.

Kazı evlerince, Perge'de traktörün çektiği ve 30 cm. taşlardan arındırılmış toprak ile doldurulmuş römörk içine yerleştirilerek, İmİK Uşağı'nda ise büyük sandıklar içinde bulunan parçaların işçiler, ekip üyelerinin taşınması ile getirilmişlerdir.

Kırık birleşme yerlerinde bulunan kir tabakası, çeşitli boyutlarda kıl fırçalar kullanılarak çıkartılmıştır. Girintili kısımlarda bulunan ve

(*) Hüseyin AKILLI, İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Anabilim Dalı, Fen/PTT, İSTANBUL.

çıkmayan inatçı kirler ise ucu sivri ve yassı madeni aletler kullanarak, kırık yüzeye zarar vermeden atıldıktan sonra aseton ile nemlendirilmiş üstübüyle tozlardan arındırılmışlardır. Aseton ile nemlendirilmiş pamuğun kullanılmamasının nedeni, temizleme anında kırık yüzeylerin girinti ve çıkıntılarına, pamuk liflerinin takılabileceği nedeniyledir. Perge kazı evinde, hava basıncını temin edebileceğimiz kompresörün mevcut olması, kırık yüzeylerin temizlenmesinde kolaylık sağlamıştır.

Parçaların kırık kırığa oturup oturmadıklarının kontrolü yapılarak, yapıştırma ön çalışmalarına başlanmıştır. Ortaya çıkarılan küplerin çok parçalı, dip kısımları dar, karın kısımları geniş ve özellikle birleşen parçaların, toprak altında kaldıkları zaman süreci içinde bazı kırık yüzeylerinin aşınmış olması, bunların yapıştırılmasında etkili bir yapışkanın kullanılmasına ve bazı parçaların içlerine metal çubuklar yerleştirilerek güçlendirilmelerine gerek görülmüştür.

Çizim ve parçaların, kırık birleşme yerlerine yapıştırılmış küçük üçgen etiketler üzerinde bulunan numaralara bakılarak, Perge'de 33 parçadan oluşan küpün, dip kısmını oluşturan parça etrafına, birleşme durumuna göre diğer parçalar yerleştirilmiştir. Fakat İmik Uşağı'nda ortaya çıkarılan küpün (diğer küplerde hemen hemen aynı durumdadır) mevcut olan parçalarının 160 dan fazla (çok küçüklerde sayıldığında 178 parça) olması ve küçük parçalardan (Resim : 4) oluşması nedeniyle, böyle bir uygulama yapmamıza imkan vermemiş, 3 ila 10 parçadan oluşan gruplar haline getirilmişlerdir. Bunlar dip ve ağız etrafında lanmışlardır.

Her iki kazıda yapılan parça ve eskiz çizimi incelemelerinde, küplerin oluşturabileceği formlar göz önüne alınarak, hangi parçalara metal çubuk yerleştirileceği belirlenmiş ve bu nedenle kırık yüzeylerine aynı merkez ve doğrultuda deliklerin açılabilmesi için parçalar ayrılmışlardır.

Perge'de yapılan uygulamada, bazı birleşen parçaların büyük olması, onların kırık yüzeylerine, ayrı ayrı merkezlerden oluşan fakat aynı doğrultu ve genişlikte, karşılıklı delikler açtıktan sonra 2 metal çubuk yapışkan kullanarak yerleştirip, sağlam bir birleştirme yapmamıza neden olmuştur. Karşılıklı deliklerin açılması, basit bir yöntem uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Birleşen parçalardan bir tanesinin kırık yüzeyinde açılacak olan deliklerin yerleri belirlenmiştir. Her merkezden geçecek olan ve birbirini kesen iki çizgi çizilerek, uzantıları parçanın dış yüzünde biraz uzatılmıştır (Resim : 5a). Diğer parça kırık kırığa oturtularak dışta bulunan çizgiler, bu parçaya aktarılmıştır (Resim : 5b). Üstteki parça alınıp, dışta bulunan uzantılar kırık yüzeyde birleştirildi-

ğinde, ikinci parçada da açılacak olan deliklerin merkezleride belirlenmiş olmaktadır. Burada, deliklerin aynı doğrultuda açılabilmesi için dışta bulunan çizgilerin, matkaba yön verebilmemiz nedeniyle paralel tutulmaları gerekmiştir. Çünkü böyle bir uygulama yapılmadığı takdirde, açılacak olan deliklerin doğrultuları farklı olacağından, içine yerleştirilecek metal çubuklarında germe yapması sonucu, parçaların kırık kırığa oturtulmasını engelleyeceğinden, uygulamamız sonuçsuz kalır. Elektrikli matkap, dışta bulunan çizgiler doğrultusunda tutularak (Resim : 5c) 1 dakikalık zaman süreci içerisinde, hiç bir sorunla karşılaşmadan açılmıştır.

İmik Uşağı'nda bazı parçalar üzerinde yaptığımız uygulama, Perge'de yapılan uygulama kadar olumlu sonuç vermemiştir. Buna sebep ise uygulama parçalarımızın küçük olması (onarımını yapacağımız küplerin parçalarına benzeyen parçalar seçilmiştir), yapıldıkları kil içinde katkı maddesinin bol miktarda bulunması ve el ile çevirdiğimiz matkaba gerekli olan devir hızını verememizden dolayıdır. Ayrıca küçük olan parçaların da delme esnasında, insan gücüyle dengede tutulmaları olumsuz etkindir. Bütün bunlar göz önüne alınarak, Perge'den farklı ve daha hassas, hatasız bir uygulama yapmamızı gerektirmiştir. Çünkü yapılacak en ufak hatanın düzeltilmesi çok zor veya imkansız olabileceğini, daha önce yapılan deneysel uygulamalardan aldığımız sonuçlarla belirlemiş bulunuyoruz.

İki birleşen kırık parça, kırık kırığa birleştirilmiş ve her iki parçaya uzanan, matkaba yön vermemizi sağlayacak olan bir çizgi çizilmiştir (Resim : 6 a). İki bacağımızın arasına sıkıştırdığımız veya kazı arkadaşlarımızdan birinin el ile sıkı bir şekilde tuttuğu parçanın, daha önce belirlediğimiz kırık yüzeyine, matkabımızı dışta bulunan çizgiler doğrultusunda tutmak suretiyle, 5 ila 10 dakikalık bir zaman süreci içerisinde delik delinmiştir (Resim : 6 b). Açılan deliğin derinliğinden daha uzun metal çubuk, deliğe sokularak dışta bulunan çizgi doğrultusunda açılıp açılmadığının kontrolü yapılmıştır (Resim : 6 c). Bazı açtığımız deliklerin dışta bulunan çizgiler doğrultusunda olmadığı tespit edilmiş ve çizgi düzeltilerek delik doğrultusuna getirilmiştir. Böylece açılmış olan ilk deliklerde hata yapmak sorun olmamıştır. Açılmış olan deliğin merkezinden geçen ve birbirini kesen iki çizgi çizilmiş, uçları dıştan biraz uzatılmıştır (Resim : 6 d). Parçalar kırık kırığa birleştirilmiş ve dışta bulunan çizgiler ikinci parçaya aktarılmıştır. Bunun yanı sıra, açılmış bulunan deliğin doğrultusuna getirilmiş bulunan doğrultu çizgisi de, hata var ise düzeltilmiştir (Resim : 6 e). İkinci parçada delik açılırken (Resim : 6 f), çok dikkatli hareket edilerek, belirlenen merkez ve doğrultudan matkabımızı saptırmadan delik açılmıştır.

Perge'de yapıştırma, dipten başlayarak (Resim : 7) yukarıya doğru gerçekleştirilmiştir (Resim : 8). Parçaların kırık birleşme yerlerine, aşağıda oranları verilen ve plastik bir kap içinde karıştırılarak hazırlanan polyester yapışkanı, ince kıl fırça kullanarak, kırık yüzeylere sürülmüş ve delikler yarıya kadar doldurulduktan sonra daha önce uzunlukları belirlenmiş çelik çubuklar deliklere yerleştirilip, dengeye getirilmiş bulunan alt parça üzerine diğer parça kırık kırığa birleştirilmiştir.

Yapışkan karışımı :

Polyester	10	gr.
Sertleştirici	0,30	gr.
Hızlandırıcı	0,15	gr.

Uygulama kapalı mekan içinde ve saat 16 dan sonra yapıldığından, yapışkanın donması 15-25 dakika içerisinde olmuştur. Bu zaman süreci içerisinde, küpün mevcut olan parçalarının yarısı birleştirilmiştir.

İmİK Uşağı kazı evinde parçalara açılan deliklerde çok güçlük çekilmesi, küplerin onarım öncesi planlarında değişiklik yapmamızı zorunlu hale getirmiştir. Ağız ve dip kısmını oluşturan parçalara, güçlü bir birleştirme yapabilmek için, gerekli görülen yerlere bütün delikler açıldıktan sonra yapıştırma işlemine geçilmiştir. Yapıştırma küpün çok parçalı olması nedeniyle, dip ve ağız kısmından başlanmıştır (Resim : 9). Parçaları tam olarak kırık kırığa yapıştırabilmek için yapışkan bantlar, mandallar, klipsler ve lastik bantlar (Resim : 10) kullanılmıştır. Bunun yanı sıra, iki ana grubun birleştirilmesinde bazı aksaklıkların çıkabileceği göz önüne alınarak, orta kısma gelen ve gruplanmış bazı parçaların yapıştırılması birleştirmeden sonraya bırakılmıştır.

160'dan fazla parçanın yapıştırılmasında, çok dikkatli hareket etmemize ve sonradan oluşabilecek aksaklıkları bilmemize rağmen, iki ana grubu (dip ve ağız) birleştirme denemesinde, parçaların bazıları kırık kırığa oturmadığı ve oturtulan parçalardan sonra karşı yönde 0,5 cm. lik bir açılmanın olduğu görülmüştür. Yaptığımız incelemede, ağız kısmına yakın birleştirdiğimiz 7 parçadan oluşan grubun, kırık birleşme yerleri aşınmış olduğundan, kırık kırığa tam olarak yapıştıramadığımızı tespit ettik. Düzeltmeyi, küpün etrafını halatla çevirip (Resim : 11) ve bağlantı yerine tahta parçası sokup sıkmak suretiyle yapmaya çalıştık ve bunda başarılı olduğumuzu görünce polyester kullanarak yapıştırma-yı gerçekleştirdik.

Perge'de parçalanmış taş mimari elemanların birleştirilmesinde, hypokaust payelerinin sertleştirilmesinde, kaldırılan mozaikin arkasının sağlamlaştırılmasında, küp onarım ve sertleştirilmesinde kullandığımız

ve deneyimli olduğum polyester yapışkanı ile İmîk Uşağı'nda yaptığım ilk uygulama başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Yapılan incelemede, sıcaklık farkının çok etkili olduğu görülmüştür. Perge'de ortaya çıkarılan küp parçaları, bir kaç gün kapalı mekanda tutulmaları, onların soğumasına neden olmuştur. Bunun yanı sıra uygulama, Eylül' ayında gerçekleştirilmiştir. Fakat İmîk Uşağı'nda yapıştırma işlemine Ağustos ayında ve de öğlen saatlerinde başlamamız, kullandığımız polyester yapışkanının 1 ile 3 dakikada donmasına neden olmuştur. Bunun yanı sıra açıkta bulunan küp parçalarının ısınmış olmalarıda, aldığımız sonucu etkilemiştir. Bütün bunlar göz önüne alınarak, İmîk Uşağı'nda küplerin yapıştırılmasında kullandığımız polyesterin içine, sabah çalışmalarımızda, parçaların gece soğumuş oldukları göz önüne alınarak, sertleştirici ve hızlandırıcı yine de Perge'ye oranla daha az miktarda karıştırılmıştır.

Polyester yapışkanı :

Polyester	10	gr.
Sertleştirici	0,25	gr.
Hızlandırıcı	0,10	gr.

Öğleden sonraki çalışmalarımızda oranlar daha da düşürülmüş, saat 17.00 den sonra bir miktar artırılmıştır.

Yapıştırma sırasında küp yüzeyine taşmış bulunan polyester yapışkanı, polyesterin çözücüsü olan selülozik tiner ile nemlendirilmiş üstü-büyle hemen silinmiştir. Çünkü polyesterin donması durumunda, küp yüzeyi üzerinden temizlemek çok zor veya imkansız olmaktadır. Kullanılan kıl fırça da küçük bir kap içinde bulunan selülozik tiner içine, bir kaç kez bastırıldıktan sonra kuru üstübu veya bez kullanarak temizlenmiştir.

Perge'de yapıştırmadan sonra eksik kısımlar bulunmadığından tümleme yapılmamıştır. İmîk Uşağı'nda yapıştırılan küplerin, eksik kısımlarının arkasına, tümleme maddesi olarak kullandığımız alçıya dayanak sağlayan bir destek yaparak, Maskeleme Metodunun kullanılmasıyla tümleme gerçekleştirilmiştir (Resim : 12-13).

Tümleme yapılırken alçıya dayanak yapabileceğimiz destek olarak plastilin, kil ve diş doktorlarının diş kalıbı almakta kullandıkları mum levhaları kullanılmıştır. Mum levhalarının hafif olmaları, tümlemeyi hızlı ve rahat yapmamızı sağlamıştır.

Ortaya çıkarılan seramiklerden, özellikle çömleklerin eksik kısımlarının çok olması, bunların tümlemelerinin güçlü yapılması ve bunu sağlayabilmek için ise İskelet metodunun kullanılması gerekmiştir. Yapıştırılan çömleğin eksik kısımlarının karşılıklı kırık yüzeylerine el matkabı kullanılarak 0,3 cm. genişliğinde ve 1,5 cm. derinliğinde delikler açılmıştır. Uzunlukları saptanan ve eksik kısmın formu bükülerek ka-

zandırılan 0,2 cm. kalınlığındaki galvanizli metal çubuklar polyester yapışkanıyla deliklere yerleştirilerek, eksik kısmın iskeleti kurulmuştur (Resim : 14). Bu uygulama ile eksik yüzeye 10 cm. aralıklarla yatay 4 ve dikey 1 olmak üzere 5 metal çubuk yerleştirilmiştir. Yanda bulunan diğer eksik yüze ise 6 cm. aralıklarla yatay 3 metal çubuk yerleştirilmiştir.

Eksik yüzeyin geniş olması ve alçıya dayanak sağlayan bir destek yapmadan tümlemeyi yapabilmemiz amacıyla, 4 cm. genişlikte kesilmiş bulunan tülbent şeritler, metal çubukların alt ve üstünden geçirilerek tümlenecek olan kısmın güçlendirici dokusu tamamlanmıştır (Resim :15). Sulandırılmış beyaz tutkal, kıl fırça ile eksik kısmın kırık yüzeylerine sürülmüş ve normal kıvamından biraz daha sulu hazırlanmış alçı, kenarlardan başlayarak çömlek yüzeyinin 0,1 cm. üstüne kadar eksik kısım doldurulmuştur. Demir testerenin kısa, uzun ve bükülüp ucunun U, L ve I şekillerine getirilmesiyle kullanılarak dolgunun fazlalıkları alınmıştır. Çömlek yüzeyinin 0,05 cm. altına kadar alınmış bulunan dolgu, değişik kalınlıkta ağaç zımparaları ve su zımparası kullanılarak son düzenlemeleri yapılmıştır.

Güçlendirici doku olarak tülbent kullanma uygulamasını, ilk defa İmik Uşağı'nda tatbik etmiş olmam, benim olumlu ve olumsuz bazı sonuçları belirlememe neden olmuştur. Uygulama, özellikle eksiği çok olan büyük seramiklerin tümlenmesinde, güçlü bir dolgu yapmamızı sağlamakla birlikte tümleme sırasında form bozukluğu ortaya çıkmaktadır. Tümlenen kısmın her tarafında kalınlık eşit olmaktadır. Alçıya destek yapmak için kil, plastilin ve diğer kalıp alma maddelerinin kullanılmasını gereksiz kılmaktadır. Fakat tülbent şeritler çok iyi yerleştirilmediği veya gerilmediği taktirde, alçı döküm sırasında esnemelerine ve alçının boşluklardan dökülmesiyle, olumsuz sonuç alınmasına neden olmaktadır.

Çömleğin diğer eksik yüzeyinin daha az olması, burada sadece 3 metal çubuğun yeterli olacağı düşünülmüştür. Tülbent şeritler yerleştirilmemiştir. Maskelemeyi Çevirme Metodu kullanılarak, alçı bölüm bölüm dökülmek suretiyle (Resim : 16), tümleme gerçekleştirilmiştir. Yerleştirilen metal çubuklara küp formu çok iyi verilmesi gerekmektedir. Çok hafif bir sapma dahi, metal çubukların bazı kısımlarının dolgu maddesinin dışında kalmasına neden olacağından uygulama başarısız olur ve sökülmesi gerekir.

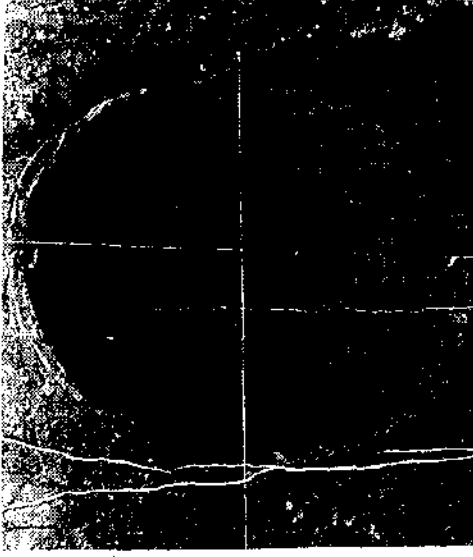
İmik Uşağı seramiklerinin üst yüzeyinde bulunan kirlerin temizlenmesi tahta aletler, kıl ve naylon fırçalar ile yapıldıktan sonra suyun zarar vermediği yapılan uygulamayla tespit edilmesiyle bol su ile yıkanmışlardır.

Kum Püskürtme Metodu, 1984 Perge kazısında onarılan küpün, yüzeyinde bulunan kalker tortusunun temizlenmesinde, piyasada mevcut

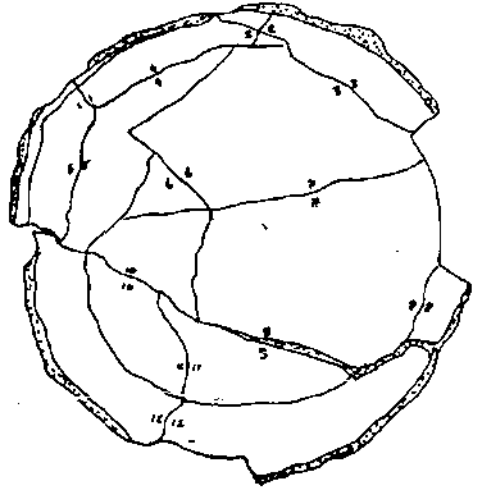
olan 3 nu'lu kum kullanılmıştır. İç kısma 4-6 kg/cm², dış kısma ise 2-4 kg/cm² basınç uygulanarak, 3 saatlik bir çalışma süreci içerisinde temizlenme, ilk defa böyle bir yöntemi kullanmama rağmen başarı ile gerçekleştirilmiştir. Uygulama açık mekanda yapıldığından, püskürtülüp küp yüzeyine çarpan kum taneleri ve kalker tozları etrafa dağılmıştır. Tozlar vücudumun açık yerlerinde kaşıntı ve kızarıklıklara neden olmasıyla birlikte maske kullanmadığımdan, solunum yollarında 3 gün süren bir rahatsızlık vermiştir. Bütün bunların önüne geçebilmek için, vücudumuza tamamen örten elbiseler giyilmiş, eldiven, gözlük, başlık takılmış ve ağız ve burnumuzu kaplayan bir tülbent bağlandıktan sonra çalışmalara devam edilmiştir.

Uygulama 1986 kazı dönemi içerisinde, bazı seramik parçaları üzerinde tekrarlanmıştır. Tabak parçasının Kum Püskürtme Metoduyla temizlenmesinde hava basıncının iyi ayarlanmaması, kum püskürtme tabancası (Resim : 17) ile parça yüzeyi arasındaki mesafenin belirlenmemesi, kir tabakasının püskürtülen kumdan farklı sertlikte olması ve kum tabancasından püskürtülen kumun 10 cm. lik bir mesafeden sonra 4 cm. genişliğinde bir alanı kaplamasından dolayı, olumsuz sonuç almamıza neden olmuştur. Bu ise bize küçük parçalarda, daha farklı bir uygulamanın yapılması gerektiğini göstermiştir. 12x17 büyüklüğünde ve 0,2 cm. kalınlığında bir seramik parçasında yapılan ikinci uygulamada, kazıda bulunmuş olan ve yumuşamış kiremit parçasının, bir kaç kez kırılması ve güneşte kurutulmasıyla elde edilen tozun 2 kg/cm² basınçla püskürtülmesi ve püskürtme tabancasının 3 ila 13 cm. arasında mesafede tutulmasıyla olumlu bir sonuç alınarak, temizleme gerçekleştirilmiştir.

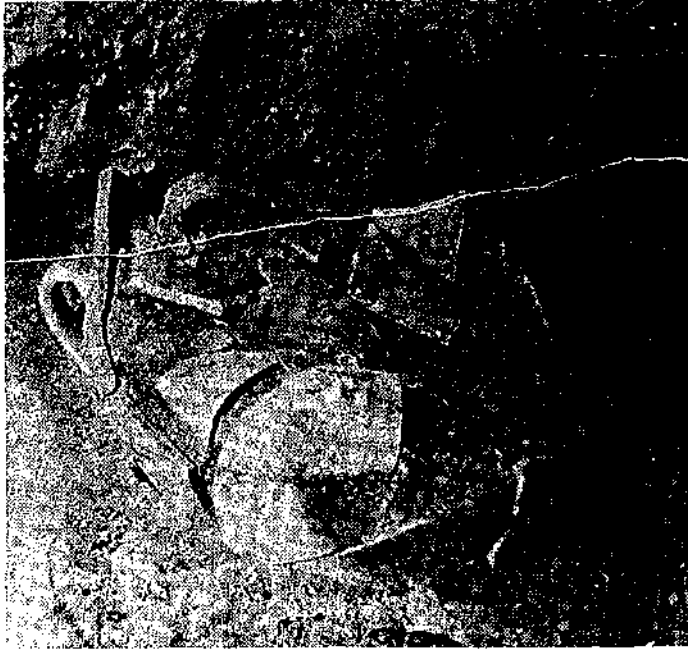
Yaptığım uygulamalara dayanarak, Kum Püskürtme Metodu bizlere, diğer yöntemlere nazaran zaman kazancı sağlamaktadır. Fakat dikkatsizce yapıldığı takdirde, eser üzerinde aşınmalara ve tamir olunmaz tahribatlara neden olabilmektedir. Bu nedenle önemli eserler üzerinde uygulamayı yapmadan önce, önemsiz bazı eserler üzerinde uygulamalar yaparak, deneyim kazandıktan ve alınan sonuçlardan hareket ederek uygulama gerçekleştirilmelidir. Her şeyden önce hava basıncının iyi ayarlanması, dikkatli bir gözlem ve püskürtme tabancası ile eser üzerinde bulunan kir tabakasının sertlik durumuna göre, aradaki mesafenin sürekli ayarlanması gerekmektedir. Kesinlikle sabit tutulmamalıdır. Çünkü küp üzerinde bulunan kalker tortusunun temizlenmesinde tespit edildiği gibi kir tabakası, eserin her tarafında aynı sertlikte olmamaktadır. Püskürtülen maddenin, eserin tipine ve yapıldığı malzemeye göre seçilmesi gerekmektedir. Bütün bunlar göz önüne alındığı takdirde, olumlu bir sonuç alınabilir. Aksi takdirde eser üzerinde tamir olunmaz aşınmalar meydana gelir.



Resim : 1 — Perge 1984 kazısında yarısı bulunduğu mekan zemininin altında bulunan küp parçalarına uygulanan kazı ön çalışmaları.



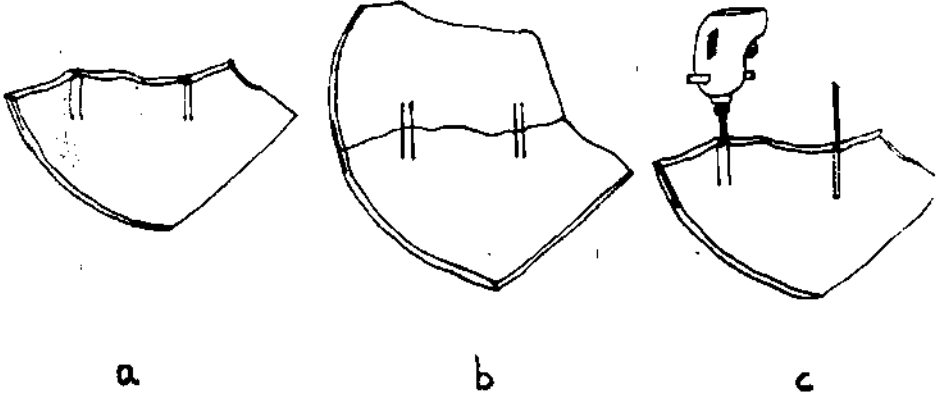
Resim : 2 — Perge'de bulunan küp parçalarının buluntu çizimi (Mim. B. Erünsal)



Resim : 3 — İmlik Uşağı 1986 kazısında parçalanmış fakat çok az dağılmış küpün buluntu durumu.

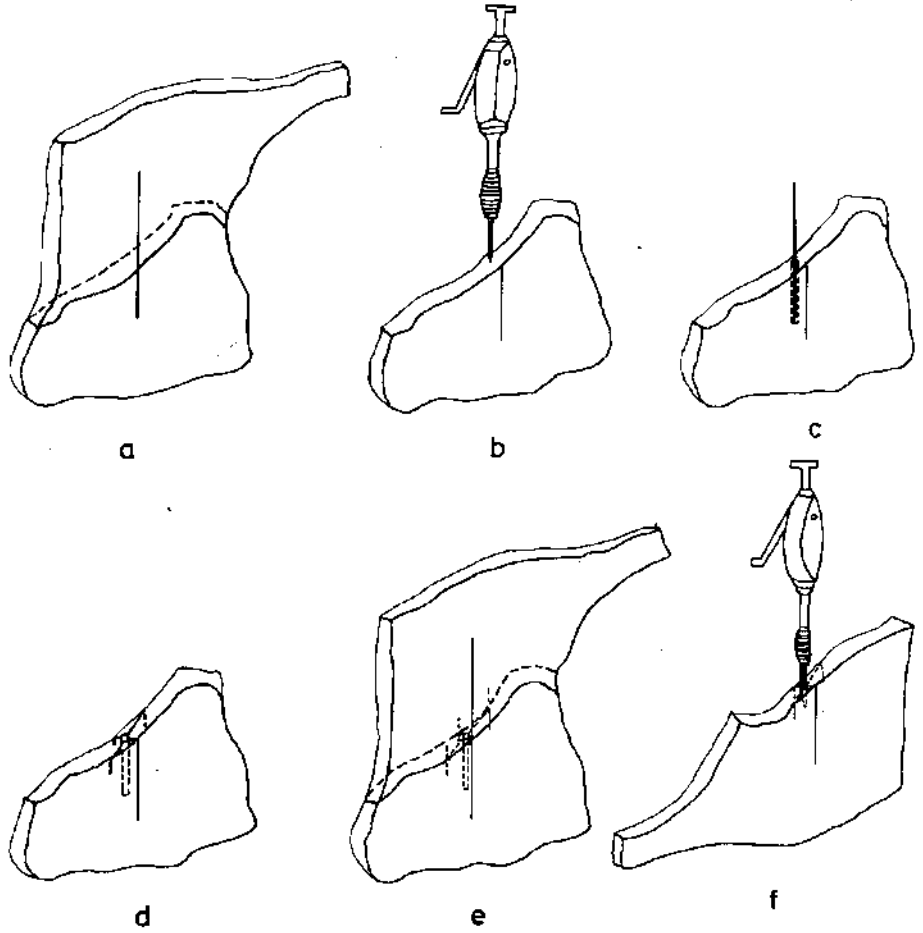


Resim : 4 — İmlik Uşağı 1985 kazısında ortaya çıkarılan 1/8 parçalı kûpün, parçalarının tasniften önce durumu.



Resim : 5 — Perge 1984 kûp onarımında, kullanılan delik delme yöntemi.

- 5a - Kırık yüzeyde açılacak olan deliklerin, merkezleri ve doğrultularının belirlenmesi.
- 5b - İkinci birleşen parça kırık kırığa oturtularak, dışta bulunan çizgilerin aktarılması.
- 5c - Açılan deliğe metal çubuk yerleştirilmesi ve matkabin dışta bulunan çizgiler ve metal çubuk doğrultusunda tutulması.



Resim : 6 — İmlik Uşağı 1986 kupa onarımında kullanılan delik delme yöntemi.

6a - Birleşen iki parçanın dışına açılacak olan deliğin doğrultusunu verecek olan çizginin çizilmesi.

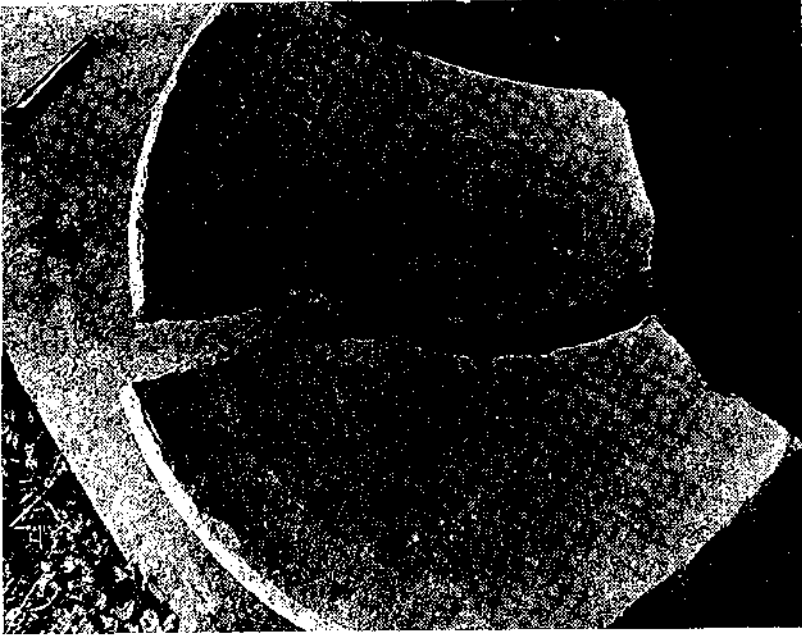
6b - El -matkabının dışta bulunan çizgiler doğrultusunda tutulmasıyla parçaya delik açma.

6c - Açılan deliğe metal çubuk yerleştirilerek, açılan deliğin dışta bulunan çizgi doğrultusunda açılıp açılmadığının kontrolü.

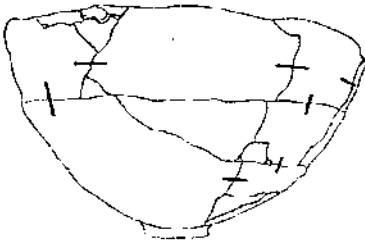
6d - Açılan deliğin merkezinden geçen ve birbirini kesen iki çizginin çizilmesi ve dış yüzeyde biraz uzatılması.

6e - Dışta bulunan çizgilerin, birleşen ikinci parçaya aktarılması.

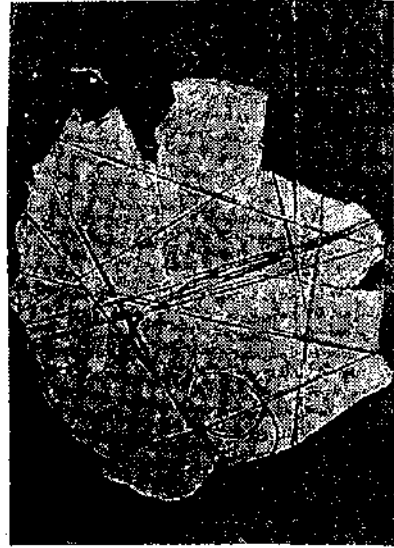
6f - El matkabının ikinci parçada belirlenen merkezde ve dışta bulunan çizgi doğrultusunda tutularak deliğin açılması.



Resim : 7 — Perge 1984'de metal çubuk yerleştirilen küpün dip kısım parçalarının yapıştırılması.



Resim : 8 — Perge'de onarılan küp yarısının, içine yerleştirilen metal çubukların yerlerini gösteren çizimi.



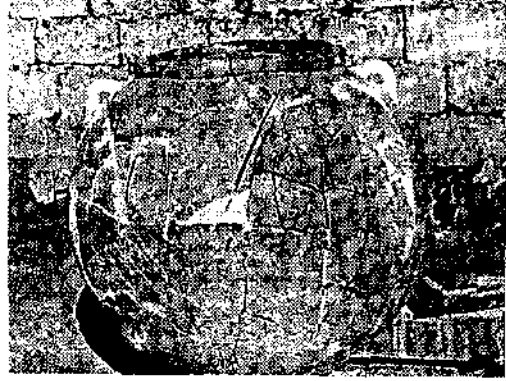
Resim : 9 — İmik Uşağı 1988 çalışmalarında, lastik bantları kullanılarak küpün dip parçalarının yapıştırıldıktan sonra sıkıştırılması.



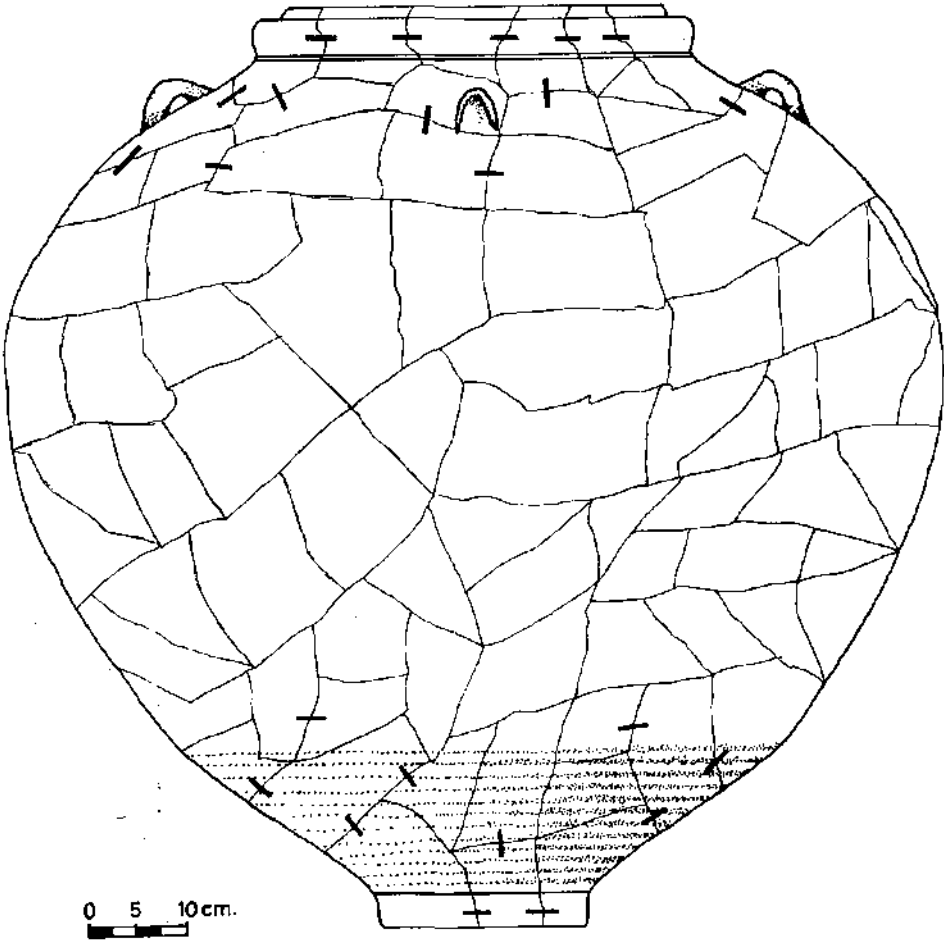
Resim : 10 — İmik Uşağı 1986 onarım çalışmalarında, küpün ağız kısmını oluşturan parçaların yapıştırılması.



Resim : 11 — İmik Uşağı 1986 onarım çalışmalarında, 2 ana guruba getirilmiş bulunan parçaların birleştirilip ip ile kırık kırığa oturtulması.



Resim : 12 — İmik Uşağı 1986 senesinde 160 dan fazla parçanın birleştirilmesiyle onarılan küpün görünümü.



Resim : 13 — İmlik Uşağı 1986 kazısında metal çubuk yerleştirilerek onarılan küpün çizimi.



Resim : 14 — İmlik Uşağı 1986 onarım çalışmalarında iskelet metodu kullanılarak eksik kısmın metal çubuklarla iskeletinin kurulması.



Resim : 15 — İmlik Uşağı 1986 onarım çalışmalarında güçlendirici olarak tülbent şeritlerin kullanılması.



Resim : 16 — İmlik Uşağı 1986 onarım çalışmasında maskeleyi çevirme metodu kullanılarak çömleğin eksik kısmının tümlenmesi.



Resim : 17 — Perge 1986 seramik temizlemesinde kullanılan kum püskürtme tabancası.

PERGE HEYKELLERİNİN ONARIM TEKNİKLERİ VE SORUNLARI

Hüseyin AKILLI*

Antalya'nın 18 km. kuzey - doğusunda bulunan ve Prof. Dr. Jale İnan başkanlığında yürütülen kazılardan 1979 - 1986 döneminde sağlam, parçalar halinde (Resim : 1) veya parçalanmış fakat dağılmamış bir durumda ortaya çıkarılan heykeller, tespit belgeleme gibi kazı ön çalışmaları yapıldıktan sonra küçük parçalar sandıklara büyük olanları ise kendir halat ile bağlanıp askıya alınarak vinç ile kaldırılıp traktörün çektiği römork içine yerleştirilmek suretiyle (Resim : 2), onarımın yapılacağı Antalya Müzesi'ne getirilmişlerdir.

Onarım atölyesinde, aynı heykelle ait olan ve olabilecek büyük parçalar, çevirme rahatlığı ve buna bağlı olarak ezilmelerin oluşmasını önlemek için tahta takozlar üzerine alınmışlar (Resim : 3), diğer parçalarla birlikte arap sabunu ve naylon fırçalar kullanılmasıyla bol su ile yıkanmışlardır. Kıvrımlı yerlerde bulunan toprak artıkları, ucu sivri tahta aletlerle çıkartılmış ve son temizlik kıl fırçalar ile yapılmıştır.

Parçalar, ait oldukları kaide, bacaklar, gövde, kollar, baş gruplarına ayrıldıktan sonra kendi içlerinde göğüs, sol bacak, sağ bacak, parmak, burun, saç gibi daha detaylı tasnifleri yapılmıştır (Resim : 4).

Heykel parçalarının ortaya çıkarıldığı yerin kazısı tamamlanıp, artık başka parçanın çıkmayacağına emin olunmasıyla, tasniflenmiş parçalara bakılarak, heykel veya heykel grubunun ayağa kaldırılması ön çalışmalarına başlanmaktadır. Bunlar birleşen parçaların yanyana getirilmesi, metal çubuk yerleştirme yerlerinin belirlenmesi ve mevcut olan parçalara bakılarak heykel tipinin, duruş şeklinin tespiti için bilimsel kitaplardan araştırmalar yaparak benzerinin bulunması gibi çalışmalardır. Bütün bu çalışmalara bağlı kalarak heykelin ayağa kaldırılmasını amaçlayan bir onarım planı hazırlanmakta ve işlemler buna göre yürütülmektedir.

Perge heykellerinin onarımlarını bir bütün içinde kesin bir kurala bağlamak mümkün değildir. Her heykel mevcut olan parçaların durumu-

(*) Hüseyin AKILLI, İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Anabilim Dalı, FEN/PTT, İSTANBUL.

na, eksikliklerine ve kırılmalarına göre, kendine özgü bir onarım çalışması gerektirmiştir. Yaptığım 30 dan fazla heykelin onarım çalışmalarına bağlı kalarak, heykellerin ayağa kaldırılmaları az da olsa benzerlik göstermeleri nedeniyle kaidesi olmayan, kaidesi olan ve grup heykelleri olarak üç ana grupta toplanabilir.

Heykellerin onarımında, yapışkan olarak kullanılan akemi, piyasada mevcut olan diğer yapışkanlar gibi küçük bir elbise parçasının, saç ve parmağın yapıştırılmasında yeterli derecede güçlü olduğu halde ayak bileklerinden (Resim : 5), bacak ve kollardan kopmuş heykellerin ayağa kaldırılmasında yetersiz kalmaktadır. Bu tür kırıkların yapıştırılmasında güçlendirici malzeme olarak metal çubuklar kullanılmıştır. Metal çubukla bağlayabilmek için birleşen iki parçanın kırık yüzeylerine karşılıklı aynı merkez, doğrultu ve genişlikte delikler açılmıştır. Bu uygulama parçaların kırılma şekline, ağırlıklarına ve heykelin ayağa kaldırılmasına göre değişik yöntemler uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir.

Heykel parçalarından, düz kırılmış iki parçanın kırık yüzeyleri tel fırça ile kirlerden temizlenip, ispirto ile nemlendirilmiş üstübüyle tozlardan arındırıldıktan sonra parçalar üst üste yerleştirilerek, kırık kırığa tam olarak oturup oturmadıkları kontrol edilmiştir. Ayrılan parçaların bir tanesinin kırık yüzeyinin merkezinden geçecek şekilde ve birbirini kesen iki çizgi çizilmiş ve parçanın dış yüzeyinde biraz uzatılmıştır (Resim : 6a). İki parça kırık kırığa birleştirilerek dışta bulunan çizgiler, ikinci parçaya aktarılmış ve delme esnasında matkaba yön verilmesini sağlayan 1 ve 2 nolu çizgiler çizilmiştir (Resim : 6b). Darbesiz duruma getirilen matkaba takılan elmas ucun kaymaması için merkez, kalem keski ile biraz oyulduktan sonra matkap, 1 ve 2 nolu çizgilerin doğrultusunda tutulmak suretiyle ilk önce küçük bir delik açılmıştır (Resim : 6c). Aynı işlem, diğer parçanın kırık yüzeyine de uygulanarak, karşılıklı aynı merkez ve doğrultuda deliklerin açılması sağlanmıştır (Resim : 6d).

Açılan karşılıklı deliklerin çap ve uzunluğundan daha kısa olan metal çubuk, parçanın bir tanesinin deliğine yerleştirilerek, diğer parça kırık kırığa oturtulmaya çalışılarak, deliğin doğrultularında sapma olup olmadığının kontrolü yapılmıştır. Uyumsuzluk olmadığı takdirde, daha büyük uçlar kullanılarak gerekli görülen büyüklüğe getirilmiştir.

Deliklerin doğrultusunda sapma olduğunda, içe yerleştirilen metal çubuğun germe yapmasıyla, parçalar kırık kırığa oturtulamamaktadır. Uyumsuzluk, metal çubuğun renkli tebeşir ile boyanmasından sonra deliğe yerleştirilmekte ve ikinci parça hafif zorlanarak kırık kırığa oturtulmaya çalışılmaktadır. Bu basınç sonucunda, boyalı metal çubuğun, deliğin hatalı kısmını boyamasıyla tespit edilmekte ve tekrar matkap kul-

lanılmak suretiyle uyumsuzluk giderilmektedir. Açılan delik içine bükülebilir bir hortumun ucu yerleştirilerek, diğer ucundan hava basıncı sağlanarak tozlar çıkartılmakta ve daha sonra tel çubuğa sarılmış olan asetonlu üstübü ile son temizliği gerçekleştirilmektedir. Kırık yüzeylerde ispiro ile nemlendirilmiş üstübü ile silinerek, parçalar yapıştırılmaya hazır bir duruma getirilmektedir.

Akemi kırık yüzeylere ve deliklere yetecek miktarda spatula ile çıkartılmakta ve bu miktara yüzde üç kadar sertleştirici ilave edilerek karıştırılmaktadır. Kırık yüzeylere, spatula kullanılarak ince bir tabaka halinde sürülmektedir. Her iki delik yarıya kadar doldurularak ve metal çubuk akemi ile izole edildikten sonra alta gelecek olan deliğe yerleştirilmektedir. Zorunlu olduğu takdirde, üste gelecek olan parçanın deliğine yerleştirildiğinde, metal çubuğun birleştirme anında düşmesini önlemek için elle tutulmaktadır. Akeminin akmasını önlemek için metal çubuk dışında kalan delik boşluğu üstübüyle kapatılmaktadır. Birleşme anında tampon vazifesini gören üstübü alınarak yapıştırma gerçekleştirilmektedir. Dışta bulunan çizgiler aynı doğrultuya getirildiğinde, kırık yüzeylerde akeminin tabaka yapmaması için sıkı bastırılmakta veya tahta takoz ile üst parçaya vurulmaktadır. Kırık kenarlardan taşan fazla akemi, sertleşmeye yakın spatula veya ucu keskin bir aletle alındıktan sonra akeminin kurumadan önce çözücüsü olan aseton ile nemlendirilmiş üstübüyle silinmektedir.

Kırık birleşme yerlerinde, çok hassas olan ve en ufak bir çıkıntıyı farketmemizi sağlayan parmak gezdirerek veya dışta bulunan çizgilerin yapıştırma anında tahta takozla vurulduktan sonra aynı doğrultuda olup olmadığının kontrolü yapılarak, parçaların hatasız yapıştırılıp yapıştırılmadığının kontrolü yapılmaktadır.

Kaidesi olmayan genç erkek heykelinde (Resim : 7-8) görüldüğü gibi, birleşen parçaların bir tanesinin (başın boyundan kırılması) kırık yüzeyine tam olmayabilir. Bu durumda, daha önce kullandığımız düz kırıklarda delik delme yöntemiyle, açılacak olan deliklerin merkezlerini belirlemek mümkün değildir.

Baş ve gövdede mevcut olan kırık yüzeylerin şablonları alınmıştır. Üst üste oturtulan şablonların üzerinde açılacak olan deliğin merkezi belirlenmiş ve bu merkezden geçen, birbirini kesen iki çizgi çizilmiştir. Merkezler, kırık yüzeylere aktarıldıktan sonra baş ve gövde kırık kırığa oturtularak, açılacak olan deliğin doğrultularını veren dıştan iki çizgi çizilmiştir. Matkap dışta bulunan çizgilerin doğrultusunda tutulmak suretiyle delikler açılmıştır.

Genç erkek heykelinin, mevcut olan parçaları yapıştırılıp askıya alınarak, duruş şekli yapılan bilimsel araştırmalardan benzeri bulunarak belirlenmeye çalışılmıştır. Fakat bu tür az parçası olan bir eserin, duruş şeklini tam olarak belirlemek imkansız olduğundan ve sonradan tekrar değişebileceği gözönüne alınarak metal çubuk dik olarak yerleştirilmemiştir. Çünkü heykelin tekrar duruşunun değiştirilmesi gerektiğinde, ilk deliğin iptal edilerek, ikinci bir deliğin açılmasına neden olabilir. Bu nedenle delik yan olarak açılmıştır. Tel kullanılarak, metal çubuğun bükülme açısı ve uzunluğu belirlenip, demirci atölyesinde yaptırılmıştır. Metal çubuk, belirlenen kaideye sabitleştirilip askıda bulunan heykelin altına alınmış ve heykel caraskaldan yavaş yavaş indirilerek metal çubuğa oturtulmuştur. Değişik yönlerden bakılarak duruş şekli belirlenmiştir. Şakül kullanılarak, metal çubuğun doğrultusunu veren bir çizgi, kırık yüzeyde çizilmiştir. Ayrıca açılacak olan ikinci deliğin yeri belirlenmiştir. Caraskaldan alınan heykelin ikinci deliğinin açılmasından sonra tekrar caraskala alınmıştır. Akemi ile delikler yarıya kadar doldurulmuştur. Metal çubuğa heykel oturtularak, daha önce belirlenen çizginin doğrultusuna getirilmiş ve böylece heykelin onarım çalışması tamamlanmıştır.

Kazı sırasında ortaya çıkartılan, kaidesiz üç güzellerden bir tanesi, kendir halat kullanılarak caraskala alınmıştır (Resim : 9). Duruş şekli, değişik yönlerden bakılarak belirlenen heykelin, taşıyıcı olan sağ bacağında açılacak olan deliğin doğrultusu belirlenmiş ve caraskaldan indirilerek deliği delinmiştir. Sol bacadaki da açılan delikten sonra uzunlukları belirlenen ve dışta kalan uçları U şekline getirilmiş bulunan metal çubuklar, akemi kullanılarak deliklere yerleştirilmişlerdir. Askıya alınıp heykelin kaidesinin dökümü kum, çakıl ve siyah çimento karışımından hazırlanan harçla yapılmıştır. 3 gün sonra heykel askıdan alınmıştır. Kaidesi mermer tozu ve beyaz çimento karışımı ile 2 cm. kalınlığında kaplanarak teşhir edilecek duruma getirilmiştir.

Kaidesi ile birlikte ortaya çıkarılan ve ayağa kaldırılmalarında sorun yaratmayan Perge heykellerinin onarımında, yapıştırma genellikle Genius ve Herakles'te olduğu gibi kaideden başlayarak yukarı doğru olmaktadır. Fakat Meleagros ve Aphrodite heykellerinde olduğu gibi, gövdeyi oluşturan parçaların büyük ve değişik kırılmaları sonucunda, parçalar birleştirilip iki ana gruba getirilmesi ve bu iki grubun birleşmesiyle ayağa kaldırma gerçekleştirilmektedir.

Satyr heykelinde ayağa kaldırma, çoğu mevcut olmayan kaideden başlayarak, parçaların üst üste oturtulmasıyla yukarı doğru gerçekleştirilmiştir (Resim : 10, 11). Fakat burada onarılıp ayağa kaldırılan diğer

kısımların tümleme çalışması zorunlu olarak satyr heykelinin bazı kısımlarında gerçekleştirilmiştir.

Satyr heykelinin mevcut olan parçalarının toprak altında kaldıkları zaman süreci içinde aşınmış olduklarından, bunların yapıştırılmasında, tixo olarak bilinen ve krema kıvamında olan akemi kullanılmıştır. Böylece bozulma ve aşınmadan dolayı, kırık yüzeylerde oluşmuş boşlukların doldurulmasıyla, gcl bir yapıştırma gerçekleştirilmiştir. Ayrıca sağ ayağın kazıda bulunmaması, taşıyıcı özelliği bulunan ve sağlam bir birleştirme yapılamayan sol bacak parçalarının kırık birleştirme yerlerinde mevcut olan boşluklar akemi ve parçaların deliklerinin açılması sırasında toplanan mermer tozunun karıştırılarak elde edilen macun kıvamındaki dolgu maddesiyle zorunlu olarak tmlemeleri yapılmıştır.

Ortaya ıkarılan bazı heykel parçaları, Mousa heykelinde (Resim : 12) olduğu gibi düz olmayıp eğik kırılmışlardır. Bunların karşılıklı deliklerinin açılması düz kırıklara nazaran daha zordur. Deliğin kırık yüzeye dik olarak açılması (Resim : 13a), statik açısından sakıncalıdır. Matkap merkezi belirlenen yere dik açı yapacak şekilde tutularak çalıştırılır. 0.5, 1 cm. delik açıldığı sırada, matkap çalışır durumdayken yavaş yavaş dışta bulunan 1 ve 2 nolu çizgiler doğrultusuna getirilerek (Resim : 13b) delme işlemine devam edilir. Böylece matkap ucunun delme esnasında kayarak hata yapması nlenmiş olur.

Delikleri delinmiş Mousa heykelinin alt ve üst parçasını yapıştırabilmek için, alt parça oturduğu tabana paralel olabilecek şekilde yana yatırılmıştır. Yanlardan desteklenmiş ve caraskal ile kaldırılan üst parça kırık kırığa oturtularak desteksiz kayıp kaymadığı kontrol edilmiştir. Olumlu sonuç alınmasıyla, üst parça kaldırılmış ve her iki yüzeye akemi sürülerek yapıştırma, parçalar kaydırılmadan gerçekleştirilmiştir (Resim : 14-15).

Perge heykellerinin onarımında kullandığımız aletlerin bir kısmı yetersiz kalmaktadır. İmparator heykelinin onarımında, birleşen parçaların büyük olması, bunların üst üste oturtularak, açılacak olan deliklerin merkez ve doğrultularını belirlemek, kullandığımız caraskalın yetersiz olması nedeniyle mümkün olmamıştır. Parçalardan bir tanesinde, belirlenen merkez ve doğrultuda delik açılmıştır. Metal ubuk deliğe yerleştirilerek, alçı ile kırık yüzeyin kalıbı alınmış ve parçada bulunan doğrultu çizgileri alçı negatif kalıba aktarılmıştır. Negatif kalıp alınarak yüzeye tekrar alçı dökülmüş ve pozitif kalıp elde edilmiştir. Kalıp alınarak diğer parçaya oturtulmasıyla açılan deliklerin doğrultu ve merkezi böylece aktarılmıştır. Delikler açılmış ve gövde parçası forklift yardımıyla kaldırılarak (Resim : 16) ikinci parçaya kırık kırığa oturtulmuştur. Alçı

dökümü yapılmadan önce alçının yapışmasını önlemek için hafif sulandırılmış arap sabunu, kaygan bir satıh elde edilinceye kadar fırça ile sürülmüştür.

Onarılan heykellerin hepsinde, ana gövdeyi oluşturan parçalar yapıştırılıp, heykeller ayağa kaldırıldıktan sonra küçük parçaların yapıştırma işlemi yapılmıştır. Buna sebep ise kaldırma anında, küçük parçaların kopma ve ezilebileceği nedeniyledir. İmparator heykelinin göğüs üzerinden levhalar halinde kopmuş parçaların, kırık yüzeyleri çok aşınmış ve belirsiz olması nedeniyle, bunların yapıştırılmaları heykel ayağa kaldırılmadan gerçekleştirilmiştir. Kaldırma anında ezilmelerini önlemek için mukavva kullanılarak önlem alınmıştır.

Perge kazılarında ilk defa rastlanan bir olay 1981 senesinde olmuştur. Ortaya çıkarılan çok küçük siyah ve beyaz mermer parçasının (Resim : 4) dansöz heykeline ait olduğunun belirlenmesiyle yapılan onarım, diğer heykellere oranla daha güç olmuştur. Birleşen parçalar tespit edilmiş ve ondan sonra gelecek parçanın tespiti yapıldıktan sonra yapıştırma üçlü ve onlu gruplar halinde gerçekleştirilmiştir. Gövdeyi oluşturan parçalar yapıştırılıp heykel ayağa kaldırıldıktan sonra gruplandırılmış parçalar yapıştırılmıştır.

Sağ kolun 9 parçadan oluşması ve parçaların kırık birleşme yerlerinde eksiklikler bulunması, onarımını yaptığımız bu heykelin en zor kısmını oluşturmıştır. Buna sebep ise yeterli aletimizin olmamasıdır. Parçalar birleştirilip bant ile tutturularak, yerleştirilecek olan metal çubuğun doğrultusu belirlenmiştir. Bazı parçalar yapıştırıldıktan sonra delinmiştir. Daha önce belirttiğimiz delik delme ve yapıştırma çalışmaları uygulanarak onarımı tamamlanmıştır (Resim : 17).

Küçük parçaların deliklerinin açılmasında, daha önce uygulanmış delik delme yöntemlerinin kullanılmasıyla birlikte, daha farklı yöntemler de kullanılmıştır. Bunlar matkabın delik delmek için bastırılması yerine, matkap ters çevrilerek ve çalışır durumdayken parçanın bastırılması, birleşen parçaların bir tanesine delik açıldıktan sonra bu deliğin diğer parçaya aktarılması ve delik açılmasında matkap parçanın dış yüzeylerine paralel tutularak doğrultu tayini şeklinde uygulanmaktadır. Deliklerin açılmasında çok dikkatli hareket edilerek hata yapmamaya çalışılmıştır. Çünkü deliklerde meydana gelebilecek küçük bir sapmanın düzeltilmesi dahi, parçaların küçük olması nedeniyle mümkün olmamaktadır. Bunun yanı sıra, matkabın fazla bastırılması veya darbeleri kullanılması, parçanın çatlamasına ve dağılmasına neden olabilmektedir. Yapıştırmada ise akeminin kırık birleşme yerlerinde çok ince bir tabaka meydana ge-

tirmesi bile, sonradan yapıştırılacak diğer küçük parçaların kırık kırığa birleştirilememesine neden olmaktadır. Bütün bunlar gözöntüne alınarak Dansöz heykelinin onarımı (Resim : 18-19) iki aya yakın zaman süreci içerisinde gerçekleştirilmiştir.

Perge'de sık olmamakla birlikte grup heykelleri ortaya çıkarılmaktadır. Kazılarda, tüm grubu oluşturan heykel veya parçaları çıkarılmamış olduğundan bunların onarımında sorun ortaya çıkmamıştır. Fakat 1982 kazı döneminde ortaya çıkartılan Üç Güzeller heykel grubunun onarımı diğer heykellere nazaran daha zor ve yorucu olmuştur. Çünkü aynı anda, ayak bileklerinden kırılmış 3 heykel tek bir kaideye oturtularak ayağa kaldırılmışlardır. Bu ise ayak bileklerine 4 metal çubuk yerleştirilmesiyle gerçekleştirilmiş ve 1 metal çubuk sonradan takılmıştır.

Heykel grubunu oluşturan üç güzellerin, bacaklarının çok parçalı (Resim : 20) olması, bunların içlerine metal çubuk yerleştirmemizi gerektirmiştir. Yapılan uygulamada heykellere ait tüm parçalar yerde birleşme durumuna getirilerek ayakta meydana gelebilecek görünümü verilmeye çalışılmıştır. Hangi parçaların daha önce yapıştırılacağı tespit edilmiş ve ayak bilekleri dışında kalanlara delikler açılmıştır. Heykellerin birbiriyle bağlantı oluşturan parçaları yapıştırılmamıştır. Diğer parçalar birleştirilerek heykeller ayrı ayrı tek bir heykelmiş gibi onarılmışlardır. Heykellerin bağlantılarını oluşturan desteklerin deliklerinin açılmasıyla, sol omuz üzerine yatırılan ve dengeye getirilen sağ kenardaki heykele, bel den yukarı kısmını oluşturan parçası yapıştırılmamış bulunan ortadaki heykel destek kısmından birleştirilmiştir. Caraskala alınarak, kaideye oturtulup kontrolü yapılmıştır. Tek kalmış bulunan heykel yana yatırılarak, daha önce birleştirilmiş bulunan 2 heykel caraskala alınarak, destek kısmından alttaki heykele birleştirilmiştir.

İki bütün parça haline getirilen üç güzeller, kaide üzerine yapıştırılmadan önce birleştirmenin kırık kırığa olup olmadığı kontrol edilmiştir. Daha sonra yerleştirilecek olan metal çubukların doğrultuları, heykellerin bacaklarının dış yüzeyinde belirlenmeye çalışılmıştır (Resim 21 a). Bu doğrultudan aynı zamanda, açılacak olan deliklerin de yönünü vermekte olduğundan, mümkün olduğu kadar paralel olmalarına dikkat edilmiştir. Deliklerin açılması sırasında, her deliğe uzun metal çubuklar yerleştirilerek (Resim : 21 b) ondan sonra açılacak olan delikte matkaba yön vermeye çalışılmıştır. Çünkü açılacak olan deliklerin çok farklı yönde olmaları, yerleştirilen metal çubukların germe yapmasıyla heykel grubu kaidesine kırık kırığa oturtulamaz veya birleşme gerçekleştirilemez. Yapılan sürekli kontrollerden sonra üç güzeller tek bir kaideye birleştirilerek ayağa kaldırılmışlar ve diğer parçaları da yapıştırılarak onarımları tamamlanmıştır.

Metal çubuk olarak Perge heykellerinde 1979-1984 senesine kadar pirinç ve demir, 1984 senesinde çelik ve 1986 senesinde ise onarılan tiyatro kabartmalarının doğa koşullarına açık olması nedeniyle araldit ve cam elyafından dökümünü yaptığım çubuklar kullanılmıştır.

Araldit çubukların dökümü, deneme olarak 20-30 cm. uzunluğunda kesilmiş plastik su borusuna ve kargıya dökülmüştür. Kargının bir ucunun doğal olarak kapalı (boğumun biraz altından kesildiğinden), ve sert olmasına bağlı olarak lif haline getirilmiş olan cam elyafının daha rahat yerleştirilmesi, aralditin daha rahat dökülebilmesi sonucunda plastik boruya nazaran daha olumlu sonuç alınmıştır.

Kullanılan demir çubukların zaman süreci içerisinde doğa koşullarından etkilenecek paslanıp genişerek zarar vermelerini en aza indirmek için akemi yapışkanı ile kaplanmıştır. Kullanılan metal çubukların bir kısmının üst yüzeyine, kaymalarını önlemek için çentikler açılmıştır.

Yapışkan olarak, yapıştırmadan sonra hiçbir zaman yüksek ısı karşısında ayrılmayan akemi kullanılmıştır. Tiyatro kabartmalarında ise yapışkan olarak araldit ve bunun akışkanlığını azaltıp dışa akarak kirlenmeyi önlemek için Bergama kazısından temin edilen sallodeks kullanılmıştır.

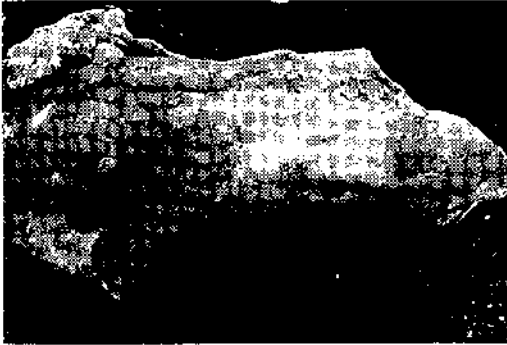
Perge kazılarında uygulanan tespit, parçaları kaldırma, temizleme, tasnif, delik delme yöntemleri ve yapıştırma yurdumuzda diğer kazılarda ortaya çıkarılan tüm heykellerin onarımlarında uygulanmakta veya uygulanması gereken çalışmalardır. Fakat ayağa kaldırma planları burada çok kısıtlı olarak görüldüğü gibi heykellerin benzer olmalarına rağmen mevcut olan parçaların durumu, kırılma şekli ve eksikliklerine göre farklı olmaktadır. Bu nedenle Perge heykellerinde olduğu gibi kazılarda bulunan diğer heykellerin de kendine özgü bir onarım çalışması gerekmektedir. Bu ise uzun seneler yaptığım gözlem ve onarım çalışmalarında ortaya çıkarılan bir sonuçtur.



Resim : 1 — Artemis heykelinin kazıda buluntu durumu.



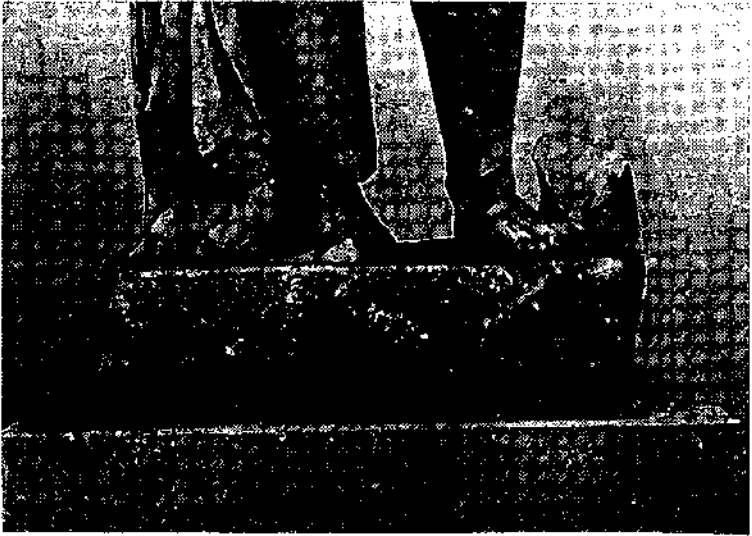
Resim : 2 — İmparator heykelinin kazıda kendir halatla bağlanarak askıya alınıp vinç ile kaldırılmak suretiyle römörke yerleştirilmesi ve götürülmesi.



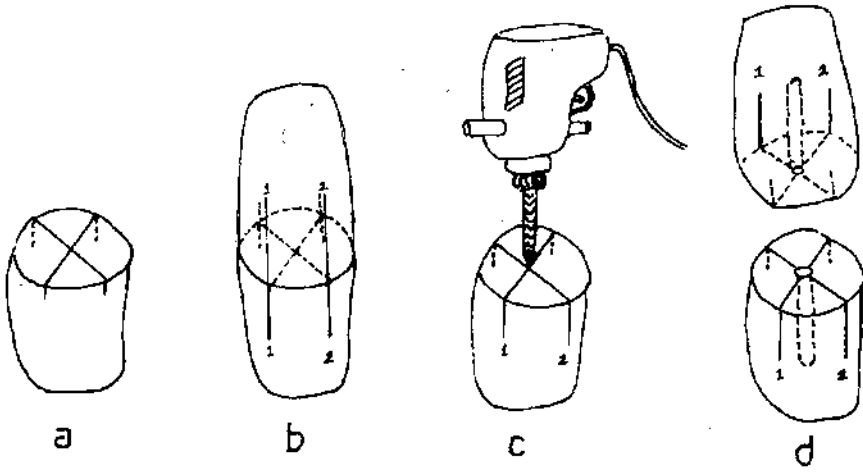
Resim : 3 — Herakles heykelinin tahta takozlar üzerine indirildikten sonra görünümü.



Resim : 4 — Dansöz heykelinin tasnif edilmiş parçaları.

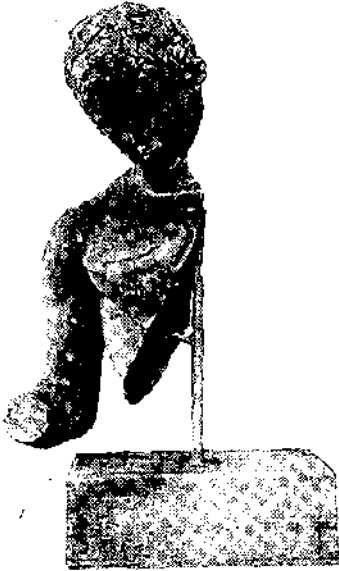


Resim : 5 — Genius heykelinin ayak bileklerinden kırılmış ve onarıldıktan sonraki görünümü.

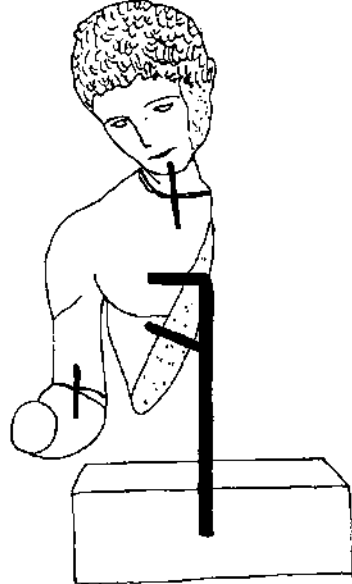


Resim : 6 — Düz kırıklarda delik delme yöntemi.

- 6a - Kırık yüzeyde birbirini kesen iki çizginin çizilmesi ve dıştan biraz uzatılması.
 6b - Parçaların kırık kırığa oturtulması ve dışta bulunan çizgilerin ikinci parçaya aktarılması. Matkaba yön veren 1 ve 2 nolu çizgilerin çizilmesi.
 6c - Matkaba 1 ve 2 nolu çizgiler doğrultusunda tutularak delik delme.
 6d - Birleşen iki parçaya aynı merkez ve doğrultuda deliklerin açıldıktan sonra görünümü.



Resim : 7 — Genç erkek heykelinin onarım sonrası görünümü.



Resim : 8 — Genç erkek heykelinin onarımında yerleştirilen metal çubukların yerlerini gösteren çizimi.



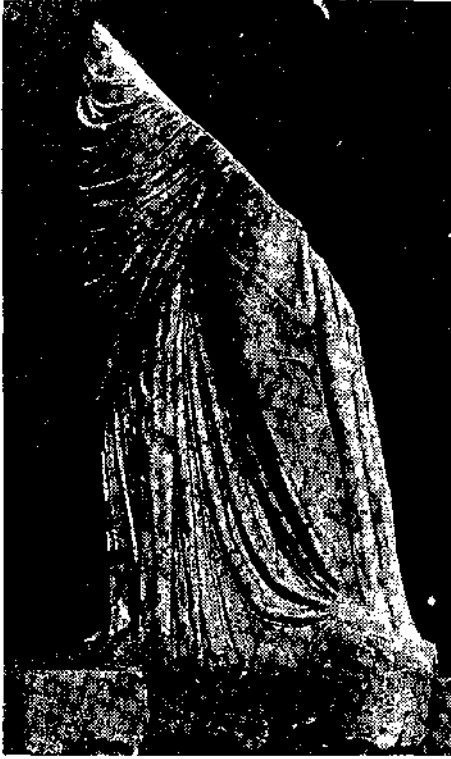
Resim : 9 — Gurup heykellerden mevcut olan bir tanesinin askıya alınması ve metal çubuk yerleştirilecek yerlerinin belirlenmesi.



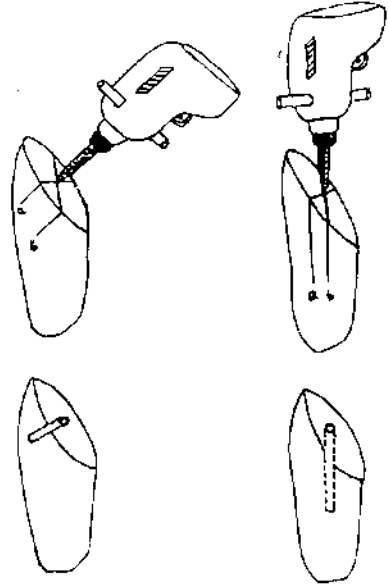
Resim : 10 — Satyr heykeli-
nin onarım
son-
rası gö-
rünümlü.



Resim : 11 — Satyr
heykeli-
nin onarım-
da yerleşt-
rilen me-
tal çu-
bukla-
rın yer-
lerini gös-
teren çizim.



Resim : 12 — Mousa heykelinin eğik kırılmış alt parçası.



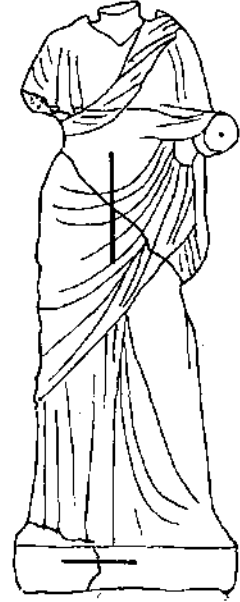
Resim : 13 — Eğik kırıklarda delik delme yöntemi.

13a - Statik açılarından hatalı delik delinmesi.

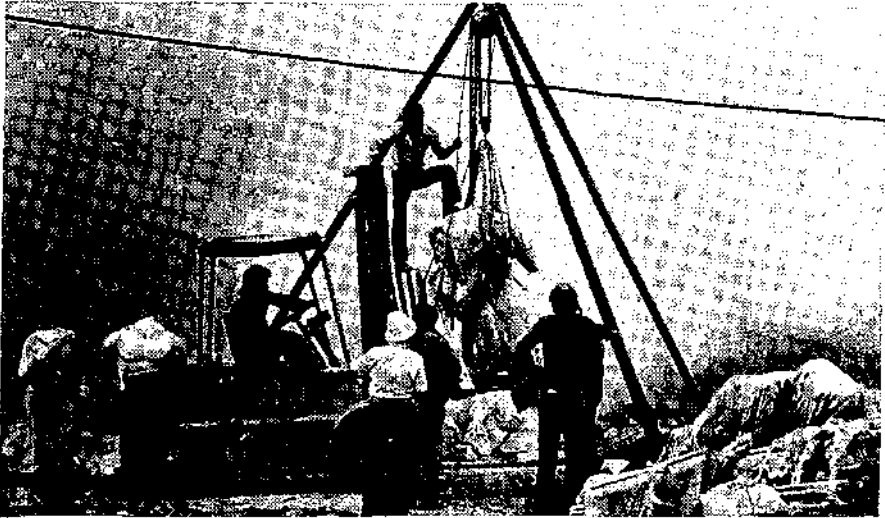
13b - Matkap çalışır durumdayken a ve b çizgilerin doğrultusuna getirilerek deliğin açılması.



Resim : 14 — Mousa heykeli-
nin onarım son-
rası gö-
rünümlü.



Resim : 15 — Mousa heykeli-
nin onarımında
yerleş-
tirilen
metal çu-
bukların
yerlerini
gösteren
çizimi.



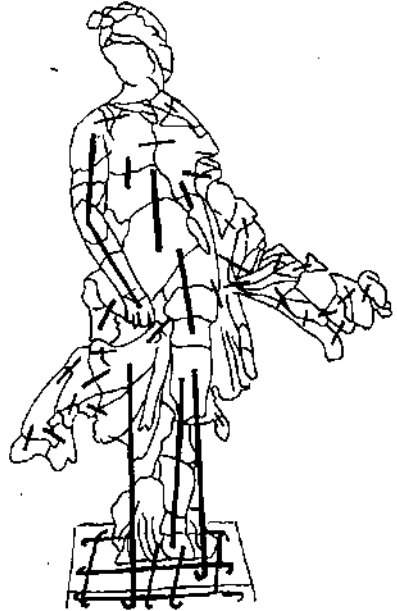
Resim : 16 — İmparator heykelinin gövdesini oluşturan parçanın forklift yardımı-
yla caraskala alınması.



Resim : 17 — Dansöz heykelinin sağ kolunun onarımından sonra görünümü.



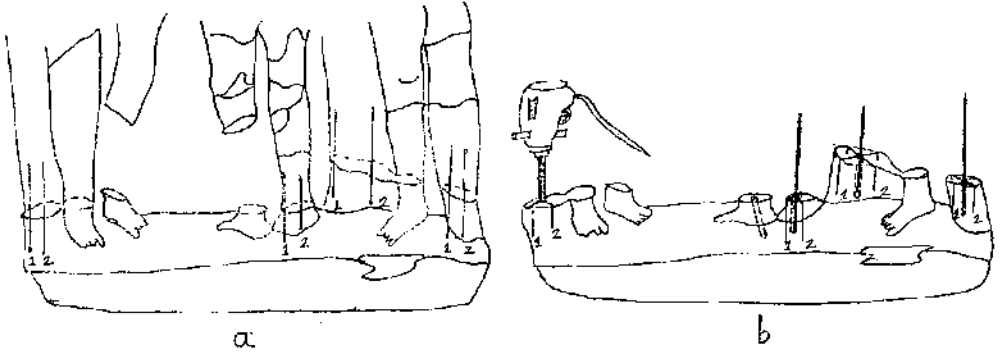
Resim : 18 — Dansöz heykelinin onarıldıktan sonra arkadan görünümü.



Resim : 19 — Dansöz heykelinin onarımında yerleştirilen metal çubukların yerini gösteren çizimi.



Resim : 20 — Üç güzeller heykel gurubunun onarımından sonra çok parçalı bacakların yakından görünümü.



Resim : 21 — Üç güzeller heykel gurubunun ayak bileklerine açılacak olan deliklerin belirlenmesi.

21a - Açılacak olan deliklerin doğrultularının belirlenmesi.

21b - Açılan deliklere metal çubuklar yerleştirilerek matkabın çubuklar doğrultusuna yakın tutulmasıyla deliğin açılması.

OBSİDİYEN VE ANADOLU'DAKİ FARKLI YERLEŞİM BÖLGELERİNE AİT OBSİDİYENLERİN KAYNAK BELİRLEME ÇALIŞMALARI

Zehra YEĞİNGİL*

GİRİŞ

Obsidiyen kesici bir kenar vererek kolayca kırılabilen bir volkanik camdır. Eski zamanlarda, çeşitli amaçlı kesme işlemlerini gerçekleştirmek için geniş ölçüde kullanılmıştır. Bu arada, ayna olarak ve dekoratif eşya olarak da kullanıldığı belirlenmiştir. Diğer doğal materyallere göre kullanımındaki üstünlük ve çevrede yaygın olarak bulunması nedeni ile sayılı kaynaklarından geniş ölçüde ticareti yapılmıştır. Bütün bunlar sonucunda, obsidiyenle yapılan çalışmalar, zaman içerisinde kültürel iletişim hakkında bilgi verir. Buna ilave olarak, fizyon izleri, obsidiyen hidrasyon ve TL yöntemleri kullanılarak çeşitli obsidiyen buluntularının tarihlendirilmesi yapılabilir. Bu nedenle obsidiyen arkeologlar için bilgi verici bir materyaldir. Bu yazıda bir materyal olarak obsidiyenin yapısı ve kaynak belirleme çalışmalarında nasıl kullanılacağı tartışılacaktır.

BİR KAYA OLARAK OBSİDİYEN

Obsidiyen sınıfının çok çabuk soğuması ile oluşmuş bir camdır. Bu sıvı, bir sıvının kolaylıkla akma özelliği dışında bütün özelliklerini taşır. Atomik yapısı bütünüyle düzensizdir. Bu nedenle yöne ait belli bir özelliğe sahip değildir. Fiziksel olarak bütünüyle yönden bağımsızdır. Bu özelliği nedeni ile, tarih öncesi devirlerde, yaygın biçimde alet yapımında kullanılmıştır. Yaprak biçimindeki küçük obsidiyen parçaları, obsidiyen yatağından kolayca, oyularak alınabilmektedir.

Bir volkanik kayanın cam oluşturup oluşturmayacağını iki faktör kontrol eder: Kayanın kimyasal bileşimi ve soğuma hızı. Camın etkin bir biçimde oluşabilmesi için kristalleşme önlenmek zorundadır. Obsidiyende diğer atomlara göre daha yüksek oranda bulunan silikon ve alüminyum bu olaya yardımcı olur. Oksijenle birleşen silikon ve alüminyum uzun, dallara ayrılmış ve düzensiz silikat ve alüminyumtetrahedra zincir-

(*) Zehra YEĞİNGİL, Çukurova Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, P. K. 171, ADANA.

leri oluşturur. Bunlar birleşik durumda olup kolayca kırılmazlar. Böyle sıvılar iyi bir akışkanlık özelliğine sahiptir. Silikon ve alüminyum bakımından daha az zengin, magnezyum, sodyum ve kalsiyum bakımından daha zengin bazalt lavları gibi sıvılar daha az akışkan olup camları daha güç oluştururlar.

Hemen hemen bütün sıvılar yeteri kadar hızlı soğurlarsa camları oluştururlar. Fakat cam oluşturacak birçok sıvı için gerekli soğuma miktarı doğadakinden çok daha fazladır. Bazalt lavları, camları (sideromeiane) patlaması sırasında su altında veya fışkıran lavın küçük damlalarının rüzgar ile sürüklenmesinde olduğu gibi istisnai durumlarda oluştururlar. Büyük kütleler halinde cam oluşabilmesi için yüksek soğuma hızı gerektiğinden bazalt camı çok büyük, düzenli yığınlar halinde oluşmaz. Bu nedenle alet yapımında limitli olarak kullanılmıştır. Silikon bakımından zengin sıvılar daha kolay cam oluştururlar, akışkanlıkları yüksektir. Bunlar, camı dünyanın yüzeyinde veya yüzeye yakın bir yerde geniş bir soğuma hızı aralığında soğuyarak oluştururlar. Bu sıvılar dünyanın belli bir derinliğine inebilirlerse, burada soğuma hızının yavaşlamasından dolayı kristalleşirler.

Silikon ve Alüminyum bakımından zengin olan doğal sıvıların çoğu su bakımından ve kolayca gaz ve buhar haline dönüşebilen diğer maddeler bakımından da zengindir. Genellikle lavın pümsi oluşturabilmesi için köpüksü bir yapı ile fışkırması gerekir. Eğer lav küçük camsı parçacıklar halinde patlarsa tuff oluşur. Böyle gaz kabarcıklarının bol olduğu lavların soğuması ile oluşan materyalden iyi alet yapılamaz. Böyle materyaller, gaz kabarcıklarının olmadığı volkanik camdan çok daha bol bulunmaktadır. Lavdaki gaz kabarcıklarının önlenmesi için ya sıvının çok düşük su miktarı ile oluşması veya suyun patlamadan önce herhangi bir yolla yeniden gaz haline gelerek lavdan ayrılması gerekir.

Cam çok dengeli bir materyal değildir. Düşük sıcaklıkta kristal karışımı, camdan daha dengelidir. Eğer cam içerisindeki atomların düzene girme şansları varsa kendiliklerinden kristalleşirler. Bu, camın yeniden ısıtılması veya camsı kaya üzerinde akan devamlı bir sıcak suyun bulunmasıyla mümkün olur. Genellikle volkanların ısısı çok yüksek olduğundan ve çok fazla su üretebildiklerinden sonraki volkanik lavlar altında gömülü camların süreleri jeolojik standartlarla karşılaştırıldığında oldukça kısadır. Volkanların, sonraki kristalleşmeye uğramadığı bölgeler dışında çok az bölgede obsidiyenler 10 milyon yıldan yaşlıdır ve çoğu 100.000 yıldan daha gençtir. Bu nedenle obsidiyenin bulunduğu bölgeler hemen hemen bütünüyle genç volkanik bölgelerdir.

Dünyanın volkanik birçok bölgesinde silikon ve alüminyum bakımından zengin lavlar camları oluşturmak için patlamalar sonucunda etrafa yayılır. Buna rağmen, yüksek su miktarından dolayı, obsidiyen bunlardan çok ender olarak oluşur. Böyle durumlarda alet yapımına uygun değildir. Obsidiyeni oluşturan lavlar genellikle granit kleynin üyeleridir. Bazıları ise kristalleşme sırasında granitten daha az kvartz ve daha çok feldspar üreten syenite kleynin üyeleridir. Bu iki kleynin en yaygın lavları kristalleştiğinde, rhyolites ve trachytes olarak isimlendirilirler. Bu lavlara ve onların camsı eşdeğerlerine verilen çeşitli isimler küçük farklılıklara ve coğrafik orijinlerine göre değiştirmektedir. Bunlara literatürde aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi rastlanmaktadır.

Prealkaline ve Peraluminous rhyolites ve trachytes arasında arkeolojik karakteristiği belirleme çalışmalarında kısmen açığa çıkan bir fark prealkaline lavlar içerisinde alüminyum atomundan daha çok sodyum ve potasyum atomunun olmasıdır. Preluminous lavlarında ise bunun tam tersidir.

Tablo : 1

Camsı kayalar

obsidian	marekanite
pitchstone	vitrophyre
perlite	hyalopsite
pumice	hraftinna
lassenite	

Cam olmayan kayalar

rhyolite	pantellerite
rhyodacite	comendite
datice	ponzite
liparite	trachyte
domite	ignimbrite
felsite	nevadite
dellenite	toscanite
tordrillite	sanukite
hornstone	gibelite
drakonite	macedonite
kaiwekite	shastalite
selagite	

Genel olarak sadece gerçek obsidiyenler alet yapımı için elverişlidir. Bir kaya parçası eğer bütünüyle camsı bir yapıya sahip değilse alet yapımında kullanılmamıştır. Birçok obsidiyen oluşumu % 95-100 cam ihtiva etse de bazıları % 5-15 oranında, dünyanın yüzeyine fışkırmadan önce erimiş madde içerisinde oluşmuş kristal ihtiva eder. Bunlar obsidiyen içerisinde çevresinde küçük kristal yığınları oluşan merkezler görünümündedirler ve obsidiyenin kırılgenliğini bozarlar. Doğu Ege'de Giali'de % 5 oranında feldspar kristalleri ihtiva eden obsidiyen, Tunç Devri'nde alet yapımında kullanılmamış sadece dekoratif eşya olarak taş vazoların yapımında kullanılmıştır. (Renfrew, Cann, Dixon, 1965). Bazen, obsidiyen parçacıkları tuff içerisinde camsı kütleler halinde oluştuklarından etkin bir şekilde kullanım amacı için çok küçüktürler fakat yine de jeologlar tarafından farkedilirler.

OBSİDİYENİN TANINMASI

Obsidiyen çalışmalarının önemli bir parçası obsidiyen kaynağının tanınmasıdır. Verilen bir bölgede o bölgeye ait yüzey araştırma verileri, son zamanlarda patlamış volkanları tanıtır. Volkanik bölgelerdeki lavların sadece küçük bir kısmında obsidiyen oluşumu gözlenir.

Obsidiyeni araştırmanın bir yolu volkanik bölge yakınında obsidiyen kullanımının belirlenmesidir. Kaynakların hemen çevresindeki bölgelerde Neolitik Kültürün taştan yapılmış aletlerinin % 95'i obsidiyendir. (Renfrew, Cann, Dixon, 1966). Obsidiyen, genellikle akan lavlar nedeni ile akıntı şeklinde oluşursa da ani patlamalardaki püskürme olayı ile bu akıntı görünümü bozulabilir ve böylece tuff içerisinde obsidiyen bloklar oluşur. Obsidiyen akıntıları bazaltik lav akıntıları ile aynı görünüme sahip değildir. Mağma çok akışkan olduğu için obsidiyen volkanın tepesindeki domlarda daha çoktur, bazen yarım küre şeklindedir. Yaklaşık 50-200 m. yükseklikte, birkaç yüz metreden bir kilometreye kadar varan genişliktedir. Obsidiyen akıntıları sık sık kristalleşmiş ve yer yer camsı yapıdan çok taş görünümündeki lav tarafından bölünür (Freidman, Lang ve Smith, 1963) Volkanlardaki domlar ve asit lavlarının ince akıntıları genellikle havadan çekilen fotoğraflarla tanınabilir. Özellikle, eğer bitki topluluğu çok sık değilse hiçbir zorlukla karşılaşılmadan farkedilebilirler.

Buna rağmen obsidiyenin tanınmasında bazı karışık problemlerle karşılaşılır. Bir volkan fışkırdıkça lavları daha önceki lavların üzerini kaplar ve birkaç bin yıl önce var olan bir obsidiyen kaynağı artık görülmeyebilir. Bu olayı Bigazzi ve Bonadonna Lipari'nin iki akıntısında gösterdiler (1973). Buna rağmen bu o kadar büyük bir problem değildir. Ob-

sidiyen akıntısının oluşma hızı ve gömülme hızı çoğu arkeologların ilgilendikleri birkaç bin yıllık zaman ölçeği ile karşılaştırılırsa çok yavaştır.

Bu arada obsidiyen küçük parçalar halinde büyük yığınlardan kopup nehirler yardımı ile kilometrelerce sürüklenbilir. İnsanlar obsidiyen kaynaklarından çok nehir yataklarında sürüklenen, suyun aşındırması ile yuvarlanmış büyük obsidiyen parçalarını kullanmışlardır. Bu arada jeologlar çalışmaları sırasında büyük obsidiyen yığınlarını kullanmaktadırlar. Taşınan obsidiyen parçaları ile ilgilenmezler.

Obsidiyene az veya çok benzeyen çeşitli materyaller vardır. Özellikle, eski devirlerde, çakmak taşı ve çört alet yapımında geniş ölçüde kullanılmaktaydı. Çörtün siyah olan bir türü obsidiyene son derece benzer. Fakat çörtün yüzeyinin parlaklığı ile obsidiyenin gerçek camı parlaklığı karşılaştırıldığında çört onun yanında donuk kalmaktadır. Bunun yanında, çört hiçbir zaman gerçek bir obsidiyen kadar geçirgen değildir. Obsidiyen, küçük kristallerin azlığı ve çokluğuna bağlı olarak bantlar halinde ve akışkan sıvının gidiş yönüne göre kıvrılarak uzanır. Genellikle, gözle görülebilen birkaç feldspar kristali ile bazı hava kabarcıkları ihtiva eder. Çört bir sedimanter kayadır fosil ihtiva edebilir.

Obsidiyenden güçlükle ayrılan diğer materyaller diğer doğal camlardır. Sideromelane ve bazalt camı sadece küçük parçalar halinde oluşurlar. Bunlar obsidiyenden yüksek yansıma indexleri ve içlerinde bulunan farklı kristallerle ayırdedilebilirler.

Tektayt küçük camı gökceismidir. Limitli bölgelerde çok ender olarak bulunur. Tektaytlar damlalar şeklinde bulunurlar ve çapları birkaç santimetreden büyük olamaz. Bu karakteristik şekilleri ve farklı kimyasal yapıları onları obsidiyenlerden ayırır. Daha ender olarak bulunan doğal camlar silika bakımından zengin Avusturya'nın Darwin camı ve Libya çöl camıdır. Bu çeşit camlar birkaç kilometreye ulaşan kütleler halinde oluşurlar. Hemen hemen renksizdirler, kimyasal yapıları obsidiyenden çok farklıdır.

İnsan yapısı camlar bazen obsidiyene çok yakındır. Fakat ihtiva ettikleri kristal parçaları obsidiyende bulunanlardan çok farklıdır. Bütün bu birbiriyle karışan materyallerden obsidiyeni ayırdetmek için iz element analizi çok etkin bir yöntemdir, çünkü gerçek obsidiyenin çok karakteristik bir iz element dağılımı vardır (Cann, 1983).

OBSİDİYENİN KAYNAK BELİRLEME ÇALIŞMASINDA KULLANILMASI

Birbirinden farklı yerleşim bölgelerinde yaşayan insanlar arasında nasıl bir iletişim belirtisi aranabilir? Şüphesiz ki, eğer eski insanlar araştırılmak isteniyorsa onların yaptıkları ve kullandıkları materyallerden arda kalanlar üzerinde çalışılması gereklidir. İki kültür arasında büyük bir olasılıkla mümkün olan iletişimin varlığının araştırılması sırasında arkeologlar, genellikle buluntuları karşılaştırarak bir varsayıma ulaşmaya çalışmaktadırlar. Eğer iki kültür, bilgi ve teknik açısından kuvvetli benzerlikler gösteriyorsa -diyelim ki çanak çömleğin yapılaş stili -bu, karşılıklı iletişimi ve belki de bu cisimlerin ticaretinin yapıldığını göstermektedir diye kabul edilebilir. Buna rağmen, böyle bir düşünce şekli sadece varsayıma dayanmaktadır. Bu sırada, bazı materyallerin yapımındaki doğal ve kaçınılmaz benzerliklerden gelecek yanılgılar da sonucu etkileyebilir.

Diğer taraftan, iletişimin belirlenmesi açısından cisimlerin yapıldığı hammaddenin incelenmesi daha kesin sonuç verebilir. Bir topluluk tarafından çeşitli amaçlarla kullanılan bir hammadde, o topluluğun yerleşim bölgesinde doğal olarak bulunmuyorsa bunun ithal edildiği düşünülebilir: Bu maddenin diğer bir toplulukla yapılan ticaret sonucunda alınma olasılığı vardır. O zaman materyali kaynağına kadar takip etme işine başlanır.

Bir volkanik cam olan obsidiyen, Palaeolitik, Neolitik ve Erken Bronz Dönemi kültürleri için büyük önem taşımaktadır. O dönemlerde, obsidiyen çeşitli aletlerin, tüfeklerin, ok uçlarının, vazoların insan ve hayvan heykellerinin yapımında hammadde olarak geniş bir biçimde kullanılmış (Cann ve diğerleri, 1969) ve değerli bir materyal olarak büyük ölçüde ticareti yapılmıştır. Bu geniş kullanımı nedeni ile obsidiyenin kaynak belirleme çalışmaları, eski ticari yolların çizilmesinde arkeologları, prehistoryanları ve bilim adamlarını çok uzun zamandan beri meşgul etmektedir (Ordenez, 1892).

Prensipite, obsidiyen ile yapılan kaynak belirleme çalışmaları metal ve çanak çömlek ile yapılarına göre çok daha kolaydır. Camı yapıları ve kesici özellikleri ile alet yapımına çok elverişli olan obsidiyenin kaynakları belirli sayıda olup dikkatle yapılan analiz sonucunda belirlenebilir. Bunun yanında, işleniş sırasında kimyasal yapısında herhangi bir değişiklik olmaması yapılan gruplama çalışmalarına kesinlik kazandırmaktadır.

Obsidiyenin fiziksel özelliklerinin (renk, yoğunluk, yansıma indeksi, ince kesit petrografisi) ve görünüşünün belirlenmesi kaynak belirleme çalışmalarında yararlı olabilir. Fakat bütünüyle geçerli bir yol değildir. Major element analizleri oksidiyenin üç büyük petrolojik sınıftan (pre-alkalin, alkalin ve calc-alkalin) ancak birisine dahil olduğunu belirlemeye yeter, fakat bir bütün olarak kaynaklar arasındaki küçük farkları belirleyemez. Atomik spektrografi yöntemi kullanarak obsidiyenin iz element analizinin yapılması ve böylece obsidiyenin karakteristiğini belirleme çalışmaları ilk kez Cann ve Renfrew tarafından Akdeniz Bölgesi obsidiyenlerine uygulanmış (1964) ve bundan sonraki bir dizi yayında Renfrew ve arkadaşları, bu bölgede, tarih öncesi devirlere ait ticari yolları belirleme çalışmaları yapmışlardır. (Renfrew ve diğerleri, 1965, 1966, 1968).

Bize öyle gelmektedir ki obsidiyen böyle bir iz sürme çalışmasında ideal bir materyaldir. Buna rağmen, obsidiyenin ticareti yapılan tek materyal olduğunu veya bunlar arasında en önemlisi olduğunu düşünmemek gerekir. Obsidiyen bizim için sadece iletişimin varlığını gösteren bir indikatördür. Şüphesiz ki böyle bir iletişimin ana materyali değildir.

UYGULAMA

Sürdürülmekte olan çalışmanın amacı Anadolu'dan toplanmış çok sayıda jeolojik ve arkeolojik obsidiyen örnekleri üzerinde çeşitli yöntemlerle araştırma (fizyon izleri, termoluminesans, nötron aktivasyon analizleri, x-ışını flöresans analizleri) yapıp, arkeolojik buluntuların kaynaklarını belirlemeye çalışmaktır.

Anadolu obsidiyenleri ile yapılan çalışmanın bir parçası olarak Değirmentepe obsidiyenleri ile yapılan araştırma henüz tamamlanmamıştır. Örneklerin, Institut für Experimentalphysik der Universität Innsbruck, Avusturya'da elektron mikroskobuyla yapılan major element analizleri Tablo - 2 de görülmektedir. Bu arada aynı örnekler Krijgsloan, Belçika'ya gönderilmiş burada yavaş nötronlarla radyasyona tutulmuştur. Uygulanan doz miktarı 9.5×10^{14} n/cm² dir. Bu örneklerle fizyon izi çalışmaları sürdürülmektedir.

Tablo : 2

OBSIDIAN - ANALYSES (WT. %)

	D802	D803	D804	D851	D855	D858	D857	D868	D869	D8010	D8112	D8411	D8613
SiO ₂	75.59	71.99	72.58	72.89	72.67	72.29	72.15	72.46	73.73	72.58	72.81	73.58	72.83
TiO ₂	0.10	0.24	0.19	0.18	0.24	0.19	0.21	0.22	0.23	0.20	0.21	0.23	0.21
Al ₂ O ₃	13.20	14.61	14.48	14.21	14.13	14.41	14.21	14.53	10.81	14.37	14.48	10.63	14.74
CaO	0.81	0.95	0.78	0.88	0.85	0.77	0.74	0.69	0.23	0.71	0.78	0.19	0.81
MgO	0.10	0.21	0.14	0.19	0.18	0.14	0.12	0.09	—	0.18	0.16	—	0.14
Fe ₂ O ₃	0.99	1.84	1.76	1.84	1.74	1.81	1.74	1.53	4.44	1.64	1.81	4.46	1.74
MnO	0.07	0.08	0.04	0.06	0.06	0.04	0.07	0.04	0.10	0.04	0.03	0.11	0.08
K ₂ O	4.29	4.96	5.08	4.99	5.23	4.98	4.61	4.93	4.19	4.82	5.29	4.25	4.89
Na ₂ O	4.11	5.26	4.73	4.38	4.51	4.55	4.60	4.72	5.38	4.54	4.67	5.61	4.88
Total	99.26	100.14	99.76	99.40	99.41	99.18	98.65	99.26	99.11	99.08	100.34	99.06	100.30

EMPA, Fe₂O₃ = Fe TOTAL, generally ± 5 % relative standard deviation

R. Tessadri, Institute of Mineralogy, University Innsbruck, February 1987

KAYNAKLAR

1. Renfrew, C., Cann, J. R., and Dixon, J. E. (1965) Obsidian in the Aegean, *Annual of the British School at Athens* 60, 225 - 47.
2. Renfrew, C., Dixon, J. E., and Cann, J. R. (1966) obsidian and early cultural contact in the Near East. *Proceedings of the Prehistoric Society* 32, 30 - 72.
3. Renfrew, C., Dixon, J. E., and Cann, J. R. (1968) Further analysis of the Near-Eastern obsidians. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 9, 319 - 331.
4. Freidman, I., Long, W., and Smith, R. L. (1963) Viscosity and water content of rhyolite, *Journal of Geophysical Research* 68, 6523 - 35.
5. Cann, J. R. (1983), *Petrology of obsidian artefacts*, D. R. C. Kempe and A. P. Hawey editors, Oxford Science Publications, 374 pp Clarendon Press, Oxford.
6. Bigazzi, G. and Bonadonna, F. (1973) Fission track dating of the obsidian of Lipari Island (Italy). *Nature* 242, 322 - 3.
7. Cann, J. R. and Dixon, J. E. and Renfrew, C., (1989) *Science in Archaeology* (ed. Brothwell, D. and Higgs, E. S.), Thames and Hudson, 578.
8. Cann, J. R. and Renfrew, C., (1964) The characterization of obsidian and its application to the Mediterranean region, *Proceedings of the Prehistoric Society* 30, pp 111 - 133.
9. Ordonez, E., 1892, *Algunas Obsidianas de Mexico* *Memories de la Sociedad Cientifica Antonio Alzate*, 6, 33 - 45.

ARKEOLOJİK VE BİYOLOJİK VERİLERİN IŞIĞINDA AKDENİZ BÖLGEMİZ

Eşref DENİZ*
Can ŞENTUNA

Sizlere Türkiye’de son yıllarda Akdeniz Bölgesi’nde tarafımızdan yapılan arkeobiyolojik araştırmaların bir bölümü ile, aynı bölgede arkeolog ve antropologlarca geliştirilen araştırmaların sonuçlarını baz alarak Akdeniz Bölgemiz için biyoantropolojik bir tablo çizmeye çalışacağız.

Evet, niçin Akdeniz Bölgesi? Oysa ülkemiz gerek kazı sonuçlarına ait bildirilerde, gerekse araştırma sonuçları ile ilgili raporlarda belirtildiği gibi, diğer yöreler yönünden de çok zengin buluntular vermektedir. Bizim burada Akdeniz Bölgesi’ni seçmemizin başlıca nedeni, gerçekten Akdeniz Bölgesinin tarihte eşsiz bir yeri olması, bunun sonucu olarak da Akdeniz kıyılarında ve Akdeniz Adalarında dünyanın hiçbir yerinde görülmediği kadar çok devlet ve medeniyetin kurulmuş olması ve birbirinin yerini almış olmasıdır.

Böylece, gen havuzuna bırakılan genler bu bölge popülasyonunda büyük çeşitlilik görülmesine yol açmıştır.

Bir zamanlar doğu yarımküresini kuşatan Thetis Denizi’nin günü-müze ulaşmış ana kalıntısı olan Akdeniz (65 milyon yıl) Neojen’in başlangıcında (26 milyon yıl) oluşumuna başlamış, Kuvaterner (dördüncü) dönemde, yani yaklaşık 2,5 milyon yıl önce bugünkü biçimini almıştır. Bu dönemden başlayarak uzun yıllar süren sürekli iklim değişimleri Akdeniz havzasında pek çok değişimlere yol açmıştır. Ekolojik koşullardaki değişikliğin yaşayanlar, yani fauna ve flora ya etkisi hiçbir zaman göz ardı edilemez. Faunal yönden büyük çeşitlilik gösteren bu bölge kendine özgü birtakım türlerin ortaya çıkmasına ve kendi adıyla anılmasına neden olmuştur: Akdeniz akbabası, Akdeniz sardalyası, *Ceratis Capatata* adıyla bilinen Akdeniz meyva sineği, *Monachus Monachus* = Akdeniz fokusu, *Vipera Ammodytes Meridionalis* = Akdeniz kum engereği bunlara birer örnektir. Yine 2,5 metreden fazla büyümeyen maki ya da Garig

(*) Prof. Dr. Eşref DENİZ, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı Başkanı.
Can ŞENTUNA, Fiziki Antropolog.

adıla bilinen ve ancak Kuzey Amerika'nın güney-batısı, Güney Amerika ve güney-batı Avustralya'da rastlanan bitki örtüsü Akdeniz'in floral yapısını oluşturur. Daha önce de belirttiğimiz gibi, gen havuzuna katılan değişik genler sonucu, Akdeniz kansızlığı, Cooley kansızlığı, kalıtsal leptositoz veya en genel adıyla *Thalassemia* olarak bilinen bir tür anemi kalıtsal bir hastalık olarak bu bölgeye özgü bir hal almıştır. Bilindiği gibi, Orta Paleolitiğe kadar yaşayan insan türünde Pitekanthrop, Sinantrop, Heidelberg Neanderthal insanı yer almaktadır. Daha sonra gelen tür ise, *Homo Sapiens*'tir. Ancak son yıllarda insan sınıflaması yeni boyutlar kazanmış, Neanderthal gibi büyük beyinli oluşumlar *Homo Sapiens* içinde sınıflanmaya başlamıştır. *Homo Sapiens* espesi içinde Neanderthal adamı *Homo Sapiens Neanderthalensis*, modern adam *Homo Sapiens Sapiens* ve ara *Sapiens* oluşumlar ise, *Homo Sapiens* olarak belirlenmiştir.

Homo Erectus : *Pitekanthropus*, *Sinantropus*, *Atlanthropus*.

Homo Sapiens : *Javanthropus*, *Paleoanthropus*, *Homo Sapiens Steinheimensis*, *Soloensis*, *Rhodesiensis*, *Neanderthalensis*.

Buluntu yerleri : Swanscombe, Steinheim, La Chapelle, Tabun, Skuhl, Krapina, Fontchevade, Saldaha.

Homo Sapiens Sapiens : Cro-magnon, Chancelade, Grimaldi.

Türkiye'de bugüne dek erken *Homo Sapiens* olarak kabul edilebilecek bir fosil kalıntısına rastlanmamıştır. 250.000 yıllık bir fosil olduğu bilinen Swanscombe fosilinin Acheulian kültürü ile birlikte bulunduğu bilinmektedir (Howell, Birdsel, J. L. Young). Türkiye'nin güneyinde Hatay ve Adıyaman çevresinde bu kültüre ait aletlerin ele geçmesi, bir gün araştırmalar sonucunda böyle eski fosillerin benzer bölgelerde ele geçme olasılığını düşündürmektedir (Şenyürek, Bostancı). Anadolu'da bulunan ve *Homo Sapiens Neanderthalensis*'e ait olduğu kabul edilen fosil kalıntılar Antakya'da Kanal Mağarası'nda bulunan bir adet canin diş ile Antalya'da Karain Mağarası'nda ele geçen dişier ve kırık kemik parçalarından oluşmaktadır (Şenyürek, Bostancı, Kökten). Türkiye'de ele geçen Neanderthal kalıntılarının yaşları tam olarak belirlenememiştir. Ancak yeryüzünden bulunan Neanderthallerin 35.000 ile 70.000 yıl öncesine ait oldukları bilinmektedir. Kanal mağarasında ele geçen canin, Levallois-mousterien kültür katlarındadır. Ülkemizde bulunan ve modern insanla birlikte sınıflanan en eski kalıntılar yine Akdeniz yöremizde Kanal ve Çevlik Büyük Mağara'dan (İncili Mağarası) çıkarılmıştır. Mağaranın stratigrafisine dayanarak, Alt ve Orta Aurignacien döneminde yaşadığı Bostancı tarafından belirtilen ve *Homo Sapiens Çevlikiyensis* adı verilen bu fosil 50.000 yaşındadır. Bu tahmini yaş Carbon 14 veya başka bir arkeobiyo-

lojik yöntemle doğrulandığında, bilinen en eski modern insanı, yani Homo Sapiens Sapiens'i oluşturacaktır.

Çünkü yaşı Carbon yöntemiyle saptanmış olan en eski modern insan kalıntıları Borneo adasında Sarawak'ın kuzeyindeki Niah mağarasında bulunmuştur ve 40.000 ila 43.000 yıl öncesine dayanmaktadır. Antalya çevresinde yer alan Beldibi ve Belbaşı kaya sığınaklarında ele geçen Sapiens kalıntıları Üst Paleolitik ve Mezolitik kültürleriyle birlikte bulunmuştur; burada çok küçük cranium parçaları ele geçmiş, ancak belirli bir kafa yapısı elde edilememiştir. Burada ele geçen femurun yapısı ilkel özellikleri yönünden Homo Sapiens Sapiens ile sınıflanan Öfnet adamı ile aynı grupta yer alır. 15.000 yıl öncesine rastlayan bu kalıntı Homo Sapiens Belbaşıensis olarak adlandırılmaktadır. Türkiye'de Üst Paleolitik ve Mezolitik devirde yaşayan insanların varlığı ancak ele geçen alet buluntularına göre söylenebilmektedir. Başka bir deyişle, ele geçen fosil insan buluntusu son derece sınırlıdır. Ancak Üst Paleolitik buluntuların özellikle Akdeniz yöresinde Antalya, Burdur, Hatay'da bulunması, yine çok sınırlı Mezolitik'in Burdur yöresinde ve Antalya'da Beldibi ve Belbaşı'nda yer alması, ileride yapılacak araştırmalarda fosil insanların Akdeniz yöresinde bulunabileceği umudunu vermektedir. Akdeniz yöresinde yer alan Üst Paleolitik ve Mezolitik kültürlerin ve bunlarla birlikte günümüze dek ele geçen az da olsa fosil kalıntıların kısa bir özetini verdikten sonra, toplayıcılıktan üreticiliğe geçiş olan Neolitik çağın durumuna kısa bir göz atalım.

Topluluklar artık evcil hayvan yetiştirmeye ve tarıma başlamışlardır. Beldibi'nde ele geçen aletler bunun kanıtıdır. Mellaart bu yörenin tarıma elverişli olmadığını belirtmekle beraber, yine kendisi Neolitik kültürlerin Avrupa'ya Anadolu'dan geçtiğini söylemektedir. Çatalhöyük (Konya) dışında bulunan Neolitik iskelet kalıntıları oldukça azdır. Akdeniz yöresinde yer alan Burdur'un 25 km. batısındaki Hacılar'da Neolitik ve Geç Neolitik olduğu belirlenen kalıntılar bulunmuştur. İ. Ö. VII. binin ilk yarısına ait olduğu belirlenen kafataslarının Euafrican Proto-mediterranean tiplere ait olduğu sanılmaktadır. Yine Hacılar'a ait Erken Kalkolitik'te de aynı tip iskelet kalıntıları bulunmuştur. İskenderun körfezinin güneyinde yer alan Şeyh Höyük'te bulunan bir erkek, üç kadın iskeleti Euafrican tipindedir. Bu kalıntılar Şenyürek ve Tunakan'a göre Kalkolitik, Cappieri'ye göre de Geç Neolitik'tir. Mersin yakınlarındaki Yümüktepe'de ele geçen iskeletler ise (iki kadın, bir erkek) İ.Ö. 2400 yıllarına rastlamakta, kadınlardan biri Akdeniz, öteki kadınla erkek Euafrican tipe girmektedir. Bodrum'un kuzey-batısında Müskebi'de Mikenlere ait iskelet kalıntıları Alpo-Dinarik olarak sınıflandırılmıştır. Bu durum güney yöresini diğerlerinden farklı kılmaktadır.

Akdeniz yöremizde tarafımızdan da incelenen ve arkeobiyolojik değeri yüksek olan bu buluntular Kuruçay Höyük'te ele geçmiştir. 1981 yılında sayın Prof. Dr. Duru'nun daveti üzerine in situ bir çalışma ile höyüğün genel yapısı hakkında bilgi edinilmiş, materyalin bir kısmı ise A.Ü. Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji Bölümünde yer alan arkeobiyoloji laboratuvarında incelemeye alınmıştır. 23-27 Mayıs 1983 tarihleri arasında İstanbul'da yapılan Anadolu Medeniyetleri Sempozyumu Araştırma Sonuçları Toplantısında yapılan çalışmaların bir bölümü bildiri olarak sunulmuştur. Bunları kısa hatırlayacak olursak, İlk Tunç Çağı'nda Erken Kalkolitik Çağ'ın sonlarına kadar saptanan yedi yerleşme katında animal kalıntılar, human fosil kalıntıları ve flora kalıntıları toplanmıştır. Genellikle buluntuların büyük bir bölümünü hayvansal kemik kalıntıları oluşturmıştır.

İnsanla hayvanlar arasındaki ilişki yeryüzünde en uzun süren bir olgudur ve en az iki milyon yılı kapsar. Bu dönemin çoğunda ilişki avcı ile ev arasındadır, ancak roller sık sık değişime uğramıştır. İnsanın bu uzun dönemde bir leş yiyicisi olması bile olasıdır. İ.Ö. 10000 ile 8000 arasında geçen ikibin yıl bitki ve hayvan evciltmesinde büyük rol oynamıştır. Araştırmacılara göre, ilk olarak hayvan evciltme ve kültürlü bitki yetiştirme yakın doğuda yer almış ve buradan yayılmıştır.

Kuruçay Höyük faunasında intact olarak elde edilebilen ve klassifikasyonu yapılan 843 kemik arasında Equidae türe rastlanılmamış olması arkeobiyolojik yönden son derece önemlidir. Aynı biçimde Hacılar bulgularında da Equus Caballus, Equus Mulus ve Equus Asinus'a rastlanılmaması bu bulgumuzu doğrulamaktadır. Kuruçay Höyük faunası olarak Bos Primigenius, Ovis Capra, Sus Scrofa, Capreolus Capreolus, Cervus Elaphus, Felis Leo, Felis Silvestris, Canis Lupus, Canis Domesticus, Ursidae, Rodentia ve Aves kemikleri belirlenmiştir.

Adult Homo'ya çok az ve dağınık biçimde rastlanılması köy mezarlığının başka bir yerde olduğunu göstermektedir. Ele geçen çömlek mezarların ise, birkaç tanesi hariç, çoğu fetus mezarıdır. Bu nedenle burada herhangi bir ırk tayini yapabilme olanağı tamamen ele geçecek yeni iskelet kalıntılarına bağlı olacaktır. Ekolojik yönden, ele geçen çok sayıda Cervidae Antler'i Kalkolitik Çağ'da höyüğün ormanlık yeşil ve sulubir yerleşim bölgesi olduğunu ve avcılığın da bir hayli geliştiğini ortaya koymaktadır. Bu arada Akdeniz'in kendine özgü bir faunası olduğundan daha önce söz etmiştik. Akdeniz suyunun tuzluluğu, deniz faunasının özelleşmesinde önemli bir etkidir. Sizlere 1981 yılı yaz ayında Alanya'ya 13 km. uzaklıkta kumsalda ele geçen bir vertebradan söz etmek istiyoruz. Bilinen evcil memelilerinkinden oldukça büyük olan ve 510 gram gelen

bu omur, ilk bakışta *Camellus* ya da *Giraffe* ile karıştırılmıştır. Ancak bir oran vermek gerekirse, *Bos Taurus*'unki 180 gram, *Equus Caballus*'unki 82 gram, ve *Homo Sapiens*'inki 30-40 gram ağırlıktadır. Arkeobiyoloji laboratuvarımızdaki morfolojik inceleme bu omurun bir Cetacea (Balina)'ya ait olduğunu göstermektedir. Uzun süre suda ve kıyıda kaldığı ve tam bir doğal maserasyon geçirdiği anlaşılan vertebrada osseus doku dışında hiçbir musculus ya da ligamentoz doku kalıntısı kalmadığı, processus spinosus ve transversus uçlarının aşındığı gözlenmiştir. Bauer, bu tip balinanın omurlarından şimdiye dek arkeolojik kazılarda elde edilip Viyana Tabiat Tarihi Müzesi'ne getirilenleri ölçmüş, inceleyip değerlendirmiş, Van Beveden de tür tayini için Gervais'in yaptığı güzel tablolardan ve müzede mevcut iskelet parçalarından yararlandığını belirtmiştir. Ayrıca, bunlardan dördünün Marsilya'da, üçünün Yunanistan'da Tilos kıyılarındaki bulunduğunu dile getirerek, Ziphios'un (Gagalı Balina) Akdeniz'de rastlanan bir tür olduğuna değinmiştir. Ele geçen vertebra üzerinde tarafımızdan alınan ölçüler Bauer'in bulguları ile karşılaştırılmış ve bunun bir vertebra lumbalis olduğu ve Bauer'in çalışmasının desteği ile Ziphios Cavirostris 1823'e ait olduğu belirlenmiştir. Her ne kadar Bauer buna benzer bir lumbal omuru 4. vertebra lumbalis diye tanımlamışsa da, 21-24 adet olabilen omurlardan bu omurun kesinlikle kaçınıcı olduğu tayin edilememiştir. Bilindiği gibi, bugün Akdeniz'de balina kalmamıştır. Ancak zaman zaman fosil kalıntılarına rastlanmaktadır. Bauer, balinanın ancak Akdeniz'de Messina Boğazı'na kadar olan alanda yayılmış olduğunu, Messina'nın daha doğusunda Anadolu kıyılarındaki balınaya rastlanmadığını, bu nedenle bu kesimin gerçekten açık kaldığını hem araştırmasında belirtmiş, hem de ele geçen yedi omurun dağılımını gösterdiği haritada buna işaret etmiştir. Yapılan bu çalışma ile sözü edilen açıklık kapanmış olacaktır.

Buraya dek Akdeniz yöresinde yer alan çeşitli yerleşim merkezlerinin üst Paleolitik'ten başlayarak arkeolojik ve biyolojik verilerin ışığında bir değerlendirmesini vermeye çalıştık.

İletişim olanaklarının son derece kısıtlı olması o zamanın topluluklarının izole yaşamasına neden olmuş, ayrıca ekolojik yapı gerek faunayı gerekse florayı etkilemiştir. Ancak günümüzde durum nedir? Kimi zaman son derece sert, kimi zaman melankolik denebilecek kadar hassas Akdeniz insanı ve bu insanın oluşturduğu topluluk diğer toplulukların hangisi ile benzerlik göstermektedir? Bu konuda gerek antropometrik gerekse antropogenetik pek çok araştırma yapılmıştır. Zira Anadolu gen havuzuna çeşitli göçler, akınlar ve diğer nedenlerle pek çok topluluğun geni bırakılmıştır.

Arkeobiyolojik olarak sizlere kısa bir özetini vermeye çalıştığımız Akdeniz yöremiz, görüldüğü gibi, bu özellikleriyle çeşitli insan topluluklarının ve bu nedenle ırk gruplarının değişik periyotlarda yer almasına neden olmuştur. Az önce sözünü ettiğimiz izole topluluklar halinde yaşamasına karşın, bu denli bir değişimin olması bu yöredeki araştırmaların kesinlikle daha da yoğunlaştırılması gereğini göstermektedir. Ancak, günümüzde durum nedir? Antropogenetik açıdan Akdeniz bölgemizdeki yaşayan topluluk, diğer bölgelerimizdeki topluluklarla ve ülkemiz sınırları dışında kalan topluluklarla benzerlik göstermekte midir? Bu konuda yapılan antropogenetik araştırmalar bize ışık tutmaktadır. ABO genleri yönünden Saatçioğlu tarafından yapılan araştırmada Akdeniz bölgemizin % 5 olasılık düzeyinde diğer bölgelerimizle anlamlı farklılıklar göstermediği ortaya konmuştur. Gözlenen bölgesel farklılıklar Hardy-Weinberg dengesini bozacak bir düzeyde değildir. Başka bir deyişle, XVII. yüzyılın ilk yarısından bu yana Hardy-Weinberg dengesini bozacak oranda bir değişim olmamıştır (yaklaşık altı kuşak geçmesi gerekiyor). Yine Aksoy ve arkadaşlarının Mersin Türkleri için yaptıkları bir araştırma bu yörede yaşayan topluluklardan Trieste, Sicilya ve Atina toplulukları ile anlamsız farklılık gösterirken, İspanya, Milano, Turin ve Sardinya toplulukları ile % 1 olasılık düzeyinde anlamlı farklılıklar göstermiştir. Akdeniz bölgesi topluluğumuz bunun yanı sıra Orta ve Doğu Avrupa ve Yakın Doğu toplulukları ile gösterdiği anlamsız farklılıklar nedeniyle bu topluluklara daha yakın görünmektedir. Yine 1978 yılında tarafımızdan yapılan bir araştırmada dört anti serum kullanılarak (anti-D, anti-E, anti-C ve anti-c) RH faktörler sistemi incelenmiştir.

Bölgesel olarak bir inceleme yapılamamasına karşın, yaklaşık XVII. yüzyıldan bu yana Hardy-Weinberg dengesini bozacak bir gen akışı olmadığını ve ABO genleri yönünden bölgeler arasındaki anlamsız farklılıkların görüldüğünü göz önüne alarak genelde elde ettiğimiz sonuçların Akdeniz bölgesi için de geçerli olabileceğini varsayabiliriz.

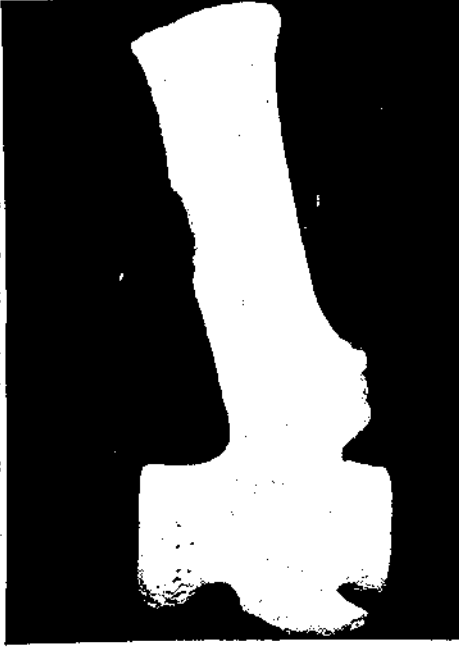
Bu araştırmada D geni ve RH gen karmaşıkları yönünden elde edilen sonuçlar Akdeniz'de yaşayan ve küçük örnekleme dayanarak elde edilen topluluklarla anlamsız farklılıklar göstermesine karşın, denek sayısı arttıkça, anlamlı bir hal almaya başlamıştır. RH gen karmaşıkları yönünden topluluğumuz ABO genlerinde olduğu gibi, Orta Avrupa toplulukları ile daha az sayıda gen karmaşığı yönünden anlamsız farklılıklar göstermektedir.

Sizlere buraya kadar, Akdeniz bölgemizin arkeobiyolojik ve antropogenetik yönden kısa bir özetini vermeye çalıştık. Turizm mevsiminin başladığı şu günlerde çok eski yıllar önce olduğu gibi yemyeşil alanlarla süslü, denizi insanı büyüleyen bu güzel bölgemiz, gerek arkeolojik, gerekse antropolojik yönden pek çok araştırmacıyı ve bunların sonuçlarını beklemektedir.

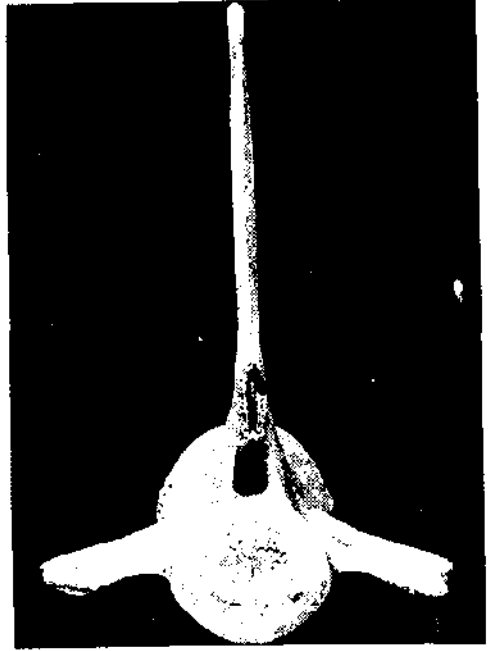
BİBLİYOGRAFYA

- Aksoy, M., E. W. Ikin AE. Mourant and H. Lehmann: Blood Groups, Haemoglobins and Thalassemia in Turks in Southern Turkey and Eti Turks. Br. Med. J., 2: 937-939, 1958.
- Birdsell, J. B.: Human Evolution. An Introduction to the New Physical Anthropology. Rand McNally and Company, Chicago, 1972.
- Blumenberg, B.: Recent Thinking on Human Evolution. Current Anthropol., 15: 416-420, 1974.
- Bostancı, E.: Homo Sapiens Çevlikiyensis in the Canal and Big Cases of Çevlik near Samandağ of the Province of Antakya on the Mediterranean Coast of Anatolia. Antropoloji, 1: 29-56, 1973a.
- Bostancı, E.: «Anadolu'da İnsan Kronolojisi ve Genus Homo için Yeni bir Sınıflandırma», 539-591. A. Ü. D. T. C. F., Cumhuriyetin 50. Yıldönümünü Anma Kitabı. Yayın No. 239, A. Ü. Basımevi, 1974.
- Botancı, E.: Quaternary Fossil Beaches in Çevlik and Mağaracık and Relation with the Paleolithic Man who had been lived in the Canal Incili Cases on the Mediterranean Coast of Anatolia. Antropoloji 1: 41-68, 1975.
- Cappieri, M.: The Anatolians of the late Neolithic and Chalcolithic Age. Belleten 34: 509-555, 1970.
- Comas, J.: Manual of Physical Anthropology, Charles C. Thomas pub., Springfield, Illinois, U. S. A., 1960.
- Çiner, R.: Bodrum - Müskebi Kazısı İskelet Kalıntılarının Tetkiki. Antropoloji 1: 56-79, 1964.
- Deniz, E.: Kuruçay Höyük Kazı Buluntuları Üzerinde Arkeobiyolojik Araştırmalar. Anadolu Araştırmaları IX: 103-125, 1983.
- Duru, R.: Kuruçay Höyüğü Kazıları. 1980 Çalışma Raporu. Anadolu Araştırmaları VIII, 1-17, 1980.
- Garn, S. M.: Human Races, Charles C. Thomas pub., Springfield, Illinois, U. S. A., 1961.
- Hewes, G. W.: The Origin of Man. A series of basic concepts in Anthropology. Burgess Pub. Company, Minneapolis, Minnesota, 1973.
- Hooton, E. A.: Up from the Ape. George Allen and Unwin Ltd. London, 1931.
- Howells, W.: Evolution of the Genus Homo Addison-Wesley Pub. Company, Reading, Massachusetts-Menlo Park, California, London-Amsterdam-Don Mills, Ontario-Sydney, 1973.
- Kökten, İ. K.: Antalya'da Karain Mağarasında Yapılan Prehistorya Araştırmalarına Toplu bir Bakış. Belleten 19: 271-293, 1955.

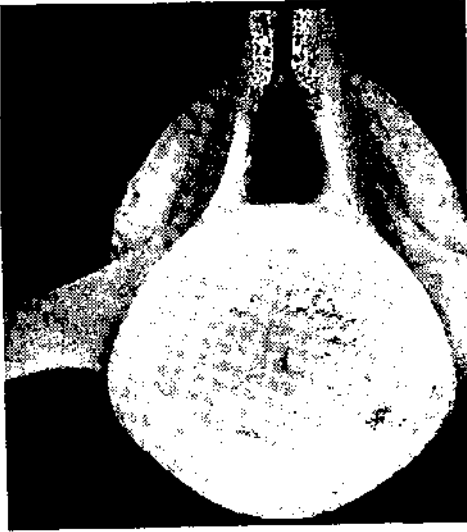
- Kökten, İ. K. : Karain Kılavuzu (Antalya), Karain. M. E. B. Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayını. Seri 1, s. 24, Ankara 1967.
- Mellaart, J. : Earliest Civilisations of the Near East. 2nd. Ed., Jarrold and Sons Ltd., Norwich, Thames and Hudson, London, 1971.
- Mellaart, J. : The Neolithic of the Near East. Jarrold and Sons Ltd., Norwich, Thames and Hudson, London, 1975.
- Montagu, M. F. Aspley : An Introduction to Physical Anthropology. 2nd. ed., Charles C. Thomas, pub., Springfield, Illinois, U. S. A., 1951.
- Ocak, N. : Türklerde I. ve II. Fulanlar Üzerinde Bulunan Figür Tiplerinin İncelenmesi. Antropoloji 1 : 156 - 158, 1964.
- Saatçioğlu, A. : ABO Genleri Yönünden Türkiye'nin Yeri ve Bu Ülkedeki Gensel Çeşitlilik Üzerine Biyometrik Bir İnceleme. A. Ü. D. T. C. F. Yayınları, 282. A. Ü. Basımevi, Ankara 1978.
- Semerikand, F. ve T. Pekintürk : Türklerde Renk Körlüğü Üzerine İlk Araştırma. Antropoloji 1 : 161 - 162, 1964.
- Şentuna, C. : RH Gen Frekansları Yönünden Türkiye'nin Yeri. A. Ü. D. T. C. F. Dergisi XXX - Sayı : 1 - 2, 153 - 179, 1980.
- Şenyürek, M. S. ve S. Tunakan : Şeyh Höyük İskeletleri. Belleten 15 : 431 - 445, 1951.
- Şenyürek, M. S. : A Note on the Skulte of Chalcolithic Age From Yümüktepe. Belleten 18 : 1 - 25, 1954a.
- Şenyürek, M. S. : A Note on the Long Bones of Chalcolithic Age From Şeyh Höyük. Belleten 19 : 247 - 270, 1955.
- Tunakan, S. : Türklerde ve Türk Suçlularında El Ayasındaki Dört Parmak Çizgisi (Maymun Çizgisi) Üzerinde Araştırma. A. Ü. D. T. C. F. Dergisi, 12, 117 - 126, 1954.
- Tunakan, S. : Memleketimizde İkiz Doğum Çoğunluğu Üzerine İlk Deneme. A. Ü. D. T. C. F. Dergisi, 13 : 17 - 19, 1955.
- Tunakan, S. : Türk Çocuklarında ve Yeni Doğmuşlarda Mongol Lekesi. A. Ü. D. T. C. F. Dergisi, 14 : 41 - 54, 1957.
- Tunakan, S. : Memleketimizde İkiz Doğumları Üzerinde İkinci Araştırma. A. Ü. D. T. C. F. Dergisi, 17 : 513 - 518, 1961.
- Vallois, H. V. : İnsan Irkları. Çev. S. Tunakan, A. Ü. D. T. C. F. Yayınlarından, 163. A. Ü. Basımevi, Ankara, 1973.
- Weiner, J. S. : Mans Natural History. Weidenfeld and Nicolson, Ebenezer Baylis and John Ltd. The Trinity Press, Worcester and London, 1971.
- Young, J. Z. : An Introduction to the Study of Man. Oxford Univ. Press, Ely House London, 1971.



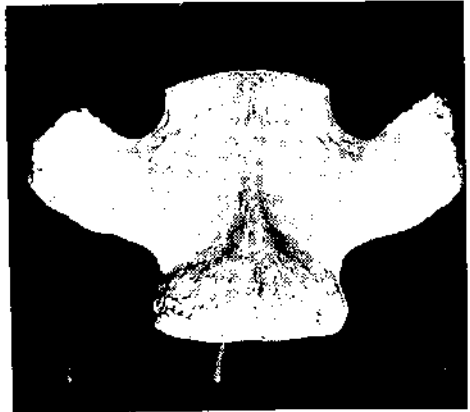
Resim : 1



Resim : 2



Resim : 3



Resim : 4

Resim : 1 - 4 — Alanya kıyılarında bulunan Gagalı balınının (*Ziphius Cavirostris*) bel omurunun çeşitli görünümüleri.

CARRARA AND MARMARA MARBLES: A COMPARATIVE STUDY BASED ON PETROGRAPHICAL AND CHEMICAL DATA

P. De PAEPE*
L. MOENS
M. WAELEKENS

ABSTRACT

De Paepe, P., Moens, L. and Waelkens, M., 1987. Carrara and Marmara marbles : A comparative study based on petrographical and chemical data.

The present paper is dealing with microscopic data, phase chemistry and whole-rock chemical analysis of white and pale grey calcite-marbles from ancient and modern quarries located at Carrara (27 samples) and Marmara (24 samples).

Observations with the polarizing microscope were focused on textural properties, dolomite content and nature of the accessory minerals. Whole-rock chemical data for 23 major, minor and trace elements were obtained by wet chemistry, atomic absorption spectrometry with graphite furnace and instrumental neutron activation analysis. In a limited number of samples Ca, Mg, Fe and Sr were also determined using an electron microprobe.

Albeit that on the average the trace element and accessory mineral contents are substantially lower in marbles from Marmara than in those from Carrara, it was found that for most elements concentration ranges are overlapping. Regardless of the origin of the sample, the dolomite phases have almost identical compositions. Nevertheless the chemical study yielded three discriminative parameters (K, Mn and Hf) and microscopy demonstrates that rocks from both localities can be differentiated with the help of the maximum size of the constitutive calcite grains.

-
- (*) P. De PAEPE, Laboratory of Geology, Krijgslaan 281, B-9000 Gent (Belgium).
L. MOENS, Institute for Nuclear Sciences, Proeftuinstraat 86, B-9000 Gent (Belgium).
Doc. Dr. M. WAELEKENS Research Associate N. F. S. R. (Belgium).
Department of Archaeology, Blijde Inkomststraat 21, B-3000 Leuven (Belgium).

To confirm these conclusions more rock samples from the same areas are presently analysed. In addition, the above techniques are also applied to marbles collected at other quarries of archaeological interest in Turkey and Greece.

1. Introduction

It is a fact that a correct characterization of marbles from different Mediterranean sources is of outstanding importance for its applications in archaeology, history of art and monument restoration projects. For thousands of years marble was intensively quarried throughout the Mediterranean area for building and decorative purposes resulting in a widespread trade which in some regions dates back to prehistoric times.

Attempts to identify specific physical and chemical properties of marbles from Italy, Greece and Turkey started in the late nineteenth century and still continue today. For that purpose a whole series of techniques have been used which have concentrated mainly on mineralogical and textural features, geochemical fingerprints and isotopic ratios of carbon and oxygen. Unfortunately so far none of the previous studies came to entirely satisfactory results. Moreover it appears that there is still discussion about the validity of some parameters advanced in the past as being diagnostic for certain source regions. An up-to-date reference list covering the most important scientific contributions to this problem is included in a recent review paper by HERZ (1985).

With this in mind an interdisciplinary project was recently set up at the State University of Ghent. As distinct from earlier investigations the present effort profits from the simultaneous application of various analytical techniques on samples forming part of a single hand specimen. Field work started during the autumn of 1984 with a survey of the main ancient and modern quarries located in the vicinity of Carrara, northern Italy. In 1985 marble quarries of Western Anatolia, Turkey (Afyon, Marmara, Uşak, Ephesos, Denizli, Aphrodisias) were visited (WAELEKENS, 1986; WAELEKENS et al., 1987) and a few months ago additional sampling was performed in continental and insular Greece (Pendeli, Hymettos, Paros, Naxos, Volos, Thasos, Filippi and Doliaina).

The present paper is dealing with some preliminary results concerning rocks collected at Carrara and Marmara. The data were presented at the VIII th Symposium of Excavations Survey and Archaeometry which was held at Ankara from 26 th - 30 th May 1986 (DE PAEPE, 1986). The selected sample includes 27 marbles from Carrara and 24 specimens from Marmara which were taken all over the studied areas. The rocks corres-

pond with white and pale grey unaltered calcite-marbles with a limited dolomite content (usually less than 10 % of the volume of the rock).

A list of the investigated samples and their location is given in an appendix.

2. Petrography

The samples from Carrara have a well-developed homeoblastic texture and are almost entirely composed of calcite. Calcite is speckled with submicroscopic carbonaceous inclusions (probably graphite) and dolomite¹, plagioclase, muscovite, opaque iron ore, potash feldspars, quartz and epidote minerals are accessory minerals. The accessories constitute usually less than 2 per cent of the volume of the rock and in most thin sections only one or two of these minerals appear.

The average diameter of the equant calcite crystals range from 0.2 to 0.4 mm and individual grains are separated by linear, curved or gently sutured boundaries. Calcite grains larger than 0.8 mm are rather uncommon although in exceptional cases crystals up to 1.3 mm in diameter have been observed. Calcite is abundantly twinned and cleavage lamellae are easily detected in thin section.

Dolomite is the most widespread accessory mineral and was found in about 50 per cent of the samples. The dolomite content is variable and the mineral occurs either as relatively large isolated subhedral crystals or in fine-grained aggregates of anhedral and subhedral grains. Well-defined dolomite rhombohedra are completely lacking. The distribution of dolomite is random or zonal and many grains carry numerous minute opaque inclusions. The mineral is rarely twinned but an undulose extinction characterizes several crystals. It appears that most dolomite-bearing marbles selected for this study come from the Miseglia and Colonnata areas.

Muscovite flakes, euhedral twinned plagioclases and drop-like or prismatic quartz crystals are often associated with dolomite but their occurrence is not limited to rocks containing this mineral. The size of the minerals of the silicate fraction is generally smaller than 0.1 mm although in one specimen from Gioia (CA48) the length of the plagioclase inclusions may exceed 0.5 mm. All these accessory minerals normally are found at the contact between adjacent calcite grains.

(1) dolomite was determined with staining techniques.

The rocks collected on the island of Marmara (the ancient Proconnesus) are very pure calcite-marbles. Indeed most thin sections are found to consist exclusively of calcite crystals. The size of the calcite grains is far of being uniform and a heteroblastic texture is hence characteristic for most if not all investigated specimens. The size range of calcite is generally 0.1-2.8 mm but smaller and somewhat larger crystals are not uncommon. Grain boundaries are straight, curved or slightly sutured and most crystals show a prominent rhombohedral cleavage and twinning. As a result of strain many crystals display strain shadows, bent twin lamellae and kink bands. Finely divided carbonaceous matter (graphite?) often clouds calcite and its arrangement is rarely crystallographical. The widespread occurrence of organic substances may be brought into relation with the fetid smell which emanates from most rocks upon fracture.

Samples PR67 and PR93 contain some very narrow beds which are rich in dolomite. Dolomite is fine-grained (max. 0.5 mm in diameter), anhedral and twins are rarely present. Strain phenomena are not observed in the mineral and most grains carry less dust-like inclusions than associated calcite crystals do. In both rock specimens dolomite is accompanied with a very low amount of euhedral quartz crystals and with tiny muscovite flakes. In two other marbles from Marmara quartz and muscovite are present in very small amounts but both are hardly recognizable under the microscope.

From the foregoing it can be concluded that the analysed marbles from Carrara and Marmara have quite different textures and that the maximum grain size of the calcite is a most useful criterion for differentiating samples coming from both areas. There is also petrographic evidence that the Turkish rocks are substantially purer than those outcropping in the vicinity of Carrara in spite of striking megascopic similarities. The accessory mineral content of the samples from Marmara is indeed much lower than in those collected at Carrara and the number of accessory mineral species is also more limited.

3. Phase chemistry

Electron microprobe data for calcite and dolomite phases from 5 samples chosen to be representative of the Carrara and Marmara marbles are presented in table 1. Mineral analyses were carried out with a CAMEBAX microanalyser at the CAMST (Louvainla-Neuve). Calcite, magnesite, siderite and strontianite were used as standards for determining respectively Ca, Mg, Fe and Sr.

Table: 1 — Concentration range and average CaO, MgO, FeO and SrO contents of single calcite (C) and dolomite (D) crystals from Carrara and Marmara

	Carrara (32 C grains)			Marmara (31 C grains)		
FeO (%)	0.00	— 0.28	(0.03)	0.00	— 0.06	(0.01)
MgO (%)	0.19	— 1.14	(0.78)	0.46	— 1.76	(0.91)
CaO (%)	54.36	— 56.12	(55.29)	53.53	— 56.30	(54.85)
SrO (%)	0.00	— 0.17	(0.03)	0.00	— 0.07	(0.02)

	Carrara (13 D grains)			Marmara (3 D grains)		
FeO (%)	0.01	— 0.40	(0.16)	0.00	— 0.07	(0.02)
MgO (%)	21.40	— 22.21	(21.99)	21.82	— 22.07	(21.98)
CaO (%)	29.87	— 32.13	(30.57)	30.21	— 30.75	(30.45)
SrO (%)	0.00	— 0.23	(0.03)	0.00	— 0.03	(0.01)

Sixty-three analyses of calcite selected to show compositional variations indicate that crystals from both localities contain very small amounts of Mg and Fe replacing Ca. The purest calcite is found in rocks which are free of dolomite whereas the MgO content is usually distinctly higher in dolomite-bearing beds or in crystals adjacent to isolated dolomite grains. This feature was confirmed by additional analyses made on relatively pure dolomite-marbles from Marmara (PR 78 and PR 79). In the latter the MgO abundance in calcite currently ranges from 1.2 to over 2.1 %. In all studied marbles (both calcite and dolomitic types) the recorded Sr concentrations are extremely low. Core and margins of large calcite grains and associated finegrained crystals were also studied in detail but the composition of the mineral appears to change neither systematically nor in a significant way from the center towards the boundaries of the grains.

Although the dolomite crystals in Carrara and Marmara specimens have an almost identical composition there is a distinct trend for slightly higher Fe concentrations in Italian rocks. As the highest Fe concentration noted in a dolomite from a Carrara marble is 0.4 % (expressed as FeO) it is clear that even in rocks from this region the substitution of Fe for Mg is very low. Dolomite and calcite contain equal amounts of Sr independently the origin of the investigated sample.

The microprobe analysis moreover revealed the occurrence of rutile, magnetite and pyrite in some Italian samples but analytical work on the composition of accessory minerals is still in progress.

4. Whole-rock chemistry

Using complexometric titration (Ca), colorimetry (Si), conventional (Mg, Sr) or flameless (Al, V) atomic absorption spectrometry and instrumental neutron activation analysis (Na, K, Sc, Cr, Mn, Fe, Co, Zn, Sr, La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Hf, Th and U) 23 major, minor and trace elements were determined. All analyses were carried out on marble cylinders extracted using a diamondtipped core drill; in order to eliminate contamination by drilling a special laboratory procedure was elaborated (MOENS *et al.*, 1986). For neutron activation analysis the ko-standardisation method (SIMONITS *et al.*, 1975; MOENS *et al.*, 1984) was used. In a forthcoming paper (MOENS *et al.*, in press) concentration ranges for the above elements in the rocks under consideration are presented.

Although there is a tendency for substantially lower average concentrations for most elements in rocks from Turkey as compared with Italian samples it appears that the concentration ranges for the same elements are usually overlapping. Therefore the individual absolute abundances of the majority of the analysed elements cannot be used to discriminate rocks coming from both regions. As shown by MOENS *et al.* (in press) it is also a striking feature that for most elements concentrations are not normal-distributed and a log-normal approximation seems to be much more appropriate.

Three elements however show completely separated concentration ranges in samples coming from both quarry areas (fig. 1). The K, Mn and Hf abundances are indeed systematically lower in the material from Marmara, allowing straightforward discrimination.

In addition hierarchical cluster analysis was applied to all analysed marbles from Carrara and Marmara. The attributes used are the K, Mn and Hf contents of the rocks and the maximum size of the constitutive calcite grains. The standardised logarithms of the concentrations and the standardised grain sizes were introduced and the nearest neighbour strategy, based on Euclidean distance, was selected (MATHER, 1976; MAS-SART & KAUFMAN, 1983). The analysis was done by means of the DPP program (VAN ESPEN, 1984). The resulting dendrogram (fig. 2) shows that the Carrara and Marmara samples are clearly grouped according to their provenance.

5. Conclusions

The present data suggest that white and pale grey unweathered calcite-marbles with low dolomite content outcropping at Carrara and Marmara are dissimilar with respect to their K, Mn and Hf contents. Striking

differences were also noted in rock texture and maximum size of the constitutive calcite grains. The average concentration of most minor and trace elements determined for this study is usually substantially lower in Turkish than in Italian samples which is likely to result from the very small amount of accessory minerals included in rocks from Marmara.

More analytical work is of course needed to verify if the present conclusions are valid for all similar rocks from the same regions.

ACKNOWLEDGEMENTS

Our thanks are due to the Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğü and especially to Dr. Nurettin Yardımcı, Director - General, and Mr. Mustafa Karahan, Director of Surveys, for granting permission to carry out our work in Turkey. We also wish to thank Dr. Nuşin Asgari for giving valuable help and advice on Marmara, as well as Mr. Sedat Heper, our Turkish representative, and Mr. Salih Kütük, Director of the Bursa Museum for their assistance.

The valuable help of Dr. E. Dolci in Carrara is greatly acknowledged.

This project was financially supported by a research grant of the National Fund for Scientific Research (Belgium), by the Inter - University Institute for Nuclear Sciences, the Research Council of the University of Ghent and the Fund for Joint Basic Research.

The authors are highly indebted to Prof. J. Hoste and Prof. R. Maréchal for their interest and valuable advice. The most useful assistance of P. Roos, J. Van Hende and J. De Rudder is also greatly acknowledged.

REFERENCES

- De Paepe, P., 1986. Chemical and mineralogical identification of white marbles from the Mediterranean area. VIII. Kazi. Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu (26th-30th May 1986, Ankara), Bildiri Özetleri, p. 72.
- Herz, N., 1925. Isotopic analysis of marble. In: George Rapp, Jr and John A. Gifford (Editors), *Archaeological geology*, Yale University Press, New Haven/London, pp. 331 - 351.
- Massart, D. L. and Kaufman, L., 1983. *The interpretation of analytical chemical data by the use of cluster analysis*. Wiley, New York.
- Mather, P. M., 1976. *Computational methods of multivariate analysis in physical geography*. Wiley, London.
- Moens, L., De Rudder, J., De Paepe, P. and Waelkens, M., 1986. Preparation of white marble samples for neutron activation analysis. *Bull. Soc. Chim. Belg.*, 85: 399 - 406.

- Moens, L., De Corte, F., De Wispelaere, A., Hoste, J., Simonits, A., Elek, A. and Szabo, E., 1984. γ - measurements and related data compilation for (n, γ) reactor neutron activation analysis. Part II. J. Radioanal. Nucl. Chem., 82: 385 - 452.
- Moens, L., Roos, P., De Rudder J., Hoste, J., De Paepe, P., Van Hende, J. Maréchal, R. and Waelkens, M. (in press). Chemical and petrographical identification of white marbles from the Mediterranean area. I. Comparison between Carrara and Marmara marbles.
- Simonits, A., De Corte, F. and Hoste, J., 1975. Single-comparator methods in reactor neutron activation analysis. J. Radioanal. Chem., 24: 31 - 46.
- Van Espen, P., 1984. A program for the processing of analytical data. Anal. Chim. Acta, 165: 31 - 49.
- Waelkens, M., 1986. Anadolu'da beyaz mermerin geliş yerleri ve ticareti ile ilgili araştırma. VIII. Kazi, Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu (26th-30th May 1986, Ankara), Bildiri Özetleri, pp. 43 - 45.
- Waelkens, M., De Paepe, P. and Moens, M., 1987. Survey in the white marble quarries of Anatolia. IV. Araştırma Sonuçları Toplantısı (26th-30th May 1986 Ankara), pp. 113 - 123.

APPENDIX : PROVENANCE OF THE ANALYSED MARBLES

1. Carrara area

1.1. Bacino di Miseglia

- CA2 Ortonovo
- CA3 La Muraglia
- CA6 Fior di Chiara
- CA12 La Tagliata Bassa
- CA16 Canalgrande
- CA18 Pellica
- CA20 Cava Geminiani
- CA22 Carbonera
- CA24 Carbonera
- CA25 Cooperativa dei Marmi di Carrara
- CA27 Fantiscritti
- CA29 Bocca di Canalgrande

1.2. Bacino di Colonnata

- CA34 Campanile
- CA36 Fossacava
- CA37 Fossacava
- CA38 Fossacava
- CA40 Fossacava
- CA42 Belgia Bassa
- CA43 Belgia Bassa
- CA48 Gioia

1.3. Bacino di Torano

- CA64 Polvaccio
- CA70 Polvaccio
- CA71 Castelletto di Ravaccione
- CA72 Castelletto di Ravaccione
- CA73 Ravaccione
- CA74 Ravaccione
- CA83 Crestola

2. Marmara island

- PR56 Çamlık (Hamdi Öztürk)
- PR58 Çamlık (İsmail Altın Ocakları)
- PR59 Sivritepe (Kazım Aydoğan Ocakları)
- PR62 Çamlık (Kadir Can)
- PR63 Kefali (Metin Denizli)
- PR64 Kefali (Ahmet Ekin)
- PR65 Zolta Deresi (Halit Kök)
- PR66 Zolta Deresi (Abdullah Oğuz)
- PR67 Zolta Deresi (Hasan Oğuz)
- PR68 Sarıkayalar (ancient quarry)
- PR70 Abrüs Üstü (Camberk Saylam)
- PR72 Abrüs Üstü (Camberk Saylam)
- PR73 Silinte (Liman Ocakları)
- PR75 Silinte (Liman Ocakları, abandoned quarry)
- PR76 Silinte (Liman Ocakları, abandoned quarry)
- PR77 Silinte (Liman Ocakları, abandoned quarry)
- PR82 Viranköy Üstü (İsmail Sökmien)
- PR86 Viranköy Üstü (Hamza Özdemir)
- PR87 Viranköy Üstü (Hamza Özdemir)
- PR93 Sivritepe (Kemal Akay)
- PR94 Sivritepe (Adnan Aydoğan)
- PR96 Sivritepe Altı (Şakir Can)
- PR98 Sivritepe Altı (Necati Barsan)
- PR99 Sivritepe Altı (Şahin Karabirer)

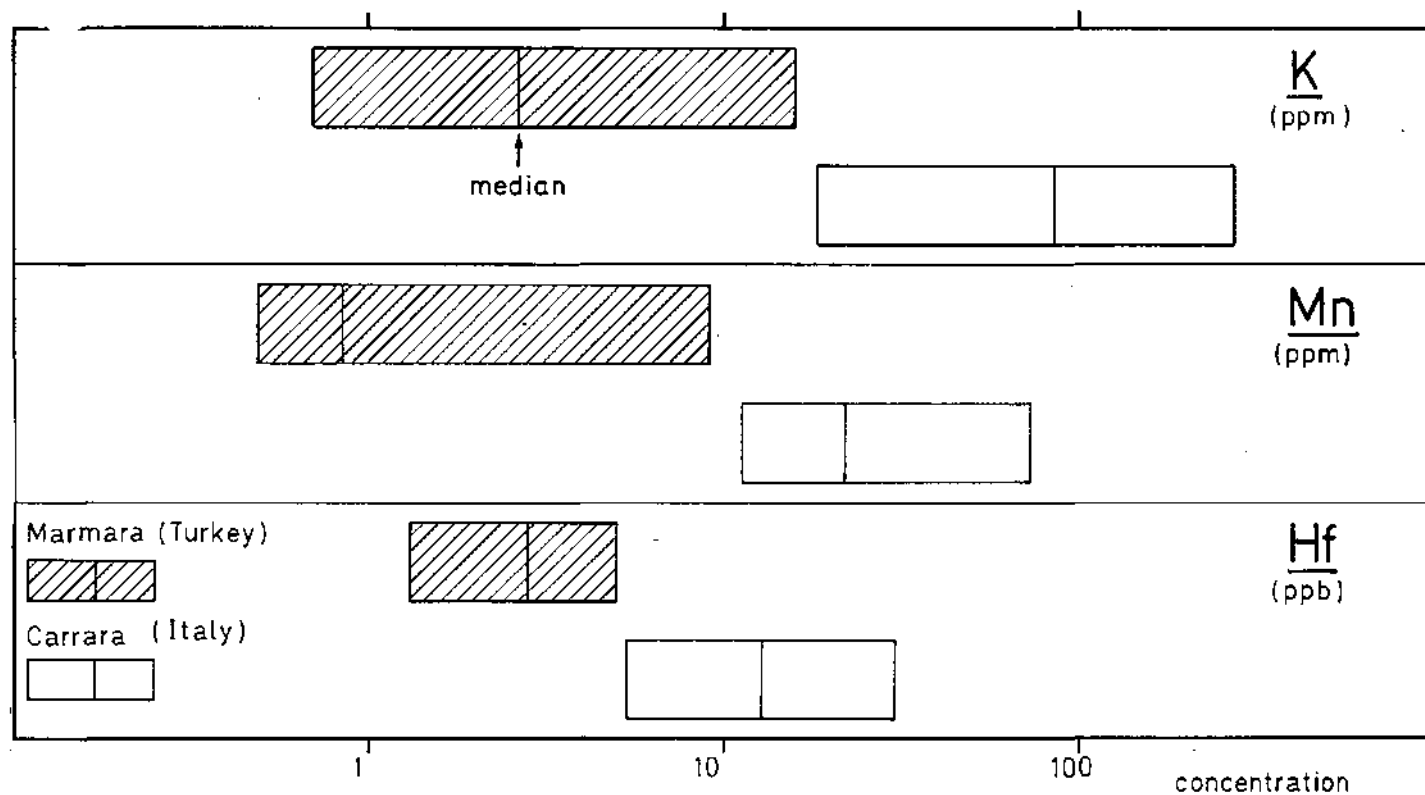


Fig. : 1 — Concentration ranges for K, Mn and Hf in marbles from Carrara (27 samples) and Marmara (24 samples)

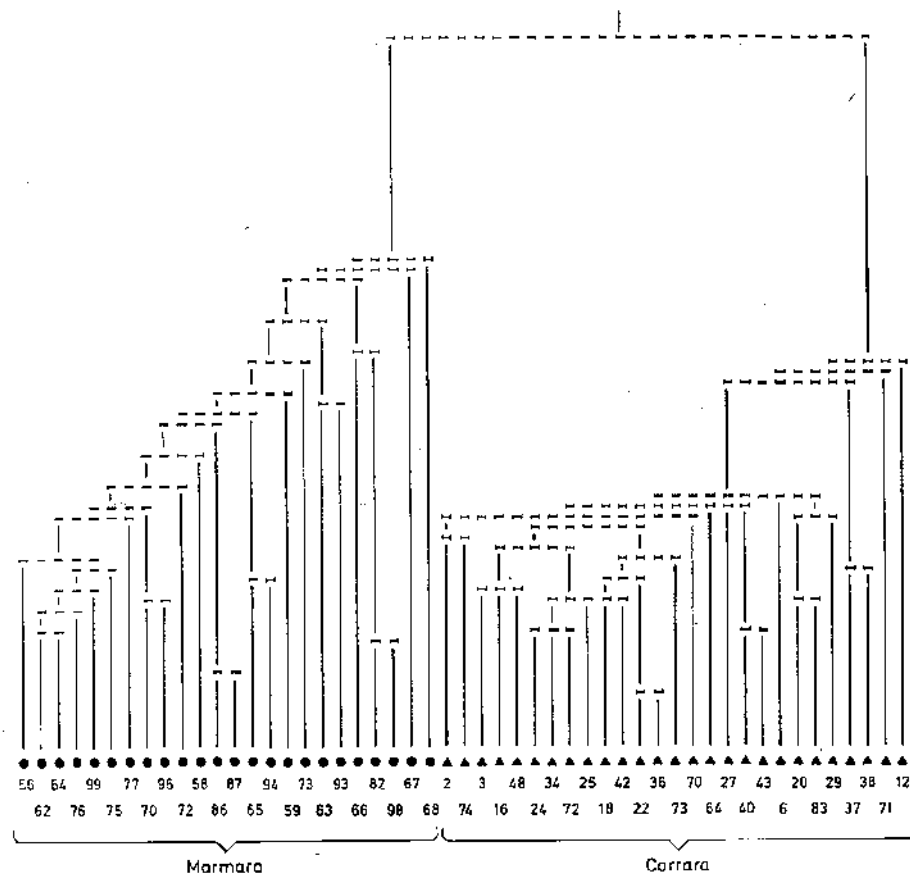
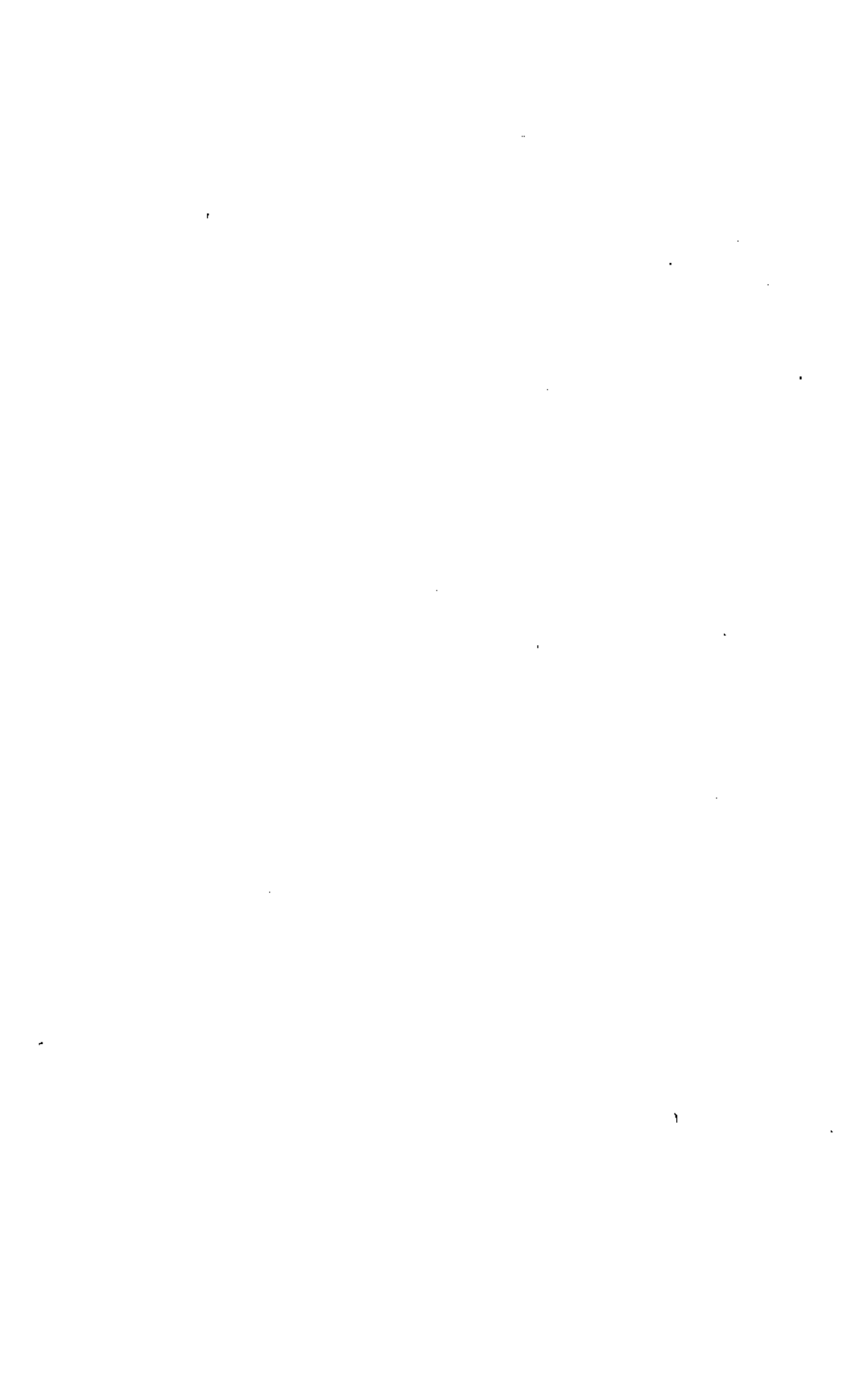


Fig. : 2 — Classification dendrogram for the analysed marbles from Carrara and Marmara based on K, Mn and Hf contents and maximum size of the constitutive calcite grains



TÜRKİYE MADENCİLİK TARİHİNE AİT MERZİFON - BAKIRÇAY YÖRESİNDEKİ KALINTILAR

Ergun KAPTAN*

ÖZET

Merzifon - Bakırçay yöresinde milattan önceki devirlerden Osmanlı İmparatorluk döneminin sonlarına kadar madencilik faaliyetlerinin var olduğunu gösteren bir çok materyel vardır. Son yıllarda bu yörede bakır cevherini ergitmeye hazır hale getirmek için, cevherin kırılarak istenilen büyüklüğe getirildiği iki adet antik cevher zenginleştirme aleti bulunmuştur. Bu antik cevher zenginleştirme aletleri Türkiye madencilik tarihi için son derece önemli sayılan buluntulardır.

GİRİŞ

Merzifon - Bakırçay yöresi, eski metalurjiye ait kalıntılar ile bakır cevherinin ergitilmesinden önce yapılması gerekli cevher zenginleştirmeyi kapsayan çeşitli antik buluntuların ele geçtiği önemli bir merkezdir.

Bakırçay yöresindeki maden aramaları MTA Enstitüsü tarafından 1970-1973 yıllarında kapsamlı bir şekilde «İki Sahada Maden Aramaları» isimli Birleşmiş Milletler projesi olarak yapılmıştır. Bu araştırmada antik maden ocakları ile eski maden cürufu yığınlarından da söz edilmektedir. Ayrıca bu kalıntıların, skarn tipteki bakır yataklarının küçük ölçüde işletilmiş olduğunun birer kanıtı olduğu belirtilmektedir (Muller ve diğerleri, 1974). Bu yöreyi kapsayan başka bir araştırma ise «Türkiye Madencilik Tarihi ve Kalay'ın Kökeni» konulu projeye ait olup 1973 yılında yapılmıştır. Bakırçay vadisindeki sözü edilen araştırmada, Bakırçay deresine paralel giden patika yolun kenarında saptanan beş adet bakır cürufu yığını irdelenmiş ve tarihlenmiştir. Ayrıca Sakapınarı mevki cürufalarında yörede ilk defa kalaya rastlanılmıştır. Cürufaların yapılmış olan üç ayrı optik spektrografik yarı kantitatif analiz sonuçlarında kalay % 0.07, % 0.003, % 0.004 oranında saptanmıştır (Kaptan-de Jesus, 1974). Cürufalarda kalayın iz olarak bu oranlarda saptanmış olması bile oldukça ilginç sayılmalıdır.

(*) Ergun KAPTAN : Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Tabiat Tarihi Müzesi, Ankara.

Diğer kısa süreli bir ön araştırma ise 1983 yılında Bakırçay porfiri bakır yatağının yeniden değerlendirilmesi amacıyla yönelik yapılmıştır. Çalışmalar sırasında dere içinde tesadüfen antik bir cevher zenginleştirme aleti bulunmuştur.

Antik cevher zenginleştirme aletinin bulunması nedeniyle Bakırçay yöresinde 1984 yılında Türkiye madencilik tarihi için yeniden genel bir araştırma yapılmıştır. Bu defa ise cüruf yığınlarındaki genel görünümün çok değişmiş olduğu gözlenmiştir. Bunun başlıca nedeni, kış - ilkbahar gibi mevsimlik artan su miktarı yüzünden Bakırçay deresi yatağının genişleyerek anlatımı yapılan cüruf yığınlarını zaman içinde taşıyarak toprak seviyesine indirip dağıtmasıdır. Günümüzde yapılan en son araştırmalar sırasında Sakapınarı mevkiğinde önceki yıllarda 4-5 m. yüksekliğe ulaşan iki adet cüruf yığınının geçen zaman içinde doğal etmenlerin etkisiyle dağıldığı ve yer yer toprakla karıştığı saptanmıştır. Böylece toprak seviyesine inen bu cüruf deposunda, cevher zenginleştirmenin başka bir evresinde kullanılmış olan ve Türkiye madencilik tarihi için önemi büyük bir başka cevher zenginleştirme aleti bulunmuştur. Yine 1984 yılında bir Alman araştırma gurubu, İ. Ü. Mühendislik Fakültesi'nin katkısıyla Bakırçay yöresinde Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğü'nden izin almadan, arkeometrik bir araştırma yapmıştır (Seeliger et al. 1985).

BAKIRÇAY BULUNTULARI

Bakırçay yöresi, Amasya iline bağlı Merzifon ilçesinin 15 km. kuzey doğusundadır (Plan : 1). Yörede milattan önceki devirlerden Osmanlı İmparatorluk döneminin sonlarına değin madencilik etkinliklerinin var olduğunu kanıtlayan bir çok buluntu vardır. Örneğin Bakırçay vadisine bakan Büklüce köyünün Subaşı (Çeşme başı) mevkiindeki bakır cürufu deposunda bir çok körük üfleci (tuyéres) bulunmuştur. Bu cüruf deposuna ait C-14 analiz sonucunun 5730 yarıhayat değerine göre verdiği düzeltilmemiş tarih M. Ö. 1887'dir (Ergin - Güler 1985).

Bakırçay, cevherleşme bakımından porfiri bakır - molibden cevherleşmesinin tipik mineral topluluğunu temsil eder. Bakır mineralleri ise kalkopirit az miktarda bornit, kalkosin, neotosit, azurit ve malahittir (Muller ve diğerleri 1974).

Bakırçay deresine paralel olan patika yolun çok yakınında olan Kağnıdere, Sakapınarı ve Bahçelidere mevkilerindeki cüruf yığınları önceki yıllarda yaklaşık 4-5 m. yüksekliğindeydi. Günümüzde eski metalurjiye ait bu cüruf depolarının genellikle dağılım alanları 40x20 m. ile 70x20 m. arasında değişmektedir (Plan : 2).

Bahçelidere mevkiğindeki cüruf deposundan alınmış odun kömürü örneklerinin 5730 yarıhayat değerine göre yapılan C-14 analizinin verdiği düzeltilmemiş tarih M. Ö. 57'dir (Ergin - Güler 1985). Bu tarihi eski metalurjik etkinliklerin buradaki başlangıç ya da son bulduğu bir tarih olarak kabul etmemek gerekir. Ayrıca Kağındere, Bahçelidere ve İkideğirmen arası mevkiilerini kapsayan sahada yapılmış olan yüzey araştırmalarında toplanmış olan seramik buluntular ise kuvvetle muhtemel M. S. 1-2 yüzyıl Röma Çağı'na ait olmalıdır (Resim : 1). Derealan deresi ile Bakırçay deresinin kesiştiği noktadan yaklaşık 500 m. kuzey doğuda Osmanlı İmparatorluğu'nun son dönemlerinde terk edilmiş bir azınlık köyü kalıntıları vardır (Plan : 2). Yüzey araştırmalarında bulunan seramik parçalarının bir kısmı yeşil sırlı çanak çömlek parçaları olup Osmanlı İmparatorluk dönemine ait buluntulardır (Resim : 2).

İkideğirmen arası mevkiğin önünden akan Bakırçay deresi içinde, cevher zenginleştirmenin birinci evresinde kullanılmış ve mermerden yapılmış bir adet taş havan bulunmuştur. İkideğirmen arası mevkiğin yaklaşık 1000 m. güney batısındaki Sakapınarı cüruf deposunda ise bakır cevherinin ergitmeye hazır duruma getirildiği mermerden yapılmış çok çukurlu taş havan ele geçmiştir.

Antik cevher zenginleştirme aleti taş havanın genel tanımı :

Buluntu yeri : İkideğirmen arası mevki. Bakırçay deresi içinden (Plan : 2).

İsmi : Taş havan. İri kırma evresinde kullanılmış olan cevher zenginleştirme aleti (Resim : 3).

Boyutları : a) Yükseklik : 44.5 cm. (yerden yüksekliği)
b) Eni : 11-14 cm. (kırma çukuruna kadar)
c) Çapı : 23 cm. (kırma çukurunun)
d) Derinlik : 23 cm.

Petrografik analizi : Mermer. Şeker dokusu sunan çeşitli büyüklükteki kalsit kristallerinden oluşur.

Kullanım özellikleri : Bakır cevheri içindeki kıymetsiz kısımların (gang) mekanik bir yolla daha küçük ünitelere ayrılmasında kullanılmış bir taş havandır. Cevher zenginleştirmenin birinci evresi olan «iri kırma» evresinde kullanılmıştır. Ham cevher bu taş havanda kırma taşı ile yaklaşık 8-5 cm. boyutlarında kırılarak, kıymetsiz kısımlarından ayrılıp cevher zenginleştirmenin diğer evrelerine hazırlanmıştır. Kırma taşı (havaneli) bulunamamıştır. İri kırma evresinde kullanılmış ve benzer örnek-

lerine ise şimdilik tesadüf edilmemiş olup Anadolu'da bulunan tek örnektir.

Antik cevher zenginleştirme aleti çok çukurlu taş havanın genel tanımı :

Buluntu yeri : Sakapınarı cüruf deposu içinden (Plan : 2).

İsmi : Çok çukurlu taş havan (Resim : 4).

Boyutları : a) Uzunluk : 95.5 m.
b) En : 49.5-16.5 m.
c) Kalınlık : 22-19 cm.
d) Alanı : 3.250 santimetre kare.
e) Kırma çukuru : 28 adet.
f) Kırma çukurlarının çapı : 85-33 mm.
g) Kırma çukurlarının derinliği : 27-10 mm.

Petrografik analizi : Mermer, Şeker dokusu sunan çeşitli büyüklükteki kalsit kristallerinden oluşmaktadır.

Kullanım özelliği : Bu çok çukurlu taş havan bakır cevherinin eritmeye hazır duruma getirildiği son aşamada kullanılmıştır. Cevher zenginleştirmenin «orta kırma» evresinin sonu ile «ince kırma» evresinin başlangıç aşamasında kullanılmış olmalıdır. Halbuki günümüzde bakır metalurjisi için yapılması gerekli cevher zenginleştirmenin ince kırma ile öğütme evrelerini de geçirmesi gerekmektedir. Bu da günümüzün ileri teknolojik olanaklarının sahip olduğu uygulamalar için geçerlidir. Bu nedenle sözü edilen çok çukurlu taş havan'da bakır cevherinin tane boyları yaklaşık 2-1 cm. ile 0.5 cm. kadar küçük parçalara ayrılacak şekilde kırılmış olmalıdır. Kesin bir ayırımın yapılması mümkün olmamakla beraber anlatımı yapılan bu cevher zenginleştirme aleti bakır cevheri için «orta kırma» evresinin en alt sınırı (2.1 cm.) ile «ince kırma» (0.5 cm.) evresinin başlarına değin kullanılmıştır. Üzerindeki 28 adet kırma çukurunun çapları ile derinlikleri standart değildir. Bunun nedeni belki de kırma çukurlarının ihtiyaç duyuldukça açılmış olmasıdır. Kırma taşı bulunamamıştır. Ülkemizde ele geçen ikinci buluntudur.

BENZER BULUNTULAR VE KARŞILAŞTIRMA

Sakapınarı cüruf deposu içinde bulunan çok çukurlu taş havan, Türkiye'de ele geçen ve irdelenerek tanısı yapılan ikinci buluntudur. İlk buluntu 1977 yılında Tokat - Erbaa, Kozlu bucağı Ezebağı köyündeki bakır cürufu yığnında ele geçmiştir (Kaptan, 1986). Bu çok çukurlu taş havanın iki yüzü de cevher zenginleştirme sırasında kullanılmıştır. Üst yüzü 1078 santimetre kare olup taşınabilir büyüklüktedir. Sakapınarı

buluntusu ise bir kişinin taşıyamayacağı büyüklükte ve ağırlıktadır. Kütahta - Gümüşköy yöresinde bulunan antik kırma - öğütme aleti çok farklı bir görünümde olup kurşun cevheri için kullanılmış bir cevher zenginleştirme aletidir (Kaptan, 1984). Ayrıca Kırklareli - Dereköy Çitak tepe cüruf deposunda bulunan henüz irdelenmemiş poligonel yapıda bir başka cevher zenginleştirme aleti bulunmuştur. Mardin - Nusaybin, Gırnava kazılarında ise benzer bir buluntu açığa çıkartılmıştır. Gırnava kazılarında bulunan ve M. Ö. 7. yüzyıla ait bu materyel büyük bir olasılıkla cevher zenginleştirme için kullanılmış olan çok çukurlu havandır. Bir höyük kazısında böyle bir materyele rastlanmış olması son derece ilginçtir. Çünkü bu güne değin Türkiye'de cevher zenginleştirme aletlerine şimdilik sadece eski maden sahalarında tesadüf edilmiştir.

Avrupa'daki eski uygarlıklara ait benzer cevher zenginleştirme aletine İspanya'da tesadüf edilmiştir. Bu benzer örnek güney İspanya'da Riotinto'daki gümüş ve bakır cürufalarının bulunduğu eski maden sahasında ele geçmiştir. Sözü edilen çok çukurlu taş havan M. Ö. 8-7. yüzyıla ait olup iki yüzü de kullanılmıştır (Blanco-Luzon, 1969).

SONUÇ

Cevher zenginleştirme işlemi, ham cevherin içindeki kıymetli kısmı oluşturan mineral veya minerallerin kıymetsiz kısımlarından ayrılması olup bu da çeşitli evrelerden geçmektedir. Maden cevherini ergitmeye hazır duruma getirebilmek için cevherin kırılarak tane boylarının istenilen büyüklüğe getirildiği, eski Anadolu'da biri birinden çok farklı olmayan cevher zenginleştirme aletleri kullanılmıştır.

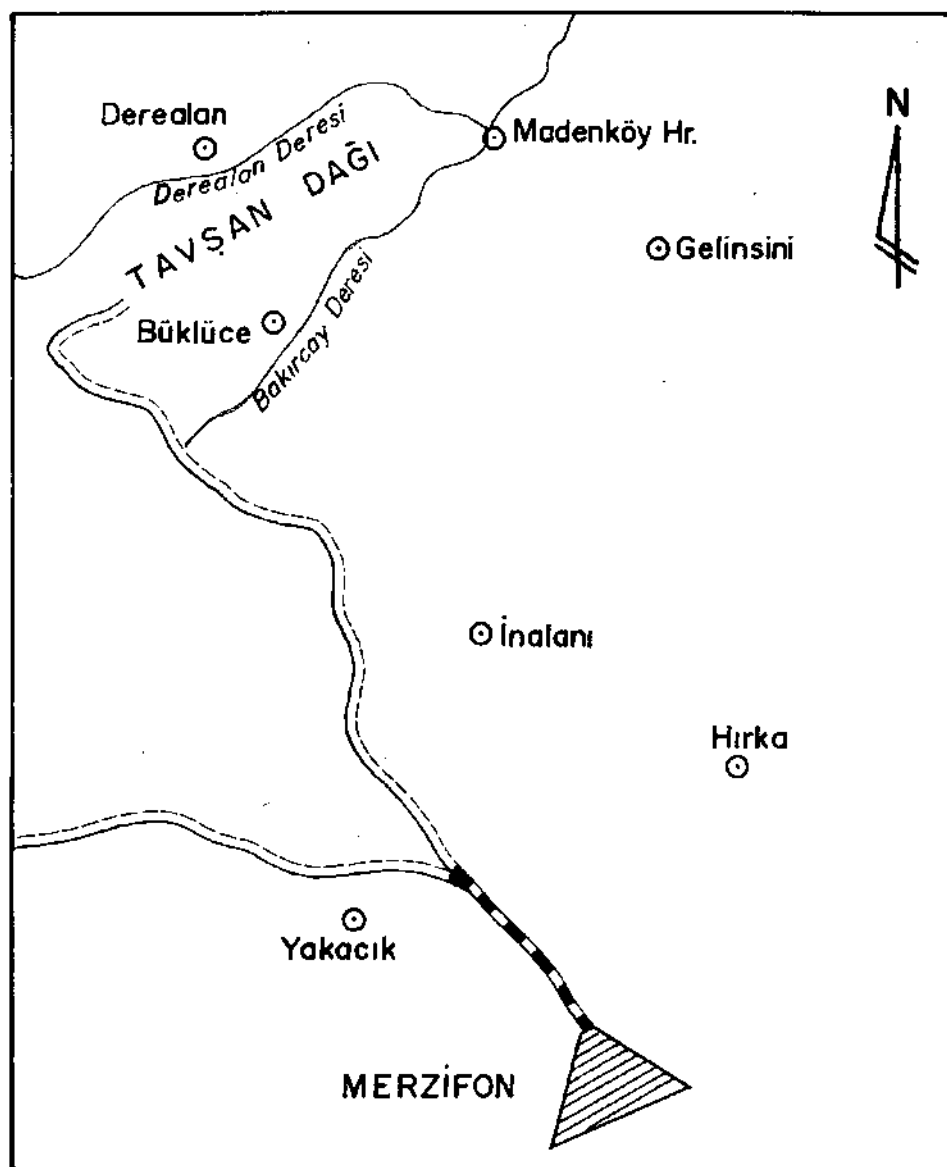
İşte Bakırçay yöresinde bulunan iki adet antik cevher zenginleştirme aleti, bakır cevherini ergitmeye hazır duruma getirmek için kullanılmış Anadolu'da ender rastlanan materyellerdir. Ayrıca anlatımı yapılan bu antik materyeller genellikle eski devirlere ait maden sahalarında tesadüfen bulunan, özellikleri ve nitelikleri bakımından bu güne değin az bilinen ve eski uygarlıkların madencilik gelişimlerini tanıtan önemi büyük buluntular arasında yer alır.

KATKI BELİRTME

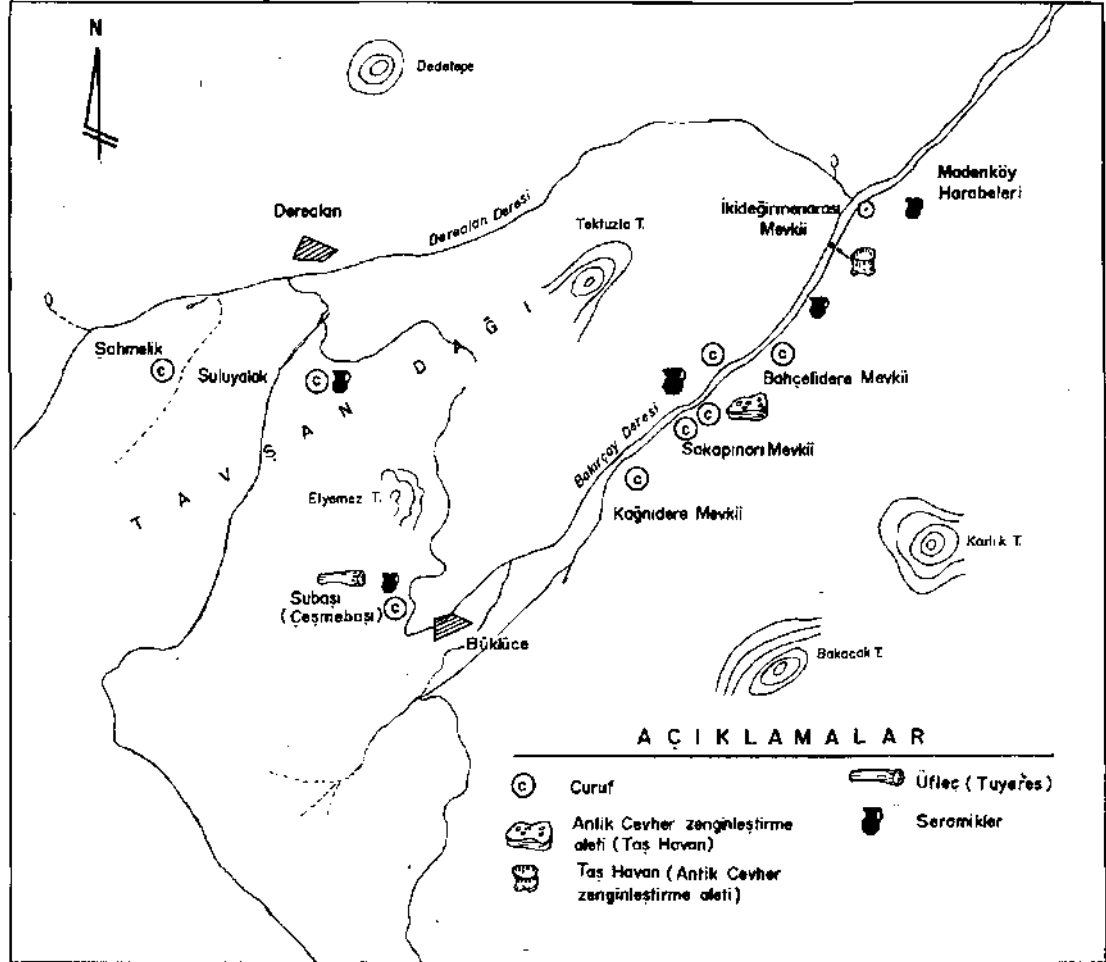
Merzifon - Bakırçay yöresinde iri kırmada kullanılmış olan antik cevher zenginleştirme aletini bularak MTA Tabiat Tarihi Müzesine veren ve ayrıca bu yöredeki araştırmalarıma katkıda bulunan jeolog Atilla Özgüneylioğlu ile petrografik analizleri yapan Dr. Cemal Göncüoğlu'na ve bu yöreden toplanan çeşitli seramik parçalarının tanısını yapan Anadolu Medeniyetleri Müzesi Müdürü İnci Bayburtluoğlu'na içtenlikle teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Blanco, A. ve Luzon, J. M., 1969, Pre-Roman silver miners at Riotinto. *Antiquity*, XLII, s. 124 - 131.
- Ergin, M ve Güler, R., 1985, H. Ü. Radyokarbon Laboratuvarında Yapılan Çalışmalar, İkiztepe C-14 Tarihleri ve Diğer Bazı C-14 Sonuçları. *Arkeometri Üniteleri Bilimsel Toplantı Bildirileri II* (Bogaziçi Univ. İstanbul, 1981) TÜBİTAK yay. No. 610. TEAG seri No. 41 Ankara, s. 79 - 83.
- Jesus de, P. S., 1976, Eski Çağlarda Anadolu'da Yapılmış Olan Metalurjik Faaliyetler, *MTA Enst. Derg.* No. 87, Ankara, s. 55 - 69.
- Kaptan, E ve Jesus de, P. S., 1974, Türkiye Madencilik Tarihi İçin Genel Bir Araştırma (Kalayın kökeni). *MTA Enst. Rap.*, 5226 (yayınlanmamış) Ankara, s. 4 - 120.
- Kaptan, E., 1984, Türkiye Madencilik Tarihine Ait Kütahya - Gümüşköy ve Yöresini Kapsayan Buluntular, *MTA Enst. Derg.* No. 97 - 98, Ankara, s. 140 - 147.
- Kaptan, E., 1986, Ancient Mining in the Tokat Province, Anatolia: New Finds. *Anatolica*, No. XIII, s. 19 - 36.
- Muller, E. — Kahle ve Nair, M. K. R., 1974, Bakırçay Yatağı: Jeşimi ve Jeofizik Etüdüleri. *MTA Enst. Rap.* No. 5235 (yayınlanmamış), Ankara, s. 2 - 82.
- Seeliger, T. C., Pernicka, E., Wagner, G. A., Begemann, F., Schmitt-Strecker, S., Eibner, C., Öztunalı, Ö. ve Baranyi, I. *Archäometallurgische Untersuchungen in nord-und Ostanatolien. Jahrbuch Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz*, 32. Jahrgang, s. 597 - 659 Mainz.



Plan : 1



Plan : 2



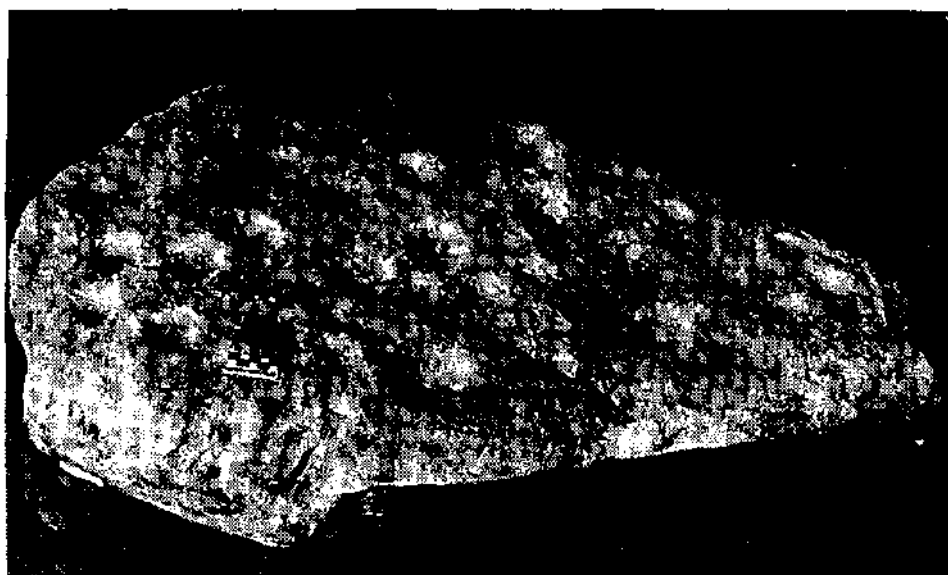
Resim : 1



Resim : 2



Resim : 3



Resim : 4

GÜNEY DOĞU ANADOLU BAKIR KUŞAĞININ ARKEOMETALURJİK DEĞERLENDİRİLMESİ VE PÖTÜRGE ÇEVRESİNDE YENİ BULUNAN BAKIR CEVHERLERİNİN ESKİ ASLANTEPE METALURJİSİ AÇISINDAN ÖNEMİ

M. Kemal SERTOK*

GİRİŞ

Aslantepe'de 1976 yılında bulunan 9 kılıç ve 12 mızrak ucundan meydana gelen toplu buluntu haklı bir ilgi görmüştü. Bu yüzden üzerlerinde titizlikle durularak metolografik yapıları, alaşım bileşenleri, eser element kompozisyonları saptanmış, yapım teknikleri araştırılmıştır¹.

Tebliğimize konu olan araştırma Aslantepe maden işçiliğinin cevher kaynaklarını araştırmak, bakır minerallerinin kaynağından işlenir hale gelene kadar takip ettiği yolu saptayabilmek amacıyla önümüzdeki kazı döneminde başlatılacak bir sörveyin ön çalışmasıdır. Tarafımdan yapılan bu ön araştırmada M. T. A. arşivlerindeki bölgeyle ilgili raporlar gözden geçirilerek, bölgenin jeolojik durumu, cevherleşmenin biçimi, cevherleşme alanları, bakır mineral çeşitleri, yan kayaç ve gang mineraller, eski işletme izleri ve curuf yığınları tesbite çalışılmıştır.

BÖLGE BAKIR CEVHERLERİNİN ARKEOLOJİK ÖNEMİ

Anadolu cevher kaynakları açısından zengin bir ülkedir. Bu zenginlik yerel kültürlerdeki madencilik ve maden işçiliğinin gelişimini olumlu yönden etkilerken, cevher kaynaklarına sahip olmayan Mezopotamya metalurjisine de kaynak olmuştur. Aslantepe madeni eşyaları Değirmentepe, Norşuntepe, Tepecik ve Tülintepe arkeometalurjik bulgularıyla birlikte değerlendirilirse, bölgede olgun bir metalurjik yaşama Orta

(*) M. Kemal SERTOK, M. T. A. Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüdleri Daire Başkanı, ANKARA.

(1) C. Caneva, m. Frangipane, A. M. Palmieri, «I Metalli di Aslantepe nel Quadro dei Piu Antichi Sviluppo delal Metallurgia Vicino-Orientale -Quaderni de'La Ricerca Scientifica, C. N. R., Roma 1985, s. 115 - 137.

ve Batı Anadolu'ya kıyasla oldukça erken bir dönemde girildiği görülür². Çayönü bakır malzemeleri de bölge insanının bakırla tanışıklığının ne kadar eski olduğunu göstermektedir.

Öte yandan Güneydoğu Anadolu ile Mezopotamya arasındaki ilişkilerin neolitik devirden beri varlığı bilinmektedir. Başta Şanidar malahit boncuğu olmak üzere ilk metalik örneklerin bu ilişkiler sonucu güneye ulaştığı savı oldukça tutarlıdır³. Keban ve Aşağı Fırat bölgesi kazılarından sonra daha iyi ortaya çıktığı gibi, bu ilişkiler M.Ö. 4. binin son çeyreği ile M.Ö. 3. binin ilk yarısında çok yoğun bir hal almıştır. Bu dönemde her iki bölgede de uzun bir emekleme sürecinden sonra madencilik ve metalurji teknik olarak metodlaşıp sosyal olarak kurumlaşarak olgun ve yaygın bir gelişme göstermiştir. Bu yüzden gerek bölgede erken başlayan metalurjik faaliyet, gerek Mezopotamya insanının bölgeye duyduğu sürekli ilgi bölgedeki bakır kuşağının önemini ortaya çıkarır.

GÜNEYDOĞU ANADOLU'NUN GENEL JEOLJİSİ VE CEVHER LEŞME

Son yıllarda jeolojik olayları yorumlamada en tutarlı tezlerden biri levha tektoniği kuramıdır. Buna göre yeryüzünü meydana getiren belli plakaların yakınsama veya uzaklaşması yeryüzünün jeolojik yapılaşmasının nedenidir. Güneydoğu Anadolu'da kabaca doğu-batı doğrultusunda bir bindirme hattıyla ayrılan farklılaşma, otokton Arap plakasıyla allokton Avrasya plakasının buradaki teması sonucudur (Harita : 1). Arap plakasının otokton yani uzun jeolojik devirler boyu hareketsiz oluşu Mezopotamya'nın metalik cevherlerce fakirliğine neden olurken, iki plakanın temasından doğan hareketlerde bölgemizdeki cevherleşmeyi ortaya çıkarmıştır. Bakır cevherleri bu hat boyunca uzayan ofiolitik kuşakta bazik serilerin, diabaz spilit gibi kaşaçların, lav, yastık lav, aglomera ve tüflerin içinde veya dokanaklarında oluşmuşlardır. Cevherleşmenin oluşum biçimi-

- (2) C. Caneva, v. d. aynı eser; U. Esin, «Doğu Anadolu'ya Ait Bazı Prehistorik Curuf ve Filiz Analizleri», Anadolu Araştırmaları X, İstanbul 1986, s. 145-160; U. Esin, «Tepecik ve Tülintepe'ye (Altınova - Elazığ) Ait Bazı Metal ve Curuf Analizleri», Arkeometri Sonuçları Toplantısı II, Kültür ve Turizm Bakanlığı, Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Ankara 1986, s. 69-80; U. Zwicker, «Investigations on the Extractive Metallurgy of Cu/sb/As Ore and Excavated Smelting Product from Norşuntepe (Keban) on the Upper Euphrates (3500-2800 B. C.)», Aspect of Early Metallurgy, (Yay. W. A. Oddy), British Museum Occasional Paper No : 17, 1980, s. 13-26.
- (3) P. R. S. Moorey, «The Archaeological Evidence for Metallurgy and Related Technologies in Mezopotamia, 5500-2100 B. C.» Iraq 44 (1982), s. 14; J. D. Muhly, «The Copper Ox-hide Ingots and the Bronze Age Metal Trade, Iraq 39 (1977), s. 74.

mi hakkında tam bir fikir birliğine varılmamıştır. Cevherleşme yaşı üst ketase-cosendir⁴.

SAPTANAN CEVHER YATAKLARI

Bölgede saptadığımız cevherleşme alanlarını üç grup altında topladık.

A) İlk guruba giren cevherleşmeler günümüz ekonomik koşullarında da işletilmeye elverişli kitlesel, büyük rezervli kalkopirit yataklarıdır (Harita : 2 sola taraflı alanlar)

1. — Ergani Maden : Doğudan batıya 20 km. boyunca uzayan alanda Kısabekir, Mızırtepe, Anayatak, Weiss ve Hacı adlı beş masif yatak topluluğundan meydana gelmiştir.

Başlıca cevher mineralleri : Kalkopirit, pirit, manyetittir. İkincil olarak, kalkosin, kovellin, pirotin, markezi, malahit ve azuritin yanında ender olarak nabit bakır parçaları da bulmak olasıdır⁵.

1850-1910 yılları arasında yazılmış raporlardan cevher üretimiyle ilgili ilginç bilgiler edinmek mümkündür⁶. Bu raporlara göre işletme yöntemleri yazarları hayrette bırakacak kadar ilkeldir. Galeriler günübirlik kararlara göre yönlendirilmekte olup önemli bir tahkimat ve taşıma sistemine sahip değillerdir. Kolay bakır elde etmek için cevherin yalnızca % 10-15 gibi yüksek tenörlü kısımları değerlendirilmektedir. Cevher burada kavru olarak sadece ilk ergitme yapılmakta arıtma için Tokat'a taşınmakta ya da olduğu gibi ihraç edilmektedir. Çok ilkel şartlarda yapılan ergitme yüzünden ilk ergitme sonunda % 60 civarında olması gereken bakır oranı ancak % 40 lı seviyelere ulaşabilmektedir. Kimi zaman gün boyu süren ergitme sonunda bakırı indirgemek mümkün olmamaktadır. Bu bilgileri aktarmamızın amacı eski galeri ve curuf yığınlarında teknik özellikler değerlendirilerek dönem tayinine gidilirken daha dikkatli davranılması gereğine dikkat çekmektir.

(4) R. Yıldırım, «Bakır Yatakları ve M. T. A.'nın Bakır Aramalarındaki Yeri», M. T. A. 50. Yılı Sempozyumu, (Baskıda).

(5) W. R. Griffiths, J. P. Albers, Ö. Öner, «Massive Sulfid Copper Deposits of the Ergani Maden Area Southeastern Turkey», Economic Geology 67 (1972); «Türkiye Bakır Kurşun ve Çinko Yatakları» M. T. A. Yay. No : 133, Ankara 1966, s. 102; C. W. Ryan» A Guide to the Known Minerals of Turkey, M. T. A. Yay., s. 80-150; Yayımlanmamış Raporlar : T. Bamba - A. Tin, M. T. A. 1972, No : 4968; N. Hakari, M. T. A. 1973, No : 5452; Ü. Keser, M. T. A. 1977, No : 6490; B. Kurul, M. T. A. 1978, No : 6406a.

(6) M. T. A. Değerlendirme servisinde bulunan Ettöre, Caulant, Vitali, Naumann, Canaki, Harvey, Wilbraham, Ficsbbach imzalı 285-296, 301 numaralı yayınlanmamış raporlar.

Ergani maden 1935 yılından beri daha modern metodlarla yoğun biçimde işletilmektedir. Bu yüzden açık işletme eski galerileri büyük oranda yok ederken, yeni üretim artıkları da eski çalışma alanlarını büyük yığınlar halinde kaplamıştır. Bu yüzden burada arkeometalurjik bir çalışma yapmak oldukça güçleşmiştir.

2 — Siirt Madenköy : 1970'li yıllarda keşfedilmiş Ergani maden benzeri masif kalkopirit yatağıdır.

Birincil cevher mineralleri : Kalkopirit, pirit, magnetittir. Sondaj örnekleri kimyasal analizlerinden bakır yanında Pb, Zn, Ag, Co, Ni elementlerine de rastlanmıştır. Yakın tarihlerde ücrtime geçilmiş olup çıkarılan cevher Ergani'de değerlendirilmektedir⁷.

Gerek Ergani gerekse Siirt Madenköy'de masif cevherleşme yerden yaklaşık 60 m. aşağıda bulunmaktadır. Eski dönemlerde işletilmesi olası cevherleşme daha çok yüzeye yakın diseminasyon ve çatlak dolguları olmalıdır.

B) Küçük kitleler, çatlak dolguları, saçılımalar halinde birden çok cevherleşmenin bir arada bulunduğu alanlar. (Harita : 2, sağa taralı alanlar) Günümüz koşullarında büyük işletmeler için ekonomik olmayan bu alanlarda halen çalışmakta olan küçük ocaklar yanında eski işletme izleri ve curuf yığınları da bulmak olasıdır.

3 — Bitlis Bölgesi : Baykan, Mutki, Hizan ilçeleri arasında kalan üçgende, özellikle Baykan-Destumi, Bitlis-Tavşat, Mutki-Kaşak, Mutki-Silint köyleri çevresinde toplanan dört cevherleşme alanı vardır. Bunlardan Destumi'de halen küçük bir işletme tarafından cevher çıkartılmaktadır. Elle ayıklanarak bu cevherdeki bakır tenörü % 17 çıkmaktadır. Diğer bölgelerden alınan çeşitli örneklerde % 9,55, % 8, %5, % 7 oranında bakıra rastlanmıştır. Başlıca cevher mineralleri : Kalkopirit, kalkosin, kovellindir. Yüzeyde yer yer zenginleşmiş malahit ve azurite rastlanır.

Gang mineral : Kuvarstır.

Yan kayaç : Ofiolitlere bağlı diabazdır.⁸

4 — Genç-Lice Bölgesi : Lice güneyinde Hezan (Antak), Kuzeyinde Mizak, Genç-Lice arasında Karadere ve Komeröz Komu başlıca cevherleşme alanlarıdır.

(7) M. T. A. Yay No : 133 (1966), s. 107; Yayınlanmamış Raporlar : R. Çalgın, M. T. A. 1972, No : 5651; N. Kuthuay, M. T. A. 1977, No : 5925; R. Çalgın, M. T. A. 1978, No : 6388.

(8) Yayınlanmamış Raporlar : H. Bdrchert, M. T. A. 1968, No : 4242; T. Bamba, M. T. A. 1971, No : 4645; H. Akizuki, M. T. A. 1976, No : 3873; R. Çelik, M. T. A. 1969, No : 4593; İ. Seyhan, M. T. A. 1967, No : 4873.

Başlıca cevher mineralleri : Kalkopirit, pirit, Neodijenit, bornit, markozit, pirotin, manyetit, hematit, çinkoblent ve yüzeyde malahattir.

Gang mineraller : Kuvars, klorit, limonit ve kalsedondur.

Yan kayaçlar : Ofiolitlere bağlı yastıklav, split, diabaz ardalanmalı çamurtaşdır.

Cevherleşme : Çatlak dolgusu biçiminde hidrotermaldir⁹.

5 — Kedak Maden : Bulunan iki eski galeri ve curuf yığınları dolayısıyla arkeoloji dünyasınca da tanınmaktadır. 19. yüzyılda küçük bir işletme tarafından çalıştırıldığı bilinmektedir. Günümüzde yeniden üretim olasılıkları araştırılmaktadır.

Ana cevher mincralleri : Kalkopirit, pirit, çinkoblenttir.

Gang mineral : Kuvarstır.

Cevherleşme : Çorakdere fayına bağlı hidrotermal çatlak dolgusu biçimindedir¹⁰.

6 — Kundikan : Ergani ile Kedak maden arasındadır. Eski galeri izleri bulunmaktadır. Yakın zamana kadar köylülerce küçük ocaklar halinde işletilmiştir.

Başlıca cevher minerali : Kalkopirittir. Yer yer malahite rastlanır¹¹

7 — Elazığ Gurbetmezrası : Elazığ'ın yaklaşık 10 km. doğusundadır. Altınova eski yerleşim yerlerine yakınlığı dikkat çekicidir. Eski bir galeri ve curuf yığınları bulunmaktadır.

Başlıca cevher mineralleri : Kalkopirit, sfalerit, pirittir.

Gang mineral : Kuvars, andezittir.

Cevherleşme : Küçük fay zonları içerisinde olasılıkla hidro termaldir¹².

8 — Erzincan Çepler : Coğrafi olarak bölgemize uzak düşmekle birlikte çevresindeki geniş curuf yığınlarıyla dikkati çeker. Bu yüzden konuyla ilgili arkeoloji haritalarında hep gösterilmiştir. Yakuplu ve Çepler köylerini içeren iki cevherleşme alanı vardır.

Başlıca cevher mineralleri : Malahit ve azurittir.

Gang mineralleri : Kuvars, kalsedon, limonit ve karbonatlardır.

(9) Yayınlanmamış raporlar : A. Aksoy - Ş. Apaydın, M. T. A. 1968, No : 6258; Y. Tatar, M. T. A. 1968, No : 4601; R. Erdoğan - T. Gür, M. T. A. 1976, No : 5721.

(10) M. T. A. Yay. No : 133 (1966), s. 106; Yayınlanmamış raporlar : H. Yener, M. T. A. 1935, No : 467; E. Ercan, M. T. A. 1971, No : 4378; İ. Seyhan, M. T. A. 1967, No : 4873.

(11) J. W. Arthurs - A. Özmen, M. T. A. 1971, No : 4972 (yayınlanmamış rapor)

(12) A. Aksoy - A. Özmen, M. T. A. 1976, No : 5804 (yayınlanmamış rapor).

Cevherleşme: Orta sıcaklıkta hidrotermaldir¹³.

9 — Tunceli Kakbil : Ovacık ilçesinin yaklaşık 20 km. güneyindedir. Eski galeri kalıntıları % 5,6 ve % 9 oranlarında bakır içeren curuf yığınları vardır. Çepeler ve Kedakköy gibi arkeoloji dünyasında daha önceden bilinmektedir.

Cevher mineralleri : Malahit, azurit, bornittir.

Yan kayaç : Granittir. Alınan bir örnekte % 4,5 oranında bakır bulunmuştur¹⁴.

10 — Paluşağı : Malatya'ya yaklaşık 45 km. uzaklıktadır. Başlıca üç yerde cevherleşme göze çarpar. Halen Etibank ve özel şahıslarca işletilen ocaklar bulunmaktadır. 1978 yılına kadar yaklaşık bin ton cevher çıkarılmıştır. Çevrede eski galeri kalıntıları ve curuf yığınları vardır.

Ana cevher mineralleri : Kalkopirit, pirit, çinkoblentir. Bunların yanında fahlerz gurubu minerallere ve yer yer dağılmış malahit ve azurite rastlanır.

Cevherleşme : Olasılıkla volkanosedimanter ve takip eden evrede hidrotermaldir¹⁵.

11 — Çanakçı : Malatya'nın yaklaşık 40 km. doğusundadır. Yeni işletme çalışmalarına başlanmıştır.

Ana cevher mineralleri : Pirit, kalkopirittir. Bunların yanında bornit, sfalerit, fahlerz gurubu mineraller, galenit, kovallit, yer yer malahit ve azurit bulunmaktadır.

Cevherleşme : Stratabaund masif sülfid yatağı olarak tanımlanmıştır¹⁶.

12 — Çelikhan çevresi : Cevherleşme başlıca dört alanda toplanmıştır.

Ana cevher mineralleri : Kalkopirit ve pirittir. İkincil olarak malahit ve azurit bulunmaktadır.

Gang mineral : Genelde kuvarstir.

Yan kayaçlar : Mikagınays, şist, kalkerdir.

Çevredeki cevherleşme küçük oluşumlardan meydana gelmekle birlikte alınan örneklerde % 4, 7, 11, 12 oranlarında bakıra rastlanmıştır¹⁷.

(13) Ryan 1960, s. 57; M. T. A. Yay. No: 133 (1966), s. 96; R. Lelcu - V. Kovenko, M. T. A. 1938, No: 662 (yayınlanmamış rapor).

(14) M. T. A. Yay. No: 133, (1966), s. 98.

(15) Yayınlanmamış raporlar: Y. Karslıoğlu, M. T. A. 1978, No: 7116; I. Seyhan, M. T. A. 1967, No: 4873.

(16) C. Emin, M. T. A. 1979, No: 6577 (yayınlanmamış rapor).

(17) Yayınlanmamış raporlar: A. Kraeff, M. T. A. 1963, No: 3508; M. Başçoban, M. T. A. 1967, No: 3844.

13 — Doğanşehir çevresi : Cevherleşme Polat nahiyesi civarındaki üç alanda toplanmıştır.

Ana cevher mineralleri : Kalkopirit, pirittir. İkincil olarak malahit ve azurit bulunmaktadır.

Cevherleşme : Asidik magmanın dayklarıyla ilgilidir. Özellikle Eski-köy çevresinde eski çalışma izleri bulmak mümkündür. Alınan bir örnekte % 10,3 oranında bakır bulunmuştur¹⁸.

14 — Elbistan çevresi : Cevherleşme alanı kaza merkezinin yaklaşık 24 km. güneydoğusundaki Nadir köyü yakınlarındadır.

Cevher minerali : Tanımlanmamış. Çökmüş eski galeri kalıntıları ve kurşun ve bakırlı curuf yığınları vardır¹⁹.

15 — Maraş çevresi : Maraş Elmalı nahiyesi güneyinde kabaca doğu-batı doğrultusunda birbirine paralel üç zon üzerinde pek çok ve çeşitli bakır cevherleşmesine rastlanır.

Cevher mineralleri : Pirit, kalkopirit yanında malahit, azurit, kalkosin, kovellit, neodijenit, bornit, manyetit ve nabit bakırdır.

Gang mineral : Kuvarstır.

Yan kayalar : Ofiolitlere bağlı gabro, spilit, serpantin ve diyabazdır.

Gökdere ve Karaağaç sırtı çevresinde eski curuf yığınları vardır. Çeşitli yerlerden alınan örneklerde % 4 ile % 7 arasında bakıra rastlanmıştır²⁰.

C) Bu gruba giren cevherleşmeler fazla yayılma göstermeyen genelde tek, küçük malahit ve azurit sıvanmaları ve saçılımlarından ibarettir. (Harita : 2 noktalarla gösterilmiş yerler) Bölgede gösterilenler dışında benzeri cevherleşmelerin yüzlercesine rastlamak olasıdır. Günümüz için kesinlikle ekonomik değerleri yoktur. Fakat malahit ve azuritin kolay tanınır renkleri, bakır tenörlerinin yüksek oluşu nedeniyle özellikle prehistorik dönemlerde değerlendirilmeleri olasıdır. Bu alanlardan sadece üçü üzerinde duracağız.

Seloridağ : Aslantepe'ye 10-15 km. gibi bir uzaklıkta bulunuşu dikkat çekicidir. Derine gitmeyen malahit ve azurit sıvanmaları görülmüştür²¹.

(18) M. T. A. Yay. No : 133 (1966), s. 113; M. Başçoban, M. T. A. 1967, No : 3844 (yayınlanmamış rapor).

(19) A. Kraeff, M. T. A. 1964, No : 3427 (yayınlanmamış rapor).

(20) Yayınlanmamış raporlar : Sawamura, M. T. A. 1970, No : 5636; H. Kılıçkiran, M. T. A. 1971, No : 4993; İ. Seyhan, M. T. A. 1967, No : 4673.

(21) M. Stefanski, M. T. A. 1940, No : 1212.

Tillo çevresi : Pötürge ilçesinin doğusunda Fırat'ın batı yanındaki bu bölge tüm arkeolojik haritalarında önemsenerek gösterilmesine karşın, çevrede çalışan jeolog ve maden mühendislerini kanaati önemli bir cevherleşme bulunmadığı yolundadır. Bahar yağmurlarıyla birlikte dere yataklarında bulunduğu not edilen nabit bakır kütleleri ilgi çekicidir. Bunun yanında yaygın fakat önemsiz azurit oluşumlarına rastlanmıştır²².

Sivrice çevresi : Hazer gölünün doğu yakasında Sivrice ilçesi çevresinde yer yer sadece boyanmalar halinde, derine inmeyen küçük malafit ve azurit oluşumlarına rastlanmış fakat jeolog ve maden mühendislerince tamamen önemsiz bulunmuşlardır²³. Bu oluşumlarında Altınova eski merkezlerine yakınlıkları dolayısıyla belirtmeyi faydalı bulduk.

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Yaptığımız bu küçük çalışma bizi şu sonuçlara ulaştırdı :

1 — Bölgedeki yoğun cevherleşme, bölge insanını çok eski dönemlerden itibaren bakırla tanışıklığına neden olmuştur. Bu tanışıklığın kaynakları ve metalurjinin ilk gelişimi araştırılırken aktüel ve geniş rezervli belli alanlar yerine tüm cevherleşme kuşağı gözönünde bulundurulmalıdır.

2 — Bu nedenle tesbit ettiğimiz her üç gruba giren alanlardaki bakır cevherleşmelerinin tümünün eski dönemlerde işletilmesi olasıdır. Fakat o günün koşullarında bunlardan herhangi birinden senede üretilen birkaç yüz kilo yüksek tenörlü cevher talebi karşılayabilmelidir.

3 — Aslantepe benzeri gelişmiş merkezlerde toplanan faaliyet bakırın ticareti ve mamul eşyaya dönüştürülmesiyle ilgili olmalıdır. Bir başka deyişle cevherleşme alanları ve çevresindeki küçük yerleşimlerde, elde edilen bakır minerali, duruma göre saf, yarı mamul veya ayıklanmış cevher halinde hazırlanarak büyük merkezlerdeki pazara arz edilmelidir. Bu nedenle cevherleşme alanlarında çoğunda sadece cevher üretimiyle yetinilmekte, izabe küçük yerleşim yerlerinde ve hatta büyük merkezlerde yapılmış olmalıdır.

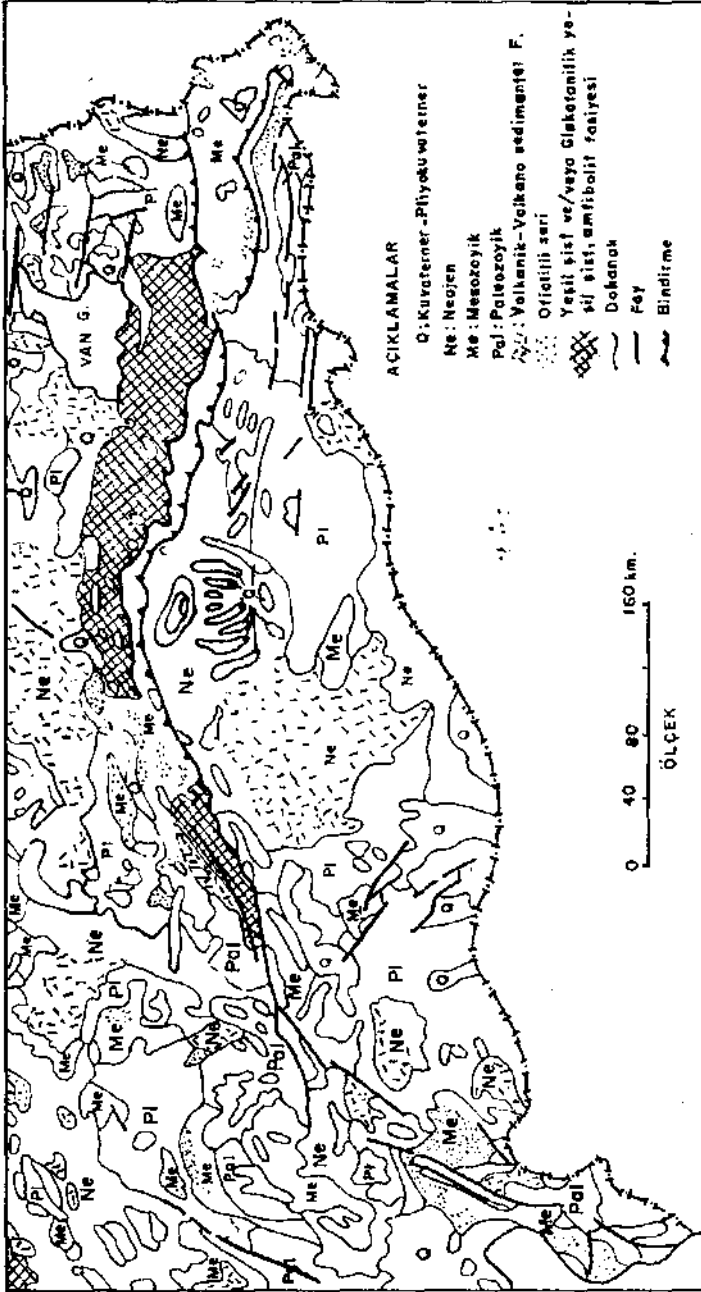
4 — Bu düşüncelerimizden hareketle; çeşitli cevher sahalarından belli merkezlere toplanıp işlenerek, mamul olarak ticaret yoluyla yeni merkezlere dağılan bakır eşyanın kaynağını saptamak oldukça güç bir iz

(22) M. T. A. Yay No : 133 (1966), s. 113; Yayınlanmamış raporlar : S. Atabek, M. T. A. 1939, No : 820; N. Saraçoğlu, M. T. A. 1965, No : 3798; İ. Seyhan, M. T. A. 1967, No : 4873.

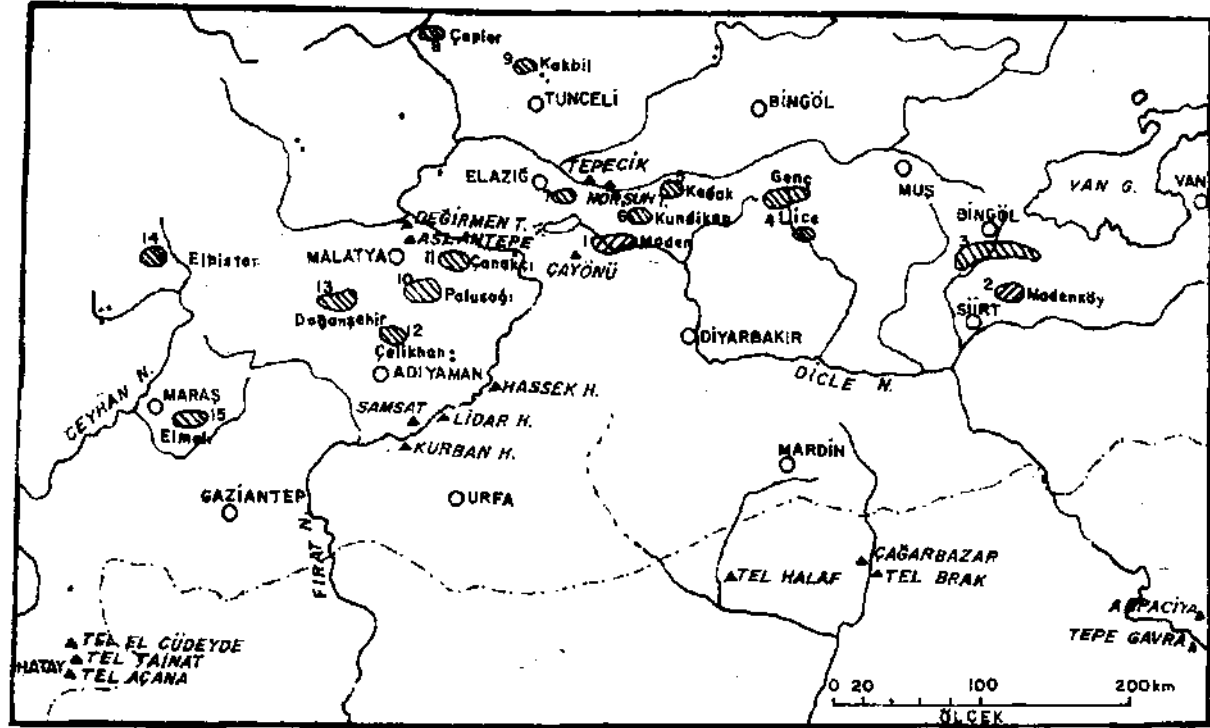
(23) Yayınlanmamış raporlar : H. Von der Meermohr, M. T. A. 1964, No : 3422; R. Çötel, M. T. A. 1967, No : 4611; J. W. Barnes, M. T. A. 1963, No : 3547; Y. Ündeş - A. Aksoy, M. T. A. 1977, No : 5915.

sürmeyi gerektirmektedir. Cevher sahalarında saptanan eski çalışma izlerinin büyük çoğunluğu Orta Çağ'a daha iyimser bir tahminle Roma Dönemi'ne ait olmalıdır. Demir Çağı'na kadar olan az miktarda üretimin yapıldığı dönemler için daha titiz ve dikkatli bir çalışma gerekmektedir.

5 — Malatya ile Pötürge arasındaki Paluşağı ve Çanakçı cevher sahaları Aslantepe'ye yakınlıkları ile dikkat çekicidirler. Bu cevherler Kalkolitik ve E.T. devirlerinde işletildilerse Aslantepe'de değerlendirilmiş olmalıdırlar. Bu alanlardan alınan cevher örneklerinden yapılan bir seri eser element analizi ile Aslantepe'de bulunan bir kalkopirit parçasının eser element analizlerindeki kobalt, kurşun, çinko değerleri kaba hatlarıyla birbirini tutmaktadır (Tablo: 1). Bunu şimdilik gerek Paluşağı, gerek Çanakçı'daki ikincil cevher minerallerinden fahlerz gurubu arsenikçe zengin tetrahedritleri de içermektedir. Bunun arsenikli bronz üretimine etkisi olasılığı araştırılmalıdır.



Harita 1: Güneydoğu Anadolu Jeolojisi Haritası



Harita 2: Güneydoğu Anadolu'daki Bakır Cevherleşme Alanlarını Gösterir Harita

ÖRNEK YERİ	Cu	Fe	S	Co	Ni	Zn	Pb	Ag	Au	Sn	Sb	As	Bi
Çanakçı	0.03	10		0.007	0.007	0.07	0.07	0.00015	—				
Paluşağı	0.04	7		0.002	0.003	0.3	0.003	0.00015	—				
Paluşağı	0.003	10		0.003	0.002	—	—	0.0001	—				
Paluşağı	3.44	10		—	0.003	3.06	0.04	0.015	—				
	2.40	7		—	0.01	0.07	—	0.0007	—				
Paluşağı	6.22	10		0.003	0.002	1.78	0.002	0.0003	—				
Çanakçı	0.015	—		0.01	0.003	0.04	—	0.0001	—				
	0.27	10		0.003	0.003	0.04	—	0.0001	—				
	5.93	10		0.01	0.002	0.02	0.007	0.00015	—				
	0.03	10		—	—	—	0.007	0.0007	—				
	0.015	7		0.003	0.015	0.04	—	0.00015	—				
Çanakçı	0.03	7		0.002	0.007	0.04	—	—	—				
ASLANTEPE	28.35	26.60	29.39	0.0081	0.0032	0.013	0.036	0.002	0.0038	0.011	0.013	—	0.045
Değirmen t.	12.6	4.64		0.0002	0.006	0.009	0.001			—	0.006	0.003	
Değirmen t.	31.7	0.46		—	0.007	0.009	0.011			—	0.050	0.002	

TABLO : 1

AEGEAN DENDROCHRONOLOGY - 1986 RESULTS

Peter Ian KUNIHOLM*

Cecil L. STRIKER

The Aegean Dendrochronology Project's 1986 sampling list, ranging from the Bronze Age to modern forests, is as follows¹:

1986 SUMMER COLLECTING :

C-GR-TBH	- 4 - 5	Thessaloniki, Bey Hamam	2
C-GR-DDM	- 19 - 30	Didymoteichon (Dimetoka), Çelebi Mehmet I Mosque	12
C-TU-IBO	- 65 - 107	Istanbul, Belgrade Forest	43
C-TU-YRM	- 1 - 3	Malatya (Eski Malatya), Yarıntepe	3
C-TU-IMI	- 1 - 2	Elazığ, Baskil, İmikuşağı	2
C-TU-CKB	- 1 - 22	Çanakkale, Kilid ul-Bahir Castle	22
C-TU-CAY	- 1 - 3	Çanakkale, Ayvacık, Merkez Bölgesi (Forest)	3
C-TU-ENZ	- 1 - 10	Edirne, Enez, Hg. Sophia	10
C-YU-GRA	- 1 - 25	Kosovo, Pristina, Gracanica Monastery	25
C-YU-PFK	- 1 - 10	Kosovo, Pristina, Zavod za Zastitu Spomenika Kulture SAP Kosovo	10
C-IT-FPC	- 1 - 87	Trento, Fiave, Palafitte Carera	87
C-IT-COG	- 1 - 6	Trento, Fiave, Monte Cogorna (Forest)	6
C-IT-MIS	- 1 - 10	Trento, Fiave, Monte Misone (Forest)	10
C-YU-DON	- 1 - 8	Croatia, Zadar, Sv. Donat	8
C-YU-ZRB	- 1	Croatia, Zagreb, Rudjer Boskovic Institute (tree)	1
C-YU-BED	- 1 - 5	Croatia, Bednja River (Popjac # 51)	55
C-YU-KRA	- 1	Croatia, Krapina River	1
C-YU-SIS	- 1 - 11	Croatia, Sisak (Siscia)	11

(*) Peter Ian KUNIHOLM, Cornell University
Cecil L. STRIKER University of Pennsylvania.

(1) The 1986 field team, in addition to the authors, consisted of Hope Kuniholm, Vinod Subramaniam, Madaline Tomlinson (Cornell University); Maria Ivana Pezzo (University of Milan); and Aleksandar Durman (Zagreb University).

C-YU-DOL	- 1 -	4	Bosnia, Donja Dolina)	4
C-YU-POD	- 1 -	5	Bosnia, Bugojno, Pod	5
C-YU-RIP	- 1		Bosnia, Ripac	1
C-YU-KUP	- 1 -	3	Bosnia, Livno, Kupres, Pustopolje, Tomb # 16	3
Total² :				274

FALL 1986 ADDITIONAL SAMPLES :

C-IS-AQS	- 1 -	3	Jerusalem, al-Aqsa Mosque sent by Dr. J. Raby, Oxford	3
C-SU-	- 1 -	2	Samples from Georgia sent by Prof. M. Korfmann, Tubingen	2
C-TU-BSK	- 1 -	5	Samples from Beşiktepe sent by Prof. Korfmann	5
C-TU-YAS	- 2 -	5	Samples from the Ottoman shipwreck at Yassiada sent by Mr. Cemal Pulak, Texas A&M	4

TWO TESTS OF THE 35-YEAR SHIFT :

In the last year's Symposium we reported the need for a 35-year downward adjustment of absolute oak dates before the 16th century. As a test of the new chronology we therefore planned the sampling last summer of a 15th and a 14th century building, each with an inscriptional date. The 15th century test site was the fortress of Kilid ul-Bahir, across from Çanakkale, with an inscriptional date of 1462/3. In the center is an unusual trilobe keep of seven stories. The butt ends of the approximately 35 m. square oak joists protrude on the interior (see plan in Ayverdi³), the bottom two ranges of which were accessible to us and our ten-meter ladder. We sawed all 22 available samples, and they form a 166-year chronology with the innermost ring at 1295 and the outermost ring at 1462. The last ring is the terminal growth ring or waney edge from which only the bark had been peeled. Two specimens preserve the spring wood of 1463. The quality of the fit with sixteen other Aegean sites is shown

(2) The list above does not take into account the 40+ promises of wood or charcoal received at the Excavation, Research, and Archaeometry Symposium in Ankara in June 1986.

(3) Ekrem Hakkı Ayverdi, *Osmanlı Mimarisinde, Fatih Devri, IV* (Istanbul, 19—) 790-804.

below. Most of the scores are significant at a confidence level of 99 % or higher. This was a pleasant confirmation of the correctness of the chronology, presuming of course that the interpretation of the inscription, too, is correct.

ÇANAKKALE KILID - UL BAHIR Q 1295 - 1462
QUALITY OF CROSSDATING WITH OTHER SITES

Site Name	Distance	t-Score	Overlap	Trend
North Aegean Oak Master II	varies	8.95	168	64.67 %
Thessaloniki, White Tower	290 km.	6.30	168	66.47 %
Didymoteichon, Mehmet I. Mosque	110 km.	6.29	168	66.50 %
Alani, Hg. Demetrios	360 km.	5.81	131	61.54 %
Thess., Vlatadon Monastery	290 km.	5.36	45	(59.09 %)
Aghia, Hg. Panteleimon	320 km.	4.90	105	63.46 %
Istanbul, Hg. Sophia Turbe	220 km.	3.92	107	(58.49 %)
Thess., Octagonal Tower 2 A	290 km.	3.88	168	60.48 %
Thess., Holy Apostles, Turkish	290 km.	3.76	168	62.28 %
Serres, Prodromos Monastery	250 km.	3.58	51	(54.00 %)
Thess., Heptapyrgion (Yedikule)	290 km.	3.41	59	65.52 %
Serres, Zincirli Mosque	250 km.	2.97	64	65.08 %
Istanbul, Panteleimon 11 A	220 km.	2.86	96	(52.63 %)
Verroia, Holy Apostles	390 km.	2.82	33	(59.37 %)
Arta, Faik Pasha Mosque	490 km.	2.80	120	59.66 %
Iznik, Mara Camii	310 km.	2.71	65	(60.94 %)
Trilye, Kemerli Kilise	220 km.	2.35	42	68.29 %

The fourteenth century test site was the Monastery of Gracanica near Pristina in Kossovo Province, Yugoslavia, built by the Serbian King Milutin in 1321⁴. Since all the Gracanica beams were intact, we were unable to cut sections, and we had to drill thin cores from 25 of them. The Gracanica master chronology has an innermost ring at 1073 and a last preserved ring at 1297 with maybe one year of sapwood preserved. If one adds 24 years for missing sapwood, which is well within the normal allowance for Balkan or Aegean oak, one arrives at the inscriptional date of 1321. No waney edge is preserved at Gracanica, so the solution is not as tidy as at Kilid ul-Bahir, but the important point is that in the next half-century there is no fit whatever, which is what would have happened if the 35-year shift had been wrong. One thing that Gracanica

(4) Slobodan Curcic, *Gracanica: King Milutin's Church and Its Place in Late Byzantine Architecture* (University Park, 1979)

also does is to extend our oak master chronology well into the 11th century. The 1073 ring is the oldest absolutely dated Aegean or Balkan tree-ring. We are now looking to see whether any hitherto undated early sites in our archive crossdate with Gracanica.

OTHER MEDIEVAL BUILDINGS :

The Mosque of Çelebi Sultan Mehmet I in Didymoteichon (Dimitoka) yielded long chronologies spanning two and a half centuries. From the primary phase (niches in the west wall) the chronology ends in 1418 which accords well with the inscriptional date of 1420/1421⁵. The enormous roof beams were cut in the year 1439. A repair was made in 1496.

THE EARLY MEDIEVAL PERIOD :

The Church of Sveti Donat in Zadar on the Dalmatian Coast yielded nine oak sections, forming a solid 161-year sequence, not yet crossdated, from (?) the beginning of the seventh century to (?) the middle of the eighth century⁶.

THE ROMAN PERIOD :

Sisak (Roman Siscia), a river-bottom site just south of Zagreb, is being studied by our collaborator, Aleksandar Durman of the University of Zagreb. 300 pilings, which he thinks are foundations for shops, a blacksmith's establishment, and maybe even part of the famous mint rather than a bridge abutment, appeared two summers ago when the River Kupa was at an all-time low. Last summer the river was high again, but it dropped down enough for us to be able to chainsaw 11 sections which we have measured. Scattered around the pilings were over 1000 coins ranging in date from the 1st through 4th centuries. point. Wedged in between the shoe and the wood was a coin of Tiberius. Indeed, one of the pilings that we sampled had an iron shoe over the which gave us a clue about the approximate date of the wood even before we began to measure it. We now have a 123-year sequence of measured rings from the Sisak timbers, and we expect to collect more this year.

(5) Ekrem Hakkı Ayverdi, «Dimetoka'da Çelebi Sultan Mehmed Camii», *Vakıflar Dergisi* III (1956) 12-18.

(6) D. Srdoc, B. Obelic, and A. Sliepcevic, «Precise Radiocarbon Dating of Wooden Beams from St. Donat's Church in Zadar», *PACT* 8 (1981) 319-327.

THE IRON AGE :

A large piece of wood from the 806 year long Gordion sequence was sent to the Radiocarbon Laboratory in Heidelberg for wiggle-matching against the new European Oak master curve⁷. This will be the first use of this technique on Anatolian wood.

THE BRONZE AGE :

Fiave-Carera, a spectacular bog site with wooden pile dwellings in north Italy, about an hour west of Trento and an hour north of Lake Garda, which the excavator, Renato Perini, thinks has a record of continuous occupation from ca. 2300 B.C. to ca. 1200 B.C., yielded 87 samples⁸. Most have been measured, and they form a 718 - year floating chronology from approximately the 20 th century B.C. to the 13 th century B.C. The ring - sequences from forest trees just north of Fiave match those from Greece and Turkey, so there is every reason to expect that the Bronze Age wood should do so, too. When it is completed, it will be tempting to see what the Fiave curve looks like against the Gordion and Acemhöyük curves, both of which overlap Fiave by some hundreds of years.

SITES OF UNKNOWN DATE :

The Bednja and Krapina Rivers in Croatia yielded a number of oak cross - sections buried at least five meters down in the riverbank. These are of unknown date, ... any time in the last several thousand years is possible, but they represent our first effort at collecting fluvial oaks in the Balkans, an exercise that has proven so successful for our northern European collaborators who have thereby amassed 8000 years' worth of tree - ring records. We also searched the river bed of the Küçük Menderes without success. Samples are being sent to the Radiocarbon Laboratory in Heidelberg for an approximate determination.

(7) M. Stuiver and B. Becker, «High-Precision Decadal Calibration of the Radiocarbon Time Scale, AD 1950 - 2500 BC», *Radiocarbon* 28 : 2B (1986) 863 - 910.

(8) Renato Perini, *Scavi Archeologici nella Zona Palafitticola di Fiave-Carera*, Vol. I (Trento, 1984).

