



T. C. KÜLTÜR BAKANLIĞI
ANITLAR VE MÜZELER GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

VI. ARKEOMETRİ SONUÇLARI TOPLANTISI

ANKARA — 28 MAYIS — 1 HAZİRAN 1990

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

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
1 Claudio CANEVA, Kemal SERTOK, Alberto M. PALIMERI Malatya Çevresindeki Bakır Cevherleri ve Ergitme Deneyleri	1
2 Eşref DENİZ, Kadir SUNGUROĞLU, Orhan CANPOLAT, Mustafa AKPOYRAZ Acemhöyük Kazılarında Çıkan ve Türü Tükenmekte Olan Bir Hint Fili (Elephas Maxima) Dişi Üzerinde Arkeobiyolojik-Arkeometrik Etüdler	13
3 İbrahim TEKKAYA Orta Sinap'taki Yeni Bir Protoryx Türü (Protoryx Capricornis TEKKAYA)	21
4 Beril TUĞRUL, Sait BAŞARAN Enez Cam Buluntularının Tahribatsız Muayene Metodlarıyla İncelenmesi	29
5 Ergun KAPTAN Türkiye Madencilik Tarihine Ait Koyulhisar-Kurşunlu Köyü Yöresindeki Buluntular	41
6 Oktay ÇETİN, Ay Melek ÖZER, H. Yeter GÖKSU, Enver BULUR, Engin MERİÇ Haliç ve Güney Boğaziçi'nden Alınan Mollusk Kavkılarının Elektron Spin Rezonans (ESR) Yöntemiyle Tarihlendirilmesi	51
7 Enver BULUR, Ay Melek ÖZER, N. Yeter GÖKSU, Oktay ÇETİN, G. ÜNAL Yarım burgaz Mağarası Travertenleri ve Diş Minelerinde ESR Çalışmaları	59

8	Alaaddin ÇUKUR, Şeref KUNÇ	
	Elmalı-Bayındır Tümülüsü (C) Buluntularının Kimyasal Analizleri ..	69
9	Zehra YEĞİNGİL, G. BIGAZZI, M. ÖZDOĞAN, M. ODDONE, T. ERCAN	
	Kuzeybatı Anadolu Obsidiyen Buluntularının Fizyon İz Tarihlendirme Yöntemi Kullanılarak Kaynak Belirleme Çalışmaları	73
10	K. Aslıhan YENER, I. Lynus BARNES, Emile JOEL, Edward SAYRE	
	1989-1990 Kurşun Isotop Analiz Sonuçları	87
11	A. Emel GEÇKİNLİ, V. GÜRKAN, Y. TAPTIK, S. BAŞARAN	
	Çavuştepe Demir Buluntularının Metalografik Etüdü I	97
12	Gülsün TANYELİ, A. Emel GEÇKİNLİ, Ali ATA	
	Osmanlı Mimarisinde Kullanılan Demir Öğelerinin Üretim Teknolojisi	109
13	Peter Ian KUNIHOLM	
	Aegean Dendrochronology Project: 1989-1990 Results	
	Ege'deki Dendrokronoloji Projesi: 1989-1990 Sonuçları	127

MALATYA ÇEVRESİNDEKİ BAKIR CEVHERLERİ VE ERGİTME DENEYLERİ

Claudio CANEVA*

Kemal SERTOK

Alberto M. PALMIERI

M.Ö. IV. binin ikinci yarısıyla III. binin başlangıcı arasma tarihlenen Aslantepe bakır eşya ve curuf buluntuları, iyi gelişmiş yerel bir madencilikğin varlığını göstermiştir.

Bu bulgularla bağlantılı araştırmamız; çevredeki eskiden işletilebilmesi olası cevherleşme alanlarının saptanması ve o dönemlerdeki basit koşullara uygun yapılan deneyler yoluyla eski ergitme yöntemlerinin ortaya çıkarılması olmak üzere iki bölümden oluşmuştur.

Aslantepe buluntularına dayalı analizler; arsenik minerali katkısı ya da arsenik içeren bakır cevherleri kullanımına dayalı bir arsenikli bronz varlığını göstermiştir. Buluntulardaki yüksek arsenik oranı, bulunan bakır minerallerindeki arsenik değerleriyle karşılaştırıldığında; arsenikli bronz üretiminin bilinçli bir tercihin sonucu olduğu düşünülür.

Bu hipotezin daha iyi doğrulanması için, bu yıl Malatya çevresindeki bakır cevherleşmelerinden örnekler toplanmaya devam edildi. (Harita: 1) Bunun için en küçük ölçekli cevherleşme alanları dahi gözönünde bulunduruldu. Hatta metalik bir cevherleşmenin varlığını gösteren sedimanter ve kayaç mineraller de dikkate alındı.

Örnekler toplanırken öncelikle bu yılki ergitme deneylerinde kullanılmak üzere Çayırköy ve Ergani-Maden (Anayatak) den yeterli cevher alındı. Ayrıca Ergani-Maden'in batısındaki Hacan, Kundikan ve Sanisi cevherleş-

(*) Prof. Dr. Claudio CANEVA, Via Eudossiana, 18-00184 ROMA

Kemal SERTOK, Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü Ulus/ ANKARA

Alberto M. PALMIERI; Area della ricerca di Roma Via Salaria Km. 29300 Cas. Post. 10 0061 Monterotondo Stazione/ ROMA

melerinden örnekler toplandı. Elazığ'ın yaklaşık 15 km güneydoğusundaki Gurbetmezrası'ndan alınan örnekler mikroskop altında incelendiğinde çoğunun ametalik oldukları görüldü.

Daha önce görülerek eski işletme kalıntıları (galeri-fırın kalıntıları, cüruf yığınları) ve kalkopiritli cevher örnekleri saptanan Poluşağı'na bu yıl yaptığımız ikinci ziyarette; gezilen iki alandan birinde doğal bakır, malahit ve azurit; ikincisinde hematit, kırmızı ve sarı okr gibi demir içerikli mineral örnekleri toplandı.

Fırat ve kolları yoluyla Malatya ovasıyla doğal bağlantıları olan ve oldukça bol ve çeşitli cevherleşmelere sahip Sivas yöresine yaptığımız günü birlik gezi; ancak bakır ve arsenik mineralleri açısından genel bir bilgi edinmemizi sağladı. Bu geziden yalnızca Koyulhisar'dan alınan bir kalkopirit örneğiyle dönüldü. Bu yıl gezilen alanlardan Poluşağı dışında hiçbirinde arkeolojik bir veriye rastlanmamıştır.

Toplanan mineral örneklerini bunca uğraş verilmeden maden işletmelerinin merkez bürolarından ya da Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü v.b. kuruluşlardan temin etmek olasıdır. Fakat fazla bir arkeolojik veriye rastlanmasa da; cevherleşmelerin arazide tanınması, yüzeylemelerinin, işletilebilirliklerinin, kent merkezlerine taşınabilirliklerinin, doğal yolların kullanımının araştırmamıza konu olan dönem gözönünde bulundurarak irdelenmesi bize değerli pratik bilgiler kazandırdı.

Ergitme işlemlerinde kullanılan fırın tipi, üflenen hava, yakıt, ısı, katkı maddeleri ve mineraller gibi değişkenleri yapılan deneyler boyunca yakından izleme olanağı bulduk. Bu aşamada mineral ve katkı maddeleri karışımının uygun ölçülerde hazırlanabilmesi ve ısınn istenen düzeyde ve sürede tutulabilmesiyle ilgili güçlükler henüz aşılamadı. Bunlar mutlaka eski ustaların da karşılaştıkları, onları uzun süre uğraştıran başlıca sorunlardı. Yıllar boyu süren sayısız tekrarlar, sınama yanılmalar sonucu uygun koşullar saptanmış olmalıdır.

Bu yıl geçmişte uygulanmış olduğu düşünülen çalışma koşullarına olabildiğince yaklaşmak ve o koşullarda ergitme için gerekli ısı düzeyine ulaştırılabilirliği kanıtlamak için eski tipte bir el körüğü kullandık (Resim: 1). Ayrıca sülfütlü cevherlerin ergitme öncesi kavrulması, çeşitli oranlarda ve farklı katkı maddelerinin sınanması (Tablô: 1), doğrudan mineralin ya da ilk ürünün ikincil ergitmesinde pota kullanımı gibi işlemlerde bu yıl gerçekleştirildi (Resim: 2)

Bu nedenle iki tip fırın inşa edildi. Doğrudan ergitmelerde kullanılmak için yapılan ilk fırında Timna'daki Kalkolitik Devir fırınının ölçülerinden esinlenildi (yük: 80 cm, çap: 22 cm). Taban ısı kaybını önlemek için ortada

bir boşluk bırakılarak taş ızgarayla yalıtıldı. Duvarlar kumtaşı plakalarla örölüp, dıştan samanlı çamur sıvayla kaplandı. Duvarlara uygun aralıklarla ısı ölçümü ve hava üfleme için delikler açıldı. Daha ilk ısıtmada eski bir el körüğüyle bile 1200-1400°C lük ısı derecesine ulaşılması bize fırın boyutlarının ve yalıtımının uygunluğunu gösterdi (Resim: 1).

40 cm çap ve 80 cm yüksekliğe sahip ikinci fırın pota içindeki ergitmeler için inşa edildi (Resim: 3). Bu fırında tabanın genişliğinden dolayı ergime ısı derecesine ulaşmakta ve bu ısının korunmasında güçlüklerle karşılaşıldı. Deneylerde iki her fırında da Çayırköy ve Ergani-Maden cevherleri kullanıldı.

Toplanan mineral örneklerinin taramalı mikroskop (S.E.M.) ta yapılan analizlerinde (Tablo: II); doğal bakır ve karbonatlı bakır mineralleri içeren Sanisi örneği yüksek bakır tenörüyle dikkati çeker. Poluşağı örnekleri yüksek oranlarda demir içerir. Gurbetmezrası örnekleri çoğu kez çinko, bakır mineralleri ve demirsülfürleri içeren silikatlardan oluşur. Arsenik tüm örneklerde % 1 in altındadır.

Yaptığımız ergitmelerden elde edilen curufların analizleri (Tablo: III); ergitme deneylerinde kullanılan değişkenlere bağlı olarak hetorejen bir kompozisyon gösterir. Tümüyle ergimeyen ya da kavrulmadan ergitilen sülfürlü minerallerde kükürt yüksek oranda ortaya çıkmaktadır. Buna karşın kalkopirit kullanılmazsa ya da iyi bir kavrulmadan sonra yapılan uygun bir ergitmede kükürt oranı çok düşer. Curuf içerisindeki kükürt oranıyla bakır ilintili gibi görülmektedir. Yüksek oranda kükürt içeren curuflarda bakır oranı da yüksektir. Ca ve Mg elementlerinin yüksek değerleri minerallerden değil odun kömürü, kemik v.b. gibi bu elementlerce zengin katkı maddelerinden kaynaklanmaktadır. Arsenik içeren curuf örneklerinde bu element oranı daima % 0,2 değerinin altındadır.

Ergitmeler sonunda bakır, curufla çevrelenmiş ya da bağımsız tanecikler halinde oluşur (Resim: 4). Bakırın curufla çevrelenmesi birincil olarak curufun kıvamlılığıyla ilgilidir. Ayrıca fazla kıvamlı curuf içerisinde bakır daha küçük tanecikler halinde oluşur. Curuf pota içerisinde ikinci bir ergitmeye tabi tutulduğunda elde edilen daha bol ve iri boyutlardadır.

Aslantepe Geç Kalkolitik ve Eski Tunç katlarından gelen curuf örnekleri oldukça tek tip bir kompozisyon gösterir (Tablo: IV). Her örnekde görülen kükürt, üretimde sülfürlü bakır cevherlerinin kullanıldığını düşündürür. Kükürt oranı düşük örnekler iyi bir kavrulma sonucu yapılan ergitmelerin ürünü olmalıdırlar.

Demirin yüksek değerleri, ergime ısısını aşağı dūřuren fayalit, wollastonit gibi bileşimleri birlikte oluşturdukları silisyumla birliktelik gōsterir. Bu bileşimler eriyiğe akışkanlık verir ve bakırın daha kolay ayrışmasını sağlar. İndirgenmiş bakırın miktarı bir bakıma curufun akışkanlığının gōsteresidir.

Yalnızca kazıda ele geçen curuflarda iz halinde bulunan Cl bakırın korozyonuyla bağlantılı gibi gōr÷lmektedir.

Curuflara uygulanan difraktometrik analizler ergime sırasında oluşan bellibaşlı bileşenleri saptamamıza izin verdi (Tablo: V). Buna bağlı olarak, saptanan bazı bileşenlere dayanarak ergime ısısı ve curufun akışkanlığı hakkında bilgi edinmek m÷mk÷n oldu. Bu iki faktör÷n izlenebilmesi özellikle bakırın mineralden ayrışmasına etkileri nedeniyle önemlidir.

1, 2 ve 10 numaralı deneylerin ü r÷n÷ olan curufların analizleri onların 1100°C ÷n biraz üzerinde oluştuklarını gōstermiřtir. Bundan da ergitme sırasında indirgenmeye uygun bir akışkanlığın varlığı anlaşılır. Her deneyde bu uygun koşullara ulaşılamamıştır. Özellikle 4,5 ve 8. deneylere ait curufların bileşenlerinin oluşması en az 1300°C lük ısı gerektirmektedir.

Sonuç olarak:

— Pratik gōzlemler; ergime süresi, katkı maddelerinin miktarları, fırın ısısının istenen düzeyde tutulabilmesi gibi gōreceli hususların ayarlanmasının çok g÷ç olduğunu ve bunun için daha pek çok denemenin gerektiğini ortaya çıkarmıştır.

— Malatya çevresindeki cevherleşmelerden bu güne kadar topladığımız mineral örneklerinden elde edilen veriler bu bölgede umulan ölç÷de bir arsenik varlığının bulunmadığını söyleyebilmemize izin vermiştir. Bu aşamada Aslantepe arsenikli bronzlarının cevher kaynağının yöresel olmadığını, bu nedenle araştırmamızı diğer cevher kaynaklarına doğru genişletmemiz gerekeceğini söyleyebiliriz.

— Yapılan deneyler bir el kör÷ę÷yle bile ergime için gerekli ısı düzeyine ulaşılabileceğini gōstermiřtir. Buna karşılık katkı maddelerinin miktarlarının ayarlanması ve potada yapılan ergitmeler için uygun koşulların sağlanması güçlüklerle karşılaşılmıştır.

Ergitme No		Mineraller	Kavrulma	Miktar	Katkı maddesi	Isı	Zaman	Pota.	Ürün
I	Çayırköy	bornite calcosine ematite calcopirite malachite azurrite clorite epidoto sericite carbonato quartz	yapıldı	3,400 kg mineral, 6.000 charcoal	katkı mad- desi yok	>1.250	pre 3h sm.2.30	kullanılmadı	curuf ve bakır tane- cikleri
II	Çayırköy	"	Yapılmadı	3 kg min. 6kg chalc. 16kg kömür	kavrulmuş Kalkopirit	1240	pr3h sm4h	kullanılmadı	curuf matte bakır tanecikleri
III	Çayırköy	"	yapılmadı	1kg min.		?	3h	kullanıldı	kısmen ergimiş
IV	Çayırköy	"	yapıldı	2kg min. 1kg ematite	ematite	1200	sm 2.30		curuf
V	Maden	chalcop. pyrite, clor etc.	yapıldı	3kg min. 2kg quartz	quartz kumtaşı	1200- 1250	sm 2.30	kullanılmadı	curuf matte, bakır tanecikleri
VI	Çayırköy	curuf Ism	yapılmadı	1,500 kg min.	kemik	1250	pr. 2h sm. 4h	kullanıldı	curuf birçok bakır tanecikleri
VII	Çayırköy	mineral	yapılmadı	1kg min. 0,400 0,300 kem.	odun kömürü	1100	4h	kullanıldı	
VIII	Maden	V sm. curuf	yapıldı	1,300kg 600g quartz 200g chare.	quartzsand	1200	3h	kullanıldı	siyah camı curuf
IX	Çayırköy	mineral	yapılmadı	1.500kg 0.250qs 0.200ch.	qua. sand	1200	3h	kullanıldı	bakır tanecikleri
X	Çayırköy		yapıldı	1.000kg 1.500kg	sandst.	1150 1250	3h		curuf bakır tanecikleri
XI	Maden	chalcop.	yapıldı	1.000kg 1.500kg 0.200kg	sandst.	1150	3h	kullanıldı	birçok bakır tanecikleri

Tablo : II

MINERALS

	Mg	Al	Si	S	K	Ti	Ca	Mn	Fe	Sn	Cu	Zn	As	Cr	Pb
Anayatak x20	7.40	8.85	11.19	38.66	-	-	0.47	-	26.94	-	14.37	-	-	0.12	-
Anayatak x20	7.12	9.69	10.88	38.36	-	-	0.59	-	26.89	-	14.39	-	-	0.09	-
Cayrakoy x20	1.90	4.21	31.21	15.66	-	-	0.76	-	16.77	-	29.38	-	-	-	-
Cayrakoy x20	3.80	7.84	30.17	11.47	-	-	0.99	-	18.80	-	26.85	-	-	-	-
Sanisi x20	0.25	1.40	19.83	0.44	-	-	0.08	-	0.24	-	77.68	-	-	0.08	-
Sanisi x20	-	1.33	17.89	0.46	-	-	0.12	-	0.21	-	79.68	-	-	0.10	-
Sanisi x20	-	0.30	46.79	0.96	-	-	-	-	0.15	-	51.72	-	-	0.09	-
Sanisi x20	-	-	43.87	1.33	-	-	-	-	0.15	-	54.59	-	-	0.06	-
Sanisi p.x20	0.53	3.58	6.45	19.18	-	-	0.23	-	2.04	-	67.99	-	-	0.08	-
Sanisi g.x250	-	1.84	3.59	28.41	-	-	0.28	-	1.69	-	72.86	-	-	0.12	-
Sanisi x20	-	0.40	2.09	1.90	-	-	-	-	0.20	-	94.83	-	-	0.08	-
Sivas x20	1.43	1.15	4.22	44.09	-	-	0.08	-	36.22	-	12.77	-	-	0.03	-
Sivas x100	0.23	1.73	1.22	40.92	-	-	0.02	-	28.29	-	27.58	-	-	0.08	-
Kundigay x20	1.05	7.84	24.27	0.52	-	-	0.54	-	1.04	-	65.44	-	-	0.10	-
Polusagi x40	4.63	15.73	50.51	3.33	-	-	3.24	-	12.57	-	18.00	-	-	-	-
Polusagi x20	0.53	3.31	8.15	11.51	-	-	0.36	-	66.02	-	18.11	-	-	-	-
Polusagi x20	-	2.44	7.34	11.01	0.28	0.46	0.47	0.19	62.55	-	18.21	4.53	-	0.12	-
Polusagi x20	-	3.33	8.70	9.70	0.32	0.48	0.49	0.16	60.41	-	12.77	3.91	-	0.03	-
Polusagi g x20	-	-	0.87	10.74	0.32	0.43	0.53	-	62.05	-	12.22	4.78	-	-	-
Polusagi g All x20	-	2.86	6.75	18.98	0.22	0.37	0.41	-	63.70	-	18.22	5.28	-	-	-
Polusagi v All x20	-	20.46	61.08	0.17	0.16	0.05	2.96	-	2.13	-	12.04	0.10	-	-	-
Polusagi slag x20	-	0.78	20.57	-	0.46	0.42	0.56	-	68.49	0.10	0.42	0.04	-	-	0.16
Hagan x20	2.33	5.23	51.22	22.64	0.05	-	0.04	-	16.03	0.36	-	-	-	-	0.09
Duz Bahce x20	-	1.09	31.06	39.56	0.37	0.05	0.41	-	22.81	0.30	2.58	0.98	0.11	-	0.75
Duz Bahce x20	-	1.81	31.69	39.44	0.32	0.06	0.35	-	22.67	0.36	2.31	0.71	-	-	1.05
Gurbet Mer.12 x20	-	0.75	1.79	61.06	0.22	0.06	1.54	-	17.25	-	16.56	0.65	0.07	0.04	-
Gurbet Mer.12 x20	-	1.01	1.86	68.67	0.23	0.06	1.43	-	13.59	-	12.19	0.65	0.10	0.02	-
Gurbet Mer.10 x20	-	0.54	0.50	27.67	0.16	0.03	0.39	-	1.33	-	29.46	21.66	0.18	0.05	-
Gurbet Mer.03 x20	-	15.83	50.80	0.14	5.00	-	0.23	-	20.00	-	-	-	-	-	-
Gurbet Mer.59 x40	4.99	16.66	55.74	-	3.09	0.46	1.46	1.11	10.62	-	0.07	0.94	0.06	-	-
Gurbet Mer.011x20	-	7.62	16.03	3.68	0.04	0.05	0.39	-	71.29	-	-	-	0.09	-	-
Gurbet Mer.51 x20	0.53	15.60	40.85	19.81	6.92	0.46	9.98	0.09	8.13	-	0.11	0.24	-	0.03	-
Gurbet Mer.06 x20	1.84	21.94	60.20	4.50	1.05	0.56	0.74	-	5.22	-	2.84	0.79	0.23	0.04	-
Gurbet Mer.7 x20	-	0.02	0.48	35.51	0.20	-	9.81	-	1.32	-	31.59	28.13	0.16	-	-
Gurbet Mer.6 x20	-	-	3.12	39.10	0.12	-	1.77	-	1.33	-	5.42	45.68	0.27	-	-
Gurbet Mer.13 x20	-	30.78	10.71	14.89	0.07	-	0.10	-	0.66	-	40.13	2.41	0.25	-	-

Tablo : III

DENEY CURUFLARI

	Ng	Al	Si	S	K	Ti	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Cr	Pb	Ni	Cl
smelt. c1 x20	3.62	18.17	38.38	0.61	2.35	0.24	31.54	0.17	10.16	1.47	0.06	0.06	0.16	-	-	-
smelt. c2 x20	6.93	5.99	19.87	14.32	1.21	0.16	31.04	0.03	13.44	6.04	0.03	-	0.10	-	-	-
smelt. c3 x20	-	5.19	14.90	39.03	0.34	2.67	0.46	0.05	9.72	20.45	6.78	0.18	0.05	-	0.00	-
smelt. c4 x20	6.00	9.50	50.14	2.04	2.00	0.70	16.45	0.13	10.50	2.02	0.05	0.04	0.11	-	0.04	-
smelt. c5 x20	11.44	11.74	38.38	3.46	1.04	0.06	10.02	0.02	12.22	3.10	-	-	0.01	-	-	-
smelt. c6 x20	4.92	11.68	56.33	2.24	2.32	0.30	14.77	0.23	4.32	2.60	0.03	0.03	0.10	-	-	-
smelt. c7 x20	4.45	11.13	54.51	0.14	2.16	0.71	12.50	0.24	11.22	3.29	-	-	0.16	-	-	-
smelt. c8 x20	12.17	11.93	43.61	0.61	1.97	0.15	24.61	0.07	3.90	0.64	-	-	0.15	-	-	-
smelt. c9 x20	0.24	13.07	61.13	2.29	0.99	0.05	5.02	0.13	0.96	2.94	0.05	-	-	-	0.04	-
smelt. c10 x20	10.96	9.63	37.11	0.90	2.50	0.25	20.26	0.10	0.09	1.54	-	0.07	0.19	-	0.04	-
smelt. c11 x20	13.09	11.75	39.24	2.24	1.62	0.16	25.52	-	5.04	1.19	-	-	0.15	-	-	-

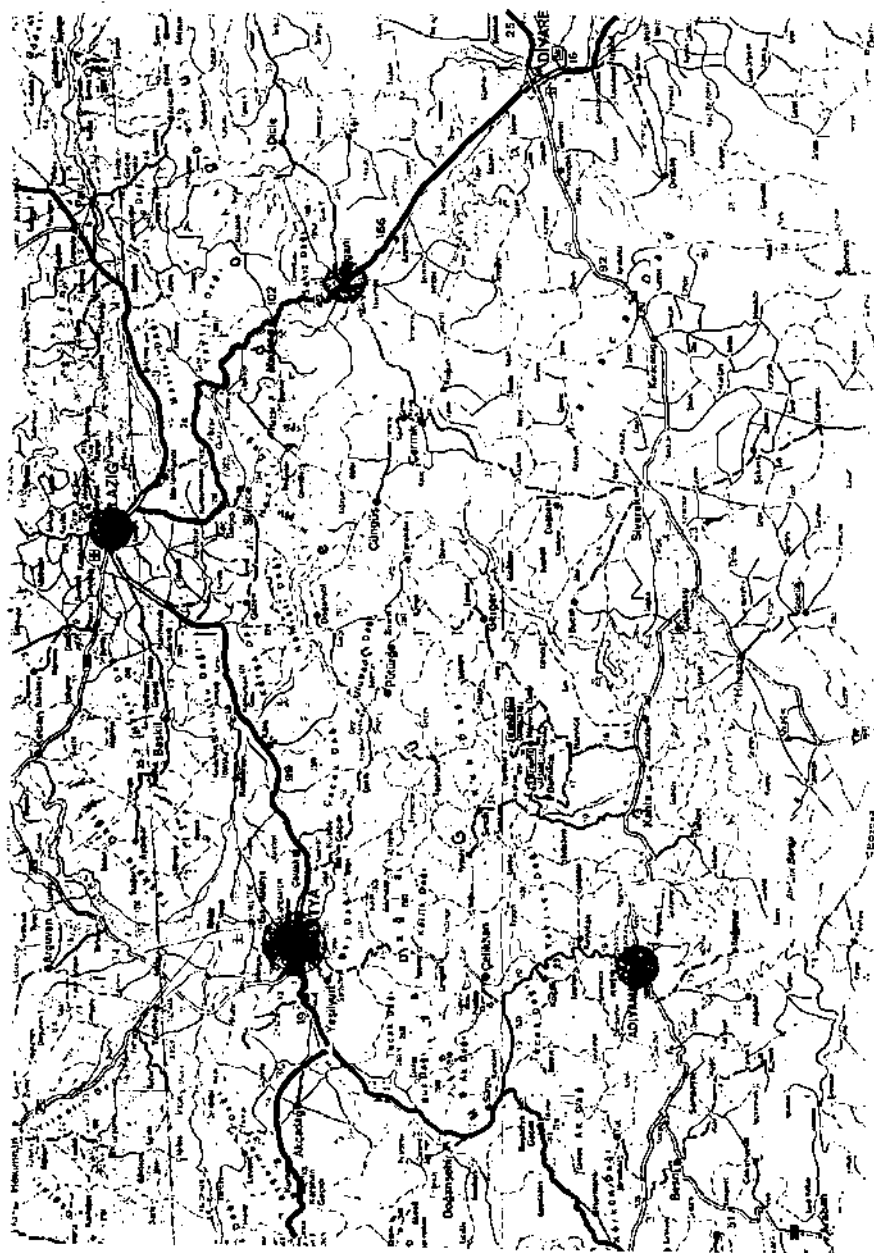
Tablo : IV

ARSLANTEPE CURUFLARI

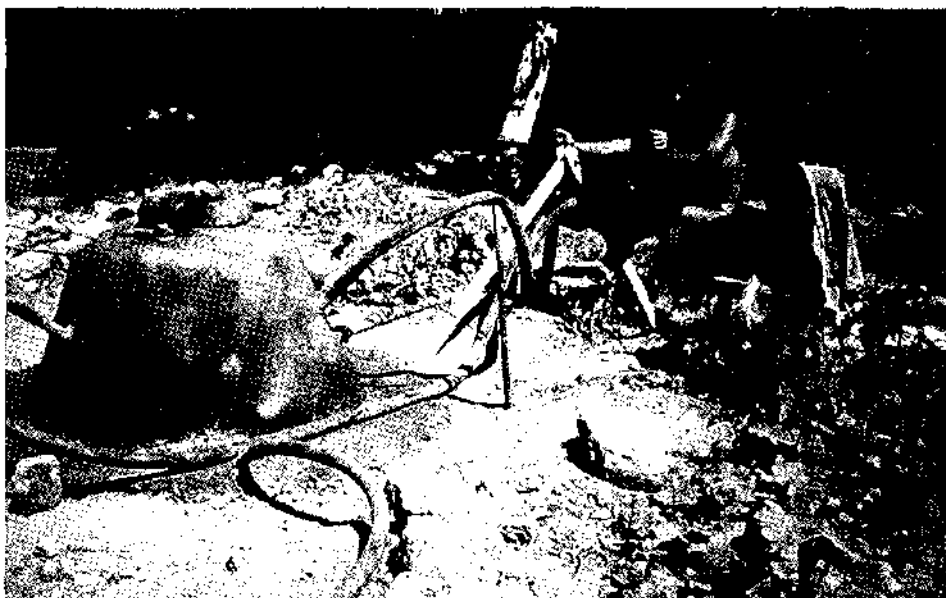
sl.arsl 2 x50	-	0.25	32.09	0.64	0.65	0.20	1.94	0.05	53.59	1.34	-	0.12	0.01	-	-	0.27
sl.arsl 3 x50	1.64	3.92	22.91	1.77	1.60	0.36	34.22	0.08	27.39	4.06	0.70	-	0.00	-	-	0.47
sl.arsl 4 x50	0.47	5.97	34.00	5.04	1.03	0.26	5.93	0.04	20.06	16.41	0.42	0.07	0.04	-	-	0.66
sl.arsl 5 x50	-	5.96	20.05	2.53	0.97	-	1.46	-	53.79	7.24	-	-	-	-	-	-
sl.arsl 6 x50	6.56	4.09	25.55	0.40	0.65	0.12	9.30	1.90	47.32	4.41	0.09	-	-	0.13	-	0.60
sl.arsl 8 x50	1.05	13.00	45.75	1.27	1.35	0.00	0.73	-	26.60	1.38	-	-	0.03	-	-	-
sl.arsl 9 x50	-	3.20	20.05	2.26	0.63	-	1.46	0.20	59.20	4.33	0.11	-	0.00	-	0.03	0.33
sl.arsl 10 x50	4.55	7.65	64.00	2.21	0.41	0.11	1.12	0.04	17.90	0.07	0.06	-	0.03	-	-	-
arsl 1 x50	-	-	0.96	45.41	0.12	-	0.47	0.05	4.70	47.70	0.34	0.06	0.05	-	0.06	-
arsl 7 x50	-	-	91.75	-	0.16	-	0.55	-	5.32	1.72	-	0.12	-	-	-	0.36

Tablo : V

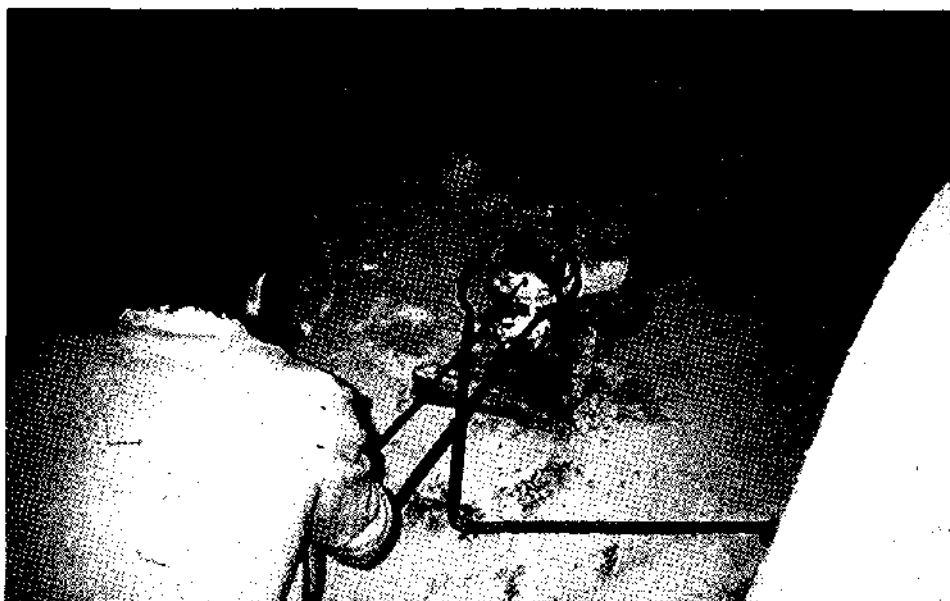
	DIFFRACTION										
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
QUARZO	X		X	X		X	X		X		
MORGANITE			X	X							
ANORTHITE	X					X					
ENSTATITE	X				X			X			
CUPROSPINELLO	X	X		X	X						X
SPINELLO							X				X
NOLLASTONITE	X										
SANIDINO	X		X	X		X			X		
MAGNESIO FERRITE	X			X	X						
MERCINITE	X						X	X		X	X
FAYALITE		X								X	
GEHLENITE		X			X		X	X		X	X
MUNTITE		X						X		X	X
AKERNANITE							X	X		X	
Ca3O5		X									
CaO.SiO2											X
CaO.Al2O3	X			X							
MUSTITE									X	X	X
CALCITE	X	X					X				
DOLOMITE							X				
K2CO3							X			X	X
FORSTENITE							X				
KAlSiO4		X									
TILLEYITE		X									
MAGNETITE			X	X						X	
DIOPSIDE			X	X							
Ca(AlO2)			X	X							X
DELAFOSSITE			X	X							
MAGNETITE			X								
Ca2SiO4					X	X	X				
KFeSi3O4O					X						
CuAl2O4							X			X	X



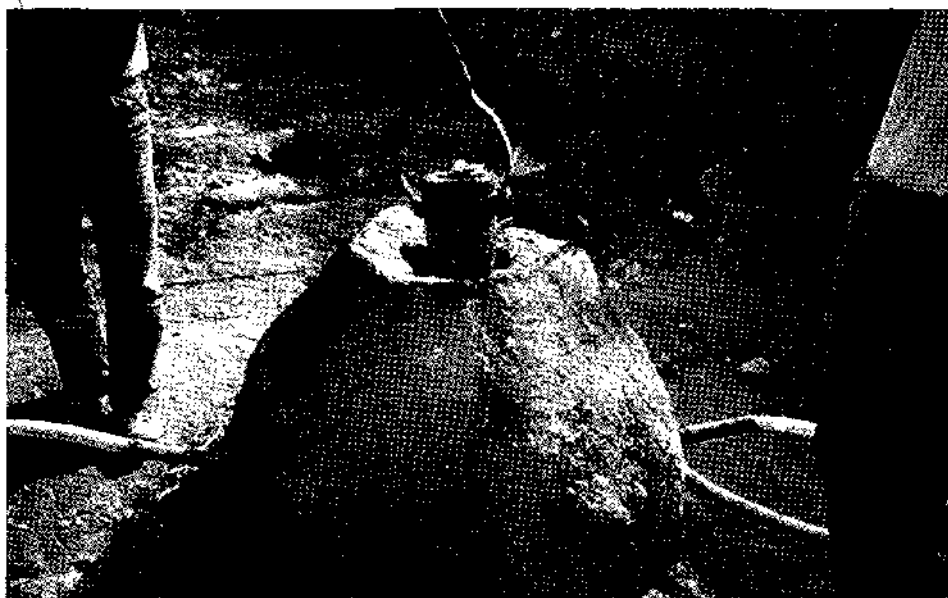
Harita: 1



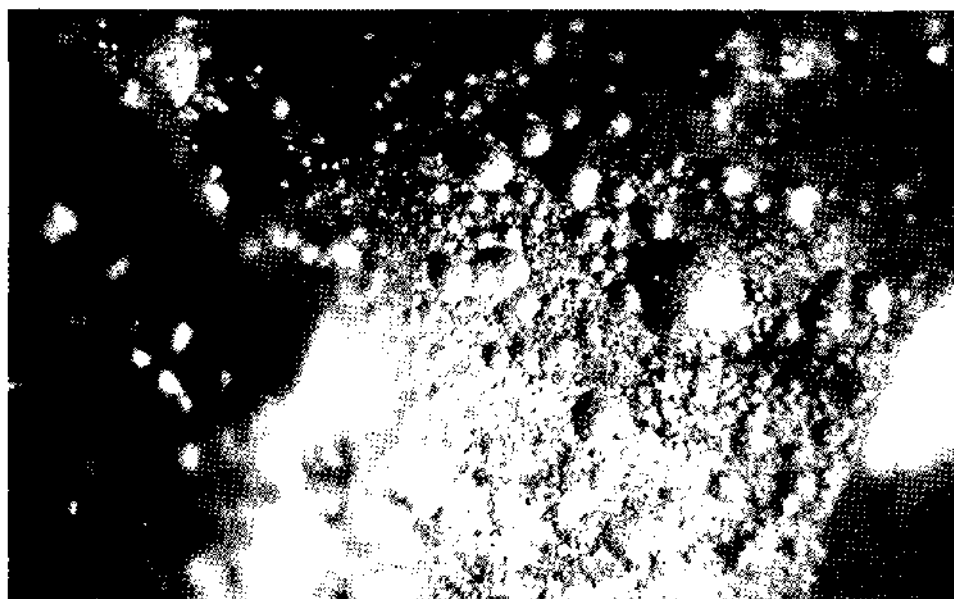
Resim: 1



Resim: 2



Resim: 3



Resim: 4

ACEMHÖYÜK KAZILARINDA ÇIKAN VE TÜRÜ TÜKENMEKTE OLAN BİR HİNT FİLİ (ELEPHUS MAXIMA) DIŞI ÜZERİNDE ARKEOBİYOLOJİK-ARKEOMETRİK ETÜDLER^x

Eşref DENİZ*
Kadir SUNGUROĞLU
Orhan CANPOLAT
Mustafa AKPOYRAZ

Giriş

Fildişinin çok eskidenberi işlenerek çeşitli güzel sanat eserleri yapımında, ya bütün ya da aksesuar fildişi kakma işlemeli biçimde kullanılması nedeniyle, yeryüzündeki filler her geçen yıl hızla ve geniş ölçüde azalmaktadır. Öte yandan Fillerin piregnansi (hamilelik) süresinin 2 yıl olması da bu olayı negatif etkilemektedir. Bu hızla tüketimin önlenmesi için fillerin korunması amacıyla Dünya ölçüsünde doğayı korumaya yönelik çeşitli kararlar alınmaktadır. Buna paralel olarak, fosilleşmiş fildişleri de arkeolog, arkeobiyolog ve arkeozoologların dikkatini çekmeğe başlamıştır (Reesse, 1989)⁵.

Filler, pleistocene devrinden beri yeryüzünde Afrika, Asya ve Amerika'nın kuzeyinde Palaeloxodon antiquus adıyla yaşatılmışlardır (Römer, 1936)^{6,3}.

Ülkemizde yapılan kazılarda bulunan fildişleri biraz aşağıda sergilenecektir. Bu bildiride, 1982 yılında, Prof. Dr. Nimet Özgüç başkanlığında gerçekleştirilen Acemhöyük Sarıkaya Saray kazılarında elde⁴ edilen ve o tarihten buyana Arkeobiyoloji müzemizde saklanan bir adet Hintfili (Elephus maxima) dişi arkeobiyolojik ve arkeometrik yönden değerlendirilmiştir. İlgili dişin pulpa'sının biokimyasal kalitatif analizi de A.Ü. Tıp Fakültesi

(*) Prof. Dr. Eşref DENİZ, A.Ü. Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı Başkanı
Dr. Kadir SUNGUROĞLU, Dr. Orhan CANPOLAT, Prof. Dr. Mustafa AKPOYRAZ,
A.Ü. Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı Öğretim Elemanları

(x) Bu kıymetli materyalin incelenmek üzere bize teslim edilmesinden dolayı Prof. Dr. Sayın Nimet ÖZGÜÇ'e burada özellikle teşekkür ederiz.

Biokimya Anabilim Dalı öğretim üyelerince araştırılmıştır (Sunguroğlu, Canbolat, Akpoyraz, 1990)⁷. Burada, kıymetli katkılarından dolayı kendilerine teşekkür ederim.

Sözü geçen materyal, ilk kez İngiltere'de Southampton'da yapılan Arkeoloji toplantısında bilim dünyasına duyurulmuştur (Deniz, 1986¹. M.Ö. 2000-1750 olarak tarihlenen bu Hint fildişi ile, bugünün Anadolu arkeolojisine katkıda bulunmak amacı güdülmüştür.

Fillerin Zoobiyoloji ve Zoökojisi

Filler ungulata (Tırnaklılar) takımının Proboscidae (Hortumlu memeliler) alt takımının Elephantidae (Elephas) familyasına bağlıdır. Anavatanları, normal habitatları Afrika ve Asya'dır. Bu görüşü paylaşan bilgi, en eski fosillerinin Asya'da, Hindistan'da Geç miocene ve Pliocen döneminde Swalik yataklarında bulunmasıdır^{3,8}.

Fillerin bilinen türleri aşağıda sıralanmıştır⁸.

1. *Elephas africanus* (Loxodonta): Bunun iki alt türü vardır. *Loxodonta cyclotis*: Yuvarlak kulaklı fil. Yaşam boyutu 80 yıl, neonatalı 90 kg ağırlığında ve 90 cm yüksekliktedir. Adult tipi 5-7 tondur. Fildişi (Maxillar incisiv diş) hem erkek hem dişisinde bulunup 3 metre boyunda, 15-20 kg ağırlığındadır.

2. *Elephas maxima* (Hindistan Fili): *Loxodonta*'nın ikinci alt türü olan *E. Maxima* (*E. indicus*). Afrika filine kıyasla başı daha büyük, kulakları daha uzundur. Bu türün fildişleri yalnız erkeğinde bulunur; Fildişi 1.60 m boyunda, 20 kg ağırlığındadır.

3. *Elaphus primigenius*: Bu türün yeryüzünde halen yaşayanı kalmamıştır. Ancak Sibirya'nın kuzeyinde donmuş tundralarda fosillerine rastlanmaktadır. Fil dişleri 4 m uzunluğunda ve 80 kg ağırlığındadır.

Yakınoğuda bulunmuş ve Dr. Reese (1989)⁵ tarafından toplanmış, henüz yayınlanmamış bir çalışmaya göre halen dünyada mevcut çeşitli müze ve depolarda saklanmakta olan fil dişleri ve kısa özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

India (Hindistan): Mohenjo Daro'da küçük bir fil dişi ucu (zamanı, yaşı, belirsiz).

Pakistan: Mehrgarh'da kırık, corpus parçası ve iki ucu, kesitlerinde tek bir uzun kanallı.

Kuveyt (Kuwait): Failaka adasında, Dilimun Tell F6, Palace'da, Bronz Age'den bir fildişi (zamanlaması ?).

Iraque (Irak): Early Dynastic 1. yüzyıl B.C. Fil molar dişi.

Syria (Suriye): Chagar Bazar'da, Jezzirah'de 2000 B.C.

Alalach: Molar ve fildişi.

Israel (İsrail): Megiddo, 12. yüzyıl, B.C. Birkaç fildişi.

Egypt (Mısır): a) Fayum çölü, Neolithic, 2 molar dişle birlikte, sol Mandibula. b) Dakhleh Oasis, Neolithic, Mauhoub, Loxodonta africana, molar ve fildişi.

Greece (Yunanistan): Zakro Sarayı, Crete, 1450 B.C. 4 fildişi, Herakleion Müzesi'nde saklanıyor.

Turkey (Türkiye): Türkiye'de bulunan fildişleri aşağıda listelenmiştir:

1. Hatay: Neolithic, uçlarında expose olmuş, Cancellous (Süngersi) doku taşıyan bir rectangular (dört köşeli) palet (parça).

2. Çatalhöyük: 7. yüzyıl B.C. Kalammu Sarayı'nda fildişi ve diğer fildişleri.

3. Aslantepe'de 14-12. yüzyıl B.C. Elaphus maxima, üst sağ molar (Bökönyi).

4. Acemhöyük Palace: 2000 B.C. ya da 19-16. yüzyıl B.C. (M.J. Melink). AJA 89/4 Archaeology in Anatolia'da bildirilmiştir.

5. Acemhöyük Sarıkaya Saray Kazıları: 2000-1750 B.C. ile tarihlenen ve Prof. Dr. Nimet Özgüç'ün bulduğu ve E. Deniz'in araştırdığı en yeni ve en son buluntu.

Acemhöyük Saray kazılarında Prof. Dr. Nimet Özgüç başkanlığında yapılan kazı çalışmaları sırasında 1982 yılında ele geçen, kısmen işlenmiş, daha doğrusu bir ucu düzgün biçimde kesilmiş bir fildişi (incisiv diş) arkeo-biyolojik, arkeometrik yöntemlerle incelenmiştir (Resim: 1-4).

1986 Southampton'daki kongrede yapılan bir bildiride bu fildişi ilk kez Elaphantus primigenius olarak takdim edilmiştir. Şimdi Bökönyi ve Reese (1989)⁵ nin çalışmalarına göre bu tanım E. maxima (indicus) olarak düzeltilmiştir. Prof. Özgüç tarafından 2000-1750 B.C. diye tarihlenen bu bir yüzü kesilmiş, fakat henüz işlenmemiş fildişi AC80 III'le işaretli ve Batı Çukurunda bulunmuştur².

Bu fildişinin Arkeometrik-Osteometrik ölçümleri aşağıda verildiği gibidir.

Ortalama maksimal boyu	45 cm
Maximal üst(ön) kenar uzunluğu	48.5 cm
Maximal alt (arka) kenar uzunluğu	44 cm
Proximal çevresi (circumference)	51.5 cm
Distal çevresi	42 cm
Fildişinin ağırlığı	13 kg

Proximal üst düzgün kesit yüzünün, küçük ve büyük çapları: 14.5×16.5 cm'dir.

Gerek üst düzgün kesilen yüzde ve gerekse distal uç yüzünde yer alan delikler pulpal kanala ait deliklerdir. Bu deliklerden apical'deki (alt delik) 32 mm çapında, pulpal kanalın (canalis pulpa) boyu ise 23 cm kadardır. Pulpa cavitesi plaster benzeri (plasterlike) bir kitle ile dolu idi. Sözü geçen kitleden alınan örneklerden A.Ü. Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalında Dr. Kadir Sunguroğlu, Dr. Orhan Canbolat ve Prof. Dr. Mustafa Akpoyraz tarafından kalitatif bir analiz yapılmıştır. Bu parçaların porselen havanda öğütülmüş örneğinin ısıtılınca erimeyeceği, yanmadığı, dolayısıyla organik bir yapı taşı örneğini vermediği, suda çözülmediği, HNO_3 ve HCl 'de kısmen çözüldüğü görülmüş ve analiz sonucunda örnekte NH_4^+ ve ağır metal katyonları bulunmuştur. Ayrıca Sülfat, Karbonat, Fosfat, Klorür ve Okzalat gibi anyonları içermediği tesbit edilmiştir. Materyal NaOH , NH_4OH gibi bazik ortamda jel halinde çökmüştür. Elde edilen jel, NaOH 'ün fazlasında sodyum alüminat halinde çözülmüştür. Yapıda Al^{+3} iyonu tesbit edilmiş ayrıca asitle çözülmeyen kısımda da silikat'a rastlanmıştır.

Bu analiz sonuçlarına göre, incelenen pulpa kanalından dökülen fosil kalıntı materyalin Alüminyum Silikat (Kaolin) yapısında bir bileşik olduğu kanısına varılmıştır.

Sonuç olarak, bir *Elephas maxima* fosilleşmiş incisiv dişi üzerinde yapılan arkeobiyolojik-arkeometrik analizlerle Anadolu'nun M.Ö. 2000 li yıllarını, bugüne, belli ölçülerde bağlamak olanağı kısmen de olsa, sağlanmış bulunmaktadır.

1985 yılında yapılan Arkeometri toplantısında sunduğumuz Acemhöyük kazıları ile ilgili ilk bildirimimizde², kazıdan elde edilen tüm animal ve human bulgular verilirken 1 adet fildişinden söz edilmişti. Aynı bildiride Acemhöyük beyinin sarayında ele geçen fildişi eserlerin benzerlerinin Amerika'da New-

York Metropolitan Museum'da bulunduğu, bunların Mr. George Pratt ve eşi tarafından müzeye hediye edildiği, benzeri fildişi bullelerin Acemhöyük kazılarında da ele geçtiği Prof. Dr. Nimet Özgüç'e dayanarak beyan edilmişti. Burada aynı konuya birkez daha değinerek Acemhöyük beyinin Sarıkaya sarayında M.Ö. 2000-1750 yıllarında Fildişi işletmeciliğinin varlığını birkez daha vurgulamanın yerinde olacağı kanısındayız.

ÖZET

Acemhöyük Kazılarında Çıkan ve Türü Tükenmekte olan bir Hint Fili (Elephus Maxima) Dişi Üzerinde Arkeobiyololuk - Arkeometrik Etütler

Fildişinin işlenmesi nedeniyle yeryüzündeki fillerin avlandıkları için neslinin giderek tükenmeye başlaması bir yandan fillerin korunma altına alınması sorununu ön plana çıkarırken, öte yandan fosil fildişleri de arkeologların dikkatini çekmeğe başlamıştır (Reese 1989).

Prof.Dr. Nimet Özgüç başkanlığında 1982 yılında gerçekteştirilen Acemhöyük Sarıkaya Saray kazılarından elde edilen bir Hint fili dişi (Elephus maxima) arkeobiyolojik yönden incelenmiştir. İ.Ö. 2000-1750 yıllarına tarihlenen bu incisiv dişi ilgili arkeometrik-biometrik ölçüler verilmiş ve kısmen işlendiği anlaşılan 13 kg ağırlığındaki bu fil dişi parçasının kesilmiş yüzü (cut surface) ve dental kanalın (pulpa) içeriği biyokimyasal yapısıyla birlikte değeriendirilmiştir.

İncelemelerden, o zaman İ.Ö. 2000 yıllarında Anadolu'da Acemhöyük'de fildişi işletmeciliğinin başlamış olduğu, elde edilen bu fil dişinin kazılarda bulunan diğer fildişi eserler ve Newyork Metropolitan Museum'da sergilenen, Acemhöyük'den Amerika'ya götürüldüğu tesbit edilen fildişi materyellerin birlikte değeriendirilmesiyle anlaşılmış bulunmaktadır.

Archaeobiological, Archaeometrical and Biochemical Studies on an Indian Elephant (E. maxima) Tusk Recovered from Acemhöyük Excavations

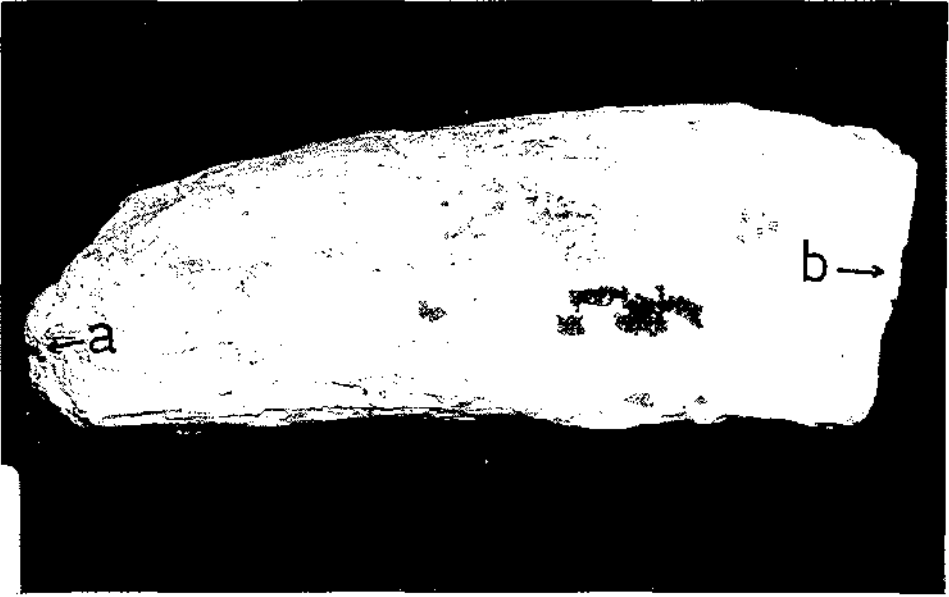
Recently serious environmental protection measures have been undertaken in all the world to stop the rapid decrease of elephants caused by hunters and poachers. On the other hand, parallel to this, the fossil remnant-tusks of elephants begin to take more attention of the archaeologists (Reese 1989).

In this paper, a partially worked elephant tusk recovered during the Acemhöyük Palace excavation in 1982 from Prof. N. Özgüç was investigated archaeobiologically, archaeometrically and biochemically. The archaeometrical measurements and biochemical results found after a qualitative analysis of the pulpal content of the tusk are both reported.

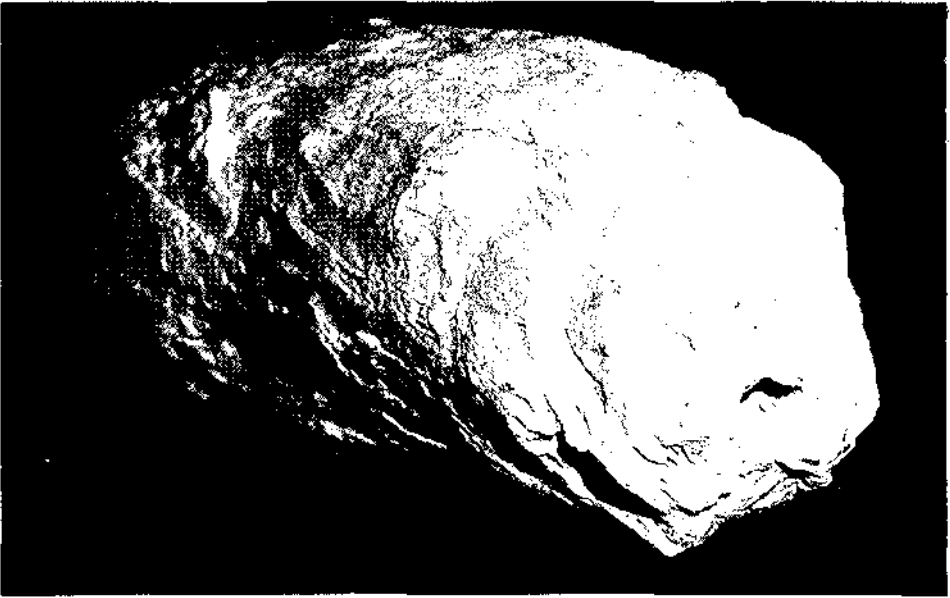
It has been determined that the fossilized pulpal mass consisted mainly of aluminium silicate (Kaolin).

KAYNAKÇA

1. DENİZ, E. (1986): Archaeobiological Studies on the Osseous Remnants Found in Acemhöyük Excavations in: Cultural Attitudes to Animals Including Birds, Fish and Invertebrates Vol. 1. The World Archaeological Congress, Allen and Urwin. London.
2. DENİZ, E. (1985): Acemhöyük Saray Kazılarında Çıkan Kemik Kalıntıları Üzerinde Arkeo-biyolojik Araştırmalar. I. Arkeometri Sonuçları Toplantısı. 79-91, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
3. EHRENBERG, K. (1960): Palaeozoologie. Wien, Springer Verlag., Austria.
4. ÖZGÜÇ, N. (1966): Acemhöyük Kazıları. Anatolia X, 2-28, 29-52, Türk Tarih Kurumu, Ankara.
5. REESE, D. (1989): Unworked or Partially Worked Elephant Remains in the Near East. Personal communications (Unpublished).
6. RÖMER, S., A. (1936): Vertebrate Paleontology. The University of Chicago Press, Chicago-Illinois.
7. SUNGUROĞLU, K., CANBOLAT, O., AKPOYRAZ, M. (1990): Acemhöyük kazılarında bulunan fildişinin dental pulpa içeriği ile ilgili kalitatif Analiz Raporu. Ankara Üniv. Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, Ankara.
8. TOLUNAY, M.A. (1955): Özel Zooloji. Şirketi Müretübiye Basımevi, A.Ü. Fen Fakültesi Yayını, Ankara.



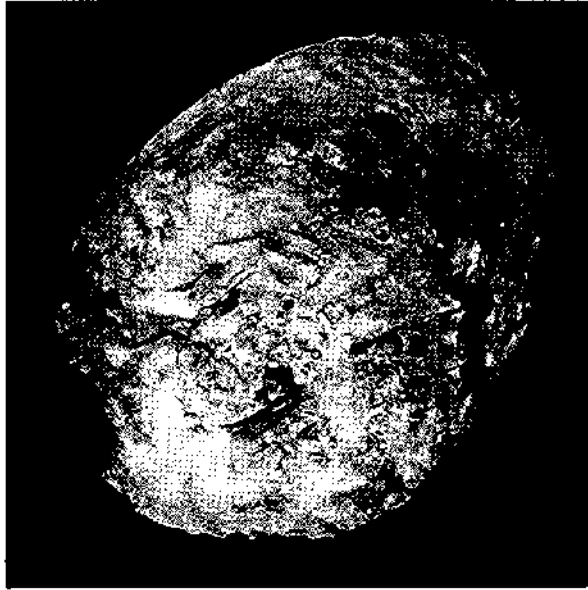
Resim: 1 — Acemhöyük kazılarında çıkan (AC 80 Batı Çukuru İşaretli) yarı işlenmiş bir fosil fildişi (*E. maxima*). Lateral (yanal) görünüş a) Kırık distal ucu, b) düzgün kesilmiş proximal ucu.



Resim: 2 — Aynı materyalin, proximo-lateral'den görünüşü.



Resim: 3 — Distal-apikal uçtan görünüm. Pulpa kanalının delikleri görülmektedir.



Resim: 4 — Fossil fildişinin proximal (üst) kesit yüzünden bir görünüş. Daha geniş, pulpa kanalı delikleri.

ORTA SİNA' TAKİ YENİ BİR PROTORYX TÜRÜ (*Protoryx capricornis* TEKKAYA)

İbrahim TEKKAYA*

Giriş

Sinatepe serileri, Ankara'nın Yenimahalle ilçesi Kazan bucağına bağlı Yassıören köyünün kuzeyinde yer alır (Şekil: 1). 1967 ve 1969 yıllarında bu serilerde, bilhassa Orta sinap seviyesinde yapılan paleontolojik kazılarda zengin bir karasal omurgalı fosil fauna gurubu ele geçmiştir. Bu fosil fauna gurubu içinde 8 cins ve 13 türle temsil edilen oldukça geniş yayımlı fosil Bovidae temsilcileri bulunmaktadır. Bu temsilcilerden bir kısmı klâsik türlerin temsilcileri olup, Türkiye'yi de içine alan Asya-Avrupa karasal fosil memeli cins ve tür birliğini kurabilmiştir. Diğerleri ise Anadolu'ya has yeni türlerdir. Bunlar içinde *Protoryx capricornis* TEKKAYA'da bulunmaktadır (Tekkaya, 1974).

Sistematik İnceleme

Familia: Bovidae Gray, 1821

Subfamilia: Hippotraginae Brooke, 1876

Genus: *Protoryx* Major, 1891

Espes: *Protoryx capricornis* TEKKAYA

Materyel: Sağ taraftaki boynuzu nisbeten tam, diğeri kaideye yakın yerden kırık bir kafa parçası.

Seviye: Orta Sinap üst seviye

Buluntu Yeri: Yassıören köyü Sinatepe serileri (Şekil: 1).

Espes (Tür) Tanımı

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

Kafa parçasında frontal ve parietal kemikleri kısmen mevcuttur. Sol boynuz kaideden 62 mm uzunluğundadır. Sağ boynuz nisbeten tamdır. Bu boynuzun kaideden itibaren uzunluğu 183 mm olup üzerinde yer yer aşınma ve kırılma izleri görülür. Boynuzlar tamamiyle orbit'lerin üzerinde olmayıp öne doğru ilerlemişlerdir. Bunlar, frontal'den çıktıktan sonra süratle birbirlerinden uzaklaşırlar. Boynuzların lateral yüzleri nispeten yassı medial yüzleri ise hafif dışbükeydir. Boynuz kesiti arkada geniş olup öne doğru daralan bir elips'tir. Frontal ile frontoparietal sutur hemen hemen silinmiş. Orbit'ler boynuzların orta gerisinde yer alır. Fossa post orbitalis'ler, boynuzların arka lateral'inde fakat, orbitlerin üzerine doğru bir kayış yapılarak yer alır. Foramen supraorbitalis'ler ise lacrimal'e doğru uzanan bir çukurluk içinde yanlardan basık fakat, batık değildir (Resim: 1).

Mukayese ve Farklar

Sinap'taki bu numuneye ait boynuzlar, frontal'den çıkış şekilleri ve frontal ile boynuz ekseninin yaptığı açı yönünden *Protoryx hentscheli* SCHLOSSER (Schlosser, 1904; Andree, 1926), *Protoryx hentscheli* SCHLOSSER var. *Tenuicornis* (Andree, 1926; Pilgrim and Hopwood, 1928), *Protoryx longiceps* PILGRIM and HOPWOOD (Pilgrim and Hopwood, 1928), *Protoryx laticeps* ANDREE (Pilgrim and Hopwood, 1928) ve *Protoryx crassicornis* ANDREE'den (Andree, 1926) ayrılarak daha ziyade *Protoryx carolinac MAJOR*'e yaklaşır (Major, 1891; Schlosser, 1904; Mecquenem, 1924; Andree, 1926). Keza, boynuz kesiti (Şekil: 2) bakımından da diğerlerinden çok *Protoryx carolinac MAJOR*'e benzer. Sinap fosilindeki (Resim: 1). orbit'lerin durumu, boynuzların birbirinden ayrılışı ve boynuzların lateral ve medial yüzlerinin yapısı bakımından da *Protoryx carolinac MAJOR*'den ve boynuzlarının kesiti ile orbit'lerin durumundaki özellikler bakımından da ?*Protoryx yushensis* TEILHARD and TRASSAERT Teilhard and Trassaert, 1938), ?*Protoryx bohlini* TEILHARD and TRASSAERT (Teilhard and Trassaert, 1938), *Protoryx planifrons* BOHLIN (Bohlin, 1935), ? *Protoryx shansiensis* BOHLIN (Bohlin, 1935) ve Kuzey Çin'deki ? *Protoryx sp.*'den de kesin olarak ayrılmaktadır. Sinap numunesinin biometrik olarak karakteristik noktalarından bazıları noksan olduğu için boynuz kaidesinde aldığımız longitudinal ve transversal çap ölçüleri de tam değildir (Çizelge: 1 ve 2). Bu sebepten bu boynuzun biometrik, grafik ve istatistik yünden diğer *Protoryx* türleri ile mukayesesini yapmak imkânını bulamadık. Ancak, morfolojik mukayese ile yetinmek zorunda kaldık.

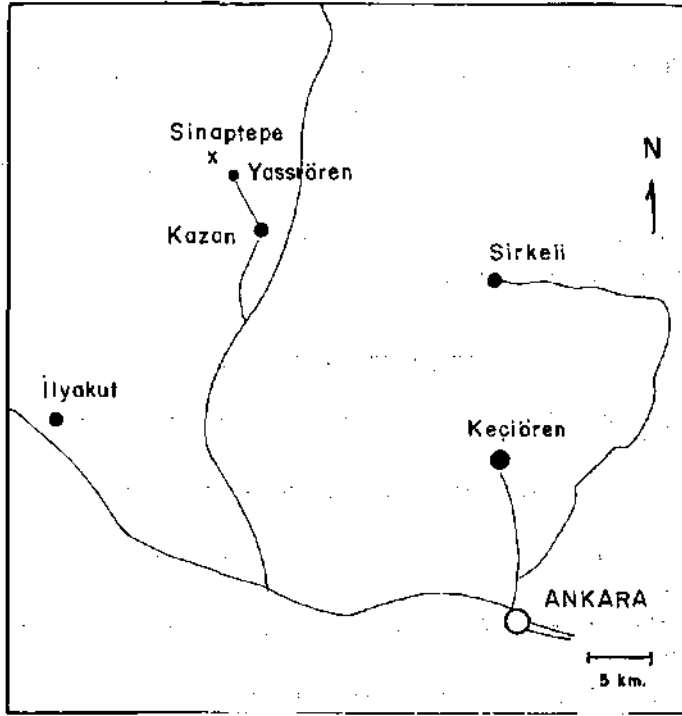
Orta Sinap'ın üst seviyesinde ele geçen bu fosil gerek boynuz ve gerekse orbitlerinin durumu itibariyle *Protoryx* türleri arasında farklı bir yapı göstermesi bakımından ayrı bir tür olarak nitelendirilmiştir.

Sonuç

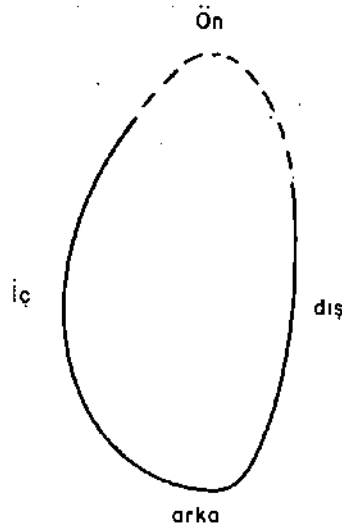
Orta Sinap seviyesinde, Paleontolojik kazılarda ele geçen omurgalı fosiller arasında Bovidae ailesine ait temsilciler 8 cins ve 13 türle temsil edilmektedir. Bunlar arasında klasik ve Anadolu'ya has yeni türler de bulunmaktadır. Bu yeni türlerden biri olan *Protoryx capricornis* TEKKAYA boynuzunun morfolojik özellikleri diğer *Protoryx* türlerinden farklılık göstermektedir. Bu tür Anadolu da dahil olmak üzere Asya-Avrupa cins ve tür birliğinin zenginleşmesine katkıda bulunmaktadır.

DEĞİNİLEN BELGELER

1. ANDREE, J. 1926, Neue Cavicornier aus dem Pliosen von Samos, Palaeontographica, Stuttgart, 67, 135-175.
2. BOHLIN, B., 1935, Cavicornier der Hipparion-fauna Nord Chinas, Pal. Sinica Ser. C, 9, 4, Pekin.
3. MAJOR, F.J. 1891, Le gisement ossifere de Mitylini, Etude Geol. Paleon. et Botanique ,94, Lausanne.
4. MECQUENEM, de R., 1924, Contribution a l'etude des fossiles de Maragha, Ann. Pal., 13, 28 Paris.
5. OZANSOY, F. 1951, Muğla Pontien memeli faunası, T.J.K., 3, 1, Ankara
6. PILGRIM, G.E.,-HOPWOOD, A.T., 1928, Catalogue of the Poniten Bovidae of Europe, Br. Mus. Nat. Hist., 30
7. SCHLOSSER, M., 1904, Die fossilen Cavicornis von Samos, Beitrage zur Palaeon. und Geol., 17, 21-118.
8. TEILHARD de CHARDIN, P.-TRASSAERT, M., 1938, Cavicornia of South Eastern Shansi, Pal. Sinica, New Series C, 6, 98, Pekin.
9. TEKKAYA, İ., 1974, The Bovidae fauna of Middle Sinap of Turkey, T.J.K. Bull, 17, 1, 173-186, Ankara



Şekil: 1 — Yer buldurur haritası



Şekil: 2 — *Protoryx capricornis* TEKKAYA'nın boynuz kaidesindeki boynuz kesiti



Resim: 1 — *Protoryx capricornis* TEKKAYA boynuzunun önden görünüşü

		Kaidede ön-arka çap.	Kaidede iç-dış çap.	Robustus Kıymeti	Uzunluk -Genişlik endisi
Protoryx carolinae Maj. n. var.		47.90	31.90	1499.27	65.34
Protoryx longiceps Pilgrim Hap wood n. var. I No.lu numune.	Sağ	48.70	31.00	1509.70	63.65
	Sol	49.95	31.60	1578.42	63.26
Protoryx longiceps Pilgrim and Hap wood n. var. 2 No.lu numune		49.25	31.40	1546.45	63.75
Protoryx longiceps Pilgrim and Hap- wood n. var. 3.No.lu Numune		56.10	38.15	2140.21	68.03
Protoryx capricornis tekkaya	Sağ	—	32.70	—	—
	Sol	52.50	—	—	—

Çizelge: 1

Protoryx türlerine ait boynuz ölçülerinin mukayesesi

	Kaldede ön orka çap	Kaldede iç - dış çap	Robustus Kıymeti	Uzunluk- Genişlik endisi
Protoryx carolinæ Maj. n. var Sinap'dan	47.80	31.30	1499.27	65.34
Protoryx carolinæ Maj. Maragha'dan Andree, 1926	57.00	37.00	2109.00	64.91
Protoryx carolinæ Maj. München'den Andree, 1926 2 numune ortalaması	65.00 63.00 - 67.00	43.50 42.00 - 45.00	2827.50	66.92
Protoryx cf. carolinæ Maj. Wien'den Andree, 1926 2 numune ortalaması	53.75 53.00 - 54.50	43.75 43.50 - 44.00	2351.56	61.39
Protoryx carolinæ Maj. Münster'den Andree, 1926 2 numune ortalaması	64.50 63.00 - 66.00	45.00 42.00 - 48.00	2902.50	69.76
Protoryx cf. carolinæ Maj. München'den Andree, 1926	63.00	54.00	3402.00	65.71
Protoryx henschell var tenuicornis n. var. Münster'den Andree, 1926	63.00	46.00	2990.00	70.76
Protoryx henschell SCHLOSSER Münster'den Andree, 1926	69.00	51.00	3019.00	66.44
Protoryx longiceps Pilgrim and Hopwood n. var. Sinap'tan 3 numune ortalaması	51.00	33.03	1693.00	64.67
Protoryx longiceps Maj. Maragha'dan Pilgrim - Hopwood, 1928	61.00	38.00	2318.00	62.29
Protoryx longiceps Maj. Samos'dan Pilgrim - Hopwood, 1928	63.00	45.00	2835.00	71.42
Protoryx longiceps Maj. Samos'dan (Lausanne No:22. Pilgrim - Hopwood, 1928	69.00	45.00	3105.00	65.21
Protoryx longiceps Maj. Maragha'dan (Br. Mus. No. M-3841) Pilgrim - Hopwood, 1928	71.00	45.00	3195.00	63.38
Protoryx carolinæ Maj. var Laticeps var. nov. Münster'den Andree, 1926 3 numune ortalaması	66.33 64.00 - 71.00	46.66 44.00 - 49.00	2255.07	68.28
Protoryx laticeps Andree Samos'dan Pilgrim - Hopwood, 1928	64.00	49.00	3136.00	76.56
Protoryx laticeps Andree Samos'dan Pilgrim - Hopwood, 1928	70.00	49.00	3436.00	70.00
Protoryx laticeps Andree Samos'dan Pilgrim - Hopwood, 1928	63.00	54.00	3402.00	65.71
Protoryx crassicornis Andree Münster'den Andree, 1926	77.00	49.00	3773.00	63.63
? Protoryx shansiensis Bohlin Çin'den Bohlin, 1935	72.00	54.00	3868.00	75.00
? Protoryx sp. Çin'den Bohlin, 1935	73.00	57.00	4161.00	78.00
? Protoryx planifrons Bohlin Çin'den Bohlin, 1935	86.00	71.00	6108.00	82.55
Protoryx copricornis tekayd Sinap'dan	100 52.50	32.70 —	— —	— —

Çizelge:2

ENEZ CAM BULUNTULARININ TAHRİBATSIZ MUAYENE METODLARIYLA İNCELENMESİ

Beril TUĞRUL*
Sait BAŞARAN

ÖZET

Bu çalışmada, Prof. Dr. Afif Erzen başkanlığında yapılan Enez kazısına ait bir kısım cam buluntu üzerinde çalışılarak, restorasyon konservasyon işlemi görmeden önce buluntuların değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Roma Dönemine ait olan söz konusu cam buluntuların hemen hepsi kırık veya yıpranmış durumda bulunmaktadır. Kimi eserler transparant, kimileri ise opakdır. Fazla olarak, kimilerinin üzerinde patina tabakaları ile süsleme, yaldız ve boya tabakası olduğu düşünülen bölgeler bulunmaktadır. Çalışmada, X ışını Radyografi tekniği ve mikroskopik incelemeler geniş ölçüde uygulanmıştır. Ayrıca, morötesi (ultraviolet) ışınlarla da çalışılarak cam buluntular üzerindeki bilgiler derinleştirilmeye çalışılmıştır. Son olarak, nötron aktivasyon analizi ile cam buluntuların analizine gidilmiştir. İ.T.Ü. TRIGA Mark-II Araştırma ve Eğitim Reaktörü'ndeki ışınlamayı takiben çokkanallı analizörle yapılan incelemeler sonunda, buluntularda çeşitli elementlerin varlığı tesbit edilmiştir. Bu çalışmayla, hepsi Enez buluntusu olan cam eserler, Tahribatsız Muayene Metodlarıyla incelenmiş ve değerlendirmeler bilimsel verilerle yapılabilmektedir.

Investigations of Enez Glass Artefacts By The Non-Destructive Testing Methods

In this study, it is aimed to evaluation of some glass artefacts which were found by Prof. Dr. Afif Erzen's team from Enez excavation site, before

(*) Doç. Dr. Beril TUĞRUL, İstanbul Teknik Üniversitesi, Nükleer Enerji Enstitüsü Müdür Yardımcısı, Ayazağa Kampüsü - 80626 Maslak /İSTANBUL.
Sait BAŞARAN, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi

the restoration and conservation procedures. All the artefacts that are belong to Roman age, are broken or worn out. Some of them are transparent and the others opaque. Moreover, some glasses have patinas, ornaments or painting layers on them. In here, X-ray radiography technique and microscopic inspections have been applied on all over the artefacts. The knowledge on the glasses have been supporting by the ultraviolet radiography. Lastly, the analysis of the glasses have been observed by the neutron activation analysis. Various elements could be determined after the irradiation of the samples in the ITU TRIGA Mark-II Research and Training Reactor. With this study, Enez glass artefacts could be investigated by the non-destructive testing methods.

Giriş

Bu çalışma, çoğu kırık ve yıpranmış durumda bulunan bir kısım cam buluntu üzerinde Tahribatsız Muayene Metotlarıyla gerçekleştirilmiştir. Cam buluntuların hepsi, Prof. Dr. Afif Erzen başkanlığında yapılan Enez kazısına ait buluntulardır.

Roma Dönemi'ne ait bu buluntular, çok çeşitli cam eşyanın parçalarıdır. Kimi cam buluntular transperant, kimileri ise renkli veya opak cam niteliğindedir. Bazılarının üzerinde ise patina tabakaları ile süsleme, yıldız ve boya tabakası olduğu düşünülen bölgeler bulunmaktadır.

Kullanılan Yöntemler

Cam parçaların nitelikleri ve özelliklerine ilişkin optik-görsel teknikle gözlenenlere ilâveten ileri bilgilerin elde edilebilmesi için çeşitli ve farklı yöntemlerle çalışılması yoluna gidilmiştir.

İncelememizde ilk uygulanan yöntem X-ışını radyografi tekniğidir. Bilindiği üzere, bu teknik; X-ışınları ile malzeme içi yapısına ilişkin görüntü alma tekniğidir^{1,2,3}.

X-ışınları, elektromagnetik radyasyon ailesine mensup olup, malzemeye nüfuz etme özelliği "hayli" yüksek ışınlardır. Bu nedenle, örneğin; 5 cm ye kadar çeliklerin radyografilerinin alınmasında başarıyla uygulanmaktadır.

Öte yandan cam, çeliğe oranla "hayli" az yoğun malzemedir ve bu nedenle de X-ışınları için uygulamanın alt sınırında yer almaktadır. Ancak opak veya renkli camların içindeki opaklaştırıcı veya renklendirici malzemelerin varlığı bu tip camları X-ışınları ile incelemeye daha elverişli hale getirmektedir. Bir başka deyişle, cama katılan metal oksit gibi malzemeler bu tip par-

çaları, X-ışını radyografisinin uygulama sınırları içine sokmaktadır^{4,5}. Böylelikle, X-ışını radyografi tekniği ile cidar kalınlığı ve önemli malzeme hataları ile imalat hataları hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir. Bunun için de X-ışını radyografi tekniği uygulanırken, tekniğin "kalite faktörü" ile "kantite faktörü"nün dikkatle seçilmesi gerekmektedir⁴. Bu çalışmada, X-ışını kaynağı olarak endüstriyel tipte bir X-ışını cihazı kullanılmıştır.

X-ışınlarının camlar için genelde "hayli" yüksek giricilikte olmaları nedeniyle, bu çalışmada, daha farklı bir teknikle çalışılma yoluna gidilmiştir. Bu da yeni bir teknik olan ultraviolet (UV) radyografisidir.

Bilindiği üzere, UV ışınlar da elektromagnetik radyasyon ailesine mensup ışınlar olup, görünür ışık bölgesi ile X-ışınları bölgesi arasında yer almaktadırlar³. Bu ışınların rijit malzemelere nüfuziyeti hayli" az olmakla birlikte uygun şartlarda cam gibi malzemelere nüfuziyeti söz konusudur. İşte bu özellikten yararlanılarak UV radyografisi ile camlar hakkında daha ileri ve tamamlayıcı bilgiler edinilebilmektedir.

UV radyografisinin uygulanmasında 10 W'lık bir ultraviolet lamba ile nokta kaynak tipinde ışık kaynağı elde etmek için gerekli ilgili düzenden yararlanılmıştır.

Bunlardan ayrı olarak, camların incelenmesinde mikroskopi tekniğinden de yararlanılmıştır. Bu teknikle daha çok X ışını ve UV radyografisinde iyi netice alınamayan camlarda, enteresan yapı özelliklerine sahip ve / veya sahip olabileceği düşünülen yerler üzerinde çalışılmıştır.

Mikroskopik incelemeler için iki farklı mikroskoptan yararlanılmıştır. Bunlardan biri binocular tipte, diğeri ise farklı büyütme oranlarıyla çalışılabilen bir mikroskoptur.

Son olarak nitelik olarak malzeme incelemesi yapmak üzere Nötron Aktivasyon Analizi yapılmıştır. Nötron Aktivasyon analizi İTÜ TRIGA Mark-II Araştırma ve Eğitim Reaktörün'de yapılan ışınlamayı takiben gama spektrumlarının alınmasıyla gerçekleşmiştir.

Yapılan İncelemeler

Enz camları üzerinde, yukarıda tanıtılan yöntemlerle çok çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Burada hepsini vermek zaman kısıtlaması nedeniyle mümkün görülmektedir. Ancak, ilginç ve yapılan çalışmalara tipik örnek oluşturacak olanlar verilmeye çalışacaktır.

İlk olarak, açık yeşil renkli bir cam parçası üzerinde çalışılmıştır. Bu camın üzerine öncelikle X-ışını radyografi tekniği uygulanmıştır. Resim:

1'de bu cam parçasının X-ışını radyografı görülmektedir. Radyograf incelendiğinde kenarlarda iki önemli çatlak ile cam içinde kimi (koyu benekler) gözenekler görülmektedir.

Aynı parça üzerinde UV radyografisi ile de çalışılmıştır. Resim: 2'deki UV radyografındaki cama ilişkin arızalar "hayli" detaylı olarak görülmektedir. X-ışını tekniği ile önemli olan gözeneklerin tesbit edilmesine karşın burada gözenekler daha yoğun ve belirgin olarak tesbit edilebilmektedir.

X-ışını radyografıları ile UV radyografıları arasında "önemli" bir görüntü farklılığı mevcuttur. Bu da keskin kenar veya bombelenme durumlarında UV ışınların cama nüfuziyet yerine yansması söz konusu olduğundan görüntü kontrastında farklılıklar olmaktadır. Bu nedenle camın kırık kenarları ile çatlaklar X-ışını radyografında göre farklı görüntü vermişlerdir. Fazla olarak, camın optik-görsel olarak da gözlenen bombeliğine ilişkin bilgi; X-ışını radyografında yok, ancak UV radyografında vardır. Buna karşın, X-ışını radyografında görülen üst kenardaki çatlak UV radyografında görülmemekte ve aynı yerdeki cam kalınlığındaki farklılığın yarattığı yansma bölgesi içinde kalmaktadır. Böylelikle UV ile X ışını radyografi teknikleriyle birbirini tamamlar mahiyette bilgi edinilmiş olmaktadır.

UV radyografında özellikle parçanın alt yarısında görülen kontrast farklılıkları aynı zamanda cam hamurunun inhomojenitesini de göstermektedir. Bu açıdan camın yüksek kaliteli olduğu söylenemez.

İkinci olarak sarımsı yeşil, ortası delik cam bir düğme görünümündeki bir eser üzerinde çalışılmıştır. Bu cam düğmenin Resim: 3'de X-ışını radyografı görülmektedir. Delik çevresinde cüruf izinden başka önemli bir hata farkedilmemektedir.

Öte yandan aynı cam düğmenin Resim: 4'de görülen UV radyografı incelendiğinde haleli bir görüntü görülmektedir. Bu görüntü cam düğmenin imalat tekniği hakkında fikir vermektedir. Ayrıca, bu radyograftan, X-ışını radyografında görülenden farklı bazı arızalar da farkedilebilmektedir.

Bir başka örnek ise lacivert bir şişe ağzı ile kulpudur. Söz konusu bu parçaların Resim: 5'de X-ışını radyografı görülmektedir. Radyograftan cidar kalınlığı tayini yapılabildiği gibi simetri kontrolü de yapılabilmektedir. Lacivert şişe cidar kalınlığı radyograf üzerinden yapılan ölçüme göre 1 mm dir ve cidar kalınlıkları şişenin tüm boyun bölgesinde hemen aynıdır. Öte yandan yine radyograftan şişe boynunda simetrisinin tam olarak sağlanamadığı görülmektedir. Kulpta ise hafif gerilim çatlağı izleri gözlenmektedir.

Aynı lacivert cam şişe parçalarının UV radyografı ise Resim: 6'da görülmektedir. Burada, konkav parçalardaki yansınalar nedeniyle oluşan yarı

gölge nedeniyle cidar kalınlığı tayini yapılamamakta ancak gerilim izleri daha net olarak görülebilmektedir. Kimi arızaları da görülmektedir.

Öte yandan radyografi tekniği ile net görüntü elde edilemeyen kulplu küçük bir cam buluntu için mikroskopi tekniği uygulanmıştır. Buluntu, lacivert cam üzerine beyaz bezemelere sahiptir. Resim: 7'de bu buluntunun farklı bölgelerine ilişkin mikroskopik görüntüler görülmektedir. Bu görüntüler binoküler mikroskopla elde edilmiştir. Bezemenin sivrileşen bölgesine ilişkin farklı büyütmelelere ilişkin görüntüler ise Resim: 8 de görülmektedir. Bu görüntüler ise esas itibarıyla farklı büyütme oranlarına sahip bir mikroskopla gerçekleştirilmiştir. Bu durumda binoküler mikroskopla birlikte 20x, 28x, 40x ve 60x büyütme oranlarıyla 4 farklı büyütme oranı için incelemeler yapılabilmektedir. Bu parça üzerinde gerçekleştirilen mikroskopik çalışmalar sonunda buluntunun esasını oluşturan cam ile bezemenin çok farklı yapıda olduğu ve bezemenin soğuk cama sıcak apliance şeklinde yapıldığı söylenebilir.

Bir başka mikroskopik çalışma ise yer yer parlak görünümlü bir şişe dibi parçası üzerinde yapılmıştır. İncelemeler sonucunda, yapının ("bir miktar" doğrudan görsel olarak da farkedildiği üzere) "hayli" yapı değişikliklerine sahip olduğu ve kimi imalat hatası olarak nitelenebilecek arızaların bulunduğu söylenebilir. Bu çalışmaya ilişkin mikroskopik görüntüler ise Resim: 9'da verilmiştir.

Son olarak parçaların patina ve / veya bezeme katmanlarının nitel analizi nötron aktivasyon analizi ile yapılmıştır. Işınlama İTÜ TRIGA Mark-II Eğitim ve Araştırma Reaktörü'nde tam güçte (250 KW) çalışırken gerçekleştirilmiştir. Işınlama için tavşan sisteminden yararlanılmıştır.

Çeşitli parçalardan alınan kırıntıların nötron aktivasyon analizi ile elde edilen gama spektrumları değerlendirilerek; gümüş, civa, kalay, sodyum, çinko, mangan, bakır, baryum ve potasyum olduğu tespit edilmiştir. Civa ve gümüş daha çok yıldız elemanı olarak kullanıldıklarından bu kırıntı parçaların sadece patina değil, bezeme ve yıldız kırıntısı olduğu görüşüne varılmıştır.

Bunlardan ayrı olarak daha önce X ve UV teknikleriyle boyun ve kulp bölgesi üzerinde çalışılan lacivert şişe parçası Nötron Aktivasyon Analizi ile incelenmiş ve nitel olarak içinde kobalt bulunduğu tesbit edilmiştir. Bir başka deyişle, şişeye mavi rengi veren element kobalttır.

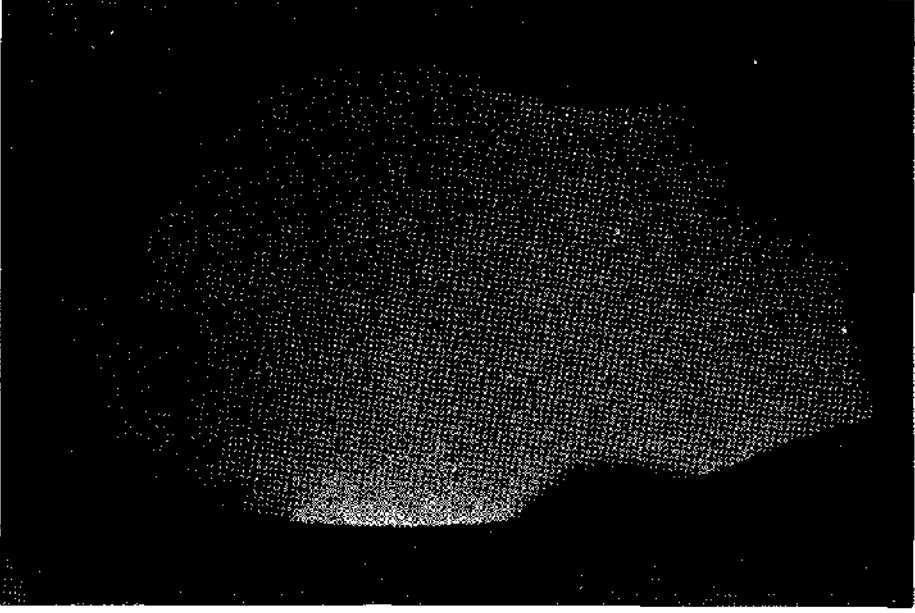
Sonuç

Bu çalışmada hepsi Enez buluntusu olan Roma Dönemi'ne ait cam parçalar çeşitli tekniklerle incelenmiştir. Tümü tahribatsız olan bu yöntemlerle yapılan çalışmalar restorasyon öncesi bir ön çalışma niteliğindedir.

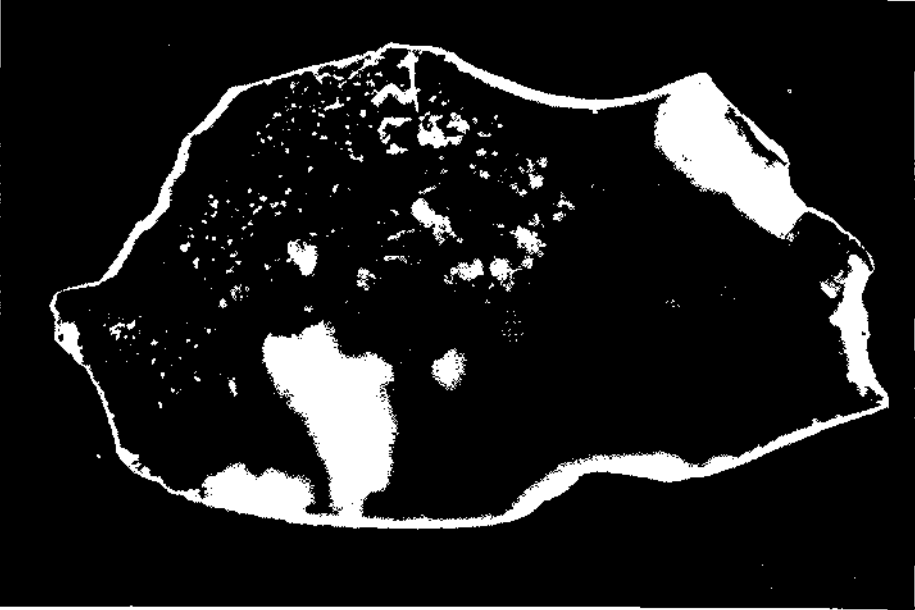
Yapılan çalışmalarla cam hamuru niteliği ve arızalarına ilişkin bilgi edinilmiştir. Fazla olarak imalat tekniği hakkında da fikir sahibi de olunulabilmiştir. Ayrıca, nitel analize yönelik çalışmalar da gerçekleştirilmiştir. Böylelikle, söz konusu cam buluntular üzerinde farklı açılardan bilgi sahibi olunabilmektedir.

REFERANSLAR

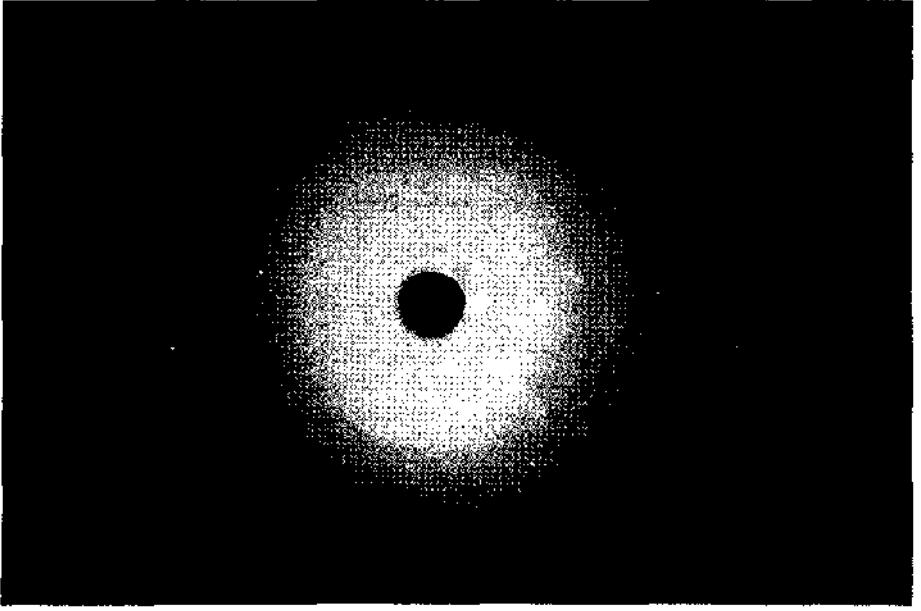
1. HALMSHAW, R. "Industrial Radiology Techniques", The Wykeham Technological Series, Wykeham Publications, London, 1971.
2. MİX, P.E., "Introduction To Nondestructive Testing" John Wiley and Sons, New York, ISBN 0-471-83126-3, 1987.
3. BİLGE, A.N., TUĞRUL, B., "Endüstriyel Radyografinin Esasları", İstanbul Teknik Üniversitesi Nükleer Enerji Enstitüsü, Genel Yayın, No: 20, İstanbul 1990.
4. TUĞRUL, B., ATİK, Ş., "Evaluation of Ancient Opaque Glasses By X-Ray Radiography. Science and Archaeology Conference, Glasgow-İSKOÇYA (24-26 Eylül 1987). Proceeding, BAR British Series 196, ISBN 0 86054 581 4 1988, s: 145-152.
5. TUĞRUL, B., ATİK, Ş. "Bazı Antik Anadolu Opak Cam Eserlerinin X-ışını Radyografi Tekniği ile Değerlendirilmesi", I. Uluslararası Anadolu Cam Sanatı Sempozyumu, 26-27 Nisan 1988, Bildiri Kitabı, s: 37-39, 109-110.



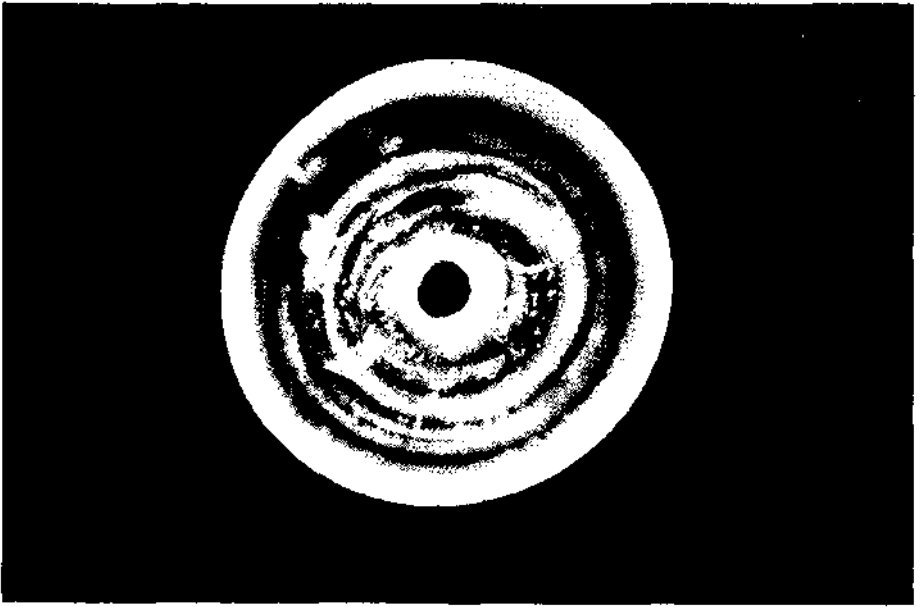
Resim: 1 — Açık Yeşil Cam Parçasının X Işını Radyografı



Resim: 2 — Açık Yeşil Cam Parçasının UV Işını Radyografı



Resim: 3 — Cam Düğmenin X Işını Radyografı



Resim: 4 — Cam Düğmenin UV Işını Radyografı



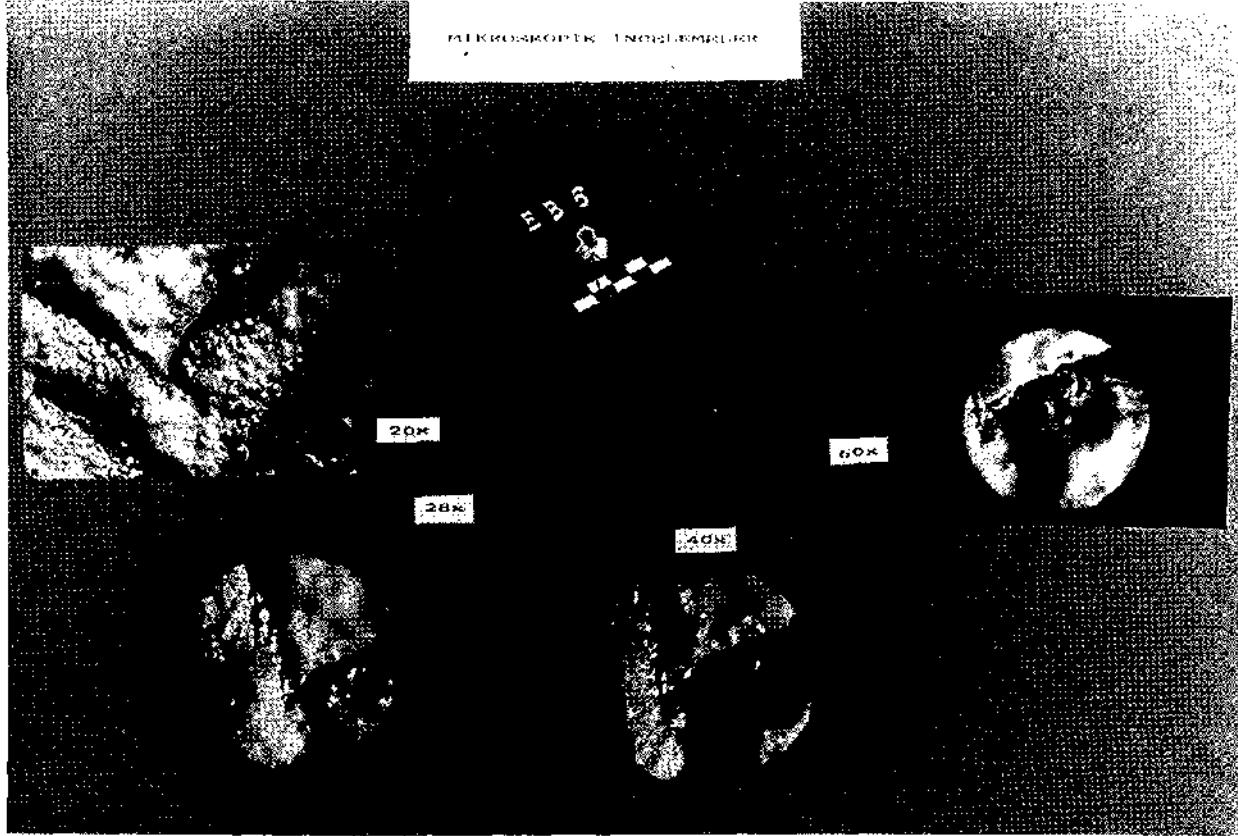
Resim: 5 — Lacivert Şişe ve Kulpunun X Işını
Radyografı



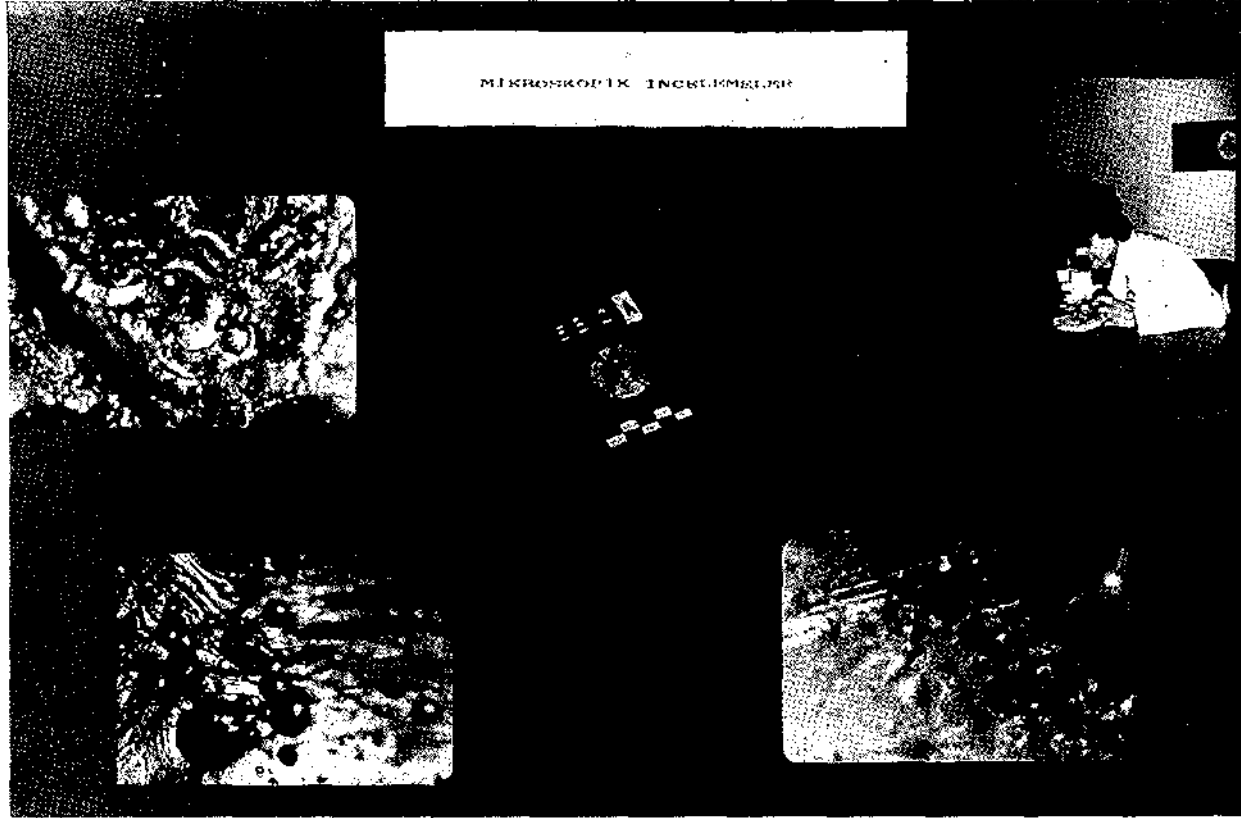
Resim: 6 — Lacivert Şişe ve Kulpunun UV Işını
Radyografı



Resim: 7 - Küçük Kulp Parçasının Farklı Bölgelerinin Mikroskopik Görüntüleri



Resim: 8 — Küçük Kulp Parçasının Farklı Büyütlme Oranları İle Mikroskopik Görüntüleri



Resim: 9 — Şişe Dibi Parçasının Farklı Bölgelerinin Mikroskopik Görüntüleri

TÜRKİYE MADENCİLİK TARİHİNE AİT KOYULHISAR- KURŞUNLU KÖYÜ YÖRESİNDEKİ BULUNTULAR

Ergun KAPTAN*

Giriş

Türkiye madencilik tarihi kapsamına giren araştırmalar 1985 yılında öncelikle kalay içerikli çinko-kurşun cevherleşmesinin saptanmış olduğu Bolkardağ Sulucadere mevkiinde yapılmış ve ikinci aşaması Sivas-Koyulhisar, Kurşunlu köyü yöresinde tamamlanmıştır. Araştırmalar, MTA Tabiat Tarihi Müzesi ve Boğaziçi Üniversitesi Tarih-Kımya Bölümleri ile Tübitak Arkeometri Ünitesi'nin işbirliğiyle gerçekleşti. Koyulhisar ilçesi Kurşunlu köyü yöresindeki çalışmalara ait materyallerin laboratuvar analizlerinin gecikmiş olması, yapılması gerekli ve sonuca ulaşacak irdelemelerin 1988-1989 yılları içinde yapılmasına neden olmuştur.

Kurşunlu (Muradın) köyü yöresinin günümüzde bilinen madencilik etkinlikleri I. cihan savaşı öncesine aittir. Üretilen cevherlerin Giresun'a ulaştırılıp deniz yoluyla Marsilya'ya gönderilmiş olduğu bilinmektedir. Ancak I. cihan savaşının başlamasıyla dışsatım ve dolayısıyla üretim durmuştur (Stchepinsky, 1945). Koyulhisar-Ortakent (Sisorta), Kurşunlu köyü yöresinde yer bilimciler tarafından yapılan bilimsel araştırmalar 1940 yılından 1978 yıllarına değin devam etmiştir (Stchepinsky, 1945., Kaaden, 1962., Özgüneylioğlu ve Okabe, 1981).

Yöreye ait ilk antik buluntularla ilgili bilgiler, Maden çamı mevkiinde yapılmış olan maden aramaları sırasında açılan yarmalarla saptanan antik maden galerisi içindeki madenci araç ve gereçlerine aittir. Menka madencilik şirketinin 1974 yılında yeni maden yataklarını bulma çalışmaları sırasında saptanmıştır. Sözü edilen antik yeraltı maden işletmesinin kuyu görünümünde düşey bir girişi ve 7-8 metrelik eğimli bir galeriden oluştuğu belirtilmektedir. Bu antik yeraltı maden işletmesinde yapılmış olan temizlik çalış-

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

maları sırasında bir ağaç kütüğünden oyularak-yontularak yapılmış madenci küreği, cevher taşıma teknesi ve boyutları küçük muhtemelen bir el arabası tekerleği ile madenci merdivenine ait kırık bir parça bulunmuştur. Madencilik tarihine yönelik araştırmalar bu tarihlerde yapılmadığı için anılan antik madenci araç ve gereçleri korunamamış ve yok olmuştur. Gözlemlerimize göre, anlatımı yapılan eski yeraltı maden işletmesinin tekrar doldurulmuş olduğu saptanmış ve eski işletmenin temizlenmesi sırasında etrafa saçılan cevher parçaları ile bazı işlenmiş ağaç kalıntılarının -pasaların arasında olduğu belirlenmiştir.

Eski dönemlerin madencilik etkinliklerine ait ve günümüzde var olan kalıntılar, MTA Enstitüsü'nün 1977-1978 yıllarında Koyulhisar-Ortakent bucağı Kurşunlu köyü yöresinde, Menka madencilik şirketi adına rezervi artırmak amacı ile yapılan çalışmalar sırasında Çamlık tepe mevkiinde saptanmıştır. Yörede eski metalurjiyi kapsayan kalıntılara da rastlandığı vurgulanmıştır (Özgüneylioğlu ve Okabe, 1981). Araştırmalarımız süresince sadece Çamlık tepe antik yeraltı maden işletmelerinde değil, eski dönemlere ait cüruf depolarında da incelemeler yapılmıştır. Özellikle Ortakent'in güneydoğusunda 1830 m kotundaki Üsküf tepenin güney yamacında doğal nedenlerle dağılmış birbirinden farklı yapıda olan cürufların son derece ilginç görünümünde oldukları belirlenmiştir. Cürufların bir kısmı camsı, yarı camsı, diğerleri ise mat siyah renkli olup gözeneksiz ağır ve gözenekli hafif cüruflardır. Kırıldıkları zaman içlerinden 1-0.5 cm tane boyunda odun kömürü parçacıkları elde edilmiştir. Kırılan cürufların içinden toplanan odun kömürlerinin C-14 analizleri 1986 yılından bu güne değin tamamlanmamıştır. Cürufların farklı yapıda olması belirli bir dönem içinde ve fakat zaman zaman ara verilerek yapılmış bir ergitmenin kalıntıları olduğunu kanıtlar. Analiz sonuçlarının tamamlanması, Üsküf tepe cürufları ile ergitme fırınına ait kalıntıların yeniden irdelenme olanağını sağlayacaktır. Ayrıca Üsküf tepe ile Eski Köy'ün yaklaşık 400 m batısında giriş kısmı göçük yamaç galerileri saptanmıştır.

Kurşunlu Köy Yöresindeki Buluntular

Kurşunlu (Muradın) köy, Sivas iline bağlı Koyulhisar ilçesinin yaklaşık 65 km kuzeydoğusundadır (Şekil: 1). Kurşunlu köyünün kuşuçuğu 350-400 m güneydoğusunda Çamlık tepe mevkiinde 1977 yılında kurşun-çinko rezervini artırmak amacı ile yapılan maden aramaları sırasında iki adet antik maden galerisi saptanmıştır (Şekil: 2). Araştırmalarımız süresince antik galeri I ve antik galeri II olarak belirlenen bu yeraltı maden işletmeleri, Atölen tepenin yaklaşık 800 m güneybatısındadır (Şekil: 2). Sözü edilen yeraltı

maden işletmelerinde eski madencilere ait iki adet madenci merdiveni bulunmuştur. İki ayrı döneme ait olan bu madenci merdivenleri, yapım tekniği ve kullanım amacı bakımından Türkiye madencilik tarihi için önemli sayılan buluntulardır.

Antik Galeri I

Yamaç galerisi olup 1786.97 m kotundadır (Resim: 1). Bulunduğu tarihte galeri girişinin 50-70 cm boyutlarında olduğu ve galeri içinde günümüz madencilerinin güçlükle hareket edebildiği belirtilmiştir. Galeri girişinden yaklaşık 30 m sonra daha alt seviyedeki bir galeriye bağlanan kör koyu görünümünde bir geçiş yolunun, göçük sonunda çöküntü dolgusu ile dolmuş olduğu saptanmıştır. Bu göçük dolgusunun üstünde bir adet madenci merdiveni ele geçmiştir (Resim: 2). Antik madenci merdiveni büyük bir olasılıkla sözü edilen dolgunun eski madenciler tarafından temizlenmesi sırasında kullanılmıştır.

Günümüzde antik galeri I, yeniden işletilmek için temizlenerek, genişletilip ağaç tahkimatlarla takviye edilmiştir (Resim: 1). Bu nedenle ilk bulunduğu zamanki bütün özelliklerini kaybetmiştir. Kurşun-çinko üretimi için işletilip 68 m ilerlenmiş ve daha sonra üretimin yetersizliğinden 1984 yılında işletmeye son verilmiştir.

Antik Madenci Merdiveni I

Buluntu yeri : Antik galeri I'in 30. metresi (Resim: 2).

Devri : M.Ö. 948 $\pm$ 56 (Kış, 1984) C-14 yöntemi ile saptanan düzeltilmiş takvim yaşı.

İsmi : Antik madenci merdiveni (Resim: 3).

Boyutları : a) Boyu: 134 cm

b) Çapı: 16.7-9.9 cm

c) Basamak sayısı: 2

d) Basamaklar arası: 41-40 cm

e) Basamakların uzun kenarı: 15-9 cm

f) Basamakların kısa kenarı: 4-3.5 cm

Özelliği: Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ağacına ait 134 cm uzunluğunda olan direğin sadece bir yüzü yontularak merdiven basamağı şekline dönüştürülmüştür. Diğer yüzü işlenmemiş olduğu için doğal görünümündedir. Üç basamaklı yapılmıştır. Ancak çok kullanıldığı için tepe noktasına yakın olan merdiven basamağı tahrip olarak yok olmuştur. Bu nedenle günümüzde

iki basamaklı görünümündedir. Taşınabilir olup kaba bir işçiliği vardır. Boyu eksik değildir. Çok kullanılmış olduğu belirlenmiştir.

Antik Galeri II

Antik galeri I'in yaklaşık 50 m kuzeydoğusundadır (Şekil: 2). Bir yamaç galerisi olup 1790.71 m kotundadır. Saptanmış olduğu tarihte galeri girişinin göçük olduğu belirtilmiştir. Göçük açıldıktan sonra günümüzdeki görünümü almıştır (Resim: 4). Temizleme çalışmalarında bir insanın güçlüğüle hareket edebildiği bu galerinin 22 m uzunluğunda olduğu belirlenmiştir. Sözü edilen çalışmalar sırasında 20 metrede göçük kalıntıları arasında bir adet madenci merdiveni bulunmuştur. Bu antik galerinin yeniden üretim için yetersiz olduğu saptanmış ve daha fazla genişletilmemiştir. Dolayısıyla ağaç tahkimatla takviye edilmemiştir. Bu nedenle araştırmalarımız süresince, ele geçen antik madenci merdiveninin galeri içindeki işlevi saptanamamıştır. Büyük bir olasılıkla eski madencilerin alt seviyede açılacak yeni bir galeriye inmek-çıkabilmek için göçükten önce buraya getirmiş oldukları bir madenci merdiveni olmalıdır.

Antik Madenci Merdiveni II

Buluntu yeri : Antik galeri II'nin 20. metresi

Devri : M.S. 350 $\pm$ 50 (C-14 yöntemiyle saptanan düzeltilmiş takvim yaşı)

İsmi : Antik madenci merdiveni (Resim: 5)

Boyutları : a) Boyu: 154.5 cm
b) Çapı: 11.3-10 cm
c) Basamak sayısı: 5
d) Basamaklar arası: 29.5-23.5 cm
e) Basamakların uzun kenarı: 10.5-9 cm
f) Basamakların kısa kenarı: 5 cm

Özelliği: Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ağacına ait 154.5 cm boyunda olan ağaç direğin sadece bir yüzü yontularak basamak şekline getirilmiştir. Özen gösterilerek yapılmış, işçiliği güzel bir materyeldir. Kısa bir süre kullanılmış ya da kullanılmamış olmalıdır.

Benzer Örnekler

Benzer buluntulara yine Koyulhisar bölgesinde rastlanmıştır. Örneğin Eskiköy'ün (Şekil: 1) batısında küçük bir tepenin güney yamacında 1976-

1977 yıllarında bir yamaç galerisi saptanmıştır. Galeri girişinden 5-6 m sonra bir kör kuyu içinde antik madenci merdiveni bulunmuştur. Günümüzde yok olan bu beş basamaklı madenci merdiveni hakkındaki bilgilerimiz bulunduğu zaman alınan fotoğraflarından sağlanmıştır (Resim: 6). Benzer örneklerine Maden çanrı mevkiğindeki antik maden galerisi içinde rastlanmıştır.

Niğde-Ulukışla, Madenköy'ün doğusunda Bolkardağı'ndaki Selamsızlar antik maden galerisinde üç adet madenci merdiveni bulunmuştur. Yapım tekniği ve tipi aynı olmasına karşın sözü edilen antik madenci merdivenleri, galeri içerisinde düşey geçiş yollarında (kelebe) sabit olarak kullanılmışlardır (Kaptan, 1989). Bu madenci merdivenleri M.S. 8. yüzyıla aittir.

Günümüzde kullanılıp terk edilen örneklerle de tesadüf edilmiştir. Örneğin Çankırı-Kurşunlu ilçesi, Dalkoz köyünde 1940-1953 yılları arasında 2-2.50 m uzunluğundaki ağaç direklerin bir yüzü basamak haline getirilerek köy evlerinin çatılarına çıkabilmek ve ağaçlardan meyve toplamak için kullanılmıştır. Ancak kullanım amacı farklı olan bu merdivenler sonraki yıllar kullanılmamıştır¹. Günümüzden bir başka örnek de Kastamonu-Araç ilçesinin yayla evlerinde saptanmıştır. Sözü edilen merdivenlerin iki-üç adeti birleştirilerek kullanılmaktadır.

Ayrıca günümüzden bir başka örnek de yurt dışından olup Pakistan'a aittir. Chitral yöresindeki vadi içinde yer alan köy evlerinin çatılarına çıkabilmek için kullanılan merdivenler anlatımı yapılan merdiven tiplerindedirler.

Sonuç

Koyulhisar-Ortakent, Kurşunlu köyü yöresinde yer alan antik maden galerisi I ve II, kurşun cevheri üretiminde kullanılmıştır. Sözü edilen antik yeraltı maden işletmelerinin ilk üretim evresi ile son üretim evreleri, galeriler içinde ele geçen antik madenci merdivenlerinin saptanmış olduğu tarihi kapsar. Anlatımı yapılan antik galerilerin küçük olması ve göçükten sonra terk edilmesi, bunların daha sonraki çağlarda yeniden üretime açılmadığını belirtirler.

Tarihlenen antik madenci merdivenleri, yapım tekniği ve kullanım işlevi bakımından eski Anadolu yeraltı maden işletmelerinde kullanılmış kendine özgü son derece ilginç buluntulardır. Ülkemizde ilk defa bu yörede bulunmuştur. Milattan önceki devirlerde maden galerilerinde kullanılmış olan bu madenci merdiven tipi milattan sonraki dönemlerde de şekil değişikliğine

(1) Bu bilgi MTA Genel Müdürlüğü'nde görevli ve Dalkoz köyünden (Çankırı) olan Celal Mete'den alınmıştır.

uğramadan kullanılmıştır. Bu nedenle eski bir geleneğin sonraki çağlarda da devam etmiş olduğu belirlenmiştir.

Kurşunlu köyü yöresindeki antik maden galerilerinde ele geçen buluntular, bu güne değin az bulunan örnekler arasında yer alır. Bu materyaller, özellikle Sivas bölgesinde yapılacak Türkiye madencilik tarihi araştırmalarına katkı sağlayacak önemli buluntulardır.

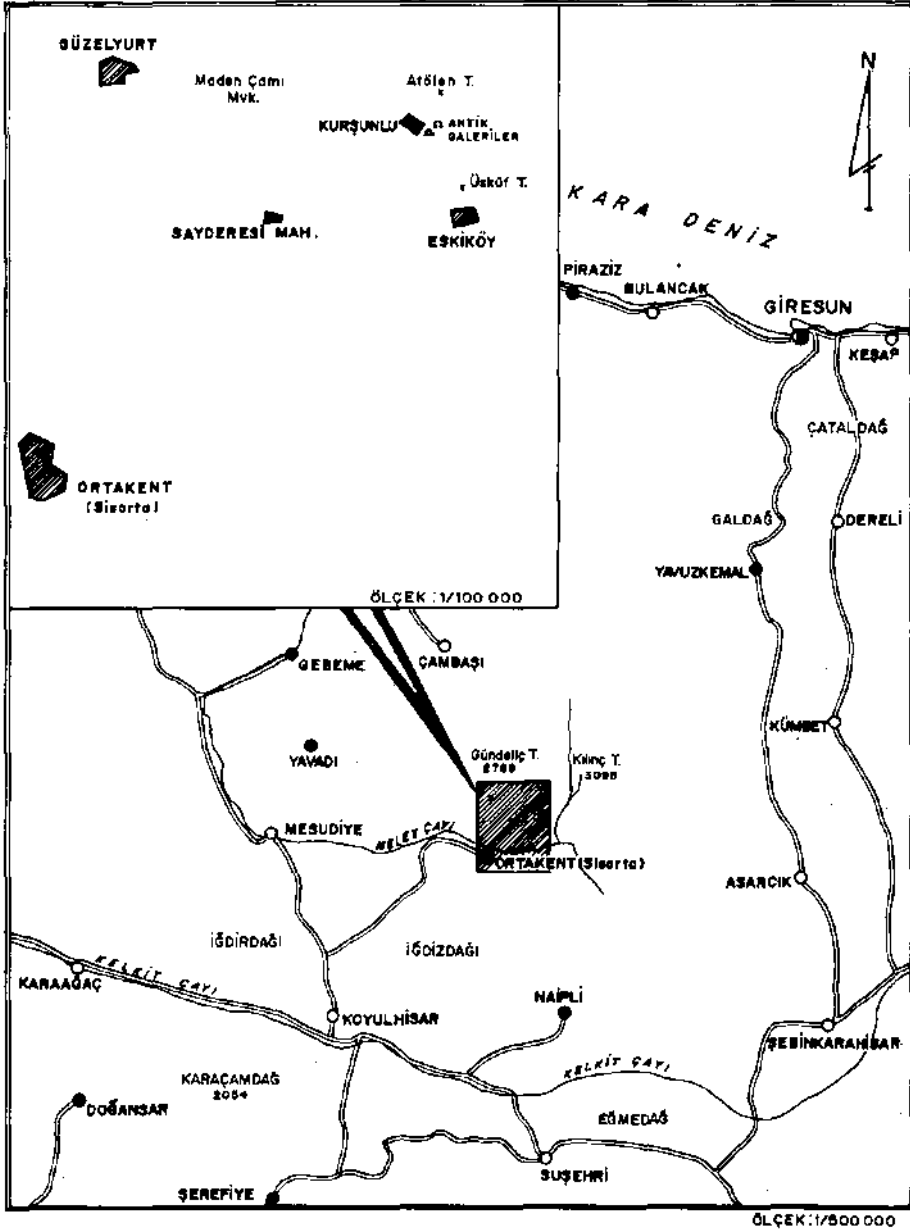
Bundan böyle çeşitli bölgelerdeki eski yeraltı madenciliğini tanıtan ve şimdilik az sayıda bulunan, işlevi birbirinden farklı antik madenci araç ve gereçleri muhtemelen yeni buluntularla eski Anadolu madenciliğinin gelişim ve değişiminin aydınlanmasını sağlamış olacaktır.

Katkı Belirtme

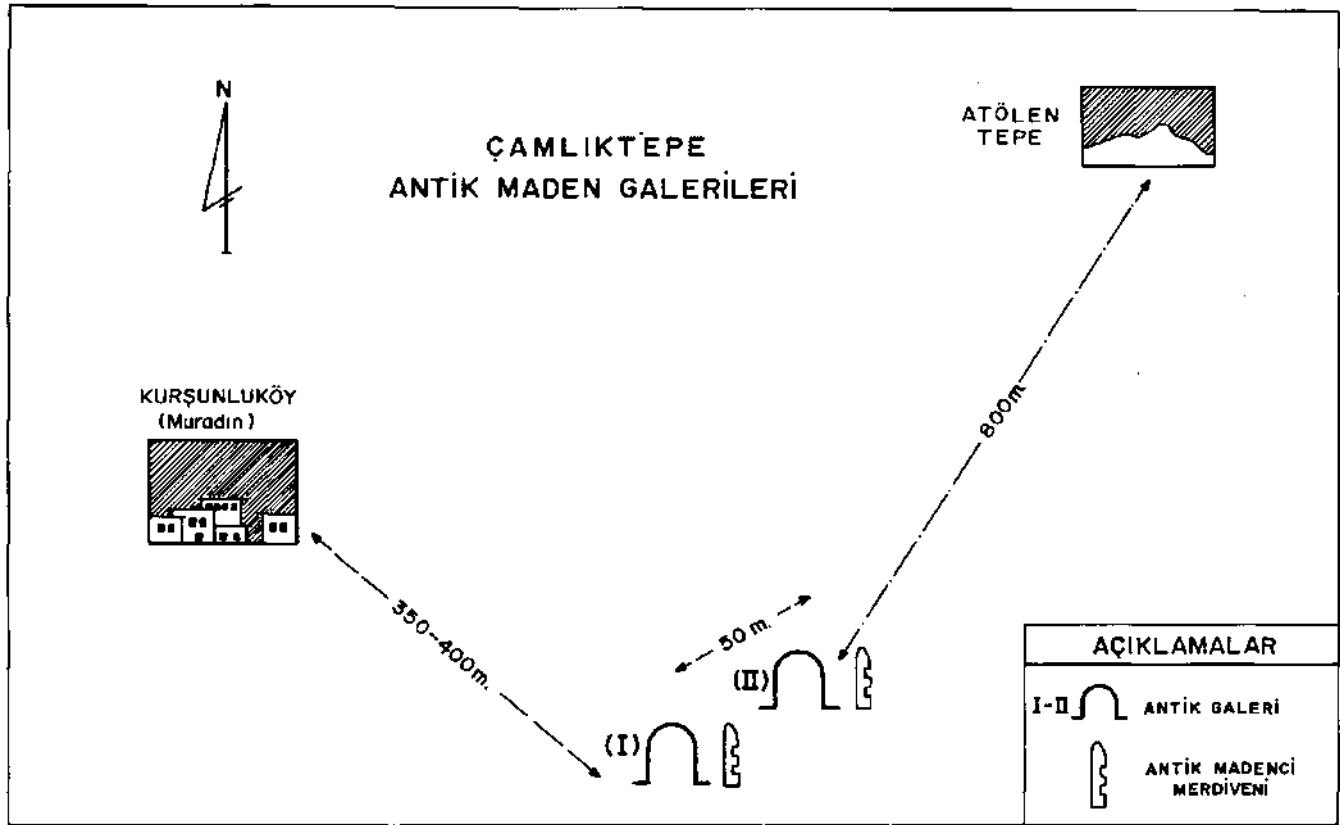
Kurşunlu köyü yöresindeki antik maden galerilerini 1977-1978 yıllarında bulan ve antik madenci merdivenlerini MTA Tabiat Tarihi Müzesi'ne armağan eden ve ayrıca adı geçen yörede 1985 yılındaki arazi çalışmalarımıza katılarak çeşitli katkılarda bulunan Jeolog Atilla Özgüneylioğlu'na, antik madenci merdivenlerinin ksilolojik incelemelerini yapan İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Botaniği'nden Prof. Dr. Burhan Aytuğ'a, yeraltı maden işletmeciliği hakkında açıklayıcı teknik bilgiler veren Maden Müh. Gültekin Güngör ve Neval Aydın'a, önceki araştırmalarımızda olduğu gibi yerbilimleri ile ilgili bilgi aktarımında bulunan Jeolog Zafer Bomba'ya, Ressam Faruk Atabek'e, çalışmalarımıza müzede desteğini esirgemeyen Dr. Ülker Özdemir'e içtenlikle teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- BARUTOĞLU, H.O., 1961, Muradın Köy Kurşunlu Çinko Yatağı. Madencilik, T.M.M.O.B. Maden Müh. Odası Dergisi, sayı: 3, s. 165-175, Ankara.
- KAADEN, G.V.d., 1962, Report on the Lead-Zinc Prospect of the Area of Muradın Mahallesi-Kanköy, MTA Enst. Rap. no 2959 (yayınlanmamış), s. 13, Ankara.
- KAPTAN, E., 1989, Türkiye Madencilik Tarihine ait Bolcardağdaki Sulucadere ve Selamsızlar Buluntuları., Tübitak-Aksay Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri I, s. 165-179, Ankara.
- KIŞ, M., GÜLER, R. 1984, Anadolu'nun Farklı Bölgelerinden Değişik Orijinli Örneklerin Radyokarbon Tarihlemesi., Tübitak-Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri IV, s. 177-182, İstanbul.
- ÖZGÜNEYLİOĞLU, A.-OKABE, K., 1981, Sivas-Koyuthisar-Sisorta-Kurşunlu Köy ve Çevresi Kurşun-Çinko-Bakır Madeni Ayrıntılı Jeoloji ve Sondaj Çalışmaları Raporu, MTA Enst. Rap. no. 7625 (yayınlanmamış) s. 38, Ankara.
- STCHEPINSKY, V., 1945, Yukarı Çelkit Çayı Havzasının Jeoloji ve Mineral Varlıkları., MTA. Enst. Rap. no. 1617 (yayınlanmamış), s. 83, Ankara.



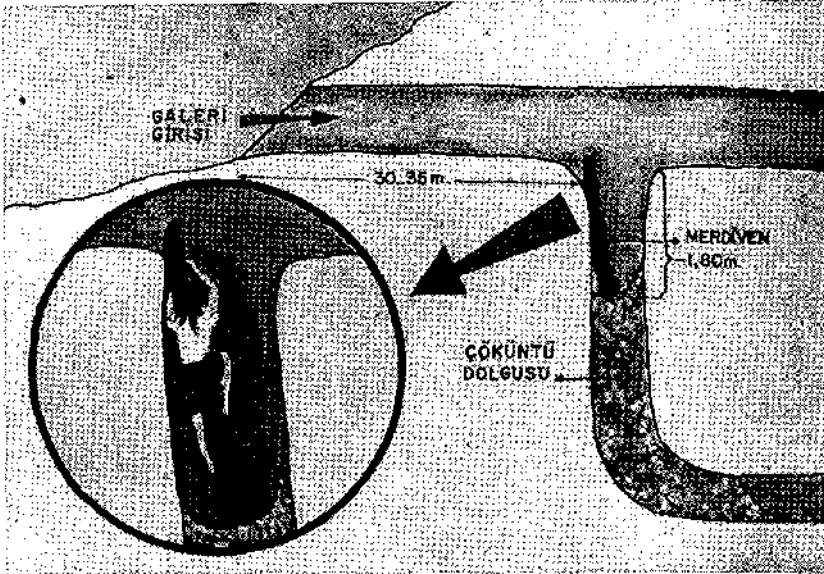
Şekil: 1 — (1:500.000'lik ölçekten küçültülmüştür)



Şekil: 2



Resim: 1



Resim: 2



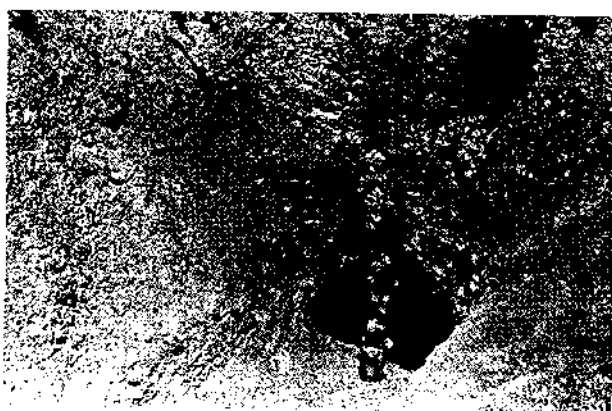
Resim: 3



Resim: 4



Resim: 5



Resim: 6

**HALIÇ VE GÜNEY BOĞAZIÇI'NDEN ALINAN MOLLUSK
KAVKILARININ ELEKTRON SPİN REZONANS (ESR)
YÖNTEMİYLE TARİHLENDİRİLMESİ(*)**

Oktay ÇETİN*
Ay Melek ÖZER
H. Yeter GÖKSU
Enver BULUR
Engin MERİÇ

Özet

Bu çalışmada, Haliç'te ve Üsküdar iskelesi açıklarında yapılan sondajlardan elde edilen mollusk kavkıları incelenerek son Akdeniz-Karadeniz bağlantısının ne zaman gerçekleşmeye başladığının araştırılması amaçlanmıştır. İncelenen mollusk kavkılarının yaşları G.Ö. 5100-7400 yılları arasında değişmekte, bu da en son Akdeniz-Karadeniz su bağlantısının İstanbul Boğazı yolu ile Pleyistosen'de gerçekleştiği fikrinin doğru olmadığını açıkça kanıtlamaktadır. Bu bağlantının ESR sonuçlarına göre çok daha genç olduğu ve Geç Kuvaterner'de gelişerek bu günkü durumuna ulaştığı anlaşılmaktadır. Fikirtepe (Kadıköy) ve Yarımburgaz (Küçükçekmece) buluntularının Holosen'de, İstanbul ve yakın çevresinde en eski insan yaşamına ait olduğu bilinmektedir. Arkeolojik araştırmalarla Fikirtepe kültürünün M.Ö. 5000 yıl, Yarımburgaz'ın ise M.Ö. 4800 yıl olduğu saptanmıştır (Özdoğan, 1985). Bu durumda günümüzden yaklaşık 7000 yıl önce İstanbul Boğazı girişi ve Haliç civarında bu çalışma ile saptanan ortamsal değişikliklerin yörede varolan insan yaşamı ile birlikte meydana geldiği anlaşılmaktadır.

- (1) Oktay ÇETİN, O.D.T.Ü., Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 06531, ANKARA
Prof. Dr. Ay Melek ÖZER, O.D.T.Ü., Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 06531, ANK.
Enver BULUR, O.D.T.Ü., Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 06531, ANKARA
H. Yeter GÖKSU, Gesellschaft für Strahlen und Umweltforschung (GSF) München,
Institut für Strahlenschutz, D-8042 Neuherberg, F.R.G.
Prof. Dr. Engin MERİÇ, İ.T.Ü., Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 80686, İSTANBUL
- (2) Bu çalışma "İstanbul Boğazı güneyi ve Haliç'in Holosen tortulları" isimli çalışmanın bir kısmıdır. Çalışma Prof. Dr. Engin Meriç'in editörlüğünde oluşturulan ve aynı adı taşıyan kitabın bir bölümüdür. Kitap basımdadır.

Giriş

Tarihlendirme yöntemlerini “radyoaktif olan” ve “radyoaktif olmayan” diye kabaca iki bölüme ayırmak mümkündür. Radyoaktif olan yöntemler yine kendi içinde iki ayrı bölümde incelenir. Bunlardan birincisi radyoaktif maddelerin miktarının zamanla azalmasına dayanan C-14 ve K / Ar gibi yöntemlerdir. İkincisi ise, radyoaktiviteden dolayı çıkan enerjinin madde içinde birikmesi olayına dayanır ki ESR bu tür tarihlendirme yöntemlerine bir örnektir. ESR yöntemi, uzun zamandır yaş tayininde kullanılagelen bu guruptaki Termoluminesans (TL) yöntemiyle aynı prensibi paylaşmaktadır. ESR yöntemi tarihlendirme tekniği olarak, ilk kez Ikeya tarafından 1975 yılında kullanılmıştır (Ikeya, 1975). Bu tarihten itibaren değişik alanlardan örnekler ESR yöntemi ile çalışılmış ve tarihlendirilmiştir. Kuvaterner döneme ait deniz kabukları, foraminiferler ve mercanlar bu örnekler arasındadır ve birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır (Ikeya ve Ohmura, 1984; Molodkov ve Hütt, 1985; Radtke ve Grün, 1988; Barabas ve ark., 1988).

Haliç ve Güney Boğaziçi civarında 17’si deniz ve 4’ü karada yapılan toplam 21 sondajdan (Şekil: 1) elde edilen çökel örneklerinin sedimentolojik ve palcontolojik çalışmalarından ortaya çıkan bulgular (Meriç E., basında) çökellere yaş verilmesi için yeterli değildir. Bu nedenle Haliç’te A7 ve Üsküdar iskelesi açıklarında ise TB-116 sondajlarından elde edilen deniz kabuklarının ESR yöntemi ile tarihlendirilmesi bu çalışmanın amacı olmuştur.

ESR Çalışmaları

Örnekler önce çeşitli sulandırılmış asitlerle temizlendi ve öğütüldü. 80-250 µm arasında kalan örnekler 20-8000 Gy arasında radyasyona tutuldu. Radyasyon işlemleri ⁶⁰Co gama kaynağı kullanılarak yapıldı. Örneklerin ESR spektrumlarının alınmasında Varian E-12 model ESR spektrometresi kullanıldı. Yıllık dozun hesaplanmasında kullanılan U, Th ve K değerleri ise GSF (Almanya)’de ölçüldü.

Tüm doğal ve radyasyona tutulmuş örneklerde gözlenen tipik ESR spektrumu Şekil: 2a’da verilmiştir. Spektrum aragonit yapısındaki deniz kabuklarının tipik bir örneğidir (Radtke ve ark., 1985). Spectrum, g-değerleri $g_1 = 2.0039$, $g_2 = 2.0032$, $g_3 = 2.0022$, $g_4 = 2.0017$, $g_5 = 2.0008$ ve $g_6 = 1.9973$ olan 6 sinyalden oluşmuştur. Tüm sinyallerin sinyal yoğunluklarının laboratuvar radyasyon dozu ile farklı oranlarda arttığı gözlenmiştir (Şekil: 2b).

Örneklerin ESR yaşları

$$\text{Age} = \frac{\text{AD(Gy)}}{(\text{PGy / yr})}$$

bağıntısı kullanılarak hesaplanır. Burada, AD örneklerin oluşumundan bugüne kadar almış oldukları radyasyon doz miktarı, P ise örneklerin içlerinde ve etraflarında bulunan U, Th ve K gibi radyoaktif elementler ve kozmik ışınlar nedeniyle örneklerin bir yılda alabilecekleri radyasyon doz miktarıdır.

Bu çalışmada AD değerleri eklemeli doz yöntemi (Aitken, 1985) kullanılarak hesaplandı. Bu yöntemde 80-250 μ m aralığındaki örnekler yapay olarak bilinen farklı dozlarda ışınlarla ışınıldı. S-metodu (Molodkov ve Hütt, 1985) kullanılarak hesaplanan ESR sinyali yoğunluklarının (Şekil: 2b) yapay doza göre grafikleri çizildiğinde elde edilen eğrilerin

$$y(x) = a(1 - \exp(b(X - AD)))$$

fonksiyonu ile tanımlandığı görüldü (Şekil: 3) ve her örneğin AD değeri bulundu. AD değerleri, U, Th ve K miktarları kullanılarak hesaplanan yıllık doz (P) değerlerine bölünerek örneklerin yaşları hesaplandı. Sonuçlar Tablo: 1'de özetlendi.

Tartışma ve Sonuç

Mollusk kavkılarının ESR yöntemi kullanılarak elde edilen yaş değerleri Haliç ve Boğaz çökelleri için günümüzden önce 7400 yıl olarak saptanmıştır. Buna göre, yaşı bilinen mollusk kavkılarının yanında yer alan diğer organizma gruplarının özellikleri bölgede ilk denizel etkinin yukarıda belirtilen zamanda başladığını ve günümüzden 5700 yıl önce de yöreye tamamen egemen olduğunu kanıtlamaktadır.

Holosen'de İstanbul ve yakın çevresinde en eski insan yaşamının Fikirtepe (G.Ö. 7000 yıl) buluntuları olduğu bilinmektedir (Özdoğan, 1985). Fikirtepe kültüründen sonra Marmara ile Karadeniz'in çekiciliğini uzun bir süre için sağlamadıkları, yüzey araştırmasında kıyı bölgelerindeki buluntu azlığı ile belli olmakta ve derin deniz dip burguları Marmara'da ekolojik dengenin G.Ö. 5. bin yıl başında sağlandığını göstermektedir (Özdoğan, 1985). Yüzey araştırmaları da G.Ö. 5. bin yıldan sonra Marmara kıyı şeridinin yoğun olarak iskân edildiğini göstermiştir.

Boğazdaki genç çökellerin incelenmesiyle, jeolojik evrimde şu gelişmenin olduğu görülmektedir; Boğazın açılmasından önce bölgede karasal bir ortam vardır. Bunu izleyen dönemde buzulların erimesi deniz seviyesinin yükselmesine bu ise günümüzden önce 12000-9500 yılları arasında Akdeniz sularının Çanakkale Boğazı'ndan giderek artan ölçüde geçmesine yol açmıştır (Stanley ve Blanpied, 1980; Özdoğan, 1985). Deniz düzleminin Çanakkale Boğazı'nı aşacak kadar yükselmesi ve Akdeniz sularının sürekli olarak boğazdan geçişi G.Ö. 9000 yıllarında mümkün olmuştur (Özdoğan, 1985).

Karadeniz'den gelen tatlı su ile tuzlu Akdeniz suyunun İstanbul civarında karışması ile bölgede önce acısu ortamı oluşmuş (G.Ö. 7400 yıl) ve denizel ortam yaklaşık olarak G.Ö. 5700 yıl önce yöreye tamamen egemen olmuştur. Bu tarihler arasında Marmara bölgesindeki arkeolojik buluntuların azlığı da bu dönemde bölgenin ekolojisinin sürekli olarak değiştiğini göstermektedir. Karadeniz sedimentleri üzerine yapılan çalışmalar, Karadeniz'de ilk denizel etkinin G.Ö. 7000 yıllarında başladığını, G.Ö. 3000 yıllarında da denizel ortamın yöreye egemen olduğunu göstermiştir (Degens ve Ross, 1974). G.Ö. 3000 yıllarından itibaren Karadeniz çevresindeki kıyı yerleşmelerinin çoğalması da Karadeniz'de bu tarihlerde ekolojik dengenin sağlandığını göstermektedir. Bu durumda G.Ö. 7400 yıllarında Haliç ve İstanbul Boğazı'nı, G.Ö. 7000 yıllarında ise Karadeniz'i etkilemeye başlayan Akdeniz sularının G.Ö. 5700 yıllarında Haliç ve İstanbul Boğazı yörelerine, G.Ö. 3000 yıllarında ise Karadeniz'e egemen olduğu anlaşılmaktadır.

Teşekkür

Marmara bölgesi jeolojisi hakkında bizleri aydınlatan A.S. Derman'a, bu çalışmada kullanılan örnekleri bizlere sağlayan Sezai Türkeş-Fevzi Akkaya şirketine (STFA) ve Demiryolu, Liman ve Hava Meydanı İnşaatı Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz. Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) ve Türkiye Turing ve Otomobil Kurumu tarafından desteklenmiştir.

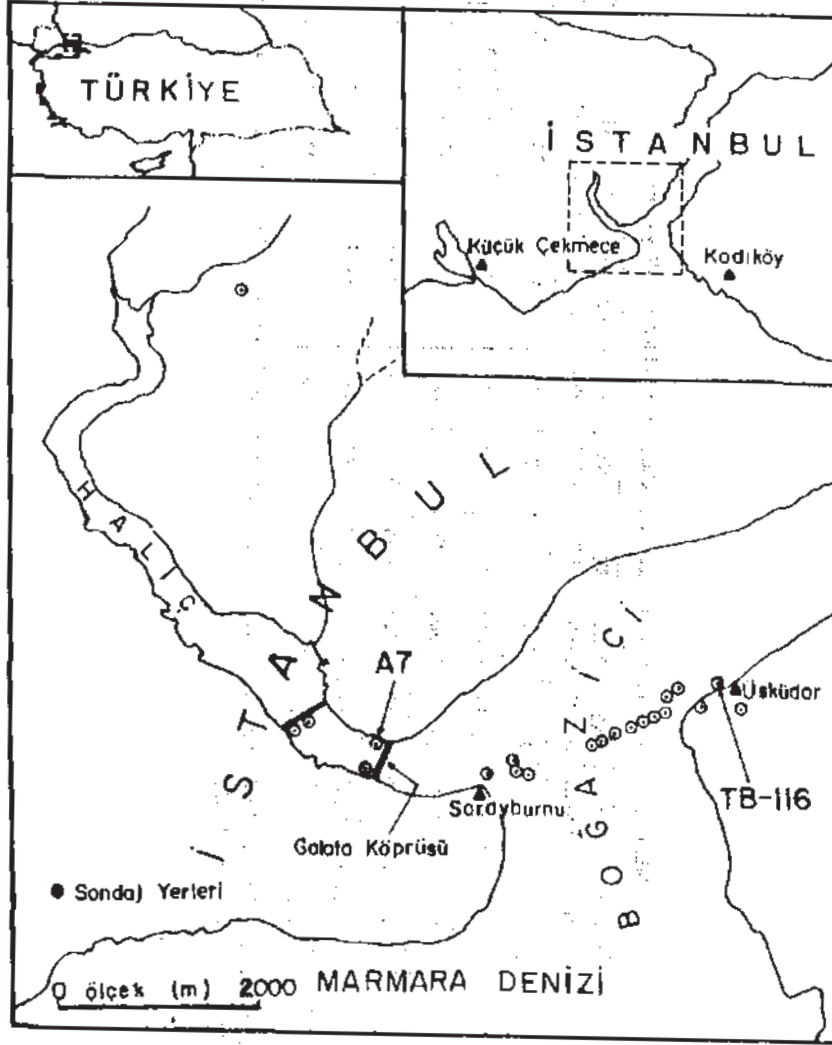
KAYNAKLAR

- AITKEN M.J. (1985) Thermoluminescence dating. Academic Press, London, pp. 359.
- BARABAS M., BACH A. ve MANGINI A. (1988) An analytical model for the growth of ESR-signals. Nucl. Tracks 14, 231-235.
- DEGENS E.T. ve ROSS D.A. (1974) in The Black-Sea-Geology, Chemistry and Biology Mem. 20 (American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, 1974).
- IKEYA M. (1975) Dating a stalactite by electron spin resonance. Nature (London) 255, 48-50.
- IKEYA M. ve OHMURA K. (1984) ESR age of Pleistocene shells measured by radiation assessment Geochem. J. 18, 11-17.
- MERİÇ, E., editör, basımda, İstanbul Boğazı güneyi ve Haliç'in Holosen (güncel) tortuları.
- MOLODKOV A. ve HÜTT G. (1985) ESR dating of subfossil shells: Some refinements. in ESR Dating and Dosimetry. (Eds. Ikeya M. ve Miki T.), 145-155, IONICS, Tokyo.
- ÖZDOĞAN, M. (1985) Marmara bölgesinde kültür tarihi ile ilgili bazı sorunlar ve bunların çözümüne jeomorfoloji araştırmalarının katkısı. 1. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, Ankara, pp. 139-142.
- RADTKE U. ve GRÜN R. (1988) ESR dating of corals. Quat. Sci. Rev. 7, 465-470.
- RADTKE U., MANGINI A. ve GRÜN R. (1985) ESR dating of fossil marine shells. Nucl. Tracks 10, 879-884.
- STANLEY D.J. ve BLANPIED C. (1980) Late Quaternary water exchange between the eastern Mediterranean and the Black Sea. Nature 285, 537-541.

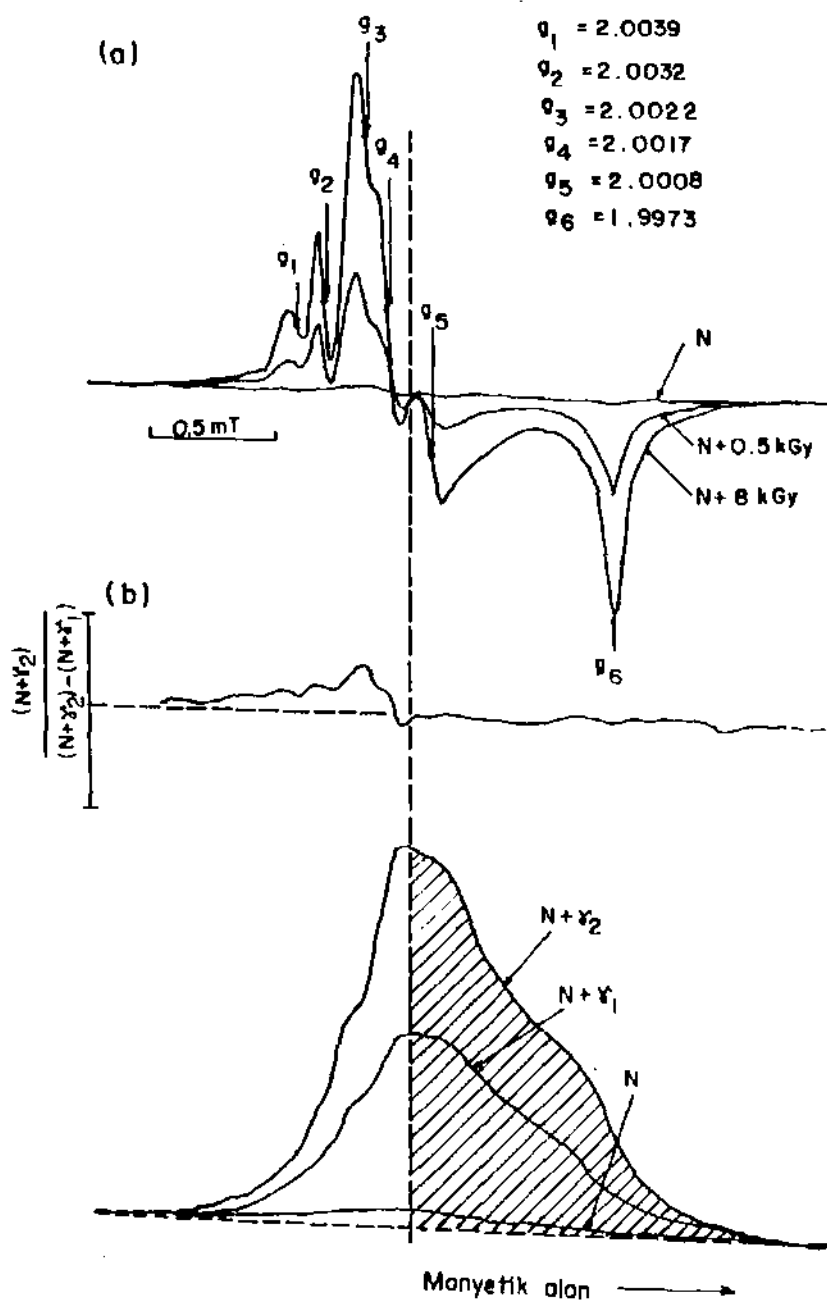
Tablo: 1 — Radyoaktif ölçümlerin sonuçları ve örneklerin ESR-yaşları.

Örnek	Derinlik (m)	U _{dış} (ppm)	T _{dış} (ppm)	K _{dış} (ppm)	U _{iç} (ppm)	T _{iç} (ppm)	K _{iç} (ppm)	Yıllık doz (P)* (mGy / ka)	AD (Gy)	Yaş (yıl)
A7-45	14.2	2.70	10.34	17280	0.80	2.72	70	4021	23 ± 7	5700 ± 1800
A7-51	20.2	2.74	12.43	15240	0.81	2.99	120	4065	25 ± 5	6100 ± 1300
A7-69	38.7	1.86	14.95	15960	1.00	3.82	110	4256	31 ± 6	7400 ± 1300
TB-116-3	17.4-16.6	2.72	12.12	16010	0.79	3.00	210	4103	25±7	6100 ± 1600
TB-116-4	15.2-14.8	2.62	10.89	16310	0.75	2.67	60	3925	20 ± 9	5100 ± 2200
TB-116-5	13.4-13.0	2.97	10.19	15120	0.80	2.46	200	3862	22 ± 7	5600 ± 1900

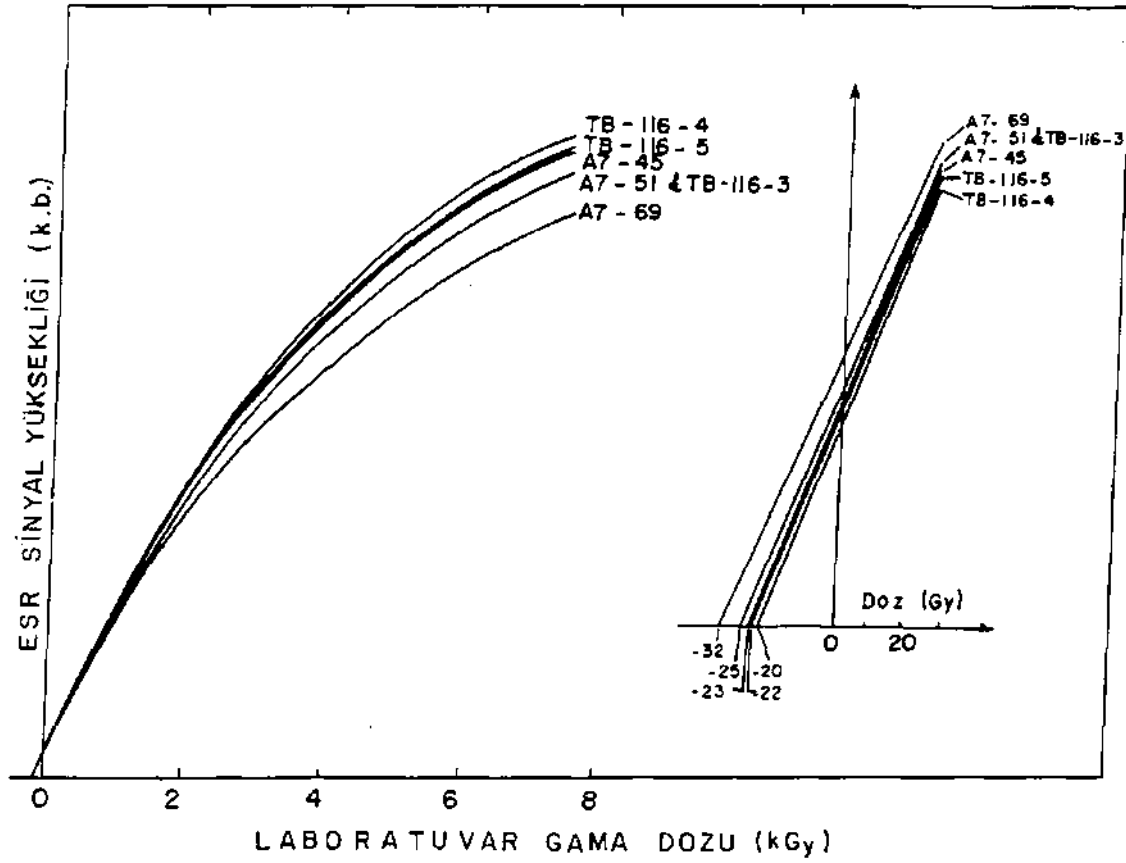
* Yıllık doz hesabında Bell Çeviri Tablosu kullanılmıştır. Kozmik ışınlar nedeniyle örneklerin bir yılda aldıkları radyasyon doz miktarı 0.15 mGy olarak kabul edilmiştir.



Şekil: 1 — Sondaj yerleri bulduru haritası.



Şekil: 2 — (a) Örneklerin karakteristik ESR spektrumları,
(b) AD hesabı



Şekil: 3 — Örneklerin ESR -sinyal yükseklikleri- Laboratuvar gama dozu grafikleri

YARIMBURGAZ MAĞARASI TRAVERTENLERİ VE DIŞ MİNELERİNDE ESR ÇALIŞMALARI

Enver BULUR*
Ay Melek ÖZER
H. Yeter GÖKSU
Oktay ÇETİN
G. ÜNAL

Özet

Yarımburgaz Mağarası'ndan alınan traverten örneklerine Elektron Spin Rezonans (ESR) yöntemi uygulandı. X-ışını kırınımı çalışmaları travertenlerin çoğunun apatit yapısında olduğunu gösterdi. Apatit örneklerinin ESR spektrumları ise $g_1=2.002\pm0.001$ ve $g_2=1.988\pm0.001$ olan (CO_3^{2-} merkezine ait) sinyaller verdi. Bu örneklerin toplam doz değerleri, eklemeli ışınlama yöntemi kullanılarak hesaplandı ve yaşlarının 42-146 ka arasında olduğu bulundu.

Aynı çalışma kapsamında mağaradan alınan dış minelerinin ESR çalışmaları da planlanmıştı, fakat sadece bir örnek için bu gerçekleştirilebildi. Bu yöndeki çalışmalar devam etmektedir.

Giriş

Mağaralar, eski zamanlara ait, kimyasal yolla oluşmuş sedimanların çalışılması için korunumlu ve kararlı ortamlar sunarlar. Son zamanlarda mağara depozitleri, özellikle kimyasal oluşumlar, hem mağara hem de yüzey yeryüzü şekillerinin iklimsel ve oluşumsal tarihlerinin çalışılması konusunda oldukça önem kazanmışlardır. Bir çok mağara ortamında evaporitler, nit-

(*) Enver BULUR, ODTÜ, Fizik Bölümü, 06531 ANKARA

Prof. Dr. Ay Melek ÖZER, ODTÜ, Fizik Bölümü, 06531, ANKARA

H. Yeter GÖKSU, Gesellschaft für strahlen und Umweltforsch 9(GSF) Ingollstradter Landstr.

1. D-8042 Neuherberg, München, ALMANYA

Oktay ÇETİN, ODTÜ, Fizik Bölümü, 06531 ANKARA

G. ÜNAL, Kenedi Cad. 113/30 Kavaklıdere/ANKARA

ratlar, ve oksitlere rastlanmasına rağmen en çok bulunan mağara depositleri karbonatlardır. Karbonatların içinde ise en iyi bilineni kalsitlerdir. Traverten, kaynak sularından organik ya da inorganik yollarla oluşmuş bir kalsit birikimidir.

Arkeolojik alanlardan alınmış travertenlerin yaş tayininin yapılması, oluşum zamanlarının floral ve faunal bilgilerini taşıması açısından da önemlidir. Literatürde travertenlerle ilgili ESR çalışması oldukça azdır. Grün ve ark. (1988), kaynak sularından birikmiş travertenlerde yapılmış ESR çalışmalarını özetlemiş ve yüksek manganez miktarı ile, asitte çözünmeyen kalsitlerin spektrumları karmaşık hale getirmesi nedeniyle, travertenlerin ESR ile yaş tayini için ideal bir malzeme olmadığını rapor etmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı mağaranın doğal formasyonu ve tabakalanmasının anlaşılması çalışmalarına katkıda bulunabilmek ümidiyle, mağaradan alınan traverten örneklerini ESR spektroskopisi yöntemiyle incelemektir. Yapılan X-ışını kırınımı çalışmaları travertenlerin apatit yapısında olduğunu, başka bir deyişle fosfatlaşmış olduklarını gösterdi. Bu şu şekilde açıklanabilir: kazı sırasında hayvanlara ait iskelet parçaları gibi bir çok organik artıklar bulunmuştur (Arsebük, 1988). Bu organik materyallerdeki fosfat suda çözünerek var olan sedimanları (kalsit travertenler) değişime uğratmış ve fosfatlaşmış travertenlerin oluşmasına yol açmış olabilirler. Apatit sedimanlara ait ESR ile yaş tayini çalışması yok denecek kadar azdır. Yijian ve ark. (1989) tarafından yapılan çalışma dış minesindeki hidroksiapatitin Grün ve Invernati (1985) tarafından ESR ile yaş tayini için uygun olduğunun gösterilmesinden sonra yapılan ilk çalışmadır. Yijian ve ark. yapay ve doğal 15 örneği incelemiş, yapay örneklerde g değerleri 2.0025 ve 1.9990 olan radyasyona duyarlı sinyaller gözlemlemişler, doğal örneklerde ise $g=2.0025$ deki sinyalin $g=2.0045$ deki daha geniş bir sinyalin üzerine binmiş olduğunu ve her iki sinyalin de radyasyona duyarlı olduğunu rapor etmişlerdir. Dış minesini içerdikleri mineral hidroksiapatitin çok iyi kristalize olmasından dolayı ESR ile yaş tayini için oldukça iyi bir malzemedir. Dış minesıyla yapılan yaş tayini çalışmaları Grün ve ark. (1987), tarafından özetlenmiştir. Bu çalışmada, traverten çalışmalarına destek olması amacıyla aynı mağaradan alınmış dış minelerinde de ESR çalışması yapılmış planlanmış,ama bu, sadece bir örnekte gerçekleştirilebilmiştir. Bu yöndeki çalışmalar devam etmektedir.

Deneysel Yöntem

ESR çalışması için mağaradan on üç traverten örneği alındı. Bazı örneklerdeki katmanlar ayrıldıktan sonra, toplam yirmi bir örnek elde edildi.

X ışını kırınımı sonuçları, örneklerin üç ana grupta toplanabileceğini gösterdi. Bunlar, içerdikleri minerallere göre quartz, kalsit ve apatit içeren gruplardı. Quartz içeren örnekler radyasyona cevap vermediklerinden ve kalsit bir çok kişi tarafından yoğun olarak çalışıldığından, bu çalışma apatit örnekler üzerinde yoğunlaştırıldı.

Bu örneklerin arasından dört tanesi rastgele seçildi. Bunlar sırasıyla YB-6, YB-8B, YB-15A, YB-20 numaralı örneklerdir. Travertenler, önce, öğütülüp 80-250 mikron arasında olan kısmı elenerek ayrıldı, daha sonra, yüzey etkilerini minimize etmek için 2 % lik hidroklorik asitle yıkandı. ESR çalışması için 150 miligramlık parçalara ayrıldıktan sonra kuvars tüplere yerleştirildi. ESR ölçümleri oda sıcaklığında X-bandında çalışan bir spektrometre ile yapıldı.

Yapay ışınlama deneyleri hızı yaklaşık 7.28 Gy / dak. olan bir ^{60}Co gama-ışını kaynağında yapıldı.

Örneklerdeki U ve Th miktarlarının ölçümü için deneysel çalışma Özer ve Ark. (1989) tarafından detaylı bir şekilde anlatılmıştır. U ve Th miktarları Tablo: 1 de gösterilmiştir. Bunlara ek olarak % 1 K miktarının varlığı düşünülerek hesaplanan doz değerlerine de aynı tabloda yer verilmiştir.

Sonuçlar ve Tartışma

Fosfatlaşmış travertenlerin ESR spektrumlarında dış minesindeki hidroksiapatitdeki Co^{2+} merkezinde tuzaklanmış elektrondan kaynaklandığı varsayılan (Cevc ve ark., 1972) ve g-değerleri $g_1=2.002\pm0.001$ ve $g_2=1.988\pm0.001$ olan sinyaller gözlemlendi. Travertenlerin ve dış minesinin ESR spektrumları Şekil: 1 de gösterilmiştir.

Toplanmış doz değerlerini bulmak için eklemeli doz yöntemi (örnekleri 0-11 kGy arasında değişik dozlarda ışınlayarak) kullanıldı. ESR sinyallerinin yeginalikleri, spektrumların bir bilgisayar programı aracılığıyla iki kez integrali alınarak hesaplandı ve her örnek için büyüme eğrileri sinyal yeginalığını gama dozuna karşı çizerek elde edildi. Bu büyüme eğrileri Şekil: 2 de verilmiştir. ESR sinyalinin dozla büyümesi aşağıda verilen doyum fonksiyonuyla ifade edilir:

$$Y(x)=Y_0[1-\exp(-c(x+ED))] \quad (1)$$

burada, Y_0 ESR sinyal yeginalığının doyum değeri, c örneğin doz duyarlılığı, ED eşdeğer doz değeri ve x de yapay ışınım dozudur. Elde edilen büyüme eğrileri, bu fonksiyona bir bilgisayar programı (Grün ve Macdonald, 1989)

aracılığıyla fit edildi ve yukarıda bahsedilen parametreler hesaplandı. Bu parametreler, toplanmış doz değerini ve yaşı hesaplamak için Barabas ve ark. (1988) önerdiği modelde kullanıldı. Toplanmış doz değeri (TD) şu şekilde ifade edilir:

$$TD = -\frac{1}{cF} \ln \left(1 - \frac{FY_N}{Y_0} \right) \quad (2)$$

burada Y_N , doğal örneğin ESR sinyal yegİnliğıdir ve F , aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$F = 1 + \frac{1}{cP\tau} \quad (3)$$

burada, P yıllık doz, τ , ise tuzaklanmış elektronların yaşam süresidir. Fosfatlaşmış travertenlerin yapısı diş minesine çok benzediğıinden (apatit yapısı) τ değeri olarak diş minesi için alınan değeri (10^7 yıl) alınmıştır (Schwarcz, 1985).

Bu model yardımıyla hesaplanan toplam doz ve yaş değeri yıllık doz değeri ile birlikte Tablo: 2 de verilmiştir.

Tablo: 2'de de görüleceğı gibi, hesaplanan yaş değeri zaman cetvelinde Pleistosen dönemine düşmektedir. Bu yaşlar, eğer travertenler fosfatlaşmışsa, fosfatlaşmasının başlangıç yaşı olarak kabul edilebilir.

Yorum

X-ışını kırınımı ve ESR çalışmaları, travertenlerin çoğunun apatit yapısında olduğunu gösterdi. Apatit örneklerin dördünde yapılan yaş tayini çalışması sonucunda, örneklerin yaşının 42-146 ka olduğu bulundu. Diş minesinde ise yıllık doz belirleme çalışmaları henüz bitmemiş olduğundan, sadece eşdeğer doz değeri hesaplandı.

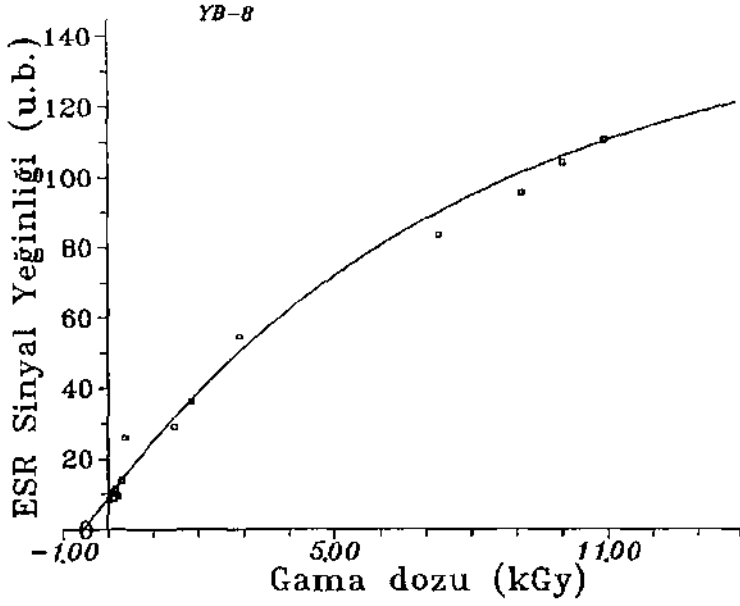
Bu çalışmada kullanılan örneklerin sayısı, mağaradaki travertenler ve diş minelerinin yaşları hakkında kesin yorumlar yapmak için yeterli değildir. Bu nedenle, çalışmanın diğeri örneklerde de tamamlanması için çalışmaları-mız devam etmektedir.

Teşekkür

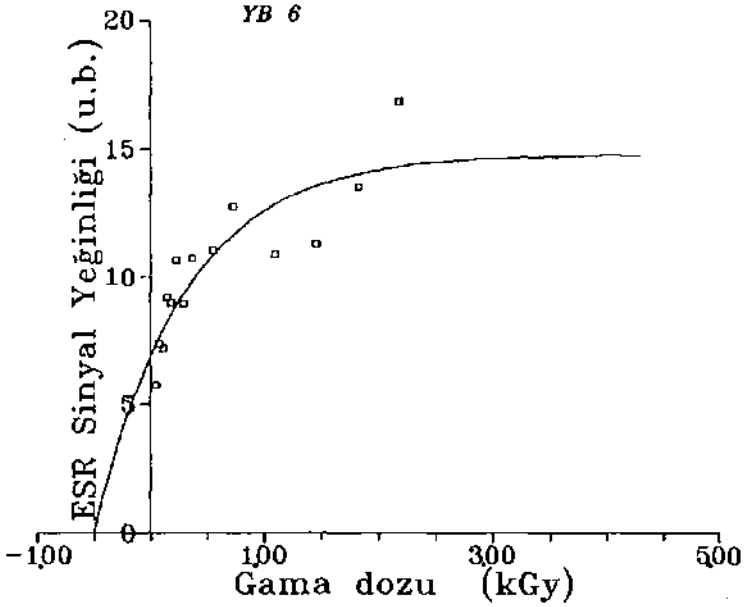
Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu tarafından desteklenmiştir. Örneklerin sağlanmasındaki yardımlarından dolayı G. Ar-sebük ve M. Özdoğan'a teşekkür ederiz. ESR spektrometresinin kullanımına izin verdikleri için H.Ü. Fizik Mühendisliğı Bölümü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

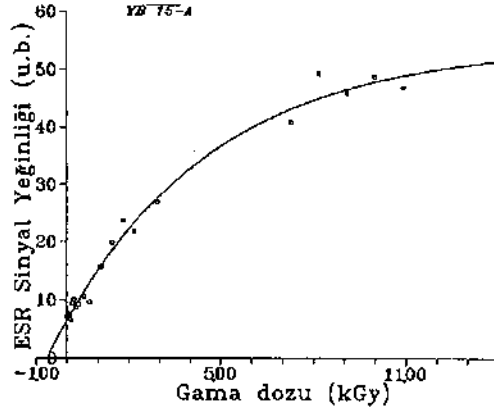
- ARSEBÜK, G., (1988), Yarımburgaz 1988.
- BARABAS M., BACH A. ve MANGINI A. (1988) An analytical model for the growth of ESR signals., Nucl. Tracks Radiat. Meas. 14, 231—235.
- CEVC P., SCHARA M. ve RAVNIK M. (1972) Electron para magnetic resonance study of irradiated tooth enamel. Rad. Research 51, 581—589.
- GRÜN R. ve INVERNATI C. (1985) Uranium accumulation in teeth and its effect on ESR dating- A detailed study of a mammoth tooth. Nucl. Tracks 10, 869—877.
- GRÜN R. ve MACDONALD P.D.M. (1989) Non-linear fitting of TL/ESR dose response curves. Appl. Radiat. Isot. 40, 1077—1080.
- GRÜN R., SCHWARCZ H.P., FORD D.C. ve HENTZSCH B. (1988) ESR dating of spring deposited travertines. Quat. Sci. Rev. 7, 429—432.
- GRÜN, R., SCHWARCZ H.P., ve ZYMEIA S. (1987) Electron spin resonance dating of tooth enamel. Can. J. Earth Sci. 24, 1022—1037.
- 1022—1037.
- ÖZER A.M., WIESER A., GÖKSU H.Y., MÜLLER P., REGULLA D.F., ve EROL O. (1989) ESR and TL age determination of caliche nodules. Appl. Radiat. Isot, 40, (10—12), 1159—1162.
- SCHWARCZ H.P. (1985) ESR studies of tooth enamel. Nucl. Tracks 10, 865—867.
- SCHWARCZ H.P., GRÜN R., LATHAM A.G., MANIA D., ve BRUNNACKER K. (1988) The Bilzingsleben archaeological site: New dating evidence. Archaeometry 30, 5—17.
- YIJIAN C. ARAKEI A.V. ve JINFEN Lu (1989) Investigation of sensitive signals due to gamma ray irradiation of chemical precipitates. A feasibility study for ESR dating of gypsum, phosphate and calcrete deposits. Appl. Radiat. Isot. 40, (10—12), 1163—1170.



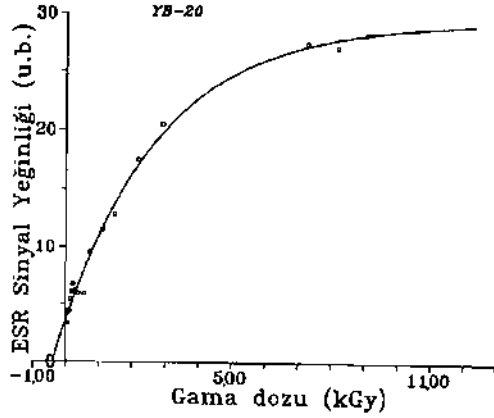
Şekil: 2 a --- Örneklerin büyüme eğrileri. (u.b.: uygun birim) YB-8B



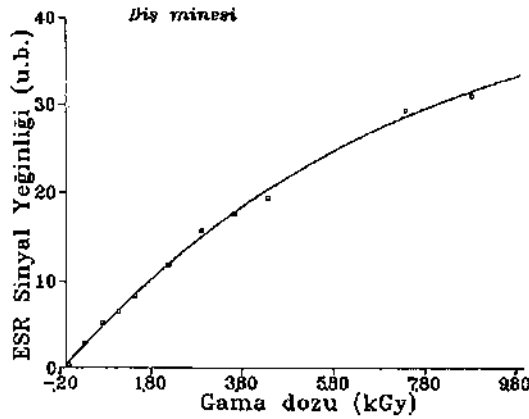
Şekil: 2 b --- Örneklerin büyüme eğrileri (u.b.: uygun birim) YB-6



Şekil: 2 c — Örneklerin büyüme eğrileri (u.b. uygun birim), YB-15A



Şekil: 2 d — Örneklerin büyüme eğrileri (u.b. uygun birim), YB-20



Şekil: 2 e — Örneklerin büyüme eğrileri (u.b. uygun birim). Diş Minesi

ELMALI-BAYINDIR TÜMÜLÜSÜ (C) BULUNTULARININ KİMYASAL ANALİZLERİ

Alâaddin ÇUKUR*
Şeref KUNÇ

Giriş

Antalya Bayındır köyü çevresinde bulunan tmlslerin kazıları 1984 yılında başlatılmıştır. 1986 yılında C tmls kazıları gerçekleştirilmiş olup bu tmlsler M.Ö. 8. yüzyıl sonu ile 7. yüzyıl başı olarak tarihlendirilmiştir. Bu tmlsten çıkan buluntuların yangın geçirmiş olması, ölülerin eşyalarıyla beraber yakıldıktan sonra gömldüklerini göstermektedir (1). Örnekler kremasyon çukuru olarak tanımlanan yerden alınmıştır. Alınan örneklerin tamamı 18 parça olup bunları üç grupta toplamak mümkündür.

1. Örnek numaraları 1-10 arasında olanlar, organik kısmı yanma sonucu uzaklaşmış yuvarlak boncuk muhtemelen bitki tohumundan yapılmış (Örnek no 3-10), kemik (Örnek no 2) ve curufa benzer gözenekli toprak (Örnek no 1) tir.

2. Metalik örnekler (Örnek no 11-18) iki gruba ayrılmaktadır.

a) Bakır yüzdesi yüksek, bakırdan ziyade bronz renginin hakim olduğu (11-14) no'lu örnekler ile yeşil renkli tamamen korrozyona uğramış 15 nolu örneklerdir.

b) Parlak gümüş renkli yüksek sıcaklık nedeniyle şeklini kaybederek damlacık halini almış 16-18 no'lu üç örnek, metalik gümüş rengindedir. 16 no'lu örnek yarı nicel analiz sonuçlarına göre yaklaşık % 70.1 oranında bakır ve gümüş, % 29.9 oranında da altın içermektedir.

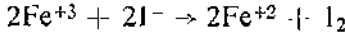
(*) Yard. Doç. Dr. Alâaddin ÇUKUR, Fırat Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, ELAZIĞ

Prof. Dr. Şeref KUNÇ, Fırat Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, ELAZIĞ

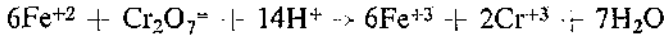
Materyal ve Metot

Elmalı-Bayındır örnekleri laboratuvarımıza aynı isim altında gruplar halinde ve her birinin ne olduğu belirtilmeden gönderildiğinden, bunların genel bir sınıflandırmasını yapmak için önce çözünürlük denemeleri yapıldı. Çözünürlük denemelerinde sırasıyla asitler, asit karışımları, bazlar ve eritiş yöntemleri kullanıldı. Bu denemeler sonucu örneklerin bir kısmının inorganik kökenli olmadığı sonucuna varıldı. Buna rağmen inorganik örnekmiş gibi düşünülerek önce mekanik temizlemeye tabi tutuldu. Sıcak saf su ve sonra seyreltik HCl ile temizlendikten sonra etüvde 110°C de 2 saat kurutuldu. Her birinden yaklaşık 0.200 gr ılık kısımlar kopararak alındı. Daha önce belirlenen çözücüsünde çözülerek hacimleri 50 ml'ye tamamlandı.

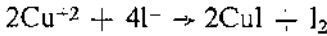
Demir (Fe) ve Bakır (Cu) analizleri için bir kısım ayrılıp üzerine uygun miktarlarda NH_3 ilave edilerek $\text{NH}_3 / \text{NH}_4^+$ tamponunda ayrıldı. Böylece,



reaksiyonuna göre Fe^{+3} 'ün Cu tayinini bozmasına engel olundu. Demir tayinleri, önce gerekli işlemler yapılarak (2) Fe^{+2} haline getirilerek,



reaksiyonuna göre, Cu tayinleri de



reaksiyonuna göre açığa çıkan I_2 'nin $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ reaksiyonuna göre tiosülfat titrasyonu ile yapıldı. Örneklerdeki Fe ve Cu dışındaki elementlerin tayinleri Alevli atomik absorpsiyon (AAS) yöntemi ile yapıldı(3). Konsantrasyonu fazla olan (absorbansları standartların konsantrasyon aralığına düşmeyen) örnekler uygun hacme dikkatlice seyreltildi.

Herbir metalin standart çözeltileri saf metallere, saf metali bulunmayanların ki ise uygun tuzlarından hazırlandı.

Örnekler arasında bulunan elektra veya diğer adı ile elektrik örneklerinin çok küçük olması nedeniyle sadece bir tanesinin kaba gravimetrik analizleri yapıldı. Elektrumlarda bulunan Altın (Au), Gümüş (Ag) ve Bakır (Cu) miktarları kabaca tayin edildi. Bu elektrik örneklerinin (Örnek no 17, 18) kurşun izotop analizleri Oxford Üniversitesi laboratuvarlarında geliştirilen Thermal Ionization Mass Spectrometer kullanılarak yapıldı. Aynı örneklerin ana ve eser element içeriklerini kabaca tayin etmek ve Kütle spektrometresine uygun olup olmadığına karar verebilmek için X-Ray Fluoresans (XRF) analizleri de yine Oxford Üniversitesi laboratuvarlarında geliştirilen XRF'de yapıldı.

Bulgular ve Tartışma

Organik kökenli süs eşyası olarak tanımlanan 1-10 no'lu örneklerin analiz sonuçları Çizelge: 1'de verilmektedir. Bu örnekler yanma sonucu sadece inorganik tuzlar içeren yuvarlak veya toz halinde buluntulardır. Analiz edilen elementlerden eser miktarda içermektedirler. Bunlar, kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) kökenli tuzlardır.

11-15 no'lu örnekler yangın geçirmesi nedeniyle aşırı korozyona uğramış bakır kökenli süs eşyası artıklarıdır. Bakır oranı % 39.05-82.16 arasında değişmektedir. Bu örneklerden 11-14 no'lu örneklerde kurşun (Pb) ve Kalay (Sn) oranları da kısmen yüksek bulunmuştur. Analizleri yapılan diğer elementler daha az, eser miktarda bulunmaktadır. Yukarıda belirttiğimiz üç elektrik örneğinden ikisi miktarlarının çok küçük olması nedeniyle yaş kimyasal analize tabii tutulmamış kurşun izotop analizleri için saklanmıştır. Bunlardan biri altın ve gümüş, öteki ise saf gümüş örneğidir. Kurşun izotop analizlerinde kullanılabilecek örneklerin 1×10^{-6} gr kadar kurşun ihtiva etmesi ve demirin fazla olmaması gerekmektedir. % 0.01'lik bir örnekten 50 mg. alınırsa bunun içindeki kurşun miktarı 5×10^{-6} gr olur ki bu da analiz için yeterli olanın çok üstündedir. Numunedeki demir'in bozucu etkisi çok zaman alıcı ve uzun bir yöntemle tamamen ortamdan ayrılmak sureti ile önlenmektedir. Oysa bu örneklerin her ikisi de X-ışınları Floresans (XRF) sonuçlarına göre yukarıda verilen miktarlardan daha az kurşun ihtiva ettiği için kurşun izotop analizleri yapılamadı. Dolayısı ile kaynağı hakkında herhangi birşey söylemek mümkün olmamıştır.

KAYNAKLAR

1. K. DÖRTLÜK, 1989, "Elmalı-Bayındır Tümülüsleri Kurtarma Kazıları" 11. Uluslararası Kazı, Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu, 18-23 Mayıs 1989, Antalya Türkiye., T.C. Kültür Bakanlığı, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Başkanlığı.
2. T. GÜNDÜZ., 1987, "Kantitatif Analiz Laboratuvar Kitabı"; Ankara Üniversitesi Basımevi, Sayfa 189
3. S. KUNÇ., A. ÇUKUR., 1989, Analysis of Tepecik and Tülintepe Metal Artifacts", Anatolian Studies, XXXIX, pp. 113-120.

Tablo: 1 — Elmalı-Bayındır Buluntuları Kimyasal Analiz Sonuçları

Örnek No	Cu (%)	As (ppm)	Pb (ppm)	Sn (ppm)	Sb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Cr (ppm)	Cd (ppm)
1	<14	—	<78	<780	<78	<3	<23	<23	<9	<19	<16	<4
2	<23	—	<125	<250	<125	<5	<38	<38	<14	<30	<25	<6
3	<17	—	<97	<970	<97	<4	<29	<29	<11	<23	<19	<5
4	<17	—	<92	<917	<92	<4	<28	<28	<10	<22	<18	<5
5	<15	—	<81	<811	<81	<3	<24	<24	<9	<20	<16	<4
6	<30	—	<166	<1656	<166	<7	<50	<50	<18	<40	<33	<8
7	<12	—	<68	<675	<68	<3	<20	<20	<7	<16	<14	<3
8	<55	—	<307	<3068	<307	<12	<92	<92	<34	<74	<61	<15
9	<23	—	<130	<1297	<130	902	227	<39	35	3120	<26	<6
10	<33	—	<184	<1837	<184	<7	<55	<55	<20	<34	<37	<9
11	82.16	—	2374	3683	12	67	801	61	11	960	<7	<2
12	64.75	—	2764	1210	22	30	208	<8	7	132	<5	<1
13	64.76	—	3952	7157	155	<1	818	332	6	992	7	<1
14	39.05	—	1203	5030	<134	15	218	<40	43	2342	<27	<7
15	62.39	—	419	<1432	<143	60	<43	<6	<16	3118	<29	<7
16	Cu, Ag, Au Alaşımı (Cu+Ag) % 70,1 ve % 29,9 Au÷Safsızlık											
17	Ag, Au alaşımı, kurşun ve bakır yok											
18	Ag, kurşun yok, saf gümüş.											

< işaretliler ppm cinsindendir.

**KUZEYBATI ANADOLU OBSİDİYEN BULUNTULARININ
FİZYON İZ TARİHLENDİRME YÖNTEMİ KULLANILARAK
KAYNAK BELİRLEME ÇALIŞMALARI***

Zehra YEĞİNGİL*
G. BIGAZZI
M. ÖZDOĞAN
M. ODDONE
T. ERCAN

Özet

Yapılan çalışmada Kuzeybatı Anadolu'da İstanbul bölgesinde yapılan Domalı yüzey toplamaları; Fikirtepe ve Pendik kazılarında elde edilen obsidiyen buluntuları fizyon izi tarihlendirme yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, Akdeniz havzası ve onu çevreleyen bölgelerdeki kaynaklardan elde edilen obsidiyen örneklerinin yaşları ile karşılaştırılmıştır. Grupların karşılaştırılması için ayrıca INAA sonuçları da kullanılmıştır.

İtalya, Ege Denizi ve Karpathiyan bölgesindeki mümkün obsidiyen yatakları ile yapılan kaynak belirleme çalışmaları hemen hemen tamamlanmış olmasına rağmen Anadolu'daki bu tip çalışmalar henüz başlangıçtadır ve obsidiyen kaynaklarının yaşları ile ilgili yayınlanmış çok az eser vardır. Bu nedenle elimizdeki az sayıdaki veriye dayanarak buluntuların kesin kaynağını belirlemek zordur. Ancak bazı varsayımlarda bulunulabilmektedir.

Fizyon izi sonuçları-kendiliğinden oluşan ve yapay olarak oluşturulan iz yoğunlukları ve yaşlar-farklı kaynakları tanımlamayı mümkün kılmıştır.

(*) Zehra YEĞİNGİL, Çukurova Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fak. Fizik Bölümü 01330 ADANA
G. BIGAZZI, Istituto di Geocronologia e Geochimica Isotopica, CNR, Pisa, ITALYA
M. ÖZDOĞAN, İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fak., Prehistorya Bölümü, İSTANBUL
M. ODDONE, Dipartimento di Chimica Generale, Università di Pavia, İTALYA
T. ERCAN, Maden Tetkik Arama Enstitüsü, MTA, ANKARA

(x) Bu çalışma TÜBİTAK ve CNR (İtalyan Ulusal Araştırma Konseyi) tarafından TÜBİTAK / CNR-3 kontratı ile desteklenmiştir.

Üzerinde çalışılan buluntu kaynaklarının hepsinin Türkiye’de olduğu düşünülmektedir. Dört ana gruba ayrılan bu buluntuların % 60’ını teşkil eden örneklerin Orta Anadolu obsidiyen kaynaklarından gelme ihtimali büyüktür (Çiftlik bölgesi). Fakat böyle bir sonuca varmadan önce buluntuların ele geçtiği kazı bölgesi civarındaki küçük kaynakların çok iyi çalışılması gerekmektedir. Sadece bir örnek diğerlerinden çok yüksek bir yaş vererek ayrılmıştır. Bu örnek büyük bir ihtimalle Kuzey Anadolu’dan gelmektedir.

Çalışılan buluntulardan ikisinin çok yüksek FT yaşı vermelerinden dolayı Kuzey Anadolu’dan geldiği düşünülmektedir.

Bazı gruplar, analizi yapılan Anadolu kaynaklarının hiçbirisi ile benzerlik göstermemiştir. Eğer bölgesel kaynaklarla da benzerlik göstermezse bunların Doğu Anadolu kaynakları ile ilgisi araştırılmalıdır.

PROVENANCE STUDIES of OBSIDIAN ARTIFACTS FROM NORTH-WEST ANATOLIA BY USING FT DATING METHOD

Abstract

Some artifacts from Domalı survey; Fikirtepe and Pendik excavations (Northwest Turkey, Istanbul region) were analyzed by fission track dating method. The analytical results have been compared with the ages of the geological obsidian samples from the possible sources in Mediterranean basin and the surrounding region. INAA results for the same samples have been also used for the comparison of the groups.

The possible obsidian sources of prehistoric artifacts located in Italy, Aegean sea and Carpathian area are well known but Anatolian obsidian source studies that have been put under investigation until now are just at the beginning. Only a few published data are available. That is the reason why it is very difficult to identify the exact location of the sources of the artifacts studied but it is possible to make some hypotheses.

The fission track results-spontaneous and induced track densities and ages-made it possible to identify different groups, each of them representing a source. By comparison with published data on obsidians from Mediterranean Basin and from Central Europe, one can conclude that all the sources of the analyzed artifacts are located in Anatolia. 60 % of the samples belongs to four main groups. By the experimental data some of the sources are very probably, located in Central Anatolia, Çiftlik region. But before such a conclusion the local sources should be investigated.

Because of their very high age, two of the analyzed samples probably come from North-Anatolia, where similar very high FT ages were measured.

Because some of the groups do not show similarity to the analyzed Anatolian sources, a provenance from Eastern-Anatolia (if not from local sources) can be suggested. In that region many sources exploited by prehistoric men are present.

Tanıtma

Fizyon izleriyle tarihlendirme yöntemi, radyometrik tarihlendirme yöntemlerinden birisidir. Bu teknik, bir örnek içerisinde bulunan U^{238} miktarının ne kadarının kendiliğinden fizyona uğradığının belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Örnek içerisindeki kendiliğinden fizyon olayı sonucu açığa çıkan izler kimyasal yıkama işleminden geçirilerek bir optik mikroskopla gözlenecek büyüklüğe ulaşırlar. Herbir iz bir U^{238} atomunun fizyon olayını göstermektedir. Birim alana düşen bu sayı, ρ_s ; T yaşı ve birim hacimdeki U^{238} atomlarının sayısı N^{238} ile orantılıdır;

$$\rho_s = \lambda_F N^{238} T$$

burada λ_F fizyon parçalanma sabitidir.

Eğer örnek bir nükleer reaktörde, thermal nötronlarla radyasyona tutulacak olursa (thermal nötron dozu = Φ nötron / cm^2) ve aynı kimyasal yıkama işlemi bu örnekler için de tekrarlanırsa bu kez sayılan izler "induced" izlerdir. Örneğin birim alanımda sayılan "induced" izlerin (ρ_I) sayısı, o örneğin uranyum miktarı ile orantılıdır;

$$\rho_I = \Phi \sigma N^{235} / I$$

burada σ , U^{235} in fizyon tesir kesitidir ve $I = N^{238} / N^{235}$, U^{238} atomunun U^{235} atomuna göre bolluğudur. Bu iki eşitliği birleştirirsek, yaş eşitliğini elde ederiz¹

$$T = (\Phi \sigma / \lambda_F I) \rho_s / \rho_I$$

Yukarıdaki formül, U^{238} in α parçalanmasını ihmal etmektedir çünkü zaman içerisinde N^{238} in sabit olduğunu varsaymaktadır. Buradan gelecek hata, birkaç milyon yıllık yaşların yanında ihmal edilebilir olarak kabul edilmektedir. Fizyon izleri ısıdan etkilenmekte ve iz büyüklüklerinde ve iz yoğunluklarında düşmeler görülmektedir. Bu nedenle elde edilen yaşın gerçek yaştan daha düşük bir yaş olduğunu düşünerek, yaşta düzeltme yapmak gerekmektedir.

Bu teknik volkanik cama (obsidiyen) ve minerallere (sphen, zircon, apatite) yaygın olarak uygulanmakta ve örneklerin oluşum yaşları belirlenmeye çalışmaktadır. Bu jeolojik uygulamanın yanında, arkeolojik obsidiyen buluntularının tarihlendirilmesinde de kullanılmaktadır. Arkeolojik örneklerle uygulandığı zaman ya obsidiyenin oluşum yaşını veya eğer buluntu kullanımı sırasında herhangi bir nedenle ısıtılıp fizyon izi saati sıfırlanmışsa, bu kullanımanın yaşını verir.

Bu çalışmada kullanılan arkeolojik obsidiyen buluntular İstanbul bölgesinde yapılan Fikirtepe, Pendik kazıları ve Domalı yüzey toplamasına aittir (Şekil: 1). Fikirtepe kazısı 1952-1954 yılları arasında İstanbul Üniversitesi ve Türk Tarih Kurumu, Pendik kazısı ise 1981 yılında İstanbul Arkeoloji Müzesi ve İstanbul Üniversitesi, Prehistorya Anabilim Dalı'nın birlikte yaptıkları çalışmalar ile gerçekleştirilmiştir. Fikirtepe ve Pendik Son Neolitik, Domalı ise Epipaleolitik dönemlerini kapsamaktadır.

Yapılan çalışmanın jeolojik örneklerle ilgili olan kısmı Karpathiyan Bölgesi, Akdeniz Havzası ve Anadolu'dan alınan çeşitli obsidiyen örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sözü edilen bölgelerdeki bilinen obsidiyen kaynakları şöyle belirtilebilir;

Karpathiyan Kaynakları: İki ana gruba ayrılır: Zemplin Tepesi, (Doğu Slovakya) obsidiyenleri ve Tokaj dağı (Kuzeydoğu Macaristan) obsidiyenleri

Akdeniz Havzası Kaynakları: İtalyan kaynakları (Partelleria adası, Palmarola adası, Lipari adası, Monte-Arci, Sardinia adası) Ege kaynakları (Giali adası, Milas Adhamas, Milas Demenegaki, Milas adası)

Anadolu Kaynakları: Bu bölgede çalışan örnekler beş ayrı grup halinde toplanabilir. Bunlar Acıgöl kalderasının sınırı ve kalderanın içi (Nevşehir), Çiftlik bölgesi (Niğde), Orta Kazan (Çankırı); Gerede (Bolu) dir (Şekil: 2).

Acıgöl, Nevşehir-Aksaray yolu üzerinde yer alan bir bucak merkezidir. Doğusunda bir kaldera yer almaktadır. Kaldera büyük bir volkanik oluşumdan sonra, mağmadan bol volkanik malzeme gelmesi, bu malzemenin patlama ile dışarı atılması sonucu yeraltında bir büyük boşluk oluşması ile yüzeyden bu boşluğa bir çökme olması ve bir çöküntü havzasının meydana gelmesiyle oluşur. Acıgöl yakınındaki bu kaldera yaklaşık 100 km² lik bir alan kaplayan ve 8×12 km boyutlarında elips biçimindedir. Acıgöl bölgesindeki obsidiyenlerin bir kısmı daha kaldera oluşmadan önce volkanların sakin evrelerinde, akıntılar şeklinde meydana gelmiştir. Daha sonra bu alan çökmüş ve kaldera meydana gelmiştir. Çöküntü alanı oluşuktan sonra

alttaki mağma tekrar hareketlenmiş ve çeşitli yerlerde küçük tepeler, domlar şeklinde yüzeye çıkmıştır. Bu gelen malzeme içinde de obsidiyenler vardır. Oluşan bu domların hepsi eş zamanlı değildir. Güllüdağ ise, Acıgöl bölgesinin yaklaşık 20 km güneyinde yer almaktadır (Şekil: 3)².

Sonuçlar

Bu çalışmada kullanılan jeolojik obsidiyen örneklerini 5 ana gruba ayırmak mümkündür (Şekil: 2):

1. Acıgöl kalderasının sınırından olanlar (Acıgöl I) (N1, N2, N3 ve N7)
2. Acıgöl kalderasının içindeki domlardan alınanlar (Acıgöl II) (N4, N5, N6, N8, N9, N10 ve N11)
3. Çiftlik ölgesi obsidiyenleri (N12, N13, N14, N15 ve N16)
4. Orta Kazası (Çankırı) obsidiyenleri
5. Gerede (Bolu) obsidiyenleri

Yapılan çalışmada kullanılan obsidiyen buluntular ise Fikirtepe (1a, 1c, 1d, 1f), Domalı (2a) ve Pendik (3b, 3c, 4a, 4b, 4c, 4f, 4g, 4h, 4j, 5a, 5b, 6a, 7a, 7c, 8b, 9a, 10a, 10b, 11a, 11b, 11c, 11d, 12a, 14a, 14b, 15b, 15d, 17a, 17b, 18a) kazılarında elde edilmiştir.

Orta Anadolu'dan ve Kuzey Anadolu'dan alınan jeolojik obsidiyen örnekleri için fizyon izleriyle tarihlendirme yöntemi ile elde edilen analitik sonuçlar Tablo: 1a, 1b ve 2 de verilmektedir. Obsidiyen buluntular üzerinde yapılan çalışmaların sonuçları da Tablo: 3 de verilmektedir.

Orta Anadolu obsidiyenleri için elde edilen FT yaşları dört gruba ayrılmaktadır. N6, N8 ve N11 çok genç obsidiyenlerdir. Bunların yaşı birkaç on bin yıldır N9 ve N10 numaralı örnekler içerisinde çok sayıda ("inclusion" bulunduğu için asitle yıkama sonucunda bu değişik maddeler ve yüzeydeki bozukluklar gerçek izlerle karışmış ve bu örnekleri tarihlendirmek mümkün olmamıştır. N1 ve N5'in aynı yaşı verdikleri gözlenmiştir (75000-80000 yıl); N4 ve N15, yukarıda belirtilen nedenlerle fizyon izleriyle tarihlendirilemediler. N2, N3 ve N7 örnekleri için 130000 yıla yakın yaşlar bulunmuştur. Bu yaşlarda yapılan düzeltme ile bulunan yaşlar 154000 yıl ile 187000 yıl arasında değişmektedir.

Çiftlik bölgesinden alınan örneklerin (N12, N13, N14, ve N16) 1 milyon yıla yakın yaş verdiği gözlenmiştir. Plato düzeltme tekniği ile bulunan yaşlar 1-1.36 Myl arasında değişmektedir.

Daha önce bu bölge obsidiyenleri ile yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen sonuçlar şöyledir: Acıgöl kalderasından alınan bir örnek G. Bigazzi tarafından tarihlendirilmiştir³ ve yaş 15500 yıl olarak bulunmuştur. Diğer taraftan Çiftlik bölgesinden alınan bir örnek G.A. Wagner⁴ tarafından tarihlendirilmiş ~ 0.9 Myıl elde edilmiştir. Fakat bu örneklerin yerleri kesin olarak belirlenmiş değildir. Bu sonuçlar Tablo: 1a, 1b deki örnekler için elde edilen yaşlarla oldukça uygunluk göstermektedir. Buna rağmen, bu bölgenin örneklenmesinin bütünü tamamlanmış değildir. Bu arada, diğer bazı yayınlarda verilen, bu bölgede ait yaşların hepsiyle uygunluk sağlandığı söylenemez. Bu nedenle kesin bir karşılaştırma yapmak zordur.

Bizim çalıştığımız jeolojik örnekler Orta Anadolu'nun bütününe temsil etmemesine rağmen büyük bir kısmı için çalışıldığı söylenebilir ve bu örneklerin alındığı yerler kesin olarak bilinmektedir.

Orta Kazası (Çankırı) obsidiyenleri çok eski obsidiyenlerdir. Tablo: 2 de görüldüğü gibi 2 ve 3 numaralı örnekler için ~ 16 Myıl 1 ve 4 numaralı örnekler için ~ 18 Myıl elde edilmiştir. Bu arada Gerede (Bolu) da alınan bir obsidiyen için 11000 yıl bulunmuştur. G.A. Wagner Orta Sarkaçlı obsidiyenleri için 25 Myıl elde etmiştir⁵. Orta Kazası (Çankırı) için elde edilen yaşlar, bu yaşlar ile büyük benzerlik göstermektedir.

Üzerinde çalışılan Fikirtepe, Domalı ve Pendik buluntuları için FI yöntemi ile birkaç grup elde edilmiştir.

A,B,C,D,E,F,G,H,I,L,M.

Bu gruplara giren örnekleri şöyle belirleyebiliriz,

A: 1a, 3c, 15b, 18a ve 16b

B: 1c, 17b

C: 1d, 2a, 4a, 8d, 14a, 15d

D: 1f, 4b, 5a, 11d

E: 3b, 7c, 10b

F: 4c, 4j

G: 4f, 4g

H: 4h

I: 5b, 6a, 7a, 9a, 10a, 11c

L: 11a, 17a

M- 12a, 14b

(Bu buluntuların hepsi büyük yaş verdikleri için aynı gruba sokulmuştur fakat uranyum miktarları birbirinden farklıdır. Bunlar büyük bir olasılıkla aynı bölgede bulunan farklı patlamalardandır).

Tartışma

Yapılan çalışma sonucunda aşağıdaki noktalar belirlenmiştir:

1) Üzerinde çalışılan arkeolojik buluntulardan hiç birisi Karpathiyan bölgesi veya Akdeniz havzası kaynaklı değildir. Büyük bir olasılıkla hepsi Anadolu'dan gelmiştir.

2) B, F, G, H, I ve L grup obsidiyenleri üzerinde çalışılan Anadolu kaynak obsidiyenlerinin hiçbirisi ile benzerlik göstermemiştir.

3) G grubu obsidiyenleri N2, N3 ve N7 obsidiyenleri ile benzerlik göstermiştir. Bu buluntuların yaşları sözü edilen kaynak obsidiyenlerin yaşlarından biraz daha büyüktür. Bu fark az da olsa önemlidir.

4) A grubu ve C grubu obsidiyenleri, Çiftlik bölgesi obsidiyenleri ile benzerlik göstermektedir. Yukarıda belirtildiği gibi bu obsidiyenler de kaynak obsidiyenlerinden (N12, N13, N14 ve N16) çok az daha büyüktür. Özellikle C grubu obsidiyenleri bu farkı göstermektedir.

5) E grubu ve özellikle D grubu obsidiyenleri, çok büyük bir olasılıkla Çiftlik bölgesinden gelmektedir.

6) 12a numaralı buluntunun analitik verisinin; G.A Wagner tarafından tarihlendirilen Orta Sakaçlı obsidiyenin verilerine çok yakın olduğu gözlenmiştir.

7) M grubu obsidiyenler bir olasılıkla Kuzey Anadolu'dan gelmektedir.

Bu çalışmada, fizyon izi tekniğinin yanısıra, obsidiyen örneklerindeki iz element miktarını belirtmek için Nötron Aktivasyon Analizi (INAA) yöntemi de kullanılmıştır. Orta Anadolu'dan alınan jeolojik obsidiyenlerin INAA sonuçları daha önce verilmiştir². Çalışılan arkeolojik buluntuların INAA sonuçları ise "cluster" analizi tekniği ile bilgisayar kullanılarak gruplandırılmaya çalışılmıştır. Bu iki yöntem birarada, tarih öncesi obsidiyen buluntularına ve jeolojik örneklerle uygulanacak olurlarsa ticari ve kültürel yolların çizilmesi çalışmalarında önemli rol oynayacakları kesin olarak bilinmektedir.

Genel olarak, bu çalışmada aynı örneklere uygulanan INAA sonuçları ile FT sonuçlarının birbirleri ile uygunluk gösterdiğini söyleyebiliriz. Bu arada aşağıdaki noktalar üzerinde durmak gerekmektedir.

Orta Anadolu obsidiyenleri için elde edilen INAA grupları ile aynı örnekler FT uygulayarak belirlenen gruplar birbirleri ile uygunluk göstermektedir. Yalnız N1, bu gruptan dışında kalmıştır. Bu örnek N2 ve N3 ve N7 den daha gençtir. INAA gruplamasında bunların hepsi aynı grupta toplanmıştır.

N15, N4 ve N5 numaralı örnekler, hem INAA ile hem de FT ile grupların hiçbirinin içerisine düşmemişlerdir. Bu örnekler INAA ile bakıldığında, Acıgöl I örnekleri ile, FT ile bakıldığında N1 numaralı örnek ile benzerlik göstermektedir. (Burada N15, içerisindeki değişik yapıdaki maddeler nedeni ile FT ile tarihlendirilememiştir ama U miktarı belirlenmiştir. Benzerlik U miktarı nedeni ile saptanmıştır).

INAA ve FT sonuçları Orta Kazası (Çankırı) obsidiyenleri için iki küçük grup verdi: 1, 4 ve 2, 3.

Jeolojik örnekler olduğu gibi arkeolojik buluntulara da hem INAA hem de FT yöntemleri uygulanmıştır. Buluntuların bazılarının boyutlarının çok küçük olması nedeni ile bunlara sadece FT veya sadece INAA uygulanmıştır. Bu arada iki tekniğin bir arada uygulandığı örnekler için şunlar söylenebilir (Tablo: 3. de altı çizili örnekler).

. Grup G obsidiyenleri Acıgöl I obsidiyenleri ile FT yöntemi ile bir ilişki gösterdiği halde INAA ile bu grup Anadolu örneklerden farklı yere rastlamıştır.

. Grup I obsidiyenleri, INAA ile Karpathiyan obsidiyenleri ile ve Monte Arci obsidiyenleri ile benzerlik gösterdiği halde FT sonuçları iki bölgeye de ait olmadığını vermiştir.

. INAA ile A grubu ve C grubu obsidiyenlerinin Acıgöl I grubu obsidiyenleri ile benzerlik gösterdiği gözlenmiştir. FT ile de bunların Orta Anadolu'ya ait olabileceği saptanmıştır.

. D ve E grubu obsidiyenleri için INAA ile ve FT ile Çiftlik bölgesi kaynak olarak belirlenmiştir.

Anadolu'daki jeolojik kaynaklar hakkındaki bilgi tam olmadığı için Fikirtepe, Domalı ve Pendik buluntuları için şunları söyleyebiliriz:

.. Buluntularla çok belirgin 11 grup ayrılmıştır. Buna rağmen buluntuların % 60'ı A, C, D ve I gruplarına aittir.

.. Akdeniz havzası ve Karpathiyan bölgesi kaynakları oldukça iyi çalışılmıştır. Buna göre buluntuların hiçbirisi bu kaynaklardan gelmemiştir.

.. Buluntuların çoğunun yaşları ve kimyasal kompozisyonları nedeni ile Orta Anadolu kaynaklı olduğu söylenebilir.

.. M grubu obsidiyenlerin Kuzey Anadolu'dan geldiği düşünülebilir.

.. F, G, H ve I grubu obsidiyenlerin Anadolu'nun başka bir bölgesindeki kaynaklardan geldiği söylenebilir (Doğu Anadolu gibi).

.. D ve E grubu obsidiyenlerin kaynakları büyük bir olasılıkla Orta Anadolu'dur (Çiftlik bölgesi).

.. Yukarıdaki sonuçları kesinleştirebilmek için üzerinde çalışılan kazı bölgeleri civarında olan kaynak obsidiyenlerini belirleyip bu örnekler üzerinde çalışmak gerekmektedir.

.. 1c ve 17 b buluntuları için birkaç bin yıllık arkeolojik FT yaşları bulunmuştur. Fakat bu örneklerdeki kendiliğinden oluşan fizyon izi sayısının çok düşük olması nedeni ile yapılan çalışmadaki deneysel hata çok büyüktür. Pratikte bir arkeolojik obsidiyen buluntusu için FT yöntemi ile arkeologların düşündüğü bir kaç bin yıllık yaşı kesin olarak vermek bu düşük iz yoğunluğu nedeni ile mümkün değildir. Örnek olarak, üzerinde çalışılan durumda bu obsidiyen buluntularının ideal sayıda iz elde edilip hatanın % 3 e düşürülebilmesi için 50 cm² lik bir yüzey üzerinde sayım yapılması gerekmektedir.

Bu yaşların birbirine çok yakın olduğu düşünülürse çok genç bir örneği gösterdikleri de söylenebilir.

Yukarıdaki varsayımlar, herne kadar tamam olmasa da, iki farklı prensibe dayanan, iki farklı tekniğin birlikte aynı işte kullanılmaları açısından çok önemlidir ve bu iki tekniğin birlikte işlerliğini göstermektedir. Böyle bir çalışma, şüpheye düşülen noktalar için aydınlatıcı görev yapmaktadır.

KAYNAKLAR

1. P.B. PRICE and R.M. WALKER, 1963, Fossil tracks of charged particles in mica and age of minerals, J. Geophys. Res. 68, 4847—4862.
2. ERCAN, T., YEĞİNGİL, Z. and BIGAZZI, G., 1989, obsidiyen, tanımı ve özellikleri, Anadolu'daki dağılımı ve Orta Anadolu obsidiyenlerinin jeokimyasal nitelikleri, Jeomorfoloji dergisi, s., 71—83.
3. INNOCENTI, F., MAZZUOLI, R., RASQUARÈ, G., RADICATI, F. and VILLARI, L., 1975, The Neogene calcalkaline volcanism of Central Anatolia; Geochronological data on Kayseri-Niğde area; Geol. Mag., 112/4, 349—360.
4. WAGNER, G.A., STORZER, D. and KELLER, J., 1976, Spalt-Spuredatierung quartärer Gesteinsgläser aus dem Mittelmeerraum; Neu. Jahr. für. Min. Monat., 1976/2, 86—94.
5. Deutsches Archäologisches Institut Demircihöyük-die Ergebnisse Der ausgrabungen 1975—1978 Herausgegeben von Manfred Korfmann Band II Naturnissenschaftliche Untersuchungen (1987) Verlag Philipp von Zabern Mainz am Rhein-pp 26—28.

Table 1a

Drum	P ₂ (m)	P ₁ (m)	Q (m)	D _{g/D}	Y ₀₅ - M ₀
B6 N/1	130 (24)	346000 (448)	3.34	1.01	.077 ± .014
B6 N/2	119 (32)	322000 (1784)	3.34	.82	.076 ± .014
B6 N/3	320 (159)	476000 (1656)	3.34	.94	.108 ± .011
B6 N/4	298 (147)	420000 (1703)	3.34	.94	.149 ± .012
B6 N/5	115 (39)	323000 (1229)	3.34	.95	.074 ± .012
B6 N/5	93 (34)	244000 (2514)	3.34	.95	.079 ± .014
B6 N/4	53 (36)	685000 (1140)	3.18	.73	.015 ± .003
B6 N/4	47 (25)	574000 (2081)	3.18	.73	.016 ± .003
B6 N/7	303 (102)	445000 (1474)	3.18	.87	.127 ± .013
B6 N/7	321 (104)	440000 (1142)	3.18	.87	.143 ± .015
B6 N/8	55 (14)	600000 (1555)	3.18	.65	.018 ± .005
B6 N/8	25 (10)	404000 (2027)	3.18	.65	.012 ± .004
B6 N/9	-	597000 (415)	3.18	-	-
B6 N/9	-	527000 (151)	3.18	-	-
B6 N/10	-	619000 (430)	3.18	-	-
B6 N/10	-	627000 (372)	3.18	-	-
B6 N/11	25 (30)	647000 (1350)	3.20	.92	.016 ± .003
B6 N/11	68 (15)	644000 (2048)	3.20	.92	.021 ± .005
B6 N/12	2700 (1517)	508000 (1776)	3.20	.91	1.04 ± .05
B6 N/12	2310 (565)	458000 (2607)	3.20	.91	.07 ± .05
B6 N/13	2450 (448)	506000 (1747)	3.20	.88	.05 ± .05
B6 N/13	1950 (300)	445000 (2043)	3.20	.88	.05 ± .05
B6 N/14	1940 (515)	404000 (1579)	3.20	.79	.04 ± .04
B6 N/14	2010 (507)	402000 (1788)	3.20	.79	.05 ± .05
B6 N/15	-	368000 (256)	3.20	-	-
B6 N/15	-	387000 (319)	3.20	-	-
B6 N/16	2740 (1669)	552000 (2468)	3.20	.93	.03 ± .03

Table 1b

Drum P₂ (m) P₁ (m) Q (m) D_{g/D} Y₀₅ - M₀

B6 N/2	345	250000	279	1.05	.187 ± .019
B6 N/3	344	250000	212	.54	.154 ± .021
B6 N/6	345	250000	30	.13	.021 ± .006
B6 N/7	245	250000	274	.43	.164 ± .024
B6 N/8	245	250000	18	.9	.007 ± .06
B6 N/12	345	250000	1730	.450	1.18 ± .06
B6 N/13	345	250000	1880	.490	1.36 ± .07
B6 N/14	345	250000	1270	.407	1.25 ± .07
B6 N/16	445	250000	1740	.533	1.01 ± .05
B6 N/16	445	250000	337000	.37000	
B6 N/16	445	250000	190000	.1247	
B6 N/16	445	250000	272000	.1242	
B6 N/16	445	250000	287000	.1253	
B6 N/16	445	250000	179000	.12450	
B6 N/16	445	250000	292000	.1064	
B6 N/16	445	250000	288000	.0947	
B6 N/16	445	250000	283000	.1284	
B6 N/16	445	250000	305000	.1474	

Tablo 2

Örnek	ρ_2	(n ₂)	ρ_1	(n ₁)	$\bar{x}$	D ₂ /D ₁	Yas - Ma	
Orta Kazası (Çankırı)								
1.	40600	(1412)	409000	(1384)	2.912	.86	18.1	± .8
2.	37500	(1303)	414000	(1412)	2.912	.83	16.2	± .7
3.	36900	(1284)	408000	(1391)	2.912	.81	16.2	± .7
4.	43800	(1523)	437000	(1505)	2.912	.92	17.9	± .7
Gerede (Bolu)								
2.	37	(8)	379000	(1133)	2.912	.82	.011	± .004

Tablo 3

Örnek	ρ_2	(n ₂)	ρ_1	(n ₁)	$\bar{x}$	D ₂ /D ₁	Yas - Ma	Grup
FIKIRTEPE								
1a	(G)	2280	(257)	414000	(1303)	3.138	.86	1.06 ± .07 (A)
1c	(G)	22	(7)	456000	(1070)	3.138	-	.009 ± .004 (B)
1d	(G)	2830	(442)	440000	(1325)	3.138	.83	1.24 ± .07 (C)
1f	(Z)	2700	(333)	478000	(1383)	3.138	-	1.05 ± .06 (D)

DOMALI-Kara Deniz Kıyısı (İstanbul)

2a	(Z)	2700	(301)	419000	(1822)	3.138	-	1.24 ± .08 (C)
----	-----	------	-------	--------	--------	-------	---	----------------

PENDİK

3b	(Z)	2020	(167)	441000	(1781)	3.138	-	.882 ± .071 (E)
3c	(G)	2360	(125)	395000	(1244)	3.138	.78	1.15 ± .11 (A)
4a	(G)	2920	(457)	401000	(1415)	3.138	-	1.25 ± .07 (C)
4b	(Z)	2690	(400)	503000	(1285)	3.138	-	1.03 ± .06 (D)
4c	(G)	9200	(560)	640000	(1523)	3.138	.80	2.77 ± .14 (F)
4f	(Z)	420	(123)	489000	(1767)	3.138	-	.167 ± .015 (G)
4g	(G)	401	(109)	499000	(1366)	3.138	.92	.155 ± .015 (G)
4h	(Z)	700	(150)	568000	(1707)	3.138	-	.238 ± .020 (H)
4j	(G)	11400	(988)	774000	(1535)	3.138	.73	2.83 ± .12 (F)
5a	(Z)	2660	(352)	509000	(1797)	3.138	-	1.01 ± .06 (D)
5b	(G)			142000	(167)	3.138	-	- (I)
6a	(G)	810	(12)	139000	(240)	3.138	-	1.13 ± .33 (I)
7a	(G)	860	(18)	155000	(244)	3.138	-	1.07 ± .26 (I)
7c	(Z)	1910	(229)	465000	(1638)	3.138	-	.793 ± .056 (E)
8b	(G)	2520	(153)	427000	(1177)	3.138	-	1.13 ± .10 (C)
9a	(G)	880	(39)	153000	(362)	3.138	.92	1.11 ± .19 (I)
10a	(G)			127000	(129)	3.138	-	- (I)
10b	(Z)	2180	(94)	501000	(1312)	3.138	-	.839 ± .090 (E)
11a	(G)	110	(15)	465000	(1455)	3.138	.85	.043 ± .011 (L)
11b	(G)	1330	(129)	393000	(1233)	3.138	.66	.650 ± .060 (A)
11c	(G)	770	(67)	126000	(497)	2.912	.97	1.09 ± .14 (I)
11d	(G)	2850	(496)	516000	(1623)	2.912	.80	.989 ± .051 (D)
12a	(G)	50700	(1322)	523000	(1346)	2.912	-	17.4 ± .7 (M)
14a	(G)	2960	(360)	455000	(1074)	2.912	.86	1.16 ± .07 (C)
14b	(G)	27200	(1270)	321000	(1218)	2.912	.81	16.3 ± .7 (M)
15b	(Z)	2240	(100)	372000	(1116)	2.912	-	1.08 ± .11 (A)
15d	(Z)	2620	(304)	416000	(1686)	2.912	-	1.13 ± .07 (C)
17a	(G)	79	(14)	399000	(1092)	2.912	.91	.035 ± .009 (L)
17b	(Z)	22	(6)	477000	(2062)	2.912	.91	.008 ± .003 (B)
18a	(G)	2330	(223)	378000	(1191)	2.912	.92	1.10 ± .08 (A)

Tablo: 1 — Orta Anadolu obsidiyenlerinin kaba (a) ve plato (b) yaşları (Şekil: 3).

ρ_s, ρ_i : kendiliğinden oluşan ve yapay olarak oluşturulan (induced) iz yoğunlukları (cm^{-2})
 n_s, n_i : kendiliğinden oluşan ve yapay olarak oluşturulan izlerin sayısı

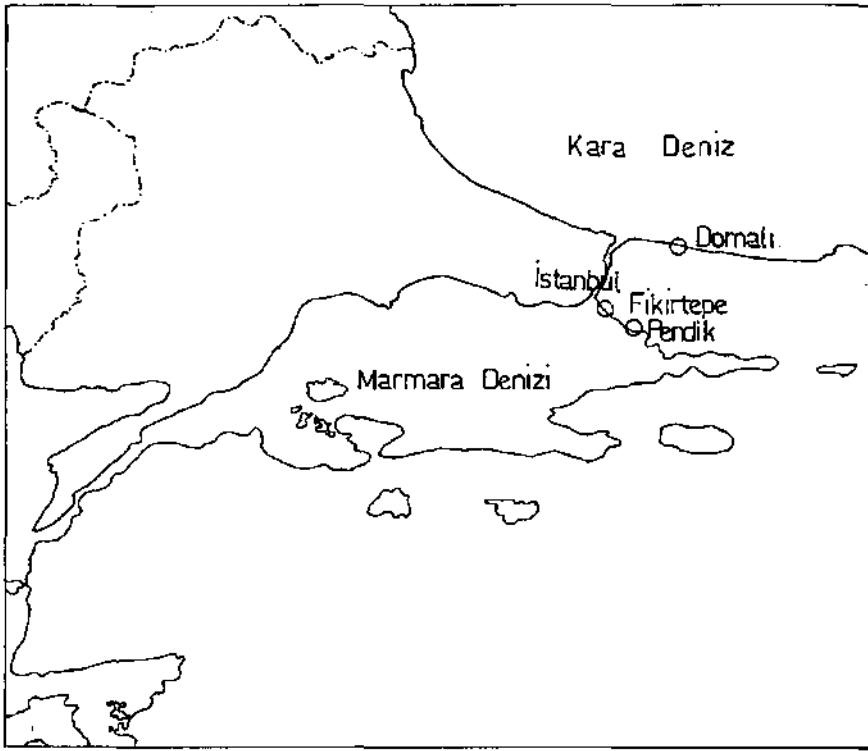
D_s / D_i : kendiliğinden oluşan iz büyüklüğünün yapay olarak oluşturulan iz büyüklüğüne oranı (bu ölçüm kendiliğinden oluşan izlerdeki ısı etkisi ile görülen küçülme hakkında bilgi verir).

Φ : Nötron akısı (cm^{-2}) $\times 10^{15}$ Bu çalışmada örnekler Pavia Üniversitesi'ndeki (İtalya) L.E.N.A. reaktöründe gerçekleştirilmiştir. Tablo: 1a da birinci sütunda ölçümlerin Pisa'da veya Adana'da yapıldığı belirtilmektedir. Asitle yıkama şartları Pisa için % 20 HF, 40°C, 2 dakika ve Adana için % 16 HF, 23°C, 3-5 dakikadır. Tablo: 1b de ölçümlerin bir kısmı Adana'da, bir kısmı Pisa'da yapılmıştır.

Tablo: 2 — Kuzey Anadolu kaynak obsidiyenlerinin FT yaşları (Şekil: 2). Bu yaşlarda henüz düzeltme yapılmamıştır.

Grede örneği için elde edilen sonuç bu bölgenin jeolojik yapısına uymamıştır; bu bölge Miyosenik volkanik bölgedir. Çalışılan başka örnek olmadığı için bu konuda kesin bir sonuca varmak zordur. Özellikle, eğer örnek bir obsidiyen kaynağının akışlarından birinden alınmamış da yüzeyde bulunmuş bir örnek ise doğal veya yapay bir nedenle ısınmış ve fizyon izi sayısında azalma olmuş olabilir. Bulunan yaşı kesinleştirebilmek için aynı bölgeden daha fazla örnek üzerinde çalışmak gerekir.

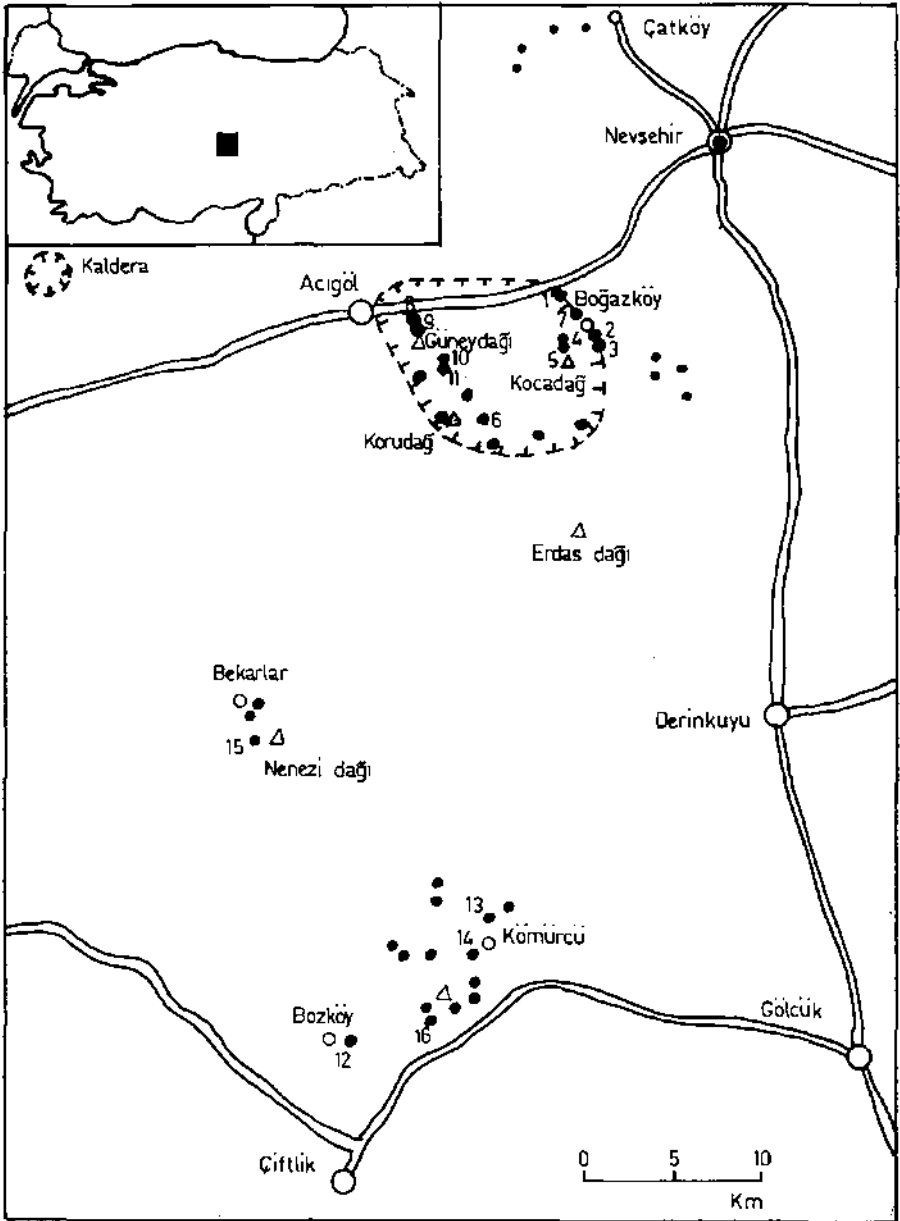
Tablo: 3 — Kuzey Batı Anadolu'dan alınan arkeolojik obsidiyen buluntularının fizyon izi yaşları (Şekil: 1). Bu örneklerle ayrıca INAA tekniği de uygulanmıştır. (G), (Z): örneklerin G. Bigazzi ve Z. Yeğinil tarafından tarihlendirildiğini göstermektedir. (A), (B),... (M) grupları FT tekniği ile belirlenen gruplardır. Plato yaşları henüz belirlenmemiştir.



Şekil: 1 — FT ve INAA uygulanan obsidiyen buluntularının elde edildiği arkeolojik yerleşim bölgeleri



Şekil: 2 — Anadolu'daki obsidiyen oluşumlarını göstermektedir. Burada belirtilmemiş başka obsidiyen yatakları hakkındaki bilgi bu haritaya eklenebilir (2).



Şekil: 3 — Orta Anadolu'daki Çatköy ve Çiftlik bölgeleri arasında düşen obsidiyen yatakları. 1,2, 16 sayıları FT ile tarihlendirilen obsidiyenleri göstermektedir (Tablo: 1 de 86N / 1,.... 86N / 16) (2).

1989-1990 KURŞUN İZOTOP ANALİZ SONUÇLARI

K. Aslıhan YENER*

I. Lynus BARNES

Emile JOEL

Edward SAYRE

Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü'nün izniyle yapılan arkeometrik analizlere Washington D.C.'de 1989-1990 da devam edildi. Kurşun izotop analizler Washington da National Institute of Standards and Technology'de Dr İ. Lynus Barnes, Smithsonian Institution Conservation Analytical Laboratory'da analist Emile Joel tarafından gerçekleştirildi. İstatistiksel analizler ile bilgisayar işlemleri de aynı kurumda Dr. Edward Sayre ve Doç. Dr. K. Aslıhan Yener tarafından yapıldı. Projemiz 1983 yılından beri MTA Genel Müdürlüğü ile ortak olarak yürütülmüştür. Cevher ve curuf analizlerinde, arazide bilgilerinde, ve özellikle Torosların karmaşık yapısını açıklayan, yayınlayan ve çalışan Sn. A. Çağatay, A. Özgüneylioğlu, M.Z. Ateş, S. Apaydın, M. Zaraloğlu, C. Göncüoğlu, T. Alpan, N. Pehlivan, H. Aral, O. Akıncı, Z. Öncel ve özellikle E. Kaptan'a candan teşekkür ederim. Atom soğutma spektrometri yöntemi ile yapılan eser element analizler, Dr. Hadi Özbal tarafından yapılmıştır ve ayrıca yayımlanacaktır, kendisine teşekkür ederim.

Konumuz, Türkiye'nin önemli simli kurşun madenlerinden toplanan cevher örneklerinin bu yıl yapılan kurşun izotop analizleri ve onların yorumlarıdır. 1981 yılından beri projenin ana amacı bu örneklerin atomik soğutma spektrometresi yöntemi ile eser element analizlerini yapmak ve kütle spektrometresi ile kurşun izotop oranlarını belirlemektir. Böylece, maden bölgelerinin belirgin parmak izlerini tanımlayarak arkeolojik eserlerin hammadde kaynaklarını amaçlanmaktadır.

(*) Doç. Dr. K. Aslıhan YENER, Conservation Analytical Laboratory, Smithsonian Institution, Washington D.C. 20560 ABD

Dr. I. Lynus BARNES, National Institute of Standards and Technology Washington
Emile JOEL, Conservation Analytical Laboratory, Smithsonian Institution Washington, D.C. 20560, ABD

Dr. Edward SAYRE, Conservation Analytical laboratory, Smithsonian Institution, Washington D.C. 20560, ABD

Metalik malzeme, arkeolojik kazılarda ortaya çıkarılan en önemli bulgular arasındadır. Bulundukları ortamın durumuna göre, metalik buluntuların büyük bir kısmı orijinal özelliklerini korumaktadır. Kurşun izotop analizi, altın, gümüş, bakır, bronz veya kurşundan yapılmış her türlü paralara, heykelciklere, süs eşyalarına, savaş araç ve gereçlerine, cam ve sır gibi malzemelere uygulanabilir. Tüm bu metalik buluntular çok az da olsa kurşun içerir. Kurşunun dört izotopundan üçünün yörelere göre farklılık göstermesi radyoaktif bozunma ürünleri olmalarındandır. Kurşun ve kurşun içeren gümüş eserlerin izotop oranlarıyla parmak izi gibi bir anahtar elde edilebilmektedir.

Arkeometri projemizde Orta Toros bölgesinden Bolkardağ, Aladağ ve Çamardı, İstanbul-Şile, Karadeniz, Sivas, Elazığ-Keban topladığımız ve analizlerini tamamladığımız 1000 den fazla örneğin cevher izotop oranları verisi olarak Conservation Analytical Laboratory'nin Arkeometri Bölümündeki bilgisayara işledim. Ayrıca, çeşitli müzelerden elde ettiğimiz arkeolojik örnekler ile literatürde yayınlanan Orta Doğu'ya ait izotoplar da işlenmiştir. Brookhaven Laboratuvarlarında geliştirilen programların Smithsonian'daki Vax bilgisayarlarında kullanarak elde ettiğimiz değerlendirmeleri size sunmak istiyorum.

Görüldüğü gibi, Toroslar dört ana gruba ayrılmıştır (Resim: 1). Geçen yıl Toroslarla korelasyon gösteren arkeolojik buluntuları sunmuştum. Toplam olarak 50 ye yakın numune yayına sunulmuştur. Bu yıl yapılan analizler arasında Uluburun Kaş batısından çıkarılan kurşundan yapılmış balık ağı ağırlıkları da bulunmaktadır. Şu ana kadar tamamlanan altı örneğin analizinden ilginç sonuçlar elde edilmiştir. İkisinin (Yener ve Diğerleri, Yayında) izotop oranları Bolkardağ ile istatistiksel uyum gösterirken, diğer üçü (AAN811, 812, 813) Yunanistan'ın Lavrion bölgesi ile uyum göstermektedir. Bu sonuçlardan, Orta Toros kaynaklarının dördüncü bin yıl sonlarından birinci bin yılın başına kadar kullanıldığı anlaşılmaktadır.

Orta Toroslarda Bolkardağ ve Sarıtuza-Kestel'de kalayın bulunmasının yanı sıra gümüş ve diğer önemli madenlerin varlığı saptanmıştır. Bundan böyle bu yazki programımızda bölgedeki atölye ve izabe fırınları ile arkeolojik yerleşim yeri olan Göltepe'de kazı yapılması planlanmıştır. Amacımız, kalay veya gümüş madenlerine ait galerileri saptamak değil, maden teknolojisinin evrimini, boyutunu ve Anadolu'da bunları idare eden kurumlar ile yönetim merkezlerini arkeometrik ve arkeolojik yöntemler ile açıklamak olacaktır. Geleneksel arkeolojik yöntemler bu gibi karmaşık sorunlara çeşitli yaklaşımlar getirmiş olmasına rağmen, günümüze dek kesin cevaplar verememiştir. Amacımız maden kaynaklarının tesbitini üretim teknolojisinin niteliğini, ticari ilişkiler ve kalayın bir bölgeye getirdiği ekonomik gücü sap-

tayabilmemiz için, yüksek teknolojinin ön gördüğü analiz yöntemlerinin önemini anlamış bulunuyoruz. İzotop analizler de önem sırasında başta gelmektedir.

Torosların dışındaki maden bölgelerinin izotop oranları da bilgisayara işlendiğinde bazı sorunlar ortaya çıkmaya başladı. Değişik bölgelerden elde edilen izotop oranları arasında çakışmalar görüldü. Örneğin Toros 2A grubu ile Kıbrıs (Resim: 2a ve 2b) ve Çanakkale'nin (Resim: 3) bazı madenleri arasında bazı izotopik özellikler birbirine benzemektedir. Ancak çok değişgenli istatistiksel uygulamalarda üç boyutlu izotopik veriler kullanılarak bazı kaynak bölgeleri kendi içinde izotopik gruplara ayrıştırılmış ve bu bölgelere istatistiksel olarak uygun düşmeyen örnekler ayıklanarak bu maden yataklarının daha belirgin ve küçük gruplar halinde belirlenebilmesi mümkün olmuştur. Bu sayede maden kaynakları arasında çok daha iyi bir ayrışım elde edilmiştir.

Ayrıca, cevher gruplarının en az altı veya yedi örnek ile saptanabileceğine inanıyoruz. Çok değişgenli Hotellings "T" uygulaması ile küçük sayıda örnek grubundan doğabilecek belirsizlikleri tahmin etmek mümkün olmaktadır. Bu yöntemde bir örneğin o gruba ait olup olmadığını belirleyen olasılık saptamaları birbirine çok yakın çıkacaktır. Hesaplamalarımızda her iki yöntemi de kullanmakta yarar görülmüştür zira bu sayede hem en iyimser hem de en kötümser değerlendirmeleri yapmamız mümkün olmaktadır. Çalışmamızda olasılıkları parantez içinde iki rakam olarak (PN-PH) olarak belirtmekteyiz. Burada PN, normal dağılım varsayımı yöntemi ile, PH ise Hotellings "T" dağılım yöntemi ile saptanan olasılıkları belirtmektedir. Tüm değerlendirmelerimiz her iki sonuca göre yapılmıştır.

Cevher gruplarının dışında, çok değişgenli olasılık hesapları kullanarak, ayrıca iki arkeolojik eser grubu ortaya çıkartıldı. Bunlar Doğu Eser Grubu 1 ve 2 olarak isimlendirildi (Resim: 4). Doğu Grubu 1 üçüncü bin yıldan birinci bin yıla kadar tarihlenen gümüş, kurşun ve camdan yapılmış eserlerden oluşmaktadır. Heidelberg-Max Planck tarafından yayınlanmış olan ve Pirajman'dan alınmış tek bir maden filizi örneğinin izotop oranı bu grup ile yakın olarak göstermiştir (Resim: 5a). Grup 2 de ise ise 26 adet Kalkolitik'ten Geç Tunç'a kadar tarihlenen eser yakın korelasyon göstermektedir. Bu gruba uygun en yakın cevher numunesi ise Aladağ'dandır ve eserlerin kaynağı büyük bir olasılıkla burasıdır (Resim: 5b).

Sonuç olarak, projemizin ilk aşamasında elde edilen bulgular şunlardır: İzotop analizlerine göre, Türkiye'nin çeşitli madenleri hem Anadolu kentleri hem de komşu bölgelerdeki merkezler tarafından sürekli kullanılmıştır. İlerde izotoplardan elde edilecek kentler ile hammadde arasındaki bağlantılar ve Orta Toroslardaki arkeolojik çalışmalar, madenlerin bu yörenin ekonomisine yaptığı katkı ortaya çıkacaktır. Böylece, çalışmalarımız, uluslararası maden ticaretinin bu kadar yoğun olduğu bir dönemde, Anadolu'nun sosyo-ekonomik ve politik yapısını berraklaştırmış olacaktır.

Table: 1 — Lead Isotope Ratios of Unpublished SI-NIST Specimens (Non Taurus Sources-Toros Dışı Kaynaklar)

Specimen Id	Isotope Ratios			Found At	Isotopically Compatible With
	Pb 208 / Pb 206	Pb 207 / Pb 206	Pb 204 / Pb 206		
AON166	2.04765	0.82032	0.052183	Keban	Keban
AON167	2.04882	0.81930	0.052265	Keban	Keban
AON241	2.07761	0.83891	0.053909	Sisorta Region	Cyprus 2
AON254	2.07478	0.83904	0.053805	Sisorta Region	Cyprus 2
AON328	2.07323	0.83735	0.053689	Ünye Region	Cyprus 2
AON335	2.07550	0.83859	0.053795	Giresun Region	Cyprus 2
AON412	2.07681	0.83829	0.053552	Giresun Region	Siphnos
AON435	2.07796	0.83790	0.053456	Kızılcahamam	Siphnos
AON447	2.06791	0.83417	0.053272	Balıkesir	Troad
AAN012	2.06996	0.83375	0.053156	Troy	Kythnos 1
AAN013	2.07102	0.83374	0.053038	Troy	Kythnos 1
AAN022	2.07215	0.83496	0.053455	Troy	Kythnos 2
AAN024	2.06708	0.83214	0.053241	Troy	Ergani
AAN025	2.06798	0.83293	0.053254	Troy	Ergani
AAN026	2.07156	0.83474	0.053340	Troy	Kythnos 2 and Troad 1
AAN032	2.07171	0.83548	0.053434	Troy	Kythnos 2, Cyprus 2, Troad 1
AAN033	2.07283	0.83639	0.053458	Troy	Cyprus 2
AAN169	2.06716	0.82341	0.052301	Kurban Höyük	Eastern Artifacts 1
AAN184	2.06973	0.83057	0.052812	Acemhöyük	Eastern Artifacts 2
AAN286	2.06932	0.83485	0.053274	Acemhöyük	Troad 2
AAN297	2.06808	0.83348	0.053099	Karataş	Kythnos 1
AAN408	2.06620	0.83181	0.052872	Mahmatlar	Eastern Artifacts 2
AAN811	2.05931	0.83127	0.053072	Kaş-Uluburun	Laurion
AAN812	2.05944	0.83099	0.053109	Kaş-Uluburun	Laurion
AAN813	2.06050	0.83135	0.053085	Kaş-Uluburun	Laurion
AAN919	2.07033	0.83007	0.052882	Judeidah	Eastern Artifacts 2
AAN955	2.05986	0.83022	0.052955	Judeidah	Laurion
AAN956	2.11944	0.87253	0.055785	Judeidah	Cyprus Lead Artifacts
MAN191	2.08043	0.84047	0.053626	Assur	Taurus 2A
MAN197	2.07528	0.83773	0.053443	Assur	Siphnos
MAN205	2.06063	0.83057	0.052976	Assur	Laurion
MAN910A	2.07547	0.83729	0.053397	Khafajeh	Siphnos
MAN915	2.06671	0.82319	0.052387	Asmar	Eastern Artifacts 1
MAN916	2.06858	0.82434	0.052337	Asmar	Eastern Artifacts 1
MAN917	2.06902	0.82444	0.052311	Asmar	Eastern Artifacts 1
MAN942	2.08147	0.83842	0.053451	Khafajeh	Siphnos
SAN900	2.06644	0.82301	0.052220	Hammam El-Turkman	Eastern Artifacts 1
SAN902	2.07480	0.83462	0.053143	Selenkahiyeh	Antiparos
SAN903	2.07608	0.83590	0.053267	Selenkahiyeh	Troad 1
SAN988	2.06906	0.82398	0.052316	El-Qitar	Eastern Artifacts 1
SAN989	2.06964	0.82980	0.052891	El-Qitar	Eastern Artifacts 2

Table: 2 — Elemental Concentrations in Unpublished SI-NIST Specimens (Determined by Dr. H. Özbal)

Specimen Id	Elemental Concentrations in Percent											
	Lead	Zinc	Copper	Iron	Tin	Silver	Arsenic	Antimony	Manganese	Nickel	Cadmium	Gold
AON166	0.32	2.09	0.30	49.7		0.0018	0.71		0.01	0.01	0.01	0.000039
AON167	0.23	0.04		22.9	0.02	0.0054	0.14		0.15	0.01		0.000034
AON241	16.6	13.0	5.29	23.5		0.0088	0.02	0.02	0.38		0.09	0.000119
AON254	70.7	11.7	0.13	1.87		0.0056			0.05	0.02	0.12	0.000020
AON328	5.91	23.4	0.03	0.68		0.0010	0.01		0.16		0.36	0.000043
AON335	30.4	23.1	1.65	4.66		0.0007	0.02	0.01	0.16	0.01	0.37	
AON412	19.3	23.6	2.12	8.98	0.03	0.0795	0.76	0.58	0.02		0.49	0.000125
AON435	1.82	0.01		22.1	0.03	0.0008	0.01	0.11	9.14			0.000017
AON447	0.11	0.02	0.10	0.03	0.02		0.11		0.01			0.000044
AAN013	0.81	0.01	0.45	0.33		86.5				0.06		
AAN021	0.33	3.63	0.53	0.04		77.5				0.18		0.1153
AAN022	0.38	0.61	0.83	1.38	1.41	50.6			0.03	0.27		
AAN023	0.41	0.01	7.66	0.16	0.47	90.0						0.04140
AAN032						93.9						0.30400
AAN033						91.7						0.21850
AAN169	90.5	0.07	0.07	0.02		0.004		0.01		0.01		0.00080
AAN184		0.14	1.66	0.47		71.8	0.01			0.08		0.19180
AAN286	0.01	0.03	62.2	0.72		0.005	0.07		0.02	0.68	0.01	0.00040
AAN297	0.15	0.04	11.2	0.08	0.17	88.3						
MAN205	98.90		0.06	0.07	0.17	0.030				0.02		0.00080

Catalogue of Unpublished SI-NIST Specimens

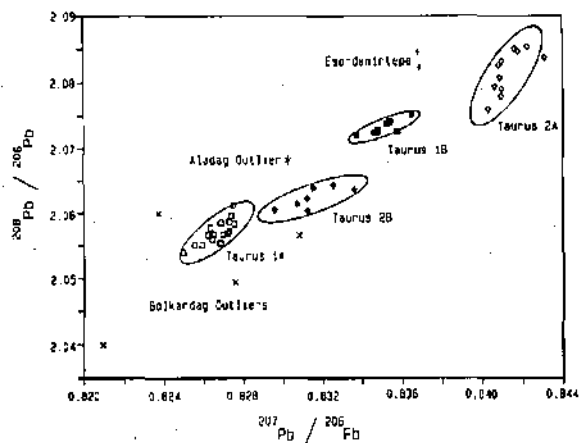
Artifacts

- AAN012 TROY; silver bracelet (several fused together with gold beads-sample from outer ring). Istanbul Archaeological Museum no. 700M, sampled in 1982. Schliemann Excavations
- AAN013 TROY; silver bracelet (several fused together with gold beads-sample from inner ring). Istanbul Archaeological Museum no. 700M, sampled in 1982. Schliemann Excavations.
- AAN022 TROY; silver earring with overlapping ends. Istanbul Archaeological Museum no. 614M, sampled in 1982. Schliemann Excavations
- AAN024 TROY; silver earring with overlappings ends (one of a pair). Istanbul Archaeological Museum no. 611M, sampled in 1982. Schliemann Excavations
- AAN025 TROY; silver earring with overlapping ends (one of a pair). Istanbul Archaeological Museum no. 611M, sampled in 1982. Schliemann Excavations
- AAN026 TROY; silver lunate earring. Istanbul Archaeological Museum no. 615 M, sampled in 1982. Schliemann Excavations
- AAN032 TROY; silver lunate earring (one of a pair), Istanbul Archaeological Museum no. 938 M, sampled in 1982. Dorpfeld Excavations
- AAN033 TROY; silver lunate earring (one of a pair), Istanbul Archaeological Museum no. 938 M, sampled in 1982. Dorpfeld Excavations
- AAN169 KURBAN HÖYÜK; lead coil, Excavation no. D-2301-012, Transition period, late third millenium B.C., sampled in 1984
- AAN184 ACEMHÖYÜK; silver fragment part of a hoard, Middle Bronze Age, Niğde Museum, sampled in 1984, (N. Özgüç 1963)
- AAN286 ACEMHÖYÜK; copper ingot; Excavation no. Ac. I. 54, Niğde Museum, sampled in 1985, (N. Özgüç 1963)
- AAN297 KARATAS; silver rivert; Early Bronze Age, Antalya Museum, sampled in 1986
- AAN408 MAHMATLAR; silver ingot; Early Bronze Age, Ankara, Anatolian Civilizations Museum, no. 112-5-64, sampled in 1986
- AAN811 ULUBURUN-KAS SHIPWRECK; Lead fish-net weight, Excavation no. KW 1085, Late Bronze Age, sample from C. Pulak, 1989
- AAN812 ULUBURUN-KAS SHIEWRECK; Lead fish-net weight, Excavation no. KW 1020, Late Bronze Age, sample from C. Pulak, 1989
- AAN813 ULUBURUN-KAS SHIPWRECK; Lead fish-net weight; Excavation no. KW 1107, Late Bronze Age, sample from C. Pulak, 1989
- AAN919 AMUQ-G / JUDEIDAH, silver torque from female figurine; Excavation no. x5105x, Braidwood and Braidwood (1960: pl. 58), Oriental Institute Museum, sampled in 1987
- AAN955 AMUQ-G / JUDEIDAH, copper pin with twisted shank; Excavation no. x3316, JK3: 19, Braidwood and Braidwood (1960: fig. 289: 12) Oriental Institute Museum, sampled in 1987

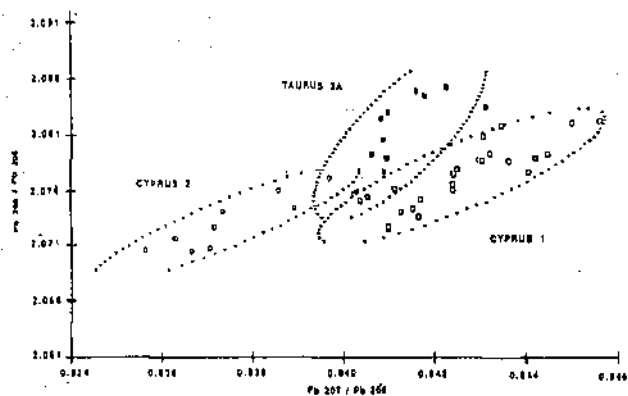
- AAN956 AMUQ-J/JUDEIDAH, bronze shaft-hole ax; Excavation no. T3374, Braidwood and Braidwood (1960: fig. 351: 9, pl. 52:10), Oriental Institute Museum, sampled in 1987
- MAN197 ASSUR, copper shaft-hole ax; Excavation no. A22294, Third Millennium B.C., Istanbul Archaeological Museum, sampled in 1984.
- MAN205 ASSUR, Lead stele with cuneiform inscription dated Tukulti-Ninurta, Middle Assyrian Ishtar Temple (Andrea 1935: pl. 21), Istanbul Archaeological Museum, sampled in 1984.
- MAN910 KHAFAJEH, silver ingot; Excavation no. KhIII76, P44; 16., Houses level 1, EDIIIb, Oriental Institute Museum, unpublished (cf. Delougaz 1940, 1942, 1967), sampled in 1987
- MAN915 TELL ASMAR, silver and lapis bull figurine; Excavation no. As. 32 905, (Frankfort 1934: fig. 29; ED / Akkadian), Oriental Institute Museum sampled in 1988
- MAN916 TELL ASMAR, silver and lapis (lion-headed eagle figurine; Excavation no. As. 32 908 (Frankfort 1934: fig. 29; ED / Akkadian), Oriental Institute Museum, sampled in 1988
- MAN917 TELL ASMAR, silver tube bead spacer; Excavation no. As. 32 878-9, (Frankfort 1934: fig. 29; ED / Akkadian), Oriental Institute Museum, sampled in 1988
- MAN942 KHAFAJEH, silver ring fragment; Excavation no. KhIII754, K42:9, Grave no. 167, Houses level 2, EDIIIa / b. unpublished (cf. Delougaz 1940, 1942, 1967), Oriental Institute Museum, sampled 1988
- SAN900 HAMMAM ET-TURKMAN, lead hook, Excavation no. HMM84-SM27, Late Bronze Age, sample from M. van Loon, 1988
- SAN902 SELENKAHIYEH, silver ring; Excavation no. SLK 75-1444, Early Bronze IV (2400-1900 B.C.), sample from M. van Loon, 1988
- SAN903 SELRNKAHIYEH, silver pendant; Excavation no. SLK 75-M32, Early Bronze IV (2400-1900 B.C.), sample from M. van Loon, 1988
- SAN988 TELL EL-QITAR; lump of silver, part of hoard, Excavation no. QIT316, Late Bronze Age, sample from T. McClellan, 1988
- SAN989 TELL EL-QITAR; silver fragment, part of hoard, Excavation no. QIT23, Late Bronze Age, sample from T. McClellan, 1988

Ores

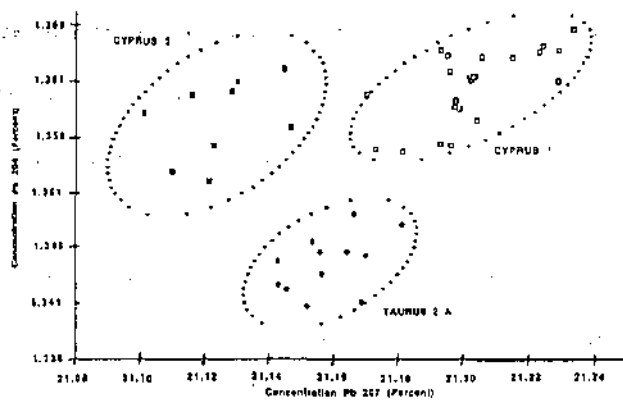
- AON166 KEBAN/DEREBACA, mine with massive galena deposits, reddish soft ore, survey 1984
- AON167 KEBAN/ZEYTINDAĞ, mine with massive galena deposits, reddish soft ore, survey 1984
- AON241 SIVAS/SISORTA, Sualtı Ocak, galena and sphalerite, survey 1985
- AON254 SIVAS/SISORTA, Kavala Desendresi, galena deposits, survey 1985
- AON328 UNYE/KARADERE MEVKİ, Kumartı Koy mines, galena and sphalerite, survey 1986
- AON335 GİRESUN/BUANCAK, Yukarı Tekmezar Mevkii mines, galena and sphalerite, survey 1986
- AON412 GİRESUN/TİREBOLU, mines, Pb ore, MTA sample no. 375
- AON435 ANKARA/IŞIKDAĞ, Kızılcahanım, Jamesonite, MTA sample no. 49
- AON447 BALIKESİR/AYVALIK, anglesite, MTA sample no. 431



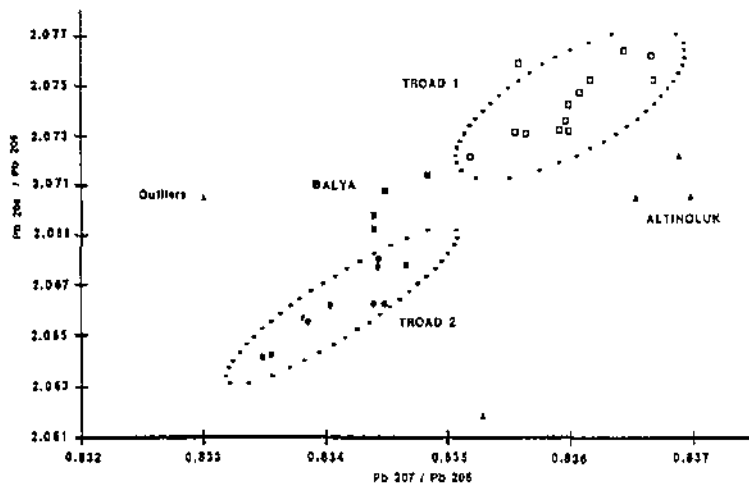
Resim: 1



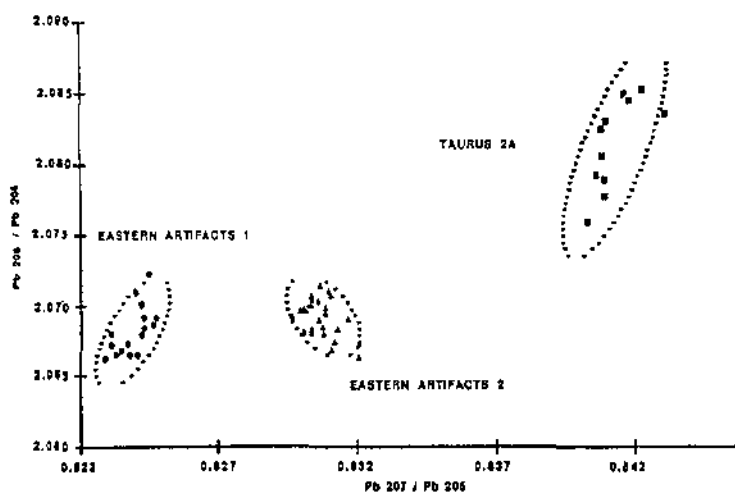
Resim: 2a



Resim: 2b



Resim: 3



Resim: 4

tarafından Çavuştepe'deki kazı çalışmaları, 1986 yılına dek sürdürülmüş ve kalenin hemen hemen tümü ortaya çıkarılmıştır.

Çavuştepe, M.Ö. 8. yüzyılın ortalarında, Kral Sarduri II (M.Ö. 764-735) döneminde kurulduğu ve M.Ö. 7. yüzyılın sonlarına değin yaşamını sürdürdüğü, kazılar sırasında ele geçen yazılı belgelerden anlaşılmaktadır¹.

Bu çalışmada incelenen örnekler, Çavuştepe'de değişik kazı sezonlarına ait demir buluntular arasından seçilmiştir. Bunlar, bir adet kalem keski ve üç adet okucu'dur. İncelenen buluntularla ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

İnceleme Yöntemi

İncelenen örnekler, patinaları temizlenmemiş eserlerden kıl testere ile kesilerek çıkarılmıştır. Ancak okuçlarının aşırı ölçüde korozyona uğraması nedeniyle buluntuların gevrek davranış göstermesi sonucu kesme işlemi esnasında yer yer kırılmalar meydana gelmiştir. Bu buluntularda incelenen örnekler kırık parçalardan seçilmiştir. Kesilerek çıkarılan veya kırık parçalardan seçilen numuneler reçineye alınarak mekanik parlatmaya tabi tutulmuştur. Numuneler, dağlanmadan önce, normal ve polarize ışık altında metal mikroskopunda ve ayrıca cevher mikroskopunda incelenmiştir. Buluntuların kalitatif analizi, bütün halinde Spectrace 5000 Tracor marka EDXRF spektrometresi ile orijinal durumuna zarar vermeden gerçekleştirilmiştir. Bu cihaz sayesinde, miktarı 20 ppm üzerinde olan elementler tesbit edilebilmiştir. Mikro yapıda yeralan kalıntıların analizi ise, JEOL JSM-330 Tarama Elektron mikroskopuna bağlı, enerji ayırmalı x-ışınları (Tracor Northern Micro Tracer, TN 5500 EDXS) çözümleyicisi ile yarı-kantitatif olarak ve sertlik ölçümleri, Vickers sertlik cihazı ile 1 kg lık yük uygulanarak yapılmıştır.

İncelenen Buluntular

Aşağıda, incelenen buluntular ile her buluntuda tesbit edilen karakteristikler ayrı ayrı belirtilcektir. Örneklenmelerin kodlanması tarafımızdan yapılmıştır.

Kalem Keski (ÇD-7):

Buluntunun şekli ve metalografik etüd için numunenin alındığı bölge, Şekil: 1a'da gösterilmiştir. Bu buluntuda, korozyonun sadece dış kısımda yer aldığı ve iç kısımlarının sağlam olduğu görülmüştür.

Buluntunun Genel Bileşimi: Kalem keskinin bütününün Spectrace 5000 Tracor marka EDXRF spektrometresi ile yapılan genel kalitatif ana-

lizinde, Al, Ca, Cr, Fe, Cu, Ni, Au, As, Pb ve Sr piklerine rastlanılmıştır (Şekil: 2'ye bakınız). Metalografik etüd için çıkarılan numunenin tarama elektron mikroskobuna bağlı enerji ayırmalı x-ışınları ile yapılan analizinde ise sadece Fe pik'i elde edilmiştir.

Buluntudaki Kalıntıların Bileşimi: % 0.81 Mg, % 3.95 Al, %20.02 Si, % 1.78 P, % 12.56 K, % 9.18 Ca, % 2.66 Mn, % 49.05 Fe.

Buluntunun Sertliği: Keskinin sertliğinin, Şekil: 1 b'de görüldüğü gibi her bölgede aynı olmadığı, uç kısma doğru sertliğin arttığı ve sertlik değerlerinin 180-300 HV arasında değiştiği saptanmıştır.

Mikroskobik İnceleme: Buluntunun cevher mikroskobu ile yağlı objektif ve yeşil filtre kullanılarak 1400x büyütmede yapılan etüdünde, ppm mertebesinde nabit altına raslanmıştır. Nitekim, buluntunun genel kalitatif analizinde de Au pik'ine raslanarak, altın miktarının 20-50 ppm mertebesinde olduğu anlaşılmıştır. Eserin, enine ve boyuna kesidine ait dağlanmamış haldeki içyapı mikrografları Şekil: 3'de gösterilmiştir. Kalıntıların biçiminden, keskinin sıcakta dövülerek şekillendirildiği anlaşılmaktadır. Keskinin dağlanmış haldeki mikro yapısı ise ince perlit içermektedir. Perlit yapısının sıcak şekillendirme için keskinin zaman zaman odun kömüründe tutulması sonucu karbon emerek oluştuğu tahmin edilmektedir. Nitekim keskinin uç kısmının sertliği bu nedenle yüksektir.

Buluntunun şekli ve numunenin alındığı bölge Şekil 4'de gösterilmiştir. Bu buluntunun önemli ölçüde korozyona uğradığı ve sadece göbek kısmında ufak bir metalik bölgenin yer aldığı görülmüştür. Mikroskobik etüde, korozyon kabuğunun çeşitli tabakalardan oluştuğu anlaşılmıştır. En dışta yer alan yaklaşık 1100 mikron kalınlığındaki oksit tabakası, sünger görünümünde olup yapısındaki Si, P, K, Ca, Mg ve Al bulunmaktadır. Bu kabuk bölgesinden merkeze doğru gidildiğinde demirin dışında herhangi bir elemente raslanılmamıştır. Kabuk bölgesinde, yüzeyden 300, 500 ve 1050 mikron uzaklıklarda tesbit edilen yarı-kantitatif bileşimler Tablo: 1'de verilmiştir. Buluntunun, cevher mikroskobisi ile yapılan etüdünde, hematit, limonit ve geotit'e raslanılmıştır. Şekil: 5 de, Okucu'nun dağlandıktan sonraki mikro yapısı yer almaktadır. Mikro yapıda ferrit ve perlit fazlarının yer aldığı ve perlit fazının temperlenme sonucu kısmen toparlandığı görülmektedir.

Okucu (ÇD-2) :

Buluntunun biçimi, Şekil: 6'da gösterilmiştir. Bu buluntunun, metalik kısım içermediği ve tamamen oksitlendiği tesbit edilmiştir. Bu nedenle, metalografik karakteristikleri tesbit etmek mümkün olmamıştır. Buluntu-

Tablo: 1 — Okucu (ÇD-I)'e Ait Korozyon Tabakasının Bileşimi

Yüzeyden itibaren mesaf (mikron)	Si	P	K % Ağırlık	Ca	Mg	Al	Fe
300	2.76	0.54	0.04	0.80	—	—	95.86
550	15.52	0.56	—	0.35	5.02	8.59	69.97
1050	16.09	—	0.63	0.44	5.19	8.82	68.84

nun tümünün spektral analizinde Al, K, Ca, Cr, Fe, Zn, Pb, ve Sr pik'leri kaydedilmiştir. (Şekil: 6 b'ye bakınız). Tarama elektron mikroskobunda yapılan analizde Al, Si, S, Cl ve Ca elementleri ve cevher mikroskobunda yapılan incelemede ppm mertebesinde nabit altına raslanılmıştır.

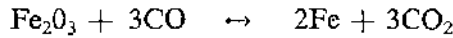
Bulutunun biçimi Şekil: 7a'da görülmektedir. Ucu kıvrık olan bu okucunun sap kısmından alınan numune üzerinde incelemeler yapılmış, ancak metalik kısma rastlanılmamıştır. Tarama elektron mikroskobunda yapılan yarı-kantitatif analizde, dış kısımda demirin yanısıra % 0.41 Si, % 0.78 P, % 0.16 K ve % 0.51 Ca elementlerine ait pik'ler kaydedilmiş, iç kısımda ise sadece demir pik'i saptanmıştır. Buluntunun, dış kısımda yer alan kabuk bölgesinde Şekil: 7b'de görüldüğü gibi ağaç dokusuna raslanılmıştır. Bu bölgede yapılan analizde, demirin yanısıra % 0.57 Si ve % 0.28 Ca olduğu tesbit edilmiştir. Bu gözlem, muhtemelen okucunun sap kısmının ağaç içerisine gömüldüğünü göstermektedir.

Sonuçların Tartışılması

Kalem keskinin çelik olduğu ve içersinde yer alan diğer elementlerin cevherden geldiği anlaşılmaktadır. Yapıda yer alan silikat (curuf) kalınlıklarının bileşimleri günümüzde üretilen çelik curufundan farklı bir bileşime sahip olup, bileşim, modern curuflara kıyasla Fe ve K yönünden zengin, Si, Ca ve Al yönünden fakirdir. Bu sonuç bize, üretim esnasında flaks kullanılmadığı ve curuf yapısında yer alan elementlerin cevher ile ergitme esnasında kullanılan odun kömüründen geldiğini göstermektedir. Yapıda yer alan kalınlıkların biçimi, keskinin sıcakta dövülerek şekillendirildiğini ortaya koymaktadır. Buluntunun, sertliğinin genelde yüksek olması, bileşiminde yer alan az miktardaki alaşım elementleri ile açıklamak mümkündür (Alaşım sertleşmesi). Buluntunun uç kısmında elde edilen yüksek sertlik değerinin, yekillendirme amacıyla odun kömüründe defalarca ısıtılması neticesi karbonca zenginleştiği ve dolayısıyla kolayca su aldığı sonucu ortaya çıktığı tahmin edilmektedir. Kalem keskinin, diğer buluntulara kıyasla korozyon direncinin yüksek olması da yine bileşiminde yer alan az miktardaki alaşım elementlerine bağlamak mümkündür.

Okularının bileşiminde yer alan Pb, Zn, Cu, Au, As, Cr, Ni gibi elementler, ergitme işleminin, bakır ve altın elde etmek amacıyla yapıldığına işaret etmektedir. Okularında saptanan Cr ve Ni elementleri genellikle ofiyolitlere bağlı bakırlı pirit cevherleriyle ilgilidir. Zn ve As elementlerinin ise, özellikle Doğu Karadeniz ve İran'daki kompleks sülfürlü cevherler ile ilişkili olduğu kanaatindeyiz. Dolayısıyla eserlerde kullanılan cevherlerin Doğu Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu'da yeralan cevherlerin izlerini taşıdığı sylenilebilir^{2,3,4}.

Anadolu'da M.. 2000'den beri demir üretiminin varlığından söz edilmekte ve ilk demir öğelerinin, muhtemelen bakır veya kurşun izabesi sırasında yan ürün olarak elde edildiği ne srlmektedir⁵. Bilindiği üzere, bakır veya kurşun cevherine demir oksit flaks olarak katıldığında Fayalit (2 FeO. SiO₂) tipi curuf oluşmaktadır. Demirin ergime noktası 1540°C olmasına rağmen, demir oksit 800°C de redklenebilmektedir. Ancak, cevher saf olmadığından, katı halde redüklenerek elde edilen demir, sünger veya parçalar (bloom) halinde demirle curufun karışımı şeklinde üretilir. Curufun sıvı halinde yapıdan uzaklaşabilmesi için bileşimine bağlı olarak sıcaklığın 1150°C'nin üzerine çıkartılması gerekir. Demirin yapısında yer alan curuf yeniden ısıtma ve dövme işlemleri sonucu tedricen yapıdan uzaklaşır. Demir, aşağıdaki reaksiyona göre;



kolayca bakır ergitme fırınından elde edilebilir. Karbon monoksit, odun kömürünün kısmen yanması sonucu oluşur. Bu yöntemle elde edilen demirin yapısı karbon miktarı açısından heterojen olup bir miktar da fosfor içerir. Fosfor, cevherden ve kullanılan yakıtdan gelmektedir. Hematit cevherleri önemli miktarda fosfor içermektedir. Fosfor, ergitme koşullarına bağlı olarak hem ergimiş metale hem de curufa geçmektedir. Cevherdeki diğer bazı elementler örneğin, manganiz tamamen curufa geçer ve bu nedenle kullanılan cevher hakkında önemli ipucu sağlar. Silis, kalsiyum oksit, alümina gibi diğer gang mineraller ergitme esnasında demirle birleşerek curuf oluşturur. Demir içersinde yer alan kalıntı curuf, cevherle ilgili izler taşıdığından, buluntunun analizinin yanısıra, curufila ilgili kimyasal ve mineralojik analizler araştırıcılara ışık tutmaktadır⁶. Bloomery prosesinde curufun yapısı esas olarak fayalit olup değişik oranlarda wstit (FeO) ve camsı matriks içerir. Curufta, alkalilerin bulunması, Si-O-Si bağlarının parçalanmasına sebep olur ve viskozite dřer⁷. Bu nedenle, kalıntı curuf fazında fosforun yanısıra, potasyumun yer alması, demirin sıcakta işlenebilirlik zelliliğini geliştirici yönde etki etmektedir.

Genel Sonuçlar ve Öneriler

Çavuştepe kazısından çıkarılan ve Urartu dönemine ait demir buluntulardan bir adet kalem keski ile üç adet okucunun incelenmesi sonucu aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır.

a) Curufun bileşimi, günümüz teknolojisinde elde edilen curuf bileşiminden farklı olup, ergitme esnasında flaks kullanılmadığı anlaşılmıştır.

b) Buluntularda yer alan fosfor miktarı yüksektir.

c) Buluntuların sertliği ve korozyon direnci, içersinde yer alan fosfor ile, cevherden gelen az miktardaki diğer alaşım elementleri ile ilişkili olduğu söylenebilir.

d) Demir buluntularının, demir cevherinden üretildiği gibi, bakır üretiminin sonucu olarak bir yanürün olarak üretildiği ihtimali de mümkün görülmektedir.

e) Demir buluntuların üretiminde kullanılan cevherlerin Anadolu kökenli olduğuna dair belirtiler mevcuttur^{4,5}. Ancak, bu çalışma, böyle bir sonuca ulaşmak için henüz sayısal yönden yetersizdir.

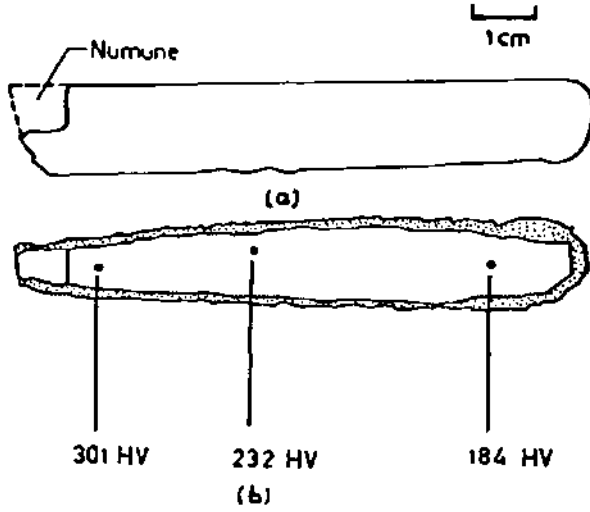
Bu çalışmadan ayrıca, tamamen korozyona uğramış buluntular üzerine yapılan analizlerden cevherle ilgili önemli bilgilerin temin edilmesinin mümkün olabileceği ve buluntuların incelenmesinde muhakkak, esas elementlerin yanısıra tali ve iz elementlerini saptayabilecek farklı yöntemlerden yararlanılmasının gerekli olduğu ortaya çıkmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma, İ.T.Ü. Kimya-Metalarji Fakültesi, Metalurji Bölümü ve İ.Ü. Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü tarafından desteklenmiştir. Tayfun Gür'e, SEM çalışmalarındaki, Mızrap Canıbeyaz'a mikrograflardaki katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

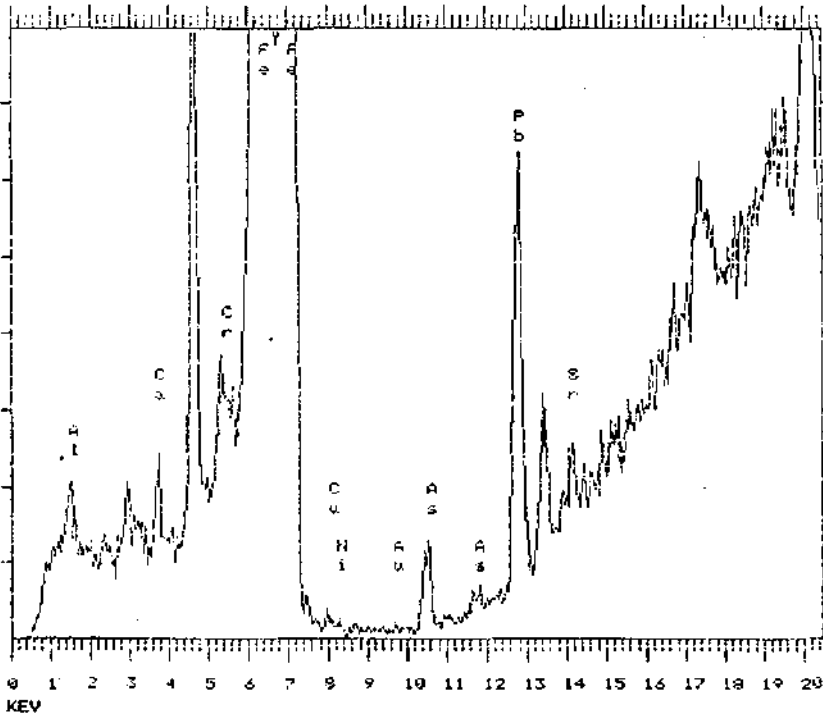
1. A. ERZEN, ÇAVUŞTEPE I, Türk Tarih Kurumu Yayını 1978 Ankara, s. 1, Vd. d.
2. R. OVALIOĞLU, 1. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı, Şubat 1969, s. 101
3. Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş. Kimya Sektör Araştırması Yayın No: Kimya 9 Bakır, Kasım (1979)
4. PRENTISS S. de Jesus, "Eski çağlarda Anadolu'da yapılmış olan metalurjik faaliyetler" MTA dergisi sayı 87, Ekim 1976, s. 55.
5. R.F. TYLECOTE, The Prehistory of Metallurgy in the British Isles. The Inst. of Metals (1986)
6. R.E.M. HEDGES, C.J. SALTER, Archaeometry 21, 2 (1979), 161-175.
7. E. RAASK, Mineral Impurities in Coal Combustion Behavior, Problems and Remedial Measures. Hemisphere Publishing Coop. 1985, s. 127.



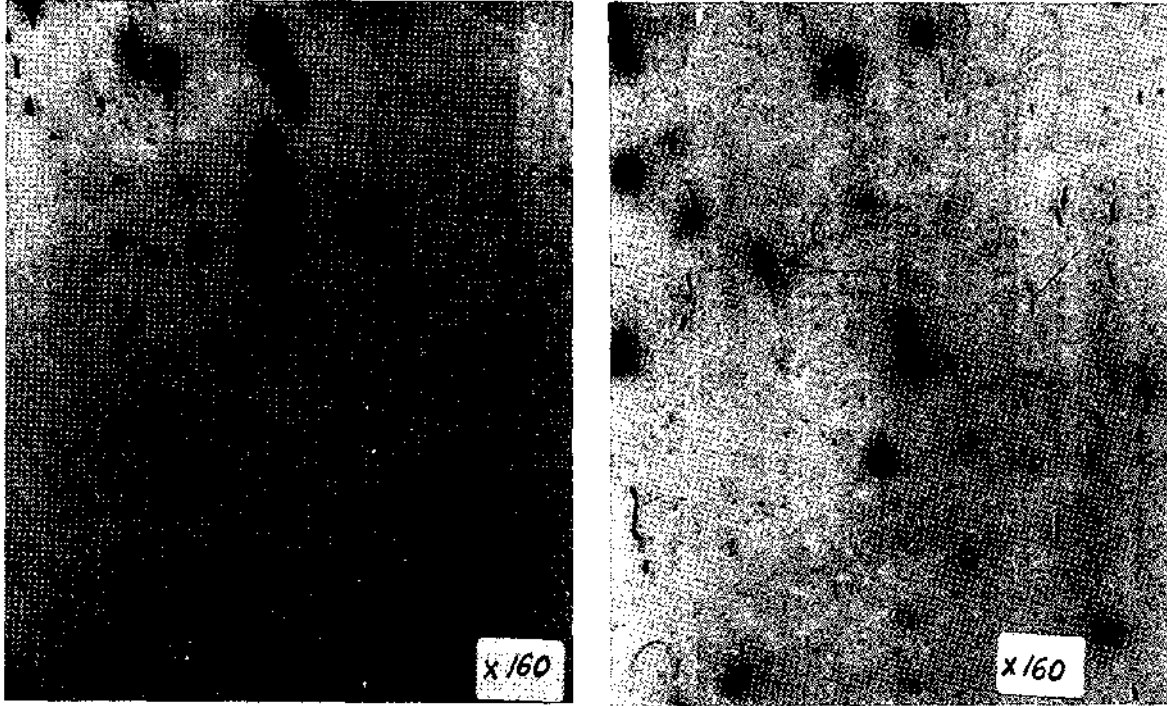
Şekil: 1 a — Kalem keski (ÇD-7)'nin biçimi ve metalografik inceleme için örneğin çıkarıldığı bölge
b — Sertlik dağılımı

TUBE VOLTAGE : 25 KV
TUBE CURRENT : 0.10 mA
ATMOSPHERE : AIR

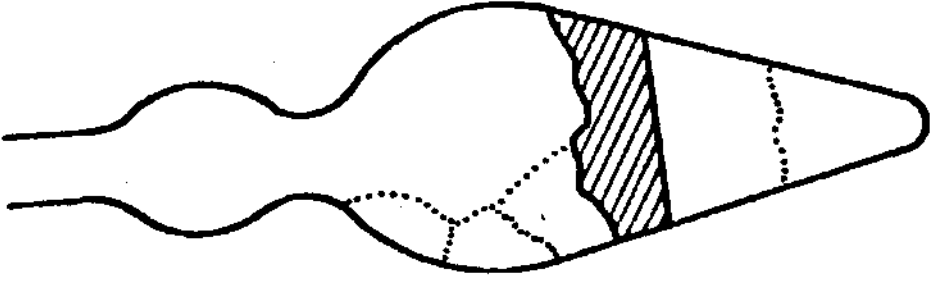
FILTER USED : THIN
LIVETIME : 100 SEC



Şekil: 2 — Kalem keski (ÇD-7)'nin bütününün, Spectrace 5000 Tracor marka EDXRF spektrometresinde analizi sonucu elde edilen pikler



Şekil: 3 — Kalem keski (ÇD-7)'nin, yağlanmadan önceki mikroyapısı. Yapıda, silikat (curuf) kalıntısı görülmektedir.



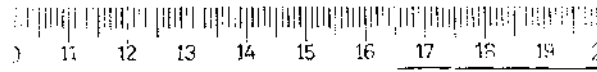
Şekil: 4 — Okucu (ÇD-1)'in şekli ve örneğin alındığı bölge (taralı alan)



Şekil: 5 — Okucu (ÇD-1)'in, göbek kısmında yer alan metalik bölgenin enine kesit mikroyapısı



ÇD-2

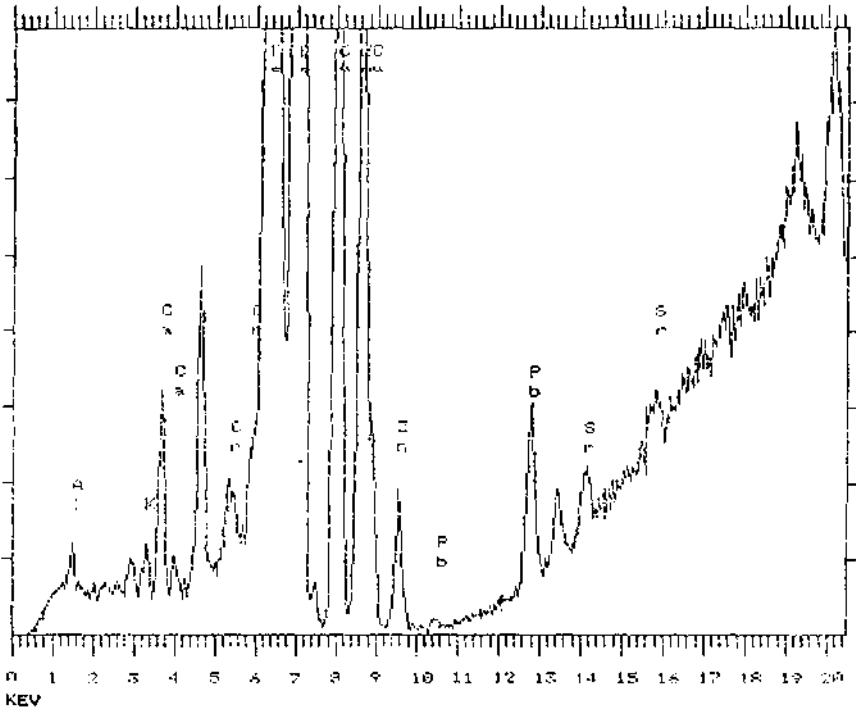


Şekil: 6 a — Okucu (ÇD-2)'nin biçimi

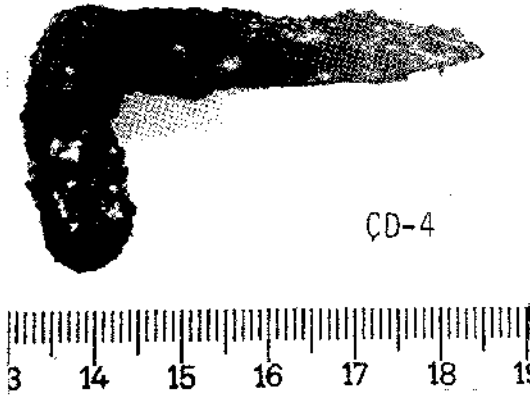
TUBE VOLTAGE : 25 KV
TUBE CURRENT : 0.15 mA
ATMOSPHERE : AIR

FILTER USED : THIN
LIVETIME : 100 SEC

F.S. = 512



Şekil: 6 b — Buluntunun, Spectrace 5000 Tracor marka EDXRF spektrometresi ile yapılan analizinde elde edilen pikler.



Şekil: 7 a — Okucu (ÇD-4)'ün biçimi



Şekil: 7 b — Buluntunun sap kısmında yer alan ağaç dokusunun SEM görüntüsü

OSMANLI MİMARISİNDE KULLANILAN DEMİR ÖĞELERİNİN ÜRETİM TEKNOLOJİSİ

Gülsün TANYELİ*
A. Emel GEÇKİNLİ
Ali ATA

ÖZET

Bu çalışmada, Osmanlı dönemi demir teknolojisini aydınlığa kavuşturmak amacıyla, 15-18. yüzyıl Osmanlı mimarisinde kullanılan demir öğelerin karakteristikleri ve üretim teknolojileri saptanmıştır. İncelenen örnekler, Topkapı Sarayı II. Avlu ve Davutpaşa Medresesi'nden revak gergileri, Edirne Selimiye Camii'nden ve saray mutfaklarından kenet, Sultan Ahmet Camii'nden zivana, Edirne'deki Tütünsüz Baba Türbesi'nden onarım kuşaklaması ve Topkapı Sarayı Zülüflü Baltacılar Koğuşu'na ait parmaklık topu olmak üzere toplam yedi adettir.

Örneklerin mikroyapısı, optik ve taramalı elektron mikroskopunda incelenmiş ayrıca sertlik değerleri de ölçülmüştür. Yapıda yer alan kalınların fosfor ve potasyum yönünden zengin olduğu ve parmaklık topu dışında demir öğelerin sıcakta dövülerek üretildiği, kalın parçaların üretiminde ise katlama ve sıcakta dövercek birleştirme tekniğinin kullanıldığı tesbit edilmiştir.

Bu çalışma, 15-18. yüzyıl Osmanlı demir üretim ve işleme teknolojisinin batıdan geri olmadığını göstermiştir.

GİRİŞ

Osmanlı mimarisinde demiri, kullanım biçimine göre strüktürel amaçlı olan ve olmayan şeklinde iki grup altında incelemek mümkündür. Sanayi

(*) Gülsün TANYELİ, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Restorasyon Anabilim Dalı Taksim-İstanbul
A. Emel GEÇKİNLİ İ.T.Ü. Kimya-Metalurji Fakültesi, Metalurji Mühendisliği Bölümü, Ayazağa-İSTANBUL
Ali ATA, İ.T.Ü. Kimya-Metalurji Fakültesi, Metalurji Mühendisliği Bölümü, Ayazağa-İSTANBUL.

devrimi öncesi dönemi yaşayan bir kültürün mimarlığında demirin strüktürel kullanımından söz edildiğinde, burada demirin ana strüktüre katılan, ama, ona yalnızca yardımcı olan bir öge olduğu gözden uzak tutulmamalıdır. Osmanlı mimarisinde bu alanda, diğer mimari geleneklere göre şaşırtıcı bir kapsam genişliğinin yanı sıra uzun bir evrim sürecinde oluşan büyük bir birikimle karşılaşmaktadır. Kâgir yapıların desteklenmesi için kullanılan strüktürel demir öğeler çeşitli alt başlıklar altında toplanabilir. Bunlardan, kenetler, zıvanalar, gergiler, kirişler ve diğerleri gibi tekil öğeler yapı konstrüksiyonunun mesnetlenmesini sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Kâgir strüktürde, özellikle kubbe ve kubbeden gelen yüklerin karşılanacağı yerlerde yapı bünyesinde oluşan çekme gerilmelerini karşılamak üzere oluşturulan kuşaklama sistemleri ve yapıda çeşitli nedenlerle sonradan oluşan arızaların giderilmesi ya da önlenmesi için kullanılan tekil öğeler ve düzenekler de bulunmaktadır. Bunlara ek olarak sanayi çağı uygulamalarıyla koşut az sayıda demir kubbe uygulaması Osmanlı mimarlığında strüktürel amaçlı demir kullanımının ana repertuvarını oluşturmaktadır. Strüktürel amaçlı olmayan, yani strüktüre katkıda bulunmayan ya da onun asli bir bileşeni olmayan öğelerse, toplu ve topsuz pencere parmaklıkları, kapı ve pencerelerin demir aksamı, rezeler, ökçe ve taban demirleri, mandal, kanca ve halkalar, köşebentler, kazık başlıkları, sütun ve başlık bilezikleri, çiviler ve zincirlerdir.

Amaç

Osmanlı mimarisinde demir kullanımı konusu, bu metalin üretim ve işleme teknolojisiyle çok sıkı biçimde ilişkilidir. Konunun metalurjik açıdan incelenmesini gerekli kılan en önemli etken, 15. Yüzyılın ikinci yarısında ortaya çıkan ve 16. yüzyılın başlarında 10*15 ve 9*16,5 cm'lik kesitlere, yaklaşık 10 m uzunluğa ulaşan demir gergilerin mimaride kullanılmasıdır. Aynı yüzyıllarda diğer toplumlar böylesi boyutlara sahip demir öğeler üretmemektedirler. Dolayısıyla, Osmanlı kültürünün demirin üretim sürecine ve işleme tekniğine getirdiği katkıların belirlenmesi gerekmektedir ki, bu konuda herhangi bir çalışma mevcut değildir. Bu çalışmada, yukarıdaki amaca yönelik olarak restorasyon esnasında ele geçen bazı demir öğeler üzerinde metalografik incelemeler yapılarak, 15-18. yüzyıl Osmanlı mimarisinde kullanılan demir öğelerin karakteristikleri ve üretim teknolojileri saptanmıştır.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

İnceleme Yöntemi

Eserlerden çıkarılan ufak numuneler mekanik parlatmaya tabi tutularak, makroskobik ve mikroskobik olarak incelenmiştir. Eserlerin genel

analizi ile mevcut kalıntıların analizi Jeol-JSM-T330 tarama elektron mikroskopuna bağlı Tracor Northern TN 5500 enerji ayırmalı x-ışınları çözümleyicisi (FNXS) ile yarı-kantitatif olarak gerçekleştirilmiştir. Sertlik ölçümleri, mikro sertlik cihazı ile 1 kg yük altında Vickers ucu kullanılarak yapılmıştır.

İNCELENEN ESERLER

Bu çalışmada incelenen örnekler, yapıda kullanım yerleri açısından, kenet, zivana, gergi ve onarım kuşaklaması olarak adlandırılan strüktürel tekil öğelerdir. Bunlara ek olarak strüktürel bir öğe olmayan pencere parmaklık toplarından bir örnek de karşılaştırma amacıyla çalışma kapsamına katılmıştır. Kenetler, yanaşık derzli örgüde taşları, üst yüzeylerinde açılan yuvalar içinde yerleştirilerek birbirlerine yatayda bağlayan öğelerdir. Zivana ise, benzer şekilde taşları düşeyde bağlamak için kullanılır. Şekil: 1'de her iki ögenin yapı içersindeki konumu şematik olarak gösterilmiştir. Özgün Osmanlı belgelerinde genellikle 'kiriş' olarak adı geçen ve strüktürde aldıkları rollere göre değişik gruplar oluşturan gergiler ise büyük kesitli ve metrelerce uzunluktaki demir öğelerdir. Demir gergilerin 15. yüzyıl ortalarında ilk kez Edirne'deki Üç Şerefeli Camii'de kullanıldığı bilinmektedir. Şekil: 2'de ise, demir gergilerin mesnetlenmesi ile ilgili, Osmanlı mimarisinde rastlanan çeşitli mesnetleme sistemleri verilmiştir. İncelenen eserler hakkında genel bilgi ile bu eserlerde saptanan mikroyapı karakteristikleri ayrı ayrı aşağıda belirtilmiştir.

Örnek 1: Kenet, Edirne Saray Mutfakları (15. Yüzyılın 3. çeyreği)

Saray içinde harap durumdaki Saray mutfakları, değişik kâgir sistemlerin bir arada uygulandığı Erken-Osmanlı mimarlığı örneklerinden biridir. Bu yapıda kullanılan sınırlı sayıdaki demir öğeler, ayakların taş örgüsündeki kenetler ve kemer açıklıklarındaki gergilerdir. Kenetler yaklaşık 19-22 cm uzunlukta, 1.8-2.1 cm genişliktedir ve uçları 3.5 cm kadar kıvrılmaktadır. Eserden alınan örnekte yapılan makro incelemede kenetin, daha ince ve uzun bir parçanın ikiye katlanması ile elde edildiği anlaşılmaktadır. Kenetin mikroyapısı Şekil: 3'de yer almaktadır. Mikrograflardan görüldüğü üzere mikroyapı esas olarak ferritik karakterde olup yer yer perlit'çe zengin bölgeler mevcuttur. Bu durum muhtemelen kenetin üretimi aşamasında tekrarlanan yeniden ısıtma işlemleri esnasında karbon difüzyonunun yer almasından kaynaklanmaktadır. Yapıda ayrıca bol miktarda kalıntılar mevcut olup, yapılan prob analizinde bunların Tablo: 1'de görüldüğü gibi fosfor ve potasyum yönünden zengin olduğu saptanmıştır. Kenetin

sertliği, heterojen mikroyapı dolayısıyla 92-179 Vickers arasında değişmektedir.

Örnek 2: Revak Gergisi, İstanbul, Davutpaşa Medresesi (1485-?)

Yapım teknikleri açısından ilk örnekle aynı özellikleri gösteren yapının avlu revaklarında, kemer açıklıklarında kullanılmış gergilerin kesitleri yaklaşık 4 x 6.5 cm boyutlarındadır. Ancak, 4.5 m uzunluğa ulaşan bu ögelerin 1-1.5 m uzunluğunda ve 2 x 6.5 cm kesitinde sırt sırta yerleştirilmiş demir çubuklardan sıcakta birleştirilerek oluşturulmuştur. İncelenen örnek, Şekil: 4'de gösterildiği üzere L biçiminde kıvrılarak sütun başlığı içinde açılmış yuvaya giren kesiminden alınmıştır. Gerginin mikroyapısının tamamen ferritik olduğu, yer yer kalıntıların bulunduğu ve sertliğin 107-138 Vickers arasında değiştiği saptanmıştır.

Örnek 3: Revak Gergisi, İstanbul, Topkapı Sarayı II. Avlu (15. Yüzyıl sonu-16. Yüzyıl ?)

Topkapı Sarayı'nın kuruluşunun ilk aşamasında gerçekleştirilmiş II. Avlu'nun Haliç yönündeki revaklarında kullanılmış gergiler de yukarıda sözü edilenlerle aynı niteliktedir. Restorasyon çalışmaları sırasında yerinden çıkarılan 4.1 x 6.8 cm kesidindeki ögeden kâgir duvar içine giren ucundan örnek alınmıştır. Gergiyi duvara mesnetleyen kılıcın geçmesi için bırakılan deliğin Şekil: 5'de görüldüğü üzere, gergi gövdesinin U biçiminde kendi üzerine kıvrılarak yapıldığı ortaya çıkmıştır. Gerginin mikroyapısının esas olarak ferritik olduğu, ancak yapıda yer yer karbonca çok zengin bölgelerin yer aldığı tesbit edilmiştir. (Şekil: 6'ya bakınız.) Karbonca zengin bölgelerde ferrit fazının dağılımı Widmanstatten yapısında olup parçanın takriben ≈ 1000 °C sıcaklıktan havada soğutulduğunu göstermektedir. İncelenen örneğin sertliği, karbonca zengin bölgelerin mevcudiyeti nedeniyle 165-249 Vickers arasında değişmektedir.

Örnek 4: Kenet, Edirne, Selimiye Camii (1569-1575)

Yapının yanaşık derzli kesme taş örgüsünün hemen her yerinde kullanılmış kenetlerin bir örneği, binanın geçirdiği onarımlar sırasında yerinden çıkarılarak kubbe yoluna çıkan merdiven sahanlığında bırakılmıştır. İncelenen bu örneğin standart boyutlarda olmadığı görülmüştür. Kenetin toplam uzunluğu yaklaşık 54 cm, genişliği 3.5-4 cm, kalınlığı ise 1-1.2 cm dir. Yaklaşık 6 cm kadar kıvrılan uçlarının genişleyerek trapeze dönüşmesiyle, saray mutfaklarında kullanılandan farklı bir tip oluşturmaktadır. Kenetin mikroyapı karakteristikleri, Edirne saray mutfaklarında kullanılan kenetin yapısına tamamen benzerdir. (Şekil: 7'de bakınız)

Örnek 5: Zıvana, İstanbul, Sultanahmet Camii (1609-1617)

Caminin son restorasyonunda çürüyen taşların değiştirilmesi sırasında çıkarılan zıvanaların kullanım yerlerine göre boyutları 6-12 cm arasında değişmektedir. İncelenen zıvananın biçimi Şekil: 8'de görülmektedir. Makroyapı etüdünden zıvananın sıcakta katlanarak biçimlendirildiği, mikroyapının ise ferritik olduğu tesbit edilmiştir.

Örnek 6: Onarım Kuşaklaması, Edirne Tütünsüz Baba Türbesi (1488 / 18. Yüzyıl onarımı?)

Onikigen planlı yapının çatlayan beden duvarlarının sağlama alınması için kubbenin oturduğu kotta çift sıra olarak uygulanmış bir sistemdir. 8-10 cm genişlikte, 0.6-1 cm kalınlıkta, değişik uzunluklarda yassı demir öğeler Şekil: 9'da gösterildiği gibi özel çivili pimlerle bağlanmışlardır. Yapının uğradığı başka tahribatlar nedeniyle işlevini yitirmiş olan bu öğeler üzerinde mekanik çekişle dövülerek biçimlendirildiğini gösteren 9 x 14 cm boyutunda izler bulunmaktadır. Mikroyapı karakteristikleri yönünden daha önce incelenen örneklerle tamamen benzerdir. (Şekil: 10'na bakınız)

Örnek 7: Pencere Parmaklık Topu, İstanbul, Topkapı Sarayı, Zülüflü Baltacılar Koğuşu (18. Yüzyıl)

Osmanlı mimarisinde, strüktürel amaçlı olmayan ve ortaya çıktığı tarihten itibaren döküm olarak yapıldığı bilinen hemen hemen tek öğe parmaklık toplarıdır. 14. yüzyılın ortalarında Bursa yapılarında kullanılmaya başlanan toplu demir pencere parmaklıklarının da, yine belgelerden öğrenildiğine göre, eski ve yeni olarak tanımlanan biçimleri ortaya çıkmıştır. Yapının restorasyonu sırasında yerinden çıkartılan öğenin kenar boyutu 4.5 cm, delik çapı 2.2 cm. dir. Parmaklık topunun biçimi ve mikroyapısı Şekil: 11'de görülmektedir. Topun döküm yoluyla şekillendirildiği doğrulanmıştır.

Tablo: 1 — Kenetdeki (Edirne Saray Mutfakları) İki Fazlı Kalıntıların Bileşimi, Yarı-Kantitatif Analiz)

Element %	Açık renkli faz	Matrix	Koyu leke	Ortalama
Mg	0.6*	0.53*	0.64*	Yok
Al	2.94*	1.46*	2.63*	2.79*
Si	15.73*	5.02*	12.15*	13.80*
P	1.81*	0.55*	1.17*	1.68*
Cl	0.11	0.08	0.11	0.75
K	2.60	0.70	1.76	1.49
Ca	17.53	2.93	9.86	10.35
Ti	1.07	1.84	1.33	1.50
Mn	1.08	0.62	0.54	0.70
Fe	56.54	86.28	70.81	66.94

* Yüksek absorbsiyon

SONUÇLARIN TARTIŞILMASI

İncelenen örneklerde saptanan müşterek karakteristikler aşağıda özetlenmiştir.

a) Demir ögeler esas olarak yumuşak (ferritik) demirden üretilmiştir. Yapıda, yer yer karbonca zengin bölgeler ve curuf bulunmaktadır. Mikroyapıda yer alan curuf, tüm ögelerde aynı özelliklere sahip olup demir, potasyum ve fosfor yönünden modern teknoloji curuflarına kıyasla zengindir. Mikroyapıdaki tane boyutu dağılımının da heterojen olduğu gözlenmiştir.

b) Demir ögelerin üretim teknolojisi esas olarak sıcakta dövmeyle dayanmaktadır. Diğer taraftan, kalın ögelerin üretiminde, dökümle şekillendirme yerine dövülerek elde edilen şeritlerin kendi üzerine katlanarak ve bu katlı parçanın sıcakta yeniden dövülerek birbirine kaynaşması ile elde edildiği görülmüştür. Katlama ve kaynaştırma işlemi, şüphesiz parçanın istenilen boyuta ulaşınca kadar devam etmektedir.

c) 15-18. Yüzyıl arasında, Osmanlı demir üretim teknolojisinde herhangi bir fark göze çarpmamaktadır.

Sıcak işlemin yaygın olarak kullanılmasının nedeni, demirin çok yumuşak olmasındandır. Diğer taraftan, yapıda yer alan bol miktarda fosforca zengin curuf demirin sıcak işlenebilirlik özelliğini arttırmaktadır. Roma öncesi ve Geç-Orta Çağ dönemlerinde yüksek fosforlu demirin dövülerek elde edildiği bilinmektedir¹. Fosfor, demiri karbondan daha sert ve soğukta gevrek yapar. Bu nedenle fosfor, modern çelik bileşiminde istenmeyen bir elementtir. Buna karşılık, fosfor ilâvesi demirin ergime sıcaklığını düşürdüğünden², sıcakta işlenebilirlik özelliği artar. Nitekim, İngiltere'de Danebury buluntuları üzerine yapılan bir araştırmada, fosfor miktarının, üretilen malzemenin kütlesi ile orantılı olarak arttığını ortaya çıkarmıştır³. Demir içersinde fosforun keşfi 1784 yılına dayanmaktadır. Diğer taraftan, 17. ve 18. yüzyıl harpsikord telleri üzerine yapılan incelemede 0.23 mm çapındaki tellerin % 0.22 ye varan fosfor içerdiği saptanmıştır⁴. Dolayısıyla, bu yüzyıllarda fosforlu-demir kullanımının yaygın olması bu dönemin geleneksel demir üretim teknolojisi hakkında fikir vermektedir. Avrupa'da demirin Bloomery* yöntemiyle üretimi 13-14. yüzyıla kadar sürmüştür. Daha sonraları, düşey fırınlarda üretim yavaş yavaş 'bloomery' yönteminin yerini almıştır. Ancak, özellikle küçük üretim merkezlerinde

(*) Bu yöntemde ergitme işlemi, toprağa kazılan bir çukur içersinde, cevher ve kömürün karıştırılması ile gerçekleştirilmektedir.

19. yüzyıl ortalarına kadar 'Bloomery' yöntemi ile üretim devam etmiştir. Katlama ve katlanan tabakaların birbirine sıcakta dövülerek kaynaştırılması işlemi, daha düşük sıcaklıklarda çalışma imkânı verdiği için avantaj sağlamaktadır. Diğer taraftan, sürekli sıcakta dövme sonucu yapıda yer alan iri curuf kalıntıları bünyeden atılmakta, ufak kalıntıların ise yapıda daha homojen bir şekilde dağılması mümkün olmaktadır. Katlama işleminin de bu yönde müsbet katkısının yanı sıra, malzemeye kazandırdığı lamelli yapı sayesinde tokluk ve mukavemet özelliklerini geliştirdiği bugün bilinen bir gerçektir.

Kalıntı curuf yapısında yer alan elementler, cevher ve / veya kullanılan yakıtla ilgilidir. Curuf bileşiminin, modern curuf bileşimlerine kıyasla Si, Ca ve Al yönünden fakir olması, demir üretimi esnasında flaks kullanılmadığını göstermektedir. Kalıntıda kükürdün olmayışı ve potasyumun bulunması, yakıt olarak odun kömürünün kullanıldığını ve ayrıca demir cevherinin büyük bir olasılıkla karbonat (FeCO_3), hematit (Fe_2O_3) veya limonit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ veya $\text{FeO} \cdot \text{OH}$) kökenli olduğunu göstermektedir. Silikat curuflarında alkalilerin bulunması, Si-O-Si bağlarının parçalanmasına sebep olur ve viskozite düşer⁵. Bu nedenle, kalıntı fazda fosforun yanı sıra potasyumun yer alması, demirin sıcak işlenebilirlik özelliğini geliştirici yönde etki etmektedir.

Osmanlı mimarisinde kullanılan strüktürel demir öğelerin üretimi, Osmanlı demir işleme teknolojisinin ileri bir düzeyde olduğunu göstermektedir. Nitekim, Batı Avrupa'da 100 kg lık bir demir parçasını dövmeğe yeterli güçte bir mekanik çekicin 18. yüzyıl öncesinde varolduğu çok kuşkuludur⁶. Oysa, İstanbul Bayezid Camisi'nin (1505-6) dövülerek işlenmiş olan iç mekân ana gergilerinin herbiri yaklaşık 1.2 ton ağırlığındadır. Buna karşılık, 17. yüzyıl İngiltere'sinde 10 x 8.5 cm kesitli ve 3 m uzunluğunda dövme kiriş yapılamadığı bilinmektedir⁶.

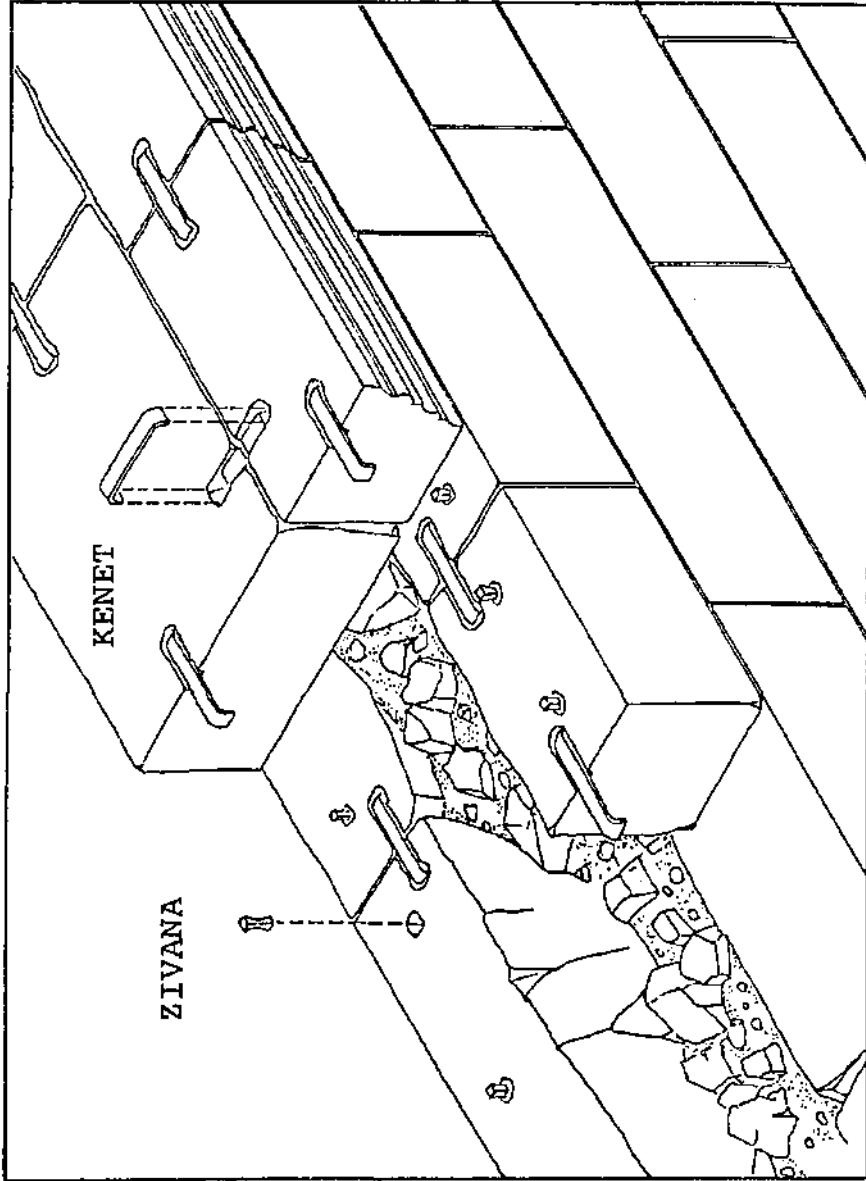
Teşekkür

Kültür Bakanlığı, İstanbul Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü'nden Y. Mimar İlban Öz, Topkapı Sarayı'ndan, İstanbul Vakıflar Bölge Müdürlüğü'nden Y. Mimar İ. Hakkı Yıldırım Sultanahmet Camisi'nden çeşitli örnekler sağlayarak yardımcı oldular. İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi'nden Dr. Uğur Tanyeli ise alan ve arşiv araştırmalarında çalışmaya destek verdi, teşekkür ederiz.

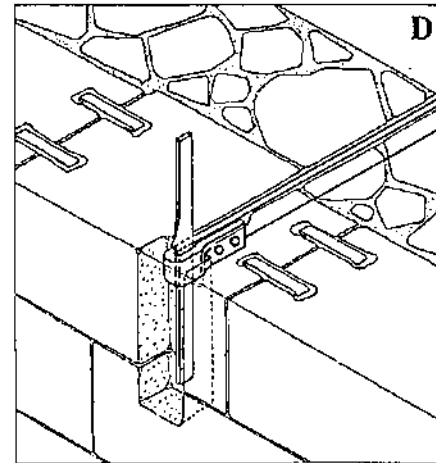
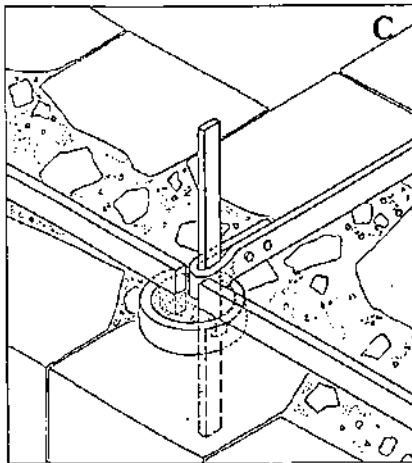
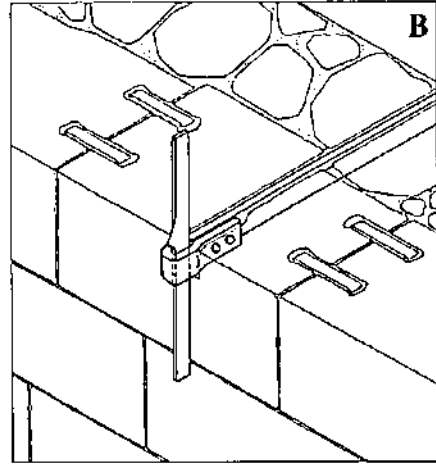
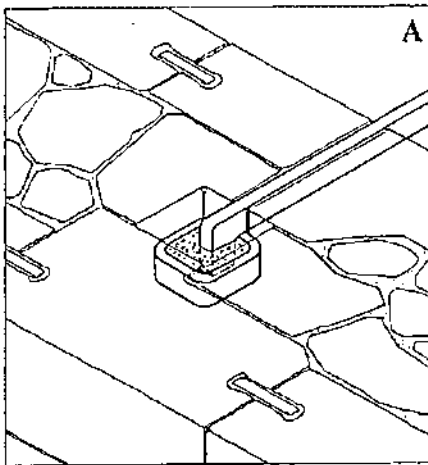
Bu çalışma, İ.T.Ü. Kimya-Metalurji Fakültesinde gerçekleşmiştir. Fakültenin değerli elemanlarından Tayfun Gür'e SEM çalışmalarındaki, Mizrap Canıbeyaz'a mikrograflardaki katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. R.F.TYLECOTE, The Prehistory of Metallurgy in the British Isles. The Inst. of Metals (1986)
2. Metals Handbook Vol. 7 Phase Diagrams 8. Edition
3. R.M. EHRENREICH, Proc. of The 25. International Archaeometry Symp. Ed. by Y. Maniatis, Elsevier (1989) 261
4. M. GOODWAY, Science, 236 (1987) 927
5. E. RAASK, Mineral Impurities in Coal Combustion Behavior, Problems and Remedial Measures. Hemisphere Publishing Coop. 1985 p. 127
6. G. TANYELİ, Osmanlı Mimarlığında Demirin Strüktürel Kullanımı (15-18. Yüzyıl) İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi, Şubat, 1990.

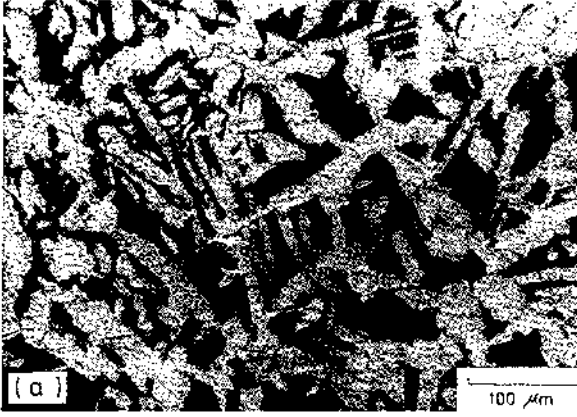


Şekil: 1 — Kenet ve zivananın yanışık derzli örölmüş taşlardaki konumu.

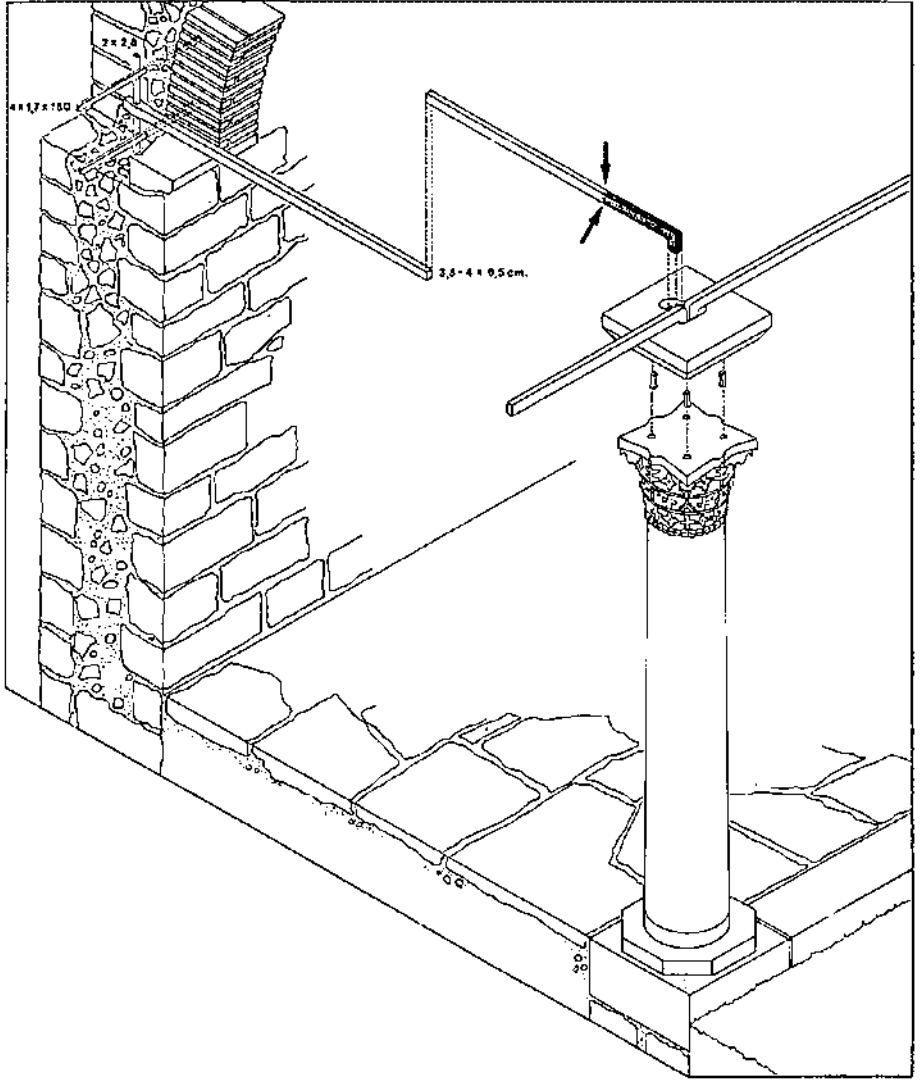


0 0.50 1.00 m

Şekil: 2 — Mesnetleme sistemleri; (A). Simitli mesnetleme, (B). Açık kılıçlı mesnetleme, (C). Simitli mesnete kılıç bağlantı, (D), Yarı gizli kılıçlı mesnetleme.



Şekil : 3- Edirne Saray Mutfaklarına ait kenetin mikroyapısı. a) Yüzeye yakın bölge, b) İç kısım, c) Yapıda yer alan kalıntılar, (Daglama reaktif; Nital).

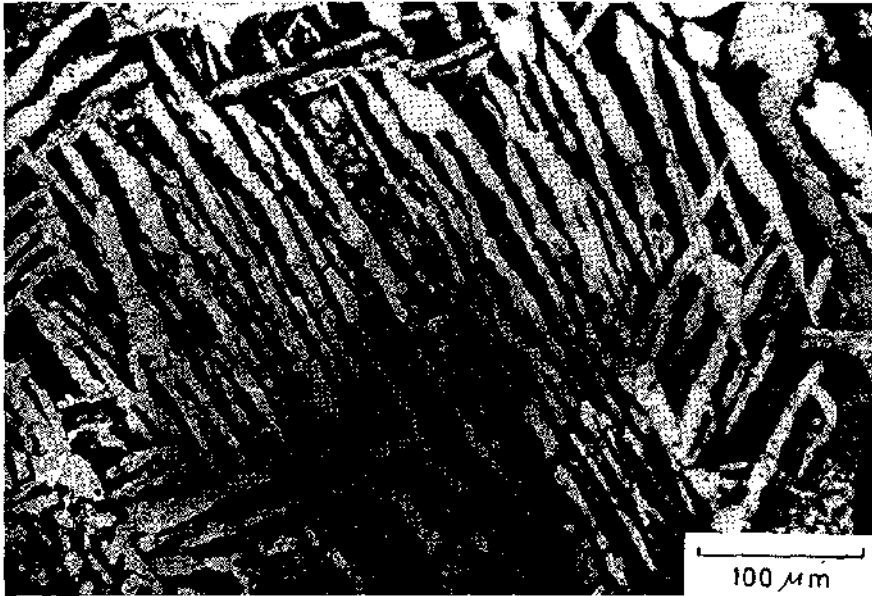


Şekil: 4 — İstanbul, Davutpaşa Medresesi revak gergilerinin mesnetleme sistemi ve incelenen örneğin alındığı bölge.



10 cm

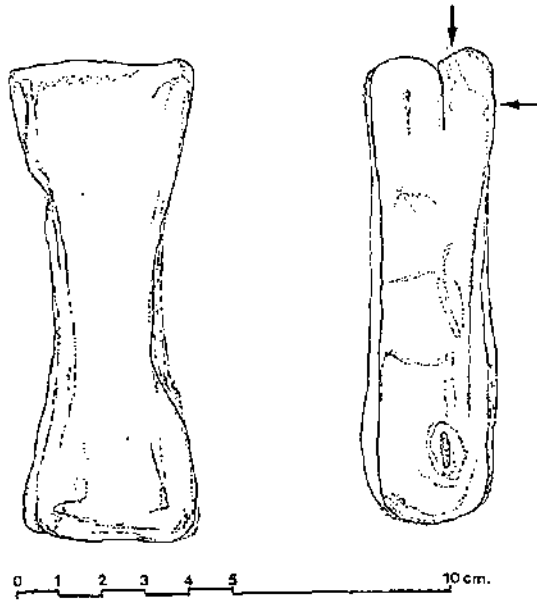
Şekil : 5- İstanbul, Topkapı Sarayı II. Avlu revak gergisinin kagir duvar içine mesnetlenen uc kısmı. (Ok, incelenen örneğin alındığı bölgeyi göstermektedir).



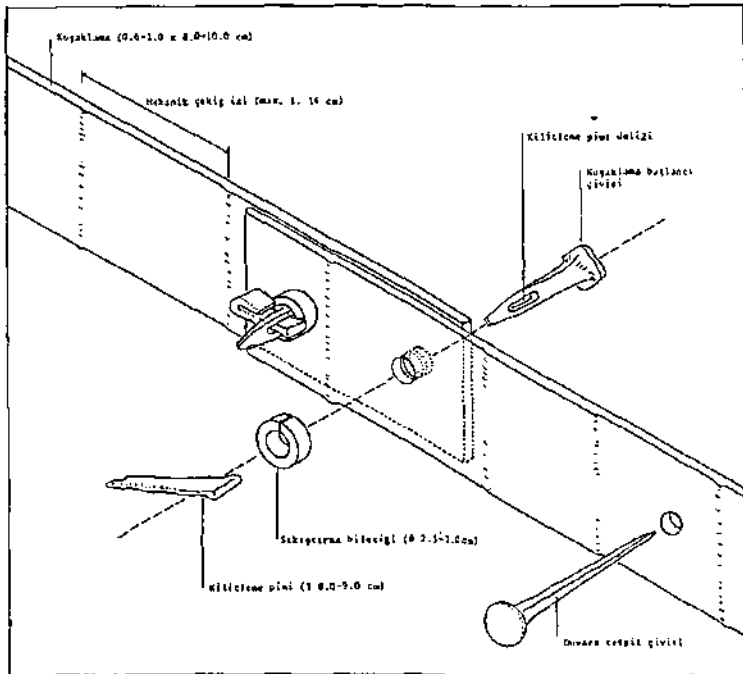
Şekil : 6- İstanbul, Topkapı Sarayı II. Avlu revak gergisinin mikroyapısı. Karbonca zengin bölgelerde yer alan Widmanstätten morfolojisi.



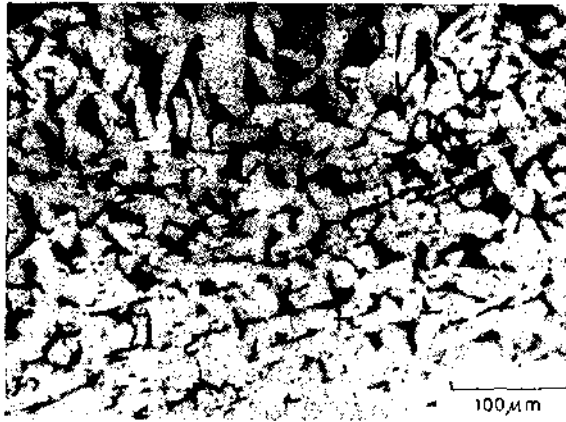
Şekil : 7- Edirne, Selimiye camii'ne ait kenetin mikroyapısı. Mikrograflar farklı bölgeleri göstermektedir.



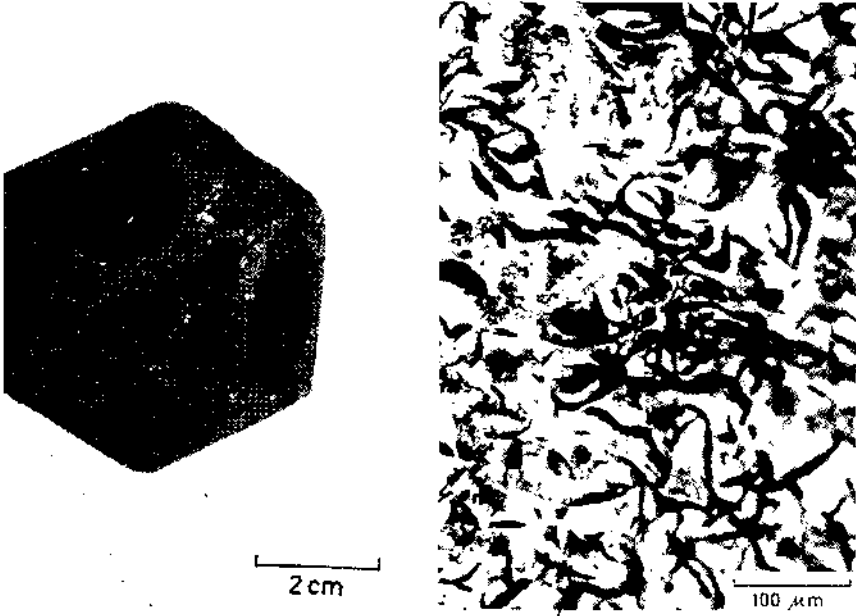
Şekil: 8 — İstanbul, Sultanahmet Camii'ne ait zivana.



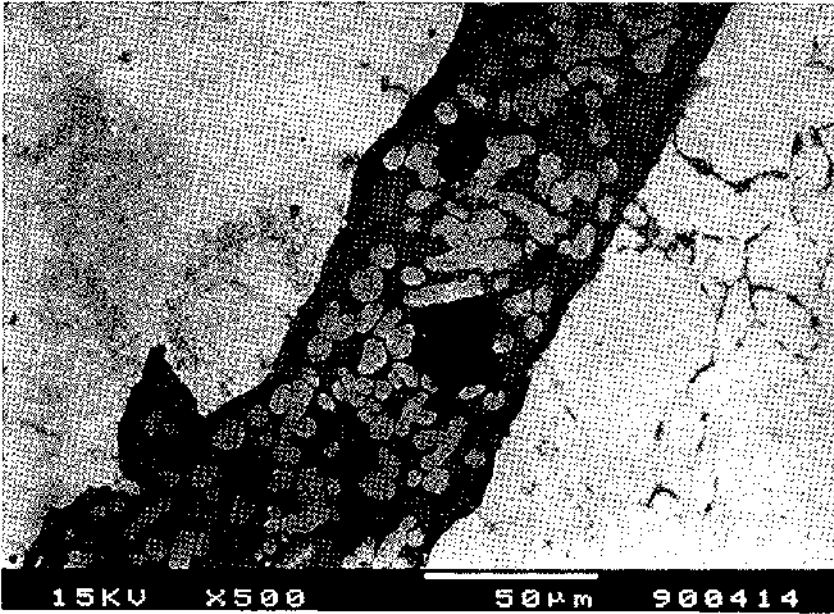
Şekil: 9 — Edirne, Tütünsüz Baba Türbesi'nin onarım kuşaklama detayı.



Şekil : 10- Edirne, Tütünsüz Baba Türbesi, onarım kuşaklamasının mikroyapısı. Mikrograflar farklı bölgeler aittir.



Şekil : 11- İstanbul, Topkapı Sarayı Zülüflü Baltacılar Koğuşuna ait pencere parmaklık topu ve mikroyapısı.



Şekil: 12- Tablo 1'de bileşimi verilen kalıntıya ait mikrograf. (Edirne Saray Mutfakla-
nı).

AEGEAN DENDROCHRONOLOGY PROJECT: 1989-1990 RESULTS EGE'DEKİ DENDROKRONOLOJİ PROJESİ: 1989-1990 SONUÇLARI

Peter Ian KUNIHOLM*

The Year's Work - 1989 Summer Collecting

In 1989 we gathered 563 wood and charcoal samples from 49 sites or sectors of sites. Two anonymous foundations, whom we thank, provided a replacement for the old minibus, and in it we travelled 17,640 kms. Field collectors were Shana Tarter, this year's Fellow of the Institute for Aegean Prehistory, and Robert Pohl. Laboratory work was conducted, under the supervision of Carol Griggs, by James Crozier, Esra Köseataç, Susan Kuniholm, Nancy Lin, Miles McCredie, Joan Ramage, and Shana Tarter. In a conservative accounting change from previous years, we have stopped counting lumps. A bag filled with 21 pieces of charcoal counts as only one sample, although after measurement we may decide that several trees are represented. The complete list is presented at the end of this report. Since discussion of all 48 sites would wear through all but the most faithful reader's patience, selected comments follow on some of the more significant material worked on over the past 12 months.

Cedars & Junipers - From The Forests To The Dashur Boat And The Bent Pyramid

Sections of *Cedrus libani* and *Juniperus* collected in 1974, 1988, and 1989 from Çiğlıkara Forest above Elmalı, west of Antalya in Lycia, form 619 and 629 year chronologies that extend respectively from 1370 and 1360 to 1989. Carol Griggs has found that they crossdate not only with each other but with cedars from the forest of Feke, northeast of Adana, approximately equidistant from both Elmalı and northern Lebanon, and with cedars collected at Beharré in north Lebanon in 1965 by Prof. Bryant Bannister of

(*) Prof. Peter Ian KUNIHOLM, Aegean Dendrochronology Project, B-48 Goldwin Smith Hall, Cornell University, Ithaca, New-York 14853-3201. ABD.

the University of Arizona. They also crossdate with conifers from the Troodos Mountains of Cyprus to the south, with Erzurum and Malatya to the east, with Eskişehir / Çatacik to the north, and with Florina in northwest Greece to the west. They even crossdate well with Aegean oaks. The point of all this is to see how well the living cedars, whether from Lebanon or the Taurus, match other living trees from Anatolia. If they do so consistently (and they do), and if the climate in antiquity was similar to today's (and there is no demonstrable proof that it was not), then there is every reason to think that ancient cedars found in Egyptological collections will crossdate as well, and we will at last have a secure basis for dendrochronological dating of timbers or other artifacts found in Egypt made of imported cedar of Lebanon or juniper.

We are already at work on measuring cedars in a number of Egyptological collections. Last year I mentioned that Maryanne Newton was at work on Egyptian cedar artifacts, principally the timbers of the Dashur Boat (from the Pyramid of Sesostri III of Dynasty XII) in the Carnegie Museum in Pittsburg and that Shana Tarter was at work on cores taken from the Pyramid of Sneferu (the first Pharaoh of Dynasty IV) also at Dashur but from approximately eight centuries earlier than Sesostri III. One of the Dashur cedar cores is shown in Fig. 1 and the boat itself in Fig. 2.

What was clear from the beginning was that many of these Old and Middle Kingdom timbers had been cut from enormous cedar trees. Some of the living cedar trees at Elmah, for example, are as tall as 42 meters and 2.60 m. in diameter at the butt.

The core shown in Fig. 1 has 248 rings. We do not yet know how many years are missing between the last preserved ring and the terminal ring which grew just before the tree was cut down some time in the 19th century BC. The initial results show that sometimes the exterior rings of planks in the boat are centuries apart, ... not because they were cut at different times but because the timbers came from different places within the tree trunk. With 500 or 600 year ring-counts not uncommon, it is no wonder that attempts to date Egyptian wood by radiocarbon have been so uneven.

Other Forests: In 1989 we ventured for the first time to Crete. The charcoal which attracted us there came from Bronze Age Knossos, Myrtos-Pyrgos, and from Iron Age Kato Syme. In the future we plan to go back for collection at additional sites. Since we had no assurance that Crete was going to crossdate with mainland Greece and Anatolia, the first step was to test the forests, such as are left, notably the Samaria Gorge National Park

which has both *Pinus brutia* and *Cupressus sempervirens*. These measurements should be completed this summer.

Burdur, Koca Oda (also known as the Çelikbaş Konağı or the Baki Bey Konağı):

Two handsome buildings in Burdur, thought to date from the 17th century, recently restored by the Monuments Commission and the Archaeological Service had been shown to us in 1988, and we had been asked to help date them. We can report cutting dates for both buildings: the Koca Oda (Fig. 3) is built on an all-wood support system, mostly juniper, and in one instance the bark of the 1669 ring is still present. In Fig. 4 Shana Tarter drills a core from the central joist of the second story. A supporting joist dating to 1727 or slightly later may be a repair. We think that the building was most likely modified a number of times, thereby accounting for a variety of end-dates. The study of this building is still in progress.

Burdur, Taş Oda: This neighboring building has a bark date of 1566 for one of its juniper support beams. Other beams, missing a few rings, approach the 1566 terminal date. For crossdating purposes the Burdur juniper master chronology is of considerable interest, for it spans 464 years between 1103 and 1566 and thereby extends the juniper chronology of southwestern Turkey by 253 years, giving us a combined juniper chronology of 887 years. The quality of the crossdating is shown below.

QUALITY OF FIT BETWEEN BURDUR JUNIPER MASTER CHRONOLOGY AND OTHER SITES:

Site	Distance	t-score	Overlap	Trend	D-score
Antalya, Elmalı, Combined Junipers	130 kms.	7.82	n=207	68.9%	D=148.0
Antalya, Elmalı, Light Junipers	130 kms.	6.58	n=207	67.0%	D=111.9
Antalya, Elmalı, Dark Junipers	130 kms.	5.51	n=190	63.5%	D=74.3
Greece, Grevena, <i>Pinus leukodermis</i>	810 kms.	4.76	n=325	60.8%	D=51.4
Eskişehir, Çatacik, <i>Pinus nigra</i>	260 kms.	4.70	n=274	(55.7%)	D=26.7
Italy, Mt. Pollino, <i>Pinus leukodermis</i>	1230 kms.	3.84	n=419	59.1%	D=34.9
Lebanon, Bcharré, <i>Cedrus libani</i>	630 kms.	2.60	n=70	(59.4%)	D= (24.5)
Malatya, Çavuşoğlu Kilise Light junipers	690 kms.	(2.20)	n=204	60.6%	D=23.3
Antalya, Elmalı, <i>Cedrus libani</i>	130 kms.	(1.91)	n=197	58.2%	D=15.6

NOTE: Scores in parentheses () are below the 99.5 % confidence level.

Various Islamic Monuments: A tie-beam from the revak of the Gök Medrese in Tokat, collected fifteen years ago and until now not datable, can at last be dated to 1265 A.D. because of its fit with the Burdur wood. Timbers from a late building north of the içkale at Alanya date from 1676ff. A set of stretchers from the Gök Medrese in Sivas collected last year do not date from the primary phase of 1271 / 1272 but with a last preserved ring at 1820 are probably from a reconstruction after the fire of 1824 which destroyed much of the superstructure of the medrese.

Afyon, Çay, Yusuf Bin Yakub Medrese: Measurements of 46 oak cores from this building sampled in 1989 form a 199-year long sequence that runs from 1070–1268. Early travelers¹ noted that the inscription over the portal ended with the word “tarih”, but no foundation years was given. Subsequent publications² modified this inscription to read: “tarih: 677” [Hicri] or A.D. 1278. Our best guess for this change is that the date of the adjoining kervansaray which reads either 657 (Sarre and Huart) or 677 (Erdmann) was copied in somebody’s notebook to include the medrese as well. At any rate, the dendrochronological date for the medrese with the bark preserved is 1268 or ten years earlier (or later) than the inscriptional date(s) for the kervansaray³.

Gordion: Now that the University of Pennsylvania excavations have resumed after a hiatus of 15 years, we were able to accomplish two things which have been in suspension at this important site since Professor Rodney Young’s death in 1974. The first was a continued examination of the logs from the Midas Mound Tumulus, and here three results are worthy of mention:

1. We have doubled to 24 the number of juniper logs samples, particularly important for chronology-building since their average life-span was 500–600 years. One of the newly-collected specimens was 918 years old when it was cut down in the late 8th century B.C.

(1) Clément Huart, “Epigraphie arabe d’Asie Mineure,” *Revue Sémitique d’Epigraphie et d’Histoire Ancienne* 2 (1894) pp. 74–75; Friedrich Sarre, *Reise in Kleinasien* (Berlin, 1896), p. 19. Both these early travelers give the date for the adjoining *Han* as 657 Hicri or 1258. We thank Professor David Powers, Department of Near Eastern Studies, Cornell University, for confirming this reading on the medrese inscription.

(2) Kurt Erdmann, *Das Anatolische Karavansaray des 13. Jahrhunderts* (Berlin, 1961), p. 149 with bibliography on p. 150. Here the date for the adjoining *han* is given as 677 Hicri or 1278.

(3) To make matters even more confusing, the *camii vakfı* has placed a modern wooden sign on the front door of the medrese that reads 1258.

2. We have added 112 years to the early end of the Gordion Master Chronology. The estimated gap between the Gordion Iron Age chronology and the 677-year Middle Bronze Age chronology is about 20–30 years. When that is filled, we should have a continuous chronology about 1625 years long, running from the 24th to the 8th centuries B.C.

3. Several new cores and cross-sections preserve the bark, and we are certain that MMT Relative Date 1764 is indeed the cutting year for the tumulus logs (see the bar-graph in Fig. 5). The absolute dates are approximately mid-17th century to the 3rd / 4th quarter of the 8th century B.C.

Our second major accomplishment at Gordion, now that a full program of excavation is underway, was the collection of substantial amounts (55 bags) of charcoal from Terrace Building 2A, from the Burnt Reed and Plaster Building, and from the earliest Middle Phrygian cellar. Terrace Building 2A crossdates with the long Gordion master chronology and has a last preserved ring 111 years before the cutting date of the big tumulus with an unknown number of rings lost to the action of the fire which destroyed the Terrace Building. The Gordion staff assure us that they will continue to save all their fragile bits of charcoal on the chance that bark will some day appear. TB2A is now surely the most thoroughly sampled locus (at least dendrochronologically) on the entire Gordion city mound with 125 crossdated fragments from 63 trees (out of 256 fragments collected) forming a chronology 333 years long.

Porsuk: From the Old Kingdom Hittite period just at or before the beginning of the Gordion ring-sequence we have 32 new charcoal sections, a mix of juniper and cedar, from the French excavations at Porsuk / Ulukışla north of the Cilician Gates. The Porsuk sequence built during 1989–1990 is 321 years long and is part of the Middle Bronze Age chronology as published in *Studies in Honor of Tahsin Özgüç*, overlapping at its early end both Acemhöyük and Kültepe. At least 29 of the 54 dated pieces preserve the bark. One of the parallel timbers in two rows which served as a foundation for the stones of the postern gate, surmounted by mudbrick, is shown in Fig. 6 being wrapped in soft string at the time of collection and in Fig. 7 as it looks now in the laboratory. The terminal ring is visible all along the arc on the top of the picture, and the bark shows up as a matt black smudge next to the shiny latewood. On a number of the Porsuk sections the last 6–7 years before the bark have abnormally large growth, suggesting that a cutting and therefore a? construction program was underway several years before the postern gate was built. The postern has two phases: the inner or eastern portion was built 169 years after the construction of the palaces at Acemhöyük,

and the outer or western portion was built exactly 200 years after Acemhöyük (or 31 years after the inner postern at Porsuk).

Köşk Höyük: From this apparently Chalcolithic site enough carbonized fragments were obtained in 1988 and 1989 to form a relatively short 134 year sequence. Samples from Level II end in bark. The past preserved ring of Level I, but with no bark preserved, ends a minimum of 32 years later, but additional sampling may extend this difference. There is no crossdating with the 212 year Chalcolithic Can Hasan 2B chronology. Further collection at Köşk Höyük is worth pursuing as the excavations continue.

AEGEAN DENDROCHRONOLOGY PROJECT 1989 SUMMER COLLECTING-SAMPLE LIST

ITALY:

COM Commacchio, Roman ship, hull timbers (6) and cargo of logs (17), excavations of Fede Bertl, 1st century BC? 23

GREECE:

ELF Crete, Elaphonissos, *Juniperus macrocarpa* 4

CSG Crete, Samaria Gorge National Park, *Pinus brutia* 12
and *Cupressus sempervirens* 3

KSY Crete, Kato Syme, Kartsidos & Karvounara Forest, *Pinus brutia* 14

KSY Kato Syme, excavations of Angeliki Lembessi, 9th / 8th century BC, 10 bags 10

MAL Crete, Mallia, Quartier Mu, excavations of French School, EMII? 1

SEX Crete, Knossos, Stratigraphic Museum Extension, excavations of Peter Warren, 11 bags 11

KRR Crete, Knossos, Royal Road, excavations of Sinclair Hood, 14 bags 14

PYR Crete, Myrtos-Pyrgos, excavations of Gerald Cadogan 1

POR Crete, Poros, LMIA, excavations of Kate Demopoulou 1

TURKEY:

PIN Çanakkale, Pınarbaşı, Kara Menderes (Scamander) River, 4 sections from upper bridge, 1 from lower, 1 from village's oak tree 6

ENZ Edirne, Enez, Ayasofya Camii, 11 cores from 8 beams 8

ENZ Enez, 16 charcoal fragments from Roman grave, excavations of Sait Başaran, ca. AD 250-280 1

EDR Edremit, Kaz Dağ, *Pinus nigra* (Karaçam) 10

EDR Edremit, Kaz Dağ, *Pinus brutia* (Kızılcım) 9

SGW Serçe Liman, Glass Wreck, excavations of George Bass, late 1120's 10+?

ANT Antalya, Eimalı, 9 sections of *Cedrus libani*, 619 year chronology 9

ANT Antalya, Eimalı, 9 sections of *Juniperus excelsa* and *Juniperus foetidissima*, 629 year chronology 9

BKO	Burdur, Koca Oda (a/k/a Baki Bey Konağı or Çelikbaş Konağı), 1669B	15
BTO	Burdur, Taş Oda, 1566B	7
YBY	Afyon, Çay, Yusuf bin Yakub Medrese, dendro. date 1268WK	46
GOR	Gordion, Midas Mound Tumulus, outer casing, 918 years with Bark	16
GOR	Gordion, Midas Mound Tumulus, inner casing	1
GOR	Gordion, Mamaderesi Tumulus	2
GOR	Gordion, Terrace Building 2A (Operation 1), 55 bags, 333 years	55
GOR	Gordion, Earliest Middle Phrygian Cellar (original with Building 1) (Operation 2), 1 bag	1
GOR	Gordion, Burnt Reed & Plaster Building (Operations 9 & 10) 6 bags	6
KAH	Kırşehir, Kaman, Kalehöyük, excavations of Sachihito Omura	1
KUL	Kayseri, Kültepe, Karum Level II, exc. Tahsin Özgüç, 3 bags	3
AMR	Amasra, Kale, for species identification only	1
TEP	Elazığ, Altınova, Tepecik, excavations of Ufuk Esin	5
HKF	Mardin, Gercüş, Hasankeyf, Aşağı Camii (El Rizk Camii), 811 AH	1
FEK	Adana, Fekke, Düşmüş Orman Deposu, <i>Cedrus libani</i> , 136 year chron.	10
FEK	Adana, Fekke, <i>Pinus nigra</i> , 245 year chronology	5
POR	Porsuk / Ulukışla, Old Kingdom Hittite, excavations of Olivier Pelon	32
KOS	Niğde, Köşk Höyük, Early Chalcolithic (?), exc. Uğur Silistreli	9
ACM	Acemhöyük, Levels II?/III?, excavations of Aliye Öztan	15
ALN	Alanya, late building N of the İçkale, exc. Oluş Arık, 1676 ff.	3
ALN	Alanya, Kızılkule, inscr. 1226	2
IZT	İznik, Theatre, late Byzantine / early Ottoman, exc. Bedri Yalman	1
TIL	Adıyaman, Tille Höyük, LBA / IA?, excavations of David French	25
BULGARIA:		
KIT	Kiten, Early Bronze Age, excavations of Kalin Porozhanov	69
ROP	Ropotamo River, Early Bronze Age, etc., exc. Ivan Karajotov	9
YUGOSLAVIA:		
SPX	Croatia, Slavonski Pozega, early 13th cent?, excavations of Dubravka Sokač-Stimac	1
SPL	Croatia, Slavonski Pozega, Sveti Lovro, excavations of Marijo Fučić	3
LJB	Slovenia, Ljubljansko Barje, Resnik, Bronze Age, excavations of Drago Svoljšak and Neva Trampuz-Orel	6
DUB	Croatia, Dubrovnik, Palača Tudizić, exc. Marijo Fučić & Ivan Srća	41
SIS	Croatia, Sisak, Roman pilings, excavations of Aleksandar Durman	16
SAMPLE TOTAL AS OF 1 OCTOBER 1989:		563

Note: Special thanks go to all the excavation directors and responsible museum officials in the countries in which we worked, as well as to our collaborators in the field: Maria Ivana Pezzo in Italy who was instrumental in our getting the wood from the Comacchio shipwreck, Aleksandar Durman in Yugoslavia who arranged for us to get the Dubrovnik wood and who sawed the Sisak pilings himself, and Kate Paraskevopoulou of the Greek Forestry Research Institute who accompanied us to Crete.

The work of the Aegean Dendrochronology Project is supported by grants from the National Endowment for the Humanities, the Institute for Aegean Prehistory, the National Geographic Society, the Samuel H. Kress Foundation, the Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research, and a number of private donors.

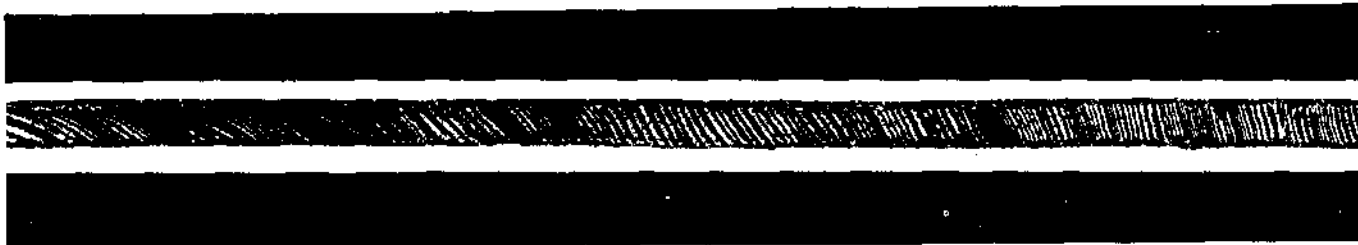


Fig. 1 — Cedar core with 248 annual rings from the Dashur Boat in Pittsburgh, time of Sesostri
III. Dynasty XII

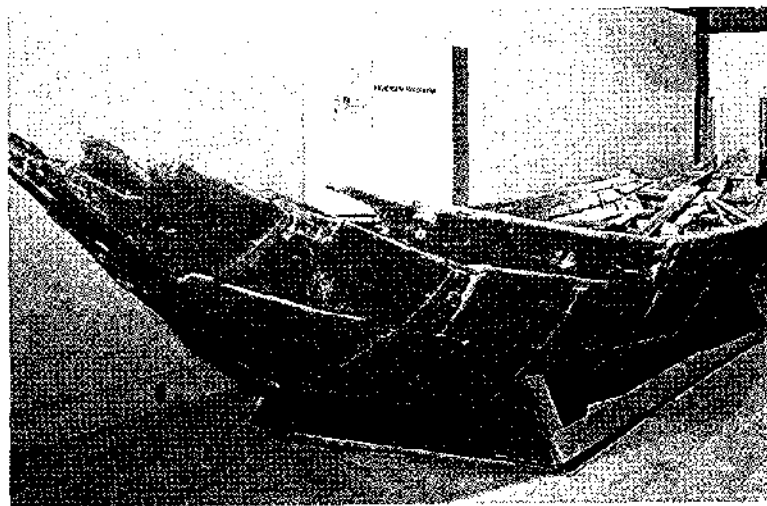


Fig. 2 — The Dashur Boat, time of Sesostri III. Dynasty XII. before conservation and recon-
struction



Fig. 3 — Burdur, Koca oda, after renovation



Fig. 4 — Shana Tarter drills a core from the support system of the Koca Oda. The log was cut in 1669.

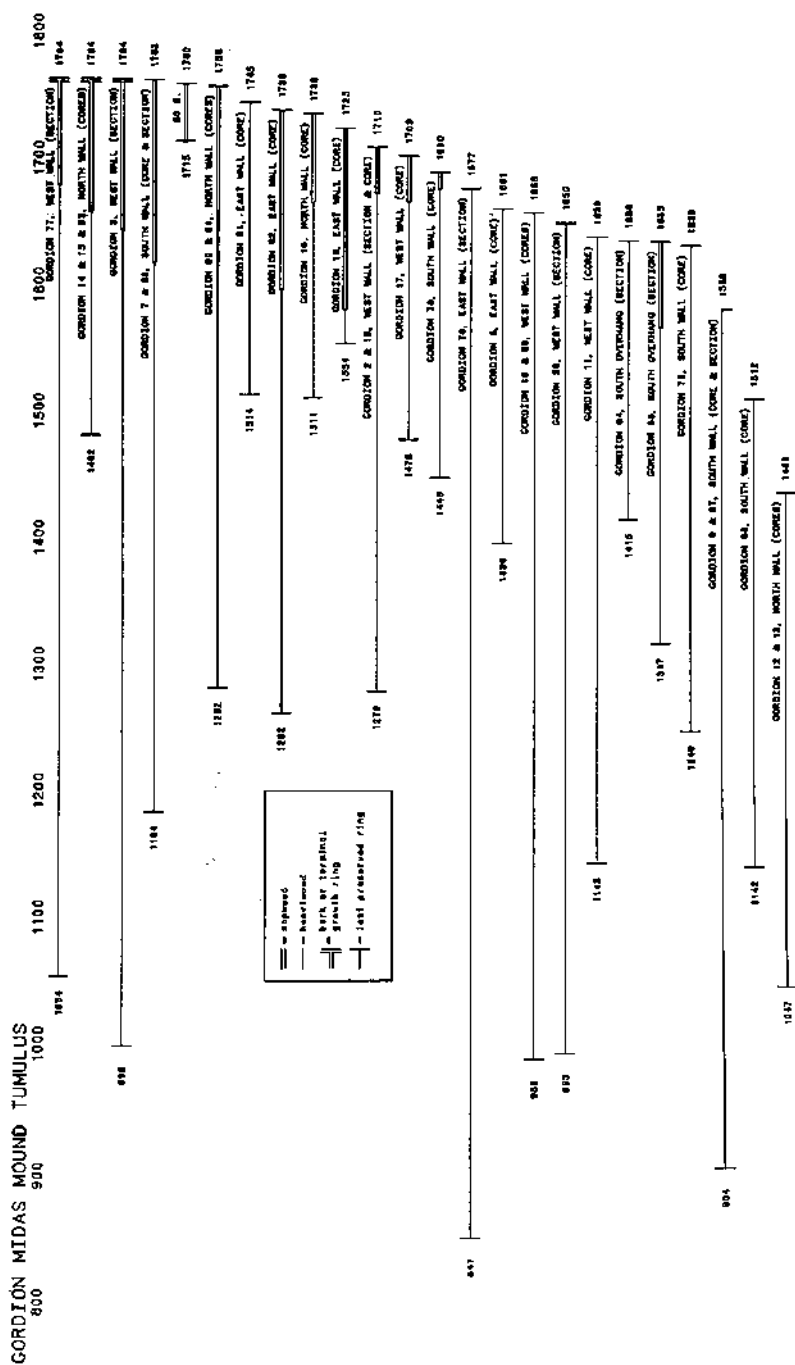


Fig. 5 — Bar graph for dendrochronological specimens from the Midas Tumulus at Gordon



Fig. 6 — Collection of charcoal from the inner postern gate at Porsuk.

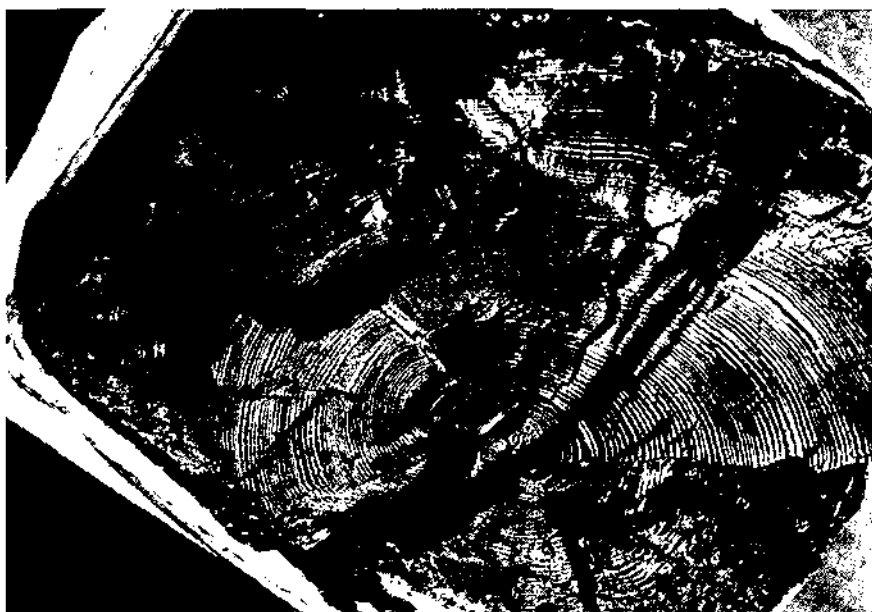


Fig. 7 — Porsuk charcoal with the bark. The wood was cut 169 years after the construction of the palaces at Acemhöyük and 31 years before the wood in the outer postern at Porsuk.

