



T.C.
KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI
Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü

21.
ARKEOMETRİ SONUÇLARI
TOPLANTISI

30 MAYIS - 3 HAZİRAN 2005
ANTALYA

T.C. KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI YAYINLARI

Yayın No: 3052

Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü

Yayın No: 113

YAYINA HAZIRLAYANLAR

Koray OLŞEN

Dr. Fahriye BAYRAM

Dr. Adil ÖZME

DİZGİ: Özlem Gül İNAL

ISBN: 975-17-3191-7

ISSN: 1017-7671

Not: Bildiriler, sahiplerinden geldiği şekliyle ve sunuş sırasına göre yayınlanmıştır. Kitapta yayımlanan yazıların tüm sorumluluğu yazarlarına aittir.

KÜLTÜR BAKANLIĞI DÖSİMM BASİMEVİ
ANKARA-2006

İÇİNDEKİLER

Ergun KAPTAN

Tirebolu-Harkköy Eski Maden
Galerisindeki Ahşap Su Borusu 1

A. E. KULELİ, E. AKYÜZ-LEVİ E. N. CANER-SALTIK, Ş. DEMİRCİ, N. KUN

Efes Yamaçevler 2’de, Bazı Roma Dönemi
Konutları Yapı Harçlarının İncelenmesi 9

Erksin GÜLEÇ, İsmail ÖZER Mehmet SAGİR, Zehra SATAR

Lagina Kazısı İskeletlerinin Paleoantropolojik İncelenmesi 21

Hadi ÖZBAL

Tell Atchana Metal Buluntularının Kimyasal Analizi 29

Serpil EROĞLU, Yılmaz Selim ERDAL

İkiztepe İnsanlarının Anadolu ve Anadolu’ya Yakın
Topluluklarla Biyolojik İlişkisi 41

Zehra SATAR, İsmail BAYKARA, Erksin GÜLEÇ, Ayşen AÇIKKOL

Altıntepe/Tuşpa Nekropolü Faunasının
Zooarkeolojik Analizi 51

Ali Metin BÜYÜKARAKAYA, Yılmaz Selim ERDAL

Çayönü ve Aşkılı Neolitik Topluluklarında
Büyüme Bozuklukları 63

A. Beril TUĞRUL

Çalışılan Selçuklu Eserlerinin Tahribatsız
Muayene Metodlarıyla Değerlendirilmesi 79

M. ÖZBAKAN, A. ÖZER, T. DEMİRTÜRK

Optik Uyarlamalı Lüminesans Tekniği ile Laodikeia
(Denizli/Türkiye) Yapı Seramiklerinin İncelenmesi 87

İzzet DUYAR

İnsan İskelet Kalıntılarında Boy Uzunluğunun Hesaplanması:
Troia İskeletleri Üzerinde Karşılaştırmalı Bir Araştırma 97

M. TOKMAK, E. N. CANER-SALTIK, Ş. DEMİRCİ, Ö. BAKIRER

Ankara Kalesi’nin Bir Bölgesindeki Andezit Taşlarının
Bozulma Sorunları: Gençkapı Bölgesi 105

B. KIRMIZI, Ş. DEMİRCİ, A. G. TÜRKMENÖĞLU, Ö. BAKIRER, E. H. GÖKTÜRK 13. Yüzyıl Akşehir Sırlı Seramiklerinin Arkeometrik Yöntemlerle İncelenmesi	115
P. GÖZLÜK, Ö. DURGUNLU, S. ÖZDEMİR, M. TAŞLIALAN, A. SEVİM Symrna Agorası İskeletlerinin Paleoantropolojik Analizi	125
Hüseyin AKILLI Elaiussa Sebaste 2004 Kazı Buluntusu Metal Seramik, Kil, Lâhit, Taban Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları	141
Gunnar BRANDS, Cornelius MEYER Antioch-On-The-Orontes and Seleucia Pieria 2004: Preliminary Results of the Geophysical Survey	149
E. CANER, K. G. AKOĞLU, E. N. CANER-SALTIK, Ş. DEMİRCİ, T. YAŞAR Bazı Ortaçağ Çatı Örtüsü Sıvalarının Hammadde Özellikleri	155
A. A. AKYOL, Ş. DEMİRCİ, G. AKOĞLU Reşadiye-Burgaz Sedimanlarında Fosfor Analizi	161
Marc WAELEKENS Archaeometrical and Interdisciplinary Research at Sagalassos in 2004	175
C. ÖZTÜRK, M. A. KAYA, L. ZOROĞLU Kelenderis Agorası'ndaki Jeofizik Çalışmaları ve Sonuçları	189
M. HARTMANN, M. G. DRAHOR, M. A. SPEIDEL, S. ÇİGDEM New Research at the Roman Legionary Camp at Satala, Northeast Anatolia; Geophysical and Archeological Survey	197

TİREBOLU-HARKKÖY ESKİ MADEN GALERİSİNDEKİ AHŞAP SU BORUSU

Ergun KAPTAN*

GİRİŞ

Anadolu'da milattan önce başlayan ve milattan sonraki çeşitli dönemleri de kapsayan yeraltı madenciliğine ait çok sayıda kalıntı vardır. Araştırmalara göre (1976-2000) sadece orta-orta kuzey Anadolu ile Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 1000'den fazla eski dönemlere ait yeraltı maden işletmesi belirlenmiştir (Kaptan, 2000). Bu eski yeraltı maden işletmelerinden bir kısmı Giresun-Bulancak, Espiye, Tirebolu yöresindedir (Harita: 1). Sözü edilen maden galerileri Osmanlı öncesi ile Osmanlı İmparatorluk dönemlerine ait olup azımsanmayacak sayıdadır. Ancak eski dönemlere ait bu maden işletmelerinden az sayıda olanları tarihlenebilmiştir (Kaptan, 1978, 1990). Yakın tarihî dönemlere ait olduğu tahmin edilen diğer yeraltı maden işletmelerinde ise kesin tarihlemeyi sağlayacak yeterli kanıtlara rastlanamamıştır. Girilebilen eski galerilerde ise ağaç kütüklerinden yontularak-oyularak yapılmış bazı madenci araç ve gereçleri ele geçirilmiştir (Kaptan, 1977, 1978, 1990). Bunlar eski Anadolu madenciliğini tanıtan ve hâlâ yazılmamış olan Türkiye madencilik tarihi için son derece ilginç buluntulardır. Tirebolu-Harkköy'deki Demir Export A.Ş.'nin çinko-kurşun işletmesinde saptanan eski dönem madenciliğine ait üretim boşluğunda ele geçirilen ahşap su tahliye borusu da bunlardan biridir.

Harkköy

Harkköy, Tirebolu ile Espiye ilçelerine yakın olup Tirebolu İlçesi'ne bağlıdır. 1:25 000 ölçekli Giresun G41-b2 paftası içindedir. Harkköy yöresinde tarihlenen ilk eski maden galerisi 1980 yılında saptanmıştır. Araştırma yapılan bu maden sahasının grid sistemine göre koordinatları Y: 9174296 x: 3329028, deniz seviyesinden yüksekliği (Z): 174.69 m. Maden zuhuru, Harkköy'ün kuzeybatısındadır (Harita: 2). MTA Enstitüsü tarafından 1977-1980 yıllarında burada yapılan maden aramalarına ait ayrıntılı raporlar vardır (Şarman, 1978). Araştırma yapılan maden sahasında yerel halk tarafından Cenevizliler'den kaldığı varsayılan galeri açmaları, göçük galeri girişi ve işletme atıkları (pasa) ile yakın çevresinde eski maden cürufu yığınlarının gözlemlendiği belirtilmektedir. Ayrıca 1. Dünya Savaşı öncesi burada ilk sondajlı maden aramalarının İngilizler tarafından yapıldığı ve dönemi belli olmayan eski maden galerilerinin yeni açmalarla işletildiğine değinilmektedir (Çakır, 1979).

Eski madenciliğe ait tarihlenebilecek buluntuya 1980 yılındaki sondajlı aramalar sırasında rastlanmıştır (Kaptan, 1990,1991). Burada 34 sondaj yapılmıştır. Eski maden

* Ergun KAPTAN, Meneviş Sk. No:87/14 06690 Aşağı Ayrancı- Ankara/TÜRKİYE

galerisinin ağaç tahkimatlarına ait karotlar (Sondaj HRK 56) 28.10 m. ile 30.70 m. ve 33.15 m. de ele geçirilmiştir¹. Bu materyallerin İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Botaniği Bölümü'nde yapılan cins-tür determinasyon sonucu *Juglans regia* L. (adi ceviz)'dir.

Sondajlı maden aramalarında tesadüfen saptanan eski galerinin sadece 28.10 m. derinlikteki ağaç tahkimatlarına ait kalıntının Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Kimya Bölümü'nde radyokarbon tarihlemesi yapılmıştır. Radyokarbon yaşının Bristlecone çamı eğrisine göre düzeltilmiş yaşı M.S.1550 ±42'dir (Kış-Güler)². Bu tarihin yakın yöredeki diğer eski maden galerilerinin yaklaşık da olsa tarihlenmesine yardımcı olacağı kanısındayım.

Hakköy yöresinde eski madencilğe ait ikinci ve önemli buluntu Demir Export A.Ş.'nin çinko-kurşun işletmesinde saptanmıştır. Giresun G 41-b2 paftası içindedir. Deniz seviyesinden yüksekliği (Z) 245.50 m., ayrıca M.T.A. Enstitüsü'nün sondajlı aramalar yaptığı maden sahasından kuş uçuşu 20 km. uzaklıktadır (Harita: 2). Yakın-uzak yöresinde eski dönemlere ait işletme atıkları vardır (Resim: 1). Demir Export A.Ş.'nin burada 1991-1992 yıllarında yaptığı sondajlı aramalarda 70 m. derinlikte eski bir üretim boşluğuna rastlanmıştır (koordinatları Y: 91343 x: 33201). Yapılan sondaj 2'de ise yüzeyden 38.50 m. derinlikte (deniz seviyesinden yüksekliği 207 m.) olan eski bir galerinin var olduğu belirlenmiştir (Çizim: 1). Çinko-kurşun işletmesine burada başlanması için 250 m. olan bir rampa (cevher işletme yerine açılan eğimli anayol) açılmıştır. Rampa 30. ve 40. m.de -sondaj sırasında önceden saptanan- eski döneme ait galeriyi kesmiştir (Çizim: 1). Bu yatay eski galeri yaklaşık 100-150 m.dir. Günümüzde gözlenen eski üretim boşluğunda son bulmaktadır. Eski dönemdeki madencilerin yoğun bir şekilde kurşun cevheri elde ettiği bu işletme boşluğunun boyutları 50x15x8 m.dir. Buradan yaklaşık 10-20 bin ton kurşun cevheri elde edildiği hesaplanmıştır. Kurşun cevheri ile gelen çinko burada ayıklanmıştır. Çünkü işletme boşluğu tabanında istenmediği için bırakılan küçük çinko yığınlarının var olduğu saptanmıştır. Kanımca cevher zenginleştirmedeki ilk aşama da burada yapılmış olmalıdır.

Eski Galeride Ahşap Su Borusu

Eski döneme ait galerinin sonunda bütün yönlerdeki zengin cevherin alınmasından oluşan bu işletme boşluğunda, üçte biri killi çamura gömülü bir adet ahşap boru bulunmuştur (Resim: 2; Çizim: 1). Ahşap borunun boyutları: Uzunluk 3.61 m., uç a. çapı: 12-11.8 cm., kalınlık 2-1.7 cm. ve 1.5 cm. (Resim: 3; Çizim: 2a). Uç b. çapı 9.5-9.2 cm., kalınlık 4-3.5 ve 2.8 cm.dir (Resim: 4; Çizim: 2b). Anlatımı yapılan materyalin modüler olması kuvvetle muhtemeldir. Çünkü- galeride bir başka örneğine rastlanmamış olmasına karşın – benzer birimlerden oluştuğu ön ve arka uçların çaplarının farklı olmasından anlaşılmaktadır (Çizim: 2, uç: a-b). Eski işletme boşluğu tabanında gözlemlenen su birikintisi ile diğer veriler tarafımızdan değerlendirildikten sonra, bu materyal "su tahliye borusu" olarak isimlendirilmiştir. Sözü edilen su tahliye borusu, zengin cevherin alınması ile zaman içinde büyümeye başlayan işletme boşluğu duvarından akışan ya da sızan suyun üretimi engellememesi için kullanılmış olmalıdır. Su sızıntısının ise formasyon litolojisinin değiştiği zaman başladığı belirtilmektedir (Sözlü anlatım: Cahit Özgür, MTA 2001)³. Ayrıca su sızıntısı miktarının tabakanın boşluklu yapısı ile doğru orantılı olduğu belirtilmektedir. İşletme boşluğu tabanındaki su sızıntısı birikiminin 3-4 günde oluştuğu varsayılmaktadır. Galeri içinde önceden saptanan ve geçirgenliği olan tabakaya kadar,

¹ Bu bilgiler, projede görev yapan Jeo. Yük. Müh. Dr. Yılmaz Altun'dan Ekim 1980 tarihinde alınmıştır. Hakköy'de sözü edilen tarihte MTA Enstitüsü kamp şefi olarak görev yapan Maden Yük. Müh. Cengiz Yiğittürk (Mart 2005'te) verilen bu bilgiyi onaylamaktadır.

² Radyokarbon tarihlemesi ile ilgili makalede Hakköy, Tirebolu İlçesi yerine yanlışlıkla Espiye İlçesi'ne bağlı gösterilmiştir.

³ Jeo. Yük. Müh. Cahit Özgür, az geçirimli birim, suyu daha az ileteceğinden, yeraltı suyu iki formasyon sınırından -iki tabakanın eğimine bağlı olarak- galeride yani mekân olarak büyüyen işletme boşluğuna sızmaya başlayacağını belirtmektedir.

bir adet ya da birbirine kenetlenen 2-3 adet ahşap su tahliye boruları döşenmiştir. Konuya açıklık getireceği için kompozisyonu tarafımızdan hazırlanan illüstrasyon bir resim hazırlanmıştır (Çizim: 3). Ayrıca su tahliye borusunun çapı geniş ucu, su birikintisinin bulunduğu cevher üretim boşluğuna bakacak şekilde ve 1/2 derecelik eğim ile yerleştirilip diğer su tahliye borusuna kenetlenmiş olmalıdır.

Anlatımı yapılan eski döneme ait bu kurşun işletmesi, yaklaşık 20 km. güneydoğusunda olan ve 16. yüzyıla tarihlenen galeriden olasılıkla daha yeni olmalıdır. Çünkü Demir Export A.Ş.'nin bulduğu eski yatay galeri yaklaşık 100-150 m.dir. Ayrıca galeride oluşan su birikintisi için 3.61 m. uzunluğunda birden fazla ahşap su borusu kullanılmıştır. Ahşap su tahliye borusu çağın ilerleyen teknolojik özelliklerine göre yapılmıştır. Görünüşte kaba fakat imkânsız başarıları kusursuz özellikte üretilmiştir. Sarıçam (Pinus sylvestris L.) ağacından yapılmıştır. Büyük bir olasılıkla Osmanlı İmparatorluğu'nun sonlarına yakın bir dönemde kullanılmış olmalıdır.

SONUÇ

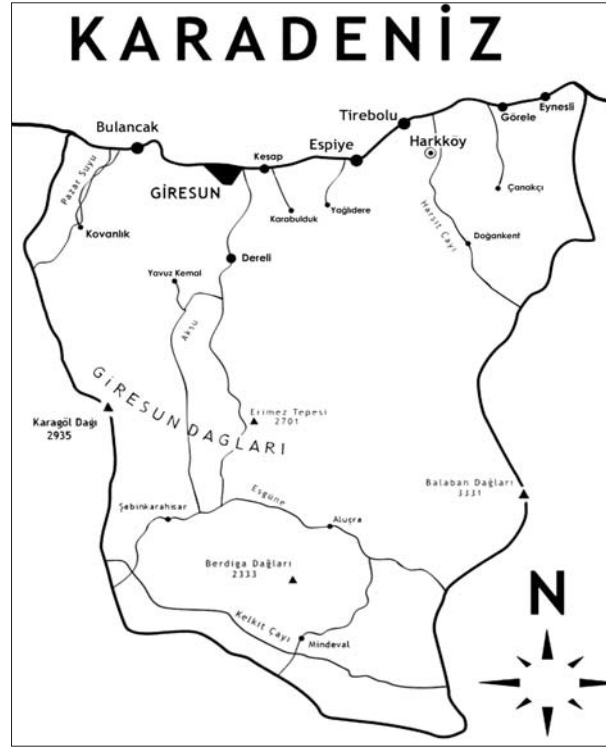
Ahşap su tahliye borusu, galeri aynasındaki zengin cevherin alınması ile oluşan işletme boşluğunun tabanında -zamanla- biriken suyun dışarıya taşınması için kullanılmıştır. Ancak sarıçam ağacından 3.61 m. uzunluğunda yapılan su tahliye borusunun, çağın hangi teknik olanakları kullanılarak üretilmiş olduğu hâlâ çözümlenmeyi beklemektedir. Üretildiği dönemin teknolojik koşullarına göre son derece başarılı yapılmış olup iyi bir işçiliğe sahiptir. Bu güne değin bir başka örneğine şimdilik rastlanmamıştır.

KATKI BELİRTME

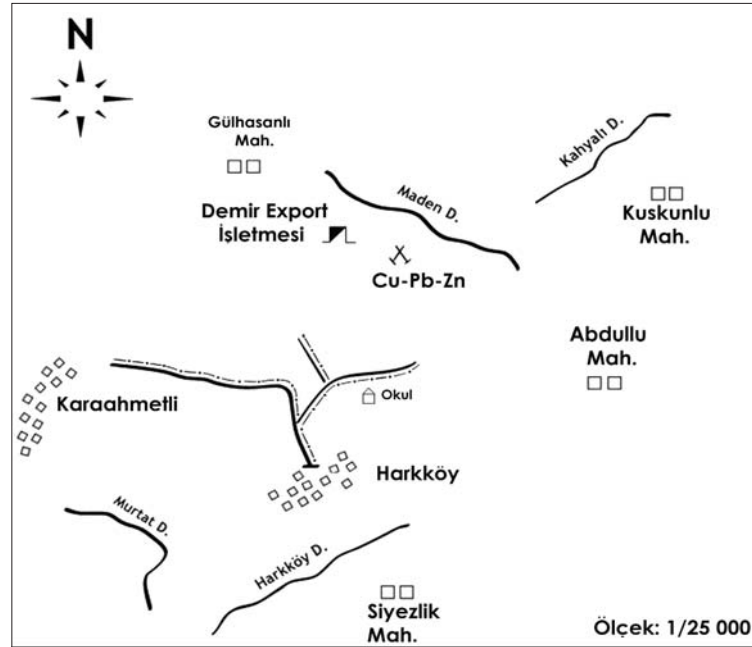
Tirebolu-Harkköy'deki Demir Export A.Ş.'nin Çinko-Kurşun İşletmesi hakkında araştırmalarımıza verdiği gerekli bilgi ve diğer katkılar için Jeo. Yük. Müh. Dr. Yılmaz Altun'a, 1993 yılında ele geçirilen su tahliye borusunu koruyan ve 2001 yılında MTA Genel Müd. Tabiat Tarihi Müzesi'ne kazandıran Şerafettin Ünsal'a, Jeo. Yük. Müh. Halit Şenocak'a, Maden Yük. Müh. Cengiz Yiğittürk ile Maden Yük. Müh. Nuri Şahin'e ahşap buluntunun tür incelemesini yapan İ.Ü. Orman Fakültesi'nden Prof. Dr. Nur Erdin'e, verilen bilgilere göre eski döneme ait galerinin tarafımızdan hazırlanan şematik çizimini ve kompozisyonu bana ait illüstrasyon resmin çizimlerini gerçekleştiren Anadolu Univ. Çizgi Film Böl. Öğr. Grv. Tahir Aksoy'a , arazide eski işletmelere ait pasaları fotoğraflayan Tabiat Tarihi Müzesi'nden Sibel Karaman'a ve katkıları için Arkeolog Selma Kaya'ya, Tekn. Res. Mensure Kavukçu'ya içtenlikle teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

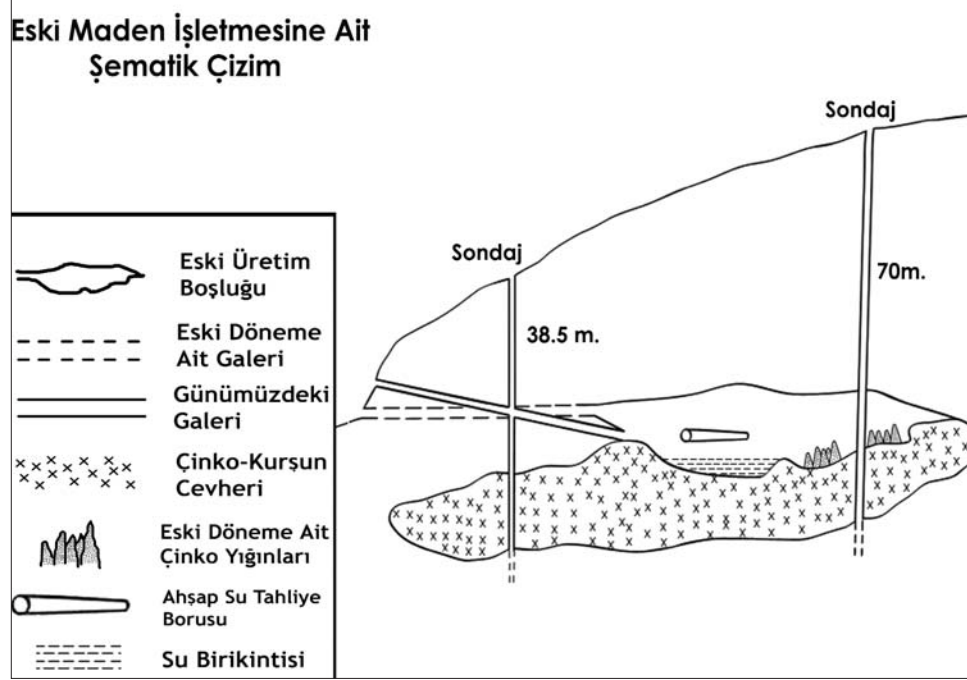
- Altun, Y., 1991, Giresun-Tirebolu-Harkköy Cu-Zn-Pb Yatağının Jeoloji Raporu: Demir Export A.Ş. (yayımlanmamış) s.15 ek: VII, Ankara.
- Çakır, M., 1979, Harkköy I Maden Sahasının Jeolojik Etüt ve Sondajları: MTA Genel Müd.Rap.No:6611 (yayımlanmamış) s.63 ek:59, Ankara.
- Kaptan, E., 1977, Murgul Madenindeki Anayatak Kökenli Eski Devirlere Ait Bir Buluntu: MTA Enst. Derg. No.89, s.90-94, Ankara.
- Kaptan, E., 1978, Espiye-Bulancak Yöresindeki Eski Maden Ocaklarına Ait Buluntular: MTA Enst. Derg. No.91, s.117-129, Ankara.
- Kaptan, E., 1990, Türkiye Madencilik Tarihine Ait Buluntular: MTA Genel Müd.Derg. No.111, s.175-186, Ankara.
- Kaptan, E., 1991, Anadolu'da Tarihlenen Eski Yeraltı Maden İşletmeleri: Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni TMMOB Jeo.Müh.Odası, sayı.6, s.228-233, Ankara.
- Kaptan, E., 2000, Eski Anadolu Madenciliğine Ait Buluntular: MTA Genel Müd.Cumhuriyetin 75.Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi Bildirileri Kitabı II s.763-769, Ankara.
- Kış, M. ve Güler, R., 1984, Anadolu'nun Farklı Bölgelerinden Değişik Orijinli  rneklerin Radyokarbon Tarihlemesi: Tübitak-Arkeometri  nitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri IV, s.177-182, Ankara.
- şarman, E., 1978, Giresun-Tirebolu Harkköy Madeni Ayrıntılı İnceleme Raporu: MTA Genel.Müd.Rap.No.6558 (yayımlanmamış) s.59 ek:48, Ankara.



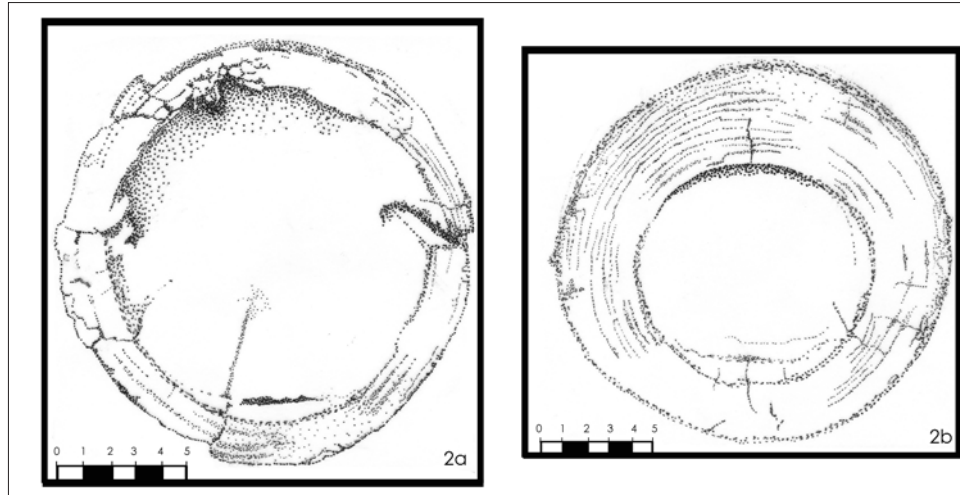
Harita: 1



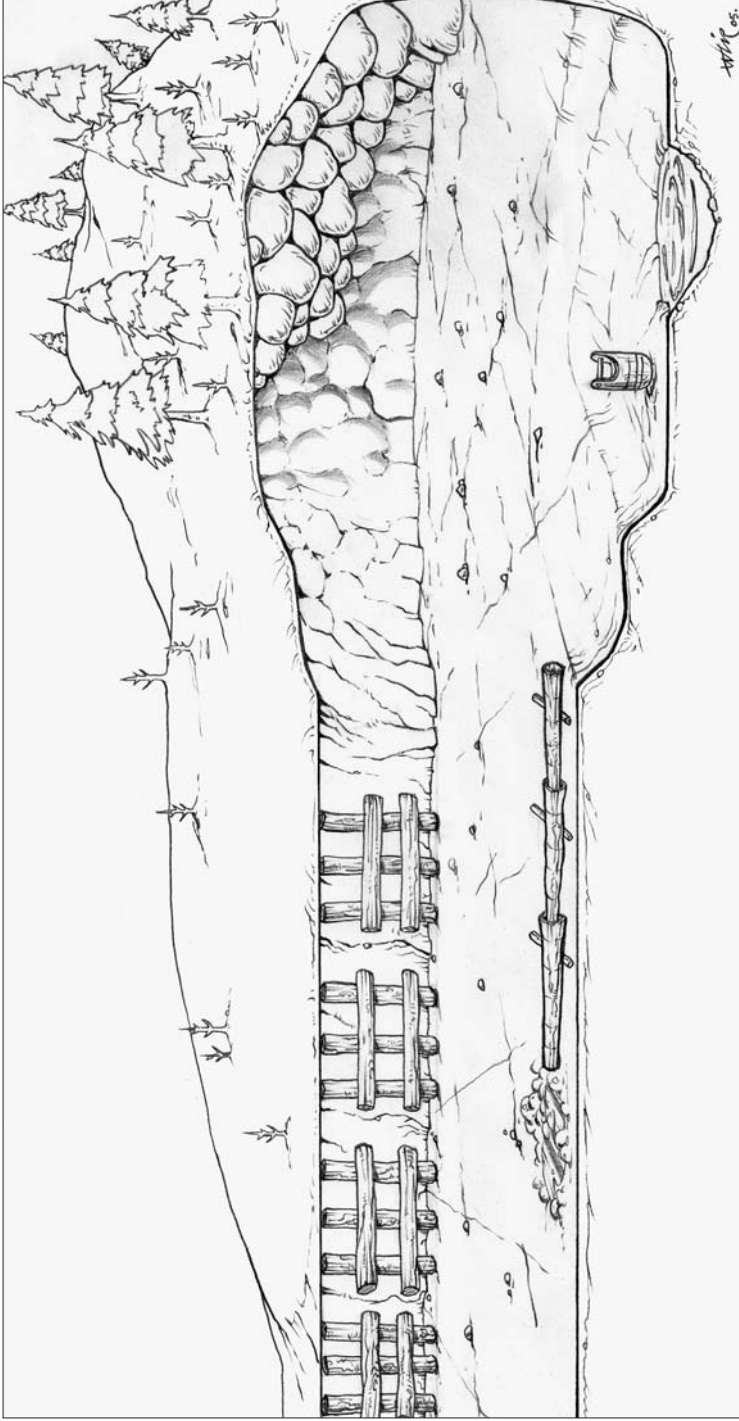
Harita: 2



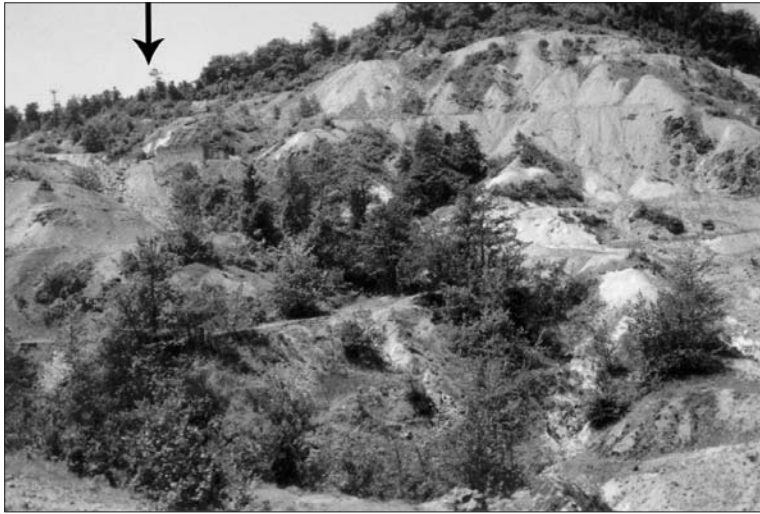
Çizim: 1



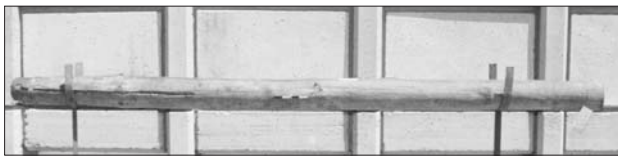
Çizim: 2



Çizim :3



Resim: 1



Resim: 2



Resim: 3



Resim: 4

EFES YAMAÇEVLER 2'DE, BAZI ROMA DÖNEMİ KONUTLARI YAPI HARÇLARININ İNCELENMESİ

A.Esin KULELİ*
Eti AKYÜZ-LEVİ
Emine N. CANER-SALTIK
Şahinde DEMİRCİ
Nejat KUN

ÖZET

Bu çalışmada, Efes Yamaçevler 2'de, 1, 2 ve 4 No.lu evlerden alınan harçların temel fiziksel, mekanik ve hammadde özelliklerinin belirlenmesi ve sonuçların evlere ve yapı evrelerine göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Temel fiziksel özellikler, birim hacim ağırlığı ve gözeneklilik değerleri bulunarak; mekanik özellikler ise ultrasonik hız değerleri kullanılarak hesaplanan esneklik modülü (E_{mod}) ile belirlenmiştir. Hammadde özelliklerinin anlaşılabilmesi için, bağlayıcı ve *agrega* oranı, *agrega*ın tane boyutu dağılımı, en ince *agrega* tanelerinin *puzolanik* aktivite tayini, hazırlanan ince kesitlerin optik mikroskopla petrografik analizi yapılmış, parlatılmış kesitlerin tarama elektron mikroskopuyla incelenmesi, belirlenen bölgelerde X-ışınları enerji dağılımı analizi ve X-ışınları toz difraksiyonu gibi çeşitli analizlerin sonuçları birlikte değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, harçların düşük birim hacim ağırlığında ve yüksek gözeneklilikte olduğunu göstermiştir. Esneklik modülü (E_{mod}) daha önce yapılan bazı çalışmalarda elde edilen değerlere yakın bulunmuştur. Kullanılan bağlayıcı, saf kireç olup $CaCO_3$ oranı ~% 60'tır. *Agregalar* kaba *agrega* (>500 μm) grubuna girmekte olup harç içinde doğal *agregaların* yanında, tuğla kırığı olarak yapay *agregaların* da kullanıldığı anlaşılmıştır. Doğal *agregaların* bileşiminde kuvars, mika, epidot feldspat ve Opal- CT gibi minerallerin, kuvars şist, mika şist, albit şist, amfibolit, serpantin gibi metamorfik kayalar kırıntılarının bulunduğu gözlenmiştir. En ince *agregaların* *puzolanik* aktiviteleri oldukça yüksek bulunmuştur.

Çalışma kapsamındaki yaklaşık iki yüz elli senelik süreçte Roma evlerinin yapımında kullanılan harçların temel fiziksel, temel mekanik ve hammadde özelliklerinde belirgin bir değişiklik olmaması, Romalıların yapı malzemesi kullanımında bir gelenek oluşturarak, bunu sürdürdükleri gerçeğini düşündürmektedir. Diğer yandan çalışılan az sayıdaki Hellenistik yapı evresi harçları Roma harçlarından bazı farklılıklar göstermektedir.

* A.Esin KULELİ, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Ankara/TÜRKİYE
Eti AKYÜZ- LEVİ, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, İzmir/TÜRKİYE
Emine N. CANER- SALTIK, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Malzeme Koruma Laboratuvarı/ Arkeometri Ana Bilim Dalı, Ankara/TÜRKİYE
Şahinde DEMİRCİ, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Kimya Bölümü/ FBE Arkeometri Ana Bilim Dalı, Ankara/TÜRKİYE
Nejat KUN, Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir/TÜRKİYE

GİRİŞ

Tarihî yapılar ve yapı malzemeleri, yapım teknolojisi ve tasarım tarihinin önemli belgeleridir. Belgesel anlamda çok değerli olan bu kültür varlıklarının incelenmesine yönelik çalışmalar, yapıların inşa edildikleri dönemlerin yapım teknolojisi hakkında çok önemli bilgiler edinilmesine olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda öncelikli olarak incelenmesi gereken önemli geleneksel yapı malzemelerinden birisi olan tarihî harçlar, tarihî süreçte kullanılan eski teknolojiye ilişkin bilgi kaynakları olmalarının yanında, bakım ve onarım çalışmaları için gerekli olan, özgün malzeme ve strüktürle uyumluluk ve dayanıklılık özelliklerinin tanımlanması açısından da önemli bilgi kaynaklarıdır¹.

Tarihî harçların analizlerinden gelen veriler, yukarıda belirtilen amaçların yanı sıra, arkeolojik kalıntılar ve tarihî yapıların kronolojik analizlerinde de yararlı bir kriter olarak kullanılabilir². Çalışmalar kapsamında, Efes Yamaçevler 2’de, 1, 2 ve 4 No.lu evlerde kullanılan harçların bazı teknolojik özelliklerinin tanımlanması ve elde edilen sonuçların evlere ait duvarların kronolojik analizinde veri olarak kullanılması amaçlanmıştır.

Harç Kullanımının Tarihî Sürecine Genel Bakış

Harçlar, bağlayıcı, dolgu malzemesi ve katkı maddesi bileşenlerinden oluşur. Harçların sınıflandırılması genellikle içerdiği bağlayıcıya göre yapılmaktadır. Tarihî süreçte yapılarda en sık kullanılan bağlayıcılar kil, jips ve kireçtir. Buna göre harçlar, kerpiç, jips ve kireç harçları olarak adlandırılmaktadır. Harç karışımlarına doğal kum, kırma taş, tuğla parçaları gibi agregalar dolgu malzemesi olarak eklenmiştir³. Harcın istenen fiziksel ve mekanik özelliklerinin oluşması, bağlayıcı, dolgu malzemeleri, organik ve/veya inorganik katkı maddeleri ile ilgilidir⁴.

Doğada bulunduğu şekliyle kullanım olanağından dolayı, en erken kullanılmaya başlanan bağlayıcı, kil olmuştur⁵. Belirli bir işlem dizisinden geçtikten sonra bağlayıcı niteliği kazanan malzemelerden olan alçı ve kireç, yapı harcı üretiminde daha sonra kullanılmaya başlanmıştır. Bu bağlayıcıların kullanımı günümüzde de devam etmektedir.

Kerpiç: Uygun oranlarda kil, silt ve kum içeren topraktan üretilen kerpiç tuğla, harç ve sıvalar kullanılarak inşa edilen en eski yerleşimler Neolitik Döneme tarihlendirilmektedir⁶.

Jips Harçları: Jips, M.Ö. 3000 yıllarında Mısır’da bağlayıcı olarak harç ve sıva yapımında kullanılmaya başlanmıştır. Mezopotamya’da da birçok tarihî yapıda jipsin yapı malzemesi olarak kullanıldığı görülmektedir⁷.

Kireç Harçları: Irak, Khafaje’de bulunan antik kireç fırını kalıntısı, Mezopotamya’da M.Ö. 2450 yıllarında kireçtaşının kalsinasyon işleminin başladığını ve kireç harcı üretilerek kullanıldığını göstermiştir⁸.

Kireç harcının hidrolik özelliğini geliştirmek amacıyla karışıma *puzolanik* malzemelerin eklenmesi işlemi, ilk olarak doğal *puzolanların* bulunduğu bölgelerde ortaya çıkmaktadır. Yunanlılar’ın bazı yapılarda *santorin* kumu kullanmaları, *puzolanik* özellik taşıyan harç ve sıva üretiminin var olduğunu ve dolayısıyla Roma öncesi dönemlerde de *puzolanik kireç harçlarının* bilindiğini gösterebilir⁹. Romalılar, *puzolanik kireç harç-*

- 1 Caner- Saltık, 2003.
- 2 Ersen ve diğer., 1994; Jedrejewska, 1981; Vendrell ve diğer., 1996.
- 3 Davey, 1961.
- 4 Sickels, 1981.
- 5 Davey, 1961; Güdücü, 2004.
- 6 Davey, 1961; Houben ve Guillaud, 1994.
- 7 Davey, 1961; Torracca, 1982.
- 8 Davey, 1961,
- 9 Davidovits, 1993; Moropoulou ve diğer., 2004.

larının kullanımını, İmparatorluk sınırları içinde yaygın hale getirmişlerdir. Bu dönemde Vitruvius'un aralarında en önemlisi olduğu bilimsel araştırmacılar, kireç harcı içinde tuğla kırığı kullanımını tarif etmişlerdir ve harçlara *puzolanik* malzeme ekleme tekniği yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır¹⁰.

Roma Döneminde mimari devrim olarak nitelendirilebilecek yeni ve Romalılar'a özgü mimarinin doğuşu, o dönem için yeni bir yapı ögesi olan kemerin, puzolanik kireç harçları kullanılarak inşa edilmesiyle olmuştur. Bu harçlarla örülen tonozların, kesme taş tonozlara oranla daha hafif olması nedeniyle daha küçük boyutlarda taşıyıcı elemanlara ihtiyaç duyulmuş, kesme taş tonozlara oranla daha geniş açıklıklar aşılabilmektedir¹¹.

Çalışma Alanı; "Efes, Yamaçevler 2'de, 1, 2 ve 4 No.lu Evler"

Antik Dönemin önemli kentlerinden olan Efes, Roma İmparatorluğu'nun Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yer almıştır. Efes'te varlıklı kesimin konutlarının yer aldığı, bölgenin en iyi korunmuş konut adası olan Yamaçevler 2, yerleşim şekli, plan şeması, kullanılan dekorasyon öğeleri ile Roma İmparatorluk Döneminde yaşayan varlıklı kesimin yaşam tarzı hakkında önemli bilgiler vermektedir¹².

Şehir merkezinde yer alan yapı adası, yaklaşık 4000 m² büyüklüğünde olup doğu ve batı yöndeki diğer konut adalarından, dik ve merdivenli yollarla ayrılmakta, kuzeyde ise Kuretler Caddesi ile sınırlanmaktadır (Çizim: 1). Yapı adasında terasların üzerinde iki ya da üç katlı olarak inşa edilmiş, yedi konut birimi bulunmaktadır¹³. Bir dönem yoğun olarak kullanılan Yamaçevler 2'nin terkedilmesinden sonra, 1962-1985 yılları arasında Avusturyalı ekip tarafından yürütülen kazılarla, yapı adası yeniden gün ışığına çıkarılmıştır. Kazı ekibinden verilen bilgilere göre Yamaçevler 2, M.S. 1. yüzyılın başlarında inşa edilmiş, M.S. 3. yüzyılın 3. çeyreğinde, Gallienus zamanında meydana gelen bir deprem sonucunda zarar görmüş, depremden sonra dekorasyon öğeleri yenilenmemiştir.

Kazı ekibince tespit edilen yapı evreleri aşağıdaki şekildedir¹⁴;

1. Yapı Evresi; M.S. 1. yüzyılın başları
2. Yapı Evresi; M.S. 100 civarı
3. Yapı Evresi; M.S. 2. yüzyılın ikinci yarısı
4. Yapı Evresi; M.S. 230 civarı
- 4'. Yapı Evresi; M.S. 260 (M.S. 3. yüzyılın üçüncü çeyreğinde olan depreme kadar).

Örneklerin Alınması ve Kodlanması

Örnek alma işleminden önce, araştırma konusu evlerin duvarları görsel olarak incelenmiş, taş ve tuğla ile örülmüş duvarların görece sağlam olan ve onarım görmemiş bölümlerinden örnek alınacak yerler kazı ekibinin desteği ile saptanmıştır (Çizim: 2, 3). Örnekler olabildiğince az miktarda ve özenle alınıp polietilen poşetlere konmuş ve analiz için saklanmıştır. Hazırlanan bilgi formu üzerine gerek yapıya, gerekse alınan örneğe ilişkin bilgiler (yapının adı, alındığı yapı ögesi vb.) kaydedilmiş ve kodlanmıştır. Kodlamada ilk iki harf çalışma yapılan alanı, ilk rakam harç örneğinin ait olduğu evi, parantez içindeki ikinci rakam yapı evresini, üçüncü, dördüncü ve beşinci harfler harcin türünü (Taş harcı; TaH, Tuğla harcı; TuH, Tuğla; Tu), son rakam ise örnek numarası-

10 Moropoulou ve diğer., 2004.

11 Thorpe, 2002.

12 Krinzing, 2000.

13 Thür, 2000.

14 Ladstätter, 2004- 2005; Adenstedt, 2005.

nı göstermektedir. Yapı evresi konusunda emin olunamayan örnekler, kodlamanın sonuna (?) işareti konularak belirtilmiştir. Örneğin; YE1(4)TuH2, Yamaçevler 2'nin 1 No.lu evinden alınan, 4. yapı evresine ait olduğu düşünülen 2 No.lu tuğla harcı örneğini ifade etmektedir.

YÖNTEM VE DENEYLER

Çalışmada, 1 No.lu eve ait 13 adet TaH, 13 adet TuH; 2 No.lu eve ait 7 adet TaH, 5 adet TuH, 4 No.lu eve ait 12 adet TaH, 10 adet TuH ve 6 adet Tu örneğinin temel fiziksel özellikleri (birim hacim ağırlığı ve gözeneklilik), temel mekanik özellikleri (ultrasonik hız ölçümü ve birim hacim ağırlığı kullanılarak esneklik modülü (E_{mod}) tayini), hammadde özellikleri (bağlayıcı ve *agrega* oranı, *agregalar*da tane boyutu dağılımı, ince *agregaların* *puzolanik* aktivitesi, mineralojik özelliği ve yapısı) belirlenmiştir¹⁵.

Birim hacim ağırlığı ve gözenekliliğinin belirlenmesi, RILEM standart testlerine göre yapılmıştır¹⁶. Her örnek için üç ayrı analiz yapılarak sonuçların ortalamaları alınmıştır.

Yapılardan yeterli büyüklükte örnek alınamaması nedeniyle, büyük boyutta örnek gerektiren noktasal yükleme testleri ile tek eksenli basınç dayanımı testi gerçekleştirilememiştir. Temel mekanik özelliklerin anlaşılmasına yönelik testlerden ultrasonik hız ölçümü yapılarak esneklik modülü (E_{mod}) hesaplanmıştır. Tarihî harçların mekanik özelliklerinin anlaşılmasına yönelik yapılan bazı araştırmalarda, esneklik modülü değerleri ile tek eksenli basınç dayanımı arasında doğru bir orantının bulunduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle mekanik özellikler E_{mod} değerleri kullanılarak açıklanabilmektedir¹⁷. *Pundit plus* aleti ile ultrasonik hız ölçümleri yapılmış, sonuçlar birim hacim ağırlığı sonuçları ile birlikte, ilgili eşitlikler kullanılarak, E_{mod} değerleri hesaplanmıştır¹⁸.

Örneklerin hammadde özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar kapsamında, bağlayıcı ve *agrega* oranının bulunması için seyreltik asitte çözme yöntemi uygulanmıştır¹⁹. *Agreganın* tane boyutuna göre gruplandırılması standart elek analiziyle yapılmıştır. *Agregalar* DIN- 4188 elek düzeneği ile, 1000 μ m, 500 μ m, 250 μ m, 125 μ m, 125 μ m'nin altı olmak üzere beş gruba ayrılmış ve her grubun ağırlığı bulunarak, boyut dağılım yüzdesi belirlenmiştir.

Puzolanik aktivite tayininde iki farklı yöntem kullanılmıştır. Luxan ve çalışma grubu tarafından önerilen yöntem kullanılarak en ince *agrega* doygun $Ca(OH)_2$ çözeltisine konulup iki dakika içinde elektriksel iletkenliğin azalma miktarı ölçülmüştür²⁰. Diğer yöntemde ise, *puzolanik agrega* doygun $Ca(OH)_2$ çözeltisine konularak, 10 gün bekletilmiş, puzolanik tepkime nedeniyle $Ca(OH)_2$ miktarındaki azalma *titrasyonla* belirlenmiştir²¹.

Örneklerden hazırlanan ince kesitler, Leitz HM-POL optik mikroskopla incelenmiş ve uygun görülen bölümlerin fotoğrafları Olympus Camedia C 400 ile çekilmiştir. XRD analizi için ince *agregalar* (<125 μ m) doğrudan; iri *agregalar* ise ağıt havanda öğütülüp toz haline getirilerek analiz edilmiştir. Analizde Philips, PW1352/ 20 X-ışınları diffraktometresi kullanılmış, $CoK\alpha$ X-ışınları ve Ni filtre ile XRD spektrumları elde edilmiştir. X-ışınları taraması (6- 75) $^\circ$ 2 θ değerinde yapılmıştır. SEM analizleri için 1,5x1,5 cm. boyutunda hazırlanıp parlatılan örnekler, vakumda karbonla kaplanmış ve 20 kV'la çalışan Philips XL 30 Esem markalı, EDX sistemine sahip bir tarama elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir.

15 Kuleli, 2005.

16 RILEM, 1980.

17 Tunçoku, 2001.

18 RILEM, 1980; ASTM 2845- 90.

19 Teutonico, 1988.

20 Teutonico, 1988.

21 Luxan ve diğer., 1989; Caner, 2003; Suzuki ve diğer.,1985.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar, 1, 2 ve 4 No.lu evler için belirgin bir farklılık göstermemiştir. Bu nedenle sonuçların değerlendirilmesi ile ilgili şekiller, burada sadece 4 No.lu evin taş duvar harçları için verilmiştir (Şekil: 1). İncelenen taş ve tuğla duvar harçlarının çoğu, düşük birim hacim ağırlığına ve yüksek gözenekliliğe sahiptir. Tüm evlerden alınan taş duvar ve tuğla duvar harçlarının birim hacim ağırlığı ve gözenekliliklerinin ortalama değerleri sırasıyla ($\sim 1,60$ g/cm³), ($\sim\%$ 34,48), ve ($\sim 1,49$ g/cm³), ($\sim\%$ 37,19) olarak belirlenmiştir. 1 No.lu evden alınan üç örnek [YE1(2)TuH25 ($\sim 1,83$ g/cm³) ($\sim\%$ 25), YE1(2)TuH24(?) ($\sim 1,79$ g/cm³) ($\sim\%$ 27,4) ve YE1(2)TuH23(?) ($\sim 1,71$ g/cm³), ($\sim\%$ 28,9)], diğer örneklerle oranla daha yüksek birim hacim ağırlığına ve daha düşük gözenekliliğe sahip olarak bulunmuştur. Bu durum üst katın yükünü zemin kata aktaran kemerlerden alınan harç örneklerinin, harcın yapıda üstleneceği göreve göre üretilmiş olduğunu düşündürmektedir.

Tüm evlere ait TaH ve TuH ortalama E_{mod} değerleri sırasıyla 1390 MPa ve 1350 MPa olarak belirlenmiştir (Şekil: 2). E_{mod} değerlerinin harcın yer aldığı duvar malzemesine (taş ve tuğla) göre belirgin bir fark göstermediği anlaşılmıştır. Bulunan E_{mod} değerleri, daha önce Bizans anıtlarının tuğla örgü harçlarına yönelik araştırmalarda elde edilen sonuçlara yakın değerlerdedir²².

Roma Dönemine tarihlenen TaH ve TuH'da ortalama CaCO₃ oranı sırasıyla, % 65,80 ve % 56,7 olarak bulunmuştur (Şekil: 3). Hellenistik Döneme tarihlenen iki TaH'da ortalama CaCO₃ oranı ise % 50,2 olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, üzerinde çalışılan tüm harç örneklerinde yüksek oranda kireç kullanıldığını ve kullanılan kirecin saf kireç olduğunu göstermiştir.

Kaba *agregaların* (>500 μ m), ince ve orta büyüklükteki *agregalara* oranının daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Roma Dönemine tarihlenen TaH ve TuH'da ortalama kaba *agrega* oranı sırasıyla, % 67,15 ve % 66,90 olarak bulunmuştur (Şekil: 4). Hellenistik yapı evresindeki oran, Roma yapı evresine ait harçlardan bir miktar daha düşüktür (% 60,6).

Luxan yöntemine göre *puzolanik* aktivite tayininde elde edilen değerler, 0,45 ile 3,93 mS/cm arasında değişmektedir. Bu sonuç örneklerin çoğunun iyi *puzolanik* özelliğe sahip olduğunu göstermiştir ($>1,2$ mS/cm.). Diğer yöntemde de (titrasyon yöntemi) oldukça yüksek değerler bulunmuştur (Şekil: 4). 4 No.lu eve ait TaH ve TuH için bu değerler sırasıyla, 14,4 mS/cm.- 47,2 mS/cm. ve 0 mS/cm.- 44,2 mS/cm. arasında bulunmuştur.

İncelenen harçlarda bağlayıcı olarak kullanılan sönmüş kirecin, mikritik kalsit kristalleri şeklinde karbonatlaştığı anlaşılmıştır. Örneklerin çoğunda bağlayıcının oluşturduğu hamurun ince taneli olduğu ve *agregalarla* iyi bir bağlantı sağladığı gözlenmiştir (Resim: 1a). Bazı örneklerde bağlayıcı içinde büyük gözeneklere, çatlaklara rastlanmış ve bunlar içinde yeniden kristallenmiş kalsit mineralleri tespit edilmiştir (Resim: 1b).

Bazı örneklerde bağlayıcı içinde yer yer eski harç ya da sıva parçacıkları olduğu tahmin edilen malzemenin kullanıldığı gözlenmiştir (Resim: 2).

İncelenen harçların çoğunun hidrolik karakterde olduğu (hidrolik oran $> 0,3$), bağlayıcı ile ince *agrega* arasında çok iyi bir bağlantı bulunduğu anlaşılmıştır (Resim: 3a-3b).

İncelemeler, farklı cins, boyut ve şekillerde doğal ve yapay *agregaların* kullanıldığını göstermiştir. Doğal *agregayı* oluşturan mineraller kuvars, epidot, feldspat, serpantin, amfibolit, olivin vb. olarak belirlenmiş, mermer parçacıklarının, kaya kırıntılarının kullanıldığı anlaşılmıştır (Resim: 4a-4b), yapay *agrega* olarak ise farklı boyutta tuğla kırıklarının kullanıldığı belirlenmiştir (Resim: 4c).

SEM analizleri, *puzolanik* nitelikteki doğal ve yapay *agregaların* çeperleri ile bağlayıcı arasında *puzolanik* tepkime ürünlerinin (C- S- H) oluştuğunu göstermiştir.

22 Moropoulou ve diğerleri, 2000.

Harcın içinde doğal *agrega* olarak kullanılan çeşitli boyuttaki volkanik camların bağlayıcı ile teması olan çeperlerinde, *puzolanik* tepkime sonucu değişik kalınlıklarda bir tabaka oluştuğu görülmüştür (Resim: 5a- 5b). Bu kalınlık farkının tepkimenin derecesi ile ilişkili olduğu düşünülebilir.

Bazı örneklerde doğal ve yapay *agregaların* çeperinde farklı kalınlıkta C- S- H oluşumuna rastlanmıştır. Bu farklılık kuvarsın *puzolanik* aktivitesinin düşük, tuğla kırığının ise daha yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir.

Çalışılan örneklerden birinde, iki yakın tuğla kırığından birinin çevresinde 200 µm kalınlığında C-S-H oluşumunun gerçekleştiği, diğerinde ise gerçekleşmediği gözlenmiştir (Resim: 6a-6b). C-S-H oluşumunun gerçekleşmemesinin, bu tuğla kırığının, 900°C'nin üzerinde pişirilmiş bir tuğlanın parçası olmasından kaynaklandığı düşünülebilir²³.

Yapılan tüm çalışmaların değerlendirilmesi ile aşağıdaki sonuçlara varılmıştır;

- Çalışılan tüm harçlar düşük birim hacim ağırlığına ve yüksek gözenekliliğe sahiptir.
- Esneklik modülü (E_{mod}) değerleri, 524- 2513 MPa değerleri arasında değişmekte olup daha önce yapılan bazı araştırmalarda elde edilen sonuçlara yakındır.
- (E_{mod}) değerlerinin harcın yer aldığı duvarın malzemesine (taş ve tuğla) göre belirgin bir fark göstermediği anlaşılmıştır. Ancak kemerlerden alınan örneklerin (E_{mod}) değerlerinin diğerlerine göre yüksek bulunması, üst katın yükünü zemin kata aktaran kemerlerden alınan bu harçların, harcın yapıda üstleneceği göreve göre üretilmiş olduğunu düşündürmektedir.
- Bağlayıcı kireç oranı yaklaşık % 60 olup, safsızlık oranı % 5'den düşük bulunmuştur. Bu durum kullanılan kirecin saf (yağlı) kireç olduğunu göstermektedir.
- Bağlayıcı olarak kullanılan sönmüş kirecin, mikritik kalsit kristalleri şeklinde karbonatlaştığı anlaşılmıştır.
- Harçta kullanılan *agregalar*, kaba *agrega* grubuna girmektedir (>500µm).
- *Agregalarda* belirlenen mineraller azalan çokluk sırasına göre kuvars, mika, epidot ve feldspat grubu minerallerdir. Kuvars şist, mika şist, albit şist, amfibolit, serpantin harç içinde en çok kullanılan kaya kırıntıları olarak belirlenmiştir. Bunların yanında değişik boyutlu tuğla kırıklarının yapay *agrega* olarak kullanıldığı anlaşılmıştır.
- Harç örneklerinde ince *agregaların* (<125 µm) çoğu iyi *puzolanik* aktivite göstermektedir.
- 2. yapı evresinde harçların çoğunda tuğla *agrega* kullanılmamış, ya da çok az kullanılmıştır. Bu yapı evresine ait örneklerin sadece birkaç tanesinde iri ve fazla miktarda tuğla kırığı kullanıldığı gözlenmiştir.
- Harçların çoğunda bağlayıcılarla *agregalar* arasında iyi bağlantı sağlandığı anlaşılmıştır.
- *Puzolanik* nitelik taşıyan doğal ve yapay *agregaların* çevresinde bağlayıcı ile temas eden çeperlerde *puzolanik* tepkime sonucu bir tabaka oluştuğu gözlenmiş olup bu tabakanın kalınlığı tepkime derecesine bağlı olarak değişiklik göstermektedir.
- Harçların önemli derecede hidrolik özelliklere sahip olduğu EDX yapılan element analizleri ile saptanmıştır.
- Araştırma kapsamında incelenen Roma Dönemi harç örnekleri, temel fiziksel, temel mekanik ve hammadde özellikleri açısından aralarındaki bazı farklılıklara karşın, birbirine benzemekte, Hellenistik Dönem harçları ise Roma Dönemi harçlarından bazı farklılıklar göstermektedir.

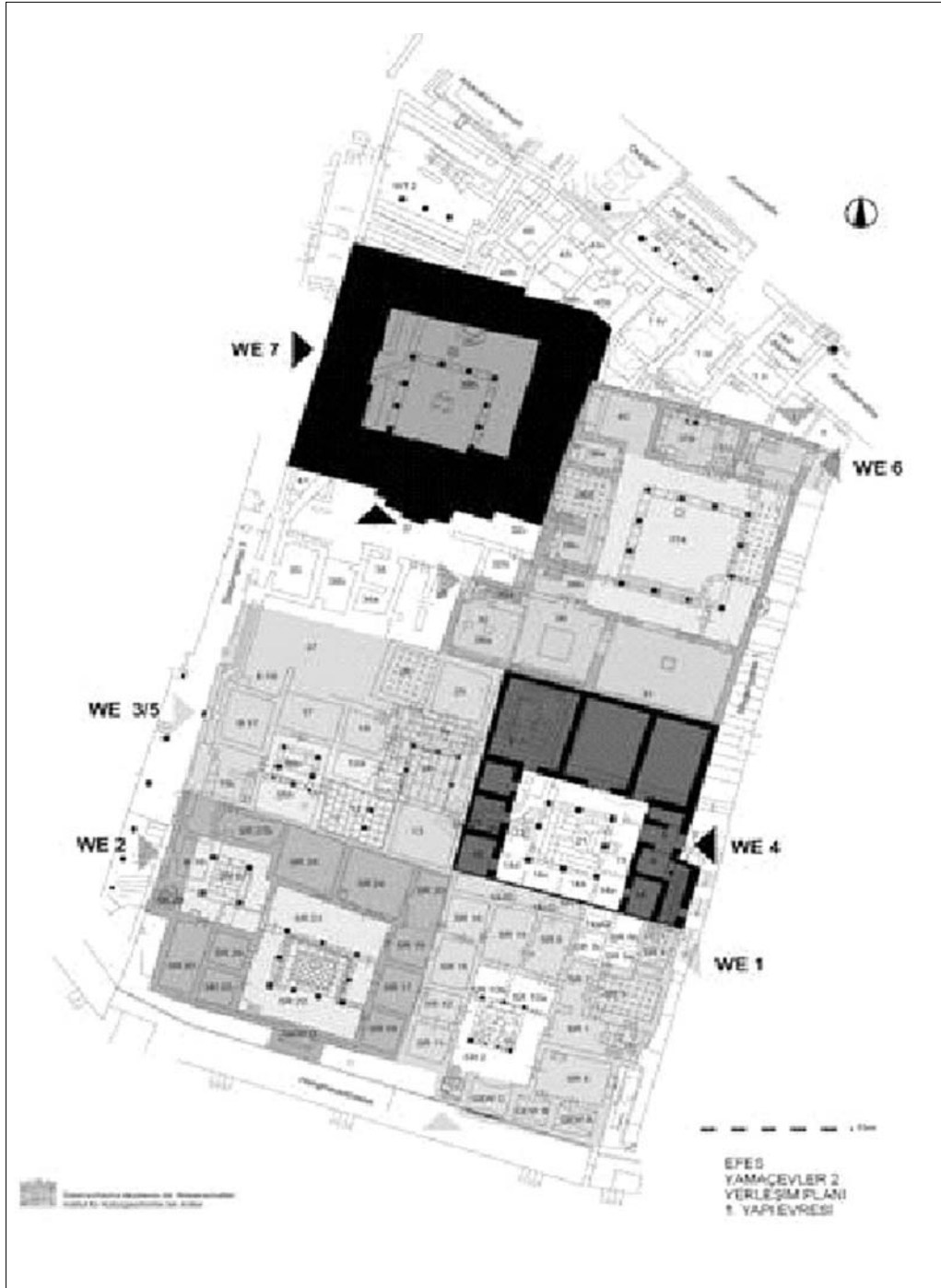
23 Baronio ve Binda; 1997.

- Roma evlerinin yapı konstrüksiyonunda yaklaşık ikiyüz elli senelik süreyi içeren değişik yapı evrelerinde kullanılan harçlar arasında belirgin bir değişiklik görülmesi, Romalıların yapı malzemesi kullanımında bir gelenek oluşturarak, bunu sürdürmüş olduklarını düşündürmektedir.

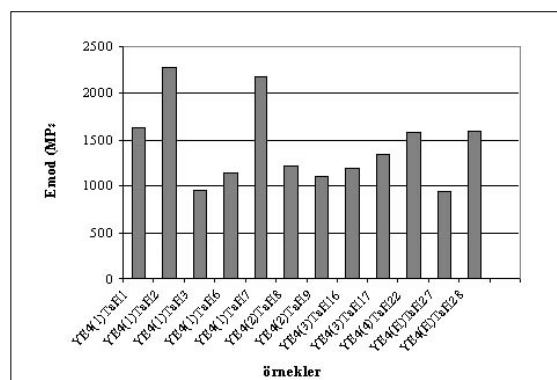
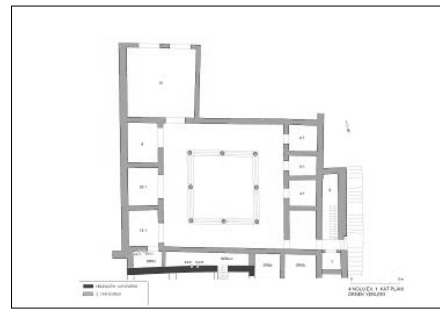
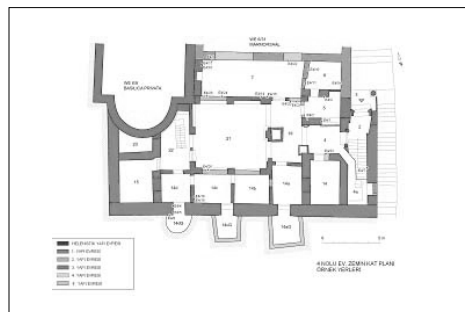
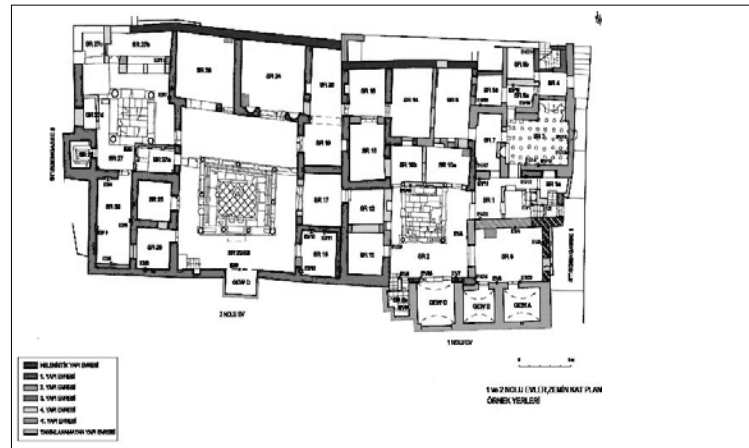
KAYNAKÇA

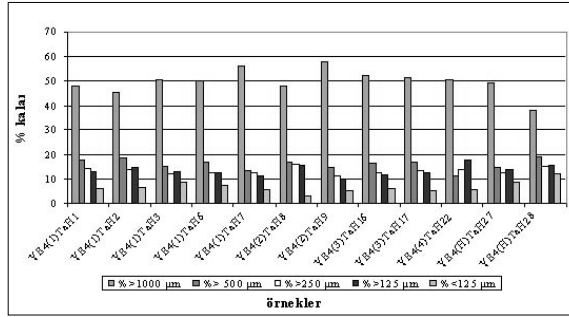
- Adenstedt, I. (2005). (Kişisel görüşme ve bilgi belge sağlanması). Viyana.
- ASTM D 2845- 90,(1990). *American Society for Testing and Materials, Standard Test Method for Laboratory Determination of Pulse Velocities and Ultrasonic Elastic Constants for Rock*, 361- 365.
- Baronio, G., Binda, L., (1997). Study of the Pozzolanicity of Some Bricks and Clays, *Construction and Building Materials*, (11), 41- 46.
- Caner, E. (2003). *Archaeometrical Investigation of Some Seljuk Plasters*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Caner-Saltık, E. (2003). *Malzeme Koruma Laboratuvarlarının Koruma Uygulamalarındaki Yeri: ODTÜ Örneği*, N. Şahin- Güçhan, (Ed.), *Her Dem Yeşil Yapraklı Bir Ağaç Cevat Erder'e Armağan*. Ankara: ODTÜ Mimarlık Fak. 189-217.
- Davey, N. (1961). Gypsum Plaster- Limes and Cements-Stucco- Mortar and Concrete. *A History of Building Materials*. London: Phoenix House. 82- 128.
- Davidovits F. (1993). *Les Mortiers de Pouzzolanes Artificielles Chez Vitruve Evolution et Historique Architecturale*. Thèse de D.E.A. Paris, Université Paris X- Nanterre.
- Ersen, A., Karagüler, M., Güleç, A. (1994). The Restoration of the Sulukule Kapı (Porta Pempton):Research and Chronological Analysis Before Intervention. *Archaeometry*. Ankara. 663- 671.
- Güdücü, G. (2004). *Archaeometrical Investigation of Mud Pastes on Hittite Buildings in Şapinuva- Çorum*,Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Houben, H., Guillaud, H. (1994). *Earth Construction*. London: Intermediate Technology Publications.
- Jedrejewska, H. (1981). Ancient Mortars as Criterion in Analyses of Old Architecture, *Mortars, Cements and Grouts used in the Conservation of Historic Buildings*, Rome, 311- 329.
- Krinzinger, F. (2000). *Das Hanghaus 2 Als Archäologische, Ein Dach Für Ephesos*. Österreichisches Archäologisches Institut, Wien: Sonderschriften Band 34.15- 32.
- Kuleli, A. E. (2005). *Efes Yamaçevler 2'de, 1, 2 ve 4 No.lu Evler Örneğinde Roma Dönemi Harçları Araştırması*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Ladstätter, S. (2004- 2005). (Kişisel görüşme ve bilgi belge sağlanması). Efes, İzmir; Viyana.
- Luxan, M. P., Madruga, F., & Saavedra, J. (1989). Rapid Evaluation of Pozzolanic Activity of Natural Products by Conductivity Measurement, *Cement and Concrete Research*, 19, 63- 68.
- Moropoulou, A., Bakolas, A. Bisbikou, K. (2000). Investigation of the Technology of Historic Mortars, *Journal of Cultural Heritage*.
- Moropoulou A., Bakolas, A., Anagnostopoulou, S. (2004). *Composite Materials in Ancient Structures*, <http://www.sciencedirect.com>.
- RILEM. (1980). Tentative Recommendations, Comission- 25- PEM, Recommended Tests to Measure the Deterioration of Stone and to Assess the Effectiveness of Treatment Methods, *Materiaux and Costruction*, Vol. 13, No: 73, 173- 253.

- Sickels, L. B. (1981). Organics vs. Synthetics: Their Use as Additives in Mortars, *Mortars, Cements and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings*, Proceedings of Symposium in Rome, 25- 52.
- Suzuki, K., Nishikawa, T., Ito, S. (1985). Formation and Carbonation of C-S-H in Water, *Cement and Concrete Research*, Vol.15, 213-224.
- Teutonico, J. M. (1988). *A Laboratory Manual for Architectural Conservators*. Rome: ICCROM.
- Thorpe, M.(2002). *Roma Mimarlğı*. İstanbul: Homer Kitapevi ve Yayıncılık Ltd. Şti.
- Thür, H. (2004- 2005). (Kişisel görüşme ve bilgi belge sağlanması). Efes, İzmir.
- Thür, H. (2005). XXI. 2. Turkische Zusammenfassung. *Hanghaus 2 in Ephesos*. Die Wohneinheit 4 Baubefund, Ausstattung, Funde. Forschungen in Ephesos. VIII/ 6, Verlag Der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien. (baskıda)
- Torraca, G. (1982). *Porous Building Materials- Science for Architectural Conservation*. Roma.
- Tunçoku, S. (2001). *Characterization of Masonry Mortars Used in Some Anatolian Seljuk Monuments in Konya, Beyşehir and Akşehir*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Vendrell- Saz, M., Alarcon, S., Molera, J. & Garcia- Valles, M. (1996). Dating Ancient Lime Mortars by Geochemical and Mineralogical Analysis. *Archaeometry* . 38, 143- 149.
- Weber, J. (2005).(Kişisel görüşme ve bilgi belge sağlanması). Viyana.

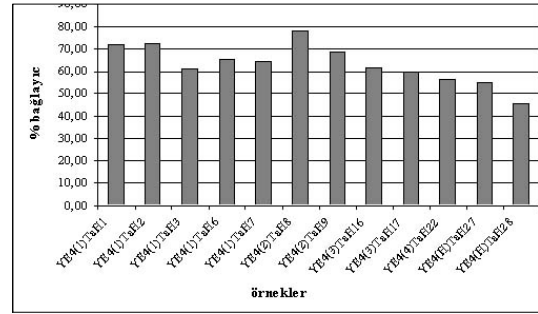


Çizim: 1

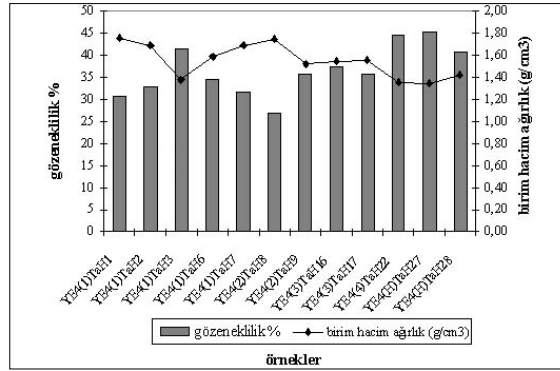




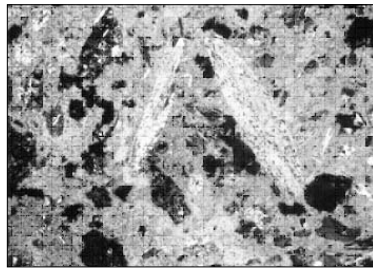
Çizim:6



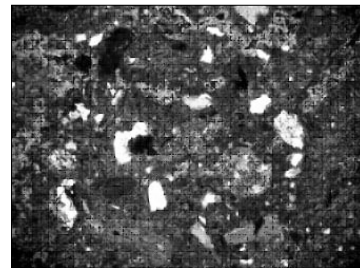
Çizim: 7



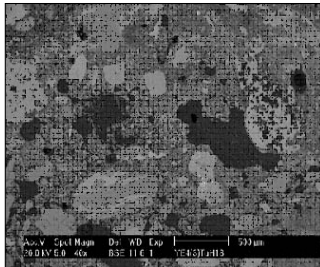
Çizim: 8



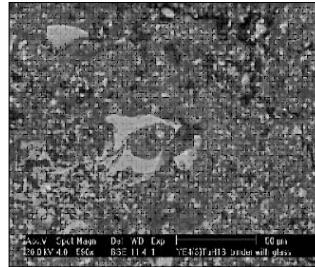
Resim: 1a



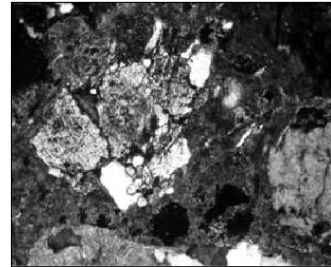
Resim: 1b



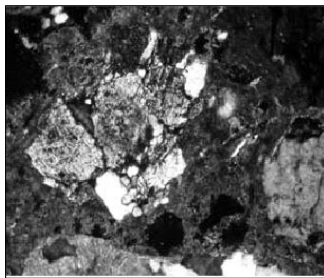
Resim: 2



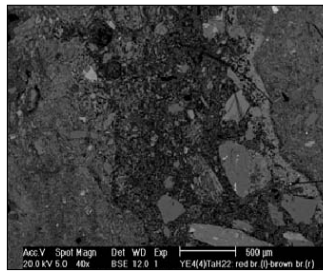
Resim: 3a



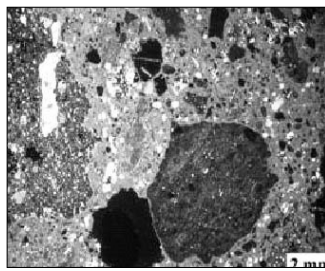
Resim: 3b



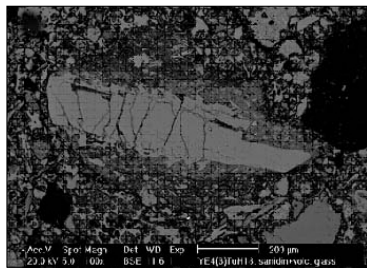
Resim: 4a



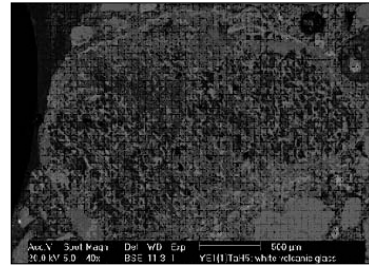
Resim: 4b



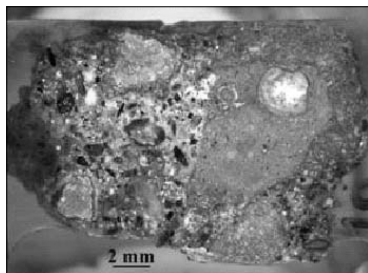
Resim: 4c



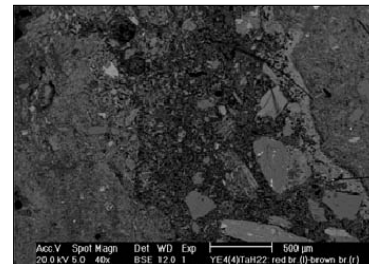
Resim: 5a



Resim: 5b



Resim: 6a



Resim: 6b

LAGİNA KAZISI İSKELETLERİNİN PALEOANTROPOLOJİK İNCELENMESİ

*Erksin GÜLEÇ**
İsmail ÖZER
Mehmet SAĞIR
Zehra SATAR

GİRİŞ

Lagina, Yatağan İlçesi'ne bağlı Turgut Beldesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Lagina Kutsal Alanı, Kariyalılar'ın önemli bir kültür merkezidir ve ünü zamanımıza dek gelmiştir. Son yapılan araştırmalar, yörenin Eski Tunç Çağı'ndan (İ.Ö. 3000) günümüze dek kesintisiz bir yerleşime sahip olduğunu göstermektedir. Seleukos kralları büyük imar çalışmaları ile Lagina Kutsal Alanı'nı dinî merkez ve buraya 11 km. uzaklıktaki Stratonikeia'yı da bölgenin siyasî merkezi yapmışlardır. Lagina Kutsal Alanı'nda yapılan arkeolojik kazılar, Türk bilimadamları tarafından yürütülen ilk kazılar olması açısından önem taşımaktadır. Bu kazıları Osman Hamdi Bey ve Halit Ethem Bey yürütmüştür. 1993 yılında arkeolojik kazı ve restorasyon çalışmaları Mimar Arkeolog Prof.Dr. Ahmet Tırpan'ın¹ bilimsel başkanlığında başlatılmıştır.

MATERYAL VE METOT

2001 ve 2002 yıllarında Lagina Kutsal Alanı'ndan çıkarılan ve incelemeleri yapılmak üzere Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü, Enver Yaşar Bostancı ve Refakat Çiner Laboratuvarı'na alınan iskeletler araştırmamızın materyalini oluşturmaktadır. Lagina Kutsal Alanı'ndan çıkarılan ve araştırmamız materyalini oluşturan iskeletler 2 farklı kaya mezarından çıkarılmıştır. Bu iki mezarın birincisinden çıkarılan iskeletler 8 birey, ikinci mezardan çıkarılan iskeletler ise 30 birey olarak tespit edilmiştir. Laboratuvarda gerçekleştirilen çalışmalarda mezarlardan çıkarılan iskeletler öncelikle fetus, çocuk, ve erişkin olarak belirlenmiş, daha sonra da demografik analizleri yapılarak cinsiyetleri ve yaşları tespit edilmiştir (Tablo: 1).

* Prof.Dr. Erksin GÜLEÇ, A.Ü. Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü, 06100 Sıhhiye-Ankara/TÜRKİYE
Yrd.Doç.Dr. Mehmet SAĞIR, A.Ü. Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü, 06100 Sıhhiye-Ankara/TÜRKİYE

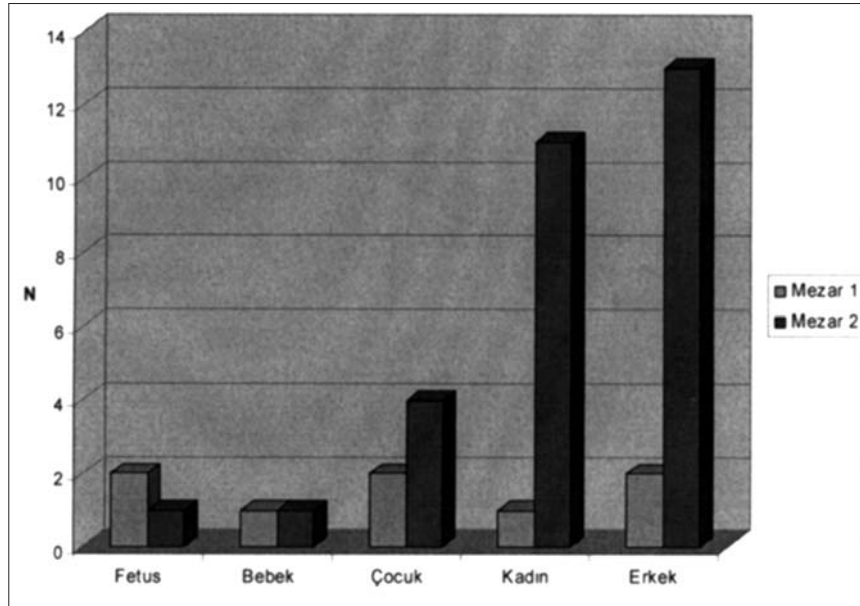
Yrd.Doç.Dr. İsmail ÖZER, A.Ü. Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü, 06100 Sıhhiye-Ankara/TÜRKİYE
Araş.Gör. Zehra SATAR, A.Ü. Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü, 06100 Sıhhiye-Ankara/TÜRKİYE

1 Lagina kazısı iskeletlerini çalışabilmemiz için bizlere bu fırsatı veren Prof.Dr. Ahmet A. Tırpan ve tüm Lagina kazısı ekibine teşekkür ederiz.

	Mezar 1	Mezar 2
Fetus	2	1
Bebek	1	1
Çocuk	2	4
Kadın	1	11
Erkek	2	13
Toplam	8	30

Tablo 1: Lagina kazısı iskeletlerinin mezarlara göre dağılımı

Tablodan da anlaşılacağı gibi Mezar 2'deki birey sayısı (30) Mezar 1'den (8) daha fazladır. Birey sayılarına bakıldığında ise her iki mezardaki erkeklerin sayısı daha fazladır. Erkek bireyleri sırasıyla kadınlar ve çocuklar izlemektedir.



Grafik 1: Lagina popülasyonunun mezarlara göre dağılım grafiği

BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Araştırmamızda öncelikle eski insan toplumlarının sağlık durumlarının belirlenmesinde önemli bir kriter olarak kullanılan bebek ve çocuk ölüm oranlarına bakılmıştır. Her iki mezardan çıkarılan bebek ve çocuk sayılarına baktığımızda, en fazla ölüm oranının görüldüğü yaş diliminin 16-17.9 yaş diliminde olduğu anlaşılmaktadır. Bu yaş dilimini 0-1.9 yaş dilimi izlemektedir (Tablo: 2).

Yaş Grupları	n	%	Toplam n	Toplam %
0-1.9	2	28.57	2	28.57
2-3.9	1	14.29	3	42.86
4-5.9				
6-7.9	1	14.29	4	57.15
8-9.9				
10-11.9				
12-13.9				
14-15.9				
16-17.9	3	42.85	7	100
	7	100	7	

Tablo 2: Lagina kazısı bebek ve çocuklarının yaş gruplarına göre ölüm yüzdeleri

Lagina kazısının iki mezarından çıkarılan bireylerin yaş ortalamaları incelendiğinde kadın ve erkeklerin yaş ortalamalarının birbirine yakın olduğu anlaşılmaktadır (Tablo: 3). Erişkinlerin genel yaş ortalaması 36 yıl olarak bulunmuştur. Lagina erişkin bireylerinin genel yaş ortalamalarıyla eski Anadolu toplumlarının yaş ortalamalarını karşılaştırdığımızda, Lagina ile aynı dönemi yansıtan Klazomenai (Güleç'85) Hellenistik Dönem toplumuna ve İznik (Erdal'92) Ortaçağ toplumuna yakın değerler göstermektedir (Tablo: 4).

Toplumsal genel yaş ortalaması (bebek+çocuk+erişkin)	24.88
Kadınların yaş ortalaması	37
Erkeklerin yaş ortalaması	35
Genel Yaş ortalaması (Kadın + Erkek)	36

Tablo 3: Lagina kazısı iskeletlerinde yaşam uzunluğu ortalamaları

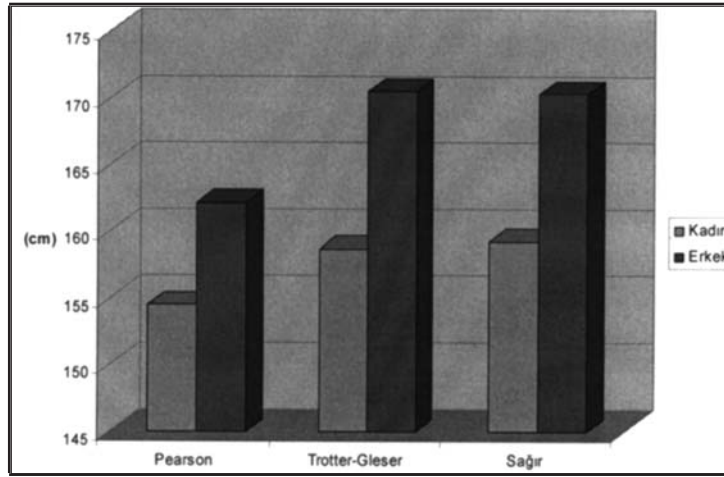
BULUNTU YERİ	DÖNEM	ARAŞTIRICI	N	ORT.YAŞ
Çatalhöyük	Neolitik	Angel'71	216	31.5
Çayönü	Neolitik	Özbek'89	372	29.5
F. Alanlar	Kalkolitik	Şenyürek'51	90	32.5
Karataş	Tunç	Angel'86	356	31.3
Değirmentepe	Demir	Özbek'85	5	32.0
Troy'9a	Hellenistik	Angel'86	36	44.6
Klazomenai (YT)	Hellenistik	Güleç'85	16	34.0
Börükçü	Geo-Roma	Sağır ve ark.'03	42	39.2
Lagina	M.O.4.yy-Roma	Güleç ve ark.'04	38	36.0
Boğazköy	Roma	Backofen'86	127	33.0
Topaklı	Ortaçağ	Güleç'87	87	32.8
İznik	Ortaçağ	Erdal'92	86	38.2
Tepecik	Ortaçağ	Sevim'93	443	41.4
Dilkaya	Ortaçağ	Güleç'94	156	46.6

Tablo 4: Eski Anadolu toplumlarına ait yaş ortalamaları (Yıl)

Lagina bireylerinin fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla kadınların ve erkeklerin uzun kemiklerinden boy uzunluklarını hesaplanmıştır. Pearson, Trotter-Gleser ve Sağır tarafından geliştirilen boy uzunluğu hesaplama denklemlerinden yararlanarak her iki mezardan çıkarılan kadın ve erkek bireylerin boyları hesaplanmıştır (Tablo: 5). Lagina kadınlarının boy uzunluğunun 154-159 cm., erkeklerinin ise 162-170 cm. arasında olduğu saptanmıştır.

	Pearson	Trotter – Gleser	Sağır
Kadın	154.51	158.69	159.23
Erkek	162.14	170.55	170.35

Tablo 5: Lagina kazısı erişkinlerinde ortalama boy uzunlukları (cm.)



Grafik 2: Lagina bireylerinin ortalama boy uzunlukları

Patolojik Bulgular

Lagina iskeletlerinin kemiğe yansıyan patolojik incelemelerinde çeşitli rahatsızlıklara rastlanmıştır. 1 numaralı mezardan çıkarılan erkeğe ait boyun omurlarında osteofit ve schmorl adını verdiğimiz ve aşırı strese ya da yaşlılığa bağlı olarak meydana gelebilen oluşumlara rastlanmıştır (Resim: 1). Yine boyun omurunun bir tanesinin sağ transvers çıkıntının olmadığı saptanmıştır (Resim: 2). Mezar 2'den çıkarılan bir erişkin erkek iskeletinin sağ femurunun caputunda eklem rahatsızlığından kaynaklanan bir deformenin olduğu tespit edilmiştir (Resim: 3). Yine Mezar 2'ye ait bireylerde bel omurlarında aşırı derecede osteofite ve schmorle rastlanmıştır (Resim: 4-6). Mezar 2'den çıkarılan yine erişkin bir bireyin boyun omurunda kaburgalarla eklem yapan yüzeyinde eklem rahatsızlığının olduğu tespit edilmiştir (Resim: 7).

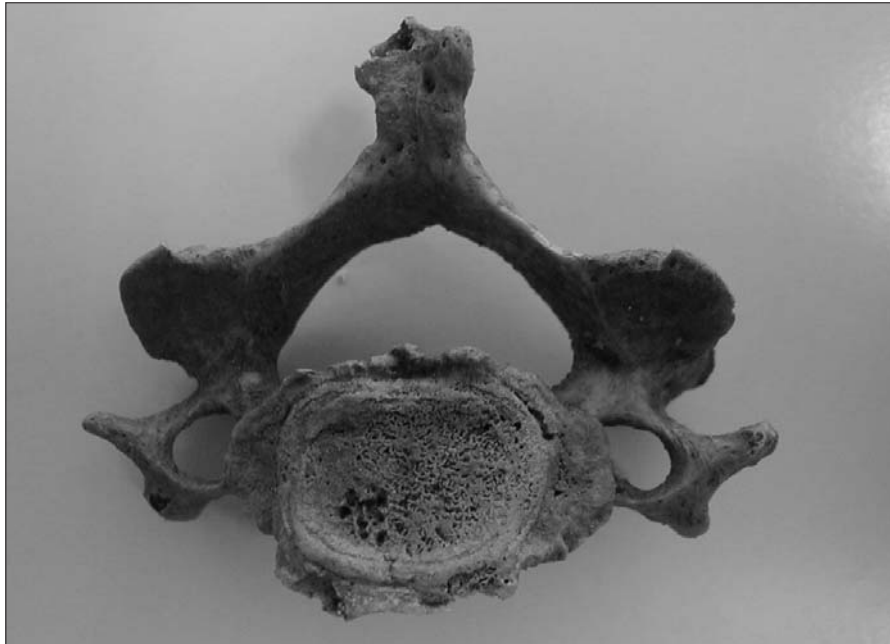
SONUÇ

Bu çalışmada Lagina Kutsal Alanı'nda bulunan iki kaya mezarından çıkarılan iskeletlerin paleoantropolojik analizleri yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda erişkin bireylerin genel yaş ortalamasının 36 yıl olarak hesaplanmıştır. Eski Anadolu

toplumlarıyla yapılan karşılaştırmalarda da Lagina toplumunun çağdaşlarıyla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Patolojik incelemelerde ise kemiğe yansıyan değişik vücut patolojisi bulguları tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

- Açıkkol, A. 2000 *Küçükhöyük Eski Tunç Çağı İnsanlarının Paleoantropolojik Açidan İncelemesi*, A.Ü. S.B.E. Fizik ve Paleoantropoloji Anabilim Dalı, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Bass, W.M. 1987 *Human Osteology*. Missouri Archaeological Society, Special Publication, USA.
- Brothwell, D.R. 1981 *Digging Up Bones*. BAS Printers, Great Britain.
- Güleç, E. 1994 "Van Dilkaya Populasyonunun Paleoantropolojik Analizi". T.C. Kültür Bakanlığı XVI. Kazı, Araştırma ve Arkeometri Sonuçları Toplantısı, (24-28 Mayıs 1994) Ankara.
- Güleç, E. ve ark. 2004 "2003 Yılı Börükçü Kazısı İskeletlerinin Paleoantropolojik İncelenmesi" T.C. Kültür Bakanlığı 20. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, (24-28 Mayıs 2004) Konya.
- Krogman, W.M., İşcan, M.Y. 1986 *The Human Skeleton in Forensic Medicine*. Second Edition, Charles Thomas Publisher, Springfield, Illionis.
- Martin, R., Saller, K. 1957 *Lehrbuch der Anthropologie*, Band I. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Martin, R., Saller, K. 1959 *Lehrbuch der Anthropologie*, Band II. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Olivier, G. 1969 *Practical Anthropology*. Charles Thomas Publisher, Springfield, Illionis.
- Özer, İ. 1999 *Dilkaya (Van) Populasyonunun Diskriminant Fonksiyon Analizi ve Anadolu Toplulukları Arasındaki Yeri*. A.Ü. S.B.E. Fizik ve Paleoantropoloji Anabilim Dalı, Basılmamış Doktora Tezi.
- Pearson, K. 1899 "Mathematical Contribution on the Theory of Evolution. On the Reconstruction of the Stature of Prehistoric Races", *Philosophical Transactions of The Royal Society*, London, 192:169-244.
- Sağır, M. 2000 *Uzun Kemik Radyografilerinden Boy Formülü Hesaplanması*. A.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü (Basılmamış Doktora Tezi), Ankara.
- Sağır, M. ve ark., 2003 "Börükçü iskeletlerinin Paleoantropolojik İncelenmesi" T.C. Kültür Bakanlığı 19. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, (26-31 Mayıs 2003) Ankara.
- Tırpan, A.A., Söğüt, B. 2003 "2002 yılı Lagina Kazıları" T.C. Kültür Bakanlığı 25. Kazı, Araştırma ve Arkeometri Sonuçları Toplantısı, (26-31 Mayıs 2003) Ankara.
- Trotter, M., Gleser, G.S. 1952 "Estimation of Stature From Long Bones of American Whites and Negroes", *American Journal of Physical Anthropology*, 10:463-7514.
- Ubelaker, D.H. 1978 *Human Skeletal Remains*. Smithsonian Institution, Aldine Publishing Company, Chicago.
- Workshop of European Anthropologist 1980 "Recommendation For Age and Sex Diagnoses of Skeletons" *Journal of Human Evolution*, 9: 517-549.



Resim: 1



Resim: 2



Resim: 3



Resim: 4



Resim: 5



Resim: 6



Resim: 7

TELL ATCHANA METAL BULUNTULARININ KİMYASAL ANALİZİ

Hadi ÖZBAL*

GİRİŞ

Tell Atchana (eski Alalakh) 1937-39 ve 1946-49 yılları arasında Sir Leonard Wooley tarafından kazılmış ve M.Ö. 2200 yıllarından Son Tunç Çağı sonuna (M.Ö. 1200) kadar uzanan, 17 mimari tabakası, sarayları, tapınakları ve arşivi ile önemli bir bölgesel başkenttir. Höyükte kazı çalışmalarına "Amuq Valley Regional Project" kapsamında Dr. Aslıhan Yener başkanlığında yeniden başlanmıştır (Yener ve diğerleri 2004). 2003 yılı kazılarında "Alan 3" olarak belirlenen bölgede yerleşim yerinin son yüzyılına tarihlenen bir mezarlık bulunmuştur. 10 adet mezarın kazısı sonucunda ortaya çıkarılan toplam 48 adet metal örneği Boğaziçi Üniversitesi Arkeometri Laboratuvarı'na elemental analizleri yapılmak üzere getirilmiştir. Bunların 43 adedi bakır veya bakır kökenli, biri kurşun, biri çinko metal eser ve üç adedi de cevher/kil örneğidir. Çalışmada öncelikle buluntuların kimyasal analizleri atomik absorpsiyon spektrometresi ile gerçekleştirilip örneklerin alaşım ve iz elementleri saptanmıştır. Ancak 43 bakır kökenli örneğin 22 adedinin tamamıyla oksitlenmiş olduğundan elde edilen analitik verilerin güvenilirliğinin belirlenmesi gereği doğmuştur. Bilindiği gibi oksitlenme aşamasında metal eserlerin alaşım ve iz elementlerinin miktarlarında çevre koşullarına bağlı olarak önemli değişiklikler oluşur. Bu değişiklikleri saptamak amacı ile laboratuvarımızda daha önce çalışılmış 39 örneğin hem oksit hem de metalik kısımlarının ayrı ayrı analizleri yapılmıştır. Oksitlerden elde edilen sonuçlara normalizasyon uygulanarak metal kısımlardan elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Metal-oksit çalışmasının sonuçları ışığında tamamıyla oksitlenmiş Tell Atchana örneklerinin alaşım ve iz element dağılımları değerlendirilmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlar Amuk, Kilikya ve İslahiye bölgesindeki diğer Son Tunç Çağı yerleşimlerinden elde edilen analiz sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

BAKIR KÖKENLİ ÖRNEKLERDE ALAŞIM VE İZ ELEMENT ANALİZLERİ

Metal eserlerin üretiminde kullanılan cevher kaynaklarının belirlenmesi için günümüzde en geçerli yöntem kurşun izotopu analizidir. Ancak, metal eserlerin içerdiği iz element miktarları da zaman zaman bu amaçla kullanılmaktadır. Bu tür çalışmalarda çeşitli element çifflerinin birbirlerine olan oranları, bazı iz element miktarlarının dağılımı veya çeşitli gruplandırmalar yapılarak dönemler veya yerleşimler arasındaki olası benzerlik veya farklılıkların saptanmasına çalışılır. Ancak, iz element miktarları kullanılarak yapılan istatistiksel çalışmalar, cevher kaynaklarının kesin olarak yerlerinin belirlenmesine olanak tanımaz. Bu tür çalışmalar sadece farkı cevher kaynakların kullanılıp kullanılmadığının belirlenmesinde önemli olabilir.

* Prof. Dr. Hadi ÖZBAL, Boğaziçi Üniversitesi, Arkeometri Araştırma Merkezi, Bebek, 34342, İstanbul/TÜRKİYE

Antik metal örneklerin analizlerinde karşılaşılan en büyük sorun, çoğu kez incelenen eserin kısmen veya tamamen korozyona uğramış olmasıdır. Korozyon sırasında metali oluşturan elementler bulundukları çevre koşullarına bağlı olarak tekrar doğada bulunan minerallerine dönüşür. Örnekte bulunan alaşım ve iz elementlerinin oksitlenme hızları arasında önemli farklar vardır. Ayrıca oksitlenme sonucu oluşan korozyon tabakasındaki minerallerin kararlılıkları da önemli farklılık gösterebilir. Bu nedenle korozyon tabakasının veya tamamıyla korozyona uğramış bir eserin kimyasal analizi sonucunda elde edilen alaşım ve iz element miktarları metalin analizden elde edilen sonuçlara benzemez. Önemli bir metal kaybı olur ve elementlerin toplamı hiç bir zaman yüzde yüzü bulmaz. Birçok elementin miktarı azalırken bazılarının miktarı çevreden korozyon tabakasına karışmalar nedeniyle artabilir (Scott 1991). Bu nedenle tamamen korozyona uğramış veya oksit içeren örneklerin elemental analiz sonuçları kullanılarak yapılan istatistiksel değerlendirmeler beklenmeyen hatalara neden olabilir.

Bazı araştırmacılar korozyon sırasında tüm elementlerin aynı oranda azalacağı varsayımından hareket ederek tamamen oksitlenmiş örneklerden elde ettikleri sonuçları normalize etmektedirler. Normalizasyon korozyon ürünlerinden elde edilen elementlerin analiz sonuçlarının yüze tamamlanabilmesi için belirli bir kat sayı ile çarpılmasıdır. Bu tür bir uygulamayı Lloyd R. Weeks, İran Körfezi'nde bulunan Al Sufouh, Unar 1, Unar 2 ve Tell Abraq yerleşimlerinden elde edilen metal eserlerin analiz sonuçlarına uygulamıştır (Weeks 2004). Özellikle Tell Abraq ve Unar 2 yerleşimlerinden elde edilen örneklerin normalize edilmiş sonuçları oldukça ilginçtir. Normalizasyon sonrasında Tell Abraq'tan elde edilmiş sekiz örneğin ortalama kalay içeriği % 35.5 olup en düşüğü %24.6, en büyüğü de % 52.1'dir. Yüzde 52.1 kalay içeren örneğin bakır içeriği ise % 45.7'dir. Aynı şekilde Unar 2 yerleşiminden on örneğin normalize edilmiş kalay içeriği % 23 olarak verilmiştir. Weeks bu sonuçları bakırın daha çabuk oksitlenerek çevreye katıldığı için örnekteki kalay miktarının artmasına neden olduğunu savunmaktadır. Buna benzer bir normalizasyon uygulamasını da Begemann, Beşiktepe ve Troya kazılarında elde edilen ve büyük bir çoğunluğunu tamamet oksitlenmiş metal buluntularının analiz sonuçlarına uygulamıştır (Begemann ve diğerleri 2003). Bu uygulama sonucunda Troya VI tunç örneklerinde kalay miktarları yüzde 15 mertebelerine kadar çıkmaktadır. Öte yandan Craddock bu tür uygulamalara şiddetle karşı çıkmakta ve metal ile normalize edilmiş korozyon tabakasının aynı alaşım ve iz element dağılımına sahip olamayacağını ileri sürmektedir (Craddock ve diğerleri 1976).

METAL-KOROZYON ANALİZ ÇALIŞMASI

Bakır buluntuların üzerinde oluşan korozyon tabakasının içerdiği alaşım ve iz element miktarlarının esas metaldeki miktarları ne mertebede yansıttığını anlayabilmek için daha önce laboratuvarımızda çalışılmış 39 örnek seçildi. Bu örneklerin üzerinde değişik kalınlıklarda bulunan korozyon tabakaları kazınarak analiz için oksit örnekler hazırlandı. Korozyon tabakasının temizlenmesinden sonra ortaya çıkan temiz parlak metal kısımlardan da metal parçalar alınarak analiz için hazırlandı. Hem oksit hem de metal parçalar laboratuvarımızda uygulanan standart analiz yöntemlerine uygun olarak alaşım ve iz element içerikleri atomik absorpsiyon spektrometresi ile saptandı (Hughes ve diğerleri 1976).

Oksit-metal çalışması için seçilen 39 örneğin korozyon tabakası ve metal kısımların içerdikleri 11 element için analizleri yapılmıştır. Korozyon tabakasından elde edilen sonuçlara normalizasyon uygulanmıştır. Elde edilen sonuçları uzun tablolar halinde sunmak yerine elementlerin gruplar için gözlenen ortalamaları aralarındaki farkı daha belirgin bir şekilde yansıttığından Tablo 1'de sadece ortalama değerler verilmiştir. Aynı tabloda ayrıca oksit ve normalize edilmiş oksit sonuçları ile metal sonuçları arasındaki artış veya azalmalar da yüzde olarak verilmiştir. Beklendiği gibi korozyon tabakalarında demir dışında tüm element miktarlarında %15.7 ile %68.3 oranında bir azalma görülmektedir. Ana element olan bakır, korozyon sırasında ortamdaki koşullara göre tekrar bakırın çeşitli minerallerine dönmesi, korozyon tabakasındaki ortalama

% 40 civarında gözlenen metal kaybının başlıca nedenidir. Bu kayıp doğal olarak aynı oranda metaldeki alaşım ve iz elementlerin miktarlarına da belirli oranda yansımaktadır.

Bakıra oranla daha çabuk oksitlenen kalay, arsenik, nikel çinko ve kobalt % 40'ın üzerinde bir metal kaybına uğramıştır. Oksit hale dönüşmeyen altın ve çok daha az korozyona uğrayan gümüş de korozyon tabakasında % 50-60 mertebelerinde azalmaktadır. Korozyon tabakasında oluşan alaşım ve iz elementlerin mineral bileşikler de ortam koşullarından farklı etkilenebilirler. Gömülü bulundukları ortam koşullarında çözünürlüğü fazla olanlar mineraller korozyon tabakasından zamanla yeraltı suları ile çözülerek miktarları azalabilir. Korozyon tabakasındaki minerallerin değişik kristal yapı özellikleri mekanik etkilerin farklı yansımalarından dolayı parçalanarak çevreye karışabilir. Aynı şekilde oksitlenme sırasında çevreden korozyon tabakasına çeşitli maddeler karışabilir. Bunun en belirgin örneği demir miktarlarında gözlenen artıştır. Bu çalışmada korozyon tabakasındaki ortalama demir miktarlarında metalden elde edilen değerlere göre %68.9 oranında arttığı izlenmiştir.

Korozyon örneklerinden elde edilen alaşım ve iz element miktarlarının normalizasyonundan sonra elde edilen değerlerin metaldeki gerçek element ortalamaları ile karşılaştırılması Tablo 1'in son iki sütununda verilmiştir. Genel Olarak korozyon tabakalarındaki alaşım ve iz element miktarlarında gözlenen azalma, normalizasyon sonucunda bir miktar artmakla beraber esas metaldeki element dağılımını tam olarak yansıtmamaktadır. Normalizasyon sonucunda ana element olan bakırın metalde gözlenen gerçek değerlere oldukça yaklaştığı izlenmektedir. Aynı şekilde arsenik ve gümüş miktarlarının normalizasyon sonucunda elde edilen değerleri metalde bulunan seviyelere çok yakındır. Normalizasyon sonucunda elde edilen altın, çinko, nikel ve kobalt miktarları ise bir miktar artmalarına rağmen metalde saptanan değerlerinin bir hayli altında kalmaktadır. Bu elementlerin korozyon tabakalarındaki miktarları bakıra oranla daha fazla çevreye karışarak azalmışlardır. Öte yandan kalay, kurşun, antimuan ve demir miktarları ise normalizasyon sonrasında metalde görünen değerlerin üzerine çıkmıştır. Bunlar arasında en büyük artış, beklendiği gibi %255 oranla demirde izlenmektedir. Korozyon tabakasında gözlenen yüksek demir değerleri normalizasyon sonucunda katlanarak artmıştır. Normalizasyon sonrası antimuan ve kurşun değerlerinde gözlene normalin üzerindeki artışın nedenleri belirlenememiştir. Metaldeki değerleri %25 aşan kalaydaki artışın bir nedeni kalayın bakıra oranla daha çabuk oksitlenmesinden kaynaklanabilir. Ayrıca oluşan kalay oksidin asidik veya alkali ortamlarda çözünürlüğü olmadığı için korozyon tabakalarında birikime uğrayabilir ve normalizasyon neticesinde metaldekinden daha yüksek değerler verebilir. Korozyon tabakası sonuçları ile normalizasyon sonucunda elde edilen değerlerin arasındaki fark Çizelge 1'de açık olarak izlenebilmektedir. Bu çalışmadan görüldüğü gibi bir metal örneğin korozyon tabakasındaki ortalama element miktarları normalizasyon yapılırsa bile metalde bulunan ortalama element miktarlarına tam olarak uymamaktadır.

Ancak bakır eserlerdeki alaşım ve iz elementler miktarları kullanılarak yapılan istatistiksel değerlendirmeler genellikle element çiftleri arasındaki korelasyonlar, alaşım ve iz elementlerin dağılımları veya çeşitli gruplandırmalar karşılaştırılarak yapılır. Bu nedenle metal, oksit ve normalize edilmiş oksit sonuçlarının alaşım ve iz element dağılım histogramları gruplar arasındaki farkı görsel olarak yansıtacağından yöntemin geçerliliğini daha gerçekçi bir şekilde değerlendirmeye imkânı yaratacaktır. Bu amaçla altın ve gümüş ppm, diğer elementler ise yüzde olarak, logaritmik skalada dağılım histogramları yapılmıştır (Çizelge: 2). Logaritmik skalada her ondalık artış dört geometrik araya bölünmüştür. Analiz sonucunda örneklerde gözlenemeyen alaşım ve iz elementler dağılım histogramlarına katılmamıştır. Çizelge 2'de her element için üstteki dağılım metal, alttaki dağılım ise normalize edilmiş oksit sonuçlarını yansıtmaktadır. Her element için elde edilen iki dağılım karşılaştırılarak normalizasyon uygulamasının tamamıyla korozyona uğramış bir eserden elde edilecek analitik değerlerin istatistiksel geçerliliği tartışılabilir. Bu çalışmada aynı eserin metal sonuçları ile normalize edilmiş korozyon tabakası sonuçları karşılaştırıldığından dağılımlar arasında büyük bir fark beklenmemelidir.

Kalay ve arsenik gibi alaşım elementlerinin metal ile normalize edilmiş oksit dağılımları çok iyi bir uyum göstermektedir. Normalize edilmiş oksit sonuçları arasında Week'in çalışmasında olduğu gibi herhangi bir örnekte olağan üstü yüksek bir arsenik veya kalay değeri görülmemiştir. İz elementleri arasındaki dağılım incelendiğinde en iyi benzerlik nikel sonuçlarında görülmektedir (Çizelge: 2). Normalize edilmiş antimuan sonuçlarının dağılımı ise daha geniş bir tabana yayılmış ve metal sonuçlarına göre belirgin bir fark göstermektedir. Metal ile normalize edilmiş oksit değerlerinin ortalamaları bakımından demirden sonra en büyük fark antimuanda gözlenmiştir (Çizelge: 1). Bu fark antimuan dağılım histogramlarına da yansımıştır. Normalize edilmiş kobalt dağılımında ise nedeni açıklanamayan belirgin bir azalma vardır. Bu nedenle kaynak araştırmalarının önemli elementleri olan antimuan ve kobaltın normalize edilmiş sonuçlarının çok dikkatli bir şekilde değerlendirilmeleri gerekir. Normalize edilmiş altın ve gümüş sonuçları ile metaldeki değerler karşılaştırıldığında oldukça yakın bir benzerlik görülmektedir. Altın için daha yakın bir dağılım gözlenirken, normalize edilmiş gümüş değerlerinde fark artmaktadır (Çizelge: 2). Altın ve gümüş korozyona uğramayan elementlerdir. Bu elementlerin oksidasyondan tabakasında miktarlarının azalmasının esas nedeni ana metal olan bakırın %45 oranında azalmasındandır. Bunun üzerinde gözlenen azalmanın nedeni altın ve gümüşün fiziksel etkilerle korozyon tabakasından uzaklaşmasından kaynaklanabilir.

Sonuç olarak metal-oksit çalışmasında aynı eserin metal ve normalize edilmiş korozyon tabakalarının alaşım ve iz element miktarlarının dağılımları genelde birbirleri ile uyumlu olduğu söylenebilir. Ancak normalize edilmiş sonuçların kaynak analizi amacı ile kullanılması aşamasında özellikle iz elementlerden antimuan, kobalt ve gümüş değerleri yorumlanırken özel bir dikkat gösterilmelidir.

ATCHANA ÖRNEKLERİNİN ANALİZ SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Laboratuvarımızda analizleri yapılan 43 adedi bakır ve bakır alaşımlı örnekler, iğne parçaları ve niteliği belirlenemeyen küçük parçalardan oluşmaktadır. Yapılan incelemede bakır kökenli örneklerin 22 adedinin tamamıyla korozyona uğramış olduğu anlaşılmıştır. Diğer 21 örnekte ise metalik parçalar mevcuttur. Oksit-metal analizlerinde olduğu gibi Atchana örneklerinin de oksit ve metal olarak iki grupta alaşım ve iz element analizleri yapılmıştır (Tablo: 2). Tell Atchana örneklerinden elde edilen ortalama bakır, alaşım ve iz element değerleri Tablo 3'te sunulmuştur. Beklendiği gibi tamamen oksitlenmiş grubu (ilk 22 eser) % 40-45 oranında metal kaybına uğramıştır. Tamamıyla oksitlenmiş Tell Atchana örnekleri normalize edilerek metal sonuçları ile miktar ve dağılım karşılaştırmaları yapılmıştır. Tablo 3'te Tell Atchana örneklerinin ortalama metal-oksit ile metal-normalize edilmiş oksit sonuçları arasındaki farklar yüzde olarak verilmiştir. Tablo 3'te, 4. kolonda metal ile oksit arasındaki ortalama fark, 6. kolonda ise metal ile normalize edilmiş oksit arasındaki ortalama fark, yüzde olarak verilmiştir. Çizelge 3'te gruplar arasındaki fark yüzdeleri grafik olarak gösterilmektedir.

Tell Atchana'nın oksitlenmiş örneklerinin bakır arsenik, nikel, gümüş, antimuan ve altın sonuçlarına yapılan normalizasyon uygulaması bu element miktarlarını metal sonuçları ile uyumlu bir hale getirmiştir. Beklendiği gibi demire yapılan normalizasyon metalde bulunan ortalama değerlerden %619 fazla çıkmıştır (Tablo: 3). Bu nedenle demir değerleri Çizelge 3'te gösterilmemiştir. Demirde olduğu gibi normalize edilmiş çinko ve kobalt yüzdelerinin de metale göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Halbuki bu iki element için metal-oksit çalışmasında tam tersi bir sonuç elde edilmişti (Çizelge: 1). Metal-oksit çalışmasında normalizasyon sonunda %54 azalan kobalt, bu kez %93 oranında artmıştır. Aynı şekilde metal oksit çalışmasında normalizasyon sonrasında %25 azalan çinko miktarı, Tell Atchana örneklerinde %180 artmıştır. Metal oksit çalışmasında %61 artan normalize edilmiş antimuan değeri ise Atchana örneklerinde metal değerlerine çok yaklaşmıştır. İki çalışma arasındaki kobalt, çinko ve antimuan elementlerinde gözlenen farklı eğilimlerin nedeni belirlenememiştir. Tell Atchana çalışmasında oksit ve metal örneklerin ayrı eserlerden kaynaklanması bu farkın nedeni olabilir.

Metal ve normalize edilmiş korozyon örneklerinde her element için saptanan alaşım ve iz element miktarlarının dağılımları Çizelge 4'te verilmiştir. Üsteki dağılım metallerdeki, alttaki dağılım ise normalize edilmiş oksit örneklerde bulunan alaşım ve iz elementlerini yansıtmaktadır. Arsenik, altın, nikel ve antimuan dağılımlarının her iki örnek türü için oldukça uyumlu olduğu anlaşılmaktadır. Kalay ve kobalt dağılımları benzerlik gösterse de yüksek miktarlara doğru belirgin bir kayma vardır ancak, aşırı bir sapma izlenmemektedir. Atchana'dan elde edilen ve tamamiyle oksitlenmiş örneklerle uygulanan normalizasyon sonuçlarının metalik örneklerle benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu nedenle Tell Atchana örneklerinin genel değerlendirmesi ve diğer yerleşimlerle karşılaştırmaları metalik ve normalize edilmiş oksit sonuçları birleştirilerek yapılmıştır.

Kilikya, Amuk ve İslahiye ovalarında Tell Atchana örnekleri ile çağdaş yerleşimlerden fazla metal analiz sonuçları bulunmamaktadır. En geniş analiz sonucu, Boğaziçi Üniversitesi, Tarsus-Gözlükule çalışmaları kapsamında bu yerleşimden Son Tunç Çağı'na tarihlenmiş 21 eserdir (Kuruçayırılı ve Özbal 2005). Aynı çalışmada, Mersin Yümüktepe'den de 13 eserin analizleri yapılmıştır.

Tablo 2'de sıralanmış olan 43 adet bakır kökenli Tell Atchana örneğinin 23 adedinde (%53) %2'nin üzerinde kalay bulunmuş olup bilinçli olarak hazırlanmış tunç olarak sınıflandırılır. Tarsus-Gözlükule örneklerinde tunç oranı %62, Yümüktepe'de ise %23'tür. Gözlükule ve Tell Atchana'da tunç kullanımı bakımından benzerlik izlenirken Yümüktepe'de tunç kullanımı daha azdır. Tell Atchana eserlerinin sekiz adedinde (%18.6) ayrıca %1'in üzerinde arsenik bulunmuştur. Ancak en yüksek arsenik miktarı %1.65 gibi oldukça düşük bir değerdedir olduğundan arsenikli bakırın Atchana'lı bakır ustaları tarafından kullanılmadığını söyleyebiliriz. Son Tunç Çağı'nda Gözlükule eserlerinin %38'inde, Yümüktepe malzemesinin de %23'ünde %1'in üzerinde arsenik bulunmuştur. Her iki yerleşimdeki eserlerde arsenik miktarları %1-2 arasındadır. Arsenikli bakır eserlerde aynı zamanda %2'nin üzerinde kalay bulunmuştur. Bu özellik, arseniğin eserlere bilinçli olarak katılmadığını ve büyük olasılıkla hurda bakırın tekrar kullanılmasından kaynaklandığını gösterir. Genel olarak çağdaş üç yerleşimde arsenikli bakır üretiminin son bulduğu ve tunç üretiminin yaygınlaşmış olduğu anlaşılmaktadır.

Gözlükule ve Tell Atchana örneklerinin alaşım ve iz element dağılımları Çizelge 5'te sıralanmıştır. Dağılım şemaları her element için üstte Gözlükule, altta ise Tell Atchana olarak sıralanmıştır. Çizelge 5'te gösterilen Gözlükule ile Tell Atchana örneklerinin iz element dağılımlarına genel olarak bakıldığında bazı elementler için belirgin farklar görülmektedir. Alaşım elementlerinden kalay ve arseniğin dağılım şemaları kaynak tespitinden ziyade metal ustalarının tercihlerini yansıtmaktadır. Kalay dağılımı incelendiğinde Tell Atchana örneklerinin biraz daha fazla kalay içerdiği anlaşılmaktadır. Örneklerin arsenik dağılımları karşılaştırıldığında Gözlükule'de arsenik miktarlarının daha fazla olduğu görülmektedir. Tarsus örneklerinin nikel içerikleri iki örnek dışında Tell Atchana'ya göre çok daha düşüktür. Nikel dağılımında Tell Atchana örneklerinde yüksek değerlere doğru bir kayma vardır. Ancak Tarsus'un iki örneğinde %1.38 ve %8.15 oranında nikel bulunmuştur. Amanos Dağları'ndan başlayıp kuzeydoğu yönüne doğru uzanan Toros Dağları'ndaki ofiyolitik kayalar arsenik ve nikel bakımından zengin oluşumlardır (Hauptmann ve Palmieri 2000). Bu nedenle bu bölgenin antik bakır eserlerinde % 1'in üzerinde nikel oldukça sık görülür. Ancak %8.15 mertebesinde nikel içeren halkanın oluşumunu açıklamak zordur. Çizelge 5'te gösterilen antimuan dağılımları ise biçimsel olarak farklılık gösterse de miktar bakımından önemli bir kayma yoktur. İki örnek dışında Tarsus eserlerinin kobalt değerleri Tell Atchana'ya oranla düşük seviyelere doğru kaymıştır. İki yerleşim arasındaki en önemli fark altın dağılımlarında görülmektedir. Gözlükule eserlerinin altın içeriği belirgin bir şekilde yüksek seviyelere doğru kaymıştır. Gümüş dağılım histogramlarında belirgin bir kayma olmasa da geometrik dağılımlar oldukça farklıdır. Alaşım ve iz element dağılımları Tell Atchana ve Gözlükule eserlerinin cevher kaynaklarının saptanmasına olanak vermese de, Son Tunç Çağı'nda iki yerleşimdeki metal ustalarının farklı cevher yataklarını kullandıklarını söylemek mümkündür.

Atchana örnekleri arasından küçük bir parçanın (A03-1089) analiz sonucunda bunun çinko olduğu anlaşılmıştır. Çinko Orta Tunç Çağı'ndan itibaren zaman zaman

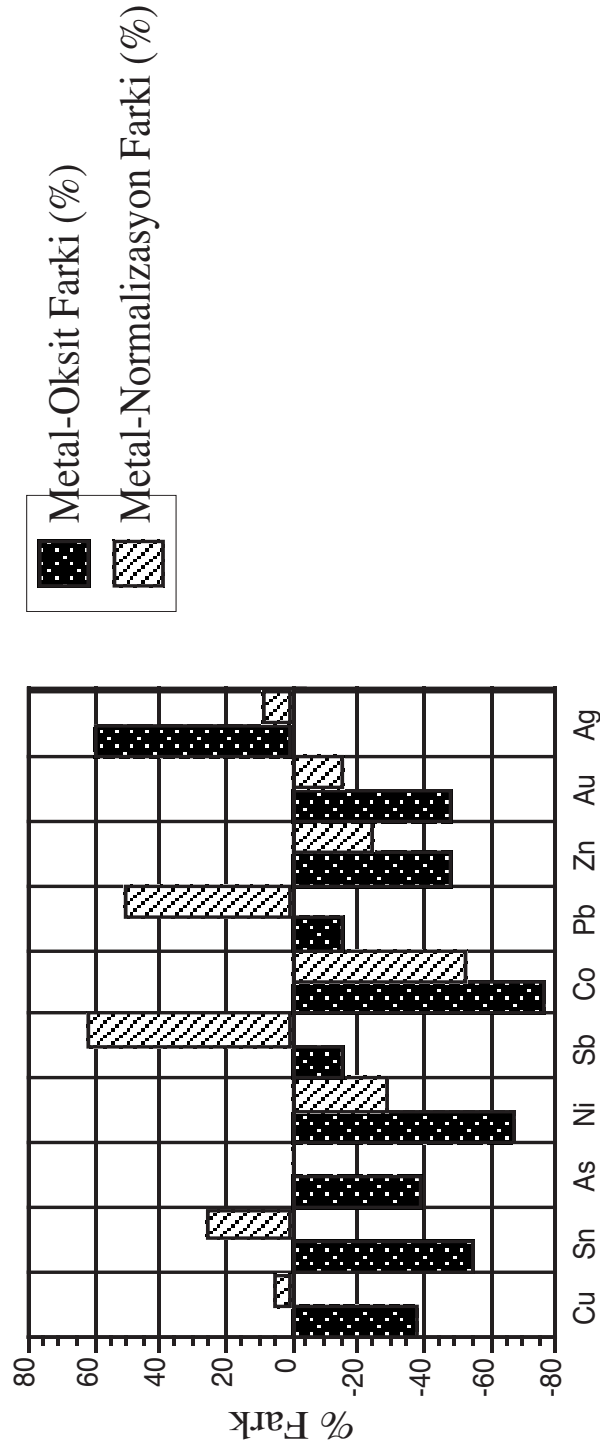
%20'lere varan miktarlarda bakır eserlerde gözlenmektedir. M.Ö. 1. binyılda daha da yaygınlaşan bakır-çinko alaşımı, arsenikli bakır alaşımlarının üretiminde olduğu gibi bakır ve çinko cevherlerinin birlikte izabesi veya sementasyon yöntemi ile üretilmişlerdir (Craddock 1995). Çinkonun buharlaşma derecesi 906o C olduğundan metalik çinko ancak M.S. 13-14. yüzyıllarda üretilmiştir (Craddock 1987). Bu nedele Tell Atchana'da bulunan bu parçanın üst tabakalardan karışmış olması gerekir. Analizi yapılan oldukça korozyona uğramış bir parçanın (A03-1197) kurşun olduğu saptanmıştır.

TEŞEKKÜR

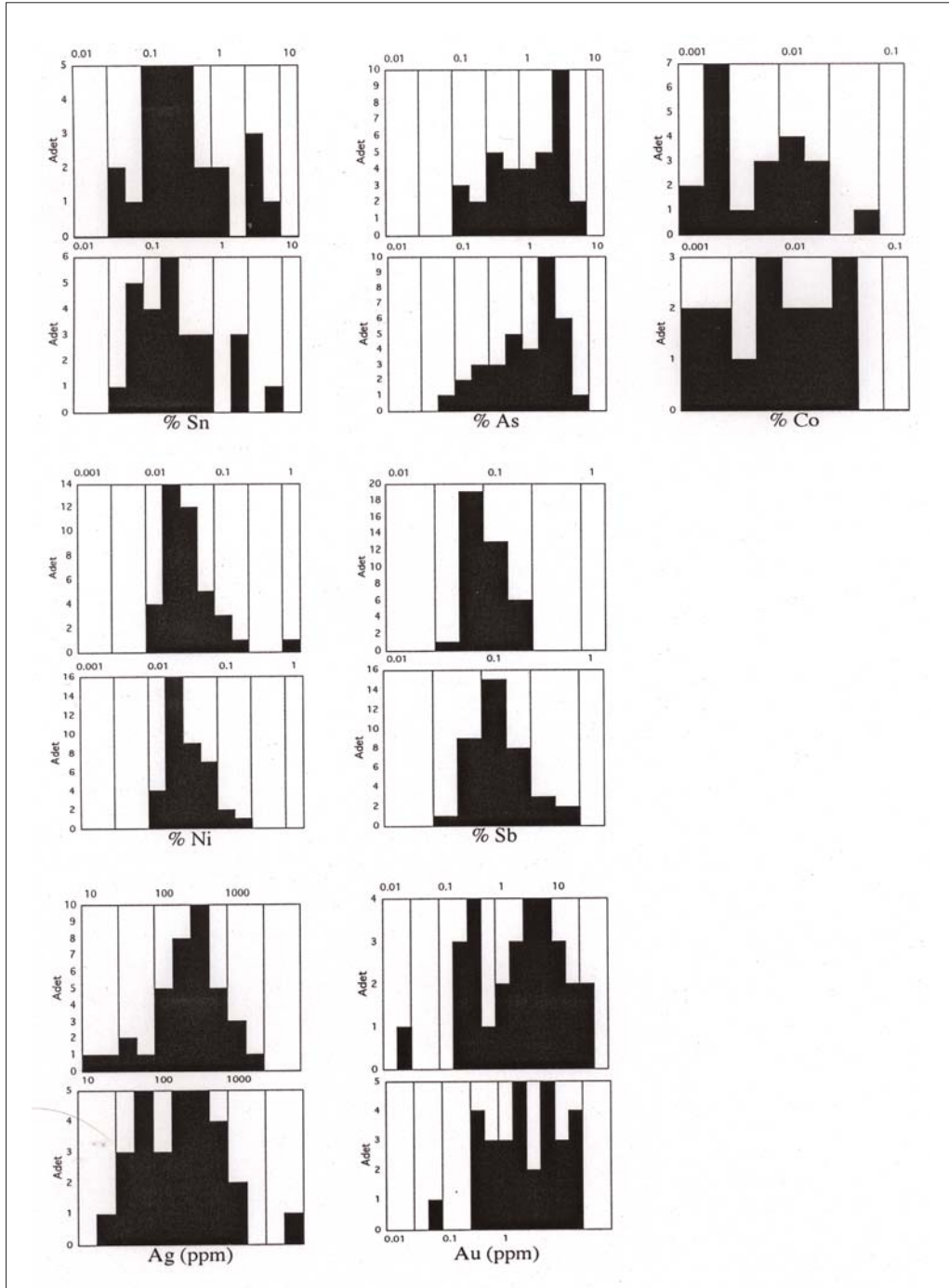
Tell Atchana örneklerini sağlayan Dr. Aslıhan Yener ve örneklerin kimyasal analizlerini yapan Bogaziçi Üniversitesi öğrencilerinden Gamze Dardeniz, Seyfettin Demir ve Sevinç Duvarcı'ya teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

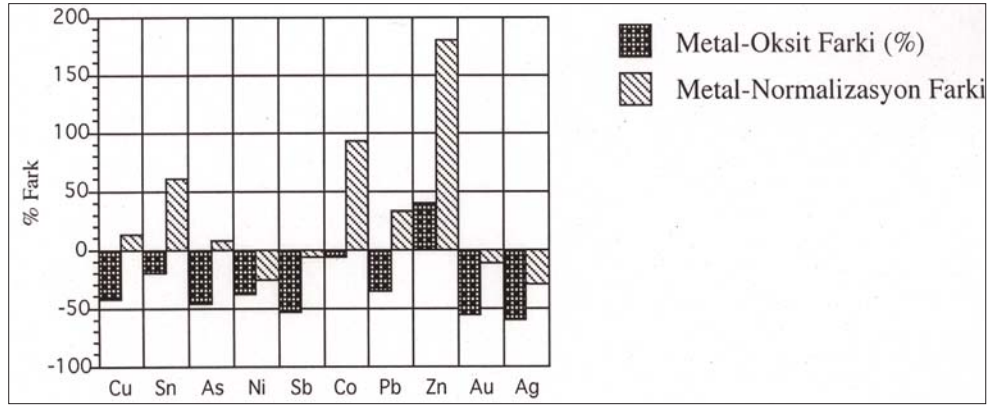
- BEGEMANN, F., SCHMITT-STRECKER, S. and PERNICKA, E. 2003
"On the Composition and Provenance of Metal Finds from Beşiktepe", in *Troia and the Troad*, ed. G.A. Wagner, E. Pernicka, H. Uerpmann, Springer-Verlag, Berlin, sayfa: 173-201.
- CRADDOCK, P.T., 1976
"The Composition of the Copper Alloys used by the Greek, Etruscan and Roman Civilizations", *Journal of Archaeological Sciences*, 3:93-113.
- CRADDOCK, P.T. 1987
"The Early History of Zinc", *Endeavour*, New Series, 11:183-191.
- CRADDOCK, P.T. 1995
Early Metal Mining and Production, Edinburg University Press, Edinburg, sayfa: 292-302.
- HAUPTMANN, A. and PALMIERI, A. 2000.
"Metal Production in the Eastern Mediterranean at the Transition of the 4th/3rd Millennium: Case from Arslantepe", in *Anatolian Metal I*, Ed. Ü. Yalçın, Bochum, 75-82.
- HUGHES, M.J., COWELL, M.R. and CRADDOCK, P.T., 1976
"Atomic Absorption Techniques in Archaeology", *Archaeometry* 18:19-37.
- KURUÇAYIRLI, E. and ÖZBAL, H., 2005
"New Metal Analysis from Tarsus-Gözlükule" in *Field Seasons 2001-2003 of the Tarsus-Gözlükule*, ed. A. Özyar, Ege yayınları, sayfa: 177-195.
- PULAK, C. 2000.
"The Copper and Tin Ingots from the Late Bronze Age Shipwreck at Uluburun", in *Anatolian Metal I*, Ed. Ü. Yalçın, Bochum, sayfa: 137-157.
- SCOTT, D.A. 1991
Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals, The J. Paul Getty Trust, Singapore
- WEEKS, L.R., 2004
Early Metallurgy of the Persian Gulf, Brill Academic Publishers, Inc. Boston.
- YENER, A., SCHLOEN, D. ve SUMAKA'I-FINK, A. 2004
"University of Chicago, Oriental Institute Aççana Höyük (Antik Alalakh) Çalışmaları, 2003", *26. Kazı Sonuçları Toplantısı*, Cilt 1, sayfa: 45-52.



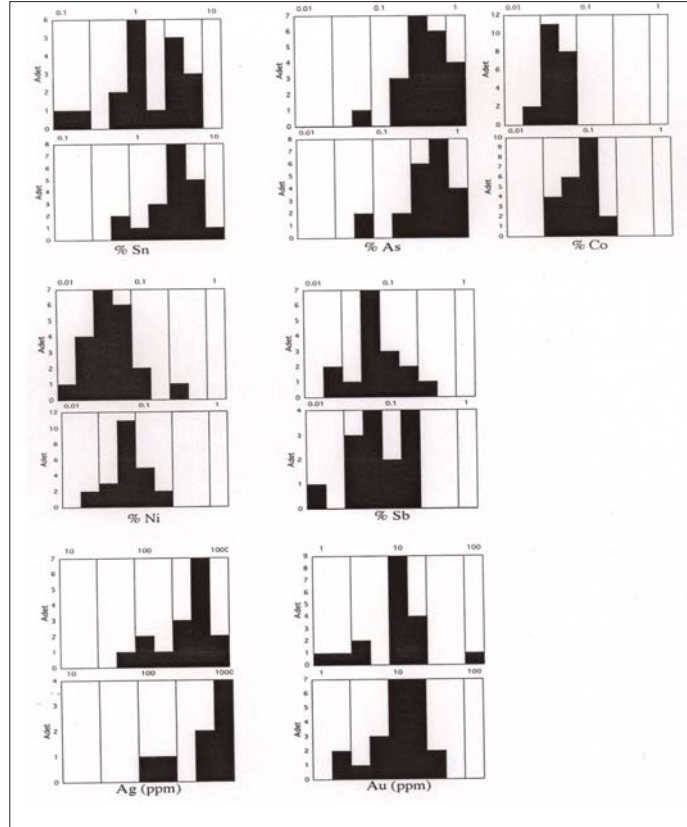
Çizelge 1: Metal-Oksit çalışmasında metal, oksit ve normalize edilmiş oksit sonuç ortalamalarının yüzde olarak farkı



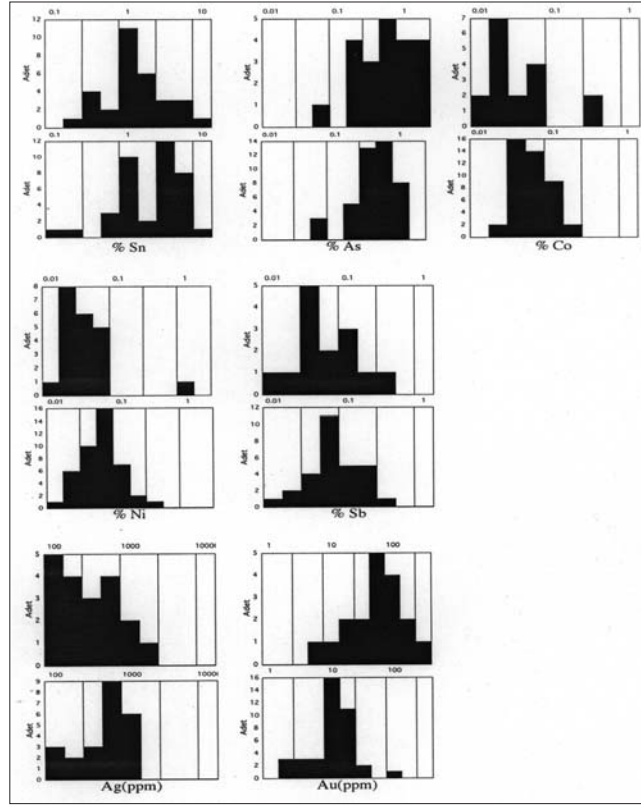
Çizelge 2: Metal-oksit çalışmasında metal (üst) ve normalize edilmiş oksit (alt) örneklerin alaşım ve iz element dağılımları



Çizelge 3: Tell Atchana örneklerinde metal, oksit ve normalize edilmiş oksit sonuç ortalamalarının yüzde olarak farkı



Çizelge 4: Metal-oksit çalışmasında metal (üst) ve normalize edilmiş oksit (alt) örneklerin alaşım ve iz element dağılımları



Çizelge 5: Tell Atchana ve Tarsus örneklerinin alaşım ve iz element

Element	Metal örnek sonuçları	Oksit örnek sonuçları	Metal ile oksit arasındaki fark (%)	Normalize edilmiş sonuçlar	Metal ile normalize değerler arasındaki fark (%)
% Cu	90.3	55.7	-38.3	95.0	+5.20
% Sn	0.730	0.322	-56.2	0.915	+25.3
% As	1.759	1.065	-39.2	1.742	-1.14
% Ni	0.079	0.025	-68.3	0.048	-29.2
% Sb	0.115	0.097	-15.7	0.185	+60.9
% Co	0.013	0.003	-77.0	0.007	-53.8
% Pb	0.241	0.203	-15.7	0.361	+49.8
% Zn	0.570	0.291	-48.9	0.428	-24.9
% Fe	0.367	0.620	+67.5	1.305	+255
Au*	7.064	3.614	-48.9	5.918	-16.1
Ag*	425	170	-60.0	462	+8.71

*ppm olarak

Tablo 1: Metal- oksit çalışmasında metal, oksit ve normalize edilmiş oksit analizlerinin ortalama sonuçları

Örnek Türü		Kazı No.	%Cu	%Sn	%As	%Fe	%Ni	%Sb	%Pb	%Zn	%Co	Ag*	Au*
İğne parçası	Oksit	R03-1425	62.8	2.63	0.798	0.194	0.013	nd	0.088	0.008	0.028	0.107	8.71
Parça	Oksit	R04-414	42.6	2.05	0.569	0.632	0.085	0.132	0.101	0.006	0.048	0.006	7.14
Parça	Oksit	R04-387	60	4.74	0.569	0.203	0.022	0.028	0.126	nd	0.041	0.115	10.7
İğne parçası	Oksit	R04-1893	60.8	2.17	0.337	0.286	0.048	0.029	0.173	0.011	0.037	0.018	13.4
İğne parçası	Oksit	R03-1928	51.9	2.24	0.354	0.301	0.051	0.04	0.173	0.013	0.044	0.058	14.1
İğne parçası	Oksit	R03-2027	43.2	4.05	0.333	0.221	0.038	0.002	0.136	nd	0.06	nd	10.7
İğne parçası	Oksit	R03-1870	26.8	1.25	0.197	0.82	0.033	nd	0.125	nd	0.065	nd	8.09
Toggle pin	Oksit	R03-1988	56.6	1.82	0.312	0.276	0.033	nd	0.112	nd	0.068	nd	4.25
Toggle pin	Oksit	R03-2060	40.4	3.46	0.443	0.326	0.054	nd	0.155	0.018	0.062	nd	5.52
İğne parçası	Oksit	R03-1746	46.1	2.02	0.457	0.282	0.034	0.088	0.137	nd	0.06	nd	5.41
İğne parçası	Oksit	R03-2026	40	0.36	0.451	0.828	0.072	nd	0.135	nd	0.057	nd	5.89
Parça	Oksit	R03-2028	52	nd	0.361	0.19	0.041	0.115	0.131	nd	0.081	nd	11.3
Parça	Oksit	A03-1366	60.3	nd	0.038	1.19	0.056	0.044	0.132	0.054	0.093	nd	2.89
Parça	Oksit	A03-1181	40.8	5.74	0.567	0.389	0.057	0.09	0.16	0.027	0.095	nd	10.2
Parça	Oksit	R03-1774	34.9	2.19	0.347	0.786	0.011	0.014	0.034	nd	0.019	0.046	15.2
Parça	Oksit	R04-633	30.5	0.24	0.023	5.52	0.024	0.052	0.029	0.004	0.025	0.026	0.69
Parça	Oksit	R03-1865	37.4	1.99	0.163	0.588	0.026	nd	0.195	0.009	0.025	nd	14.9
Tel	Oksit	R03-1548	50	0.7	0.116	0.797	0.054	nd	0.11	0.013	0.07	nd	16.8
Parça	Oksit	R03-1842	55.8	3.75	0.276	0.392	0.138	0.06	0.069	nd	0.033	nd	4
Parça	Oksit	R03-1713	23.5	1.62	0.17	10.5	0.047	0.035	0.051	nd	0.035	nd	3.1
İğne parçası	Oksit	R03-1819	44.8	0.55	0.133	0.683	0.023	0.057	0.444	nd	0.022	nd	1.18
Toggle pin	Oksit	R04-1989	54.9	1.01	0.3	0.168	0.034	nd	0.111	nd	0.075	0.047	6.47
Parça	Metal	R04-46	77	1.36	0.246	0.226	0.044	0.132	0.132	nd	0.093	0.163	
İğne parçası	Metal	R04-40	73.5	1.62	0.665	0.834	0.02	0.031	0.31	nd	0.067	0.077	10.2
Parça	Metal	R04-457	93.5	1.46	0.662	0.451	0.038	nd	0.075	nd	0.045	0.073	0.1
İğne parçası	Metal	R04-408	78.2	6.26	1.079	0.298	0.04	0.096	0.124	nd	0.042	0.083	13.8
İğne parçası	Metal	R04-195	91.4	2.25	1.353	0.497	0.054	0.062	0.084	nd	0.026	0.037	
Tel	Metal	R04-388	88.7	5.27	0.445	0.265	0.046	0.081	0.13	nd	0.061	0.071	16.1
İğne parçası	Metal	R04-443	60.9	0.72	1.645	0.839	0.026	0.107	0.172	nd	0.073	0.071	
Parça	Metal	R04-322	77.3	7.3	1.049	0.41	0.062	0.07	0.606	nd	0.067	0.073	4.49
İğne	Metal	R04-1705	80.6	1.19	0.075	0.46	0.04	nd	0.242	0.021	0.043	0.056	2.4
Metal strip	Metal	R04-1400	92.2	0.28	0.37	0.327	0.012	0.128	0.107	0.003	0.031	0.076	31.2
İğne parçası	Metal	R03-1602	70.6	3.95	0.415	0.302	0.07	nd	0.132	0.01	0.056	0.049	14
İğne parçası	Metal	R03-1601	77.3	1.59	0.543	0.357	0.031	0.415	0.326	0.012	0.035	0.021	10.5
İğne parçası	Metal	R03-1684	81.6	3.97	0.397	0.511	0.141	0.025	0.109	nd	0.056	0.118	21.9
İğne parçası	Metal	R03-1807	62.7	1.26	0.212	0.15	0.031	nd	0.096	0.012	0.033	0.011	5.21
İğne parçası	Metal	R03-1859	74.8	6.21	0.398	0.182	0.068	nd	0.186	0.006	0.049	nd	10.8
Boncuk	Metal	R03-1537	77	3.6	0.488	0.339	0.076	0.082	0.263	nd	0.043	0.008	25.4
İğne parçası	Metal	R03-1919	82.1	nd	0.619	0.625	0.065	0.05	0.388	nd	0.041	nd	102
İğne parçası	Metal	R03-2029	81.5	3.97	0.607	0.174	0.166	0.085	0.436	0.012	0.056	0.012	15.7
Parça	Metal	A03-1357	99.6	nd	0.588	0.267	0.036	0.08	0.105	0.019	0.082	nd	15.7
Parça	Metal	A03-1128	93	0.14	0.814	0.46	0.401	0.199	0.187	nd	0.08	nd	25.3
İğne parçası	Metal	R03-1945	72.9	0.73	0.313	0.611	0.059	nd	0.098	0.017	0.066	nd	16.8
Parça	Çinko	A03-1089	nd	0.13	0.052	0.251	0.062	0.074	0.838	87.7	0.09	nd	2.88
Parça	Kurşun	A03-1197	nd	nd	0.042	0.282	0.021	0.169	63.5	nd	0.058	0.007	2.34
Parça	Oksit	A03-1409	57.2	nd	0.717	32.7	0.041	0.076	0.108	nd	0.086	nd	9.12
Lump	Kil	R03-1991	0.08	0.11	0.4	9.1	0.049	0.003	0.051	0.011	0.031	nd	0.68
Lump	Cevher	R04-565	18.2	1.28	0.293	13.4	0.043	nd	0.198	nd	0.033	0.002	2.95

* ppm olarak, nd: gözlenemedi

Tablo 2: Tell Atchana örneklerinin elemental analiz sonuçları

Element	Metal örnek sonuçları	Oksit örnek sonuçları	Metal ile oksit arasındaki fark (%)	Normalize edilmiş sonuçlar	Metal ile normalize değerler arasındaki fark (%)
% Cu	80.3	46.2	-42.5	91.1	+13.5
% Sn	2.53	2.03	-19.8	4.07	+60.9
% As	0.618	0.332	-46.3	0.662	+7.12
% Ni	0.073	0.045	-38.4	0.092	-26.0
% Sb	0.078	0.036	-53.9	0.073	-6.41
% Co	0.055	0.052	-5.45	0.106	+92.7
% Pb	0.205	0.133	-35.1	0.273	+33.2
% Zn	0.005	0.007	+40.0	0.014	+180
% Fe	0.409	1.162	+184	2.939	+619
Au*	18.98	8.21	-56.7	16.76	-11.7
Ag*	480	190	-60.4	340	-29.2
• ppm olarak					

Tablo 3: Tell Atchana buluntularının metal, oksit ve normalize edilmiş oksit analizlerinin ortalama sonuçları

İKİZTEPE İNSANLARININ ANADOLU VE ANADOLU'YA YAKIN TOPLULUKLARLA BİYOLOJİK İLİŞKİSİ

Serpil EROĞLU*
Yılmaz Selim ERDAL

GİRİŞ

Biyolojik uzaklık hem genetik hem de çevre tarafından etkilenen polijenik özelliklere dayanarak topluluklar arasındaki genetik farklılıkları belirlemeyi ifade eder (Buikstra ve ark. 1990; De Stefano 1973). Biyolojik uzaklık çalışmaları genellikle iki alanda yoğunlaşmaktadır. Bunlardan biri populasyonlar arasındaki gen akışı, genetik sürüklenme, göç, kurucu etkileri, populasyon dağılımı ve populasyon büyüklüğünü ifade eden populasyon yapısı; diğeri ise gen akışı ve ortak atadan gelen populasyonlar arasındaki benzerlik derecesiyle ilgili olan populasyon tarihidir (Relethford 1996).

Biyolojik uzaklık tahminleri genellikle genetik uzaklıkları gen frekansı ile belirlemeyen geçmişte yaşamış toplulukları temel almıştır. Uzaklık tahminleri geleneksel antropometrik (canlı ölçümleri), osteometrik (kemik ölçümleri) ve antroposkobik (epigenetik özelliklerin) metotlarla (Ubelaker 1978; Larsen 1997) birlikte antik DNA çalışmalarıyla belirlenmektedir. Bu metotlar arasında antik DNA çalışmaları daha güvenilir sonuçlar vermesine rağmen, incelenen örneklerin organik ve inorganik kirlenmeleri yüzünden, DNA çalışmaları güçleşmekte ve kimi zaman sonuçlar olumsuz yönde etkilenmektedir (O'Rourke 2002; Williams ve ark. 2002). Bu yüzden iskeletler ve dişlerden belirlenen metrik ve epigenetik özellikler biyolojik uzaklık çalışmalarında önemli bir yere sahiptir. Nitekim insanlar (Sjovold 1984; Susanne 1975, 1976) ve hayvanlar (Leamy 1974; Cheverud ve Buikstra 1978, 1981) üzerinde yapılan kalıtım çalışmalarıyla özellikle kafatası biçiminin belli oranlarda genetik yapıyı yansıttığı belirlenmiştir. Ayrıca biyolojik uzaklık çalışmalarında genetik belirleyiciler (kan grupları, serum proteini, enzimler vb.) ve antik DNA analizlerinden elde edilen verilerle antropometrik ve osteometrik verilerin uyumlu sonuçlar vermesi (Relethford 1994, 2002; Powell 1999) de iskelet çalışmalarının güvenilirliğini göstermiştir.

Anadolu'da antropolojinin kuruluşundan itibaren çok sayıda iskelet serisi çalışılmış olmasına rağmen, bunların çoğunluğunun tanımsal nitelikte olduğu görülmektedir. Dolayısıyla oldukça zengin bir veri kaynağına sahip olan Anadolu'nun yok olmuş topluluklarının biyolojik ilişkileri ya da yukarıda bahsedilen populasyon tarihi son yıllara kadar kurgulanamamıştır.

* Dr. Serpil EROĞLU, Hacettepe Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Antropoloji Bölümü, Beytepe-Ankara/TÜRKİYE
email: serpileroglu44@hotmail.com

Doç. Dr. Yılmaz Selim ERDAL, Hacettepe Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Antropoloji Bölümü, Beytepe-Ankara/TÜRKİYE email: yserdal@hacettepe.edu.tr

İkiztepe insanların daha kapsamlı bir popülasyon tarihinin ön raporu niteliğindeki bu araştırmanın amacı, Erken Tunç Çağı'na (ETÇ) tarihlendirilen (M.Ö. 2100-2400) İkiztepe insanların aynı dönemde ve farklı dönemlerde yaşamış diğer Anadolu toplulukları arasındaki yerini belirlemek, İkiztepe insanların kökenine ilişkin görüşleri dikkate alarak İkiztepe ile Anadolu'ya yakın iskelet toplulukları arasındaki biyolojik uzaklık ilişkilerini araştırmak ve bu alana antropolojik bir bakış açısı sunmaktır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu araştırmanın temel materyalini İkiztepe iskeletleri oluşturmaktadır. Samsun İli'nin 55 km., Bafra İlçesi'nin 7 km. kuzeybatısında yer alan İkiztepe Orta Karadeniz Bölgesi'nin en önemli ören yeridir (Bilgi 1984). 1974-1981 yıllarında Prof. Dr. Bahadır Alkım başkanlığında sürdürülen sistemli kazılar, 1981 yılından itibaren Prof. Dr. Önder Bilgi başkanlığındaki bir ekip tarafından yürütülmektedir. İkisi büyük, ikisi küçük olmak üzere dört tepeden oluşan ören yerinin en büyük ve en yüksek tepesi Tepe I olarak adlandırılmış ve ETÇ I döneminden geçiş dönemine kadar kullanıldığı belirlenmiştir. ETÇ I'den ETÇ II'nin sonlarına kadar yerleşim alanı olarak kullanılan Tepe I'in ETÇ II döneminin sonlarında terk edildiği, ETÇ III dönemi boyunca mezarlık alanı olarak kullanıldığı (Bilgi 1984, 1990, 2001), Geçiş Döneminde ise tekrar yerleşim alanı olarak kullanıldığı tespit edilmiştir (Bilgi 1984, 1990). İskeletlerle birlikte ele geçirilen çanak çömleklerin karakteristik özelliklerine dayanılarak mezarlığın ETÇ III döneminde Tepe III'te yaşayan insanlara ait olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Bilgi 1990). Nitekim ETÇ II tabakaları ve Geçiş Dönemi tabakalarından elde edilen kalibre edilmiş C14 tarihlendirmelerine göre mezarlığın M.Ö 2100-2400 yılları arasında kullanıldığı belirlenmiştir (Bilgi, 2001).

İkiztepe topluluğuna ait 87 bireye ait kafatası verileri İkiztepe ile aynı dönemde ve farklı dönemlerde yaşamış Anadolu serilerine (Tablo: 1) ait kafatası verileri ile birlikte, Anadolu'ya yakın arkeolojik merkezlerden ele geçirilen ve genelde Tunç Çağı'na tarihlendirilen serilere (Tablo: 2) ait verilerle biyolojik uzaklık açısından karşılaştırılmıştır.

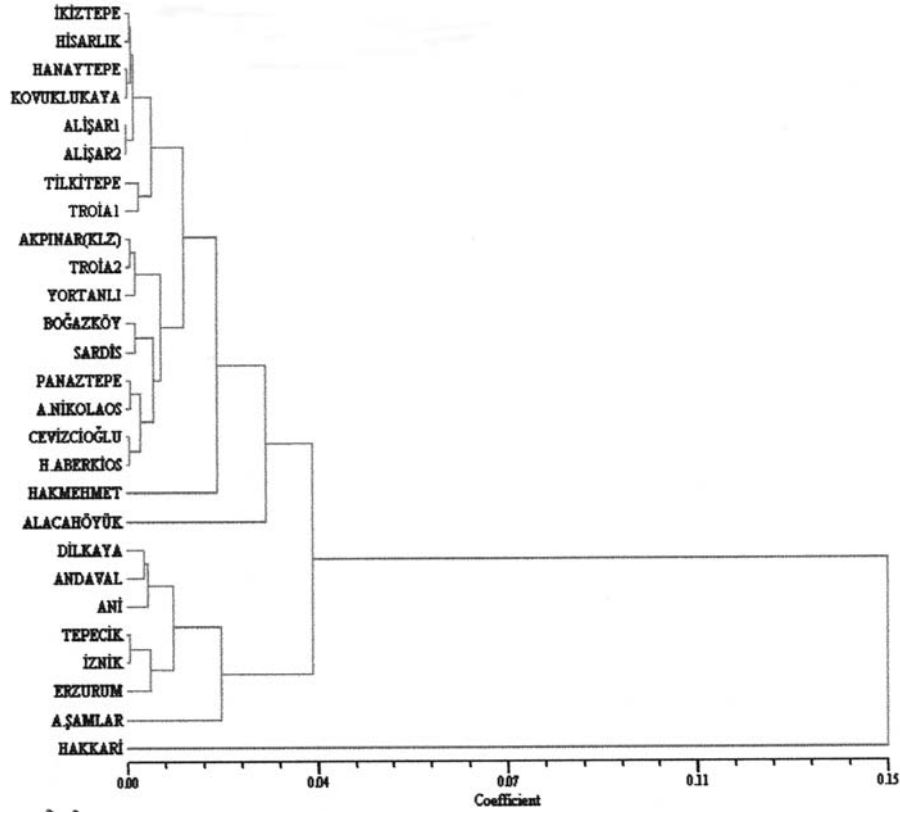
Metot

Topluluklar arasındaki biyolojik uzaklıkları belirlemek için kafatasına ait 6 metrik özellik kullanılmıştır. Metrik özellikler Martin-Saller (1928) tarafından tanımlanan standart tekniğe göre kaydedilmiştir. Söz konusu özellikler: Kafatasının en büyük uzunluğu (M 1), kafatasının en büyük genişliği (M 8), bizyomatic genişlik (M 45), üst yüz yüksekliği (M 48), burun genişliği (M 54), burun yüksekliği (M 55) dir. Bu 6 ölçünün dışındaki ölçüler, iskelet serilerinin genelinde eksik olduğu için bu çalışmada kullanılamamıştır.

İkiztepe ile diğer topluluklar arasındaki biyolojik uzaklıkları belirlemek için topluluklara ait metrik veri ortalamaları (Tablo: 3) kullanılarak kümeleme analizi yapılmıştır. Kümeleme analizi NTSYS paket programında yapılmıştır.

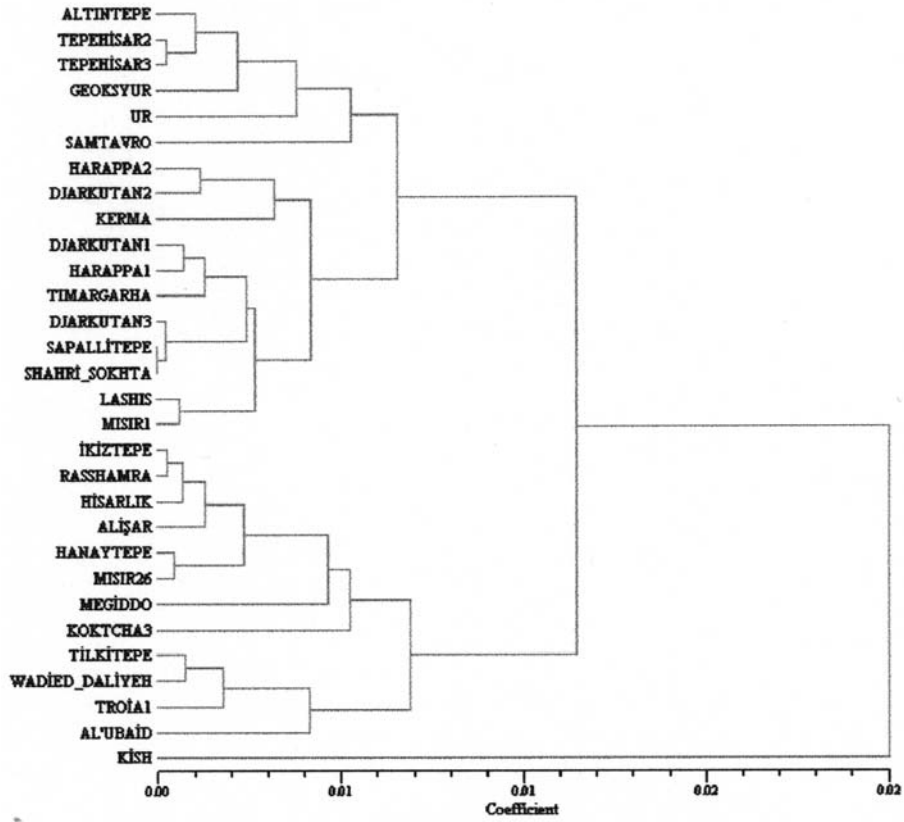
BULGULAR

Anadolu'da yaşamış 12 topluluk ve Anadolu'ya yakın bölgelerde yaşamış 25 topluluğun kafatası ölçü ortalamalarına (Tablo: 3) dayanarak elde edilen fenogramlardan yola çıkılarak İkiztepe insanların Anadolu ve yakın topluluklardaki yeri belirlenmeye çalışılmıştır. İkiztepe ile aynı ve farklı dönemde yaşamış toplulukların



Şekil 1: İkiztepe ve diğer Anadolu topluluklarının kümeleme analizi sonuçlarını gösteren fenogram

kümeleme analizi sonucu elde edilen fenogramda (Şekil: 1), İkiztepe topluluğunun kendisiyle aynı döneme tarihlendirilen Hisarlık, Hanaytepe, Alişar, Tilkitepe ve Troia topluluklarıyla aynı grupta kümelendikleri görülmektedir. Söz konusu kümede İkiztepe'ye en yakın topluluğun Troia grubunda yer alan Hisarlık olduğu dikkat çekmektedir. Bu fenogramda yer alan diğer topluluklara bakıldığında genelde Roma ve Bizans dönemlerine tarihlendirilen topluluklar bir grupta kümelendirirken, nispeten daha geç dönemlere tarihlendirilen Dilkaya, Ani, Tepecik, İznik, Erzurum, Amasya Şamlar topluluklarının aynı grupta kümelendikleri görülmektedir. Fenogramın geneline bakıldığında kronolojik bir kümelendirmenin yanı sıra coğrafik bir kümelendirmeden de söz etmek mümkündür. Örneğin batıda yer alan topluluklar nispeten aynı grupta bulunurken, doğuda yer alan toplulukların da aynı grupta yer aldıkları görülmektedir. Tüm Anadolu toplulukları arasında en yakın toplulukların Alişar 1 ve Alişar 2 olduğu görülmektedir. Farklı dönemlere tarihlendirilen bu iki topluluk arasındaki bu yakınlık topluluklar arasında sürekli bir gen akışının varlığına işaret etmektedir. Tüm topluluklar arasında en uzak topluluğun ise Demir Çağı'na tarihlendirilen ve Anadolu'nun en doğusunda bulunan Hakkâri serisi olduğu görülmektedir.



Şekil 2: Anadolu Tunç Çağı toplulukları ile Anadolu'ya yakın toplulukların kümeleme analizi sonuçlarını gösteren fenogram

Anadolu Tunç Çağı topluluklarının Anadolu'ya yakın topluluklarla birlikte değerlendirildiği kümeleme analizi sonucu elde edilen fenogramda (Şekil: 2) topluluklar iki grupta kümelendi. Bir tarafta tüm topluluklara en uzak grubu oluşturan Kish, diğer tarafta Anadolu ve Anadolu'ya yakın topluluklar bulunmaktadır. İkinci grup kendi içinde iki alt kümeye ayrılmıştır. Bir tarafta İran, Kafkas ve Orta Asya toplulukları aynı kümede sınıflanırken, diğer tarafta Anadolu, Levant ve Mezopotamya toplulukları birlikte sınıflanmıştır.

Bu araştırmanın temel konusunu oluşturan İkiztepe insanların biyolojik olarak Anadolu ve Anadolu'nun güneyinde yer alan bazı Levant (Ras Shamra, Meggido, Wadi ed-Daliyeh) ve bir Mezopotamya topluluğu olan Al Ubaid ile aynı grupta kümelendiği görülmektedir. Bu topluluklar arasında özellikle Kuzey Suriye'de bulunan Ras Shamra topluluğu ile diğer topluluklardan daha yakın sınıflanmıştır. Önceki fenogramda olduğu gibi bunda da coğrafik olarak birbirine yakın toplulukların biyolojik olarak da yakın olduğu görülmektedir.

TARTIŞMA

İkiztepe insanların kökenine ilişkin iki temel görüş ileri sürülmüştür. Bunlardan ilki İkiztepe insanların Anadolu'nun yerlisi olduğunu (Bilgi 2001), diğeri ise İkiztepeliler'in Orta Karadeniz Bölgesi'ne göçlerle geldiklerini (Wittver-Backofen 1985) iddia et-

mektedir. İkiztepeliler'in kökenine ilişkin ilk görüşü bildiren Bilgi (1984, 1990), İkiztepe mezarlığından iskeletlerle birlikte ele geçirilen metal eserler arasında önemli bir yer tutan boğumlu mızrak uçlarının İkiztepe'den başka Orta Karadeniz, Orta Anadolu, Güney Anadolu, Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu, Suriye, Mezopotamya, İran ve Gürcistan'daki Erken Tunç Çağı ve Orta Tunç Çağı tabakalarından ele geçirilmiş olduklarını belirtmektedir. Ancak Orta Karadeniz Bölgesi'nden ele geçirilen silahları inceleyen araştırmacı, M.Ö. 2100 yılları öncesinde metal eserlerin % 90'ının Karadeniz Bölgesi'nin dışında benzerlerinin olmamasından ve madencilikğin yerel bir gelişim izlemesi gibi nedenlerden dolayı bölge halkının dışarıdan gelmiş olamayacağını ileri sürmektedir. Bununla birlikte İkiztepe kültür tabakaların incelenmesiyle saptanan kültürel süreklilik de bölge halkının göçlerle gelmediğinin işareti olarak gösterilmektedir (Bilgi 2001). Bilgi'ye (2001, 1990) göre, doğuş yeri Kuzey Suriye ve Kuzey Mezopotamya olan çömlekçi çarkı ve sap delikli balta gibi kültür öğelerine İkiztepe'de rastlanmasından dolayı, bu bölgeye gelen varsa, bu yer Kafkaslar veya Karadeniz'in kuzeyi değil güney olabilir. Ayrıca araştırmacı, Alishar, Acem Höyük ve Karahöyük gibi yerleşim yerlerinden ele geçirilen çömleklerle İkiztepe'de bulunan çömleklerin benzerliğinden yola çıkarak, İkiztepeliler'in de içinde bulunduğu Orta Karadeniz halkının, burada binlerce yıldan beri yaşayan Proto-Hint Avrupalı otokton bir kavimden geldiğini savunmaktadır.

İkiztepe insanların kökenine ilişkin diğer görüşü ileri süren Wittwer-Backofen (1985) ise, İkiztepe mezarlığından çıkarılmış iskeletlerin kafatası ölçülerine dayanarak, İkiztepe ile Balkanlar ve Yakın Doğu topluluklarını Penrose'un biçim ve boyut analizini kullanarak karşılaştırmış; bunların Güney Rusya'da yer alan Karadeniz kıyısında yaşayan topluluklar ile Güneydoğu Avrupa'da yer alan Romanya ve Bulgaristan topluluklarıyla birlikte kümelenmediği sonucuna ulaşmıştır. Araştırmacı Güney Rusya'da ele geçirilen iskeletlerin üzerinde aşı boyası geleneği ile İkiztepeliler'inki arasındaki benzerliğin de bu görüşü desteklediğini belirtmiştir. Ancak Bilgi (1990), Güney Rusya toplulukları ile aşı boyası kullanımı açısından bir benzerlik olsa bile, gömülerle birlikte ele geçirilen buluntuların Güney Rusya ile benzerlik göstermediğini belirtmektedir.

Wittwer-Backofen (1985) tarafından yapılan kümeleme analizinde mevcut çalışmanın aksine İkiztepe ile Anadolu toplulukları (Alacahöyük, Alishar, Tilktepe ve Şeyh-höyük) birbirlerinden oldukça uzak kümelenmiştir. Bu durum söz konusu araştırmada Anadolu topluluklarının az sayıda olmasıyla ilişkili olabilir. Bununla birlikte, Wittwer-Backofen (1985)'in incelediği toplulukların referanslarını belirtmemesinden dolayı, onun yaptığı kümeleme analizinde yer alan başta Balkan toplulukları olmak üzere, bazı topluluklar incelemeye dahil edilemedi. Dolayısıyla bu araştırmada Wittwer-Backofen'in (1985) görüşü tam olarak değerlendirilemedi. Ancak mevcut verilere dayanarak oluşturulan kümeleme analizi sonucunda İkiztepe insanların Kafkas ve doğu topluluklarından ziyade Anadolu ve Kuzey Suriye, özellikle de Ras Shamra ile biyolojik olarak daha yakın olduğunu göstermektedir. Bu durum yukarıda da belirtildiği gibi gerek boğumlu mızrak uçları, gerek sap delikli balta ve çömlekçi çarkı gibi arkeolojik buluntuların bu topluluklardaki benzerliği ile desteklenmektedir.

SONUÇ

Kafatasından alınan 6 metrik özelliğe dayanarak yapılan kümeleme analizi sonucunda, İkiztepe insanları Anadolu Tunç Çağı toplulukları ile birlikte kümelenmiş ve bunlar arasında Troia grubunda yer alan Hışarlık ve Hanaytepe ile biyolojik olarak daha yakın sınıflanmıştır. İkiztepeliler'in de içinde bulunduğu Anadolu Tunç Çağı toplulukları Anadolu'ya yakın topluluklarla (Levânt, Mezopotamya, İran, Kafkas ve Orta Asya) kümeleme analizine dayanarak karşılaştırıldığında; İkiztepeliler'in biyolojik olarak Kafkas ve doğu topluluklarıyla değil, Suriye (Ras Shamra) ve bazı Mezopotamya topluluklarıyla kümelenmediği görülmektedir. Bu sonuç, arkeolojik buluntularla da desteklenmektedir.

Elde edilen bu verilerle İkiztepe insanların batıdan mı, kuzeyden mi, yoksa güneyden mi, köken aldığı sorularını yanıtlamak güçtür. Bu sorun ancak İkiztepeliler'in çağdaşı olan, başta Orta Karadeniz Bölgesi'nden gün ışığına çıkarılan seriler olmak üzere, daha fazla iskelet serisinin incelenmesiyle ve antik DNA çalışmalarıyla aydınlatılabilecektir.

KAYNAKÇA

- ANGEL, J.L. 1951, *Troy, The Human Remains: Supplementary Monograph 1*, Princeton University Press.
- BİLGİ, Önder. 1984, "Metal Objects From İkiztepe-Turkey." *Beiträge zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie*, 6:31-97.
- BİLGİ, Önder. 1990, "Metal Objects From İkiztepe-Turkey." *Beiträge zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie*, 9-10: 119-219.
- BİLGİ, Önder. 2001, *Prehistorik Çağda Orta Karadeniz Bölgesi Madenciliği; Hint-Avrupalıların Anavatanı Sorununa Yeni Bir Yaklaşım*, TASK Vakfı Yayınları: 4, Monografi Serisi: 1, İstanbul.
- BOSTANCI, Enver Yaşar. 1967, "Morphological and biometrical examinations of some skulls from the Sardis excavations." *Belleten*, XXXI (121):1-47.
- BUIKSTRA, J.E., S.R. FRANKENBERG ve L.W. KONIGSBERG. 1990, "Skeletal biological distance studies in American physical anthropology: recent trends." *Am. J. Phys. Anthropol.*, 82: 1-7.
- CAPPIERI, Mario. *The Mediterranean Race in Asia Before the Iron Age*, Occasional Paper No: 8, Published by Field Research Projects, Miami, Florida 1969.
- CHEVERUD, J. M. ve J. E. BUIKSTRA, 1982, "Quantitative Genetics of Skeletal Nonmetric Traits in Rhesus Macaques of Cayo Santiago.III. Relative Heritability of Skeletal Nonmetric and Metric Traits." *Am. J. Phys Anthropol.*, 59: 151-155.
- DE STEFANO, Gian Franco. 1973, "A Study of Morphological and Genetic Distance among Four Indian Villages of Nicaragua." *Journal of Human Evolution*, 2: 231-240.
- EROĞLU, Serpil. 2005, *Anadolu'da Bazı Eski İnsan Topluluklarında Biyolojik Uzaklıkların Belirlenmesi*. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayınlanmamış Doktora Tezi).
- GÜLEÇ, Erksin. 1989, "Panaztepe İskeletlerinin Paleoantropolojik ve Paleopatolojik İncelenmesi." *Türk Arkeoloji Dergisi*, XXVIII: 75-95. Ankara.
- GÖZLÜK, Pınar. 1997, *Klazomenai İskeletlerinin Paleoantropolojik Açısından Değerlendirilmesi*, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü (Baskılmamış Yüksek Lisans Tezi); Ankara.
- GÖZLÜK, P., H. YILMAZ, A. YİĞİT, A. AÇIKKOL ve A. SEVİM. 2003, "Hakkâri Erken Demir Çağı İskeletlerinin Paleoantropolojik Açısından İncelenmesi" *18. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, 31-40, Ankara.
- HEMPHILL, Brian. E. 1998, "Biological Affinities and Adaptations of Bronze Age Bactrians: III. An Initial Craniometric Assessment." *Am. J. Phys Anthropol.*, 106: 329-348.
- HEMPHILL, Brian. E. 1999, "Biological Affinities and Adaptations of Bronze Age Bactrians: IV. A Craniometric Investigation of Bactrian Origins." *Am. J. Phys. Anthropol.*, 108: 173-192.
- HEMPHILL, B. E ve J. P. MALLORY. 2004 "Horse-Mounted Invaders From the Russo-Kazakh Steppe or Agricultural Colonists From Western Central Asia? A Craniometric Investigation of the Bronze Age Settlement of Xinjiang." *Am. J. Phys. Anthropol.*, 124: 199-122.
- KANSU, Ş. A. ve M. ÜNSAL. 1948, "Tilki Tepe (Şamramaltı, Van) Kazısından Çıkarılan İskeletlerin Antropolojisi." *IV. Türk Tarih Kongresi*, 391-397.
- KANSU, Ş. A., S. TUNAKAN. 1945, "Türk Tarih Kurumu Alaca Höyük Kazılarında (1936-1944) Bakırçağı Yerleşme Katlarından Çıkarılan İskeletlerin Antropolojik İncelenmesi." *Belleten*, IX, sayı 36: 412-421.
- KEITA, S.O.Y. 1988, "An Analysis of Crania From Tell-Duweir Using Multiple Discriminant Functions." *Am. J. Phys Anthropol.*, 75: 375-390.
- KROGMAN, Wilton Marion. 1939, "Cranial types from Alişar Hüyük and their relations to other racial types, ancient and modern of Europe and Western Asia." In H.H. Von der Osten: *The Alişar Hüyük, Seasons of 1930-32*, Oriental Institute Publication, XXX: 213-293.

- LARSEN, Clark. Spencer. 1997, *Bioarchaeology: Interpreting Behavior From The Human Skeleton*, Cambridge University Press.
- LEAMY, Larry. 1974, "Heritability of Oseometric Traits in a Randombred Population of Mice." *The Journal of Heredity*, 65: 109-120.
- O'ROURKE, Dennis. 2002, "Genetics, Geography and Human Variation." S. SRINSON, B. BOGIN, R. HUSS-ASHMORE ve D. O'ROURKE (Ed.), *Human Biology: An Evolutionary and Biocultural Perspective*, Kanada, Wiley-Liss, Inc., 87-134.
- ÖZER, İ. ve E. GÜLEÇ. 1999, "Eski Anadolu Toplumlarının Kladistik Analizi: Dilkaya Toplumu." *XV. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, Ankara, 93-99.
- POWELL, J. F. ve W. A. NEVES. 1999, "Craniofacial Morphology of the First Americas: Pattern and process in the Peopling of the New World." *Yearbook of Physical Anthropology*, 42: 153-188.
- RELETHFORD, John. 1976, "Heredity of Anthropometric Measurements: Analysis with the Method of Fisher (1918)." *Grašnik Antropološkog Društva Jugoslavije*, 13:12-20.
- RELETHFORD, John. 1994, "Cranimetric Variation Among Modern Human Populations." *Am. J. Phys Anthropol.*, 95: 53-62.
- RELETHFORD, John. 1996, "Genetic Drift Can Obscure Population History: Problem and Solution" *Human Biology*, 68(1), 29-44.
- RELETHFORD, John. 2002, "Apportionment of Global Human Genetic Diversity Based on Craniometric and Skin Color." *Am. J. Phys. Anthropol.*, 118: 393-398.
- SJOVOLD, Torstein. 1984, "A Report on the Heritability of some Cranial Measurements and Non-Metric Traits." G. N. van VARK ve W. W. HOWELLS (Ed.), *Multivariate Statistical Methods in Physical Anthropology*, D. Reidel Publishing Company, 223-246.
- SUSANNE, Charles. 1975, "Genetic and environmental influences on morfological characteristics." *Annals of Human Biology*, 2 (3): 279-287.
- UBELAKER, Douglas. H. 1978, *Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis, Interpretation*, Chicago: Aldine.
- WILLIAMS, S. R., N. A. CHAGNON ve R. S. SPIELMAN. 2002, "Nuclear and Mitochondrial Genetic Variation in the Yanomamö: A Taste Case for Ancient DNA Studies of Prehistoric Populations." *Am. J. Phys Anthropol.*, 117: 246-259.
- WITTEWER-BACKOFEN, Ursula. 1986, "Anthropologische untersuchungen der Nekropole İkiztepe/Samsun." *III. Araştırma Sonuçları Toplantısı*, Ankara, 421-428.
- WITTEWER-BACKOFEN, Ursula. 1987, "Anthropologische untersuchungen des bizantinischen friedhofs Boğazköy-Hattuşaş." *IV. Araştırma Sonuçları Toplantısı*, Ankara, 89-96.

Topluluklar	Dönem	Birey Sayısı	Referans
İkiztepe	Erken Tunç	87	Eroğlu 2005
Hanaytepe	Erken Tunç	15	Cappieri 1969
Hisarlık	Erken Tunç	11	Cappieri 1969
Alışar 1	Erken Tunç	9	Krogman 1939
Tilkitepe	Erken Tunç	12	Kansu ve Ünsal 1948
Troia 1	Erken Tunç	9	Angel 1951
Alacahöyük	Geç Tunç Çağı	12	Kansu ve Tunakan 1945
Hakkari	Erken Demir Çağı	9	Gözlük ve ark. 2003
Akpınar (Klazomenai)	Hellenistik	16	Gözlük 1997
Cevizcioğlu Çiftliği	Hellenistik, Roma	63	Eroğlu 2005
Boğazköy	Bizans	54	Wittwer-Backofen 1987
Sardis	Roma	9	Bostancı 1969
Kovuklukaya	Erken Bizans	31	Eroğlu 2005
Andaval	Erken Bizans	29	Eroğlu 2005
İznik	Geç Bizans	105	Eroğlu 2005
Hagios Aberkios	Geç Bizans	21	Eroğlu 2005
Tepecik	Ortaçağ	100	Sevim 1995
Troia 2	Bizans	10	Angel 1951
Ani	Bizans	10	Eroğlu 2005
Yortanlı	Bizans	30	Eroğlu 2005
Dilkaya	Ortaçağ	122	Özer ve Güleç 1999
Panaztepe	İslam	24	Güleç 1989
Aziz Nikolaos Kilisesi	20. Yüzyıl	27	Eroğlu 2005
Hakmehmet	20. Yüzyıl	14	Eroğlu 2005
Erzurum	20. Yüzyıl	61	Eroğlu 2005
Amasya Şamlar	Osmanlı	07	Eroğlu 2005

Tablo 1: İkiztepe ve diğer anadolu toplulukları

Topluluklar	Dönem	Birey Sayısı	Referans
Mısır 1. Hanedan	Erken Tunç Çağı	54	Keita 1988
Mısır 9. Hanedan	Erken Tunç Çağı	25	Keita 1988
Mısır 26-30. Hanedan	Demir Çağı	51	Keita 1988
Kerma (Nubia) 12-13. Han.	Geç Tunç Çağı	52	Keita 1988
Lashish (İsrail)	Demir Çağı	61	Keita 1988
Ras Shamra (Suriye)	Erken Tunç Çağı	29	Cappieri 1969
Megiddo (Lübnan)	Erken Tunç Çağı	32	Cappieri 1969
Wadi ed-Daliyeh (Ürdün)	Madenler Çağı	47	Krogman 1974
Kish (Mezopotamya)	Geç Neol.-Erken Tunç Çağı	16	Cappieri 1969
Ur (Mezopotamya)	Geç Neol.-Erken Tunç Çağı	11	Cappieri 1969

Tablo 2: Anadolu'ya yakın topluluklar

Topluluklar	Dönem	Birey Sayısı	Referans
Al'Ubaid (Mezopotamya)	Erken Tunç Çağı	11	Cappieri 1969
Samtavro (Kafkasya)	Geç Tunç Çağı	27	Hemphill 2004
Tepe Hisar 2 (İran)	Kalkolitik	16	Hemphill 1999
Tepe Hisar 3 (İran)	Erken Tunç Çağı	138	Hemphill 1999
Shahr-i Sokhta (Doğu İran)	Erken Tunç Çağı	98	Hemphill 1999
Sapalli Tepe (Özbekistan)	Tunç Çağı	39	Hemphill 1999
Djarkutan 1 (Özbekistan)	Tunç Çağı	48	Hemphill 1998
Djarkutan 2 (Özbekistan)	Tunç Çağı	21	Hemphill 1998
Djarkutan 3 (Özbekistan)	Geç Tunç Çağı	44	Hemphill 1998
Geoksyur (Türkmenistan)	Kalkolitik	70	Hemphill 1999
Altindepe (Türkmenistan)	Erken Tunç Çağı	78	Hemphill 1999
Koktcha 3 (Türkmenistan)	Geç Tunç-Erken Demir	24	Hemphill 2004
Harappa 1 (Pakistan)	Erken Tunç Çağı	64	Hemphill 1999
Harappa 2 (Pakistan)	Geç Tunç Çağı	31	Hemphill 1999
Timargarha (Pakistan)	Geç Tunç-Erken Demir	20	Hemphill 1999

Tablo 2'nin devamı

Topluluk	Kafatasının Max.Uz.	Kafatasının Max.Gen.	Byzgomatic Genişlik	Üstyüz Yüksekliği	Burun Genişliği	Burun Yüksekliği
Anadolu	X	X	X	X	X	X
İkiztepe	185,7	141,1	130,5	68,8	24,3	51,2
Hanaytepe	184,6	137,9	127,5	66,5	23,8	50,4
Hisarlık	185,3	140,8	128,0	66,5	23,4	50,4
Alacahöyük	177,6	141,1	117,6	64,6	23,4	48,4
Alışar 1	181,2	136,9	125,6	67,3	25,2	48,9
Alışar 2	179,5	137,0	124,6	67,1	24,6	48,5
Tilkitepe	182,3	139,2	123,2	65,3	23,8	49,1
Troia 1	180,8	138,7	123,5	61,3	22,8	46,4
Hakkari	187,2	139,5	111,0	78,0	25,0	50,3
Akpınar (Kız.)	180,9	143,4	133,6	69,6	28,9	50,2
Boğazköy	179,4	139,0	131,3	69,5	23,6	50,0
Sardis	176,3	135,5	128,2	68,0	23,1	51,7
Troia 2	175,8	139,4	128,5	64,8	24,0	47,6
Dilkaya	170,5	144,9	130,1	71,3	25,4	51,7
Tepecik	172,4	140,5	129,4	69,1	24,8	51,1
Panaztepe	174,5	140,2	126,4	67,8	23,9	50,2
Cevizcioğlu	182,0	140,4	129,4	68,6	23,2	51,1
Yortanlı	181,3	142,1	132,4	67,4	25,1	51,1
Kovuklukaya	183,8	137,5	127,7	67,8	23,7	51,2
Andaval	173,0	144,7	132,0	68,2	25,4	51,1
İznik	181,3	145,1	134,6	71,0	24,2	51,0
H.Aberkios	179,2	141,1	129,0	69,0	24,3	52,4
Ani	168,8	144,2	131,7	69,6	24,1	53,4
A. Nikolaos	179,9	141,5	127,4	70,3	24,8	53,1

X: Kafatası ölçülerinin ortalama değerleri

Tablo 3: Kümeleme analizi uygulanan topluluklara ait kafatası ölçü ortalamaları

Topluluk	Kafatasının Max.Uz.	Kafatasının Max.Gen.	Byzgomatic Genişlik	Üstyüz Yüksekliği	Burun Genişliği	Burun Yüksekliği
Anadolu	X	X	X	X	X	X
Hakmehmet	185,4	139,7	131,3	75,5	23,5	54,3
Erzurum	176,2	143,7	135,7	72,4	23,7	53,9
A. Şamlar	169,0	148,4	132,1	66,0	23,9	51,5
Orta Asya						
Altintepe	185,5	135,5	125,3	69,0	24,7	50,6
Harappa 2	183,7	136,8	127,1	65,3	25,3	48,4
Djarkutan 1	185,8	134,3	127,6	69,7	25,2	50,5
Geoksyur	190,1	134,5	127,6	71,1	25,5	52,0
Harappa 1	184,1	133,3	127,7	67,7	25,4	49,9
Djarkutan 2	185,1	135,7	128,2	66,9	25,0	48,2
Djarkutan 3	184,5	136,1	126,5	70,0	25,1	50,6
Sapallitepe	182,5	134,5	126,7	68,8	24,5	50,2
Samtavro	184,7	136,8	125,4	73,1	23,6	51,1
Shahr-i Sokhta	182,5	134,8	126,0	68,9	25,1	50,3
Tepe Hisar 2	183,5	132,1	122,0	69,0	24,4	49,4
Tepe Hisar 3	183,9	133,0	123,8	69,9	24,7	49,4
Timargarha	185,2	131,5	127,7	68,4	22,9	49,1
Koktcha 3	181,1	137,3	131,0	67,3	25,8	54,6
K. Afrika						
Kerma	186,3	134,9	129,7	66,2	26,4	51,4
Mısır (1.Sülale)	184,5	136,2	139,3	69,5	25,2	53,2
Mısır(26-30 S)	186,1	139,5	130,4	68,0	24,6	52,8
Levant						
Lashis	185,1	135,1	129,7	67,9	25,1	52,8
Wadi ed-Daliyeh	179,3	136,1	121,8	62,3	23,0	48,4
Ras Shamra	180,5	138,7	126,9	67,2	24,2	50,7
Megiddo	181,2	136,0	129,5	67,7	23,8	48,4
Mezopotamya						
Kish	183,8	133,5	131,1	62,0	24,0	53,0
Ur	189,6	135,6	130,3	73,8	24,9	51,6
Al'Ubaid	188,7	140,4	126,2	68,0	24,9	51,5

X: Kafatası ölçülerinin ortalama değerleri

Tablo 3'ün devamı

ALTINTEPE/TUŞPA NEKROPOLÜ FAUNASININ ZOOARKEOLOJİK ANALİZİ

Zehra SATAR*
İsmail BAYKARA
Erksin GÜLEÇ
Ayşen AÇIKKOL

ALTINTEPE NEKROPOLÜ

Tuşpa Altintepe Nekropolü, Van il merkezi Şemsibey Mahallesi sınırları içerisinde yer almaktadır (Harita). Urartular'ın başkenti Tuşpa'nın (Van Kalesi) 2 km. kuzeyinde olan bu sit alanı, uzun yıllar boyunca kaçak kazıların ağır tahribatına uğramıştır. Urartular'a ait Altintepe Nekropolü'nde, başkanlığı eski Van Müze Müdürü Ersin Kavaklı, bilimsel danışmanlığı Prof.Dr. Veli Sevin ve Yrd.Doç.Dr. Aynur Özfırat tarafından yapılan kurtarma kazıları 1997 ve 1998 yıllarında sürdürülmüştür¹. 1997 kazılarında 14 adet kaya mezarı ile 2 urne ortaya çıkarılmıştır. 1998 yılında 19 kaya mezar, 1 urne ve 2 basit toprak mezar tespit edilmiştir. Kaya mezarları genellikle doğu-batı yönünde yer almaktadır. İn situ ortaya çıkarılabilen iskeletler daima hoker ya da yarı hoker pozisyonunda, kuzey-güney yönünde yatırılmıştır. Urne tipi mezarlardan çıkarılan yanmış insan kemikleri, Urartular'ın kremasyon gelenekleri hakkında da bilgi sağlamıştır. Altintepe mezarlarının Eskiçağ'dan başlayarak günümüze kadar, define bulmak amacıyla kaçak kazılması, mezarlar kadar iskeletleri de tahrip etmiştir. Açılan 33 kaya mezarın hemen hemen hepsinde, insan iskeletleri karışık olarak elde edilebilmiştir.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmanın materyalini 1997 ve 1998 yıllarında Van Altintepe Nekropolü'nde yapılan kurtarma kazılarında çıkarılan hayvan kemikleri oluşturmaktadır. İncelenmek üzere Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü'ne teslim edilen faunal kalıntılar tarafımızca temizlendikten sonra, materyaller üzerinde gerekli zooarkeolojik analizler gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada kalıntılar "tanımlanabilen" ve "tanımlanamayan" olmak üzere iki kategoride sınıflandırılmıştır. Daha sonra, tanımlanabilen her bir kalıntının hangi kemiğe (femur, humerus vb), kemiğin hangi bölümüne (proksimal, distal, gövde vb), hangi tarafa (sağ, sol) ve hangi hayvana (at, eşek, sığır v.b.) ait olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kemikler üzerindeki kesme ve yanma izleri,

* Araş.Gör., Zehra SATAR Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü, 06100, Sıhhiye-Ankara/TÜRKİYE

Araş.Gör. İsmail BAYKARA Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü, 06100, Sıhhiye- Ankara/TÜRKİYE

Prof.Dr. Erksin GÜLEÇ Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü, 06100, Sıhhiye,-Ankara/TÜRKİYE

Araş.Gör. Ayşen AÇIKKOL Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü, 06100, Sıhhiye-Ankara/TÜRKİYE

1 Bize Altintepe hayvan kemiklerini inceleme fırsatı veren eski Van Müze Müdürü Sayın Ersin Kavaklı, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü Başkanı Prof.Dr Veli Sevin ve Doç.Dr. Aynur Özfırat'a çok teşekkür ederiz.

hazırlanan veri formlarına kaydedilerek kasaplık aktiviteleri hakkında bilgi sağlanmaya çalışılmıştır (Stiner, 2002; Davis, 1987; Klein ve Cruz-Urbe, 1984). Kemiklerin sınıflandırılması için bölüm laboratuvarımızda korunan karşılaştırma malzemeleri ve konuya ilişkin çeşitli osteoloji atlasları ve yayınlar (Olsen, 1968; Boessneck, 1969; Schmid, 1972; Pales ve Lambert, 1971; Bökönyi, 1977; Buitenhuis, 1991; Halstead, Collins, ve Isaakidou, 2002); yaşlandırma için epifizyal kaynaşma (Schmid, 1972) ve diş sürmesi (Hillson, 1986) yöntemleri kullanılmıştır. Bunların dışında, hangi cins ve türe ait olduğu belirlenemeyen ancak boyut açısından ele alınabilecek durumda olan memeli kemikleri büyük, orta ve küçük boy olarak değerlendirilmiştir. Burada büyük boy memeliler at, eşek ya da sığır boyutlarındaki canlıları; orta boy toynaklılar koyun ve keçi boyutlarındaki canlıları ve küçük boy toynaklılar köpek ve kedi boyutlarındaki canlıları ifade etmektedir. Elde edilen tüm veriler Microsoft Excel programına yüklenerek, gerekli zooarkeolojik analizler yapılmıştır (Grayson, 1984; Klein ve Cruz-Urbe, 1984; Davis, 1987).

BULGULAR

Bu çalışmada Altıntepe mezarlarından çıkarılan toplam 1366 kemik zooarkeolojik açıdan ele alınmıştır. Altıntepe faunasını oluşturan canlıların listesi Tablo 1’de gösterilmiştir. Faunanın ağırlıklı olarak evcil toynaklılardan oluştuğu belirlenmiştir. Evcil toynaklıların yanı sıra yaban keçisi ve yaban koyununa ait bazı kemikler tanımlanabilmektedir. Ayrıca etçiller, kemirciler, böcekçiller ve kanatlılara ait kemikler de faunada temsil edilmektedir (Resim: 1, 2).

Fauna	Latince Adı	Bilinen Adı
A- Otçullar (Herbivora)		
I-Evcil Toynaklılar	<i>Bos taurus</i>	Evcil Sığır
	<i>Ovis aries</i>	Evcil Koyun
	<i>Capra hircus</i>	Evcil Keçi
	<i>Ovis/Capra</i>	Koyun/Keçi
	<i>Equus caballus</i>	Evcil At
	<i>Equus asinus</i>	Evcil Eşek
II-Evcil/Yabani Toynaklılar	<i>Bos sp.</i>	Sığır
	<i>Equus sp.</i>	At/Eşek/Katır
III-Yabani Toynaklılar	<i>Capra aegagrus</i>	Yaban Keçisi
	<i>Ovis orientalis</i>	Yaban Koyunu
B- Etçiller (Carnivora)	<i>Canis familiaris</i>	Köpek
	Carnivora indet	
C- Kemirciler (Rodentia)	Rodentia indet	
D- Böcekçiller (Insectivora)	<i>Erinaceus europaeus</i>	Kirpi
E- Kuşlar (Aves)	<i>Gallus gallus</i>	Evcil Tavuk
	Aves indet	

Tablo 1: Altıntepe Nekropolü faunası

Faunayı oluşturan 1366 kemiğin 528’inin (%38,65) cins ve tür açısından sınıflandırması yapılabilmektedir. 140 kemik (%10,25) büyük boy, 221 kemik (%16,18) orta boy ve 4 kemik (%0,29) küçük boy toynaklı olarak değerlendirilmiştir. 473 kemiğin ise (%34,63) tanımlanabilmesi mümkün olamamıştır. Altıntepe faunasının NISP ve MNI

değerleri Tablo 2’de verilmiştir. NISP (Tanımlanabilen Kemik Sayısı) açısından en büyük sayıya Equidler² sahipken, minimum birey sayısı (MNI) açısından en yüksek değeri koyun ve keçiler vermektedir (Grafik: 1).

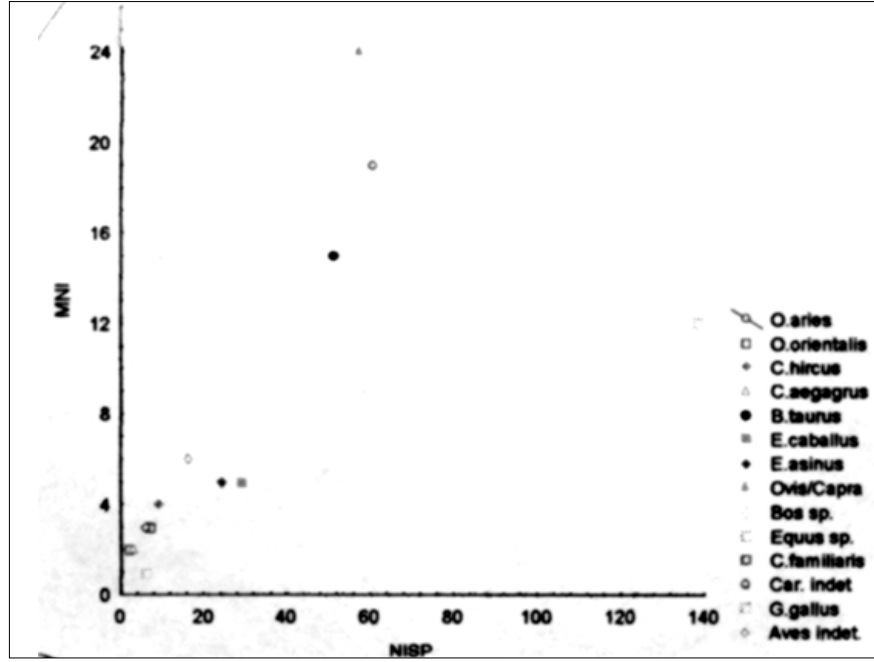
FAUNA	NISP		MNI	
	n	%	n	%
<i>Ovis aries</i>	60	11,4	19	15,2
<i>Ovis orientalis</i>	2	0,4	2	1,6
<i>Capra hircus</i>	9	1,7	4	3,2
<i>Capra aegagrus</i>	3	0,6	2	1,6
<i>Bos taurus</i>	51	9,7	15	12,0
<i>Equus caballus</i>	29	5,5	5	4,0
<i>Equus asinus</i>	24	4,5	5	4,0
Ovis/Capra	57	10,8	24	19,2
Bos sp	59	11,2	9	7,2
Equus sp	138	26,1	12	9,6
<i>Canis familiaris</i>	7	1,3	3	2,4
Carnivora indet	6	1,1	3	2,4
<i>Gallus gallus</i>	6	1,1	1	0,8
Aves indet	16	3,0	6	4,8
<i>Erinaceus europeaus</i>	1	0,2	1	0,8
Rodent indet	60	11,4	14	11,2
TOPLAM	528	100,0	125	100

Tablo 2: Altıntepe faunasının NISP ve MNI değerleri (NISP: Tanımlanabilen toplam kemik sayısı, MNI: Minimum birey sayısı)

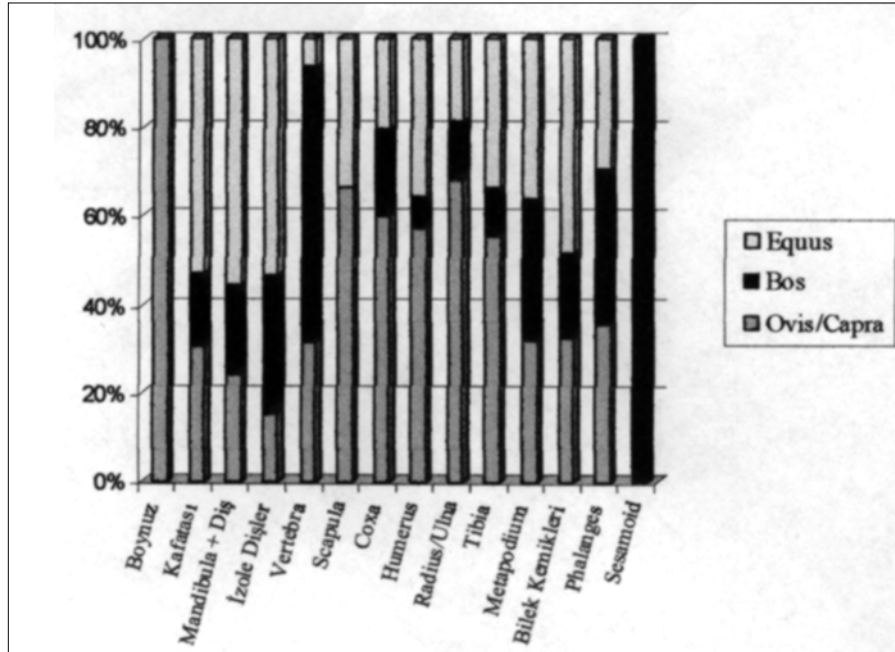
İskelet kısımlarının Equus, Bos ve Ovis/Capra’ya göre dağılımları Grafik 2’de verilmiştir. Altıntepe Nekropolü’nde ele geçirilen tüm boynuz ve sesamoid kalıntıları sığırlara aittir. Bunun dışında, sığırlar ön ve arka üyelere ait tarak ve parmak kemikleri ile omur parçalarının yoğunluğu açısından diğerlerinden farklılık göstermektedir. Equidler en çok kafatası ve alt çene parçaları, izole dişler ve bilek kemikleri ile temsil edilmektedir. Ovis/Capra’ya ait kemiklerin dağılımı incelendiğinde ön üye kemiklerinin (scapula, humerus ve radius) dominant olduğu anlaşılmaktadır. O halde, genel bir ifadeye dökülecek olursa, koyun ve keçilerin ön ve arka üyelerinin, at ve eşeklerin kafatası ve alt çenelerinin, sığırların ise sırt bölgesinin tercih edildiği söylenebilir.

Altıntepe faunasında tanımlanabilen kemiklerin otçullar, etçiller ve kuşlara göre dağılımı Grafik 3’te izlenebilir. Faunanın % 40’ını equidler oluşturmaktadır. Equidlerin hemen ardından koyun ve keçiler (%28) ile sığırlar (%24) gelmektedir. Etçiller faunasının sadece %5’lik dilimini oluşturmaktadır. Kanatlılara ait kemiklerin oranı ise %3 olarak saptanmıştır.

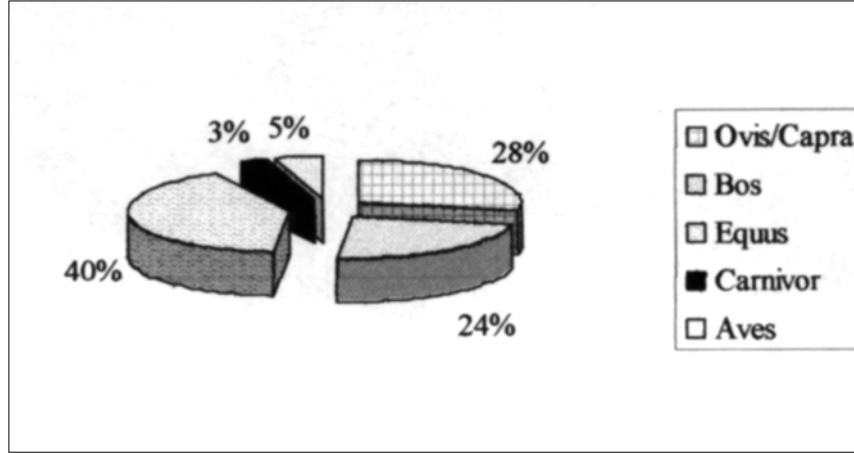
2 Bu çalışmada, at, eşek ve muhtemelen katır kalıntıları “Equid” adı altında toplanmıştır.



Grafik 1: NISP ve MNI değerlerinin karşılaştırılması



Grafik 2: Kemiklerin dağılımı



Grafik 3: Otçulların, etçillerin ve kuşların dağılımları

Epifiz kapanması ve diş sürmesi yöntemleri kullanılarak 456 kemiğin tahmini yaşı bulunmuştur. Faunanın yaklaşık %92'sini erişkin bireylere ait kemikler oluşturmaktadır. Yavrulara (%3,7), genç bireylere (%3,5) ve yaşlı bireylere (%0,9) ait kalıntılar son derece nadirdir. Yaş dağılımları açısından en çok çeşitlilik gösteren canlı grubunun Ovis/Capra olduğu tespit edilmiştir. Equidler neredeyse tamamen erişkin bireylere ait kalıntılarla temsil edilmektedir. Sığırlarda da erişkin bireylere ait kemikler dominanttır.

	Yavru		Genç Erişkin		Erişkin		Yaşlı		Toplam
	N	%	N	%	N	%	N	%	
<i>E.asinus</i>	-	-	-	-	24	100	-	-	24
<i>E caballus</i>	-	-	-	-	29	100	-	-	29
<i>Equus sp.</i>	-	-	1	0,7	137	99,3	-	-	138
<i>O.aries</i>	1	1,6	4	6,6	52	85,3	4	6,6	61
<i>C.hircus</i>	-	-	-	-	9	100	-	-	9
<i>O.orientalis</i>	-	-	1	50	1	50	-	-	2
<i>C.aegagrus</i>	-	-	1	50	1	50	-	-	2
<i>Ovis/Capra</i>	6	9,4	5	7,8	53	82,8	-	-	64
<i>B.taurus</i>	-	-	3	5,9	48	94,1	-	-	51
<i>Bos sp.</i>	-	-	1	1,7	59	98,3	-	-	60
<i>C.familiaris</i>	6	75	-	-	2	25	-	-	8
<i>Carnivor indet.</i>	4	50	-	-	4	50	-	-	8
Toplam	17	3,7	16	3,5	419	91,9	4	0,9	456

Tablo 3: Otçul ve etçillerin yaş gruplarına göre dağılımları

Altıntepe Nekropolü'nde en az üç bireye ait köpek kalıntıları tespit edilmiştir. KM 4 numaralı mezarda bulunan ilk birey 5-6 aylık bir yavrudur ve bu yavruya ait axis, sol mandibula, sağ maxilla ve dp3 (Resim: 3), alt sağ dp4 ve bir kafatası parçası tanımlanabilmiştir. Bunun dışında, erişkin bir bireye ait sol M2 ve başka bir erişkin bireye ait sağ P4 dişi saptanmıştır. Cins ve tür tayini yapılamamakla birlikte, nekropolde köpek dışındaki etçilerin varlığından da söz edilebilir. Bunlardan biri KM 4 mezarından elde edilen küçük boyutlardaki bir etçile ait sol alt çene, dp2-dp4 dişleri ve bir kaburga parçasıdır. Henüz erişkinlik aşamasına ulaşmamış bu bireyin dp4'ü çene üzerine yeni sürmektedir. Ayrıca erişkin bir bireye ait carpal kemik parçası ve 3. phalanx da kalıntılar arasında yer almaktadır. KM 15 mezarında erişkin bir bireye ait tibia ve fibula kemikleri tespit edilmiştir. KM 20'den çıkarılan bir humerus parçasının ve lumbal vertebra'nın bir etçile ait olduğu belirlenmiştir.

Yapılan analizlerde Altıntepe Nekropolü'nde en azından 3 kuş türünün varlığı tespit edilmiştir. Bunlardan birinin Gallus gallus (evcil tavuk) olduğu belirlenmekle birlikte diğer ikisinin cins ve tür tayini yapılamamıştır. Ancak bu iki türden biri Gallus'tan daha büyük, diğeri ise daha küçük boyutlara sahiptir. Altıntepe faunasında en azından 7 bireye ait kalıntılar mevcuttur (Tablo: 4; Resim: 4).

Mezar	Cins ve Tür	Yön	Kemik	Birey Sayısı
KM 4	Aves (küçük)	sağ	Tibiotarsus+fibula	3 birey
	Aves (büyük)	sol	ulna	
	Aves (büyük)	sol	radius	
	Aves		1. phalanx	
	Gallus gallus	sağ	Ulna	
	Gallus gallus	sağ	Humerus	
	Gallus gallus	sağ	Coracoid	
	Gallus gallus		Furculum	
	Gallus gallus	sol	Carpometatarsus	
	Gallus gallus	sol	Tarsometatarsus	
	Aves		Tanımsız	
	Aves		Tanımsız	
	Aves		Tanımsız	
	Aves		Tanımsız	
KM 26 (UR 6)	Aves	sol	Carpometatarsus	1 birey
KM 19	Aves	sol	Tarsometatarsus	1 birey
	Aves	sol	Phalanx	
Numarasız	Aves	sol	Tarsometatarsus	2 birey
	Aves	sol	Tarsometatarsus	
	Aves		Phalanx	
	Aves		Phalanx	
	Aves		Sacral Vertebra	

Tablo 4: Altıntepe Nekropolü kanatlılar faunasının mezarlara göre dağılımı

Faunada kemiriciler (rodentler) 60 kemik ve 14 birey ile temsil edilmektedir. Karşılaştırmalı analizler sonucunda, bu kalıntıların Sciurus sp. ve Rattus rattus'a (sıçan) ait olabileceği düşünülmüştür. Rodentlerin NISP ve MNI dağılımları Tablo 5'te izlenebilir.

Mezar No	NISP	MNI
KM 4	6	1
KM 5	7	2
KM 19	12	4
KM 20	1	1
KM 23	2	1
Numarasız	32	5
Toplam	60	14

Tablo 5: Kemiricilerin NISP ve MNI dağılımları

Kemiklerin Yanma Durumları

Altıntepe faunasında, otçullara ait (Bos, Equus, Ovis/Capra, Büyük Boy, Orta Boy, Küçük Boy) 1039 postcranial ve cranial kemik yanma durumlarına göre ele alınmıştır. Kemiklerin %0,48'inin (5 tane) düşük sıcaklıkta, %14,01'inin ise (151 tane) çok yüksek derecede ateşe maruz kaldığı anlaşılmıştır. Genel olarak ele alındığında yanmış kemiklerin oranı %14,92'yi bulmaktadır.

Mezarlara göre incelendiğinde, ileri derecede yanmış kemiklerin Urartular'ın kremasyon adetleri ile ilişkili olduğu anlaşılmıştır. Örneğin KM 20'de 134 post cranial kemiğin 124 tanesi ileri derecede yanmıştır (%92,54) ve bu mezarda yanmış insan ve hayvan kemikleri bir arada bulunmaktadır. Bos taurus'a ait olan bir diş hariç tutulursa, diğer kemikler koyun ve keçilerin de dahil olduğu orta boyutlu hayvanlara aittir. O halde, en azından bazı mezarlardan yola çıkılarak, ölü ile birlikte koyun ve keçi gibi hayvanların da yakıldığı söylenebilir.

Az derecede yanmış kemikler KM 26 (Urne 6), KM 13, KM 2 ve KM 19 mezarlarında bulunmuştur. KM 26 içerisinde yer alan 6 numaralı urnede koyun alt çenesi ve yine muhtemelen bir koyuna ait scapula tespit edilmiştir. KM 13'teki yanmış kemik yine bir koyuna ait humerus kemiğidir. KM 2 ve KM 19'da düşük ateşte yanmış kemikler orta boyutlardaki hayvanlara ait kaburgalar ve uzun kemik parçalarıdır.

İleri derecede yanmış 151 kemiğin mezarlara göre dağılımı aşağıdaki gibidir:

KM 2	: %0,66
KM 3	: %7,29
KM 4	: %0,66
KM 19	: %0,66
KM 20	: %82,12
KM 27	: %3,97
KM 30	: %0,66

İleri derecede yanmış kemiklerin iskelet elementlerine göre dağılımı ise aşağıdaki gibidir:

Costa	: %0,66
Acetabulum	: %1,33
Humerus	: %0,66
Kafatası	: %1,99
Metapodial	: %1,33
Phalanx	: %0,66
Uzun Kemik indet.	: %93,38

Kemikler Üzerindeki Kesme İzleri

Kesik izleri açısından 828 adet kemik incelenmiş ve 8 tanesinde (% 0,97) kesik izlerine rastlanmıştır. Varlığını belirlediğimiz izlerin bulundukları bölgeler, eski dönemlerdeki kasaplık aktiviteleri verileri ile paralellik göstermektedir (Davis, 1987).

- 1-Ovis/Capra'ya ait bir occiput (Resim: 5)
- 2-Ovis aries'e ait caput mandibularis
- 3-Bos/Equus'a ait caput mandibularis
- 4-Ovis/Capra'ya ait sağ acetabulum
- 5-Ovis aries'e ait sağ distal humerus (Resim: 6)
- 6-Bos taurus'a ait sol calcaneus
- 7-Ovis/Capra'ya ait lumbar vertebra
- 8-Orta boyutlarda bir canlıya ait uzun kemik parçası

SONUÇ

Hayvan kemiklerinin nekropolden elde edilmesi nedeniyle, bu çalışmanın materialini oluşturan türlerin, Urartular'ın gerçek besin ekonomisini yansıtmadığı düşünülmektedir. Altıntepe faunal kalıntıları, defin sırasında verilen ölü yemeklerinin ve tanrı-lara verilen kurbanların kalıntıları olabilir. Daha açık bir ifadeyle, bu kalıntılar, Urartu-lar'ın geçim sistemini değil, daha çok ritüelistik davranışları hakkında bilgi vermektedir.

Kemikler üzerindeki kasaplık izleri ve hayvan iskeletlerinin bütün olarak ele geçirilememesi, bu hayvanların bütün olarak gömülmediklerini ve aslında defin töreni-nin bir parçası olduğu hipotezimizi güçlendirmektedir. Muhtemelen tanrılara sunulan ve ölü yemeğinde yenilen canlılara ait kalıntılar, ölü ile birlikte mezara gömülüyordu.

Tanımlanabilen kemiklerin yaş dağılımları incelendiğinde, Urartular'ın erişkin bi-reyleri tercih ettikleri gözlenmiştir. Bunun istisnası sadece koyun ve keçilerde gözlen-miştir. Yavru ve juvenillerin büyük bir kısmını koyun ve keçiler oluşturmaktadır.

Yaban koyunu ve yabani keçiye ait kalıntıların çok nadir olmasına rağmen fauna içerisinde bulunması, Urartular'ın avcılık faaliyetlerine ilişkin önemli ipuçları sunmakta-dır. Henüz yabani hayvanların, Urartular'ın besin ekonomisindeki yerini bilemiyoruz. O nedenle, yabani koyun ve keçinin sadece ölü töreni gibi özel seremonilerde kurban ola-rak mı kullanıldığı ya da günlük yaşamda da besin olarak mı tüketildiği konusunda ke-sin bir açıklama getiremiyoruz.

Altıntepe Nekropolü'nde çok sayıda equuid kalıntısı bulunmuştur. Bunlar arasın-da E.caballus ve E.asinus'a ait bazı dişler tanımlanabilmiştir. Equidlerin Urartu yaşa-mında son derece önemli olduğu, faunal kalıntılardaki yoğunluklarından anlaşılabil-

mektedir. Ancak bilindiği gibi, E.hemionus (Asya yaban eŖeđi ya da onager) Anadolu sitelerinde çok yaygındır. Ayrıca katır ile at/eŖek kalıntılarını ayırt etmek son derece zordur. Elimizdeki karŖılaŖtırma malzemesinin equidler açısından sınırlı olması nedeniyle, equid kalıntılarının ayrıntılı analizi yapılamamıŖtır.

Altıntepe faunasında kemirgenler çok sayıda çene ve kemik kalıntıları ile temsil edilmektedir. Yapılan karŖılaŖtırmalarda, bu kalıntıların Scirius sp. ve Rattus rattus'a ait olabileceği sonucuna varılmıŖtır.

KuŖlara ait az sayıda kalıntı mevcuttur. Gallus gallus'a ait olduğu düşlen kemiklerin yanı sıra, en azından iki farklı kuŖ türünün varlığı tespit edilmiŖtir. Bunlardan biri tavuktan daha büyük boyutlarda iken, diğeri daha küçük bir canlıya aittir. Ancak bu kalıntıların cins ve tryini yapılamamıŖtır.

KAYNAKÇA

- Boessneck, J., 1969, "Osteological Differences between Sheep (Ovis aries Linne) and Goat (Capra hircus Linne)", *Sciences in Archaeology* (Ed: D.R. Brothwell, E.S. Higgs), Thames & Hudson, London.
- Bknyı, S. 1977. *The Animal Remains from Four Sites in the Kermanshah Valley, Iran: Asiab, Sarab, Dehsavar and Siahbid*. BAR Supplementary Series. No 34.
- Buitenhuis, H. 1991. "Some Equid Remains from South Turkey, North Syria and Jordan". *Equids in the Ancient World* (Ed: R.H. Meadow, H.P. Uerpmann). Volume II. 34-74. Beihefte zum Tbinger Atlas des Vorderen Orients. Reihe A. Nr. 19/2. Dr. Ludwig Reichert Verlag. Weisbaden.
- Davis, S.J.M. 1987. *The Archaeology of Animals*. Yale University Press. New Haven and London.
- Grayson, D.K. 1984. *Quantitative Zooarchaeology, Topics in the Analysis of Archaeological Faunas*. Academic Press. Orlando. Florida.
- Halstead, P., P. Collins, V. Isaakidou. 2002. "Sorting the Sheep from the Goats: Morphological Distinctions between the Mandibles and Mandibular Teeth of Adult Ovis and Capra", *Journal of Archaeological Sciences*, 29: 545-553.
- Hillson, S. 1986. *Teeth*. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge University Press.
- Klein, R.G., K. Cruz-Uribe. 1984. *The Analysis of Animal Bones from Archaeological Sites*. The University of Chicago Press. Chicago and London.
- Olsen, S.J. 1968. *Fish, Amphibian and Reptile Remains from Archaeological Sites*. Part 1. Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology. Volume 56. Number 2. Harvard University.
- Pales, L., C. Lambert. 1971. *Atlas Ostologique Pour Servir a l'identification des Mammifères du Quaternaire - Les Membres Herbivores - Editions du Centre National de la Recherche Scientifique*. Paris.
- Schmid, E. 1972. *Atlas of Animal Bones for Prehistorians, Archaeologist and Quaternary Geologists*. Elsevier Publishing Company. Amsterdam.
- Stiner, M.C. 2002. "On in situ Attrition and Vertebrate Body Part Profiles". *Journal of Archaeological Sciences*. (29): 979-991



Harita: Van İli ve çevre bölgeler



Resim 1: Altıntepe faunasına ait metacarpal ve metatarsal örnekleri



Resim 2: Altıntepe faunasına ait radius ve ulna örnekleri



Resim 3: 5-6 aylık yavru köpeğe ait sağ maxilla



Resim 4: Kanatlılara ait bazı kemikler



Resim 5: Ovis/Capra occiputunda tespit edilen kesme izi



Resim 6: Ovis aries'e ait distal humerusta tespit edilen kesme izi

ÇAYÖNÜ VE AŞIKLI NEOLİTİK TOPLUMLARINDA BÜYÜME BOZUKLUKLARI

Ali Metin BÜYÜKKARAKAYA*
Yılmaz Selim ERDAL

1-Giriş

Jeolojik olarak Holosen diye adlandırılan ve son buzul çağının bitimine denk gelen dönemde temelde iklimsel, daha geniş anlamda çevresel şartların değişimiyle, o zamana kadar avcı-toplayıcı geçim stratejisi sürdüren insan toplulukları, farklı ekolojik ortamlarda yaşama şansı bulmuş ve bunlardan bazıları o zamandan itibaren yerleşikliğe geçerek insan kültürel gelişiminin çok önemli bir basamağını gerçekleştirmişlerdir. İnsan yaşamında köklü bir değişikliğin yaşandığı bu dönem boyunca, yüz binlerce yıl sürdürülen avcı-toplayıcı geçim stratejisi bir anda terk edilmemiş, hem hayvan hem bitki evcilleştirilmesi üzerine kazanılan deneyimlerin yeterli bir birikim oluşturacağı döneme kadar veya bugün bildiğimiz köy yaşantısına benzer bir yaşama başlanmadan önce iki farklı geçim örüntüsüne ait izler taşıyan bir geçiş dönemi yaşanmıştır.

Yaşanılan bu geçiş dönemi, hem o zamana kadar sürdürülmüş uzman avcılık, göçebe yaşam, alet endüstrisi ve toplumsal ilişkiler gibi kültürel ve yaşanılan çevrelerin iklimsel, coğrafi koşulları bakımından ekolojik uyaranmaların, hem de insanın çevresine karşı gerçekleştirdiği uyaranma stratejileri anlamında biyolojik birikimin, değişen çevresel etkenler tarafından bir anlamda sınırlanmış, farklılaşan yaşamın beraberinde getirdiği olumlu ve olumsuz koşullara insan topluluklarının gösterdiği biyolojik ve kültürel tepkilerin izlenebildiği eşsiz bir döneme işaret etmektedir.

Yerleşik yaşama geçişle birlikte insan toplulukları farklı yaşamsal dinamiklere sahip olmuştur. Nüfus yapısındaki, hastalık ve sağlık örüntüsündeki ve sosyal yapıdaki değişimler bu dinamiklerin başında gelir. Geçiş dönemi toplulukları üzerine yapılmış birçok bilimsel araştırmada (Cohen ve Armelagos, 1984; Larsen, 1984), tarımsal üretimi önceleyen bu dönemde değişen koşullar çerçevesinde kültürel uygulamaların gelişmesi gibi olumlu sonuçların olması yanında, o dönem insanların sağlık yapılarında genel olarak bir kötüleşmenin ortaya çıktığı dile getirilmektedir. Her ne kadar yerleşik yaşam, besin depolama tekniklerinin gelişmesine olanak sağlasa ve kadınlar için hamilelik dönemi risklerinin azalmasına yol açsa da, nüfus yoğunluğunun artması, kapalı ortamlarda ve hijyenik olmayan yerleşimlerde yaşanması, besinlerin niteliğinin ve besin hazırlama tekniklerinin değişmeye başlaması yeni yaşamsal risklerin/streslerin oluşmasına önayak olmuştur.

* Araş. Gör. Ali Metin BÜYÜKKARAKAYA, Hacettepe Üniversitesi Antropoloji Bölümü, 06800 Beytepe- Ankara/ TÜRKİYE alimetin@hacettepe.edu.tr
Doç. Dr. Yılmaz Selim ERDAL, Hacettepe Üniversitesi Antropoloji Bölümü, 06800 Beytepe- Ankara/TÜRKİYE yuserdal@hacettepe.edu.tr

Bireylerin etkisi altında oldukları fizyolojik stresler, yaşamlarının her evresinde onları etkilemekle birlikte, onları en fazla bağışıklık sisteminin oluşmaya başladığı ve dış dünya ile bireysel ilişkilerin kurulduğu bebeklik ve çocukluk döneminde, yani büyüme döneminin en önemli zamanlarında etkilemektedir. Bu dönemde yaşanan hastalıklar büyüme ve gelişme sürecini olumsuz etkilemekte, büyüme bozukluklarının ortaya çıkmasına neden olmakta, hem bireysel hem de populasyon düzeyinde genel hastalık örüntüsünü etkilemektedir. Bu açıdan bakıldığında insan biyokültürel gelişiminin önemli bir evresine ait insan topluluklarında büyüme dönemi boyunca karşılaşılan streslerin ve bu streslerin bireyler üzerinde bırakmış olduğu izlerin incelenmesi, sözü geçen dönemde bireylerin ve toplulukların yeni yaşam biçimine uyarlanmalarının, farklılaşan yaşam koşullarının insan üzerindeki biyolojik etkilerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır.

Eski insan topluluklarına ait dişlerin incelenmesiyle elde edilebilecek verilerden birini oluşturan mine hipoplazileri, dişlerin ana rahminde beşinci aydan itibaren kalsifiye olmaya başlaması, üçüncü molar dişleri hariç diğerlerinin taç kısımlarının yaklaşık yedi yaşına kadar oluşumunu tamamlamasıyla büyüme döneminin en önemli zamanlarında karşılaşılan fizyolojik streslerin izlenebilmesi açısından iyi bir veri kaynağı oluşturmaktadır (Goodman ve Rose 1991).

Mine hipoplazileri, dişin taç kısmını oluşturan ameoblast hücrelerinin etkinlik dönemi olan amelogenesis evresi boyunca organizmada gelişen fizyolojik rahatsızlıklar sonucunda mine kalınlığında ortaya çıkan eksiklik ve yetersizlikleri ifade etmektedir (Goodman ve Rose 1991; FDI 1982; Hillson 1996; El-Najjar ve ark 1978) (Resim: 1). Mine hipoplazisi çalışmalarından genel olarak bireylerin büyüme dönemleri boyunca karşılaştıkları fizyolojik streslerin topluluk içindeki sıklığı, bant sayılarından hareketle bireylerin bu tarz streslerle kaç kez karşılaştığı, karşılaşılan fizyolojik streslerin şiddeti, topluluktaki alt gruplar arasında farklılık olup olmadığı ve mine hipoplazilerinin ortaya çıktığı yaş aralıkları hakkında bilgilere ulaşılabilmektedir. Bunun dışında yapılan incelemelerin topluluklar arasında karşılaştırmalı olarak çözümlenmesi ile fizyolojik stres göstergesi ve onu yaratan etkenler açısından topluluklar arasında bir fark olup olmadığı, varsa olası nedenlerinin ortaya çıkartılması açısından önemlidir.

Şimdiye kadar yapılmış birçok çalışmayla farklı geçim örüntüleri sergileyen topluluklarda fizyolojik stres göstergeleri incelenmiştir. İnsanların yerleşikliğe geçtiği dönemle ilgili kültürel ve biyolojik değişimler, genel olarak, insan toplumlarının geçirmiş oldukları evrimsel süreç, özellikle Levant ve Mezopotamya olmak üzere benzer evreyi yaşamış dünyanın birçok bölgesinde araştırılmış olmakla birlikte geçmişten günümüze sayısız kültürün yurdu olmuş Anadolu'da son zamanlara dek incelenememiştir. Özellikle günden güne artan antropolojik ve arkeolojik çalışmalarla insan kültür tarihindeki yeri daha iyi anlaşılmaya başlanan Anadolu coğrafyasının Neolitik Döneme geçiş aşamasının anlaşılmasına yönelik olan bu antropolojik çalışmayla, avcı-toplayıcı geçim örüntüsünden tarımsal geçim örüntüsüne geçiş aşamasındaki toplulukların yaşamış oldukları uyumsal sorunlar, karşılaştıkları fizyolojik stresler, özellikle Anadolu'nun farklı coğrafi alanlarında yaşamış aynı döneme tarihlenen topluluklar arasında büyüme dönemlerinde karşılaşılan fizyolojik stresler açısından bir fark olup olmadığı ortaya konmaya, varsa olası nedenleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2-Materyal ve Metot

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Diyarbakır İli sınırları içerisinde bulunan ve uzun yıllar boyunca kazısı süren Çayönü Tepesi yerleşmesi, yapılan radyokarbon ölçümleriyle günümüzden önce 10200-8100 yılları arasına tarihlenmekte ve çanak çömleksiz Neolitik Dönemden itibaren yerleşimin devam ettiği, avcı-toplayıcı yaşamdan tarıma geçişi, hayvan evcilleştirilmeye başlanmasını ve mimari gibi çeşitli kültürel ve teknik gelişimin izlenebildiği nadir arkeolojik alanlardan birisidir (Özdoğan A. 1999). Çayönü yerleşimine benzer özellikler gösteren Aşıklı Höyük yerleşmesi de, yaklaşık olarak

günümüzden 10000 yıl öncesine tarihlendirilmekte, Orta Anadolu Bölgesi'nde yerleşme geçmiş fakat tarıma henüz başlamamış, avcı-toplayıcılığı yerleşik olarak sürdüren insanlar tarafından mesken tutulmuştur (Esin 1999).

Yaklaşık aynı döneme tarihlendirilmeleri, avcı-toplayıcı alışkanlıkları henüz bırakmamış olmaları, çeşitli mimari yapılar, ölü gömme âdetleri ve beslenme stratejileri gibi özellikler bakımından birbirine benzer özellikler sergileyen Çayönü ve Aşıklı toplumları, coğrafi olarak farklı bölgelerde, dolayısıyla değişik ekolojik ortamlarda bulunmaları, yine çeşitli mimari yapılar ve arkeolojik buluntular açısından birbirinden farklı olan yönleri de sahiptir. Bu farklılıkların, büyüme sürecinde dişleri nasıl etkilediğinin belirlenmesi amacıyla Çayönü toplumundan 141 bireye ait 803 diş, Aşıklı toplumundan ise 52 bireye ait 374 diş, mine hipoplazileri açısından ele alınmıştır.

Araştırmada kullanılan insan iskelet materyalinin yaş ve cinsiyet tayinleri Prof. Dr. Metin Özbek tarafından yapılmış olup gerekli bilgiler iskelet inceleme formlarından elde edilmiştir. İskeletlere ait tüm sürekli dişler incelenmiş olup aşınması ileri derecede olan ve fiziksel koşullar nedeniyle yapıları bozulmuş olan dişler araştırmaya dahil edilmemiştir. Mine hipoplazilerinin diş üzerindeki varlığı çıplak gözle gün ışığı altında, gerekli durumlarda 10 kat büyütebilen el merceği ile incelenmiştir. Tespit edilen mine hipoplazilerinin kaydı, mine gelişimsel kusurlarının uluslararası standardizasyonunu sağlayan Federation Dentaire Internationale Index'i (Index of Developmental Defects of Dental Enamel, DDE Index) kullanılarak yapılmıştır (FDI 1982). Mine hipoplazilerinin şiddeti hafif, orta ve belirgin olarak; bant biçimli mine hipoplazilerinin oluşum yaşları ise 20 kat büyütebilen binoküler ışık mikroskobu yardımıyla incelenmiş olup her bantın mine-sement sınırından uzaklığı 1/100 mm hassasiyetinde elektronik kumpas ve mikroskop kullanılarak hesaplanmıştır (Brothwell 1981 ; Goodman ve Rose 1990). Mine hipoplazilerinin oluşum yaşı ise Goodman ve Rose (1990)'un kronolojisinden yararlanılarak saptanmıştır. Toplanan tüm veriler SPSS programına yüklenmiş, mine hipoplazilerinin sıklıkları, şiddeti, bant sayılarının topluluk içi ve topluluklararası karşılaştırmaları chi-square (X^2) testi ile yapılmıştır.

3- Bulgular

Çayönü ve Aşıklı topluluklarına ait incelenen dişler üzerinde saptanan mine hipoplazisi sıklıklarının dişlere göre dağılımı Tablo 1'de sunulmuştur. Çayönü topluluğunda mine hipoplazilerinin sıklığı % 45,9 iken bu oran Aşıklı topluluğunda % 8,0'dır. Grafik 1'den de izleneceği üzere farklılık yalnızca dişlerin geneli için değil, her bir diş grubu açısından da kendini göstermektedir. İki topluluk arasında mine hipoplazisi sıklıkları açısından ortaya çıkan farklılık hem dişlerin geneli, hem de diş gruplarında istatistiksel açıdan da anlamlıdır (Tablo: 1 $P < 0.05$).

Çayönü ve Aşıklı toplulukları arasında ortaya çıkan farklılık, yalnızca hipoplaziye rastlanma sıklıkları açısından değil, gelişim dereceleri açısından da farklılık göstermektedir (Grafik: 2, 3). Şöyle ki, Aşıklı topluluğu bireylerinde hafif dereceli mine hipoplazileri daha yoğun karşılaşılan bir durum iken, orta şiddette mine hipoplazilerine de rastlanmaktadır. Buna karşın Çayönü topluluğunda hafif dereceli mine hipoplazilerinin yanı sıra, orta, hatta Aşıklı topluluğundan farklı olarak, belirgin derecede gelişim gösteren şiddetli mine hipoplazileri de tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle, orta derecede gelişim gösteren mine hipoplazilerinin sıklığının yüksek olması ve şiddetli mine hipoplazilerine rastlanması, Çayönü topluluğu ile Aşıklı topluluğu arasında karşılaşılan fizyolojik streslerin şiddetleri açısından da farklılık olduğunu göstermektedir.

	Çayönü		Aşıklı		Toplam		χ^2	P
	n	%	n	%	n	%		
I1	80	57,5	36	5,6	116	41,4	27,617	0,000
I2	87	49,4	36	5,6	123	36,6	21,123	0,000
C	111	81,1	56	41,1	167	67,7	27,232	0,000
P1	97	50,5	49	4,1	146	34,9	30,881	0,000
P2	87	41,4	51	0,0	138	26,1	28,552	0,000
M1	163	27,0	53	0,0	216	20,4	17,967	0,000
M2	112	29,5	56	0,0	168	19,6	20,533	0,000
M3	66	37,9	37	2,7	103	25,2	15,546	0,000
Toplam	803	45,92	374	8,02	1177	33,6	29,457	0,000

Tablo 1: Çayönü ve Aşıklı toplumlarında hipoplazilerin sıklıkları

Dişler üzerinde saptanan bant biçimli hipoplazilerin bir diş üzerindeki sayısı, insanların fizyolojik streslere kaç kere maruz kaldıkları hakkında bilgiler sağlamaktadır (Goodman ve Rose 1990). Çayönü ve Aşıklı topluluklarında dişlerde gözlenen bant biçimli mine hipoplazilerinin dişlere göre dağılımına bakıldığında (Grafik: 4, 5), iki topluluk arasında fizyolojik streslere yakalanma durumları açısından da farklılıklar olduğu dikkati çekmektedir. Çayönü bir bantta sahip olan bireylerin sayısı, bütün diş grupları açısından daha sık karşılaşılan bir durum olmasına karşın, iki, üç ya da dört bantta sahip olanların azımsanamayacak kadar yüksek olduğu, hâttâ bant sayılarının beşe kadar çıktığı (köpek dişlerinde) söylenebilir. Aşıklı topluluğunda ise hem bant sayılarının sıklığı daha düşüktür, hem de bu grupta en fazla iki bantta sahip bireyler bulunmaktadır.

Çayönü ve Aşıklı topluluklarında mine hipoplazilerinin sıklığı cinsiyetler açısından da ele alınmıştır (Grafik: 6, 7). İnceleme sonucunda Çayönü topluluğunda kadınların %44,7, erkeklerin %20,5 sıklığında hipoplaziye sahip olduğu ve çoğu diş grubunda rastlanma sıklıklarının istatistiksel açıdan anlamlı olduğu belirlenmiştir. Aşıklı grubunda ise hem kadınlar (% 7,2) ile erkekler (% 9,0) arasındaki oransal farklılık daha düşüktür, hem de Çayönü topluluğundan farklı olarak erkeklerde hipoplazi sıklığı kadınlardan daha yüksektir. Eldeki veriler, iki topluluk arasında hipoplazilerinin sıklığı ve şiddetine ek olarak cinsiyetlere göre dağılımı açısından da anlamlı bir farklılığın mevcut olduğunu göstermektedir. Gruplar arasında hipoplaziler açısından bu denli farklılık bulunması, mine hipoplazilerinin oluşum yaşları açısından da grupların ele alınmasını gerekli kılmıştır. Nitekim, mine hipoplazilerinin oluşum yaşları, çocukluk çağında hangi yaş gruplarında toplulukların fizyolojik streslere daha açık oldukları hakkında önemli ipuçları sağlamaktadır. Çayönü topluluğunda mine hipoplazilerinin 1-1,5 yaş aralığında ortaya çıkmaya başladığı, 2,5-3 yaş diliminde artışa geçtiği ve en yüksek oranda 4-4,5 yaş aralığında bulunduğu saptanmıştır. Aşıklı topluluğunda ise hipoplazilerin ilk kez 3-3,5 yaş aralığında ortaya çıktığı ve 4,5-5 yaş aralığında en yüksek sıklığa ulaştığı bulunmuştur (Grafik: 8).

4- Tartışma ve Sonuç

Anadolu'nun farklı coğrafi bölgelerinde yer alan ve yaklaşık aynı döneme tarihlendirilen Çayönü ve Aşıklı yerleşimlerinde yaşamış insanlara ait dişlerde mine hipoplazilerinin sıklık, gelişim dereceleri, oluşum yaşları ve cinsiyet dağılımları açısından önemli farklılıklar saptanmıştır. Çoğunluğu, insanların büyüme dönemleri boyunca karşılaştıkları fizyolojik streslerin sonucu geliştiği belirlenen mine hipoplazilerinin, Çayönü ve Aşıklı topluluklarında farklılıklar sergilemesinin olası neden veya nedenleri neler ola-

bilir? Bu sorunun yanıtını vermeye çalışmadan önce mine hipoplazilerinin etiyolojisi ve epidemiyolojisi hakkında bilgi vermek yerinde olacaktır.

Genel olarak organizmaların karşı karşıya kaldıkları çevresel stresler, onların hücrelerinde veya organlarında çeşitli işlevsel/yapısal bozukluklara, iç dengenin bozulmasına neden olmakta ve geçici ya da kalıcı hasarlara sebebiyet verebilmektedir. İskelet üzerinde farklı şekillerde görülen stres göstergelerinin çevresel baskılar (çeşitli stres etkenleri ve sınırlı kaynaklar), kültürel sistemler (kültürel koruma sistemleri ve kültür nedenli stres yapıcılar) ve birey direncinin (bağışıklı sistemi ve genetik yapı) etkisi altında olduğu kabul edilmektedir (Goodman ve ark. 1984). Bir topluluktan diğerine bu üç nedenin değişimi, fizyolojik streslerin sıklık ve örüntülerinde farklılıklara yol açabilmektedir. Karşı karşıya kalınan birçok hastalık etkeni vücutta özgün değişimler ortaya çıkarır. Bununla beraber birçok rahatsızlık da iskelet üzerinde benzer izler bırakmaktadır (Ortner ve Putschar 1985). Her ne kadar kalıtsal anomaliler ve lokalize travmaların da etkili olduğu kabul edilse de, transvers yönelimli çizgisel mine hipoplazileri, birçok hastalığın etkili olduğu, spesifik olmayan fizyolojik stres göstergeleri olarak kabul edilmektedir (Goodman ve Rose 1991). Gerek insan topluluklarında gerekse hayvanlar üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar mine hipoplazilerine neden olan 100'den fazla hastalık olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bunlar arasında mine hipoplazisinin olası etiyolojik faktörleri olarak kızamık, sarı humma, suçiçeği, difteri, raşitizm, ishal ve çeşitli beslenme yetersizlikleri (Sarnat ve Schour 1941); enfeksiyonel hastalıklar, karaciğer rahatsızlıkları, doğumdaki metabolizma bozuklukları, yenidoğan rahatsızlıkları, nörolojik rahatsızlıklar, hormonal bozukluklar, anemi (Pindborg 1982); D vitamini eksikliği (Gottlieb 1920, Mellanby 1934, Grahnen ve Selander 1954), C vitamini eksikliği (Wollbach ve Howe 1926) ve A vitamini eksikliği (Boyle 1933), parazitik hastalıklar (aktaran Goodman ve Rose 1991) sayılabilir.

Mine hipoplazilerinin etiyolojisi ile ilgili olarak yapılan çalışmalar yanında birçok epidemiyolojik çalışma da gerçekleştirilmiştir. Yaşayan toplumlar üzerine yapılmış güncel araştırmalar mine hipoplazilerinin sıklığı ile genel yaşam koşulları arasında bağlantı olduğunu ortaya koymuştur. Örneğin, endüstrileşmesini tamamlamış ülkelerde genelde %10'un altında bir hipoplazi sıklığı ile karşılaşırken, özellikle üçüncü dünya ülkelerinde mine hipoplazilerinin çok daha yaygın olduğu belirtilmektedir. Özetle mine hipoplazilerine, dengesiz, düzensiz ve kötü beslenmeye sahip ve düşük sosyo-ekonomik gruplarda daha fazla rastlanmaktadır denilebilmektedir (Goodman ve Rose 1990 Maunders ve ark. 1992; Lanphear 1990; Blakey ve ark. 1990; Sawyer ve Nwoku 1985).

Kuşkusuz, insanların yaşamsal etkinlikleri, kültürel alışkanlıklar, sahip oldukları ekonomik düzey ve yaşadıkları çevrenin ekolojik koşulları kadar toplumsal diğer yapılar da onların sağlık örüntülerini biçimlendirebilmektedir. Örneğin, besin dağılımının ve çeşitli sağlık gereksinimlerinin paylaşımının eşitçe olmadığı, toplumsal tabakalaşmanın olduğu sistemlerde hastalığa sahip olma riski gruplar açısından farklı seviyelerde olacaktır. Benzer olarak cinsiyet rollerinde hiyerarşik bir düzenlenmenin olması aynı şekilde hastalık riskinin farklı olmasına yol açabilir. Mine hipoplazileri üzerine yapılan çalışmalarda bu tip toplumsal olgularla ilgili sonuçlara yer verilmiş; bazı çalışmalarda sosyal statü ile sağlık statüsü arasında ilişki olduğu belirtilirken (Maunders ve ark. 1992), bazılarında sosyal tabakalaşmanın çevreden kaynaklanan öldürücü etkenler için tamponlama yapamayacağı ifade edilmiştir (Cucina ve İşcan 1997). Ayrıca, yapılan çalışmaların bazılarında mine hipoplazileri açısından cinsiyet farklılıklarının olmadığı tespit edilmişken (Lovell ve Whyte 1999; Lanphear 1990), bazılarında ise bu özellik açısından bir farklılık olduğunun altı çizilmiştir (Goodman ve ark. 1991; Saunders ve Keenleyside 1999). Bu veriler, topluluklar arasında mine hipoplazilerinin sıklığında ortaya çıkan farklılıkların sağlık, beslenme, çevre, sosyal tabakalaşma farklılıklarını yansıttığına işaret etmektedir. Dolayısıyla, Çayönü ve Aşıklı topluluklarında mine hipoplazileri açısından belirlenen farklılıklar, yukarıda genelleştirilen bu başlıklardan biri ya da birkaçının ürünü olarak değerlendirilebilir.

Çayönü Neolitik yerleşmesinden ele geçirilen arkeolojik buluntular sayesinde, burada yaşamış topluluğun, çanak-çömleksiz evrede, daha çok yabanıl bitki ve hayvanlarla beslendiği söylenmektedir. Özellikle çanak-çömleksiz dönemin başında (PPNA) yabanıl domuz, keçi, sığır, koyun gibi hayvanlar, yabanıl mercimek ve bakliyat besin olarak kullanılırken, beslenme çoğunlukla avcılığa dayalı olmuştur. PPNB’de ise beslenmenin değişmeye başladığı, ızgara planlı evre başlarında domuzların yerleşim alanında tutulmaya başlanmış olabileceği, bazı yabanıl buğday türlerinin bu evre sonunda yoğun bir şekilde toplandığı, PPNB’nin Orta Fırat kültürü ile ilişkili olduğu düşünülen ikinci döneminde ise hücre planlı evre ile birlikte evcil koyun ve keçinin varlığı ve oraklar, V biçimli buluntular ve bazalt öğütme taşları ile tahıl kullanımının artmış olduğu, yani beslenmedeki değişimin belirgin bir biçimde sürdüğü dikkati çekmektedir. PPNC’de ise artık yerleşme içinde yetiştirilen ya da yerleşmeye dışarıdan getirilen evcil koyun ve keçinin beslenmede ağırlığının artırdığı belirtilmektedir. Çayönü yerleşmesinin bulunduğu Ergani Ovası’nın ekolojik koşullarının çanak-çömleksiz dönemde günümüzden farklı olduğu da dile getirilmektedir. Su samuru ve kunduz gibi çeşitli hayvan kalıntıları daha sulak ve nemli bir çevrenin varlığına işaret etmektedir. Ayrıca bataklık alanların yerleşmeye çok uzak olmadığı da belirtilmektedir (Özdoğan, A. 1999). Bunun dışında Çayönü yerleşmesinde ilkel madencilik çalışmaları yapıldığı, Kızıldeniz ve Akdeniz kökenli deniz kabukları dolaşımı ile yaygın bir ticaret ağının var olduğu, özellikle normal konut mimarisinden farklı yapıda olan “Kafataslı Bina” ile “Saltaşlı Yapı” ve “Terazzo Tabanlı Yapı” gibi çeşitli anıtsal yapıların varlığının tapınak ekonomisiyle ilişkili olabileceği ifade edilmektedir (Özdoğan, M. 1999).

Mimari ve kültürel gelişimdeki süreklilik Çayönü yerleşmesindeki kadar belirgin bir biçimde ele geçmese de, Aşıklı Höyük yerleşmesinin çanak-çömleksiz Neolitik Dönemin özelliklerini sergilediğini görmekteyiz. Aşıklı insanların da temel beslenmeleri yabanıl hayvan ve bitki üzerinedir. Yabanıl koyun ve keçinin yanı sıra sığır, at, domuz, geyik, tavşan, kuş ve balık, avlanan hayvanlar arasındadır. Ele geçirilen arkeobotanik buluntular sonucunda, Aşıklı insanların meyve, tahıl ve yabani yemişlerle birlikte az da olsa tarımı yapılan tahıllarla da beslendikleri ifade edilmektedir. Yapılan çalışmalar Orta Anadolu’nun günümüzden 10-12 bin yıl öncesinde Güneydoğu Anadolu’dan farklı olarak step vejetasyonuna sahip olduğunu göstermiştir. Aşıklı Höyük yerleşmesinde de normal konut mimarisinden farklı olarak iç duvarları, tabanı ve sekisi kırmızıya boyanmış “T yapısı” ile kasematlı duvarı ve müstemilatı bulunan büyük bir yapının bulunuşunun toplumda ayrıcalıklı kimselerin varlığına işaret ettiği belirtilmiştir (Esin 1999; Esin ve Harmankaya 1999; Aytuğ ve Görcelioğlu 1994).

Yukarıda da kısaca anlatıldığı gibi Çayönü ve Aşıklı toplulukları benzer kültürel yapılara sahip görünmektedir. Bununla beraber mine hipoplazi sıklıklarındaki farklılık, iki topluluğun çevresel streslerden farklı etkilendiklerine ya da iki topluluk için farklı çevresel streslerin varlığına işaret etmektedir. Çayönü ve Aşıklı toplulukları üzerine yapılmış antropolojik bir araştırmada (Erdal, Ö. D. 2004), bu topluluklar dejeneratif eklem rahatsızlıkları açısından ele alınmış, Aşıklı insanların sahip oldukları osteoarthritis sıklığı % 90,2, Çayönü insanların ise % 71,8 olduğu belirlenmiştir. Yapılan incelemeler, osteoarthritis sıklığının avcı-toplayıcı yaşam biçimi sürdüren topluluklarda tarımla geçimini sürdürenlere göre daha yaygın olduğunu göstermiştir. Bu durum, arkeolojik buluntularla da uyumlu bir biçimde, avcı-toplayıcı geçimin Aşıklı insanların yaşamlarında, Çayönü insanlarına göre daha baskın olduğuna işaret etmektedir. Çayönü yerleşmesinden ele geçirilen evcil hayvan kalıntıları ve tarımsal üretimle ilgili buluntular da bunu kanıtlar niteliktedir. Ayrıca Çayönü topluluğuna ait incelenen iskelet kalıntılarının 2/3’lük kısmı hücre planlı evreden ele geçirilmiştir. Bilindiği gibi bu evre evcil hayvan kalıntılarının bulunduğu ve tahıl kullanımının artmış olduğu bir dönemdir. Özellikle hayvan evcilleştirmesi, avcı-toplayıcı yaşam biçiminde insanın karşılaşma ihtimalinin zayıf olduğu çeşitli parazitik hastalık süreçlerine yol açmakta, bunun yanı sıra bu canlılardan insana geçen grip, kızıl, kızamık, çiçek, tüberküloz gibi hastalıklara da neden olmaktadır (Özbek 2000; Greenblatt ve Spigelman 2003). Ek olarak, beslenmede tahılın

ağırlık kazanması, hem beslenme kalitesinde bir düşüşe hem de bağışıklık sistemi için gerekli olan protein ve demir eksikliğine neden olması açısından, hastalık yapıcı etkenlerin oluşturduğu fizyolojik streslere daha fazla imkân vermektedir. Bunun gibi, Çayönü yerleşmesinin yakınında bulunan bataklık alanlar da çeşitli hastalıkların oluşmasında etkili olmuş olmalıdır. Çayönü ve Aşıklı topluluklarına ait bireylerindeki enfeksiyonel hastalıklara ilişkin yapılan incelemenin sonucu, Çayönü topluluğunun daha fazla enfeksiyonel hastalığa sahip olduğunu ortaya koymuştur (Çayönü % 61,1 ve Aşıklı % 51,5) (Büyükarakaya 2004). Mine hipoplazilerinin oluşumuna neden olan bu temel etkenler, topluluklardaki mine hipoplazisi sıklıklarıyla birlikte değerlendirildiğinde, Çayönü insanların bu tür fizyolojik streslerle neden daha fazla karşılaştıklarını ortaya koymaktadır.

Mine hipoplazisi sıklıklarındaki farklılıklar yanında, karşılaşılan streslerin şiddeti de, Çayönü insanların büyüme dönemleri boyunca şiddetli rahatsızlıklarla Aşıklı insanlarından daha fazla karşılaştıklarını göstermektedir. Ayrıca, bireylerin büyüme dönemleri boyunca karşılaştıkları fizyolojik stres dönemlerinin sayısına işaret eden bant biçimli mine hipoplazilerinin sayısı da bu iki topluluk arasındaki farklılıklardan bir diğerini oluşturmaktadır. Beş banda sahip dişlerin Çayönü topluluğunda mevcut olması, bu bireylerin Aşıklı'daki çağdaşlarından daha fazla etkilendiklerini göstermektedir. Hastalık yapıcı etkenlerin sayısının fazla olması ve hasta olan bireylerin bağışıklık sistemlerini tam geliştirmeye fırsat bulamadan yeniden rahatsızlanmaları veya bu sistemlerinin zarar görmesi, özellikle Çayönü insanların büyüme dönemlerinde hastalıklara karşı daha zayıf düşmelerine neden olmuş olmalıdır.

Çayönü topluluğunda birçok diş grubunda mine hipoplazisi sıklığının kadınlarda daha fazla olması, bu toplulukta büyüme dönemleri boyunca kız çocuklarının hastalanma riskine erkeklerden daha fazla sahip olduğuna işaret etmektedir. Aşıklı topluluğunda ise benzer bir durumla karşılaşmamıştır. Ayrıca, Çayönü topluluğunda dejeneratif eklem rahatsızlıkları açısından da kadınlar (% 65,9) ve erkekler (% 84,0) arasında bir fark tespit edilmişken Aşıklı topluluğunda belirgin farklılığa (erkeklerde % 88,2, kadınlarda % 91,7) rastlanmamıştır (Erdal, Ö. D. 2004). Bu sonuçlar, Çayönü topluluğunda cinsiyetler arasında farklı uğraşların, farklı beslenme düzeylerinin ağırlık kazandığına işaret etmektedir.

Bilindiği gibi erkekler, biyolojik olarak çevrede oluşan olumlu ve olumsuz değişimlere kadınlara göre daha hassas bir yapıya sahiptir. Saunders ve Keenleyside (1999), hastalık oranlarının çok fazla olduğu gelişmekte olan ülkelerde, kızların daha fazla hastalık oranlarına sahip olmasının, erkeklerin çevresel değişkenlere karşı daha hassas oldukları hipotezine zıt bir örnek oluşturduğunu, bunun, birçok gelişmekte olan ülkede olduğu gibi büyümeleri boyunca erkekler daha iyi bakım uygulanmasıyla açıklanabileceğini söylemektedir. Özellikle yerleşime geçilmesiyle birlikte erkeklerin kamusal alanda etkinliklerini artırmaları, ticaret ve savaş gibi konularda baskın konuma gelmeleri, cinsiyet rollerindeki farklılığın altının çizilmesi ve cinsiyetler arasında bir tabakalaşmanın ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Mevcut bu durum ise hem beslenmede hem de bakımda anlamlı farklılıklara yol açabilmektedir (Kottak 2001; Lukacs 1992). Bu açıdan bakıldığında, Çayönü topluluğunda erkeklerin kamusal alanda daha fazla yer almaları ve kadınların hastalığa yakalanma riskinin daha fazla olması bu toplulukta cinsiyetler arasında bir tabakalaşmanın olabileceğini akla getirmektedir.

Mine hipoplazilerinin ortaya çıktığı yaş aralıklarının tespiti hem etiyolojik açıklamaya hem de karşılaşılan dönemsel streslerin zamanlarının ve yoğunluklarının belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Çayönü topluluğunda mine hipoplazileri 1-1,5 yaşlarından itibaren görülmeye başlanmakla birlikte 2,5-3 yaşlarında artışa geçmekte ve özellikle 4-4,5 yaşlarında en yoğun seviyesine ulaşmaktadır. Aşıklı topluluğunda ise 3-3,5 yaşlarından itibaren mine hipoplazileri görülmeye başlamakta ve 4,5-5 yaş aralığında en üst seviyesine ulaşmaktadır. Hipoplazilerin yaşlara göre dağılımında Aşıklı topluluğunda 0-3 yaş arası hipoplazi tespit edilmeyişinin diş sayısının az olması ve hipoplazi sıklığının az olması ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Mine hipoplazilerinin Çayönü topluluğunda yaşlara göre dağılımına baktığımızda bu stres göstergelerinin nedenleriyle ilgili ilginç sonuçlar çıktığını görmekteyiz. Bu alanda yapılan diğer çalışmalarda mine hipoplazilerinin ortaya çıkış nedenleri çoğunlukla sütten kesme döneminde bireyin hastalık yapıcılarla sıklıkla karşılaşılması sonucu olduğu, bu nedenle mine hipoplazilerinin sütten kesme ile ilgili olduğu ifade edilmektedir. Bununla birlikte mine hipoplazilerinin ortaya çıkışında beslenme yetersizlikleri ve hastalıklara maruz kalmanın birlikte etkileşiminin, sütten kesmeden daha önemli olduğu da belirtilmektedir (Blakey ve ark. 1994; Goodman ve ark. 1991; Lovell ve Whyte 1999; Katzenberg ve Pfeiffer 1995).

Yapılan araştırmalar, Çayönü'nde bebek ve çocukların dişlerinde 2-2,5 yaş aralığında aşınmalar oluşmaya başladığını göstermiştir. Benzer şekilde, Çayönü topluluğu üzerine yapılan izotop analizleri de, sütten kesme yaşının 2 yaşlarında gerçekleştiğine işaret etmektedir (Özbek 2004). Bu durumda Çayönü topluluğunda mine hipoplazilerinin sıçrama yaptığı ilk dönem sütten kesmenin yarattığı streslerle açıklanabilmektedir. Fakat mine hipoplazilerinin daha sıklıkla bu dönem sonrası ortaya çıkması ve özellikle 4-4,5 yaş aralığında zirve yapması, sütten kesmeden çok sonraki dönemlerde ortaya çıkan hastalık yapıcılar ve beslenme yetersizliklerinin birlikte etkileşimi olduğunu ortaya koymaktadır. Mevcut bu durum, Çayönü topluluğunun 15 yaş altı ölümlülük eğrisi ile de desteklenmektedir. Bireylerin ölümlerine neden olan stresler özellikle 2-3 ve 4-5 yaş arasında artmış ve bu dönemlerde ölümlülük diğer çoğu yaş aralığına göre yüksek bir değere sahip olmuştur (Grafik: 9).

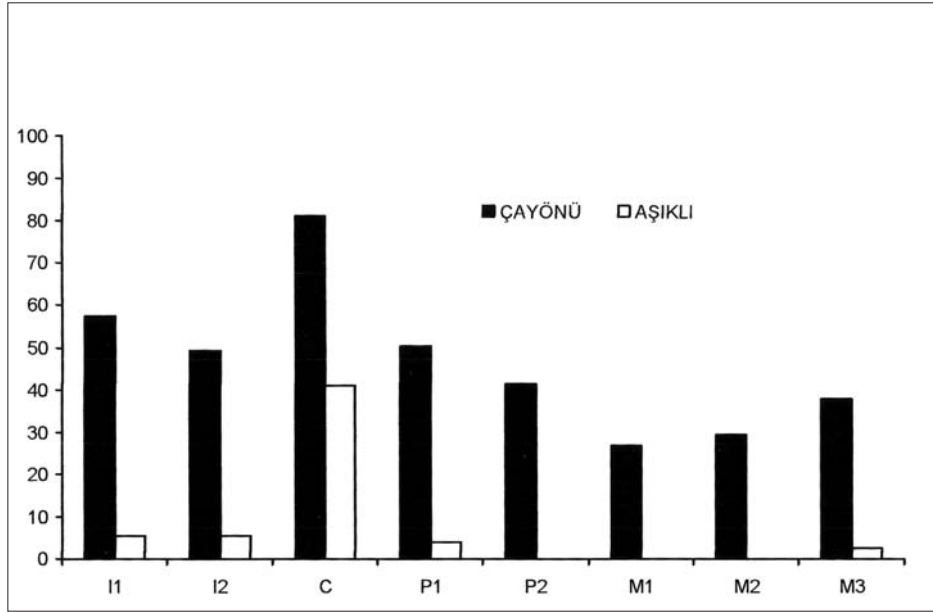
Eldeki bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, Çayönü topluluğundaki bireylerin büyüme dönemleri boyunca Aşıklı topluluğundan daha fazla fizyolojik strese maruz kaldıkları söylenebilir. Anadolu'nun benzer tarihsel ve kültürel dönemlerine ait yerleşik yaşama geçen ilk toplulukları olan Çayönü ve Aşıklı arasındaki gözlenen farklılıkların geniş anlamda ekolojik ortamlarındaki farklılıklardan temellendiği, beslenme alışkanlıkları, sağlık yapısı ve yaşam biçimindeki farklılıklarla belki de derinleştiği söylenebilir. Farklılaşmada, cinsiyete dayalı iş bölümünün ve olasılıkla toplumsal organizasyonun gelişmesi sonucu ortaya çıkmış olabilecek sosyal tabakalaşmanın da etkili olmuş olabileceği söylenebilir.

KAYNAKÇA

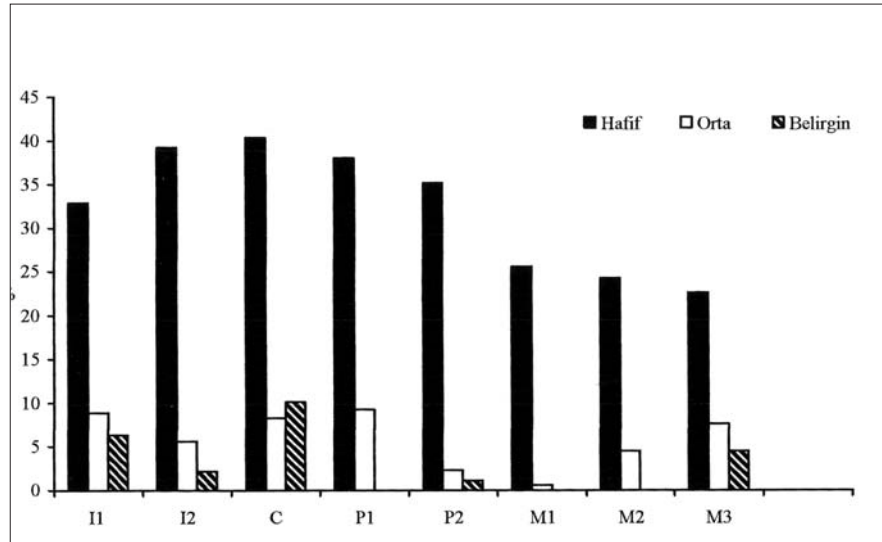
- AYTUĞ, B. ve GÖRCELİOĞLU, E. 1994. "Achaebotany in Anatolia." *29th International Symposium on Archaeometry*, Ankara, 9-14 Mayıs 1994.
- BROTHWELL, D.R., 1981 *Digging Up Bones*. British Museum (Natural History), Oxford University Press.
- BLAKEY, M.L., LESLIE T.E. ve REIDY J.P. 1994. "Frequency and Chronological Distribution of Dental Enamel Hypoplasia in Enslaved African Americans: A Test of the Weaning Hypothesis" *Am J Phys Anthropol* 95: 371-383.
- BÜYÜKKARAKAYA, A.M. 2004. *Anadolu Erken Neolitik Toplumlarında Mine Hipoplazilerinin Epidemiyolojik Açıdan İncelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Ankara, Hacettepe Üniversitesi.
- COHEN, M.N. ve ARMELAGOS, G.J. 1984. *Paleopathology at the Origins of Agriculture*. Orlando: Academic Press.
- CUCINA, A. ve İŞCAN M.Y. 1997. Assessment of Enamel Hypoplasia in a High Status Burial Site. *American Journal of Human Biology*, 9:213-222.
- ÇAMBEL, H., BRAIDWOOD, R.J., ÖZDOĞAN, M. 1982 "1981 Yılı Çayönü Kazıları." *Kazı Sonuçları Toplantısı*, 4: 9-24.
- ÇAMBEL, H., BRAIDWOOD, R.J., ÖZDOĞAN, M. ve SCHIRMER, W. 1985 "1984 Yılı Çayönü Kazıları." *Kazı Sonuçları Toplantısı*, 7:37-52.

- ÇAMBEL, H., BRAIDWOOD, R.J., ÖZDOĞAN, M. ve SCHIRMER, W. 1987 "1986 Yılı Çayönü Kazıları." *Kazı Sonuçları Toplantısı*, 9:39-63.
- ÇAMBEL, H., BRAIDWOOD, R.J., ÖZDOĞAN, M. ve SCHIRMER, W. 1989 "1988 Yılı Çayönü Kazıları." *Kazı Sonuçları Toplantısı*, 11:59-79.
- EL-NAJJAR, M.Y., DESANTI, M.V. ve OZEBEK, L. 1978 "Prevalence and Possible Etiology of Dental Enamel Hypoplasia." *American Journal of Physical Anthropology* 48: 185-192.
- ERDAL, Ö.D. *Eklemler Hastalıklarının Yaşam Biçimiyle İlişkisi: Eski Anadolu Toplulukları Örneği*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Ankara, Hacettepe Üniversitesi, 2004.
- ESİN, U. 1991 "1990 Yılı Aşıklı Höyük Kurtarma Kazısı (Kızılkaya Köyü- Aksaray İli)." *13. Kazı Sonuçları Toplantısı*, 13: 131-153.
- ESİN, U. 1999 "Aşıklı Höyük Kurtarma Kazıları" Oktay Belli (Ed.), *Türkiye Arkeolojisi ve İstanbul Üniversitesi* (1932-1999), İ.Ü.Rektörlüğü Yayınları No:4242, İstanbul, s.20-28.
- ESİN, U. ve HARMANKAYA, S. 1999 "Aşıklı" M. Özdoğan(Ed.), *Neolithic in Turkey*, Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul, s.115-131.
- FEDERATION DENTAIRE INTERNATIONALE. 1982 "An Epidemiological Index of Developmental Defects of Dental Enamel (DDE Index)" *Int Dent*, 32 : 159-167.
- GOODMAN, A.H., MARTIN, D.L. ve ARMELAGOS, G.J. 1984 "Indications of Stress From Bone and Teeth." M.N. COHEN ve G.J.ARMELAGOS (Eds.), *Paleopathology at the Origins of Agriculture*, Orlando: Academic Press, s. 13-45.
- GOODMAN, A.H., MARTINEZ, C. ve CHAVEZ, A. 1991 "Nutritional Supplementation and the Development of Linear Enamel Hypoplasias in Children From Tezontepan, Mexico." *American Journal of Clinical Nutrition* 53,s. 773-81.
- GOODMAN, A.H. ve ROSE, J.C. 1990 "Assessment of Systemic Physiological Perturbations From Dental Enamel Hypoplasias and Associated Histological Structures." *Yearbook of Physical Anthropology* 33,: 59-110.
- GOODMAN, A.H. ve ROSE, J.C. 1991 "Dental Enamel Hypoplasias as Indicators of Nutritional Status." M.A. Kelley, ve C.S. Larsen (Eds.) *Advances in Dental Anthropology*, New York: Wiley-Liss, Inc, s. 279-293.
- GREENBLATT, C. ve SPIGELMAN, M. 2003 *Emerging Pathogens: archaeology, ecology and evolution of infectious disease*, Oxford University Press, Oxford ve New York, 2003.
- HILLSON, S. 1996 *Dental Anthropology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- KATZENBERG, M.A., PFEIFFER, S. 1995 "Nitrogen Isotope Evidence For Weaning Age in a Nineteenth Century Canadian Skeletal Sample.", Anne L. Grauer (Ed.), *Bodies of Evidence*, John Wiley & Sons, Inc., s. 221-235.
- KOTTAK, P.K. 2001 *Antropoloji, İnsan Çeşitliliğine Bir Bakış*, (Çev. Ed. Sibel Özbudun) Ütopya Yayınevi, Ankara.
- LANPHEAR, K.M. 1990 "Frequency and Distribution of Enamel Hypoplasias in a Historic Skeletal Sample." *American Journal Physical Anthropology* 81: 35-43.
- LARSEN, C.S. 1984 "Health and Disease in Prehistoric Georgia: The Transition to Agriculture." M.N. COHEN ve G.J.ARMELAGOS (Ed.), *Paleopathology at the Origins of Agriculture*, Orlando: Academic Press, s. 367-389.
- LOVELL, N.C. ve WHYTE, I. 1999 "Patterns of Dental Enamel Defects at Mendes, Egypt." *American Journal of Physical Anthropology* 110: 69-80.
- LUKACS, J.R. 1992 "Dental Paleopathology and Agricultural Intensification in South Asia: New Evidence From Bronze Age Harappa." *American Journal of Physical Anthropology* 87: 133-150.
- MASSET, C. 1982 *Estimation de l'âge Au Deces Par Les Sutures Craniennes*. These de Doctorat es Sciences. Université de Paris VII.

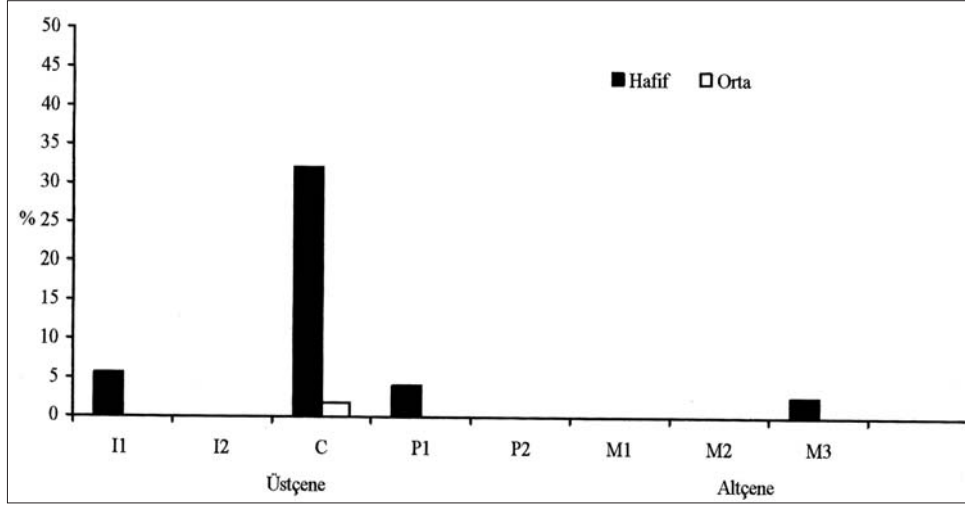
- MASSLER, M., SCHOUR, I. ve PONCHER, H.G. 1941 "Developmental pattern of the Child as Reflected in the Calcification Pattern of the Teeth." *Am. J. Dis. Child.* 62: 33-67.
- MAUNDERS, J., GOODMAN, A.H. ve FROMENT, A. 1992 "The Ecology of Dental Enamel Hypoplasias Among Seven Cameroonian Groups, *Journal of Human Ecology* Special Issue, 2: 109-116.
- ORTNER, D.J., ve W.G.J. PUTSCHAR. 1995 *Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. Washington : Smithsonian Press.
- ÖZBEK, M. 1988 "Çayönü İnsanları ve Sağlık Sorunları" *Arkeometri sonuçları Toplantısı*, 4: 121-152.
- ÖZBEK, M. 2000 *Dünden Bugüne İnsan*, İmge Kitabevi, Ankara.
- ÖZBEK, M. 2004 *Çayönü'nde İnsan*, Arkeoloji ve Sanat Yayınları, Ankara.
- ÖZDOĞAN, A. 1999 "Çayönü" M.Özdoğan (Ed.), *Neolithic in Turkey*, İstanbul: Arkeoloji ve Sanat Yayınları, s. 35-63.
- ÖZDOĞAN, M. 1999 "Güneydoğu Anadolu Karma Projesi ve Çayönü Kazıları." Oktay Belli (Ed.), *Türkiye Arkeolojisi ve İstanbul Üniversitesi (1932-1999)* , İstanbul: İ.Ü.Rektörlüğü Yayınları No:4242, s. 14-19.
- ÖZDOĞAN, M., ÖZDOĞAN, A. ve DAVIS, M. 1990 "1989 Yılı Çayönü Kazıları" *Kazı Sonuçları Toplantısı* 12 (1) : 71-86.
- PINDBORG, J.J. 1982 "Aetiology of Developmental Enamel Defects Not Related to Fluorosis." *Int. Dent. J.* 32-2:123-135.
- SARNAT, B.G. ve SCHOUR, I. 1941 "Enamel Hypoplasia (Chronic Enamel Aplasia) in Relation to Systemic Disease: A Chronologic, Morphologic and Etiologic Classification." *Jour. A.D.A.*, Vol.28, December 1941: 1999- 2000.
- SAUNDERS, S.R. ve KEENLEYSIDE, A. 1999 "Enamel Hypoplasia in a Canadian Historic Sample." *American Journal of Human Biology* 11:513-524.
- SAWYER, D.R. ve NWOKU, A.L. 1985 "Malnutrition and The Oral Health of Children in Ogbomosho, Nigeria." *Journal of Dentistry For Children*, March-April, s. 141-145.
- UBELAKER, D. H. 1978 *Human Skeletal Remains*, Adline Publishing Company, Chicago.



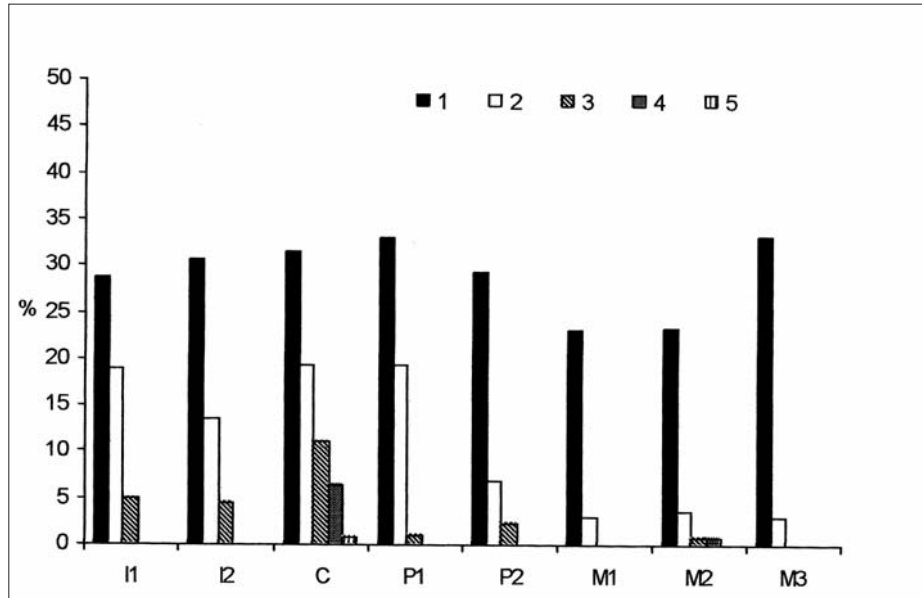
Grafik 1: Çayönü ve Aşıklı toplumlarında hipoplazilerin sıklıkları



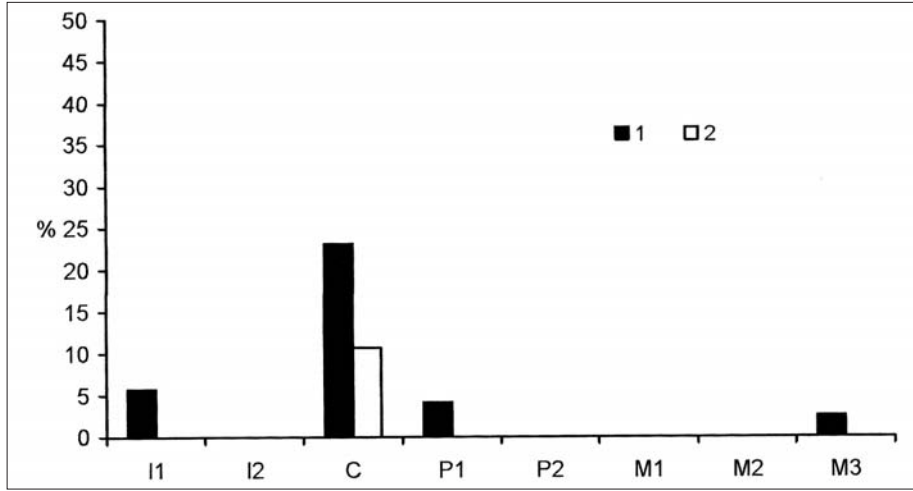
Grafik 2: Çayönü toplumunda tespit edilen hipoplazilerin şiddeti



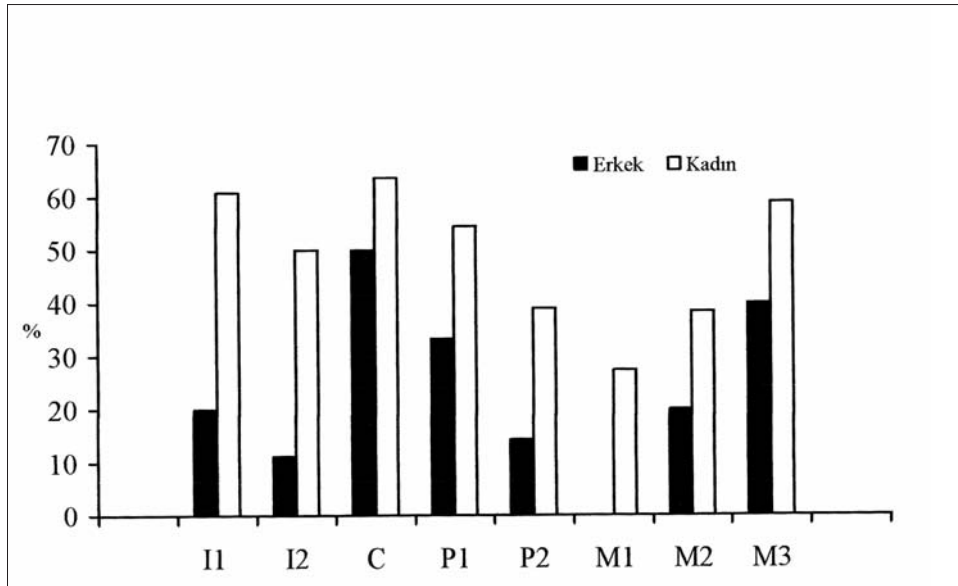
Grafik 3: Aşıkli toplumunda tespit edilen mine hipoplazilerin şiddeti



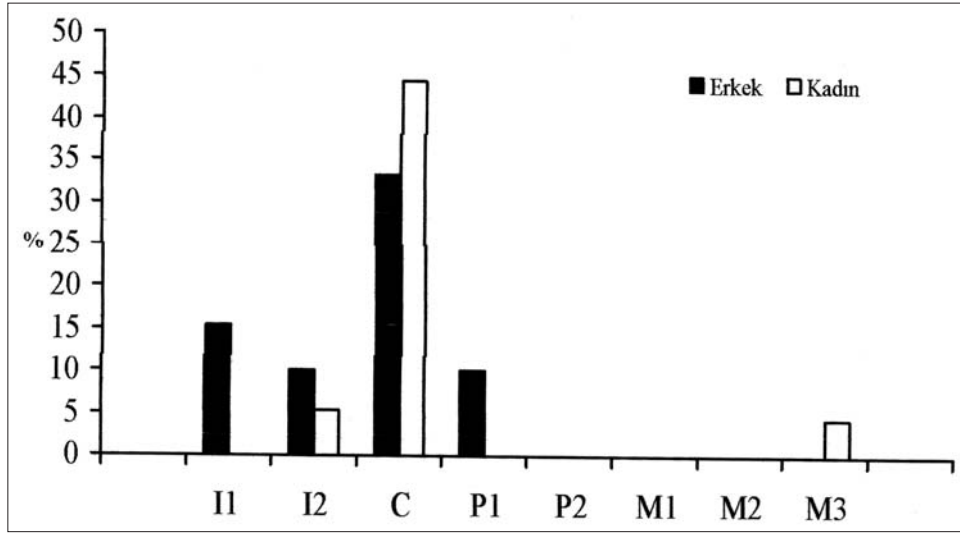
Grafik 4: Çayönü topluluğunda bant sayılarının dişlere göre dağılımı



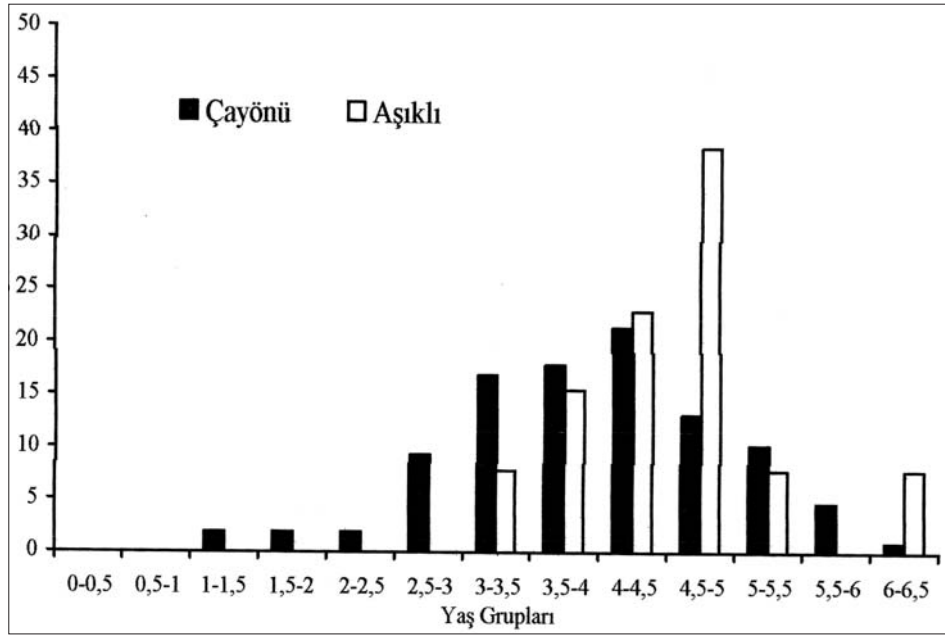
Grafik 5: Aşıklı toplumunda bant sayılarının dişlere göre dağılımı



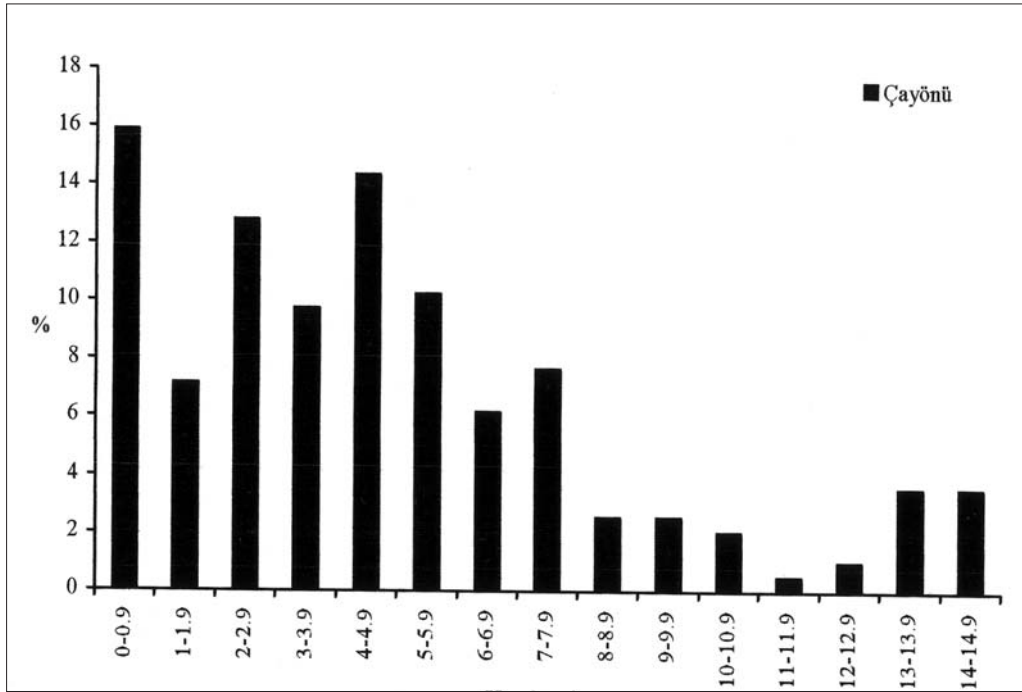
Grafik 6: Çayönü toplumunda cinsiyetlere göre hipoplazi sıklıkları



Grafik 7: Aşıklı toplumunda cinsiyetlere göre hipoplazi sıklıkları



Grafik 8: Çayönü ve Aşıklı toplumlarında hipoplazilerin kronolojik dağılımları



Grafik 9: Çayönü topluluğu 15 yaş altı bireylerin ölüm eğrisi



Resim: 1

ÇALIŞILAN SELÇUKLU ESERLERİNİN TAHRİBATSIZ MUAYENE METODLARIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

A. Beril TUĞRUL*

ÖZET

Bu çalışmada, tahribatsız muayene metotları kullanılarak bazı Selçuklu eserleri üzerinde uygulamalar yapılmıştır. Üzerinde çalışılan eserlerin hepsi Türk-İslâm Eserleri Müzesi'ne ait eserlerdir ve farklı zamanlarda, farklı amaçlarla çalışılmış eserler olup bu çalışmada bir arada tanıtılmaktadır. Eserlerin hepsi 13.yüzyıla tarihlendiği belirtilen eserlerdir. Hepsinin malzemesi metaldir. Eserlerin coğrafi olarak ait olduğu bölge ise, esas itibarıyla Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleridir. Yapılan çalışmayla, eserlerin malzeme durumu, mekanizma tekniği ve imalat teknikleri konusunda değerlendirmeler yapılabilmiş ve eserlere hasar vermeden ileri bilgiler edinilebilmiştir.

ABSTRACT

EVALUATION OF THE ARTIFACTS FROM SELJUKS' PERIOD BY NON-DESTRUCTIVE METHODS

In this study, it was applied the non-destructive testing methods on the Seljuks' artifacts. All the artifacts belongs to Turkish-Islamic Arts Museum and they were realized in the different times for the different purposes, but they are informed together in this study. They are inform that dated from the 13th century and all of tem are metal artifacts. Their originated rfrom eastern and south-eastern Anatolia. With this study, it is searched on materials evaluation, determination of mechanism and evaluation of manufacturing technics can be realized and advanced knowledge can be taken non-destructively.

GİRİŞ

Çalışılan malzemeye herhangi bir hasar veya zarar vermeden malzemeye ilişkin bilgi alınabilen teknikler genel olarak "Tahribatsız Muayene Metotları" olarak adlandırılmaktadır. Gelişen teknolojiyle, günümüzde tahribatsız muayene metodu olarak nitelebilecek birçok teknik bulunmaktadır. Bu tekniklerden önemli bir grubu, radyografi teknikleri oluşturmaktadır¹. Bir diğer önemlisi ise ultrasonik muayenedir. Bunlardan ayrı

* Prof.Dr. A. Beril TUĞRUL, İstanbul Teknik Üniversitesi-Enerji Enstitüsü Nükleer Araştırmalar Anabilim Dalı, 34469 Maslak-İstanbul/TÜRKİYE

1 Halmshaw, W.R. 1991, *Nondestructive Testing*, Edward Arnold, London; Cunningham, T.G., Graham, S.C., 1986, "Imaging The International Structure of Bulk Materials By Microfocal Radiography", *Materials and Design*, Vol. 7, No.5, pp:223-231.

olarak, manyetik parçacık, sıvı penetrant, girdap akımları yöntemleri ve spektroskopi teknikleri v.b. yöntemler de tahribatsız muayene metodları arasında sayılmaktadır².

Tahribatsız muayene yöntemleri, hâlen farklı alanlarda başarıyla uygulanmaktadır. Bu yöntemlerin tamamı endüstride geniş uygulama alanı bulmaktadır. Buna karşın, objesi canlı insan olan tıp da, radyografi ve ultrasonografi gibi teknikleri teşhis amaçlı olarak kullanılmaktadır. Arkeometride de hayli farklı tahribatsız muayene metodları uygulanmaktadır³. Hatta yeni gelişen teknikler de, arkeometri içinde kendilerine farklı amaçlarla uygulama alanları bulabilmektedir.

Bu çalışmada, Selçuklu eserleri üzerinde tahribatsız muayene metodları ile yapılan bazı çalışmalar biraraya toplanarak tanıtılmaya çalışılacaktır. Tahribatsız muayene metodu olarak, X-ışını radyografi tekniği, gama radyografi tekniği, nötron radyografi tekniği, ultrasonik muayene metodu ve mikroskopi ile çalışılmıştır.

Kullanılan tahribatsız muayene yöntemlerinden radyografi üç farklı teknik bağlamında uygulanmıştır. Bunlarda ilki, X-ışını radyografi tekniğidir. Bu teknik, çalışılan eserlerin iç kısımlarının veya üzerinde bulunduğu şüphelenilen bazı izlerin görülmesine yönelik olarak esere herhangi bir müdahalede bulunmadan inceleme yapmak üzere kullanılmıştır. Bir başka deyişle, çalışılan eserlerin içinin veya detayının görülmesi X-ışını radyografi tekniğinin uygulanmasıyla mümkün olabilmektedir. İkincisi gama radyografisidir. Kalın parçaların incelenmesi için tercih edilen gama radyografisi, X-ışını radyografi tekniğinin uygulama sınırlarını zorlayan eser için yine eserin yapısının görülmesi amacıyla tercih edilmiştir. Nötron radyografisi ise, eserlerde varlığından şüphelenilen organik madde kalıntılarının araştırılması amacıyla uygulanmıştır.

Ultrasonik muayene, değerlendirme açısından önemli olacağı düşünülen hallerde kullanılmış olup esas itibarıyla hassas kalınlık tayini yapılması amacıyla uygulanmıştır. Mikroskopi tekniği için ise, genel yüzey incelemeleri ve detay değerlendirmeleri amacıyla kullanılmıştır. Bu çalışmalar sırasında, İ.T.Ü. Enerji Enstitüsü laboratuvarlarında bulunan cihazlardan yararlanılmıştır.

Bu çalışmada üzerinde çalışılan eserlerin hepsi Türk-İslâm Eserleri Müzesi'ne aittir⁴. Farklı zamanlarda, farklı amaçlarla çalışılmış eserler olup bu çalışmada bir arada tanıtılacaklardır.

Eserlerin hepsi 13. yüzyıla tarihlendiği belirtilen eserlerdir. Hepsinin malzemesi metaldir. Eserlerin coğrafi olarak ait olduğu bölge ise, esas itibarıyla Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleridir.

YAPILAN ÇALIŞMALAR

Çalışılan ilk eser hayvan figürü görünümünde bir elemandır. Üzerinde çizgi desenler bulunmakta olup 13. yüzyıla tarihlendiği belirtilmiş bir eserdir. Resim 1'de söz konusu eserin fotoğrafı görülmektedir. Bu eserin radyografı ise, Resim 2'de verilmektedir.

2 McIntire, P., Brynart, L.E., 1985, "Nondestructive Testing Handbook" *American Society for Nondestructive Testing (ASNT)*, USA; Mix, P.E., 1987, "Introduction to Nondestructive Testing", *John Wiley and Sons Ltd. Baffine Lane, Chichester, England*; Catz, L., 1995, "Nondestructive Testing Handbook" *The Materials Information Society Marquette University, Milwaukee, USA*.

3 B. Tuğrul, "Arkeometride Nükleer Tekniklerin Kullanımı", TÜBİTAK Arkeometri Ünitesi, VI. Ulusal Arkeometri Kolektiyumu, 15-17 Mayıs 1985, İstanbul, Bildiri Kitabı, TÜBİTAK Yayınları, No: 622, s: 12-29.

4 B. Tuğrul, C. Soyhan, "Bazı Türk-İslâm Kilitlerinin X-ışını Radyografi Tekniği İle Değerlendirilmesi" X. Uluslararası, Kazı, Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu, Ankara, 23-27 Mayıs 1988, *Arkeometri Sonuçları Bildiri Kitabı*, s:239-252; B. Tuğrul, "Radiological Studies on Anatolia", 29 th International Symposium on

Archaeometry, Ankara, 9-14 May. 1994, Proceeding, pps: 483-496; B. Tuğrul, 1996, "A Radiographic Study of The Door of The Great Mosque (Ulucami) at Cizre", *Journal of Near Eastern Studies*, Vol: 55, No: 3, pp. 187-194;

B. Tuğrul, F. Sungur, A. Görkem, N. Ölçer, "Cizre-Mardin Ulucami Kapısının Restorasyonunda Radyografi Tekniklerinin Kullanımı", VIII. Uluslararası, Kazı, Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu, Ankara, 26-30 Mayıs 1986, *Arkeometri Sonuçları Toplantısı Kitabı*, s:105-117; B. Tuğrul, A. Özay, "Türk-İslâm Eserleri Üzerindeki Bazı Muslukların Radyografi Tekniği İle İncelenmesi" XI. Uluslararası, Kazı, Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu, Ankara, 18-23 Mayıs 1989, *Arkeometri Sonuçları Toplantısı Kitabı*, s:119-131.

Radyografin incelenmesinden hayvan figürünün gövdesinde boşluk bulunduğu, ayrıca hayvan figürünün burun kısmında kalınlık düşümü olduğu görülmektedir. Gövde boyunca içeride yer alan boşluk bölgesine yerleştirilen ek parça ile bu elemanın, bir bağlantı elemanı olarak çalışmakta olduğu anlaşılmaktadır. Eserin iç bölgesinde etkilenenin olduğu söylenebilir. Ek parçanın sonu, hayvan figürünün kuyruğu biçimindedir. Böylelikle, kapalı halde, figür tamamlanmış olmaktadır.

Çalışılan ikinci eser, yine hayvan figürü parçasıdır. Eser, bir önce incelenen elemanla aynı tipte olup at biçimindedir. Bu elemanın içine giren bir parça bulunmaktadır. Bu parça at figürlü parçadan ayrılabilen ve bitim kısmı yine kuyruk biçimini alarak atın kuyruğunu oluşturmaktadır. Ancak, bir önceki esere göre daha gösterişlidir. Eserin fotoğrafı Resim 3'te görülmektedir. At figürü parçanın radyografı Resim 4'te, ayrılabilen parçanın radyografı Resim 5'te ve her iki parçanın fonksiyonel kullanım hâlindeki radyografı ise Resim 6'da verilmektedir.

Resim 4'teki radyografin incelenmesinden atın gövdesi boyunca boşluk bulunduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca, baş bölgesinde, başı kateden bir boşluk da görülmektedir. Boşluk cidarları net olarak gözlenebilmektedir. Resim 5'teki radyografin incelenmesinden ayrılabilen parçanın uç kısmı ile cidarlarında kimi etkilenme izleri görülmektedir. Bu bakımdan, boyutların küçüklüğü de göz önüne alındığında, dikkatle muhafazası gereken bir eleman durumundadır. Resim 6'daki radyografin incelenmesinden içe geçen elemanla birlikte durum görülmektedir. İçe geçen ve kuyruk elemanı olarak da nitelenebileceğimiz parça, atın sağrı bölgesindeki yuvasına yerleştirildiğinde eleman bir bağ kilidi oluşturmaktadır.

Üçüncü çalışılan eser bir musluktur. 6,5x9 cm. ebadında pirinçten yapılmış olup Env. No: 1328'dir. Musluk kulpu hayvan biçimindedir. Ayrıca, musluk ağzı da hayvan başı şeklindedir. Musluk fotoğrafı Resim 7'de görülmektedir. Radyograflar iki farklı yönden çekilmiştir. Üstten çekilen radyograf Resim 8'de, yandan çekilen radyograf ise Resim 9'da görülmektedir.

Musluk çalışır vaziyette değildir. Bir başka deyişle, musluk işlevselliğini kaybetmiştir. Resim 9'da görülen radyograftan musluk mekanizmasının genel çalışma prensibine uygun olarak imal edildiği görülmektedir. Burada, bir hat elemanı bulunduğu ve bu hat eleman üzerinde bir yuvanın yer aldığı görülmektedir. Kulpla kumanda edilen kapama elemanı içinde bir delik bulunmaktadır. Kapama elemanı kulptan kumanda edilerek döndürüldüğünde, hat elemanı ile paralel hâle getirildiğinde su akmaktadır. Delik, Resim 8'deki radyografıta görüldüğü üzere, hat elemanına dik olarak geldiğinde ise kapama elemanı, hat elemanı tıkamış olduğundan musluktan su akmamaktadır. Radyograflardan, musluğun, kapalı durumda sıkışmış olduğu görülmektedir.

Ayrıca, radyograflardan anlaşıldığı üzere, musluk iç cidarında bazı arızalar bulunduğu görülmektedir. Bunların, musluğun kullanım sürecinde meydana gelmiş olabileceği düşünülmektedir. Bunlardan ayrı olarak, musluk elemanı üzerinde kimi radyografik yoğunluk farklılıkları da görülmektedir ki; bunların imalat hatası olduğu düşünülmektedir. Bunlardan bir tanesi önemli bir hata gibi görünmektedir. Ancak, eleman önemli bir yük taşımaya maruz kalacak bir eleman olmadığından işlevsel kullanım sırasında hasar oluşturmamıştır.

Çalışılan son iki parça Cizre Ulucamii kapısına aittir. Cizre Ulucamii kapısı iki kanatlı olup ahşap üzerine pirinç kaplamaya sahiptir. Pirinç kaplama elemanların üzerinde ayrıca yerleştirilmiş yine pirinç süsleme elemanları bulunmaktadır. Resim 9'da kapı kanatlarından birinin fotoğrafı görülmektedir.

Kapı kanatları üzerindeki pirinç kaplama eleman yekpare değildir. Çeşitli büyüklüklerde parçaların bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Kapı kanatlarından birinin restorasyonu sırasında, kaplama elemanı pirinç levhaların arka yüzeyinde, bazı desenlerin bulunduğu anlaşılmıştır. Bu desenli parçalardan birinin incelenmesine ilişkin tahribatsız muayene metotlarıyla yapılan çalışmalar burada tanıtılmaya çalışılacaktır. Söz konusu parça, boyalı desenli bir parçadır ve fotoğrafı Resim 10'da görülmektedir.

Bu parça üzerinde öncelikle, X-ışını radyografi tekniği ile çalışılmıştır. Çekilen X-ışını radyografi Resim 11'de görülmektedir. Radyografin incelenmesinden desenin tamamı net olarak görülebilmüş ve çocuk başlı kuş deseni ve bezemeleri belirlenmiştir. Ayrıca, desenin yapılış tekniği hakkında da bilgi alınabilmektedir.

Bu parçaya İTÜ TRIGA Mark-II Reaktörü teğetsel ışınlama tüpünde nötron radyografi tekniği uygulanmış ve boyanın organik esaslı olduğu belirlenmiştir. Fazla olarak, boya izleri de gözlenebilmiştir.

Bu parça için, ultrasonik muayene yöntemi kullanılarak kalınlık tayini yapılmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda, parçanın (desen çizgileri dışında) hayli üniform bir kalınlığa sahip olduğu ve kalınlığının esas itibarıyla 0,628 mm. olduğu belirlenmiştir. Bu kalınlık mertebesiyle, çalışılan parça, kalın motifli parçalar grubuna girmektedir.

Çalışılan son parça, Cizre Ulucamii kapısının iki tokmağından biri olup önemli bir eserdir. Tokmak başlıca iki kısımdan oluşmaktadır. Biri ana tokmak parçası ve diğeri de bağlantı parçasıdır. Tokmak parçası simetrik olup sırt sırta vermiş iki ejder figürü içermektedir. Gerçekte her iki kapı kanadı için birer tane olan tokmalardan biri yurtdışında bulunmaktadır. Bu çalışmada Türkiye'de kalan tokmak üzerinde çalışılmıştır. Söz konusu tokmağın fotoğrafı Resim 13'te görülmektedir.

Tokmak kalınlığı göz önüne alınarak gama radyografi tekniği ile çalışılmıştır. Tokmağın radyografi Resim 14'te görülmektedir. Radyografin incelenmesinden, tokmakta imalat hatası bulunduğu görülmektedir. Ayrıca, metal yoğunluğu simetrisinin de sağlanamadığı gözlenmektedir.

SONUÇ

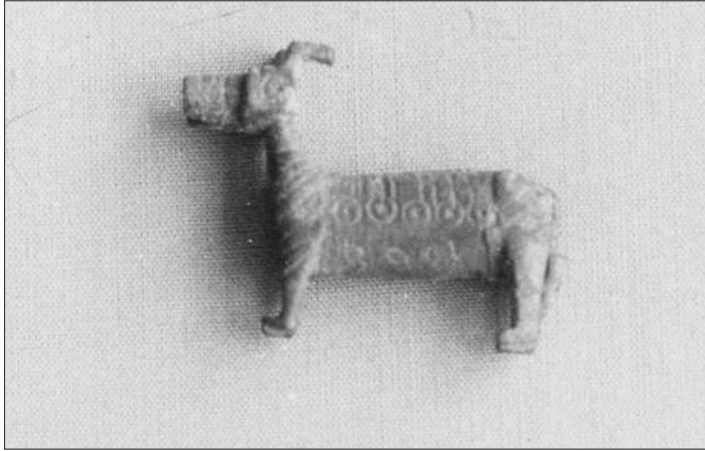
Bu çalışmayla tahribatsız muayene metotlarıyla Selçuklu eserleri üzerinde yapılan uygulamalar sonucunda;

- Eserlerin genel durumları belirlenebilmiştir.
- Etkilenme bölgeleri tespit edilmiştir.
- Mekanizma tekniği hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir.
- İmalat tekniği ve/veya biçimi belirlenebilmiştir.
- Boya izleri tespit edilmiştir.
- Klasifiye edilmelerine yardımcı olunabilmektedir.

Böylelikle, çalışılan eserler üzerinde farklı yönlerden incelemeler yapılabilmüş ve tüm bu çalışmalar, eserlere herhangi bir müdahale olmaksızın ve eserlere zarar vermeden gerçekleştirilebilmiştir.

TEŞEKKÜR

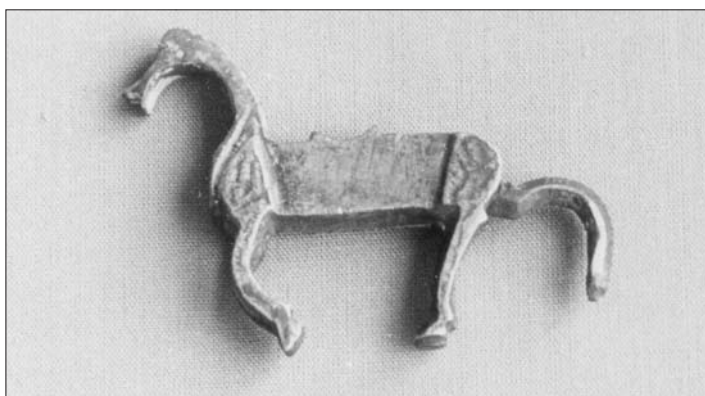
Bu çalışmada, eserler üzerinde çalışma imkânı sağlayan Türk-İslâm Eserleri Müzesi Müdürlüğü ile İstanbul Restorasyon ve Konservasyon Merkez Laboratuvarı Müdürlüğü'ne teşekkür etmek isterim.



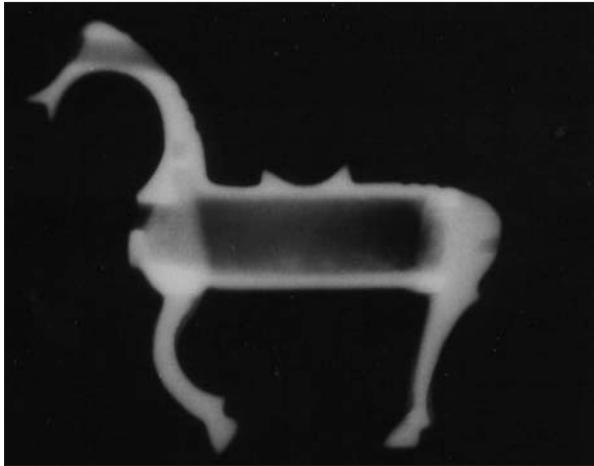
Resim: 1



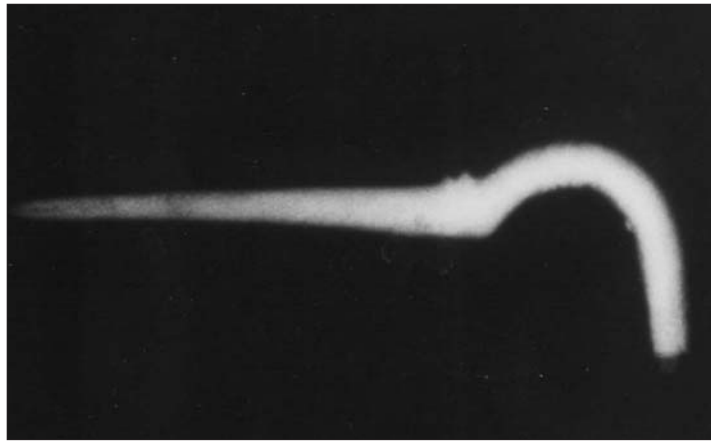
Resim: 2



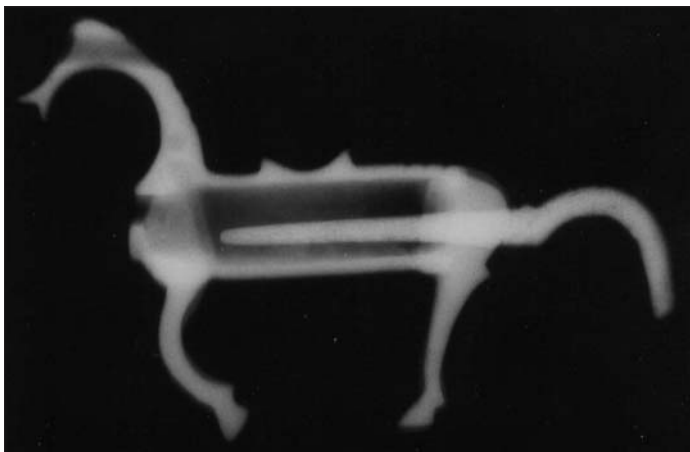
Resim: 3



Resim: 4



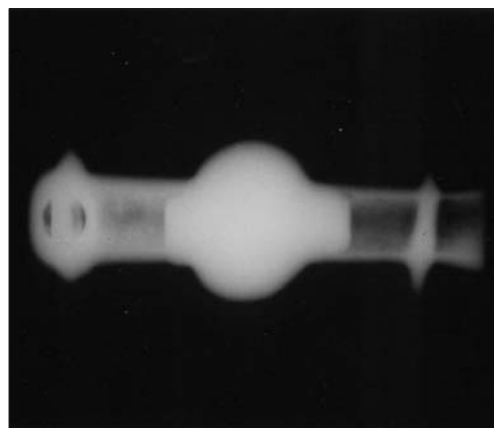
Resim: 5



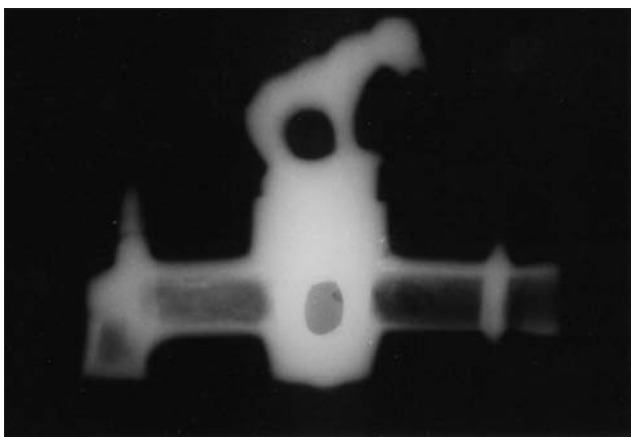
Resim: 6



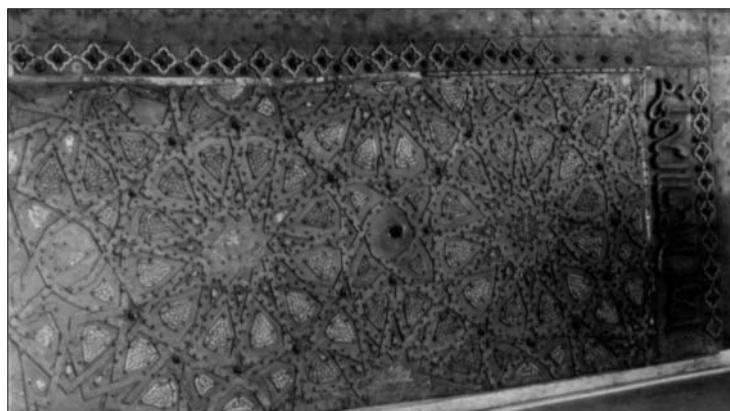
Resim: 7



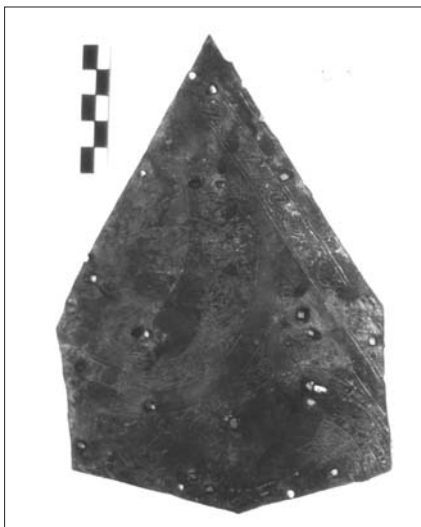
Resim: 8



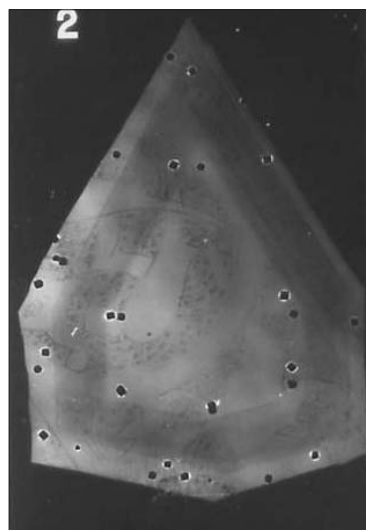
Resim: 9



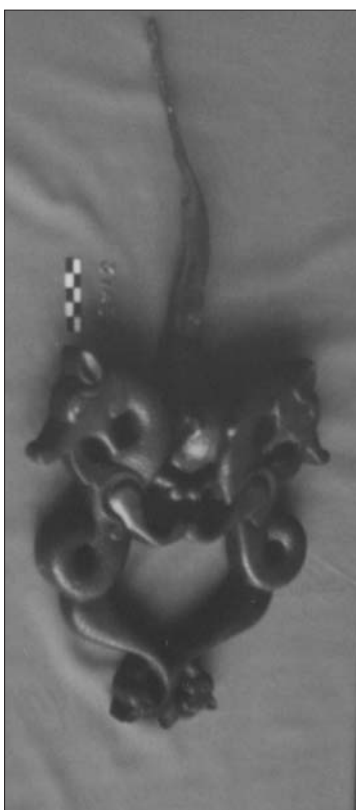
Resim: 10



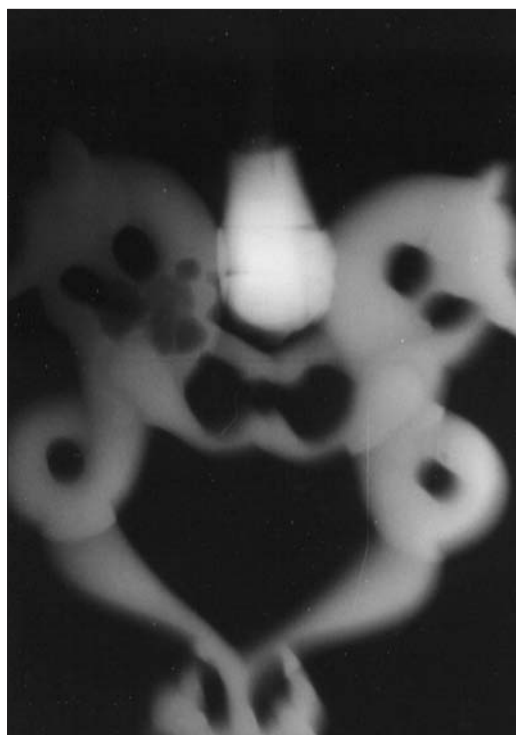
Resim: 11



Resim: 12



Resim: 13



Resim: 14

OPTİK UYARMALI LÜMİNESANS TEKNİĞİ İLE LAODİKEİA (DENİZLİ/TÜRKİYE) YAPI SERAMİKLERİNİN İNCELENMESİ

Mustafa ÖZBAKAN*
Aymelek ÖZER
Tayfun DEMİRTÜRK

Özet

Bu çalışma Laodikeia antik kenti kalıntılarındaki bulunan seramiklerin Işık Uyar-
malı Lüminesans yöntemiyle tarihlendirilmesini içermektedir. Bu yöntem İngilizce de-
yiminden gidilerek kısaca OSL (Optically Stimulated Luminescence) adı da verilir.

Kazı Yeri

Denizli İli'nin 6 km. doğusunda, Eskihsar, Goncalı, Bozburun köyleri sınırları
içinde kalan, Lykos (Çürüksu) Vadisi'nin en önemli ve büyük antik kenti Laodikeia, Se-
leukoslar (Suriye) Kralı II. Antiokhos tarafından eşi Kraliçe Laodike adına M.Ö. 3. yüz-
yılın ortalarında kurulmuştur (Resim: 1)¹. Laodikeia M.S. 494'deki büyük depremde ta-
mamen yıkılmış ve bir daha toparlanamamıştır. Özellikle de M.S. 7. yüzyıl başında
meydana gelen diğer büyük deprem sonunda, su yolları bozulmuş, ova kentlerini git-
tikçe tehdit altına alan Sasani ve Arap istilaları sonucu, korumasız olan kent güneye,
Denizli Kaleiçi'ne Ladik adıyla taşınmıştır. Laodikeia'da Anadolu'nun en eski yedi kili-
sesinden birisi yer almaktadır ve ayrıca kutsal kitap İncil'de de adı geçmektedir².

Giriş

Gelişen bilim ve teknoloji, arkeolojik ve jeolojik bulguların tarihlenmesinde önem-
li rol oynamakta ve bu dallarda çalışan bilim insanlarına yorum ve öngöründe bulunmak
için bilimsel temeller sağlamaktadır. Günümüzde arkeolojik ve jeolojik bulguların tarih-
lenmesinde bir çok yöntem kullanılmakla birlikte, bunların içinde son yirmi yıldır en po-
püler olanı OSL yöntemidir. Bu yöntemle, yapısında quartz veya feldspar bulunduran
tüm inorganik maddelerin yaklaşık olarak 50 ile 500.000 yıl aralığında %5-10 belirsiz-
lik payı ile tarihlemesi yapılabilmektedir. Burada tarihlemeden kasıt, bu bulguların en
son ışık ile etkileştiği ya da yüksek sıcaklığa (300-500 °C) maruz kaldığı zamanın be-
lirlenmesidir.

* Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZBAKAN, ODTÜ Fizik Bölümü, Arkeometri Anabilim Dalı 06531 Ankara/TÜRKİYE
Prof. Dr. Aymelek ÖZER, ODTÜ Fizik Bölümü, Arkeometri Anabilim Dalı 06531 Ankara/TÜRKİYE
Araş. Gör. Tayfun DEMİRTÜRK, ODTÜ Fizik Bölümü 06531 Ankara/TÜRKİYE

1 http://www.pau.edu.tr/laodikeia/kent_plani.htm

2 <http://www.pau.edu.tr/laodikeia/tarihce.htm>

<http://www.pau.edu.tr/laodikeia/religion.htm>

OPTİK UYARMALI LÜMINESANS YÖNTEMİ

Bilindiği gibi tüm tarihlendirme yöntemleri, bazı maddelerde zaman geçtikçe çeşitli doğal etmenlere bağlı olarak çoğalan ya da azalan fiziksel niceliklerin ölçümüne dayanır. Ek olarak tarihlendirme için söz konusu niceliğin sıfırlayan bir olaya ve niceliğin birikme ya da azalma hızının bilinmesine ihtiyaç vardır.

Kazı yerlerinde bulunan seramik, taş, çakmaktaşı gibi örneklerde bazı doğal inorganik maddeler bulunur. Bu inorganik maddeler kuartz (SiO_2) ve feldspar (KAlSi_3O_8 - Orthoclase, KAlSi_3O_8 - Microcline, $\text{NaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ - Plagioclase) minerallerini içerir. Örnekteki bu mineraller çevrede bulunan düşük yoğunluktaki radyoaktif uranyum, toryum ve potasyum izotoplarından gelen ve iyonlaşmaya neden olan radyasyonlara (α -alfa, β -beta, γ -gama) maruz kalır. Söz konusu radyasyon, minerallerdeki bazı elektronlar tarafından enerji olarak soğurulur ve enerji soğuran bu elektronlar bulundukları kararlı enerji düzeyinden kararsız üst enerji düzeylerine çıkarlar. Kararsız enerji düzeylerine çıkan elektronlar soğurdukları enerjiyi fotonlar yayarak kaybederler ve tekrar geldikleri kararlı düzeye inerler. Foton yayma olayına ışıma ya da genel deyişle lüminesans denir (Çizim: 1).

Kararsız üst enerji düzeyindeki elektronların bazıları kristal içinde yer alan ve kristalin saflığını bozan çok küçük yoğunluktaki elementlerin neden olduğu, tuzak adı verilen enerji düzeylerine yakalanırlar ve bu tuzaklarda birikirler. Böylece, örnekte zaman geçtikçe artan miktarda enerji depolanır. Depolanan bu enerji uyarıcı bir etmen ile lüminesans olarak boşaltılabilir ve enerjinin miktarı lüminesans miktarı olarak ölçülebilir.

Doğada farklı lüminesans olayları gözlenir ve gözlenen olaylar uyarıcı etmenlerin türlerine göre adlandırılır. Örneğin, uyarıcı etmen ışık ise bu olaya Optik Uyarmalı Lüminesans ya da İngilizce karşılığından gidilerek kısaca hem OSL (Optically Stimulated Luminescence) hem de PSL (Photo-Stimulated Luminescence) adı verilir. Benzer biçimde uyarıcı etmen ısı ise bu olaya Isı Uyarmalı Lüminesans ya da kısaca TL (Thermoluminescence) denir. Doğada gözlenen bazı lüminesans olayları alttaki çizelgede görülmektedir.

Lüminesans Olayının Adı	Uyarıcı Etmen
Optik Uyarmalı Lüminesans	Işık
Isı Uyarmalı Lüminesans	Isı
Radyolüminesans	Radyoaktiflik
Katodolüminesans	Katot Işınları

Çevre radyasyonuna maruz kalarak örneğin zamanla biriktirdiği toplam enerjinin ölçüsü olan lüminesans miktarına toplam doz denir. Örnekteki toplam doz laboratuvarda, özel üretilmiş ölçü düzeneği ile ölçülür. Örneğin bulunduğu doğal çevresi içinde ve bir senelik sürede maruz kaldığı radyasyon miktarına da senelik doz denir ve senelik doz dozimetre adı verilen ve laboratuvarda özel olarak üretilen örnekler kullanılarak ölçülür. Senelik doz ölçümü için hazırlanan dozimetreler tarihlenecek örneğin bulunduğu yere gömülür ve yeterince bekletilerek örneğin maruz kaldığı radyasyona maruz bırakılır. Daha sonra topraktan çıkarılan dozimetrelerde biriken lüminesans ölçülerek, tarihlenecek örnekteki enerji depolanma hızı doz/sene olarak belirlenir. Tarihlenecek örnekte ölçülen toplam doz ile dozimetreye ölçülen senelik doz değerleri,

$$\text{Yaş} = \frac{\text{Toplam Doz}}{\text{Senelik Doz}} = \frac{\text{Toplam Doz}}{kD_{\alpha} + D_{\beta} + D_{\gamma} + D_c}$$

bağıntısına konularak örneğin yaşı hesaplanır. Yukarıdaki bağıntıda, k: alfa parçacıklarının zayıflama katsayısını, kD_{α} : alfa parçacıklarına bağlı etkin doz miktarını, D_{β} : beta parçacıklarından gelen doz miktarını, D_{γ} : gama ışınlarından gelen doz miktarını ve D_c : kozmik ışınlardan gelen doz miktarını göstermektedir³.

Lüminesans olayını sıfırlayan olay ise örneğin belirli sıcaklıkların üstünde ısıtılarak pişirilmesi ya da gün ışığına maruz kalması olabilir (Çizim: 3). Bu nedenle örneğin yaşı, örnekteki lüminesans olayının en son sıfırlandığı zamandan günümüze, başka deyişle örnekteki lüminesansın ya da toplam dozun ölçüldüğü zamana kadar geçen süreye eşittir.

Lüminesans olayını sıfırlayan olaylardan da görüldüğü gibi, bu yöntemle geçmişte arkeolojik ya da doğal olaylar sonucunda ateşte pişirilen seramik, yangın geçirmiş taş, çakmaktaşı ve toprak gibi çeşitli örnekler tarihlenebilir. Yöntem aynı zamanda arkeolojik ve doğal olaylar sonucu çökelen ve çökelti ya da tortul (sediment) denilen örnek türlerine de uygulanabilir.

Lüminesans yöntemiyle 500.000 yıl öncesine kadar tarihlleme yapılabilir. Görüldüğü gibi yöntem insanların yaşadığı önemli dönemlerin ve jeolojik devirlerin en sonuncusu olan ve Kuaterner denilen devirle ilgili tarihllemelerde kullanılabilir. Yöntemle bulunan tarihlerdeki belirsizlik ısıtılan örneklerde $\pm$ %3 ile %10, çökelti türü örneklerde $\pm$ %5 ile %20 arasında değişir. Tarihllemeye ek olarak lüminesans yöntemi dozimetre uygulamalarında, radyasyon kazalarında, beton yapıların yangına maruz kalması gibi olaylarda da önemli yararlar sağlar. Bu tarihlleme tekniğinden ilk olarak 1985 yılında D.J. Huntley ve arkadaşları tarafından bahsedilmiştir⁴.

Bir örnekteki toplam dozu bulmak için çeşitli yöntemler vardır. Bu çalışmada toplam dozun hesaplanmasında Çoklu Örnek Doz Ekleme Tekniği (Literatürde kullanılan deyişle MAAD: Multiple Aliquots Additive Doze technique) ve Çoklu Örnek Yeniden Yapılandırma Tekniği (Literatürde kullanılan deyişle MAR: Multiple Aliquots Regeneration technique) yöntemleri kullanıldı. Toplam dozun hesaplanmasında örneklerde bulunan kuartz ya da feldspar kristallerinden yararlanıldı. Şayet kuartz kullanılıyorsa örneklerin monokromatik yeşil ışıkla, Feldspar kullanılıyorsa örneklerin kızıl ötesi ışınlarla uyarılması ve ince tanecik boyutunda (15-25 μ m) hazırlanması gerekir. Farklı dalga boylarının kullanılmasının nedeni tuzak derinliklerinin farklı olmasıdır. Uyarılmak istenen tuzak derinliğine uygun dalga boyundaki fotonlar kullanılmadığı takdirde elektronların tuzaklardan çıkarılması mümkün değildir. Bu çalışmada feldspar kullanıldığı için uyarma işlemi 800 $\pm$ 80 nm dalga boylu kızıl ötesi ışınlar yayan LED lerle yapıldı ve örnekler ince tanecikli olarak hazırlandı.

Örneklerin Alınması ve Seçimi

Laodikeia'dan alınan örnekler uygulanacak tarihlleme yöntemi nedeniyle gece karanlığında ve kırmızı ışık altında alınmıştır. Örnekler alınırken kazıyı yürüten arkeologların görüş ve istekleri doğrultusunda hareket edilerek örnek seçimi yapılmıştır. Örneklerin alındığı yerler Resim 2, 3, 4, 5, 6 ve 7'de görülmektedir. Arkeologlar örnek-

³ M.J. Aitken, "Thermoluminescence Dating", 1985

⁴ D. J. Huntley, D.I. Godfrey-Smith & M. L. W. Thewalt (1985), "Optical dating of sediments" *Nature*, Vol. 313, pp. 105-107

leri Laodikeia kentindeki yaşam hakkında olabildiğince ayrıntılı bilgi sahibi olmak üzere farklı yerlerden seçmişlerdir.

Örneklerin Hazırlanması

Örnekler ışığa maruz kalabilecekleri için, karanlık ortamda dış yüzeyleri 2-3 mm. derinliğe incek biçimde eğyle kazınır. Kazınan örnekler çekiçle dövülerek mümkün olduğunca küçük parçalara ufalanır. Ufalanmış bu parçalar elektrikli öğütücülerden de geçirilerek çok küçük ince toz parçacıkları haline getirilir. Toz parçacıkları ile birlikte bulunabilecek organik maddeleri ve tuzları ayırmak için örnek daha sonra kimyasal işlemle geçirilir. Bu işlemde örnekler önce %10'luk HCl asitle etkileşmeye bırakılır ve gaz çıkışı bitinceye kadar işlem sürdürülür. En sonunda örnekler damıtık su ile yıkanır. Daha sonra örnekler H_2O_2 ile tepkimeye sokulur ve damıtık su ile bir kaç kez yıkanarak etüvde 40-50 °C sıcaklıkta kurumaya bırakılır.

Kuruyan örnekteki parçacıkların boyut ayrışmasını yapabilmek için örnek asetonla karıştırılarak çamur çözeltisi haline getirilir. Çamur çözeltisi delik büyüklüğü 38 mm. olan elekten geçirilerek ince taneciklerin ayrışması sağlanır. Bu işlem esnasında boyutları 0 ile 38 mm. arasında olan tanecikler elekten geçer. Çalışmada boyutları 15-25 mm. arasında olan tanecikler gerekir. Elekten geçen tanecikler yoğunluk farkından yararlanarak Stoke⁵ yöntemiyle istenen boyutlara ayrıştırılır. Bu yöntemde, aseton içinde çözülmüş bulanık çamur çözeltisi 10 cm. boyunda bir tüp içine koyularak 2 dakika süreyle bekletilir. Bu sürenin sonunda tüpün alt kısmında biriken çökelti bırakılarak sadece üst kısımda biriken asetonlu çözelti başka bir tüpe alınır ve 20 dakika süreyle beklemeye bırakılır. Bu sürenin sonunda önceki işlemin tersi yapılarak üst kısımdaki çözelti atılarak alt kısımdaki alınır. En sonunda elde edilen bu çökeltiye açık renkte bir bulanıklık elde edilinceye kadar aseton eklenir. Bu çözelti otomatik pipetle önceden dibine 10 mm. çapında aliminyum veya çelik diskler yerleştirilmiş kuartz tüplere eşit hacimlerde koyularak etüve yerleştirilir ve 40-50 °C de asetonun uçması sağlanır. Bu işlemin ardından aliminyum diskler bulundukları tüplerden çıkartılır ve deney tepsilerine yerleştirilir. Tüm örnek hazırlık işlemleri laboratuvarında ve kırmızı ışık altında yapılır.

Toplam Doz Hesaplama Yöntemleri

1. Çoklu Örnek Hazırlama Tekniği: (MAAD :Multiple Aliquots Additive Doze technique)

Bu teknikte 10 mm. çaplı aliminyum diskler üzerinde hazırlanan, 15-25 µm tanecik boyutlarına sahip örnekler gruplara ayrılır. Bu gruplardan birine hiç doz verilmez, ancak diğer gruplara Sr_{90} (Stronsium) - β kaynağı ile farklı miktarlarda doz verilir. Dozlama işleminin ardından tüm örnekler bir ön ısıtma işlemine tabi tutulur. Feldspar örnekler 160 °C de 20 dakika süreyle ısıtılır. Ön ısıtmadan geçen örnekler 100 saniye süresince 800 ± 80 nm dalga boyu kızıl ötesi ışınlarla uyarılarak tuzaklardan kurtulan elektronların meydana getirdiği lüminesans miktarı foton çoğaltıcı tüp yardımıyla ölçülür. Örnekler her bakımdan eşdeğer olmayabileceği için normalizasyon işlemi yapılır. Normalizasyon işlemi için örnekler 500 °C sıcaklıkta bir saat süreyle ısıtılır ve boşalmadan kalabilecek tüm tuzaklar boşaltılır. Daha sonra soğuyan örnekler 10 Gy test dozu verilir. Dozlanan bu örnekler 100 sn süresince yeniden kızıl ötesi ışınlarla uyarılarak test dozlaması esnasında tuzaklanan elektronlardan gelen lüminesans ölçülür ve her bir örnek için bir normalizasyon katsayısı elde edilir. Gerekli düzeltmeler yapılarak lüminesans olayını ifade eden sayım-doz eğrisi çizilir (Çizim: 4a). Aslında doğru olması beklenen bu grafiğin uzantısı alınarak doz eksenini kestiği nokta bulunur. Bu nokta doz eklenmemiş doğal örneklerden elde edilen sayımın doz karşılığını verir.

5 M.J. Aitken, "Science-Based Dating in Archaeology", 1990

2. Çoklu Örnek Yeniden Yapılandırma Yöntemi: (MAR: Multiple Aliquots Regeneration technique)

MAR yönteminde, üstte açıklanan MAAD yönteminden farklı olarak örneklerin doğal lüminesans sayımları ve normalizasyon çarpanları en başta birlikte elde edilir. Daha sonra tüm örnekler 500 °C de bir saat süreyle ısıtılarak derin tuzaklarda kalan elektronların boşalması sağlanır. Isıtma işleminin ardından örnekler gruplara ayrılarak her grup farklı miktarlarda dozlanır. Dozlama işleminden sonra örnekler 160 °C de 20 dakika süreyle ön ısıtma işleminden geçirilir. Ön ısıtma işleminden geçirilen örnekler 800 ± 80 nm dalga boylu kızıl ötesi ışınlarla uyarılıp lüminesans miktarı sayılır. Örnekler için sayım-doza grafiği çizilir ve grafikten gidilerek toplam doz bulunur (Çizim: 4b). Bu grafik, İngilizce karşılığına benzetilerek doz-tepki grafiği olarak da adlandırılır.

Senelik Doz Hesaplaması ve Dikkat Edilecek Hususlar

Bir örneğin lüminesans miktarı hem çevresinden gelen hem de kendi içinden kaynaklanan radyasyona bağlıdır. Alfa ve beta parçacıkları, sırasıyla, 0.03 mm. ile 3 mm. arasında etki yaratır. Gama ışınlarının etki uzaklığı ise 300 mm. kadardır. Örneğin üst tabakaları 3 mm. kazınarak çevreden gelen alfa ve beta etkileri yok edilir. Gama ışınlarının etkisi ise örneğin alındığı yere dozimetre yerleştirilerek ölçülür. Kozmik ışınlardan kaynaklanan etki ise sabit kabul edilir ve bu etki yaklaşık 0.25-29 mGy/sene kadardır. Örneklerde bulunan uranyum, toryum ve potasyum izotoplarının miktarları ölçülerek bunların senelik doza katkıları bulunur. Bunlara ek olarak etkin doz miktarının bulunmasında örneklerin su doygunluğunun da hesaba katılması gerekir.

Laodikeia Örneklerinin Tarihleme Sonuçları ve Yorumlar

Bu çalışmada kullanılan örneklerin tümü seramik olup elde edilen tarihleme sonuçları, içerdikleri belirsizliklerle birlikte altta görülmektedir.

Örnek Adı	Örneğin Cinsi	Elde Edilen Tarih (yıl)	Belirsizlik (yıl)
LDKY1	Seramik yer karosu	1090	± 90
LDKY2	Seramik yer karosu	1430	± 100
LDKY3	Seramik su künkü	1450	± 110
LDKY4	Seramik su künkü	1530	± 120
LDKY5	Seramik tavan karosu	900	± 70
LDKY6	Seramik tavan karosu	890	± 60

Yukarıdaki tarihleme sonuçları bu örneklerin en son yüksek ısıya maruz kaldıkları zamandan günümüze kadar geçen süreyi ya da güneş ışınlarının etkisinden kurtularak toprak altına girdikleri tarihi vermektedir. Elde edilen bu sonuçlar Laodikeia kazısını yürüten arkeologların beklentileriyle uyumludur. Laodikeia kentinin M.S. 5. yüzyılın sonlarına doğru büyük bir deprem geçirdiği, deprem sonucunda büyük hasar gördüğü ve yeniden inşa edildiği ve su künklerinin yenileriyle değiştirildiği düşünülmektedir. LDKY3 ve LDKY4 örnekleri için bulunan sonuçlar bu düşüncüyü doğrulamaktadır. Ayrıca, M.S. 11. yüzyılda başlayıp 12. yüzyılın sonlarına kadar süren Haçlı Seferleri ve Selçuklular'ın bu tarihlerde Anadolu'ya yayılmaları dikkate alınırsa, kilisenin de bir yangın atlattığı olması muhtemeldir. LDKY5 ve LDKY6 örneklerinin sonuçları böyle bir yangının olduğunu göstermektedir. LDKY1 ve LDKY2 No.lu örneklerinden elde edilen sonuçlar ise kilisenin kuzey giriş kapısının sağ tarafındaki odanın da 5. yüzyıldaki depremden sonra yapıldığına işaret etmektedir.

Sonuç

Genel olarak arkeometri uygulamalarında lüminesans yöntemiyle bulunan tarihlerde %13 belirsizlik kabul edilebilir. Bu çalışmada OSL yöntemiyle bulunan tarihleme sonuçları beklenen değerlerle uyum sağlamaktadır ve belirsizlik 7% (yüzde yedi) civarındadır. Söz konusu belirsizlik ölçüm sonuçlarından gidilerek bulunmuştur. Benzer çalışmalardan elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında, bu belirsizlikler kabul edilen sınırlar içindedir.

LDKY1 ve LDKY2 örnekleri aynı odanın tabanından alındıkları için tarihlerinin aynı olması beklenir. Ancak elde edilen sonuçlar farklıdır. Bu farkın ana nedeni LDKY1 örneğinin gün ışığına maruz kalmış bir örnek olmasıdır. Her ne kadar LDKY1 örneğinin dış yüzeyinin kazınarak iç kısımdan alınan malzeme kullanılmış ise de, burada kısmi bir doz kaybı olduğu görülmektedir.

Aynı kazı yerinden toplanacak başka örneklerin farklı yöntemlerle tarihlenerek sonuçların karşılaştırılması Laodikeia kentinin geçmişinin daha iyi yorumlanmasını sağlayacaktır.

Katkı ve Teşekkür

Bilindiği gibi arkeometri, disiplinlerarası bir çalışma alanıdır. Bu çalışmada da farklı alanlardan çeşitli kişilerin önemli katkıları olmuştur. Çalışma esnasında yardım ve emeğini esirgemeyen Pamukkale Üniversitesi Arkeoloji Bölümü'nden Doç. Dr. Celal Şimşek'e; Denizli Müze Müdürlüğü arkeologlarından Ali Ceylan'a; Doç. Dr. H. Yeter Göksu'ya, TAEK TL Laboratuvarı'ndan Dr. Birol Engin ve Hayrünnisa Demirtaş'a; OD-TÜ Kimya Bölümü AES Laboratuvarı'ndan Yard. Doç. Dr. Fırat Aydın'a; ODTÜ Arkeometri Anabilim Dalı öğrencilerinden Burcu Devrim Çiftçi ve Üftade Muşkara'ya teşekkürlerimizi sunarız.

Referanslar

<http://www.pau.edu.tr/laodikeia/tarihce.htm>

<http://www.pau.edu.tr/laodikeia/religion.htm>

http://www.pau.edu.tr/laodikeia/kent_plani.htm

KAYNAKÇA

AD. J. HUNTLEY, D.I. GODFREY-SMITH & M. L. W. THEWALT (1985), "Optical dating of sediments" *Nature*, Vol. 313, pp. 105-107.

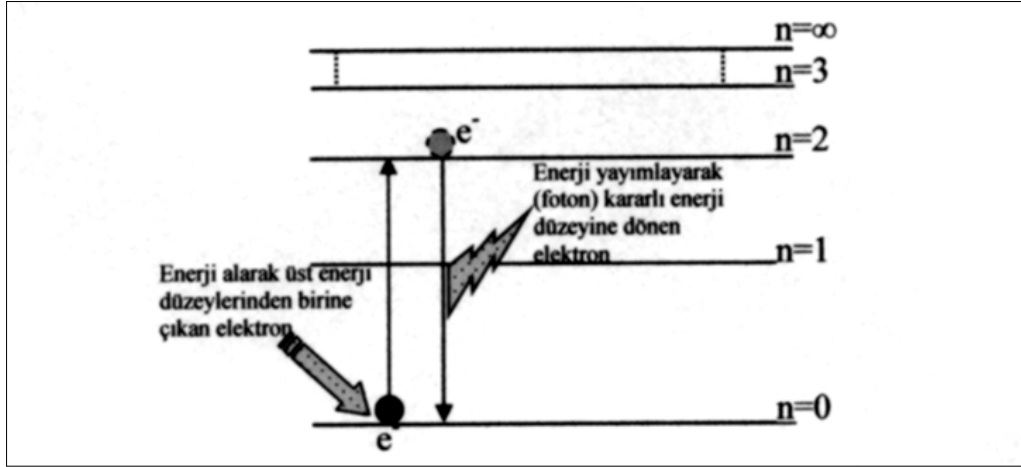
CHARLES KITTEL, *Introduction to Solid State Physics*, Seventh Edition, 1996

L.BOTTER-JENSEN, S.W.S. McKEEVER, A.G. WINTLE, *Optically Stimulated Luminescence Dosimetry*, 2003.

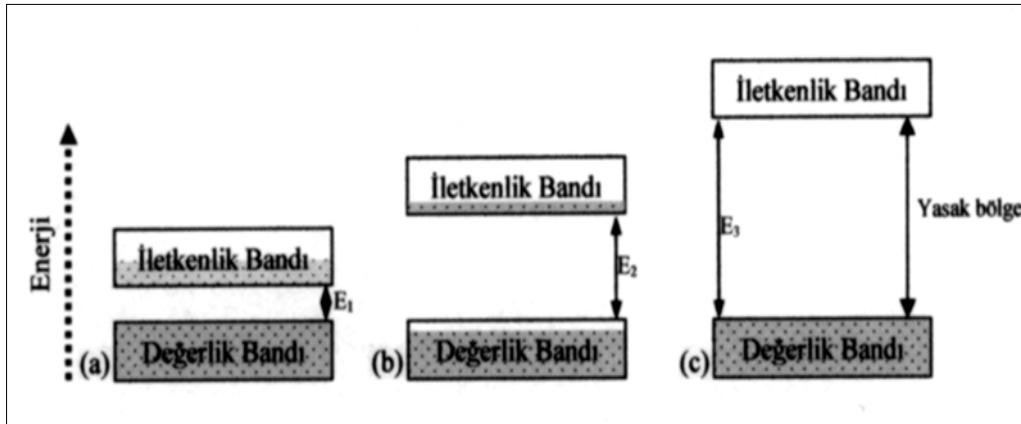
STUART FLEMING, *Thermoluminescence Techniques in Archaeology*, 1979.

M.J. AITKEN, *Thermoluminescence Dating*, 1985.

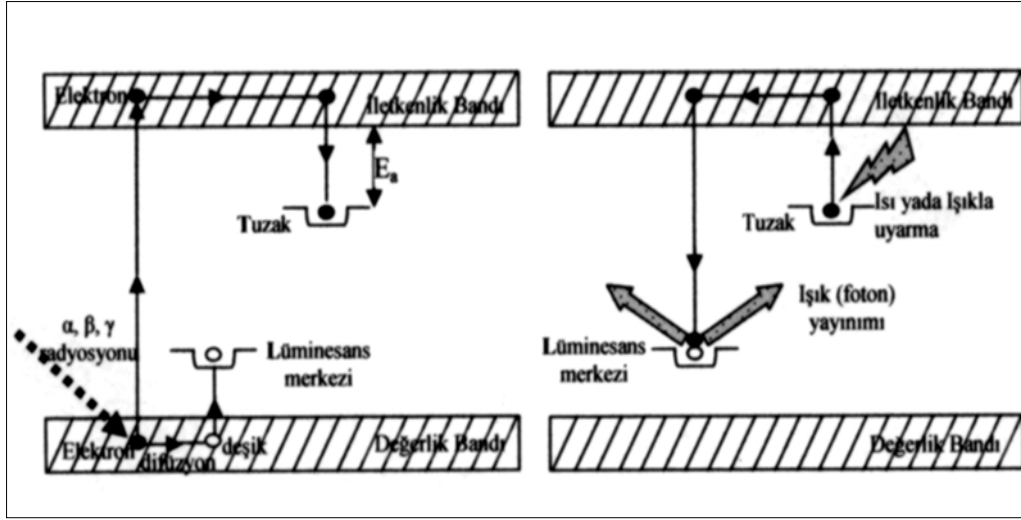
M.J. AITKEN, *Science-Based Dating in Archaeology*, 1990.



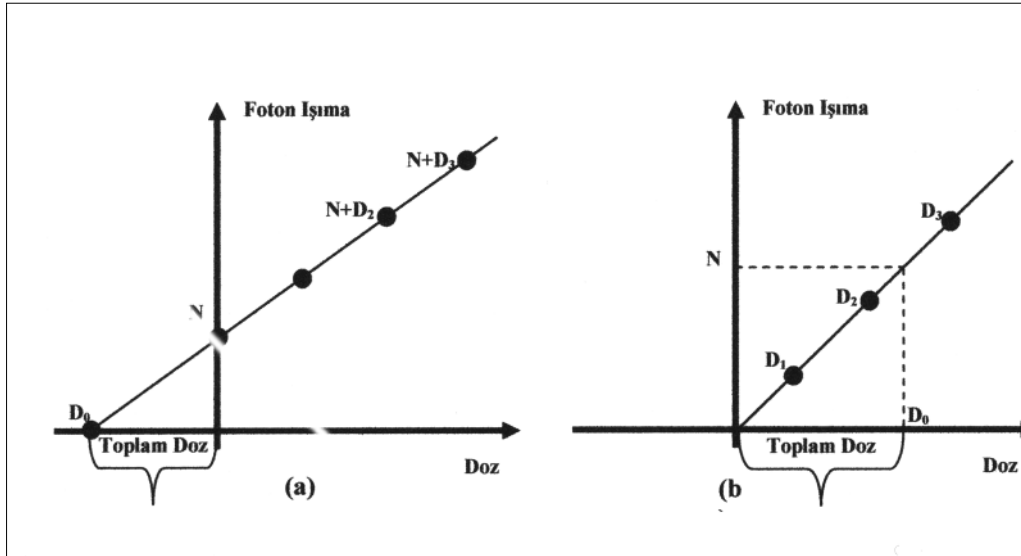
Çizim 1: Genel olarak bir atomun enerji düzeyleri ve lüminesans olayının gerçekleşme şekli



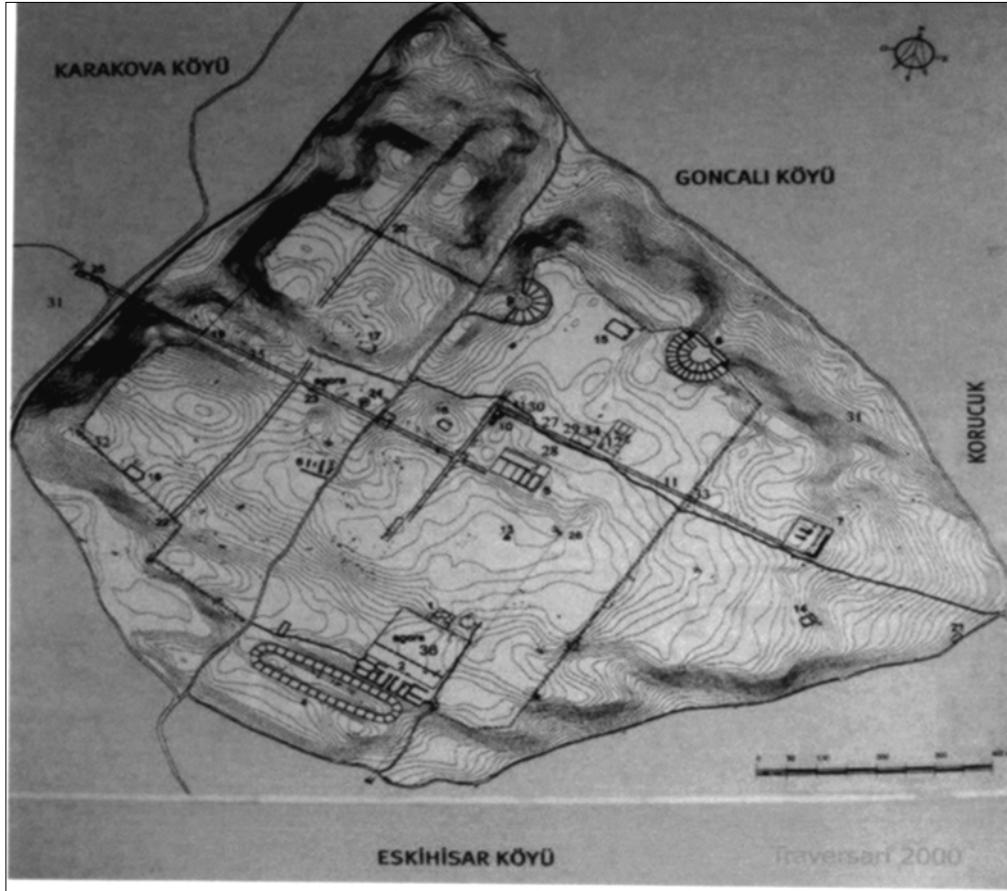
Çizim 2: İletkenliği açıklayan band teorisi: (a) İletken, (b) Yarı-iletken, (c) Yalıtkan



Çizim 3: Elektronların tuzaklanması ve lüminesan olayı



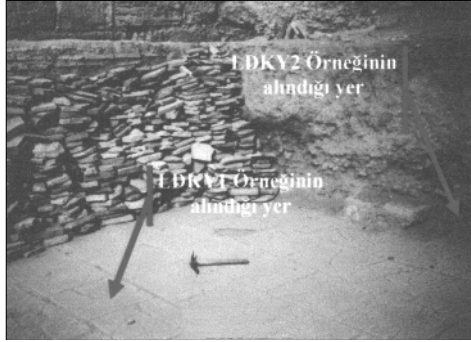
Çizim 4: (a) MAAD tekniği ile Lüminesans (foton) sayım-Doz grafiği
(b) MAR tekniği ile Lüminesans (foton) sayım-Doz grafiği



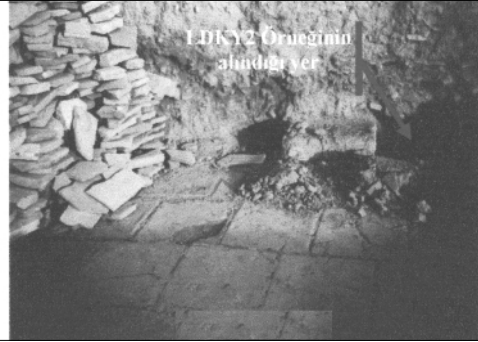
Resim 1: Laodikeia kent planı

- | | |
|---|---|
| 1. Meclis Binası (Bouleuterion) | 19. Efes Kapısı |
| 2. Güney Hamam Kompleksi | 20. Hierapolis Kapısı |
| 3. I. Su Dağıtım Merkezi | 21. Suriye Kapısı |
| 4. Stadyum | 22. Aphrodisias Kapısı |
| 5. Hamam-Bazilika | 23. Batı Agorası |
| 6. Batı Hamamı | 24. Efes Caddesi Yanındaki Yuvarlak Yapı |
| 7. Doğu Hamamı(?) | 25. Efes Yolu Asopos Üzerindeki Köprü |
| 8. Kuzey Tiyatrosu | 26. II. Su Dağıtım Merkezi |
| 9. Batı Tiyatrosu | 27. II. Anıtsal Giriş |
| 10. Caracalla Çeşmesi | 28. Merkezi Agora |
| 11. Suriye Caddesi | 29. Kemerli Geçiş |
| 12. İmparatorluk Kült Alanı (Tapınak A) | 30. I. Anıtsal Giriş |
| 13. Dört Kollu Bizans Yapısı | 31. Nekropol Alanları |
| 14. Oktogonal Doğu Bizans Yapısı | 32. Erken Bizans Surları |
| 15. Tapınak ve Kuzey Bazilika | 33. Doğu Bizans Kapısı |
| 16. Güneybatı Bazilikası | 34. Septimius Severus Çeşmesi (A Nymphaeum) |
| 17. Kuzeybatı Kilisesi | 35. Efes Caddesi |
| 18. Merkezi Bazilika | 36. Güney Agorası |

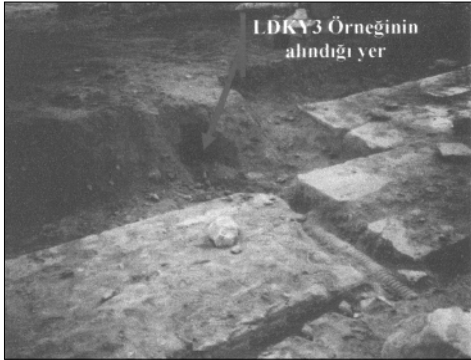
Resim 1: Laodikeia kent planı



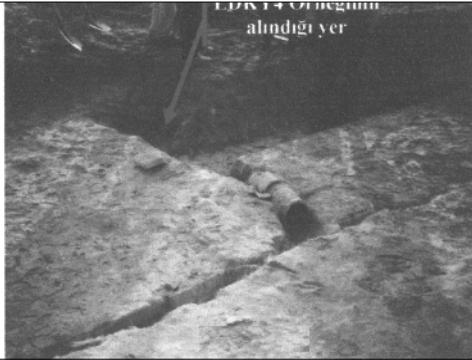
Resim 2: Kilisenin kuzeyindeki giriş kapısının önünde sağ tarafta bulunan odanın tabanından alınan seramik yer karoları (LDKY1: güneş görmüş, LDKY2: güneş görmemiş.)



Resim 3: Kilisenin kuzeyindeki giriş kapısının önünde sağ tarafta bulunan odanın tabanından alınan seramik yer karoları (LDKY1: güneş görmüş, LDKY2: güneş görmemiş.)



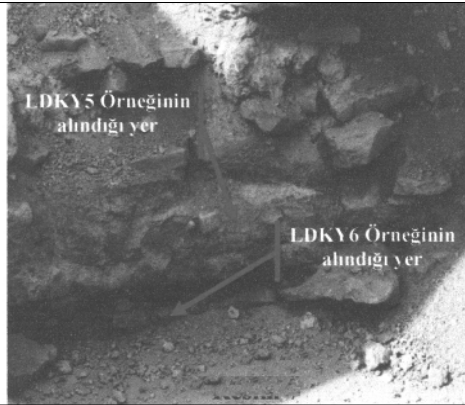
Resim 4: Kilisenin kuzey duvarı önünden alınmış güneş görmemiş su künkleri



Resim 5: Kilisenin kuzey duvarı önünden alınmış güneş görmemiş su künkleri



Resim 6: Kilisenin kuzey giriş kapısında görülen yangın tabakasının altından ve üstünden alınmış tavan karoları



Resim 7: Kilisenin kuzey giriş kapısında görülen yangın tabakasının altından ve üstünden alınmış tavan karoları

İNSAN İSKELET KALINTILARINDA BOY UZUNLUĞUNUN HESAPLANMASI: TROİA İSKELETLERİ ÜZERİNDE KARŞILAŞTIRMALI BİR ARAŞTIRMA

Izzet DUYAR*

ÖZET

İskelet kalıntılarında boy uzunluğu iki farklı yaklaşımla hesaplanır. Literatüre “anatomik” ve “matematiksel” metot olarak yerleşen bu iki farklı hesaplama yönteminin eski insan topluluklarında ne tür sonuçlar doğurduğu yeterince incelenmemiştir. Bu çalışmanın amacı, sözü edilen iki metodu antik Troia iskeletleri üzerinde uygulayarak hangisinin daha güvenilir sonuçlar verdiğini irdelemektir. Angel (1951) tarafından incelenen ve boyları Pearson formüllerine dayanılarak tahmin edilen bu materyal içerisinden, Fully’nin anatomik hesaplama metoduna uygun olan 7 iskelet (4 kadın, 3 erkek) seçilmiştir. Anatomik metotla yapılan hesaplamalar, Troialılar’ın, daha önce verilen rakamlardan istatistiksel olarak daha uzun boylu olduklarını ortaya koymaktadır. Biyometrik bazda yapılan değerlendirmeler, anatomik metodun, kişiye özgü varyasyonları dikkate aldığı için boy tahmininde daha başarılı olduğunu göstermektedir. Omurga uzunluğunun ve kafa yüksekliğinin hesaplamalara katılması yöntemin daha hassas çalışmasında önemli bir etkidir. Bu bulgular göz önüne alındığında, iskelet çalışmalarında ve adli kimliğin tayininde anatomik metoda öncelik verilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

Anahtar kelimeler: İskelet biyolojisi, boy tahmini, anatomik metot, matematiksel metot, vücut oranları

GİRİŞ

İskelet kalıntılarında boy uzunluğunun tahmin edilmesi iskelet biyolojisi ve adli antropoloji çalışmalarında önemli bir yer işgal eder. Araştırmacıların bu konuya ilgi duymalarının nedeni, boy uzunluğunun hem “adli kimliğin” ayrılmaz bir parçası olması hem de iskelet topluluklarının sağlık ve beslenme durumu hakkında önemli bir bilgi kaynağı olmasıdır. Örneğin adli antropolojide “adli kimliğin” belirlenmesi sırasında cinsiyet ve yaştan sonra merak edilen ilk husus, bireyin boyunun ne olduğudur. Öte yandan iskelet çalışmalarında, bireyin veya toplumun sağlıklı olup olmadığı, yeterli düzeyde beslenip beslenmediği, yaşam veya geçim biçiminin insan bedeni üzerinde etkiler bırakıp bırakmadığı genellikle merak edilen sorulardır. Bu ve benzeri soruların aydınlatılmasında yine başvurulan ilk değişken boy uzunluğudur.

İnsan iskelet kalıntılarında boy uzunluğu iki farklı yaklaşımla, “anatomik metot” ve “matematiksel metot”la hesaplanır. Anatomik metodu kısaca, “toplam iskelet

* Prof.Dr. Izzet DUYAR, Ankara Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü, 06590 Dikimevi-Ankara/TÜRKİYE (izduyar@yahoo.com)

uzunluğuna yumuşak doku kalınlığının eklenmesi” olarak tanımlayabiliriz. Bu hesaplamayı yapabilmek için, boy uzunluğuna doğrudan katkısı olan kemiklerin tamamının ya da büyük bir bölümünün mevcut olması gerekir. Kemiklerin eksik olduğu durumlarda ise matematiksel metotlar gündeme gelir. Basit oranlama hesaplamaları yapılarak (ferurun boya oranı gibi) ya da önceden oluşturulmuş regresyon formülleri (Pearson ya da Trotter-Gleser eşitlikleri gibi) kullanılarak boyun tahmin edilmesi bu yaklaşımın temelini oluşturur.

Yukarıda tanımlanmaya çalışılan boy hesaplama tekniklerinin kullanım alanları ve boyu tahmin etmedeki güvenilirlikleri farklılıklar gösterir. Anatomik metotta boya katkı yapan tüm bileşenlerin hesaplama dahil edilmesi nedeniyle daha güvenilir sonuçlara ulaşıldığı bilinmektedir (Olivier, 1969; Lundy, 1985). Buna karşılık, boya katkısı olan kemiklerin tümünün birden ele geçmesi düşük bir olasılık olduğu için anatomik tekniğin kullanılma şansı ister istemez kısıtlı kalmaktadır. Matematiksel metodun bu noktada avantajlı konuma geçtiğini söyleyebiliriz. Ancak, bu avantajına rağmen, matematiksel hesaplamaların daha az güvenilir sonuçlar verdikleri de gözden ırak tutulmamalıdır. Diğer taraftan matematiksel hesaplamalarda, kullanılacak eşitliklerin elde edildiği grup ile bu eşitliklerin uygulanacağı kişi ya da serinin aynı vücut oranlarına sahip olduğu önkabulü vardır. Pek çok yakın ve uzak dönem iskelet topluluğunda boy uzunluğu tahmin edilirken, günümüz toplumlarından elde edilen regresyon eşitliklerine başvurulmakta, ancak bu eşitliklerin eski toplulukları ne ölçüde yansıttığı çoğu zaman bilinmemektedir.

Anadolu’da şimdiye dek gün ışığına çıkarılan iskelet serileri üzerine yapılan çalışmalara baktığımızda, bunların pek çoğunda boy hesaplamalarının yapıldığını görürüz. Bu hesaplamaların hepsinde istisnasız biçimde, günümüz toplumlarından çıkartılmış olan oransal değerler ya da regresyon formülleri kullanılmıştır. Ancak günümüz toplumlarından elde edilen regresyon formüllerinin Anadolu iskelet serilerine uygulanmasının ne tür sonuçlar doğurduğu ve tahminlerin gerçek boyu ne ölçüde yansıttığı konusunda herhangi bir inceleme yapılmamıştır. Bu soruların açıklığa kavuşturulmasının yollarından birisi de, boy uzunluğunun, hem anatomik hem de matematiksel yolla hesaplanıp karşılaştırılmasıyla mümkündür. Elinizdeki çalışma, bu özellikleri taşıyan bir iskelet grubu üzerinde, her iki yöntemi karşılaştırmalı olarak incelemek ve hangisinin güvenilir sonuçlar verdiğini tespit etmek amacıyla yapılmıştır.

VERİ KAYNAKLARI VE YÖNTEM

Yukarıdaki amacı gerçekleştirebilmek için, hem anatomik metodun gerektirdiği hesaplamaları yapabilecek düzeyde iskelet ölçülerine yer veren hem de matematiksel yollarla boy uzunluğu hesaplanmış olan seriler taranmıştır. Taramalarımız sırasında Angel (1951) tarafından incelenen Troia iskeletlerinin araştırmamız için uygun materyali sunduğu tespit edilmiştir. Angel çalışmasında, Troia ve yakın çevresindeki çeşitli katmanlara ait iskeletlerin her birinin ayrıntılı dökümünü vermiştir. Sözü edilen monografin tablolarına bakıldığında (Tablo: VI , VII), IX’uncu tabakada ele geçirilen 4 bireyin (2 kadın, 2 erkek) ve Geç Roma Dönemine tarihlendirilen 3 bireyin (2 kadın, 1 erkek) incelememiz için gerekli asgari koşulları taşıdıkları tespit edilmiştir. Bu bireylerin Angel (1951) tarafından verilen referans numaraları ile cinsiyet ve yaş bilgileri Çizelge 1’de görülebilir. Diğer iskeletler, ya boyları verilmediği ya da anatomik metodun gerektirdiği iskelet bileşenlerini içermedikleri için araştırmaya dahil edilememiştir. Bazı iskeletlerin incelemeye alınmamasının nedeni ise bebek, çocuk ya da yenidoğan çağına olmalarıdır.

Kat	İskelet No	Cinsiyet	Yaş
Troya IX	Tr 27	Kadın	Geç erişkin
Troya IX	Tr 28	Kadın	Genç erişkin
Troya IX	Tr 29	Erkek	Orta erişkin
Troya IX	Tr 30	Erkek?	Genç erişkin
Geç Roma	Tr 41	Erkek	Genç erişkin
Geç Roma	Tr 42	Kadın	Genç erişkin
Geç Roma	Tr 43	Kadın	Genç erişkin

Çizelge 1: İncelemeye konu olan Troia iskeletlerinin kimlik bilgileri (Angel 1951)

İncelememize konu olan 7 iskeletin boy uzunlukları Fully (1956) tarafından ayrıntıları verilen anatomik metotla yeniden hesaplanmıştır. Bu metoda göre, boya doğrudan katkı yapan iskelet bileşenleri (kafanın basion-bregma yüksekliği, C2-S1 arasında yer alan her bir omurun gövde yüksekliği, femur ve tibia kemiklerinin fizyolojik uzunlukları, talo-kalkaneal yükseklik) toplanmakta ve elde edilen değere yumuşak doku kalınlığı eklenmektedir. Yumuşak doku için yapılan ekleme, iskelet uzunluğu 153,5 cm. veya daha düşük olanlar için 10 cm., 153,6-165,4 cm. arasında olanlarda 10,5 cm., 165,5 cm. ve üzeridekilerde ise 11,5 cm. olmaktadır.

Angel (1951)'in verdiği tablolar incelendiğinde, Çizelge 1'de yer alan tüm bireylerin basion-bregma değerleri ile femur ve tibia uzunluklarının eksiksiz şekilde yer aldığı görülür. Omur yükseklikleri ise –çalışmamız açısından– bir miktar problemlidir. Çünkü anılan kaynakta, gövde kemiklerine (postkraniyal) ilişkin ölçülerin verildiği Tablo VII'de yalnızca L1-L5 mesafesi mevcuttur. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için, omurga bölümlerinin toplam omurga uzunluğu içindeki oransal ilişkilerini inceleyen araştırmalara bakılmış ve L1-L5 mesafesi kullanılarak toplam omurga uzunluğunun belirlenebileceği tespit edilmiştir. Örneğin Tibbets'in (1981) verilerine göre L1-L5 mesafesi tüm omurganın erkeklerde yüzde 28,16'sını, kadınlarda ise 29,03'ünü oluşturmaktadır. Fully ve Pineau (1960) da benzer değerleri zikretmektedir (ayrıca bkz. Krogman ve İşcan, 1986: 324-326). Bu bilgilere dayanılarak her bir birey için (cinsiyetler de göz önüne alınarak) C2-L5 mesafesi hesaplanmıştır.

Burada karşımıza çıkan diğer bir sorun da, Angel'in (1951) verileri arasında S1'in yükseklik değerinin bulunmamasıdır. Bu sorunu gidermek üzere Pelin ve çalışma arkadaşları (2005) tarafından sakral ve koksigeal vertebrae üzerinde gerçekleştirilen bir araştırmanın verilerine başvurulmuştur. Yalnızca erkek bireylerin incelendiği bu çalışmada 42 yetişkin erkeğin S1 gövde yüksekliği 31,7 mm. olarak bulunmuştur. Kadınlar için ise, cinsiyet farkının yüzde 10 daha düşük olacağı varsayılarak, 28,5 mm. değeri dikkate alınmıştır.

Fully'nin anatomik metodunda iskelet uzunluğunun son bileşeni talus ve kalkaneus'un anatomik konumdaki yüksekliğidir. Troia iskeletlerinde bu ölçü yer almadığı için yine literatürdeki çalışmalara başvurulmuştur. Bu amaçla yapılan taramada, Chen ve çalışma arkadaşlarının (1998) kırılan topuk kemiklerinin ortopedik tedavisi sırasında aldıkları radyografik ölçülerin çalışmamız için en uygun veriler olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sözü edilen çalışmada sağlam ayakta alınan ölçümler, talo-kalkaneal yüksekliğin kadınlarda 7,1 cm. (n = 6), erkeklerde ise 7,7 cm. (n = 22) olduğunu ortaya koymaktadır. Troia iskeletlerinde eksik olan bu bölümler için yukarıdaki değerler dikkate alınmıştır.

Bu eksiklikler giderildikten sonra çalışmaya konu olan 7 iskeletin boy uzunluğu yukarıda tanımlanan anatomik metot çerçevesinde tek tek tahmin edilmiş ve Angel (1951) tarafından Pearson formülleri kullanılarak hesaplanan boy değerleriyle karşılaştırılmıştır. İki farklı yöntemle hesaplanan boy değerlerinin farklılık gösterip göstermediği Wilcoxon bağımlı örnek testiyle istatistiksel olarak sınanmıştır. Tüm istatistiksel işlemlerde ve hesaplamalarda SPSS 11.5 paket programı kullanılmış ve anlamlılık düzeyi $\alpha = 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

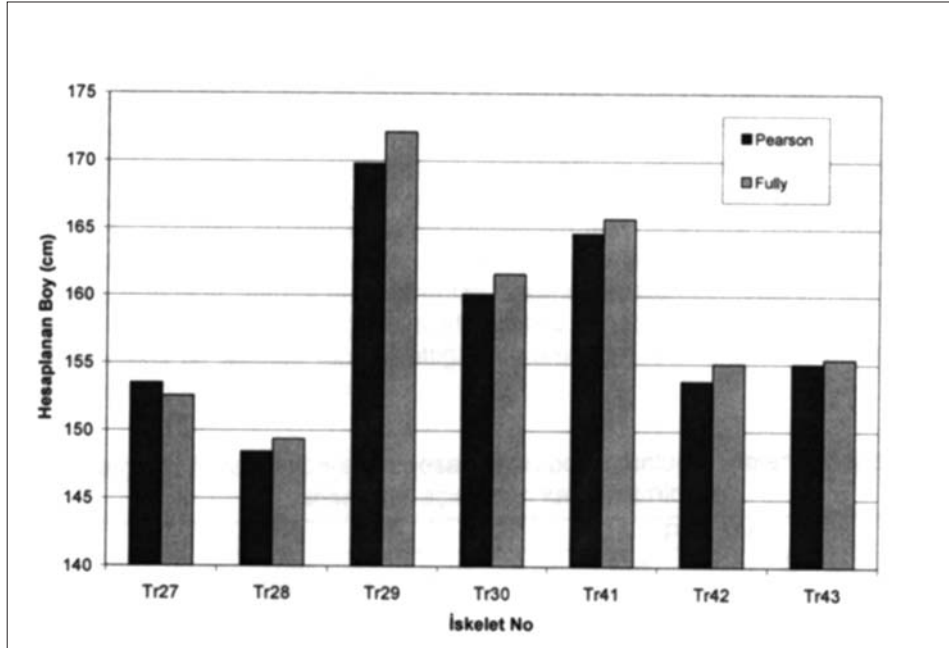
BULGULAR

Troia'da gün ışığına çıkartılan 7 iskeletin Fully anatomik metoduna göre hesaplanan boy uzunluğu değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Karşılaştırma yapmaya imkân tanımak amacıyla çizelgede ayrıca Angel'in (1951) Pearson formüllerini kullanarak uzun kemiklerden hesapladığı boy değerlerine de yer verilmiştir. Anatomik ve matematiksel metotlarla yapılan tahminler karşılaştırıldığında göze çarpan en önemli husus, anatomik yöntemle bulunan ortalama boy değerlerinin –bir birey dışında– Pearson formülleriyle hesaplananlardan daha yüksek çıkmasıdır (Şekil: 1). Ortalama değerleri kıyasladığımızda da aynı durumla karşılaşırız; anatomik yöntemle bulunan ortalama değer (158,81 cm.) uzun kemiklerden hesaplanan boydan (157,87 cm.) daha yüksektir.

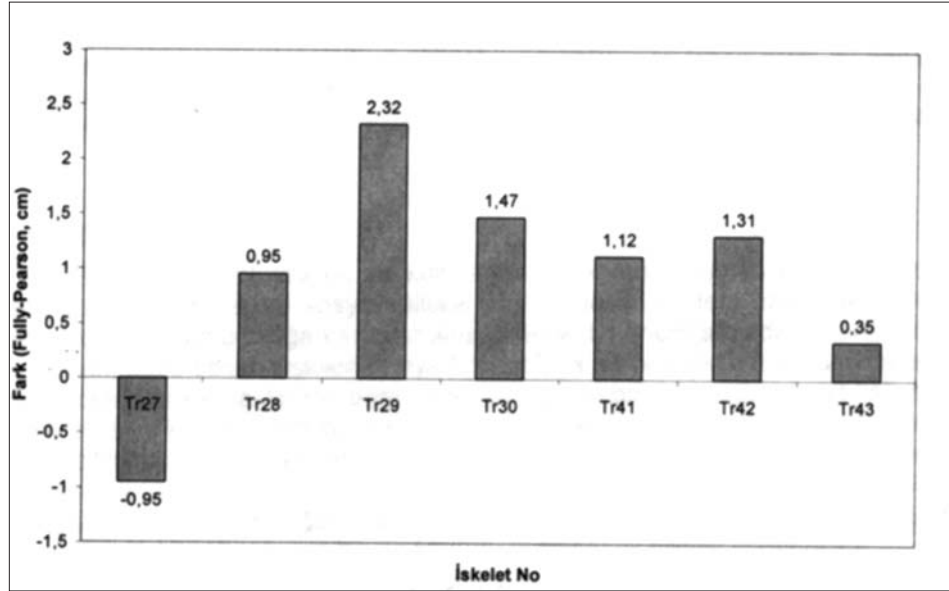
Kat	İskelet No	Cinsiyet	Boy Uzunluğu (Fully)	Boy Uzunluğu (Pearson)	Fark*
Troya IX	27 Tr	Kadın	152,55	153,5	-0,95
Troya IX	28 Tr	Kadın	149,35	148,4	0,95
Troya IX	29 Tr	Erkek	172,12	169,8	2,32
Troya IX	30 Tr	Erkek?	161,57	160,1	1,47
Geç Roma	41 Tr	Erkek	165,72	164,6	1,12
Geç Roma	42 Tr	Kadın	155,01	153,7	1,31
Geç Roma	43 Tr	Kadın	155,35	155,0	0,35

* Fark = Fully – Pearson şeklinde hesaplanmıştır.

Çizelge 2: Fully anatomik metoduna ve Pearson formüllerine göre Troia iskeletlerinin boyu (cm)



Şekil 1: Pearson formüllerinden elde edilen boy değerleri ile anatomik teknikle hesaplanan boy değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 2: İki ayrı teknikle hesaplanan boy değerleri arasında gözlenen farklılıklar

Birey bazında değerlendirildiğinde ise, Tr 27 numaralı iskelet dışında tüm bireylerin boy uzunluğunun anatomik metotla daha yüksek çıktığı görülür. Altı birey için bulunan fark 0,35–2,32 cm. arasında değişmektedir (Şekil: 2). En düşük farkı veren iskelet Geç Roma Dönemine ait olup Tr 43 etiketiyle kayıtlara geçmiştir. En yüksek farka ise IX'uncu katta ele geçirilen Tr 29 numaralı iskelette ulaşılmıştır.

Boy uzunluğunun anatomik ve matematiksel yollarla hesaplanmasının cinsiyetler açısından nasıl bir farklılık gösterdiği sorusunun cevabını Çizelge 3'te bulabiliriz. Burada yer alan rakamlardan da görüleceği gibi, anatomik metot hem erkeklerin hem de kadınların daha önce hesaplanan değerlerden daha uzun boylu olduklarını ortaya koymaktadır. Ayrıca bulgularımıza bakarak, anatomik metodun kadınlardan çok erkekler üzerinde etkili olduğunu söyleyebiliriz. Anatomik metodun boy uzunluğunu daha gerçekçi bir şekilde tahmin ettiği hatırlanırsa, Troialılar'ın sanıldıklarından daha uzun boylu oldukları ortaya çıkar.

	Fully		Pearson		Fark**
	Ort.	S*	Ort.	S*	
Kadınlar (n = 4)	153,06	2,77	152,65	2,91	0,41
Erkekler (n = 3)	166,47	5,31	164,83	4,85	1,64
Toplam (n = 7)	158,81	8,04	157,87	7,38	0,94

* Standart sapma ** Fark = Fully – Pearson şeklinde hesaplanmıştır.

Çizelge 3: İki farklı yöntemle hesaplanan boy uzunluğu ortalama değerlerinin cinsiyetler açısından karşılaştırılması

Son olarak, çalışmamıza konu olan 7 birey için anatomik metotla bulunan boy değerlerinin Pearson formülleriyle bulunan değerlerden istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir. Yapılan Wilcoxon işaret testi, iki hesaplama arasındaki farkın önemli olduğunu, yani anatomik metotla bulunan değerlerin Pearson formüllerinden anlamlı düzeyde yüksek olduğunu ortaya koymaktadır ($Z = -1,947$; $P = 0,051$).

TARTIŞMA

Eski insan toplumlarını ve kültürlerini inceleyen araştırmacılar için insan-çevre ilişkilerinin anlaşılması ve sosyal/kültürel yapının insan bedeni üzerindeki etkilerinin karmaşık doğasının açıklığa kavuşturulması hayati bir önem arz eder. Bu nedenle pek çok uzman, sözü edilen ilişkileri ortaya koyacak ya da bu ilişkilerin anlaşılmasına yardım edecek bilgi kaynaklarının peşindedir. Bu açıdan bakıldığında, iskelet kalıntılarının önemli bir bilgi kaynağı olduğu inkâr edilemez. Kemik ve dişlerin pek çok özelliği bu amaç doğrultusunda kullanılabilir (Larsen, 1997). İskelet sisteminin lineer gelişimini yansıtan boy uzunluğu da bunlardan birisidir. Gerçekten de, diğer antropolojik ve arkeolojik bulgularla birlikte değerlendirildiğinde, boy uzunluğu, toplumsal yapı, sağlık ve insan-çevre ilişkileri hakkında hiç de küçümsenmeyecek bilgiler sağlayabilir.

Belirtilen özelliklerinden dolayı iskelet çalışmalarında boy uzunluğunun tahmin edilmesi her zaman araştırmacıların ilgisini çeken bir konu olmuştur. Bu ilgiyi Türkiye'de yapılan iskelet çalışmalarında da görmek mümkündür. İlk dönem çalışmalarından başlamak üzere günümüze gelinceye dek yapılan pek çok iskelet incelemesinde boy uzunluğu tahminleri araştırmacıların rağbet ettiği konuların başında gelmektedir. Benzer biçimde Angel (1951) da Troia'nın çeşitli katmanlarından ve yakın çevresinden ele geçirilen iskeletleri antropolojik açıdan incelediği çalışmada, Pearson formüllerini kullanarak boy uzunluğunu hesaplamıştır. Araştırmacı toplam 22 iskelette boy hesaplamıştır (Angel 1951:Tablo VII). Bu bireylerden biri (Tr 2) 12–13 yaşlarında bir çocuğa aittir. Geriye kalan 21 bireyin 9'u kadın, 12'si erkektir. Angel'in verdiği değerlerin arit-

metik ortalamasını hesapladığımızda, kadınların 155,00 cm., erkeklerin 161,40 cm., tüm yetişkinlerin ise 157,61 cm. boyunda olduklarını görürüz.

Bilindiği gibi Pearson'ın (1899) boy formülleri, 19. yüzyılda Fransa'da yaşayan bireylerin uzun kemik ölçülerine dayanmaktadır. Anılan çalışma, regresyon tekniğinin bu alandaki kullanımının ilk örneği olması açısından da ayrı bir öneme sahiptir. Ancak çalışmamızın bulguları, Pearson formüllerinin Troia ve çevresinde yaşayan insanları sistematik bir biçimde kısa boylu çıkardıklarını göstermektedir. İncelenen 7 bireyden sadece 1'i (Tr 27) bu genel eğilime ters yönde sonuç vermiştir. Bu bireyin özelliklerine yakından bakıldığında (Angel, 1951:16), yaşlı bir kadın olduğu ve omurlarında eğiklik olduğu görülecektir. Dolayısıyla, omurgayı dikkate almaksızın yalnızca uzun kemiklere dayanılarak yapılan hesaplamanın kişiyi olduğundan daha uzun boylu çıkarması gayet normaldir. Anatomik yolla yapılan hesaplamanın, omurları da hesaba katmasından dolayı, daha gerçekçi olduğunu ifade edebiliriz.

Bu örnek bize aynı zamanda, anatomik metodun matematiksel metoda göre üstün olduğu bir başka noktayı daha göstermektedir. Anatomik metot, yapısı gereği, bireylerin boyuna katkı yapan tüm vücut bölümlerindeki bireye özgü değişim ve sapmaları sonuçlara yansıtmaktadır. Buna karşılık matematiksel metot, Tr 27 örneğinde olduğu gibi, omurgadan kaynaklanan kısa boyluluğu ya da uzun boyluluğu sonuca yansıtmaya yeteneğinden yoksundur.

İki hesaplama yöntemi arasındaki ortalama fark 0,94 cm.dir (Çizelge: 3). İlk bakışta bu küçük bir farklılık gibi görünebilir. Ancak yukarıda özel durumunu verdiğimiz bireyin (Tr 27) değerlendirme dışında tutulmasının daha doğru olacağı düşüncesinden hareketle, hesaplamalar yeniden yapılmış ve iki hesaplama metodu arasındaki farkın 1,25 cm. olduğu görülmüştür. Öte yandan 0,94 cm.lik farkın bile istatistiksel olarak önemli bulunmuş olması, anatomik metodun boyu daha gerçekçi tahmin ettiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Pearson formülleriyle yapılan boy uzunluğu tahminlerinin anatomik metoda kıyasla daha düşük değerler vermesinin diğer nedeni, formüllerin çıkartıldığı popülasyonun vücut oranlarının Troia ve çevresinde yaşayan insanlardan farklı olmasıdır. Troia ve çevresinde yaşayan insanların uzuv oranlarını bilmediğimiz için, farklılığın hangi vücut bölümünden kaynaklandığını tespit etmek şimdilik mümkün görünmemektedir. Ancak Pearson formüllerinin, toplam boy uzunluğunun neredeyse yarısını oluşturan oturma yüksekliğinin (yani omurga + kafa yüksekliği) hesaplamalara katılmamasının, yukarıda sözü edilen farklılığın ortaya çıkmasında önemli bir payının olduğu kuşkusuzdur.

Çalışmamızın bulguları, eskiden yaşamış olan topluluklar için günümüz toplumlarından çıkartılan regresyon formüllerinin kullanımının sakıncalarına işaret etmektedir. Bu sorunun çözümü için değişik stratejiler önerilebilir. Örneğin, boy hesaplamalarının mümkün olduğunca anatomik metotla yapılmasında yarar vardır. İkinci bir alternatif olarak, istatistiksel olarak yeterli sayıya ulaşan bir iskelet grubunda anatomik metotla boy hesaplandıktan sonra regresyon formüllerinin oluşturulması ve daha sonra da formüllerin anatomik hesaplama uygun olmayan bireylere tatbik edilmesi hata payını azaltacaktır.

KAYNAKLAR

- ANGEL J.L. (1951) Troy: *The Human Remains*. New Jersey: Princeton University Press.
- CHEN Y.-J., HUANG T.-J., HSU K.-Y., HSU R.W.-W., CHEN C.-W. (1998) *Subtalar distractional realignment arthrodesis with wedge bone grafting and lateral decompression for calcaneal malunion*. *J Trauma* 54:729-737.
- FULLY G. (1956) Une nouvelle méthode de détermination de la taille. *Ann Méd Légale* 36: 266-273.
- FULLY G., PINEAU H. (1960) Détermination de la stature au moyen du squelette. *Ann Méd Légale* 40: 3-11.
- KROGMAN W.M., İŞCAN M.Y. (1986) *The Human Skeleton in Forensic Medicine*. 2nd ed. Springfield: Charles C Thomas.
- LARSEN C.S. (1997) *Bioarchaeology: Interpreting Behavior from the Human Skeleton*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LUNDY J.K. (1985) The mathematical versus anatomical methods of stature estimate from long bones. *Am J Forensic Med Pathol* 6: 73-76.
- OLIVIER G. (1969) *Practical Anthropology*. Springfield: Charles C Thomas.
- PEARSON K. (1899) On the reconstruction of stature of prehistoric races. Mathematic contributions to the theory of evolution. *Phil Transa Roy Soc London A* 192: 169-244.
- PELİN C., DUYAR İ., ZAĞYAPAN R., KAYAHAN E., AĞILDERE M., ERAR A. (2005) Body height estimation based on dimensions of sacral and coccygeal vertebrae. *J Forensic Sci* 50: 294-297.
- TIBBETS G.L. (1981) Estimation of stature from the vertebral column in American blacks. *J Forensic Sci* 26: 715-23.

ANKARA KALESİ'NİN BİR BÖLGESİNDEKİ ANDEZİT TAŞLARININ BOZULMA SORUNLARI: GENÇKAPI BÖLGESİ

Musa TOKMAK*
Emine N. CANER-SALTIK
Şahinde DEMİRCİ
Omür BAKİREK

ÖZET

Ankara Kalesi, Ankara Şehri'nin sembolüdür. Yapıldığı tarih tam olarak bilinmemekle birlikte Roma Döneminde ilk onarımını geçirdiği bilinmektedir. Kale iç ve dış kaleden oluşmaktadır. İç kale içerisinde bulunan iki kule arasındaki ana giriş kapısı olan Gençkapı bölgesi bu çalışmanın alanı olarak seçilmiştir.

Ankara'nın iklim koşulları ve hava kirliliği Ankara Kalesi'nin yapı taşlarına bozucu etkiler yapmış olmalıdır. Görsel inceleme, yapı taşı andezitte renk değişimi, yüzeylerde tuz birikimi, kabuk-kabuk kopmalar, madde kaybı gibi bozulmaların olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmada, Ankara Kalesi Gençkapı bölgesinin batı ve kuzey duvarlarından kopan parçalardan ve duvar yüzeyinde birikmiş tuzlardan ve karşılaştırma yapmak amacıyla bozulmamış olduğu düşünülen Gölbaşı ocağı andezitlerinden örnekler alınıp incelenmiştir. İncelemede temel fiziksel özellikler kapsamında birim hacim ağırlığı, gözeneklilik, temel mekanik özellikler kapsamında ultrasonik hız ölçümü yoluyla esneklik modülü hesabı ve ince kesitlerin optik mikroskopla gözlenmesi ve X-ışınları toz difraksiyon analizleri ile çalışılan örneklerin yapısal ve minerolojik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuçta, örneklerin birim hacim ağırlıkları ve gözenekliliği bozulmamış Gölbaşı ocağı andezitlerine göre daha düşük olarak bulunmuştur. Özellikleri bakımından Gölbaşı andezitlerine benzememektedir. Mineral yapısı andezit yapıdan beklenildiği şekilde bulunmuştur. Çözünen tuz miktarı yüksek bulunmuştur. Bozulma nedenleri başlıca drenaj yetersizliği, hava kirliliği ve onarım malzemelerinin uygunsuzluğu olarak düşünülmüştür. Bu önemli kültür mirasının korunması için en kısa zamanda önlemler alınması gerekmektedir.

GİRİŞ

Arkeolojik çalışmalar Ankara'nın Paleolitik Dönemden beri yerleşim alanı olarak kullanıldığını göstermektedir. Bu kapsamda Ankara Hititler Döneminde askerî öneme sahip bir yerleşim yeri olmuş, Frigler Döneminde de önemli bir yerleşim alanı olarak yer tutmuştur¹. Daha sonraki dönemlerde yerleşimin devam ettiği bu bölge, Osmanlı İmpa-

* Musa TOKMAK, ODTÜ Arkeometri Yüksek Lisans Mezun ve ODTÜ Arkeometri Doktora Öğrencisi, Ankara/TÜRKİYE

Emine N. CANER-SALTIK, ODTÜ Mimarlık Bölümü, F.B.E. Arkeometri Ana Bilim Dalı, Ankara/TÜRKİYE

Şahinde DEMİRCİ, ODTÜ Kimya Bölümü, F.B.E. Arkeometri Ana Bilim Dalı, Ankara/TÜRKİYE

Omür BAKİREK, Mimarlık Bölümü, F.B.E. Arkeometri Ana Bilim Dalı, Ankara/TÜRKİYE

1 İdil, V., 1997, Ankara, *The Ancient Sites And Museums*, pp. 10-15, Ankara.

ratorluğu'nun genişleme döneminde Anadolu beyliklerinin merkezi hâline gelmiştir. Ankara Kalesi'nin yapım tarihi tam olarak bilinmemekle beraber, M.S. 3. yüzyıl başlarında Roma İmparatoru Caracalla tarafından onarıldığı anlaşılmıştır.

Ankara Kalesi şehrin sembolüdür, iç ve dış kaleden oluşmaktadır. İç kale içerisinde bulunan iki kule arasındaki ana giriş kapısı olan Gençkapı bölgesi bu çalışma alanı olarak seçilmiştir (Resim: 1)². Ankara iklim olarak yarı-kurak bir bölgeye girmektedir. Yazları çok sıcak olup sıcaklık ve bağıl nem oranı yaz aylarında 22 °C ve % 49 olup kışları ise sıcaklık 1,5 °C'ye düşmekte ve bağıl nem % 73 olmaktadır³. Ankara uzun yıllar fosil yakıtlar nedeniyle kirlletici gazların zararlı etkileri altında kalmıştır. Son senelerde doğal gazın kullanılması sonucu hava kirliliği kısmen azalmış görülmektedir. Ancak yoğun trafik nedeniyle egsoz gazlarından çıkan kirlleticilerin etkisi devam etmektedir. İklim koşulları ve hava kirliliği tarihi yapıları bozucu etkiler yapmaktadır. Bu bozucu etkiler Ankara Kalesi'nde de görülmektedir. Yapı taşı andezitte renk değişimi, yüzeylerde tuz birikimi, kabuk-kabuk kopmalar, madde kaybı gibi bozulma türleri yer almaktadır. Bu çalışmanın amacı Gençkapı bölgesinde yapı taşının bozulma türlerini ortaya koymak, mümkünse onarım çalışmalarına yardımcı olmak ve onarım çalışmalarında kullanılacak verileri toplamaktır.

2. DENEYLER VE TARTIŞMA

Çalışmada Ankara Kalesi Gençkapı bölgesinin kuzey ve batı duvarlarından kopan parçalardan az miktarda alınıp naylon poşetler içerisine konularak analizler için bekletildi (Resim: 2)⁴. Ayrıca bozulmuş yüzeylerden toplanan tuzlardan az miktarda örnekler alınıp naylon poşet içerisine konuldu ve analiz için bekletildi. Yapı taşı olarak düşünülen andezit taşı ile karşılaştırma yapmak için Ankara yakınındaki Gölbaşı ocağından bozulmamış taş örneklerinden de alınıp analiz edildi. Örnekler şu şekilde kodlandı. İlk harf örneğin yerini (W: batı, N: doğu Q: Gölbaşı taş ocağı), ikinci veya üçüncü harfler örneğin türünü (A: andezit, M: mermer, Mt: harç, So: toprak ve S: tuz), ilk sayı örneğin numarasını ve bu sayıdan sonra gelen a ve b çalışılan örneğin farklı kısımlarını göstermektedir.

Ayrıca kopan parçalar Sc ile gösterilmiştir. Sc'deki değişik bölgelerden S: yüzeyi, I: iç bölgeyi, C: çatlağı ifade etmektedir. Sc üzerinde toprak kalıntıları varsa So, tuz varsa Sa ile gösterilmiştir. Örneğin, WA3ScSo batı tarafından alınan 3 No.lu andezit parçasının yüzeyindeki toprak örneğini göstermektedir.

Çalışmada dokuz tane kopan andezit parçası, üç tane Gölbaşı ocak andeziti, altı tane mermer, beş tane harç örneği, iki toprak örneği, üç tuz örneği incelenmiştir. Burada Gençkapı bozulmuş andezit örnekleri, Gölbaşı ocağı andezitleri ve tuz örneklerinin analiz sonuçları verilecektir.

Analizde örneklerin temel fiziksel özellikleri (birim hacim ağırlığı ve gözeneklilik) belirlenmiştir. Temel mekanik özellikleri ile ilgili olarak ultrasonik hız ölçümü yapılmıştır. Ayrıca yapısı ve bozulmuşluk durumu, hazırlanan ince kesitlerin optik mikroskopla gözlenmesi ve X-ışınları toz difraksiyon analizleri (XRD) ile belirlenmiştir. Bozulmuş yüzeylerden toplanan tuzlar ve bozulan taşlardaki tuzlar için suda çözünen tuz miktarının bulunması iletkenlik ölçümü ile olmuştur. Tuz türünün belirlenmesi için ise spot testleri kullanılarak anyon tayinleri yapılmıştır.

Birim hacim ağırlığı ve gözenekliliğin belirlenmesi RILEM standart testlerine göre yapılmıştır⁵. Sonuçlar Gençkapı andezit örnekleri ve kaynaktan alınan andezitler için Çizim 1 ve 2'de verilmiştir.

2 Jerphanion, G., 1928, *Melanges d'archeologie Anatolienne: Monuments Prehelleniques, Greco-Romains, Byzantines et Musulmans de Pont, de Cappadoce et de Galatie, Melanges de l'Universite Saint-Joseph*, Beyrouth 13: 144-227.

3 Bulletins of Directorate of State Meteorological Studies (BDSMS, 2003), Yıllık Meteoroloji Bülteni 2003. Ankara: Başbakanlık.

4 Tokmak, M., 2005, *Documentation and examination of historic building materials for the purpose of conservation: case study, part of the walls at the citadel of Ankara*, M.Sc. Thesis, 73 sayfa.

5 Rilem, 1980, *Tentative Recommendations, Comission-PEM, Recommended Tests to Measure the Deterioration of Stone and to Assess the Effectiveness of Treatment Methods, Materiaux on Construction*, Vol.13, No.73, pp.173-253.

Ultrasonik hız ölçümü PUNDIT-PLUS aleti ile yapılmıştır. Sonuçlar birim hacim ağırlığı sonuçları ile birlikte ilgili eşitlikler kullanılarak esneklik modülü Emod hesaplanmıştır⁶. Sonuçlar Gençkapı andezit örnekleri ve kaynaktan alınan andezitler için Çizim 3 ve 4'te verilmiştir.

İnce kesitlerin hazırlanması için örnekler önce 1.5x3x1 cm. boyutundaki plastik kalıplar içinde ESKIM-extra POLYESTER karışımında ve 100 torr basınç altında sertleştirilmiş, 1 mm. kalınlığındaki dilimler halinde kesilmiş ve mikroskop camları üzerinde 30 mikron kalınlığa kadar inceltirilmiştir. Elde edilen ince kesitler Nikon AFX-2A polarize mikroskopla gözlenmiş ve gerekli yerlerden resimleri çekilmiştir. Mineral yapının belirlenmesi için ince kesit analizlerinin yanında bazı örneklerin XRD analizleri de yapılmıştır.

XRD analizleri toz haline getirilen örneklerin Philips marka PW 1352/20 X-ışınları difraktometresi kullanılarak yapılmıştır. Analizde Co K α X-ışınları ve Nikel filtre kullanılmış, tarama (6-75)° 2 θ değerleri arasında yapılmıştır.

Çözünen tuzların miktarının belirlenmesi için yapılan iletkenlik ölçümünde Met-rohm AG Konduktometer E382 aleti kullanılmıştır. Sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

SAMPLES	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	CO ₃ ³⁻	% Salt
NA4	++	+	++	++	+	-	5.01
NA1	++	+	++	+++	++	-	11.11
NA2	+ -	+	++	+++	++	-	6.64
NA3	+ -	+	++	+++	++	-	10.20
WA3	++	+	++	++	-	-	3.63
WA5	+ -	++	+	-	+	-	2.03
WA0	+ -	++	++	-	+++	-	2.74
WA1	+ -	-	++	-	+	-	5.99
WA2	+ -	-	++	-	++	-	3.06
WSO	+	-	++	+++	-	-	2.17
NSO	+ -	-	++	-	-	-	0,30
WS1	+ -	-	++	-	+	-	
WS2	++	-	++	-	+++	-	
WS3	-	-	++	-	++	-	

Tablo1: Çalışılan örneklerin çözünen tuz miktarı ve tuzlarındaki anyon türleri

3. SONUÇLAR

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, Ankara Kalesi andezitlerinin birim hacim ağırlığının 2,24-2,34 g/cm³ arasında değiştiği ve ortalama değer 2,28 g/cm³ olduğu, gözenekliliğinin % 3,20- 10,50 arasında değiştiği ve ortalama değeri % 6,16 olduğu anlaşılmıştır (Çizim: 1). Gölbaşı ocağı andezitlerinin birim hacim ağırlığının 2,06-3,03 g/cm³ arasında değiştiği ve ortalama değeri 2,67 g/cm³ olduğu, gözenekliliğinin % 9,56-17,17 arasında değiştiği ve ortalama değeri % 12,56 olduğu anlaşılmıştır (Çizim: 2).

Ankara Kalesi andezitlerinin birim hacim ağırlığı ocak andezitlerininkinden daha düşük olmakla beraber gözenekliliğinin de daha düşük olması ilginç bir sonuçtur. Bu durum Ankara Kalesi andezitlerinin yapısının Gölbaşı ocağı andezitlerinden daha sıkı ve daha dayanıklı olduğunu göstermektedir.

Mekanik özellikleri yönünden incelendiğinde Ankara Kalesi andezitlerinin Emod değerlerinin 1269 ile 3248 MPa arasında değiştiği ve ortalama değeri 1872 MPa ol-

6 ASTM D2845-90, 1990, American Society of Testing and Materials, Standart Test Method for Determination of Pulse Velocities and Ultrasonic Elastic Constants for Rocks, pp.361-365.

duğu anlaşılmıştır (Çizim: 3).Gölbaşı ocağı andezitlerinin Emod değerlerinin 13520 ile 16450 MPa arasında değıştiğı ve ortalama değerin 15262 MPa olduğu anlaşılmıştır (Çizim: 4). Beklenildiğı gibi andezitlerinin mekanik özelliğı Gölbaşı ocak andezitlerinden küçüktür.

İnce kesitlerin petrografik analizi ana minerallerin andezit yapıdan beklenildiğı gibi plajyoklaz, hornblend, biyotit olduğunu (Resim: 3, 4) az miktarda volkanik cam parçacıklarının bulunduğunu göstermektedir (Resim: 5).

Ayrıca bozulma ürünü olan ikincil mineraller, opak amorf oluşumlar ve kil mineralleri gözlenmiştir (Resim: 4).Andezitin temel minerallerinden olan plajyoklaz minerallerinin ikincil kil mineralleriyle, hornblend taneciklerinin bir bozulma zonuyla çevrelendiğı biyotitler içindede kil minerallerinden klorit oluşumunun yer aldığı gözlenmiştir (Resim: 3, 4). Bütün bu sonuçlar Ankara Kalesi andezitlerin bozulmuş olduğunu açıkça göstermektedir.

XRD izleri ince kesit analizlerini destekler nitelikte bulunmuştur. Örnek olarak WA3ScS bozulmuş örneğinin XRD izi verilmiştir (Resim: 6).

Elektiriksel iletkenlik ölçümüyle bulunan çözünen tuz miktarının % 2,0-11,0 arasında değıştiğı anlaşılmıştır (Tablo: 1). Kuzey duvarından alınan örneklerdeki çözünen tuz oranı batı duvarına göre daha fazla bulunmuştur. Bunun nedeni Gençkapı bölgesinin kuzey duvarında drenaj sorununun bulunması ve sürekli olarak bir su akımının etkisi altında kalması şeklinde açıklanabilir. Anyon analizleri çözünen tuzların fosfat, sülfat, klorür, nitrat ve nitrit olduğunu göstermiştir (Tablo: 1). XRD analizleri tuz türlerini belirlemede de önemli bir yer tutmuştur. Örneğın NA3 bozulmuş andezitin suda çözünen tuzlarının kurutulması ile elde edilen katının XRD analizi NaCl (Halite), KNO₃ (Niter), KCl (Sylvite) , CaSO₄.2H₂O (gypsum), MgSO₄ .6H₂O (Hexahydrite) ve NaNO₃ (Sodaniter) varlığını göstermiştir (Resim: 7).

Tuzların kaynağının büyük ölçüde onarımlarda kullanılan çimento harçları olduğu düşünölmektedir. Topraktan gelen tuzlar ve hava kirliliğı de tuz sorunun artmasında etkili olmuştur.

Tüm çalışmalardan elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

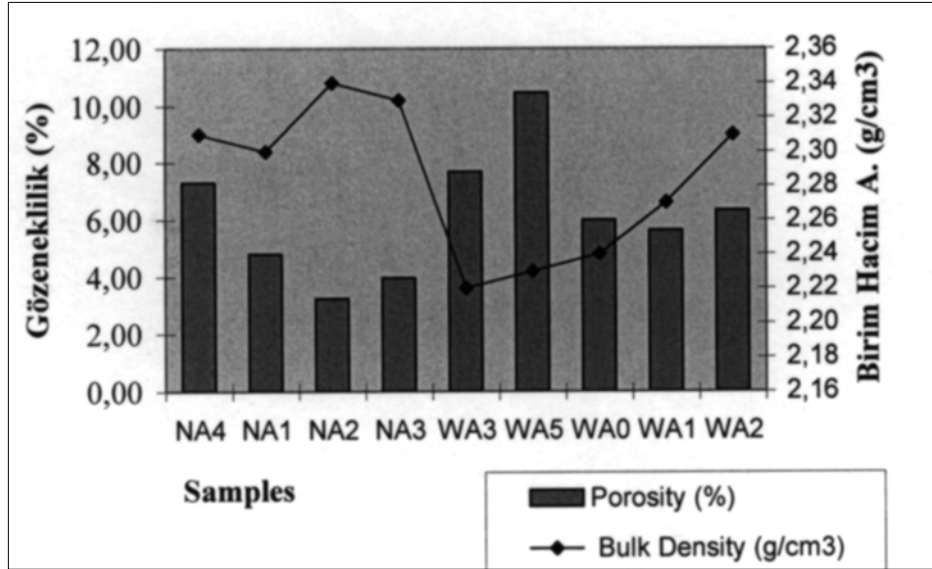
- Ankara Kalesi andezitleri görsel olarak çeşitli bozulma şekilleri göstermektedir. Bunlar madde kaybı, kabuklanma, oyuk oluşumları, tuz toplanması ve renk değışimi olarak verilebilir.
- Ankara Kalesi andezitlerinin bileşimindeki başlıca mineraller andezit yapısından beklenildiğı gibi plajyoklaz, biyotit ve hornblend'dir.
- XRD ve ince kesit analizleri andezit yüzeyinin, kopan kabukların yüzeyden bir kaç santimetre derinlere kadar bozulmuş olduğunu göstermiştir.
- Belirlenen fiziksel ve mekanik özellikler de Ankara Kalesi andezitlerinin bozulmuş olduğunu desteklemiştir.
- Bozulmaların fiziksel ve kimyasal mekanizmalarla olduğu anlaşılmıştır.
- Başta onarım malzemesi olarak kullanılan çimento olmak üzere hava kirliliğı ve topraktan gelen çözünen tuzlar bozulmanın kaynağı olarak düşünölebilir.
- Yağmur suyu drenaj yetersizliğı, nem sorununu ve çözünen tuzlarla tahribatı artırmaktadır.
- Gölbaşı ocağı andezitleri yapıca Ankara Kalesi andezitlerine benzememektedir.
- Ankara andezit ocaklarının fiziksel ve mekanik özellikleri bazı araştırmalara konu olmuş ve çalışılmış ise de yapısal özellikleri bilinmemektedir. Ankara Kalesi andezitlerinin hangi kaynaktan geldiğinin belirlenmesi için bu çalışmalar yapılmalıdır.
- Bundan sonraki çalışmaların bu yönde olacağı düşünölebilir.

TEŞEKKÜR

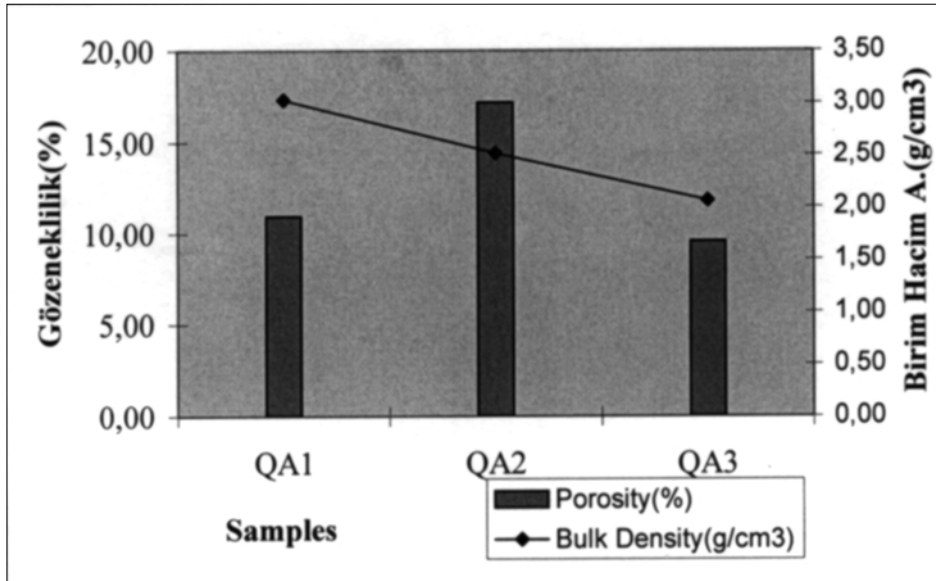
İnce kesitlerin hazırlanması ve değıerlendirmesinde değıerli katkılarından dolayı MTA MAT dairesinde görevli Talia Yaşar hocamıza teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKÇA

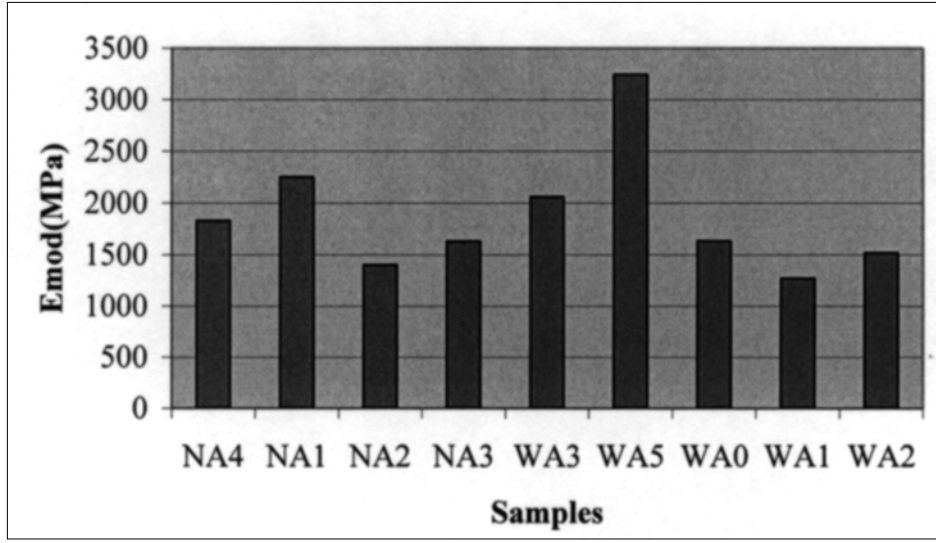
- ASTM D2845-90, 1990, *American Society of Testing and Materials*, Standart Test Method for Determination of Pulse Velocities and Ultrasonic Elastic Constants for Rocks, pp.361-365.
- Bulletins of Directorate of State Meteorological Studies (BDSMS, 2003), Yıllık Meteoroloji Bülteni* 2003. Ankara: Başbakanlık.
- Idil, V., *Ankara, 1997, Ankara, The Ancient Sites And Museums*, pp. 10-15, Ankara.
- Jerphanion, G., 1928, *Melanges d'archeologie Anatolienne: Monuments Prehelleniques, Greco-Romains, Byzantines et Musulmans de Pont, de Cappadoce et de Galatie, Melanges de l'Universite Saint-Joseph*, Beyrouth 13: 144-227.
- Rilem, 1980, *Tentative Recommendations, Comission-PEM, Recommended Tests to Measure the Deterioration of Stone and to Assess the Effectiveness of Treatment Methods, Materiaux on Construction*, Vol.13, No.73, pp.173-253.
- Tokmak, M., 2005, *Documentation and examination of historic building materials fort he purpose of of conservation:case study, part of the walls at the citadel of Ankara*, M.Sc. Thesis, 73 sayfa.



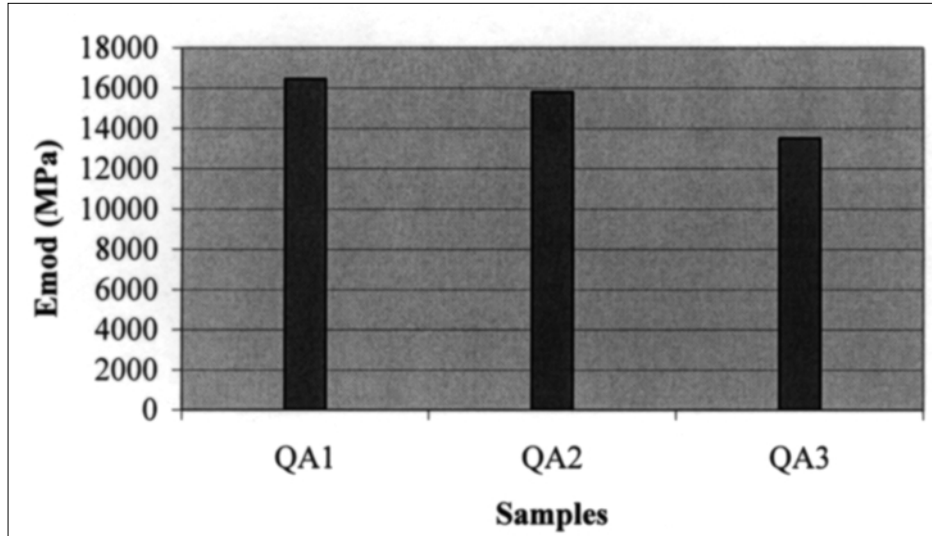
Çizim 1 : Çalışılan Gençkapı örneklerinin birim hacim ağırlığı ve gözenekliliği



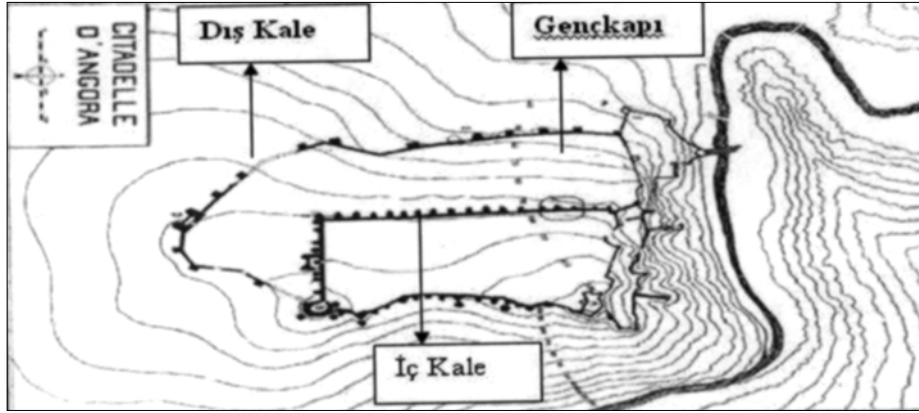
Çizim 2: Gölbaşı ocağı andezit örneklerinin birim hacim ağırlığı ve gözenekliliği



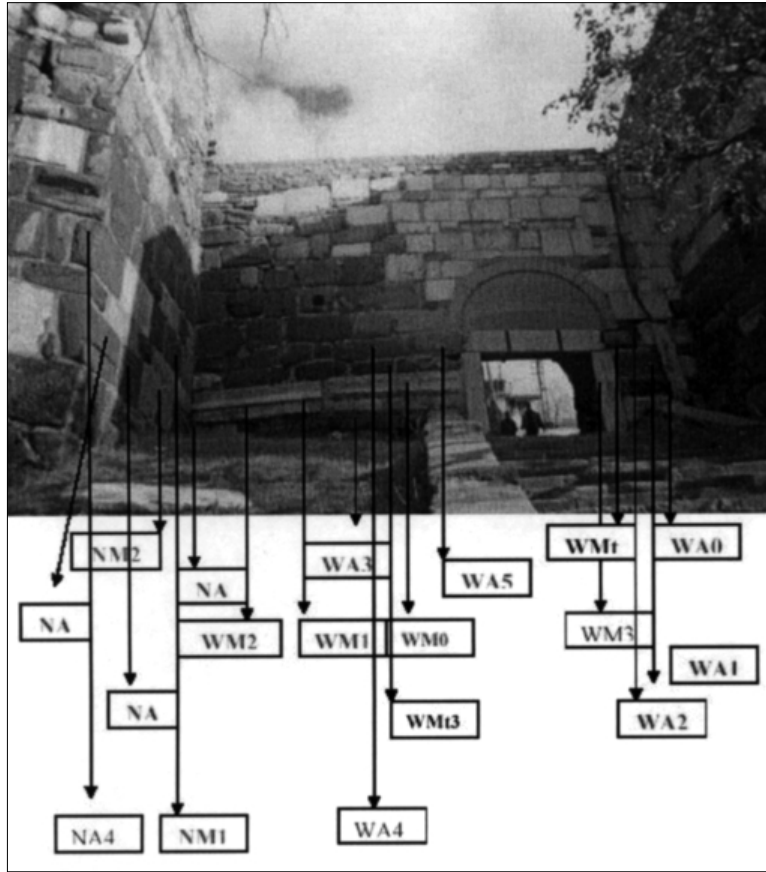
Çizim 3: Çalışılan Gençkapı örneklerinin esneklik modülü değerleri



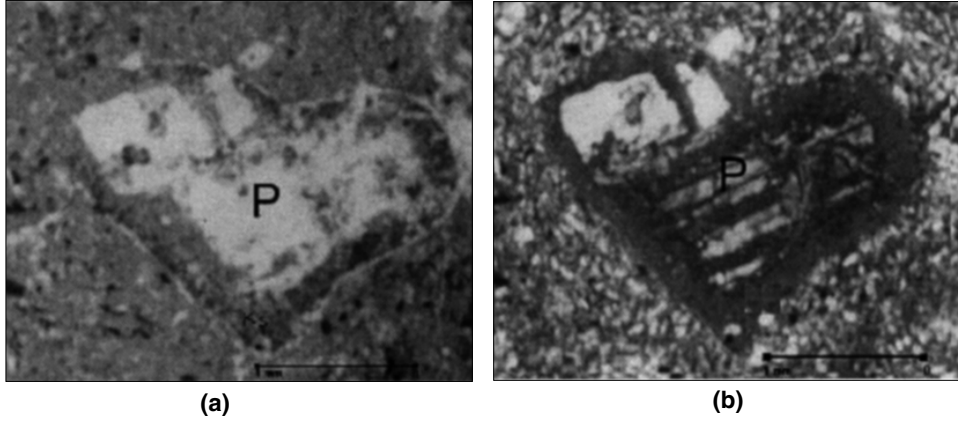
Çizim 4: Gölbaşı ocağı andezit örneklerinin esneklik modülü değerleri



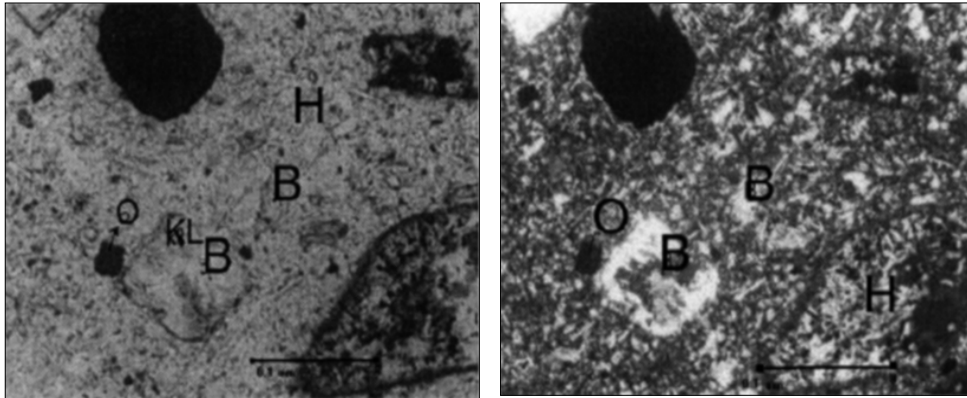
Resim 1: Ankara kalesi Gençkapı bölgesi (tekrar çizim: Jerphanion, 1928)



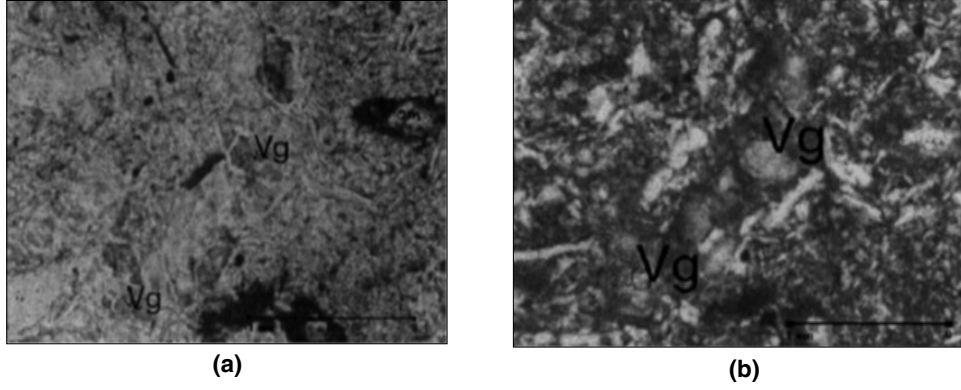
Resim 2: Ankara kalesi Gençkapı bölgesinden alınan yapı taşlarının duvar üzerindeki konumları



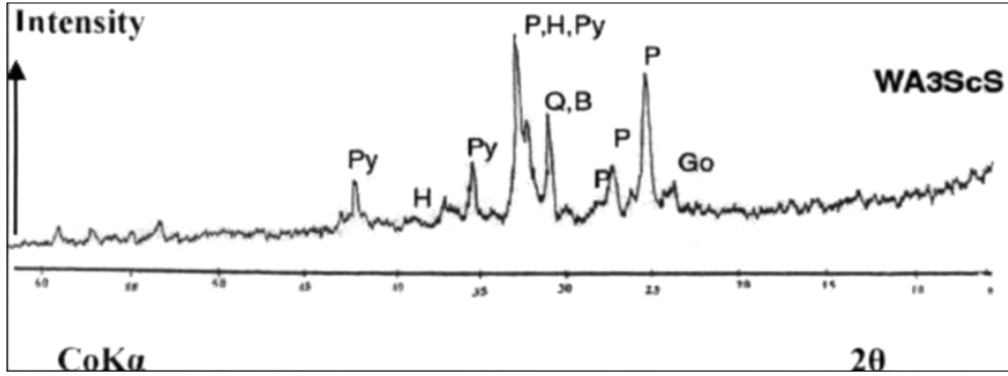
Resim 3: WA 1 andezit örneğinin ince kesit analizi, (a) tek nikol X2.5, (b) ift nikol, P: plajyoklaz



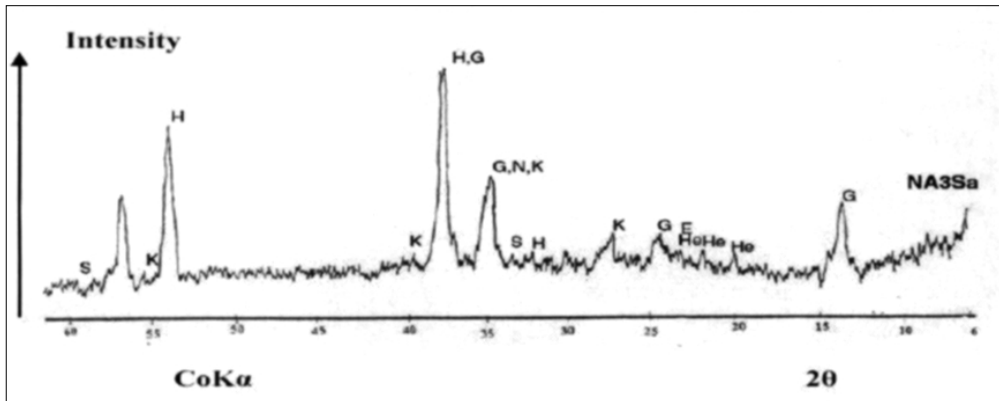
Resim 4: WA 1 andezit örneğinin ince kesit analizi, (a) tek nikol X2.5, (b) ift nikol, B: biyotit, H: hornblend, O: opak mineral, KL: klorit



Resim 5: WA 1 andezit örneğinin ince kesit analizi, (a) tek nikol X2.5, (b) çift nikol, Vg: volkanik cam



Resim 6: WA3ScS andezit örneğinin XED analizi, P: plajyoklaz, H: hornblend



Resim 7: NA3 örneğinden elde edilen çözünen tuzların XRD izler. NaCl (Halite), KNO_3 (Niter), KCl (Sylvite), $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (gypsum), $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Hexahydrite) ve NaNO_3 (Sodaniter)

13. YÜZYIL AKŞEHİR SIRLI SERAMİKLERİNİN ARKEOMETRİK YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

Burcu KIRMIZI*
Şahinde DEMİRCİ
Asuman G. TÜRK MENOĞLU
Ömür BAKİNER
E. Hale GÖKTÜRK

ÖZET

Bu çalışmada Akşehir Anıt Meydanı'nda yapılan kazılarda elde edilen 13. yüzyıl sırlı seramiklerinden bir grup incelenmiştir. İncelemede örneklerin Munsell Renk Kataloğu'na göre renkleri belirlenmiş, hazırlanan ince kesitler optik mikroskopta çalışılmıştır. Ayrıca XRD analizi de yapılmıştır. Sonuçta hamurda belirlenen temel mineraller kuvars, feldispat grubu mineraller, hematit, mika/biyotit ve opak minerallerdir. Genelde hamuru oluşturan maddelerin tane boyutu orta ve iri taneli gruba girmektedir.

Çalışılan sır örneklerinde belirlenen temel mineral de kuvars olup renkle ilgili olduğu düşünülen minerallere ait XRD izlerine de rastlanmıştır.

Analizler pişirme sıcaklığının çok yüksek olmadığını büyük olasılıkla 900 °C'nin altında olduğunu göstermiştir.

GİRİŞ

Anadolu'nun Ortaçağ yerleşim birimlerinde bilimsel kazı çalışmalarının giderek çoğalmasına bağlı olarak bu kazılarda Ortaçağ ve özellikle Selçuklu Dönemi seramikleri de bütün çeşitlendirmeleriyle bulunmaya başlamıştır¹. Çıkarılan seramik malzemeler daha çok görsel özelliklerine uygun olarak sınıflandırılmış ve sanat tarihi yöntemleriyle

* Burcu KIRMIZI, Arkeometri Yüksek Lisans Mezununu ve Doktora Öğrencisi, ODTÜ Arkeometri Bölümü, F.B.E. Arkeometri Anabilim Dalı, 06531 Ankara/TÜRKİYE (e-posta: burcukirmizi @ hotmail.com)

Prof. Dr. Şahinde DEMİRCİ, ODTÜ Kimya Bölümü, F.B.E. Arkeometri Anabilim Dalı, 06531 Ankara/Türkiye (e-posta: sahinde@metu.edu.tr)

Prof. Dr. Asuman G. TÜRK MENOĞLU, ODTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü / F.B.E. Arkeometri Anabilim Dalı, 06531 Ankara / TÜRKİYE (e-posta: asumant@ metu.edu.tr)

Prof. Dr. Ömür BAKİNER, ODTÜ Mimarlık Bölümü, F.B.E. Arkeometri Anabilim Dalı, 06531 Ankara/TÜRKİYE (e-posta: bakirer @ arch.metu.edu.tr)

Prof. Dr. E. Hale GÖKTÜRK, ODTÜ Kimya Bölümü, F.B.E. Arkeometri Anabilim Dalı, 06531 Ankara/TÜRKİYE (e-posta: ghale@metu.edu.tr)

1 Redford, S., 1986, "Excavations at Gritille (1982-1984): The Medieval Period, A Preliminary Report", *Anatolian Studies Vol. XXXVI*, London; Bakirer, Ö., 1986, "Osmanlı Duvar Çinileri İçin Bir Belgeleme Yöntemi", *1. Milletlerarası Türk Çini ve Seramik Kongresi , Bildiri Özetleri Temmuz 1986*, Kütahya Belediyesi, Kütahya: s.8 (bildiri kitabı ayrıca yayınlanmamıştır) ; Öney, G., 1992, *Anadolu Selçuklu Mimari Süslemesi ve El Sanatları*, Ankara: s.104; Anık, R., 2000, *Kubadabad Selçuklu Saray ve Çiniler*, Türkiye İş Bankası Yayınları: İstanbul ; Bilici, S., 2002, *Alanya - Selçuklu Sarayı*, Seramikleri, *Uluslararası Sanat Tarihi Sempozyumu, Prof. Dr. Gönül Öney'e Armağan, 10-13 Ekim 2001*, Bildiriler: İzmir.

değerlendirilmiştir². Dolayısıyla, Anadolu'da Selçuklu Döneminde üretilen seramiklerin malzeme özellikleri ve yapım teknikleri şimdiye kadar çok sınırlı sayıda arkeometrik çalışmaya konu olmuş ve bunlardan gelen bilgiler bu dönem ürünlerini tüm ayrıntılarıyla tanıtmaya yeterli olmamıştır³.

Çalışmamızda bu alana yeni bir katkı vermek üzere 13. yüzyıl Akşehir seramik örnekleri üzerinde arkeometrik bir inceleme yapmak amaçlanmıştır.

Anadolu Selçukluları Döneminin önemli merkezlerinden biri olan Akşehir son dönemlerde ele geçirilen çini ve seramik buluntularıyla dikkat çekmektedir. Günümüze ulaşan çini parçalarıyla, ilçede yer alan bazı yapıların süslemesinde kullanılmış olan çiniler, kentte bir Selçuklu sarayının bulunduğunu düşündürmektedir⁴. 2000-2001 yıllarında Akşehir Müzesi tarafından ilçe merkezinde (Anıt Meydanı'nda) yapılan kurtarma kazıları sırasında oldukça yoğun miktarda seramik malzeme ele geçirilmiştir. Bu malzeme topluluğu içerisinde Anadolu Selçuklu seramiklerinin yanı sıra Bizans, Beylikler ve Osmanlı dönemlerine ait örnekler de bulunmaktadır. Kazılarda hatalı seramikler, üç ayaklar ve fırın malzemelerinin de bulunması burada bir üretimin varlığına işaret etmektedir⁵.

Bu çalışmada çoğunluğu 13. yüzyıla ait olduğu düşünülen bazı sırlı seramik parçaları incelenmeye başlanmıştır. Burada şimdiye kadar elde edilen sonuçlar açıklanacaktır.

YÖNTEM VE DENEYLER

Çalışma kapsamında 8 adet sırlı seramik incelenmiştir. Örneklerle ilgili açıklayıcı bilgiler ve renkleri Tablo 1'de verilmiştir.

Örnek No	Genel Bilgi	Astar	Sır
1	Ağız kenarı parçası, astar dekorlu	Her iki tarafı astarlı	Her iki tarafı sırlı
2	Gövde üstü omuz parçası, sıraltı boyama tekniği	Astar yok	Her iki tarafı sırlı
3	Gövde alt kısım parçası, tek renk sırlı	Astar yok	Her iki tarafı sırlı
4	Ağız kenarı parçası, astar dekorlu	Her iki tarafı astarlı	Her iki tarafı sırlı
5	Gövde parçası, tek renk sırlı	Her iki tarafı astarlı	Her iki tarafı sırlı
6	Ağıza yakın gövde parçası, sgraffito ve sıraltı dekorlu	Her iki tarafı astarlı	Her iki tarafı sırlı
7	Ağız parçası, sgraffito dekorlu	Her iki tarafı astarlı	Her iki tarafı sırlı
8	Dip parçası, sgraffito dekorlu	İçte astarlı, dışta astarsız	İçte sırlı, dışta sırsız

Tablo 1: Çalışılan örneklerin görsel özellikleri

-
- 2 Bakırer, Ö., 1986, "Osmanlı Duvar Çinileri İçin Bir Belgeleme Yöntemi", 1. Milletlerarası Türk Çini ve Seramik Kongresi, Bildiri Özetleri Temmuz 1986, Kütahya Belediyesi, Kütahya: s.8 (bildiri kitabı ayrıca yayınlanmamıştır).
 - 3 Özçilingir-Akgün, S., 1997, A Study of the Glazed Building Materials on Some Seljuk Period Buildings, (ODTÜ, Arkeometri Bölümü, yayınlanmamış yüksek lisans tezi).
 - 4 Öney, G., 1992, Anadolu Selçuklu Mimari Süslemesi ve El Sanatları, Ankara: s.104.
 - 5 Gök, S., 2004, Yayınlanmamış Kazı Raporu, s. 1-11.

Malzeme özelliklerinin belirlenmesi çalışmalarından önce örneklerin ölçekli olarak fotoğrafları çekilmiştir. Fotoğraflar Resim 1- 8’de verilmiştir. Daha sonra örneklerin birbir ölçekte profil ve desen çizimleri yapılmıştır.

Örneklerin hamur, varsa astar, sır ve boya renkleri Munsell Renk Kataloğu (1966, 1998)⁶ kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir.

Örnek 1	Hamur 2.5 YR 5/8 (kırmızı)	Astar Beyaz	Sır ve Boya Sır: 7.5 YR 4/8 (kahverengi) Desen: 5 Y 8/8 (sarı)
2	5 YR 8/2 (açık pembe)	-	Sır: 5B 6/6 (turkuvaz)
3	2.5 YR 6/4 (açık kırmızımsı kahverengi) – 5YR 6/8 (kırmızımsı sarı)	-	Sır: iç: 7.5 GY 4/6 - 5/6 (yeşil) dış: 7.5 GY 4/4 - 5/6 (yeşil)
4	5 YR 7/6 (kırmızımsı sarı) – 2.5 YR 6/8 (açık kırmızı)	Beyaz	Sır: 7.5 YR 4/8–10 YR 8/8 (kahverengi) Desen: 2.5 YR 2/4 – 3/4(kahverengi)
5	2.5 YR 6/6 – 6/8 (açık kırmızı)	10 YR 8/2 (beyaz)	Sır: iç: 7.5 GY 4/8 – 4/6 (yeşil) dış: 7.5 GY 4/8 – 4/6 – 3/4 (yeşil)
6	2.5 YR 6/8 (açık kırmızı) – 5 YR 7/6 (kırmızımsı sarı)	Beyaz	Sır: dış: 7.5 GY 4/4 (yeşil) yapraklar: 7.5 GY 4/8 – 3/6 (yeşil) dal: 10 YR 3/6 (kahverengi)
7	2.5 YR 6/8 – 6/6 (açık kırmızı)	10 YR 8/2 (beyaz)	Sır: kenar boyunca: 7.5 GY 5/6 - 6/6 (yeşil)çizgi: 7.5 YR 4/6 (kahverengi) kenar çizgisi: 2.5 GY 3/2 (yeşil)
8	5 YR 7/6 (kırmızımsı sarı) – 2.5 YR 6/6 (açık kırmızı)	Beyaz	Sır: 7.5 GY 6/6 (yeşil) çizgiler: 7.5 GY 2/2 (siyah)

Tablo 2: Çalışılan örneklerin renk ölçüleri⁷

6 Munsell, A.N., 1966, *Munsell Book of Color – Glossy Finish Collection*, Munsell Color Company Inc., Baltimore , U.S.A.; Munsell, A.N., 1998, *Munsell Soil Color Charts – Revised washable edition*, GretagMacbeth, NY.

7 Munsell, A.N., 1966, *Munsell Book of Color – Glossy Finish Collection*, Munsell Color Company Inc., Baltimore , U.S.A.; Munsell, A.N., 1998, *Munsell Soil Color Charts – Revised washable edition*, GretagMacbeth, NY.

Örneklerin dokusu, mineral içerikleri ve tane dağılımının belirlenmesi için ince kesitleri hazırlanmıştır. İnce kesitlerin dıştan içe tüm katmanları gösterecek şekilde hazırlanmasına özen gösterilmiştir. Hazırlanan ince kesitler Leitz marka bir optik mikroskopta gözlenerek fotoğrafları alınmış ve değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Örneklerin çoğunda hamur kırmızının değişik tonları olarak görülmektedir. Bu durum, seramiklerin pişirme işleminin, oksijenin bol olduğu bir ortamda yapıldığının göstergesi olabilir. Böyle bir ortamda hamurda bulunan demir bileşikleri ferrik oksit (Fe_2O_3) durumuna yükseltgenmektedir. Ferrik oksitin bulunması hamurda hematit mineralinin gözlenmesiyle de desteklenmiştir. Yapılan analizlerde tüm hamurlarda hematit mineraline rastlanmıştır. Yalnız bir örnek (2 No.lu örnek) açık pembe bir hamur sergilemektedir (Tablo: 2). Bu örneğin hamur analizinde hematit belirlenememiştir. Bu da kullanılan hammaddenin farklılığından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca, bu örnekte zeolit grubuna giren fipilsit (phillipsite) mineraline ait XRD izleri olduğu düşünülmektedir.

Örneklerin görsel incelemesi ve Munsell Kataloğu ile renk analizinde çoğu örnekte ince bir tabaka halinde görülen astarın beyaz renkte olduğu anlaşılmıştır (Tablo: 2).

İncelenen sekiz örnekten beşi yeşilin çeşitli tonlarında, ikisi kahverenginin çeşitli tonlarında sır içermektedir (Tablo: 2).

İlk aşamada örneklerin hamur kısmının analizleri yapılmıştır. Astar ve sır analizleri devam etmektedir. Burada şimdiye kadar elde edilen sonuçlar hakkında bilgi verilecektir.

İncelenen hamur yapısında gözeneklilik yüksek görülmüştür. Gözeneklerin bir kısmı mikritik kalsitle dolguludur (Resim: 9). Genelde hamuru oluşturan minerallerin tane boyutu orta ve iri taneli gruba, bazı örnekler (5 ve 8 No.lu örnekler gibi) ince taneli gruba girmektedir.

Tüm örneklerde taneler homojen bir dağılım göstermektedir. Ancak bir örnekte (2 No.lu örnek), iri ve orta boyuttaki taneler birbirlerine yakın fakat bağlayıcısız bir yapı oluşturmuş gibi görünmektedir. Bunun nedeni henüz anlaşılamamıştır (Resim: 10).

İnce kesit analizleri sonucunda belirlenen mineraller temelde kuvars, feldispat grubu mineraller, hematit, mika/biyotit ve opak minerallerdir. Ayrıca mika/muskovit - serizit ve hornblend de gözlenmiştir (Resim: 11).

Hamurda mineraller yanında, kayaç parçacıklarına da rastlanmıştır. Bunlar çoğunlukla metamorfik kayaç parçacıklarıdır (Resim: 12). Metamorfik kayaç parçacıkları yanında çoğu örnekte tortul kayaç parçacıkları (çört) da gözlenmiştir (Resim: 13). Bir örnekte (8 No.lu örnek) volkanik kayaç parçacığı olduğu düşünülmektedir.

Kayaç parçalarının daha çok köşeli taneler halinde bulunması bunların katkı malzemesi olarak hamura ilave edildiğini düşündürmektedir (Resim: 12).

X-ışınları toz diffraksiyon (XRD) izleri ince kesitte elde edilen sonuçları çoğunlukla destekler nitelikte bulunmuştur. Belirlenen mineraller kuvars, feldispat grubu mineraller, kalsit, hematit olup ayrıca bazı örneklerde illit olduğu düşünülen kil minerali izlerine de rastlanmıştır. Yüksek sıcaklık minerallerine rastlanmamıştır. İllitin gözlenmesi ve yüksek sıcaklık minerallerinin bulunmaması pişirme sıcaklığının çok yüksek olmadığını, büyük olasılıkla 900°C'nin altında olduğunu, göstermektedir⁸.

İnce kesitte gözlenebildiği kadarıyla, astar genelde hamura göre daha ince tanelidir ve kuvars içermektedir. Bazı örneklerde, bu taneler killi bir ortamda dağılmış olarak gözlemlenmiştir.

8 Carroll, D., 1970, *Clay Minerals: A Guide To Their X-Ray Diffraction*, Special Paper 126, The Geological Society of America.

Sır genellikle homojen ve astardan ayrı bir tabaka olarak görülmektedir. Bu durumun, sırnın uygulama tekniğiyle ilgili olabileceği düşünülmektedir (Resim: 14).

1, 2 ve 5 No.lu örneklerin sır tabakaları kazınarak alınmış ve XRD analizleri yapılmıştır. Temel mineral olarak kuvars belirlenmiştir, ayrıca renk ile ilgili olduğu düşünülen bazı minerallere ait izlere de rastlanmıştır. XRD izleri camlaşmanın olduğunu açıkça göstermektedir (Çizim: 1).

Bazı örneklerin ince kesitinde sır tabakasında çatlaklar gözlenmiştir. Çatlaklar, sırrı oluşturan maddelerin ısı genleşme katsayılarının astar ve hamuru oluşturan maddelerinkinden farklı olması sonucu meydana gelmektedir. Farklı ısı genleşme katsayıları, seramiğin soğuması sırasında sırda çatlamalara neden olabilmektedir.

Yapılan tüm analizlerin sonuçları birlikte değerlendirilerek, 13. yüzyıl Akşehir sırlı seramiklerinin Anadolu'daki diğer 13. yüzyıl sırlı seramiklerinden ne derece farklı veya aynı olduğu anlaşılabacaktır. Daha sonra, bu dönemin tüm Anadolu seramik teknolojileri birlikte değerlendirildiğinde, özgün Anadolu sırlı seramik teknolojisinin ortaya çıkarılması mümkün olabilecektir.

TEŞEKKÜR

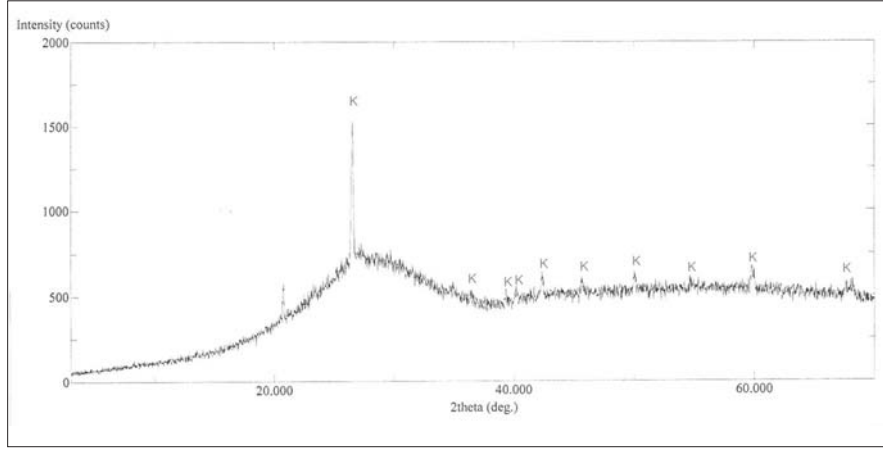
Örnekleri bize temin eden Sayın Sevinç Gök⁹ ve değerli katkılarından ötürü Sayın Talia Yaşar'a¹⁰ teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- ARIK, R., 2000, Kubad Abad – Selçuklu Saray ve Çinileri, Türkiye İş Bankası Yayınları: İstanbul.
- BAKIRER, Ö., 1986, "Osmanlı Duvar Çinileri İçin Bir Belgeleme Yöntemi", 1. Milletlerarası Türk Çini ve Seramik Kongresi, Bildiri Özetleri - Temmuz 1986, Kütahya Belediyesi, Kütahya: s:8 (bildiri kitabı ayrıca yayınlanmamıştır).
- BİLİCİ, S., 2002, Alanya Selçuklu Sarayı Seramikleri, Uluslararası Sanat Tarihi Sempozyumu, Prof. Dr. Gönül Öney'e Armağan, 10-13 Ekim 2001, Bildiriler, İzmir.
- CARROLL, D., 1970, Clay Minerals: A Guide To Their X-Ray Diffraction, Special Paper 126, The Geological Society of America.
- GÖK, S., 2004, Yayınlanmamış Kazı Raporu, s.1-11.
- MUNSELL, A. N., 1966, Munsell Book of Color – Glossy Finish Collection, Munsell Color Company Inc., Baltimore , U.S.A.
- MUNSELL, A. N., 1998, Munsell Soil Color Charts – Revised washable edition, GretagMacbeth, NY.
- ÖNEY, G., 1992, Anadolu Selçuklu Mimari Süslemesi ve El Sanatları, Ankara: s.104.
- ÖZÇİLİNGİR-AKGÜN, S., 1997, A Study of the Glazed Building Materials on Some Seljuk Period Buildings, (ODTÜ, Arkeometri Bölümü, yayınlanmamış yüksek lisans tezi): Ankara.
- REDFORD, S., 1986, " Excavations at Gritille (1982 - 1984): The Medieval Period, A Preliminary Report", Anatolian Studies Vol. XXXVI, London.

9 Araş. Gör. Sevinç GÖK, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, Sanat Tarihi Bölümü, İzmir/Türkiye

10 Jeoloji Yük. Müh. Talia YAŞAR, MTA Genel Müdürlüğü MAT Dairesi - Petrografi Mineraloji Koordinatörlüğü, 06520 Ankara/ TÜRKİYE



Çizim 1: 5 No.lu örneğin sınırının XRD grafiği (K: Kuvars)



Resim 1: 1 No.lu örnek (dış taraf)



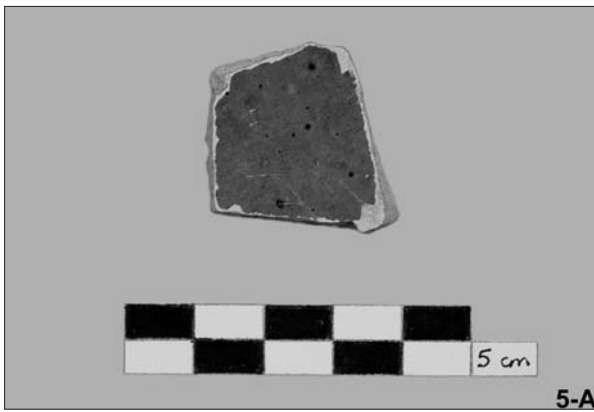
Resim 2: 2 No.lu örnek (iç taraf)



Resim 3: 3 No.lu örnek (iç taraf)



Resim 4: 4 No.lu örnek (iç taraf)



Resim 5: 5 No.lu örnek (iç taraf)



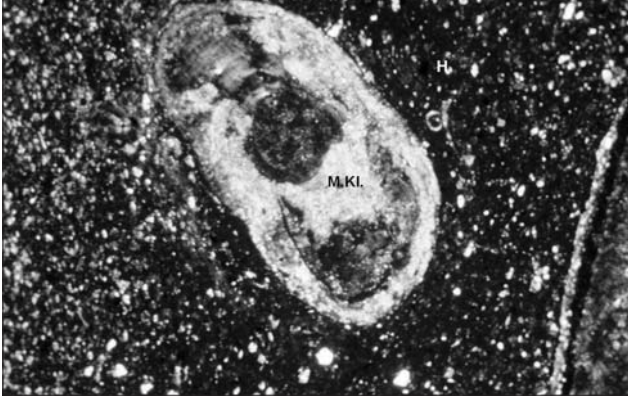
Resim 6: 6 No.lu örnek (iç taraf)



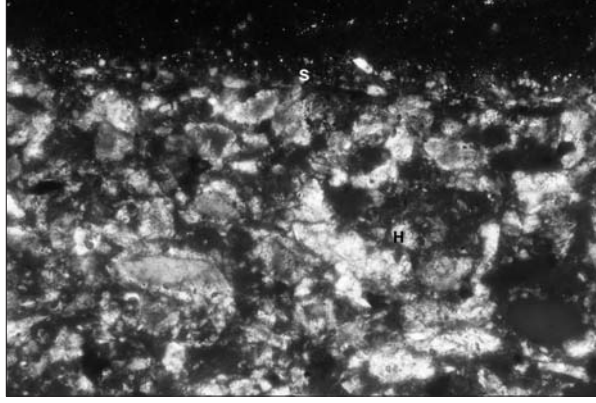
Resim 7: 7 No.lu örnek (iç taraf)



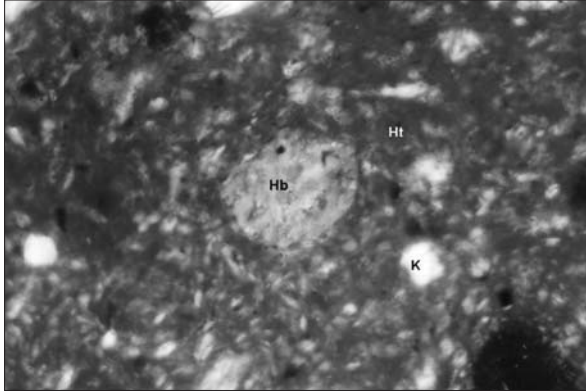
Resim 8: 8 No.lu örnek (iç taraf)



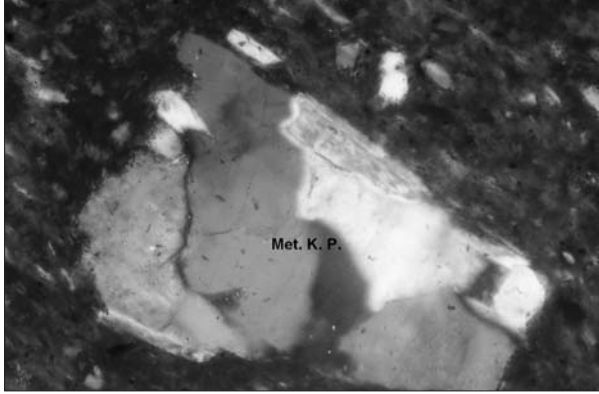
Resim 9: 1 No.lu örneğin ince kesitinin optik mikroskoptaki görüntüsü (çapraz nikol, x 2.5) (M. Kl.: Mikritik kalsit, H:Hamur)



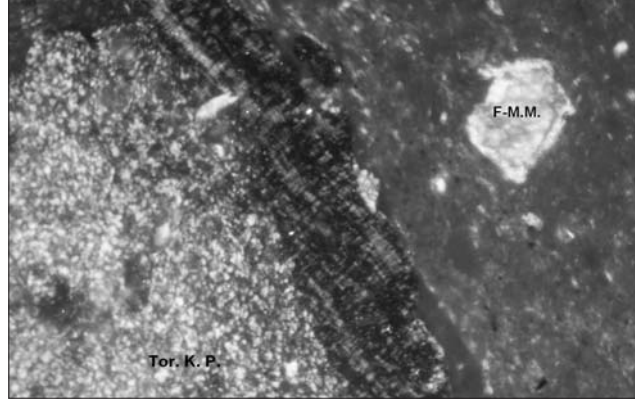
Resim 10: 2 No.lu örneğin ince kesit görüntüsü (çapraz nikol, x 10) (S:Sır, H:Hamur)



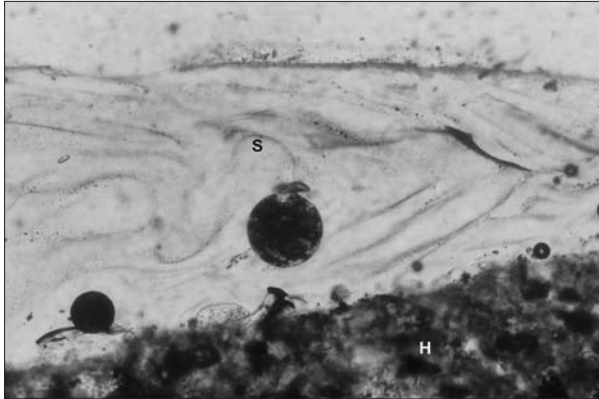
Resim 11: 4 No.lu örneğin ince kesit görüntüsü (çapraz nikol, x 20) (Hb: Hornblend, Ht:Hematit, K:Kuvars)



Resim 12: 7 No.lu örneğin ince kesit görüntüsü (çapraz nikol, x 20) (Met.K.P.: Metamorfik Kayaç Parçası)



Resim 13: 8 No.lu örneğin ince kesit görüntüsü (çift nikol, x 20) (Tor.K.P.:Tortul Kayaç Parçası, F- M.M: Ferromagnezyen mineral)



Resim 14: 2 No.lu örneğin ince kesit görüntüsü (tek nikol, x 20) (S:Sır, H:Hamur)

SYMRNA AGORASI İSKELETLERİNİN PALEOANTROPOLOJİK ANALİZİ

Pınar GÖZLÜK*
Özlem DURGUNLU
Serpil ÖZDEMİR
Mehmet TAŞLIALAN
Ayla SEVİM

GİRİŞ

“Symrna Agorası” Kazısı, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü’nün izinleri, İzmir Belediyesi Ticaret Odası, İzmir Valiliği ve Fransız Dışişleri Bakanlığı İstanbul ve Bordeaux Anadolu Araştırma merkezlerinin destekleriyle ve Dr. Mehmet Taşlıalan’ın başkanlığında yürütülmektedir. Öncelikle bu iskeletler üzerinde çalışmamız için bizi yönlendiren, CNRS Araştırma Başkanı ve Fransız Symrna Araştırma Grubu Müdürü Prof. Dr. Thomas Drew Bear’a teşekkür ederiz.

Agora şehir meydanı, çarşı, pazar yeri demektir. Ticarî, adlî, dinî, siyasî fonksiyonları olan agora, sanatın yoğunlaştığı, felsefenin temellerinin atıldığı, stoaların (stoa: iki tarafında yüksek sütunlar olan ve sütunların üstü kemerlerle kapalı olan bir ticaret yoludur), anıtların, sunakların, heykellerin bulunduğu bir yerdir. Sondaj 1200 ve Sondaj 1100’ün doğuya doğru genişlemesi çalışmaları ilk kez 1930’lu yıllarda yapılmıştır. Çalışmanın materyalini oluşturan iskeletlerin Bizans Dönemine tarihlendirilen bir mezarlıktan geldiği ve 30’lu yıllarda yapılan çalışmalar sırasında bu mezarlıkta tahribatlar olduğu belirtilmektedir.

Kazı çalışmaları Smyrna Agorası’nda hâlen devam etmektedir ve kazı ve restorasyon çalışmaları yapılırken açılır kapanır bir köprünün yerleştirilmesi sırasında rastlantısal olarak bir yeraltı mezarlığı keşfedilmiştir. Mezarlardan biri kapaksız basit bir mezar, diğeri ise birinci mezarın yakınında büyük bir özenle kurulmuş olan kapaklı bir mezardır. İskeletlerin yatış yönü her iki mezarlık alanında da doğudan batıya doğrudur. Daha sonra bu agorada 3 sondaj çalışması yapılmış (1100 Sondajı, 1200 Sondajı (US 1204) ve 1300 Sondajı) ve böylece mezarlık alanı genişletilmiştir. Elde edilen veriler Symrna Agorası’nın Bizans Dönemine tarihlendirildiğini ortaya koymaktadır.

MATERYAL – METOT

Symrna Agorası mezarlığında yapılmış olan kazı çalışmaları sırasında bir paleoantropoloğun bulunmayışı, iskeletlerin düzensiz ve karışık bir biçimde toplanmasına

* Yrd. Doç. Dr. Pınar GÖZLÜK, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Antropoloji Bölümü, 58140, Sivas / TÜRKİYE.
Özlem DURGUNLU, Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü, 06100, Sıhhiye, Ankara / TÜRKİYE.
Serpil ÖZDEMİR, Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü, 06100, Sıhhiye, Ankara / TÜRKİYE
Dr. Mehmet TAŞLIALAN, İzmir Arkeoloji Müzesi, İzmir, TÜRKİYE.
Prof. Dr. Ayla SEVİM, Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü, 06100, Sıhhiye, Ankara / TÜRKİYE.

neden olmuştur. Bize ulaşan iskeletler oldukça karışık ve dağılmış bir durumdaydı. Dolayısıyla bu durum iskeletlerin değerlendirilmesinde bazı sıkıntılara neden olmuştur. Bu çalışmada öncelikle iskeletlerin birey tespiti, ardından bu bireylerde cinsiyet ve yaş saptaması yapılmıştır. Bireylerde cinsiyet belirlenirken kemiklerin genel morfolojik yapılarına, özellikle kafatası ve pelvisteki cinsiyet kriterlerine bakılmış (WEA, 1980), yaşlandırma ise, bebek ve çocuklarda dişlerin sürme zamanına göre geliştirilen dental yaşlandırma metodu (Ubelaker, 1978; Brothwell, 1981), genç erişkinlerde epifizlerin kaynaşma yaşları, daimi dişlerin köklerinin kapanması (Ubelaker, 1978; WEA, 1980; Brothwell, 1981), erişkin bireylerde sutural yaşlandırma (Olivier, 1969; WEA, 1980), symphyseal yaşlandırma (Tood'un) (White, 1991), dental aşınma (Brothwell, 1981; Hillson, 1990), clavicuların kesiti (Kaur ve Jit, 1990), femur ve humerusun proksimal kesitindeki spongiosa dokusunun yapısı (Szilvassy ve Kritscher, 1990) dikkate alınmıştır. Ayrıca bütün kemiklerin bir arada bulunamayışı nedeniyle, kompleks yaşlandırma metodu (Acsadi ve Nemeskeri, 1970; WEA, 1980) yapılamamıştır. Morfolojik değerlendirmede kullanılan biyometrik ölçülerin alınmasında ve bunlardan hesaplanan endis değerlerinin sınıflandırılmasında, Ubelaker (1978), Olivier (1969) ve Martin-Saller'dan (1957,1959) yararlanılmıştır. Bireylerde boy uzunluğunun hesaplamasında Pearson (1899), Trotter-Gleser (1952) ve Sağır'ın (2000) boy regresyon formülleri kullanılmıştır. Paleodemografik çalışmalarda Ubelaker'in (1978), paleopatolojik bulguların saptanmasında da, Ortner ve Putschar'ın (1985), Brothwell'in (1981), Bouville ve diğerlerinin (1983) çalışmalarından yararlanılmıştır.

BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

1. Paleodemografik Dağılım

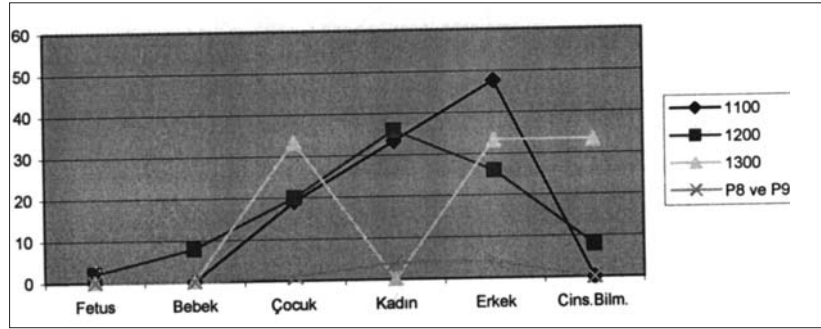
Smyrna Agorası'nda mevcut mezarlık alanından toplam 83 bireye ait iskelet kalıntıları ele geçirilmiştir. Bu bireylerden 21'i 1100 sondajından (% 25,30), 50'si 1200 sondajından (% 60,24), 3'ü 1300 sondajından (% 3,61), 9'u da P8 ve P9 mezarlarından (% 10,84) bulunmuştur.

1100 sondajının açılmasıyla mezarlık alanından saptanan 21 bireyin 4'ünü çocuk (% 19,05), 7'sini kadın (% 33,33), 10'unu erkek (% 47,62), 1200 sondajının (ÜS 1204) açılmasıyla mezarlık alanından saptanan 50 bireyin 1'ini fetus (% 2), 4'ünü bebek (% 8), 10'unu çocuk (% 20), 18'ini kadın (% 36), 13'ünü erkek (% 26), 4'ünü yeterli kriter bulunamadığı için cinsiyeti belirlenemeyen bireyler (% 8) oluştururken, 1300 sondajının açılmasıyla mezarlık alanından saptanan 3 bireyin 1'ini çocuk (% 33,33), 1'ini erkek (% 33,33), 1'ini (% 33,33) yeterli kriter bulunamadığı için cinsiyeti belirlenemeyen bireyler oluşturmaktadır. P8 ve P9 mezarlarından ise saptanan 9 bireyin 1'i çocuk (%11,11), 4'ü kadın (% 44,44), 4'ü erkek (% 44,44) olarak belirlenmiştir (Tablo: 1; Grafik: 1).

1100 sondajı			1200 sondajı			1300 sondajı			P8 ve P9		
	n	%		n	%		n	%		n	%
Fetus	0	0	Fetus	1	2	Fetus	0	0	Fetus	0	0
Bebek	0	0	Bebek	4	8	Bebek	0	0	Bebek	0	0
Çocuk	4	19,05	Çocuk	10	20	Çocuk	1	33,33	Çocuk	1	11,11
Kadın	7	33,33	Kadın	18	36	Kadın	0	0	Kadın	4	44,44
Erkek	10	47,62	Erkek	13	26	Erkek	1	33,33	Erkek	4	44,44
Cins. Bilm.	0	0	Cins.Bilm.	4	8	Cins.Bilm.	1	33,33	Cins.Bilm.	0	0
Toplam	21	100	Toplam	50	100	Toplam	3	100	Toplam	9	100

n: Birey sayısı

Tablo 1: Smyrna Agorası'nda bireylerin mezarlık alanlarına göre dağılımı



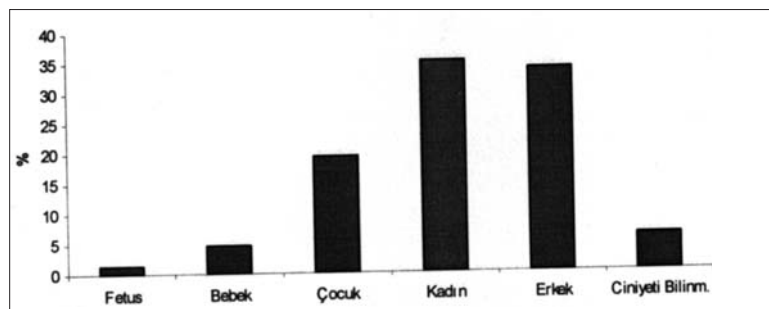
Grafik 1: Smyrna Agorası'nda bireylerin mezarlık alanlarına göre dağılımı

Smyrna Agorası'nda bütün verilerin birlikte değerlendirildiği paleodemografik dağılıma bakıldığında, ele geçirilen 83 bireyin 1'ini fetus (% 1,21), 4'ünü bebek (%4,82), 16'sını çocuk (% 19,28), 29'unu kadın (% 34,94), 28'ini erkek (33,73) ve 5'ini yeterli kriter bulunamadığı için cinsiyeti belirlenemeyen erişkin bireyler (% 6,02) oluşturmaktadır (Tablo: 2; Grafik: 2).

Yaş ve Cinsiyet Grupları	n	%
Fetus	1	1,21
Bebek	4	4,82
Çocuk	16	19,28
Kadın	29	34,94
Erkek	28	33,73
Cins. Bilm.	5	6,02
Toplam	83	100

n: Birey sayısı

Tablo 2: Smyrna Agorası bireylerinin paleodemografik dağılımı



Grafik 2: Smyrna Agorası bireylerinin paleodemografik dağılımı

Smyrna Agorası'nda paleodemografik dağılıma bakıldığında, incelenen toplumun % 25,30'unun fetus, bebek ve çocuklardan, % 74,70'inin ise erişkin (kadın, erkek, cinsiyeti belirlenemeyen) bireylerden oluştuğu görülmektedir. Ayrıca bu toplumda genel değerlendirilmede erkek ve kadın bireyler sayıca birbirine yakın çıkmıştır.

Ortalama Yaşam Uzunluğu

Smyrna Agorası'nda toplum genelinde yaş ortalaması 24,37 olarak bulunurken, bu değer erişkinlerde 35,12'dir. Erkeklerde ortalama yaşam süresi (38,71 ile) kadınlardan daha yüksek (35,46) çıkmıştır (Tablo: 3).

Ortalama Yaşam Uzunluğu	%
Bebek ve Çocuk	6,03
Kadın	35,46
Erkek	38,71
Kadın+Erkek	37,09
Kadın+Erkek+Cins. Bilm.	35,12
Genel	24,37

Tablo 3: Smyrna Agorası'nda genel yaş ortalamaları

Smyrna Agorası'ndan elde edilen veriler, incelenen toplumla aynı dönemde ve yakın dönemlerde yaşamış diğer eski Anadolu toplumlarıyla karşılaştırıldığında, erişkinlerde saptanan yaş ortalaması (35,12) en fazla Çemberlitaş Roma toplumuna ve Eski Cezaevi Geç Bizans toplumuna yaklaşmaktadır. İncelenen toplumla aynı bölgede yer alan toplumlar dikkate alındığında ise en yakın değer, İzmir'in Urla İlçesi'nde yer alan Klazomenai-Yıldıztepe (M.Ö. 7-5) toplumunda kaydedilmiştir (Tablo: 4). Genel olarak bakıldığında, Smyrna Agorası ortalama yaşam süresi bakımından, karşılaştırılabilen diğer toplumlara benzer bir durum sergilemektedir.

Toplumlar	Dönem	Araştırmacı	n	Ortalama Yaş
Klazomenai-Ydt	M.Ö. 7-5	Güleç, 1986	16	34,00
Klazomenai-Akp	MÖ. 7-4. yy	Gözlük, 1998	37	37,22
Börükçü	Geç-Roma	Sağır ve diğ., 2004	42	39,2
Çemberlitaş	Roma	Çiner, 1975	6	35,00
Smyrna Agorası	Bizans	Gözlük ve diğ., 2005	29	35,12
İznik	Geç Bizans	Erdal, 1996	413	30,6
Eski Cezaevi	Geç Bizans	Erdal, 2003	27	34,3
Yortanlı	Geç Bizans	Nalbantoğlu ve diğ.,2000	?	37,85

Tablo 4: Smyrna Agorası erişkinlerinden saptanan yaş ortalamasının, diğer Eski Anadolu toplumlarıyla karşılaştırılması

Yaşam Tabloları

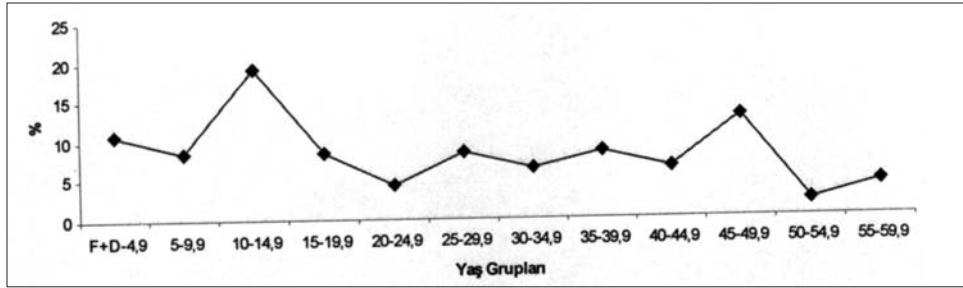
Smyrna Agorası toplumunun nüfus dinamiğinin saptanabilmesi amacıyla, yaşı belirlenmiş bireyler için yaşam tabloları oluşturulmuştur. Yaşam tablosu oluşturulurken, bireylerin yaşlarının belirlenmesindeki hata paylarını ortadan kaldırmak için beşerli yaş aralıkları tercih edilmiştir.

Smyrna Agorası'nda yaşı belirlenmiş toplam 47 bireyin % 19,15'ini 10-14,9 yaşlarındaki bireyler oluştururken, bu değeri % 12,77 ile 45-49,9 arası yaş grubu takip et-

mektedir (Tablo: 5; Grafik: 3). Bu toplumda en yüksek yaşam yaşam beklentisi Fetus (F)+Doğum (D)-4,9 yaş grubu arasındadır. İlerleyen yaş ile birlikte yaşam beklentisininde azalış kaydedilmektedir.

x	Dx	dx	lx	qx	Lx	Tx	ex
F+D-4,9	5	10,64	100	0,106	473,4	2569,15	25,69
5-9,9	4	8,51	89,36	0,095	425,53	2095,74	23,45
10-14,9	9	19,15	80,85	0,237	356,38	1670,21	20,66
15-19,9	4	8,51	61,7	0,138	287,23	1313,83	21,29
20-24,9	2	4,25	53,19	0,08	255,32	1026,6	19,3
25-29,9	4	8,51	48,94	0,174	223,4	771,28	15,76
30-34,9	3	6,38	40,43	0,158	186,17	547,87	13,55
35-39,9	4	8,51	34,04	0,25	148,94	361,70	10,63
40-44,9	3	6,38	25,53	0,25	111,7	212,77	8,33
45-49,9	6	12,77	19,15	0,667	63,83	101,06	5,28
50-54,9	1	2,13	6,383	0,333	26,6	37,23	5,83
55-59,9	2	4,25	4,25	1	10,64	10,64	2,5
Toplam	47						

Tablo 5: Smyrna Agorası bireylerinin genel yaşam tablosu (beşerli yaş aralıkları)

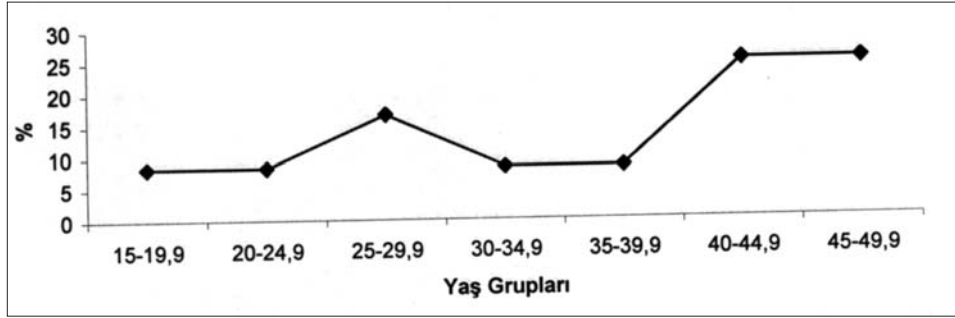


Grafik 3: Smyrna Agorası bireylerinde genel ölüm yüzdeleri (beşerli yaş aralıkları)

Kadınlarda en fazla ölümler 40-49,9 (% 50) yaşları arasında gerçekleşirken (Tablo: 6; Grafik: 4, 6), erkeklerde bu yaş aralığı aynı değer ile 35-39,9 ve 45-49,9'dur (% 21,43) (Tablo: 7; Grafik: 5, 6). Erkeklerde 40-44,9 yaş aralığında birey yoktur. Kadınlarda (% 21,25) ve erkeklerde (18,21) en uzun yaşam beklentisi 15-19,9 yaş grubu arasındadır. İlerleyen yaşla birlikte her iki cinsiyet grubunda da yaşam beklentisi azalmaktadır.

x	Dx	dx	lx	qx	Lx	Tx	ex
15-19,9	1	8,33	100	0,08	479,17	2125	21,25
20-24,9	1	8,33	91,67	0,09	437,5	1645,83	17,95
25-29,9	2	16,67	83,33	0,2	375	1208,33	14,5
30-34,9	1	8,33	66,67	0,12	312,5	833,33	12,5
35-39,9	1	8,33	58,33	0,14	270,83	520,83	8,93
40-44,9	3	25	50	0,5	187,5	250	5
45-49,9	3	25	25	1	62,5	62,5	2,5

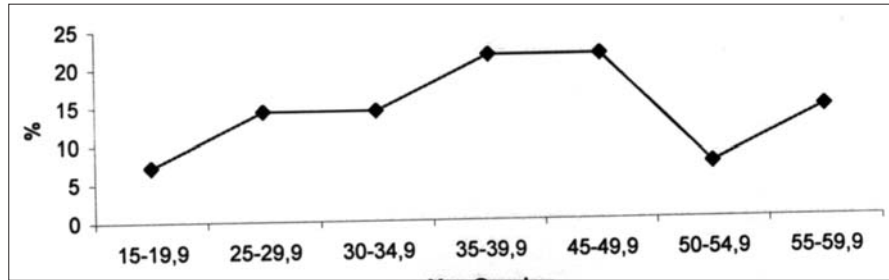
Tablo 6: Smyrna Agorası'nda kadınlarda genel yaşam tablosu (beşerli yaş aralıkları)



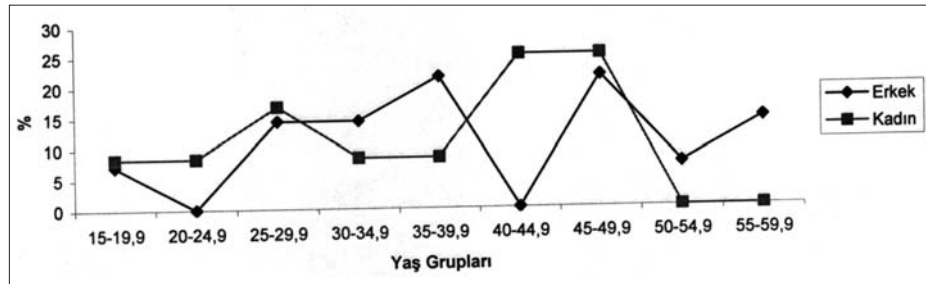
Grafik 4: Smyrna Agorası'nda kadınlarda ölüm yüzdeleri (beşerli yaş aralıkları)

x	Dx	dx	lx	qx	Lx	Tx	ex
15-19,9	1	7,14	100	0,07	482,14	1821,43	18,21
25-29,9	2	14,29	92,86	0,15	428,57	1339,29	14,42
30-34,9	2	14,29	78,57	0,18	357,14	910,71	11,59
35-39,9	3	21,43	64,29	0,33	267,86	553,57	8,611
45-49,9	3	21,43	42,86	0,5	160,71	285,71	6,67
50-54,9	1	7,143	21,43	0,33	89,29	125	5,83
55-59,9	2	14,29	14,29	1	35,714	35,71	2,5

Tablo 7: Smyrna Agorası'nda erkeklerde genel yaşam tablosu (beşerli yaş aralıkları)



Grafik 5: Smyrna Agorası'nda erkeklerde ölüm yüzdeleri (beşerli yaş aralıkları)



Grafik 6: Smyrna Agorası'nda kadın ve erkeklerde ölüm yüzdelerinin karşılaştırılması

2. Morfolojik Yapı

Symrna Agorası'ndan çıkarılan bireylere ait kafataslarında çeşitli ölçüler alınmış, bu ölçüler yardımıyla çeşitli endis değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen verilere göre, populasyon genelinde kafa yapısının mesocranial (orta genişlikte kafa) (75,14) olduğu anlaşılmıştır.

Symrna Agorası toplumunu oluşturan iskeletlerde, bütün olarak ele geçirilen ve analizi yapılabilecek durumda olan kafatası sayısının az olması nedeniyle, bireylerin hepsinde biyolojik yapıyı belirlemek mümkün olamamıştır. Bununla birlikte kafatasları tam olarak çalışılabilen örneklerden 5'inin Akdeniz, 2'sinin Akdeniz-Alpin olduğu görülmüş, sonuçlardan da anlaşılabileceği üzere bu yerleşim yerinde ağırlıklı olarak Akdeniz grubunun varlığı saptanmıştır (Tablo: 8).

	n	%
Akdeniz	5	71,43
Akdeniz-Alpin	2	28,57
Toplam	7	100

Tablo 8: Symrna Agorası bireylerinde biyolojik çeşitlilik

Symrna Agorası bireylerinin vücut kemikleri de metrik açıdan incelenmiş, postcranialden çeşitli ölçüler alınmış ve bu ölçülerden çeşitli endis değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca bu bireylerde uzun kemiklerin maksimum uzunlukları kullanılarak, Pearson (1899), Trotter-Gleser (1952) ve Sağır'ın (2000) boy regresyon formüllerine göre ortalama boy uzunluğu hesaplanmıştır (Tablo: 9). Bu üç regresyon formülünden hesaplanan boyların ortalaması alındığında, kadınlarda ortalama boy uzunluğu 152 cm. çıkarırken, erkeklerde bu değer 166 cm.dir. Populasyon genelinde ise kadınlarda ve erkeklerde genel boy ortalaması 159 cm.dir.

	1100		1204		1300		Genel	
	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek
Pearson (1899)	156,91	163,92	-	162,4	138,39	161,39	147,65	162,57
Trotter-Gleser (1952)	164,72	168,84	159,36	167,94	137,4	164,72	153,83	167,17
Sağır (2000)	162,89	169,4	159,34	167,21	142,83	165,76	155,02	167,46
Genel	161,51	167,39	159,35	165,85	139,54	163,96	152,17	165,73

Tablo 9: Symrna Agorası bireylerinde boy uzunluğu

3. Diş ve Çene Patolojileri

Eski toplumlara ait dişler ve çeneler, bu toplumların beslenme biçimlerini, besin türlerini, besin hazırlama şekillerini, ağız ve diş sağlıklarını, kültürel alışkanlıklarını ortaya koyan oldukça önemli veri kaynaklarıdır (Buikstra ve Ubelaker, 1994). Bu kapsamda, cinsiyet faktörü göz önünde tutularak, Symrna Agorası kadın ve erkek bireylerinde incelenen 171 daimi diş, 184 alveol ve 28 çene üzerinde yapılan paleopatolojik analiz sonucunda, bu bireylerde dental aşınma, diş çürüğü, hypoplasia, diştışı, apse, pre-mortem (ölüm öncesi) diş kaybı ve alveol kaybı gibi lezyonlar belirlenebilmiştir (Tablo: 10).

	Kadın			Erkek			Genel		
Dental Lezyonlar	B	G	%	B	G	%	B	G	%
Çürük (diş)	89	4	4,49	82	4	4,88	171	8	4,68
Hypoplasia (diş)	89	11	12,36	82	9	10,98	171	20	11,7
Diştaşı (diş)	89	14	15,73	82	15	18,29	171	29	16,96
Apse (alveol)	95	2	2,11	89	1	1,12	184	3	1,63
Premortem D.K. (alveol)	95	8	8,42	89	6	6,74	184	14	7,61
Alveol Kaybı (çene)	15	3	20	12	6	50	27	9	33,33

Tablo 10: Symrna Agorası kadın ve erkeklerinde diş ve çene patolojileri

Diş Çürüğü: Diş çürüğü, gen, hormon, tükürük miktarı gibi kişisel, beslenme ve ağız mikro florası gibi çevresel etkenlerin rol oynadığı eksojen bir mekanizma ile oluşmaktadır (Sungur ve diğ., 1977). Symrna Agorası toplumunda diş çürüğü için kadın ve erkeklerde toplam 171 daimi dişe bakılmış, 8 dişte (% 4,68) bu oluşuma rastlanmıştır. Kadınlarda bu lezyon % 4,49 oranında görülürken, erkeklerde bu değer % 4,88'dir. Görüldüğü üzere, kadın ve erkeklerde diş çürüğü görülme yüzdeleri birbirine oldukça yakındır. Aynı zamanda her iki cinsiyette de özellikle arka dişler kompleks yapılarından dolayı bu lezyondan, ön dişlere oranla daha fazla etkilenmişlerdir.

Hypoplasia: Hypoplasia amelogenesis sürecinde kendini gösteren bir aksama sonucu mine tabakasının kalınlığında ortaya çıkan kusur olarak tanımlanmaktadır (Brothwell, 1981; Goodman ve diğ., 1984). Bireylerin bebeklik ve çocukluk dönemlerinde yaşadıkları streslerin en iyi göstergesi olan hypoplasia, Symrna Agorası bireylerinde % 11,7 oranında görülmektedir. Kadınlarda hypoplasia % 12,36 oranında görülürken, erkeklerde bu değer 10,98'dir. Brothwell'in (1981) derecelendirme sistemine göre bu dişlerde hypoplasia az derecede görülmektedir. Ayrıca beklenildiği şekilde, her iki cinsiyet grubunda da ön dişler arka dişlere oranla bu oluşuma daha fazla maruz kalmışlardır. Bu lezyon en fazla köpek dişlerini etkilemiştir (Resim 11).

Diştaşı: Diştaşı, dental plağın mineralleşmesi sonucunda oluşan, genellikle diş etinin diş tacyla sınır teşkil ettiği yerde meydana gelen inorganik birikimdir (Brothwell, 1981; Örtner ve Putschar, 1985). Symrna Agorası bireylerinde diştaşı görülme yüzdesi 16,96'dır. Kadınlarda bu değer % 15,73 iken, erkeklerde % 18,29'dur. Brothwell'in (1981) derecelendirme sistemine göre bu dişlerde diştaşı az derecede görülmektedir. Ayrıca bu oluşumdan ön dişler ve arka dişler hemen hemen aynı oranda etkilenmişlerdir.

Apse: Apseler ileri derecedeki diş çürükleri ya da aşırı diş aşınmasının ardından pulpa boşluğunun iltihaplanmasını ifade eden patolojik bir lezyondur (Buikstra ve Ubelaker, 1994). Apseler, ileri derecede çürük, ileri derecede aşınma, dişözü odacığının dışa açılması, periyodontal hastalıklar, travmalar gibi nedenler sonucunda ortaya çıkmaktadır. Symrna Agorası bireylerinde apse % 1,63 oranında görülürken, kadınlarda bu değer % 2,11, erkeklerde de % 1,12'dir.

Premortem (Ölüm Öncesi) Diş Kaybı: Premortem diş kaybı, bireyin ölümünden önce meydana gelen diş kaybıdır. Bu lezyona genellikle ileri derecedeki çürük ve aşınma, yoğun diştaşı birikimi ya da önemli periodontal rahatsızlıklar neden olmaktadır (Hillson, 1990; Örtner ve Putschar, 1985). Premortem diş kaybı Symrna Agorası toplumunda % 7,61 oranında görülürken, bu değer kadınlarda % 8,42, erkeklerde de % 6,74'dür. Her iki cinsiyet grubunda da özellikle arka dişler ön dişlere oranla bu oluşuma daha fazla maruz kalmışlardır (Resim: 12).

Alveol Kaybı: Alveol kaybı periyodontal hastalıklar içinde değerlendirilmektedir. Periyodontal hastalıklar mikroorganizmaların etkisiyle, dişetinin iltihaplanması sonucunda, dişeti ve alveol kemik çekilmesini ifade etmektedir. Periodontal hastalıklara yol açan etmenler arasında, ileri derecede çürük, aşınma, apse oluşumu, yoğun diştaşı birikimi gibi oluşumlar sayılabilir. Alveol kaybı Symrna Agorası toplumunda % 33,33 oranında görülürken, bu değer kadınlarda % 20, erkeklerde de % 50'dir (Resim: 12).

Aşınma: Diş aşınması, çiğneme esnasında dişlerin birbirlerine sürtünmeleri ve bu arada çiğnenen gıda içerisindeki sert cisimlerin yol açtığı tahribat sonucu diş minesinin giderek eksilmesidir (Özbek, 2000). Symrna Agorası toplumunda dişlerde aşınma dereceleri belirlenirken, Bouville ve diğ. (1983) geliştirmiş olduğu aşınma ölçeğinden faydalanılmıştır. Buna göre kadınlarda ve erkeklerde 179 daimi dişin 165'inde (% 92,18) çeşitli derecelerde aşınmalar saptanmıştır. Bu bireyler bir arada değerlendirildiğinde, dişlerde en fazla rastlanan aşınma derecesi 4'tür (% 26,06) (Tablo: 11). Her iki cinsiyet grubu bir arada değerlendirilirken alt ve üst çene birlikte ele alınmış ve bu oluşumdan en fazla etkilenen diş grubu 2. büyük azı dişleri olarak saptanmıştır (Tablo: 12). Cinsiyetlere göre ayrı ayrı bakıldığında ise, erkeklerde aşınma en fazla 4 düzeyinde olup, 2. büyük azı dişleri aşınmadan diğer diş gruplarına göre daha fazla etkilenmiştir. Kadınlarda rastlanan en yoğun aşınma derecesi ise 2+ düzeyindedir. Bunlarda bu oluşumdan en fazla etkilenen diş grupları aynı değer ile 1. ve 2. büyük azı dişleridir (Resim: 12).

Derece	Diş sayısı	%
4	43	26,06
3	41	24,85
2+	30	18,18
2	16	9,7
5	8	4,85
3-	7	4,24
3+	7	4,24
4+	7	4,24
1	5	3,03
5+	1	0,61

Tablo 11: Aşınma Dereceleri

Kadın + Erkek	I1	I2	C	PM1	PM2	M1	M2	M3	Toplam
1	0	0	0	0	1	0	1	3	5
2	0	0	0	2	2	4	7	1	16
2+	0	0	4	6	6	4	7	3	30
3-	0	0	0	0	0	2	4	1	7
3	4	9	5	9	6	1	3	4	41
3+	0	0	1	1	0	3	2	0	7
4	7	5	7	4	7	7	5	1	43
4+	0	0	4	0	0	1	2	0	7
5	2	0	1	1	1	2	1	0	8
5+	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Toplam	13	14	22	23	23	25	32	13	165

Tablo 12: Daimi dişlerde aşınma

Symrna Agorası popülasyonu diş ve çene patolojileri diğer eski Anadolu toplumlarıyla da karşılaştırılmıştır (Tablo: 13). Genel olarak bakıldığında incelenen toplum, diş ve çene patolojileri açısından diğer eski Anadolu toplumlarına göre yüksek değerler vermemektedir. Bu yerleşim yerinin deniz kenarında olması beslenmede denizel ürünlere yer verdiklerini düşündürmektedir. Elde edilen veriler bu toplumdaki bireylerde ağız sağlığının çok kötü olmadığını göstermektedir. Sonuçların bir kısmının aynı bölgede yer alan toplumlardan elde edilen sonuçlarla benzeşmesi, aynı bölgede belki de benzer bir beslenme rejimini akla getirmektedir.

Yer	Dönem	Araştırmacı	Çürük %	Hypoplasia %	Diştaşı %	Apse %	Periodontal Hastalıklar %	Premortem %
Aşıklı Höyük	Neolitik	Özbek (1998)	2,9	3,7	9,5	26,3	29,4	7,6
Çayönü	Neolitik	Özbek (1997)	4,3	2,8	64	20,2	36,6	27,8
Küçük Höyük	Erken Tunç	Açikkol (2000)	2,92	13,79	1,58	-	57,9	-
Havaz Höyük	Erken Tunç	Özbek (1984)	3,93	-	-	-	-	-
Panaztepe	2. bin	Güleç ve Duyar (1998)	3,01	31,51	20,89	-	-	15,65
Ağızören	Hitit / Orta Tunç	Yılmaz ve Açikkol (2003)	-	27,4	17,7	25	-	7,6
Hakkari	Erken Demir	Gözlük ve diğ. (2003)	5,56	20,15	20,15	3,56	60,98	19,79
Norşuntepe	Demir	Korkmaz (1993)	11,27	87,5	66,6	26,66	90	13,8
Dilkaya	M.Ö. 7-6. yy.	Güleç (1987)	10	-	-	-	-	-
Klaz-Yıldıztepe	M.Ö. 6-5. yy.	Güleç (1986)	5,2	-	-	-	-	3,7
Klaz-Akpınar	M.Ö. 7-4. yy.	Güleç ve diğ. (1998)	5,4	35	12,5	-	-	3,4
Antandros	M.Ö. 7-2. yy.	Erdal (2001)	9,8	60,3	-	5,4	-	17,5
Panaztepe	Roma	Güleç ve Duyar (1998)	11,11	22,73	14,76	-	-	11,11
Arsilantepe	Geç Roma	Uzel ve diğ. (1988)	9,52	-	80	-	-	14,2
Sardis	G. Roma ve E. Bizans	Eroğlu (1998)	8,7	64,54	50,52	7,26	82,31	16,04
Symrna Agorası	Bizans	Gözlük ve diğ., 2005	4,68	11,7	16,96	1,63	33,33	7,61
Iznik	Geç Bizans	Erdal (1996)	10,88	36,80	59,28	3,93	70,83	7
Eski Cezaevi	Geç Bizans	Erdal (2003)	9,6	75,4	57,2	5,1	33,1	12
Karagündüz	Ortaçağ	Gözlük (2004)	6,36	24,91	25,9	1,86	40,64	18,73
Van Kalesi	Ortaçağ	Gözlük ve diğ. (2004)	11,75	30,42	47	1,72	39,74	18,28
Panaztepe	İslam	Güleç (1989)	7,3	5,7	-	-	-	-

Tablo 13: Symrna Agora toplumunda diş ve çene patolojilerinin diğer eski Anadolu toplumlarıyla karşılaştırılması

4. Vücut Patolojileri

Symrna Agorası toplumunun genel sağlık durumunun anlaşılabilmesi için, bu bireylere ait iskeletler paleopatolojik açıdan incelenmiş ve bu toplumda bazı patolojik olgulara rastlanmıştır (Tablo: 14).

	Kadın	Erkek	Cins. Bilin.	Genel
Porotic yapı	-	1	1	2
Cribra Orbitalia	1	-	1	2
Diploe Kalınlaşması	2	1	1	4
Anemi	2	1	2	5
Arthiritis	9	3	1	13
Periostitis	1	-	-	1
Sacralizasyon	-	1	-	1
Vertebralarda Çökme	1	1	-	2

Tablo 14: Symrna Agorası bireylerinde görülen vücut patolojileri

Porotic Yapı, Cribra Orbitalia, Diploe Kalınlaşması, Anemi

Porotic Hyperostosis, anemi, yetersiz ve kötü beslenme, demir eksikliği gibi etkenler sonucunda, kemik üzerinde toplu iğne başı büyüklüğünde delikli ve süngerimsi bir yapı şeklinde kendini göstermektedir (Sevim, 1998). Populasyonda iki bireyde porotic yapı saptanmıştır. Bunlardan bir erkek bireyde gözlenen porotic yapı clavicuların proc. acromialisindedir. Anemi olduğu düşünülen diğer yetişkin bireyde ise, porotic yapı diploe kalınlaşması ile birlikte görülmektedir (Resim: 2). Diploe kalınlaşması birçok nedene bağlanmakla birlikte, çocuklukta porotic yapıya sahip bir bireyde erişkinliğe ulaşıldığında, bu oluşuma rastlanmakta ve bazı durumlarda da porotic izler varlığını sürdürmektedir. Populasyonda ayrıca bir kadın bireyde kafatasında diploe kalınlaşması, geç sutur kaynaşması, yine aynı bireyin vücut kemikleri incelendiğinde de, 5. lumbal vertebrada çökme (Resim: 7), 7. boyun omurunda ve 1. sırt omurunda arthiritis saptanmıştır. Kafatasında diploe kalınlaşması görülen başka bir erkek bireyin, aynı zamanda femurunda az derecede arthiritis oluşumu, sağ femurun epikondülünün dorsalinde ekstra kemik çıkıntıları gözlenmiştir. İleri yetişkin bir kadın bireyde de diploe kalınlaşması parietalde görülmektedir.

Orbitlerin tavan kısımlarında delikli bir yapı ile kendini gösteren cribra orbitalia oluşumu (Resim: 1), 15 yaşında bir bireyde sağ ve sol orbit tavanlarında saptanırken, aynı bireyin her iki femurunun arka kısımlarında doku bozukluğu mevcuttur. Bu bireyde anemi olduğu düşünülmektedir. Yine anemi olduğu düşünülen bir başka kadın bireyde de az derecede cribra orbitalia oluşumuna rastlanırken, aynı bireyin femurunun proksimal kısmında kemik zarı iltihabı dediğimiz periostitis ve osteoporozdan kaynaklandığını düşündüğümüz acetabulumda deformasyon mevcuttur (Resim: 3). Genellikle demir eksikliği anemisinde cribra orbitalia, porotic yapı ile birlikte görülmektedir. Bunun yanı sıra anemi veya demir eksikliği uzun kemiklerin proksimal uçlarını da etkileyebilmektedir. Symrna insanları arasında 8-9 yaşları civarında bir çocuğun henüz epifizleri kaynaşmayan femur uçlarında bazı lezyonlar saptanmıştır. Bu tür lezyonlara başka hastalıkların da neden olabileceği gözardı edilmemekle birlikte bu örneğin muhtemelen anemiye bağlı bir oluşum olduğu fikri ağır basmaktadır (Resim: 5, 6). Bunların dışında 3 bireyde daha anemi tespit edilmiştir. Fakat bu toplumdaki bireylere ait kemiklerin çok parçalanmış olması, inceleme sonuçlarını bütünsel olarak değerlendirmeyi engellemektedir.

Arthiritis: Eklemlerde görülen romatizmal hastalıklar rhomatoid ve dejeneratif olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan iltihabi olanlarına rhomatoid arthiritis, dejene-

retif olanlarına ise dejeneratif osteoarthritis denir. Rhomatoid arthritis kronik bir eklem rahatsızlığıdır. Enfeksiyon kökenli olabilmektedir. Kemiklerin eklem yüzeylerinin dudaklaşması, eklem aralığının daralması, osteofit oluşumu ile kendini göstermektedir. Symrna Agorası popülasyonunda 13 (9 kadın, 3 erkek, 1 cinsiyeti belirlenemeyen) bireyde arthritise rastlanmıştır (Resim: 8-10).

Sacralizasyon: Bu oluşum kireçlenme, bel fıtığı ve disk kaymalarıyla bağlantılı olarak gelişir. Popülasyonumuzda P9 mezarından çıkan bir erkek bireyde bu tür oluşuma rastlanmıştır.

Osteofit ve Schmorl Nodülü: Osteofit ve schmorl nodülü günlük yaşamdaki fiziksel stres ya da enfeksiyonel rahatsızlıklar sonucunda omurlarda oluşan lezyonlardır. Osteofit, daha çok yaşlılarda görülen ve genellikle omurlarda gaga biçimindeki ekstra kemik büyümeleridir. Schmorl nodülü ise vertebra disklerinin üst ve alt yüzeylerinin fıtıklaşmasıdır. Symrna popülasyonunda 57 cervical (boyun), 120 thoracal (sırt) ve 84 lumbar (bel) olmak üzere toplam 261 vertebra (omurga) incelenmiş ve % 12,26 oranında osteofit oluşumu ve % 10,34 oranında da schmorl nodülü saptanmıştır (Tablo: 15; Resim: 8).

Osteofit	Cervical			Thoracal			Lumbar			Genel		
	B	G	%	B	G	%	B	G	%	B	G	%
	57	4	7,02	120	20	16,67	84	8	9,52	261	32	12,26
Schmorl Nodülü	Cervical			Thoracal			Lumbar			Genel		
	B	G	%	B	G	%	B	G	%	B	G	%
	57	0	0	120	16	13,33	84	11	13,09	261	27	10,34

Tablo 15: Vertebralarda Osteofit ve Schmorl Nodülü'nün dağılımı

SONUÇ

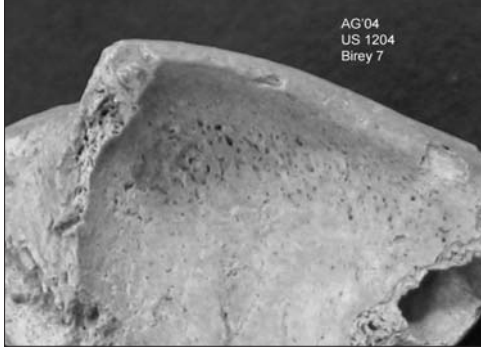
Symrna Agorası toplumuna genel olarak bakıldığında, hastalıkların yol açtığı patolojik lezyonların çok da yaygın olmadığı görülmektedir. Kazı çalışmaları sırasında iskeletlerin özensiz bir şekilde çıkarılması, bütün kemikler üzerinde paleopatolojik olguların tamamının incelenememesine neden olmuştur. İnceleyebildiğimiz kadarıyla bu insanların genel diş ve vücut patolojileri, bize bu toplumun sağlıklı bir toplum olduğu izlenimini vermektedir. Ancak, Symrna Agorası insanların erişkinleri, ortalama 35 yaşlarına kadar yaşayabilmişlerdir; bu yaş ortalaması Bizans Dönemi için uzun bir yaşam süresi değildir. Bunun yanı sıra bu insanların demografik sonuçlarına bakıldığında bireylerin çok ileri yaşlara kadar yaşamadığı anlaşılmaktadır. Toplum diş, çene ve vücut patolojileri bakımından sağlıklı bir toplum izlenimini verirken, demografik sonuçların kısa ömürlü toplum görüntüsünü vermesi bir çelişkiyi ortaya koymaktadır. Buna ilâveten nüfusun yaş ve cinsiyet gruplarına göre dağılımı da beklentiler doğrultusunda çıkmıştır. Birçok eski Anadolu toplumunda bebek ve çocuklar popülasyonun önemli bir kısmını oluştururken, Symrna Agorası toplumunda böyle bir durum söz konusu değildir. Bütün bunlar, değerlendirilen iskeletlerin dağınık, parçalanmış ve eksik olması, örneklerin nüfusu temsil edecek sayıda olmaması gibi nedenlerle açıklanabilir. Geniş bir mezarlık alanına sahip Symrna Agorası'nda kazı çalışmalarının hâlen devam etmesi nedeniyle, ilerleyen zamanlarda gelecek yeni iskeletlerin birlikte değerlendirilmesi, bu insanların demografik dağılımlarını daha doğru ve gerçekçi kılacaktır. Yani mezarlık kazısı tamamlandığında kesin yorumlar yapma şansına sahip olunacaktır. Dolayısıyla bu çalışma Symrna Agorası bireylerine ilişkin kesin sonuçlar içermeyip bir ön rapor niteliği taşımaktadır.

KAYNAKÇA

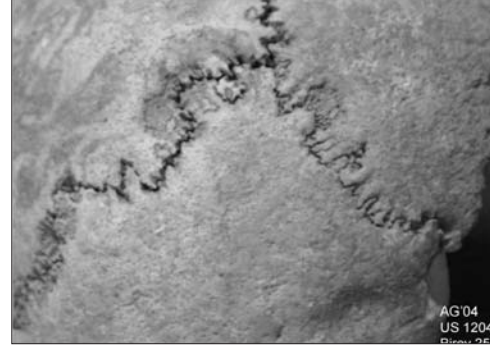
- Acsadi, G.Y. ve J. Nemeskeri, (1970), *History of Human Life Span and Mortality*, Budapeşte: Akademia Kiado.
- Açıkkol, A., (2000), *Küçük Höyük Eski Tunç Çağı İnsanlarının Paleoantropolojik Açısından İncelenmesi*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bear, T ve M. Taşlıalan
- Bouville, C., T.S. Constandse-Westermann, R.R. Newell, (1983), "Les Restes Humains Mesolithiques de l'Abri Corbille, Istres (Bouches du Rhone)", *Bull. et Mem. de la Soc. d'Anthrop. de Paris*, 5:XIII:89-110.
- Brothwell, D.R., (1981), *Digging up Bones*, 3. Baskı, London: Oxford University Press.
- Buikstra, J.E. ve D.H. Ubelaker, (1994), *Standards: For Data Collection From Human Skeletal Remains*, Arkansas Archeological Survey Research Series, No:44
- Çiner, R. (1975), "İstanbul (Çemberlitaş)'da Darüşşafaka Sitesi Temel Kazılarında Çıkarılan İmparator Tiberius Zamanına (M.S.14-37) Ait İskelet Kalıntılarının Tetkiki", *Antropoloji*, 7:107-163.
- Erdal, Y.S., (1996), *İznik Geç Bizans Dönemi İnsanlarının Çene ve Dişlerinin Antropolojik Açısından İncelenmesi*, Basılmamış Doktora Tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Erdal, Y.S., (2001), "Antandros İnsanlarında Ağız Sağlığı", *Türk Arkeoloji ve Etnografya Dergisi*, 1: 45-55.
- Erdal, Y.S., (2003), "Büyük Saray-Eski Cezaevi-Eski Cezaevi Çevresi Kazılarında Gün Işığında Çıkarılan İnsan Kalıntılarının Antropolojik Analizi", *18. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, 15-30.
- Eroğlu, S., (1998), *Sardis Roma-Bizans Topluluklarında Diş Hastalıkları ve Ağız Sağlığı*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Goodman, A.H., D.L. Martin, G.J. Armelagos ve G. Clark., (1984), "Indications of Stress from Bone and Teeth", *Paleopathology at the Origins of Agriculture*, Orlando: Academic Press, s.13-49.
- Gözlük, P., (1998), *Klazomenai İskeletlerinin Paleoantropolojik Açısından Değerlendirilmesi*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Gözlük, P., H. Yılmaz, A. Yiğit, A. Açıkkol ve A. Sevim, (2003), "Hakkari Erken Demir Çağı İskeletlerinin Paleoantropolojik Açısından İncelenmesi", *18. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, ss.31-40.
- Gözlük, P., A. Yiğit ve A. C. Erkman, (2004a), "Van Kalesi/Eski Van Şehri İnsanlarındaki Sağlık Sorunları", *19. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, Ayrı Basım, s.51-62.
- Gözlük, P., (2004b), *Van-Karagündüz Populasyonunun Dişlerinin ve Çenelerinin Paleopatolojik Açısından İncelenmesi*, Basılmamış Doktora Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Güleç, E., (1986), "Klazomenai İskeletlerinin Antropolojik ve Demografik İncelenmesi", *1. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, s.131-137.
- Güleç, E., (1987), "Van Dilkaya İskeletlerinin Paleoantropolojik İncelenmesi", *IV. Araştırma Sonuçları Toplantısı*, s.369-380.

- Güleç, E., (1989), "Panaztepe İskeletlerinin Paleoantropolojik İncelenmesi", *Türk Arkeoloji Dergisi* 28, s.73-96.
- Güleç, E. ve İ. Duyar, (1998a), "Panaztepe M.Ö. İkinci Bin ve Roma Dönemi İskeletlerinin Antropolojik Analizi (1985-1990)", *Antropoloji* 13, s.179-206.
- Güleç, E., A. Sevim, İ. Özer ve M. Sağır, (1998b), "Klazomenai'de Yaşamış İnsanların Sağlık Sorunları", *XIII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, Ayrı basım, 133-159.
- Hillson, S., (1990), *Teeth*, New York: Cambridge University Press.
- Kaur H. ve I. Jit, (1990), "Age Estimation from Cortical Index of the Human Clavicle in Northwest Indians", *American Journal of Physical Anthropology*, 83: 297-305.
- Korkmaz, D., (1993), *Norşuntepe Demir Çağı İskeletlerinde Diş Yapısı ve Hastalıkları*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Lukacs, J.R., (1989), "Dental Paleopathology: Methods for Reconstructing Dietary Patterns", M.Y. İşcan ve K.A.R. Kennedy (ed.) içinde, *Reconstruction of Life from the Skeleton*, New York: Alan R. Liss, Inc. s. 261-286.
- Martin, R. ve Saller, K. (1957), *Lehrbuch der-Anthropologie*, Band I, Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Martin, R. ve Saller, K. (1959), *Lehrbuch der-Anthropologie*, Band II, Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Nalbantoğlu, E., H. Türk ve C. Nalbantoğlu, (2000), "1996 Yılı Yortanlı Nekropolis Kazısı İskelet Populasyonu Üzerinde Paleoantropolojik Çalışmalar", *Türk Arkeoloji ve Etnografya Dergisi*, 1: 27-36.
- Olivier, G., (1969), *Practical Anthropology*, Charles C. Thomas Publisher, Springfield, Illionis.
- Ortner, D.J. ve G.J. Putschar, (1981), *Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*, Smithsonian Institution Press, Washington DC.
- Özbek, M., (1984), "Etude Anthropologique des Restes Humaines de Hayaz Höyük", *Anatolica*, 11: 155-168.
- Özbek, M., (1998), "Human Skeletal Remains from Aşıklı, A Neolithic Village near Aksaray, Turkey", *Light on Top of the Black Hill-Studies Presented to Halet Çambel-(Karatepe'deki Işık-Halet Çambel'e Sunulan Yazılar-)* (G. Arsebük, M.J. Mellink, W. Schirmer Editörlüğünde), 567-579, İstanbul: Ege Yayınları.
- Özbek, M., (1997), "Çayönü Tarım Toplumunda Diş Sağlığı", *Türk Arkeoloji Dergisi*, 31: 181-216.
- Özbek, M., (2000), *Dünden Bugüne İnsan*, Ankara: İmge Kitabevi.
- Pearson, K., (1899), "Mathematical Contribution on the Theory of Evolution. On the Reconstruction of the Stature of Prehistoric Races", *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London, 192: 169-224.
- Sağır, M., (2000), *Uzun Kemik Radyografilerinden Boy Formülü Hesaplanması*, Basılmamış Doktora Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Sağır, M., İ. Özer, Z. Satar ve E. Güleç, (2004), "Börükçü İskeletlerinin Paleoantropolojik İncelenmesi", *19. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, Ayrı Basım, 27-40.
- Sevim, A., (1998), "Eski Anadolu Toplumlarında Gözlenen Bir Patolojik Doku Bozukluğu: Porotic Hyperostosis", *Antropoloji* 13, s.229-244.
- Sungur, T., İ. Saygılı, O. Ceyhan, C. Arabacıoğlu, K. Balış, A. Mısırlıgil ve N. Ayhan, (1977), "Ankara'da 10-15 Yaş Grubu Okul Çocuklarında Ağız ve Diş Sağlığı Konusunda Bir Araştırma", *A.Ü. Diş Hek. Fak. Dergisi*, 4 (1): 125-145.

- Szilvassy, J. ve H. Kritscher, (1990), "Estimation of Chronological Age in Man Based on the Spongy Structure of Long Bones", *Anthrop. Anz.*, 48 (3): 289-298.
- Trotter, M. Ve G.S. Gleser, (1952), "Estimation of Stature From Long Bones of American of American Whites and and Negroes", *American Journal of Physical Anthropology*, 10: 463-7514.
- Ubelaker, D.H., (1978), *Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis, Interpretation*, Chicago: Smithsonian Institution, Aldire Publishing Company.
- Uzel, İ., B. Alpagut. ve S. Kofoğlu, (1988), "Arslantepe Geç Roma Dönemi İskeletlerinde Diş Çürüğü Aşınmaları ve Periodontal Hastalıklar", *III.Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, s.31-54.
- Yılmaz, H. ve A. Açikkol, (2003), "Kütahya Ağızören İskeletlerine Ait Dişlerin İncelenmesi", *Antropoloji*, 17: 71-108.
- White, D.T., (1991), *Human Osteology*, U.S.A: Academic Press.
- Workshop of European Anthropologist, (1980), "Recommandations for age and sex diagnoses of skeletons", *Journal of Human Evolution*, 9 (7): 518-549.



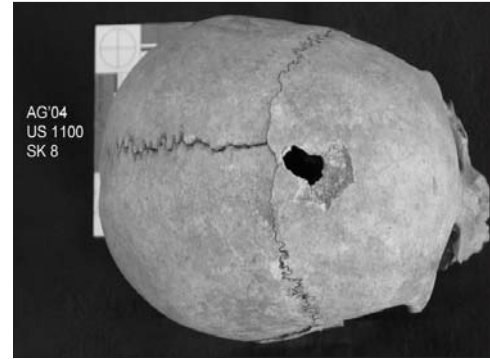
Resim 1: Cribra Orbitalia



Resim 2: Porotic yapı ve diploe kalınlaşması



Resim 3: Acetabulumda deformasyon



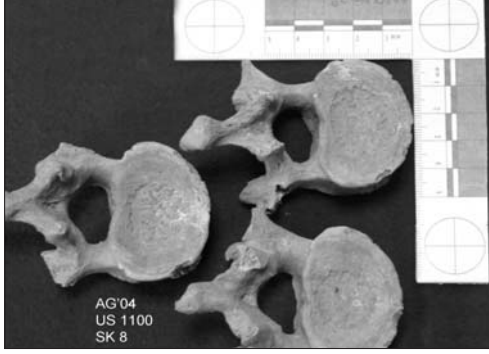
Resim 4: Diploe kalınlaşması ve geç suture kaynaşması



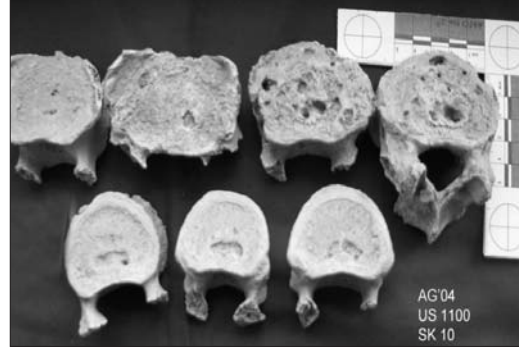
Resim 5: Femur boynunda porotik yapı (yakınlaştırılmış görünüm)



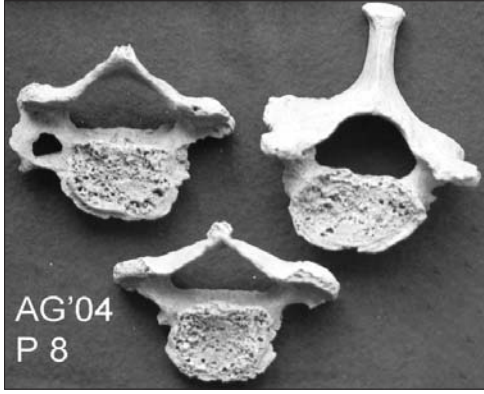
Resim 6: Femur boynunda porotik yapı (sağ, sol)



Resim 7: Vertebralarda çökme



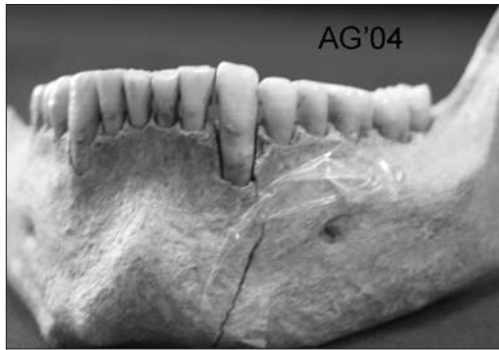
Resim 8: Boyun ve sırt omurlarında dejeneratif arthiritis



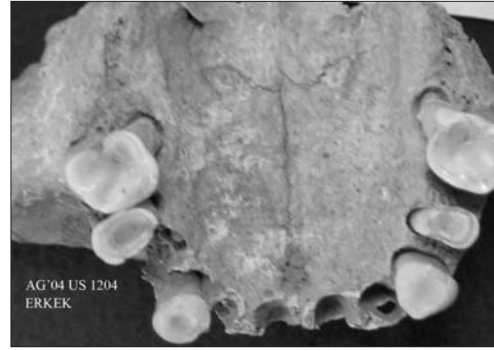
Resim 9: Boyun omurlarında dejeneratif arthiritis



Resim 10: Talus ve calcaneusta arthiritis



Resim 11: Alt dişlerde hypoplasia



Resim 12: Üst dişlerde aşınma

ELAIUSSA SEBASTE 2004 KAZI BULUNTUSU METAL SERAMİK, KİL LÂHİT, TABAN RESTORASYON VE KONSERVASYON ÇALIŞMALARI

Hüseyin AKILLI*

GİRİŞ

Birbiriyle bağlantılı ayrılmaz üçlü olarak gördüğümüz kazı, restorasyon, müze çalışmalarını, Mersin ili'ne bağlı Erdemli İlçesi'nde bulunan Elaiussa Sebaste antik kentinde, İtalyan kazı ekibinin ve başkanının desteği ile Trakya Üniversitesi Edirne Meslek Yüksek Okulu Restorasyon Programı öğrencilerinden oluşturduğumuz ekiple, diğer senelerde olduğu gibi 2004 yılında da sürdürmeye çalışmış bulunmaktayız.

Ancak bu yılki kazı çalışmaları içinde yer alan mezar buluntuları üzerinde gerçekleştirilen restorasyon ve konservasyon çalışmaları, daha ağırlıklı olarak yer almış bulunmaktadır. Bunun nedeni ise arazide çıkarılmış bulunan diğer eserlere kıyasla mezar buluntularının nem kaybı, ısı ve ışığa karşı daha duyarlı olmaları ve bu nedenle çıkarılmaları sırasında koruyucu tedbirler alınması zorunluluğudur.

Kazı ekibi içinde yer alan restorasyon ekibi bir bütünün parçasıdır. Her kazı çalışmasında olması gerekir ve zorunludur. Verimli çalışması ise, kazı başkanının ve diğer kazı ekip üyelerinin destek ve yardımlarıyla mümkündür. Biz restorasyon ekibi olarak çoğunlukla başarılı olmamızı kazı başkanı Prof. Dr. Schneider'e ve ekip içinde yer alan İtalyan ve Türk arkeolog meslektaşlarımıza borçluyuz. Bu nedenle hepsine çok teşekkür ederim.

1. TAHRİBAT

Bilimsel kazı içinde yer alan mezar kazısı eserlerin günışığına çıkarılmaları da ayrı bir önem taşımaktadır. Bazen bir mezarın kazısı Elaiussa Sebaste'de olduğu gibi bir kazı dönemini kapsayabilmektedir. Bunun nedeni, gömünün üst üste yapılmasıyla birlikte buluntuların çok hassaslaşmış olmalarından dolayı koruyucu tedbirler alınarak buluntuların çok yavaş çıkarılmalarıdır.

Yapıldıkları günden günümüze kadar geçen zaman süreci içerisinde bulundukları mezar içinde belli bir bozulmadan sonra bozulmaları yavaşlayan ve uyum içine giren buluntuların, hiçbir koruyucu tedbir alınmadan günışığına çıkarıldıklarında ani nem, ısı, ışık değişimi sonucunda, bazılarının çıkarma sırasında, bazılarının ise kısa zamanda yok olmaları veya çok tahrip olmaları kaçınılmazdır. En büyük problem ısı ve ışık karşısında oluşan nem değişimidir.

* Yrd. Doç. Dr. Hüseyin AKILLI, Trakya Üniversitesi, Edirne Meslek Yüksekokulu, Restorasyon Programı
Ayşekadın/Edirne/TÜRKİYE

Mezar içindeki toprak altındaki eserin günışığına çıkarılmasıyla oluşan basınç ve ısı değişimi, eserin bünyesinde bulunan bir takım tuzların kapilarite içinde harekete geçmesi ve nem kaybından dolayı yukarıya doğru yükselerek kristalize olmaları sonucunda eserin çatlamasına, kırılmasına, parça parça dökülmesine veya en kötüsü toz haline gelerek yok olmasına neden olur. Bu tahribatın azlığı veya çokluğu eserin yapı oluşumuna da bağlıdır. Söz konusu olay mezar içinden çıkan metal, cam, kemik ve kilden yapılmış eserler ve diğerleri için de geçerlidir.

Mezar buluntularının dışında, 2004 yılında agora içinde de çalışmalar gerçekleştirildi. Bunların tahribatları birbirleriyle bağlantılı ve ilişkili olan insan, doğa ve yapı oluşumu olumsuzluklarıdır.

Mozaığın bir çeşidi olan opus sectileyi oluşturan plakalardan özellikle sarımsak kalker taşından ve travertenden yapılmış plakalar, mermer ve granitten yapılmış olanlara nazaran daha çok yıpranmış ve parçalanmıştır. Çatlakların arasına giren bitki köklerinin mekanik hareketleri de parçalanmayı hızlandırmıştır. Her ne kadar kazılmış ve günışığına çıkarılmış bölgenin etrafı tel örgüyle çevrilerek koruyucu tedbirler alınmış olsa dahi, kültür mirasımıza sahip çıkma bilinci tam olarak yerleşmemiş olduğundan bazı insanların yapmış oldukları olumsuzluklar da bu tür hassaslaşmış eserlerin tahribatını hızlandırmaktadır.

Yapı harcının iyi yapılmamış olan kısımlarında ve antik restorasyon gerçekleştirilmiş kısımlarda plakalar tamamen yerlerinden çıkmış durumdadır. Bulundukları yapının deprem ve diğer olumsuz etkenler sonucunda yıkılmasıyla mimari elemanların düşmesi, plakaların ezilme, çatlama, kırılma ve yerlerinden çıkarak başka yerlerde bulunmalarını ortaya çıkarmıştır. Kazı sırasında çok sayıda yerleri belli olmayan toprağa karışmış plaka günışığına çıkarılmıştır.

Fırın tabanının 2-3 cm. kalınlığında ve 30-40 cm. genişliğinde çoğu kare plakalarının killi topraktan yapılmış olması, üzerlerine düşen mimari eleman ve moloz taşlardan çok tahribata uğramaları sonucunu ortaya çıkarmıştır. Plaka altında bulunan killi toprağın esnekliği de parçalanmayı çoğaltmıştır. Çoğu plakanın yüzün üzerinde parçalara ayrılması bunu göstermektedir.

Agora içinde yer alan bazilikanın tabanının yaklaşık iki metre altında günışığına çıkarılan mozaiklerdeki en büyük problem, bazı kısımlarda mozaığın kabarmış olmasıdır. Yüzyıllardır toprak altında bulunan mozaığın üzerindeki toprağın alınmasıyla üst kısımdaki ağırlığın yok olması, taban harcının güçsüz olduğu yerlerde mozaığın kabarmasına ve tesseraların çıkmasına, harcıdan ayrılmasına neden olabilmektedir. Olumsuzluk burada da söz konusudur.

2. KORUMA

Restoratör, eserlerin hangi ortamlarda yapı oluşumlarına bağlı olarak bölge iklim koşullarına göre olabilecek olumsuzlukları, tahribatları bilmek ve bunlarla ilgili kalıcı veya geçici tedbirler almak zorundadır. Bu da restoratörün bilgi ve deneyimine bağlı olmakla birlikte, bilgi ve deneyimini kullanarak eserlerin günışığına çıkarılmasında ve alınacak tedbirlerde kazı başkanını bazı durumlarda yönlendirmesiyle mümkündür.

Gerçekten ülkemizde günışığına çıkarma yönlendirmeleri olabilmekte midir? 30 yıllık kazı, 26 yıllık restoratör deneyimine ve katıldığım yüzden fazla kazı, yüzey araştırmalarına bağlı olarak bunun çok zor olduğu inancındayım. Günümüzde dahi bu zorluklarla karşılaşmaktayım.

2.1 ARAZI

Çok bozulma aşamasında olan ve hassaslaşmış eserlere, arazide bazı koruma (konservasyon) çalışmaları yapmak gerekli ve zorunludur. Aksi takdirde bunların atölyeye (kazı evine) veya müzeye götürme veya saklama sırasında bozulmaları veya yok olmaları kaçınılmazdır.

Genel olarak ele alındığında, hassaslaşmış veya çatlamış, parçalanmış eser, var olan toprak kir tabakasından tam olarak temizlenmeden veya toprağı ile birlikte alttan kesilerek kaldırılıp götürülmelidir. Çünkü toprak, parçalanmış veya dağılabilecek olan eserde bağlayıcı görevi görmektedir. Bu yeterli olmadığı taktirde nemini hızlı bir şekilde kaybetmesini önlemek için alüminyum folyo, nemli bezle sarılmalıdır. Bunun yetersiz olması durumunda alçı + bez, beyaz tutkal + bez, poliüretan köpük kullanımıyla paketlenip daha sonra alttan kesilerek onarımı yapılacak atölyeye taşınmalıdır. Lifli olan pamuk kesinlikle kullanılmamalıdır. Çünkü restoratöre, yapışmış veya takılmış olan lifleri temizlemek için ikinci bir işlem yaptırır.

Elaiussa Sebaste'de mezar buluntusu cam, metal, kemik ve kil eserler folyo veya gerekli görülenler nemli beze sarılarak arazi koruma çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Toprağıyla birlikte alttan keserek ayırma sadece bir tanesinde (2003) gerçekleştirilmiştir.

Kabarmış olan mozaiklerin kenar sınırlandırması, dere kumu + derz macunu + kireç karışımından oluşturulan harçla tessera üst hizasına kadar şerit şeklinde dolguyla gerçekleştirilmiştir. Oynamış tesseralar kireç + dere kumundan oluşturulan harçla sabitleştirilmiştir. Teşhis yapıp kabaran ve zararsız olan kısımlar 2005 yılı kazı çalışmaları sırasında onarılmak üzere bırakılmıştır.

Parçalanmış fırın tabanı plakalarının 1/1 çizimleri ve yer tespitleri gerçekleştirildikten sonra planlı olarak parçalar kaldırılarak levha üzerine yerleştirilip kazı alanı içinde çalışma yapılacak yere getirilmiştir. Temizlenen kırık birleşme yerlerine araldit sürülmesiyle, belirlenen yapıştırma planı dahilinde parçalar birleştirilmiştir. Yumuşamış olan kırık yüzeyler sertleştirilmiştir. Aşınmış olan kırık yüzeylerde ise araldit içine karıştırılan seramik tozuyla yoğunluğu artırılan yapışkan kullanılmıştır. Arka yüzeylerinden, kırık birleşme yerlerine destekleme dolgu yapılmıştır. Çoğu plakanın arka yüzeyi araldit + selülozik tinerin karıştırılmasıyla oluşturulan eriyiğin fırça ile sürülmesi sonucu birkaç kez sertleştirilmiştir. Plakalar 2005 yılı kazı çalışmaları sırasında fırın tabanı için oluşturulacak plan dahilinde yerleştirilmek üzere kazı yerinde korumalı bir yere taşınarak saklanmıştır.

Bazilika tabanını oluşturan opus sectile çalışmalarına bu yıl da devam edilmiştir. Tasnif, tespit, teşhis, temizleme, yapıştırma, sağlamlaştırma, sabitleme ve tamamlama çalışmaları gerçekleştirilerek onarılmıştır. Açık arazide ve her türlü olumsuz etkenlere tabanın açık olması nedeniyle çalışmalar ve kullanılan malzeme buna göre belirlenip tatbik edilmiştir. Yapıştırıcı olarak araldit, etabont ve sintolit kullanılmıştır. Plaka taban sabitlemesi olarak çok az derz dolgu ve yapıştırıcısı, çoğunlukla sönmüş kirecin dere mıcırından oluşturulan harçla yapılmıştır. Boşluk dolgusu ise sönmüş kirecin dere kumuyla karıştırılmasıyla oluşturulan sulu harçla gerçekleştirilmiştir.

2.2 ATÖLYE

Koruyucu tedbirler alınarak mezardan çıkarılan buluntular kazı atölyesine getirilerek koruma altına alınmıştır. Acil durum gösteren metal buluntuların temizliği gerçekleştirilmeden Praloid B 44 ile asetonun karıştırılmasıyla oluşturulan eriyikle birkaç kere sertleştirilmeleri gerçekleştirilmiştir.

Kil lâhit on gün süre ile sabah, öğlen ve akşam ıslatılan bezle sürekli olarak örtülmüştür. Böylece çabuk kuruması ve bunun sonucunda olabilecek boya döküntüleri ve çatlamlar önlenmiştir.

Koruma altına alınmış olan eserlerin yerleştirildiği deponun güneş ışınlarından arındırılmış olmasına rağmen, bulunduğumuz bölgenin çok sıcak olması nedeniyle eserlerin çok az da olsa kayba uğramaları önlenememiştir. Bunun engellenmesi ise ancak son derece gelişmiş aletlerin bulunduğu, yüzmiyarlara malolabilecek modern bölge laboratuvarlarının kurulmasıyla mümkün olabilir.

Kil lâhitte tuz oranının çok yüksek olduğu, dış yüzeye yansımış olanlardan belli

olmuştur. Eserin üst yüzey temizliği, normal kuruması (nemli bez altında) tamamlandıktan sonra, mekanik olarak ahşap yassı sivri aletler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Daha sonra elektrikli freze ile imkânlar ve varolan zaman ölçüsünde, üst yüzeyinde bulunan ve sertleşmiş olan kalker tabakası temizlenmeye çalışılmıştır.

Kil lâhit üzerinde toprak boya ile yapılmış bezemeye zarar vermeden, zar şeklinde olan kalker tabakasını laboratuvar imkânları olmayan bir yerde temizlemek çok zor hatta imkânsızdır. Kuruyken görünür durumda olmayan bezeme, ancak üst yüzey nemlendirildiğinde veya paraloid eriyiği sürüldüğünde görünür duruma gelmektedir. Bu da kalker tabakasıyla bezemenin birbiriyle tamamen kaynaştığını ve bütünlük oluşturduğunu gösterir. Bunu birtakım kimyasal maddeler kullanarak temizlemeden ziyade, üzerine paraloid sürerek görünür duruma getirmek daha uygun olacağından biz de bu durumu seçmiş bulunuyoruz. Lâhdin sanduka ağız kısmında oluşmuş yaklaşık 1-2 mm. kalker tabaka birikintilerine müdahale edilmemiştir. Ancak kapakta bulunan kalker tabakasına, hidroklorik asit bulunan şişe içine ucu pamuk sarılı çubuk batırıldıktan sonra sürülmüştür. Kalkerle reaksiyona girmesi sonucu köpürme meydana gelmiştir. Yumuşamış bu kısım ise bisturi ile alınmıştır. İşleme üst yüzeyde ince kalker tabakası kalcaya kadar devam edilmiştir. Daha sonra kalan ince tabaka, tahta aletler ve freze kullanılarak atılmıştır. Kapağın üst yüzeyi tamamen kirlerden arındırılarak bezeme görünür duruma getirilmiştir. Temizlenen kil lâhit Paraloid B 44 ile asetonun karıştırılmasıyla oluşturulan eriyikle sertleştirilip sağlamlaştırılmıştır.

Korunmalı olarak buluntu yerine getirilen metal eserlerin bozulma durumlarına göre, bazılarının temizliği yapılmadan oluşturduğumuz sertleştirme havuzuna tam daldırılarak sağlamlaştırılma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bazıları ise bozulma durumlarının yoğunluğuna göre kısmî olarak daldırılmıştır.

Temizlemede daha çok ahşap aletler, kıl ve pirinç fırçalar ve elektrikli freze kullanılmış ve daha sonra sertleştirme uygulaması tatbik edilmiştir.

SONUÇ

Elaiussa Sebaste 2004 restorasyon ve konservasyon çalışmaları yoğunluklu olarak mezar buluntuları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kazı ekibinden katılımlarla birlikte seramik, metal, cam, kil lâhit onarım çalışmaları 5 kişilik ekiple yürütülmüştür. Destekçiler ve yardımcıları ise bütün Elaiussa Sebaste kazı ekibidir. Uyumlu çalışma olumlu restorasyon ve konservasyon uygulamalarını ortaya çıkarır. Bunda da bizlerin kazı ekibi olarak bir bütün hâlinde başarılı olduğumuz inancındayım.



Resim 1: Onarım öncesi opus sectile tabanı



Resim 2: Onarım sonrası opus sectile tamamı



Resim 3: Mozaik kenar sınırlandırması



Resim 4: Seramik tütleme



Resim 5: Tahrip olmuş fırın tabanı



Resim 6: 1/1 taban çizimi ve tespit



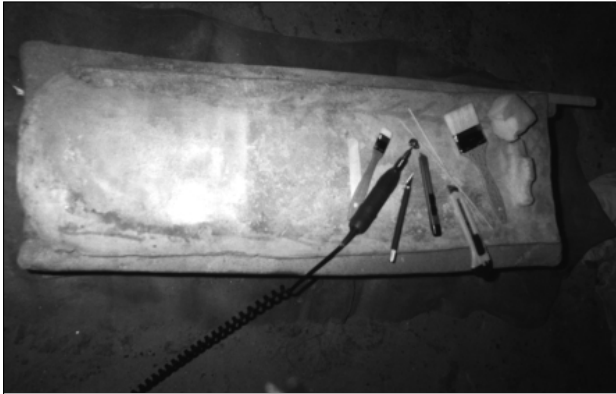
Resim 7: Yapıştırılmış kil plakalar



**Resim 8: Yapıştırma sonrası kil plakalarının
arkalarının sertleştirilmeleri**



**Resim 9: Kil lâhit kapağını
temizleme çalışması**



Resim 10: Mekanik temizlemede kullanılan aletler

ANTIOCH-ON-THE-ORONTES AND SELEUCIA PIERIA 2004: PRELIMINARY RESULTS OF THE GEOPHYSICAL SURVEY

Gunnar BRANDS*
Cornelius MEYER

In 2004, a Turkish-German project in Antakya and Seleucia Pieria was launched to document, research, and publish the surviving monuments of ancient Antioch-on-the-Orontes in order to facilitate a comprehensive understanding of the city's development from the Graeco-Macedonian Polis until the late-antique metropolis¹.

With a permit granted by the Ministry of Culture, the German mission to the Asi Nehri Deltası projesi from Halle University initiated a pilot survey in Antakya and Seleucia which took place from July 26th to August 22nd 2004, generously sponsored by the Fritz Thyssen-Stiftung of Cologne. The 2004 campaign was designed to integrate archaeological and architectural surveys as well as geodetical and geophysical investigations in order to evaluate and prepare a survey on the city area for future research.

The main goal of the geophysical prospection was to generally assess the environmental conditions under which geomagnetic and GPR explorations could take place in a city of the size of modern Antakya with its typical ecological problems. Four areas within and outside the ancient city and one in Seleucia were chosen for various archaeological reasons.

Geomagnetic Mapping

A magnetometer survey was carried out in Antakya and Seleucia using an Fluxgate Gradiometer (predominantly in the 0.2 nT range) consisting of 5 gradient probes. The nanotesla (nT) is the standard unit of magnetic induction, here used to indicate positive and negative deviations from the Earth's normal magnetic field.

The data were collected at profiles with a lateral line separation of 0.4 m and an inline separation of 0.05 m for each point, using a 6-channel data logger with a quasi-continuous rate of 20 samples/sec. The geomagnetic data were resampled in an equidistant grid. The grid images presented here were produced with a 3x3 median filter and the data have been presented as grey scale. The geomagnetic images are displayed with different threshold values according to the general level of the geomagnetic gradient field.

GPR (Ground Penetrating Radar)

The ground penetrating radar (GPR) method is based on the propagation of high-frequency electromagnetic waves through the ground. The waves are reflected and

* Prof.Dr. Gunnar BRANDS, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Orientalische Archäologie und Kunst, Brandbergweg 23c, 06099 Halle/ALMANYA brands@orientarch.uni-halle.de
Dipl.-Geophysiker Cornelius MEYER, eastern atlas Geophysikalische Prospektion, Große Hamburger Straße 17, 10115 Berlin/ALMANYA, info@eastern-atlas.com

1 H. Pamir - G. Brands, The Orontes River Delta and the River Valley Archaeological Projects 2004: Antiocheia, Seleucia Pieria and Sabuniye Projects: Report on the 2004 Preliminary Campaign, *Araştırma Sonuçları Toplantısı* 23 (2006).

refracted by different layers and underground objects like stones and walls. The registration of travel-time differences of the electromagnetic waves gives information about position, depth and specific properties of buried objects and layers. Spherical resolution and depth range depend on the GPR antenna frequency and electromagnetic properties of the ground. As a general rule one can assume that the higher the frequency, the better the spherical resolution, however with a decrease in the penetration depth.

On the test areas in Antakya and Seleucia Pieria, a SIR-2 GPR system was applied with a 500 MHz antenna. The profile distance was 0.5 m; the inline distance of points was approximately 0.05 m. The post-processing of the GPR data transforms the vertical profiles (radargrams) to horizontal maps (time slices). These maps show the distribution of reflecting objects and structures in different depths within a certain time interval.

'Epiphaneia'

The largest area explored geophysically -roughly 2.5 hectares- lies on the eastern fringe of the plateau of Mt. Staurin (Fig. 1) and hence is seemingly outside the built-up area of the ancient city. In a recent article, however, Wolfram Hoepfner has identified this area with the so-called Epiphaneia², named after Antiochos IV Epiphanes, one of the great benefactors of the city in the first half of the 2nd century B.C. According to Strabo (16, 2, 4), who is somewhat vague about Epiphaneia's exact location, Antiochos IV is said to have added this new quarter to his capital. Downey, in his account on the history of Antioch³, locates Epiphaneia on the western slopes of Mt. Silpius, while Malalas explicitly speaks of its founding "on the mountain" and "outside the city". In fact, the wide saddle on Mt. Staurin, with its rolling hills, is very well suited to accommodate a settlement that deserves Malalas' description. Moreover, the area is covered with ceramics and is known for its abundance of coins. Though there are no visible traces thus far of buildings, there is evidence of a certain importance: a track winding alongside the Parmenios gorge seems to have linked the area to the city and, even more important, the Staurin plateau was accessible from the city center by means of a serpentine path cut into the rock on the western slope. In addition, the area is completely walled in to the west by the circuit wall enclosing the Staurin plateau and to the east by a wall that runs alongside the ridge of hills encompassing a large area of some 30 hectares. Some of these walls, on the southeastern and northern slopes of the Staurin plateau, are polygonal in structure. Further exploration will, however, be needed to establish a consistent plan of the fortifications in this part of the city. On the southern fringe of the plateau, the existence of a natural cave accessible by an arched entrance of large ashlar of limestone bears witness to a certain significance of this part of Antioch's urban landscape.

In light of Hoepfner's assertion, a geophysical prospection was carried out to determine the measurement conditions on the area, which is subject to intense agricultural use. The space chosen for investigation, roughly covering 2.25 hectares, did not reveal coherent structures (Fig. 2) and therefore provides no basis for the reconstruction of an urban settlement so far. A small building on the eastern slope that could be a farmstead is probably a modern structure. The saddle adjacent to the cave, however, shows some weak negative linear anomalies suggesting the existence of mud-brick or limestone walls. Considering the small size of the test area and because of the favorable measuring conditions, we hope to continue working in this area in summer 2005.

Mt. Staurin

What has been said about the so-called Epiphaneia also applies to the adjacent Staurin plateau, as they are obviously linked in some way. Enclosed by a circuit wall -

2 W. Hoepfner (ed.), *Geschichte des Wohnens I: 5000 v.Chr. - 500 n.Chr. - Vorgeschichte - Frühgeschichte - Antike* (Stuttgart 1999), 472-491.

3 Downey, *History* 99ff. 176.- See also G. Downey, *Strabo on Antioch: Notes on his Method, Transactions of the American Philological Association* 72, 1941, 85-95.

which is partly polygonal, mainly of large ashlar of limestone-, easily accessible from the western slope and covered with soil ceramics of all kinds (including roof-tiles), the plateau has to be considered a settlement area. A test area of only 0.3 hectares at the northern slope was chosen for a geomagnetic prospection to gather further evidence for the measuring conditions on this area (Fig. 2). The research area, which was heavily contaminated, did not reveal structural remains or settlement patterns, though it borders the serpentine road winding up the western slope linking the plateau to downtown Antioch.

Area Facing S. Pierre Kilisesi

Among the few non built-up areas on the northern fringe of downtown Antakya numbers the stretch of land below S. Pierre Kilisesi (Fig. 3). The L-shaped space, covering 0.75 hectares and bordering a concrete water channel, was heavily contaminated with all kind of metallic waste and covered with ditches and pits filled with household refuse (Fig. 4, bottom, left). It was of no surprise to find this area unoccupied, because it obviously belongs to the northern part of the Forum of Valens⁴. To its east, a parcel of land that attracted our attention -due to the presence of large ashlar with masonry marks, some column shafts, and fragments of architectural ornament- underwent a georadar (GPR) measurement without assessable results because of its excessive contamination. A GPR measurement was also carried out on a small area where two rubble core-blocks indicate the existence of a large-scale building, which has been differently labelled by scholarship (Fig. 4, top and centre). Certain anomalies are most likely caused by accumulations of rubble above the ancient floor level.

Orontes Island (Basileia)

The Orontes Island, known from literary sources as 'Basileia', where the legendary palace of the roman emperors and Antioch's cathedral was situated, has attracted the attention of several generations of classicists and archaeologists since the early 19th century. Several monuments registered by the american excavators in the 1930s are unfortunately either completely lost or increasingly endangered by an aggressive building policy and intense agriculture. Among the important and still preserved landmarks is the Hippodrome, which gained importance in the tetrarchic period in the context of the construction of a palace. A small field of parsley between the Hippodrome and the so-called Temple, the temenos wall and rubble core podium of which stands to a height of 5 metres, was subjected to a small-scale geomagnetic test survey. Although no structural remains were revealed on this 0.4 hectare plot, certain undifferentiated anomalies require additional verification by GPR, despite the contamination of the area.

Seleucia Pieria

The history and urban development of Antioch-on-the-Orontes is closely related to Seleucia Pieria, its twin-city and harbour. It is therefore vital to integrate Seleucia into our current research. To examine Seleucia's working conditions, characterized by intense land cultivation, a geophysical prospection was carried out on a small area of 36 x 39 metres, which supposedly belongs to the Agora of the city. Geomagnetic data reveal negative linear anomalies as well as a massive positive anomaly in the center, indicating a space of approximately 5 by 7 metres with a central pit. Some parallel walls extend to the north and west of this central structure. GPR applied to the western part of the stretch detected a section of a large building complex consisting of several regular spaces (Fig. 5) at depths between 0.3 m and 2.4 m (Figs. 5, 6). Seleucia Pieria offers favourable conditions for a combination of geomagnetic and georadar soundings, which recommends the continuation of geophysical research in the future.

4 Cf. Downey, *History* 403ff.



Fig. 1: Epiphanea investigation area (in the back ground)

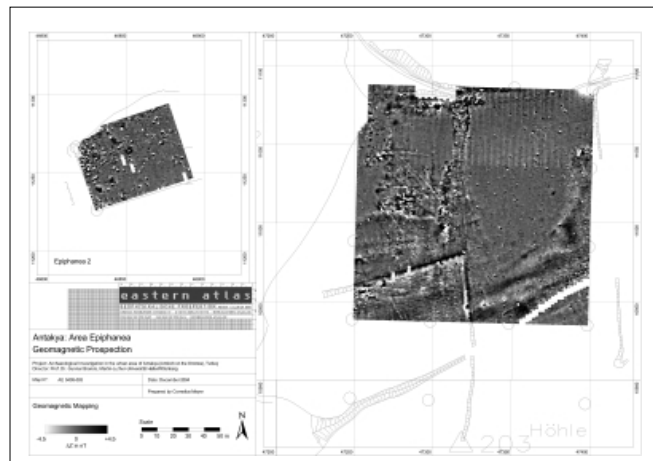


Fig. 2: Geomagnetic data from Epiphanea area

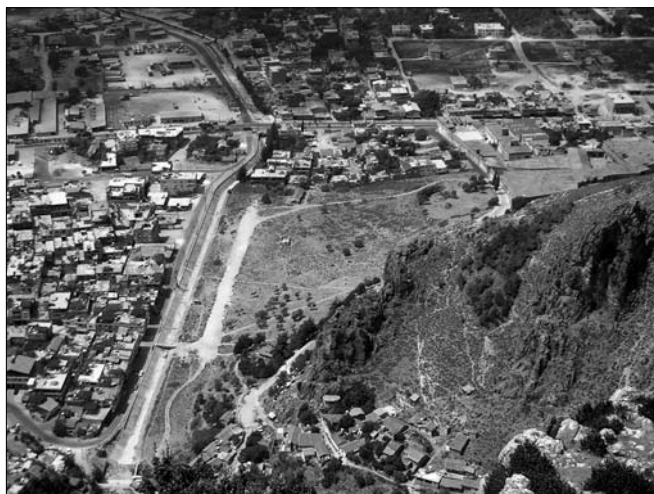


Fig. 3: St. Peter church area (in the centre)

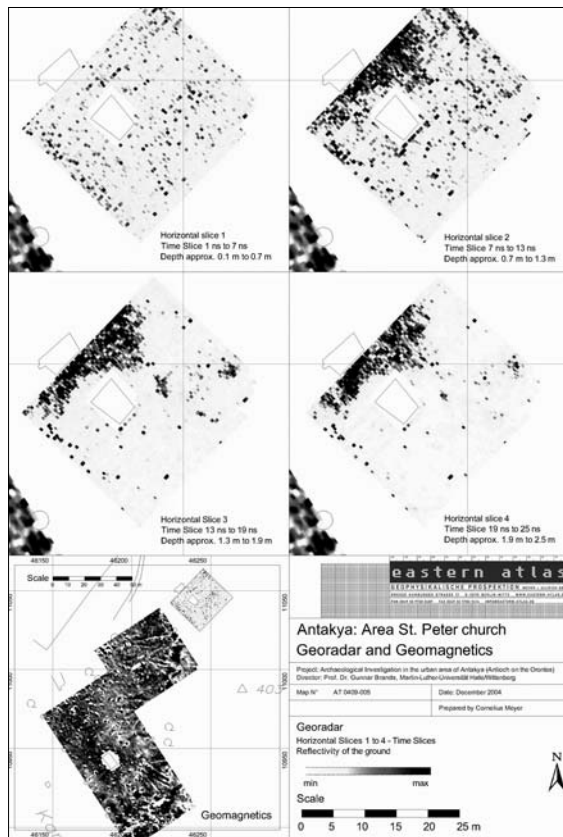


Fig. 4: Georadar and geomagnetic data from St. Peter church area

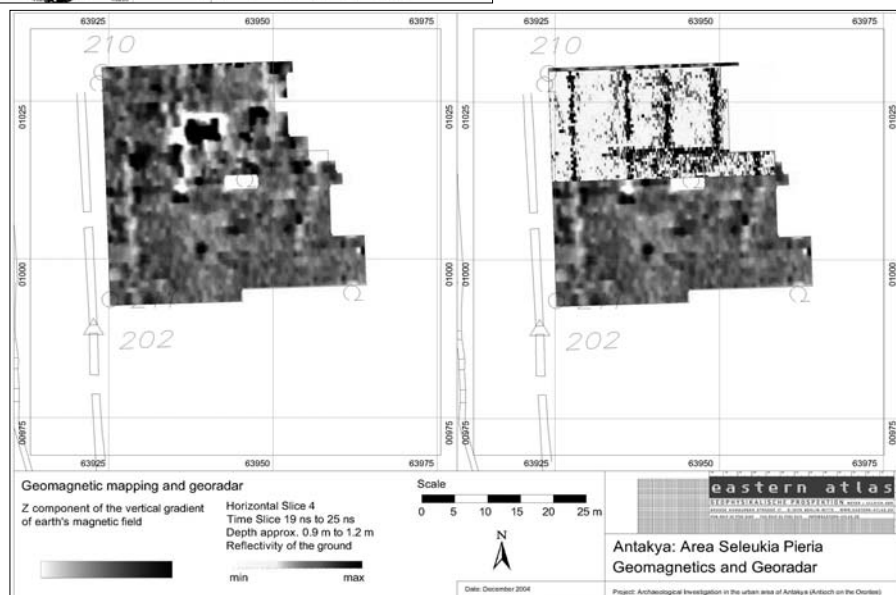


Fig. 5: Geomagnetic and georadar data from Seleukia Pieria area

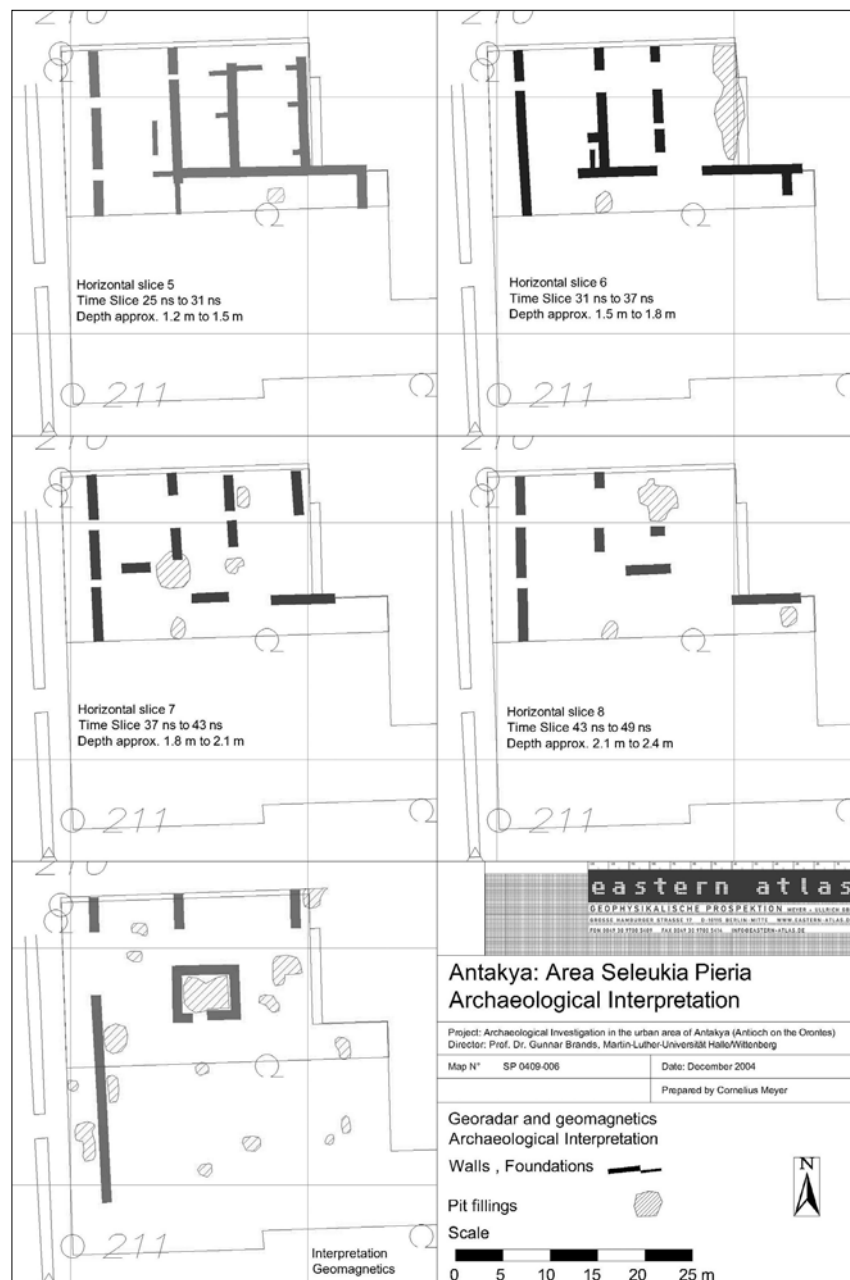


Fig. 6: Archaeological interpretation of data from Seleukia Pieria

BAZI ORTAÇAĞ ÇATI ÖRTÜSÜ SIVALARININ HAMMADDE ÖZELLİKLERİ

*Evin CANER**
K. Göze AKOĞLU
Emine N. CANER-SALTIK
Şahinde DEMİRCİ
Taliye YAŞAR

ÖZET

Bu çalışmada 15. yüzyıl Osmanlı yapıları olan Urla'daki Hersekzade Ahmet Paşa Hamamı ve Yahşi Bey Hamamı'nın çatı örtüsü sıvaları incelenmiştir. Bu tarihî yapılarda çatı örtüsü sıvaları yağmur suyunu yönlendirecek şekilde detaylandırılmış ve drenaj sistemini oluşturmuştur. Bu sıvalar, asırlarca açık hava koşullarında yapıyı korumuştur. Çatı örtüsü sıvaları bu yapılarda üç tabaka halinde izlenmektedir. Birinci tabaka kaba sıva tabakası olup 3-3,5 cm. kalınlığındadır, bunu yaklaşık 1,5 cm. kalınlığında olan iki ince sıva tabakası izlemektedir.

Sıva tabakaları hammadde karakteristikleri, fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla incelenmiştir. Sıva tabakalarının mineralojik özellikleri ve hammadde karakteristikleri yapılan çeşitli analiz sonuçları birleştirilerek değerlendirilmiştir. Bu analizler bağlayıcı-agrega oranı, agregaların tane boyutu dağılımı, ince agregaların puzolanik aktiviteleri ve puzolanik tepkime karakteristikleri, kalın ve ince kesitlerin petrografik analizleri, SEM-EDX ve XRD analizleridir. Sıva katlarının birim hacim ağırlığı, gözenekliliği, su buharı geçirimsizliği, su sızdırmazlık özellikleri standart analizlerle belirlenmiştir. Sıva katlarının mekanik özellikleri birim hacim ağırlığı ve ultrasonik hız ölçümleri kullanılarak esneklik modülü (Emod) olarak hesaplanmıştır.

Deney sonuçları çatı örtüsü sıvalarının düşük birim hacim ağırlığı, yüksek gözenekliliğe sahip olduğunu ve günümüz standartlarına göre yüksek su buharı geçirimsizliğine ve su sızdırmaz özelliklere sahip olduklarını göstermiştir. Sağlam görünen sıva tabakalarının Emod değerlerinin genellikle 1500 MPa ile 3400 MPa arasında değişmekte olması yeterli mekanik özelliklere sahip olduklarını göstermektedir. Sıva tabakalarındaki bağlayıcı kalsiyum karbonat oranı %40-60 arasında değişmektedir. Ortalama tane büyüklüğü ince sıva tabakalarında karma, kaba sıva tabakalarında ise iri taneli sınıfa girmektedir. Bütün sıva katlarında ince agregaların puzolanik aktiviteleri yüksektir. Kaba sıva tabakalarında doğal puzolanlar, ince olan sıva tabakalarında hem doğal

* MSc. Evin CANER, Arkeometri, Mimarlık Bölümü, Restorasyon Programı Doktora Öğrencisi, ODTÜ, 06531, Ankara/TÜRKİYE

MSc. K. Göze AKOĞLU, Arkeometri, Mimarlık Bölümü, Restorasyon Programı Doktora Öğrencisi, ODTÜ, 06531, Ankara/TÜRKİYE

Prof. Dr. Emine N. CANER-SALTIK, Mimarlık Bölümü Malzeme Koruma Laboratuvarı/ FBE Arkeometri Anabilim Dalı, ODTÜ, 06531, Ankara/TÜRKİYE

Prof. Dr. Şahinde DEMİRCİ, Kimya Bölümü/ FBE Arkeometri Anabilim Dalı, ODTÜ, 06531, Ankara/TÜRKİYE

MSc. Taliye YAŞAR, Jeoloji, MTA Genel Müdürlüğü, MAT Dairesi, 06530, Ankara/TÜRKİYE

hem de yapay puzolanlar kullanılmıştır. Sıvalarda kullanılan ince agregalar, puzolanik aktiviteleri, puzolanik tepkime ürünleri açısından değerlendirilmiş, doğal puzolanik agregalar kaynakları tartışılmıştır.

GİRİŞ

Tarihî yapılar dayanıklılık özellikleri ile dikkat çekmektedir. Yüzyıllar boyunca ayakta kalmayı başarmış yapıların dayanıklılığını; yapı malzemelerinin özellikleri ve birbirleriyle olan uyumları sağlamıştır (Tunçoku ve diğerleri, 1993, 1994). Ancak son yıllarda koruma amacıyla yapılan yanlış müdahalelerle oluşan uyumsuzluklar sonucunda tarihî yapılar büyük zararlar görmüştür.

Yapıyı yağış, nem ve ısı değişimi gibi dış etkenlerden koruyan ve yapının dayanımını doğrudan etkileyen sıvalar bu müdahalelerden en çok zarar gören malzemeler olmuştur. Yapı malzemesi olarak bulundukları mekânlara göre farklı işlevler üstlenen (estetik, akustik, su ve ısı yalıtımı vb.) özgün sıvaların bilinçsizce değiştirilmesi ve/veya uygun olmayan malzemelerle onarılması, tarihî yapı malzemelerinin özelliklerini ve birbiri ile olan uyumlarını bozmuş, yapıların ömürlerini büyük ölçüde azaltmıştır. Diğer taraftan tarihî yapı sıvaları, geçmiş yapım ve malzeme teknolojilerinin anlaşılması açısından da büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı 15. yüzyıl Osmanlı yapıları olan Urla'daki Hersekzade Ahmet Paşa ve Yahşi Bey hamamlarının çatı örtüsü sıvalarının hammadde özelliklerini ve performanslarını sağlayan fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemektir.

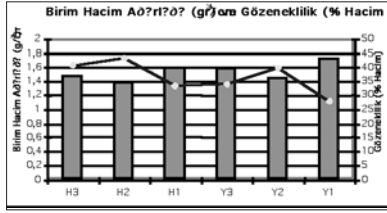
YÖNTEM VE DENEYLER

Bu çalışmada seçilen iki tarihî yapının bugüne ulaşan ve görsel olarak iyi durumda olduğu izlenen çatı örtüsü sıvalarının hammadde özellikleri, temel fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Yapıdaki görsel analizler sonucunda her iki hamamda da sıvaların üç uygulama katından oluştuğu belirlendiğinden bu katları temsilen Hersekzade Ahmet Paşa Hamamı ve Yahşi Bey Hamamı'ndan üçer adet örnek seçilerek toplam altı adet örnek detaylı çalışılmıştır. Örnekler ait olduğu hamamı ve içten dışa doğru sıva katını belirleyecek şekilde kodlanmıştır (Resim: 1).

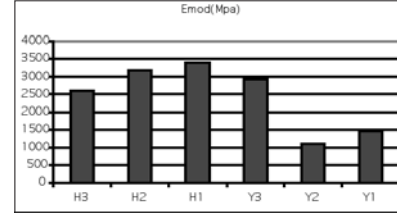
Sıva katlarının hammadde özelliklerini belirlemek amacıyla; örneklerin kalın kesitlerinin analizleri, ince kesitlerinin optik mikroskopla analizi ve asitte çözünmeyen agreganın miktarı ve tane boyutu dağılımının tespiti, asitte (%5 HCl) çözünmeyen ince tanelerin ($<125\mu\text{m}$) puzolanik aktivite testi (EN196) ve puzolanik tepkime özelliklerini incelemek üzere doygun Ca(OH)_2 çözeltisi ile muameleden önce ve sonra XRD analizleri, Ca(OH)_2 ile muameleden önce ve sonra TGA/DTA analizleri yapılmıştır. Temel fiziksel özellikler kapsamında birim hacim ağırlığı (g/cm^3), gözeneklilik (% hacim) (RILEM, 1980), su buharı geçirimsizliği (μ , SD (m)) (TS EN 1062 ve 7762), su sızdırmazlığı ($\text{cm}^3/\text{cm}^2/\text{gün}$) (TS EN 1304 ve 539-1) deneyleri yapılmıştır. Temel mekanik özellikler kapsamında örneklerin ultrasonik hız ölçümleri alınmış, birim hacim ağırlığı da kullanılarak esneklik modülü (Emod) hesaplanmıştır (RILEM, 1980).

DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Yapılan analizler çatı örtüsü sıvalarının birim hacim ağırlıklarının düşük ($1,4-1,7 \text{ g/cm}^3$), gözenekliliklerinin yüksek (%23-48) olduğunu göstermiştir (Şekil: 1a). Diğer taraftan Emod olarak belirlenen mekanik özellikleri ($1500-3400 \text{ MPa}$) yeterli bulunmuştur (Şekil: 1b)



Şekil 1a: Sıva katlarının birim hacim ağırlık (gr/cm³) ve gözeneklilik (% hacim) değerleri (RILEM, 1980)



Şekil 1b: Sıva katlarının Esneklik Modülü (Emod- MPa) değerler

Esneklik modülü değerleri başka bir çalışmada belirlenen ve bir beylikler dönemi (14. yüzyıl) yapısı olan Manisa'daki Çukur Hamam'ın sıvalarının Emod değerlerine yakın bulunmuştur (Yıldırım-Esen ve diğerleri, 2004).

Sıva katlarının su buharı geçirimsizlik değerleri su buharına direnç katsayısı (μ) yaklaşık 8 olup sıva kalınlıkları göz önüne alınarak hesaplanan SD (eş değer hava kalınlığı cinsinden su buharı geçirimsizliği) değerleri 0,1-0,28 m. arasında değişmektedir (Tablo: 1). Bu değerler günümüz standartlarına (TS EN 7762) göre değerlendirildiğinde ilk sıva katlarının orta sınıf, ikinci ve üçüncü sıva katlarının ise yüksek sınıf su buharı geçirimsizliğine sahip olduğu anlaşılmıştır.

Örnek	Kalınlık(m)	μ^{*1}	SD ^{*2} (m)
H3	0.013	8.041	0.106
H2	0.016	8.292	0.131
H1	0.034	8.231	0.283

Tablo 1: Sıvaların su buharı geçirimsizliği değerleri

Bu çalışmadaki çatı sıva katlarının su sızdırmazlık katsayıları 0,45 ve 0,76 cm³/cm²/gün olarak bulunmuştur (Tablo: 3). Bu değerler TS 1304'e göre değerlendirildiğinde kaba sıva katı, su geçirmez bir alt tabakayla birlikte kullanılacak bir çatı kiremitinin sahip olması gereken su sızdırmazlık katsayısından (<0.9 cm³/cm²/gün) düşüktür. İkinci sıva katının 0,45 cm³/cm²/gün su geçirmez bir tabakaya gereksinim duyulmadan kullanılacak çatı kiremitlerinin su sızdırmazlık katsayısından (<0.6 cm³/cm²/gün) düşüktür.

Bu değerler, birinci sıva katının (Y1) TS EN 1304'e göre su geçirmez bir tabakayla birlikte kullanılmak için uygun su sızdırmazlık katsayısına sahip olduğunu, ikinci sıva katının (H2) ise kendi başına kullanılabilecek su geçirmez bir katman olarak davranışını göstermektedir.

Sızdırmazlık Katsayısı (cm ³ /cm ² /gün)	
H2 (İkinci Sıva Katmanı)	0,45
Y1 (İlk Sıva Katmanı)	0,76

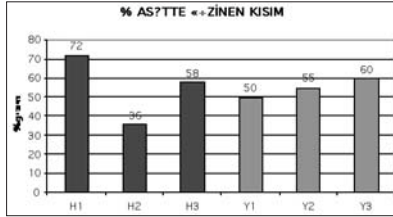
Tablo 2: Sıvaların su sızdırmazlık katsayıları (TS EN 1304 ve 539-1)

Sıvaların kalın kesit analizleri sonucunda her iki hamamda da ilk sıva katlarının “iri taneli” olup tuğla kırığı içermediği (H1, Y1) (Resim: 2), ikinci ve üçüncü sıva katlarının tuğla kırıklı ve “karma taneli” (H2, H3, Y2, Y3) olduğu anlaşılmıştır (Resim: 2).

Sıvaların ince kesit analizleri sıvalarda kullanılan agregaların çeşitliliğini ve bağlayıcı matriksin özelliklerini belirlemiştir. Sonuçlar şöyle özetlenebilir: İkinci ve üçüncü sıva katlarında (H2, H3, Y2, Y3) sanidin parçacıklı tuğla kırıkları bulunurken, birinci sıva katmanlarında (H1, Y1) tuğla kırığına rastlanmamaktadır. Sedimanter kayaç parçacıkları olarak mikritik ve sparitik kireçtaşı bütün sıva katmanlarında bulunmaktadır. Metamorfik kayaç parçacıklarından kuvarsit, kuvars-mika-şist bütün sıva katmanlarında bulunmaktadır. Volkanik kayaç parçacıkları olarak bozulmuş trakit ve andezit bütün sıva katmanlarında bulunmaktadır. Mineral parçacıklarından kuvars, alkali feldispatlar ve biyotitler bütün sıva katmanlarında bulunmaktadır. Sanidin, tuğla kırığı içeren ikinci ve üçüncü sıva katmanlarında bol miktarda bulunmaktadır (H2, H3, Y2, Y3). Bağlayıcı matriks bütün sıva katmanlarında submikroskopik opak malzemeden ve mikritik kalsitten oluşmaktadır. İlk sıva katmanlarında (H1, Y1) doğal agregalar kullanılmıştır. İkinci ve üçüncü sıva katmanlarında ise (H2, H3, Y2, Y3) doğal agregalara ek olarak tuğla kırığı agregalar da kullanılmıştır.

İnce kesitlerin analizleri sonucunda ortaya çıkan agregaların mineral çeşitliliği, Urla bölgesinin jeolojik birimlerinin çeşitliliğini yansıtmaktadır. Urla bölgesinde kum ocağı olarak da kullanılan kuvaterner alüvyonlar bölgedeki jeolojik birimlerin katkıları ile oluşmuş olabilir. Bazı çalışmalar bu bölgedeki neojen detritiklerde kuvarsit, kuvars-mika-şist vb. içeren metamorfik kayaç parçacıklarının varlığına da işaret etmektedir (Türkecan ve diğerleri, 1998).

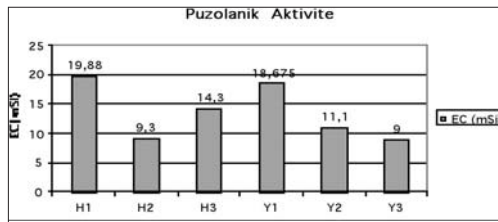
Metamorfik kayaç parçaları, bölgedeki neojen oluşumlardan daha yaşlı olan metamorfik “Menderes masifi”nin bozulmasıyla neojen detritiklere taşınmış olmalıdır. Kuvaterner alüvyonlar, bölgedeki neojen oluşumlardan beslenmiş olmalıdır. Bu deliller ışığında, sıvalarda kullanılan agregaların bu bölgedeki yakın alüvyonlardan alınmış olabileceği düşünülmüştür. Çatı sıvalarının asitte çözünmeyen agregası Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2: Sıvaların asitte (%5’lik HCl) çözünen kısmının ağırlıkça yüzde oranları

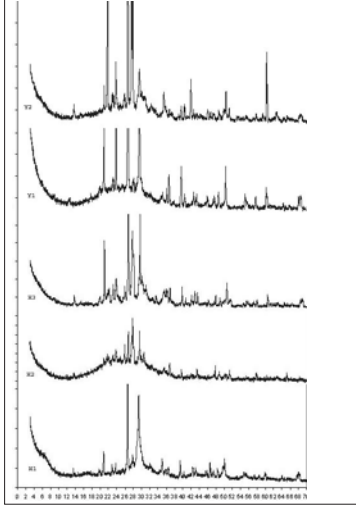
Asitte çözünen kısım büyük ölçüde kireç bağlayıcı içermekte, ayrıca kalsit içeren agregalar ve puzolanik tepkimeler sonucu oluşan silikatlardan da oluşmaktadır.

Silisli tanelerin, puzolanik aktivitesi yüksek ise, sıva yapısında kalsiyum silikat ve kalsiyum alüminyum silikat ağları oluşturarak, istenilen fiziksel ve mekanik özellikleri kazandırdığı düşünülmektedir (Sanchez de Rojas ve diğerleri, 1999; Tunçoku ve diğerleri, 2004). İnce agregaların silikat ağları oluşturmadaki rolü daha büyüktür. 125µm altındaki tanelerin TS EN 196 standardına göre yapılan puzolanik aktivite testleri sonucunda, bu agregaların puzolanik aktivitelerinin yüksek olduğu bulunmuştur (Şekil: 3). Doğal puzolanların puzolanik aktivitelerinin (H1, Y1 örneklerindeki), yapay puzolanların puzolanik aktivitelerinden (H2, Y2, H3, Y3 örneklerindeki tuğla tozları) daha yüksek olduğu anlaşılmıştır (Şekil: 3) (TS EN 196).



Şekil 3: Sıva katlarındaki ince tanelerin(<125µm) puzolanik aktivite değerleri

Puzolanik aktif agregaların oluşturabileceği tepkime ürünlerini belirlemek için 125µm altındaki parçacıklar doymuş Ca(OH)_2 çözeltisi ile muamele edilmiş ve XRD analizleri yapılmıştır. XRD analizlerinin sonuçları 125µm altı parçacıkların tobermorit 11 A (C-S-H) oluşumunu sağladığını göstermiştir (Şekil: 4).

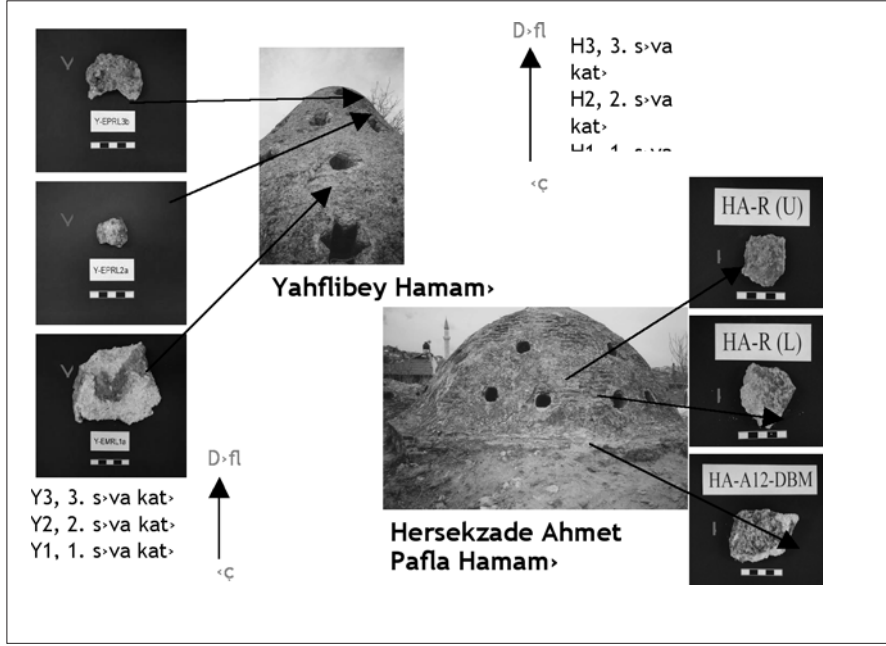


Şekil 4: Doymuş Ca(OH)_2 çözeltisiyle muamele edilen sıva katlarındaki ince tanelerin (<125µm) XRD izleri

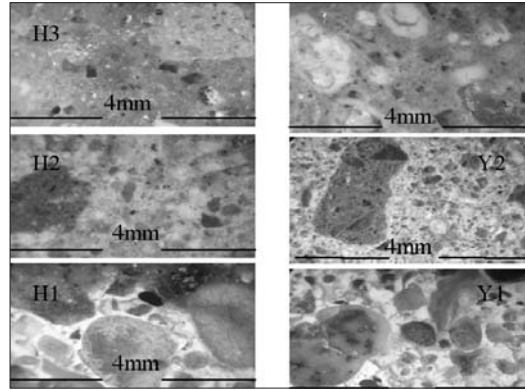
Y1 ve H3 No.lu örneklerde TGA analizleri de yapılmış, çatı örtüsü sıva katlarındaki ince taneli agregaların yüksek puzolanik aktivite özellikleri yanında tobermorit (C-S-H) oluşturabilme verimliliği desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- RILEM, 1980, Tentative Recommendations, Commission –25-PEM, Recommended Tests to Measure the Deterioration of Stone and to Assess the Effectiveness of Treatment Methods, *Materiaux and Construction*, Vol. 13, No. 73, pp. 173-253.
- Sanchez de Rojas, M. I., Rivera, J., Frias, M., (1999), "Influence of the microsilica state on pozzolanic reaction rate", *Cement and Concrete Research*, 29(6), 945-949.
- Tunçoku, S.S., Caner-Saltık, E.N., Böke, H., 1993, "Definition of the Materials & Related Problems of a XIIIth Century Anatolian Seljuk 'Mesjid': A case Study in Konya City", *Proceedings of the Conservation of Stone and Other Materials*, International RILEM/UNESCO Congress, ed. by M.J. Thiel, Vol. 1, pp. 368-375.
- Tunçoku, S.S., Caner-Saltık, E.N., Bakırer, Ö., 1995, "Physical Properties and Some Durability Characteristics of Brickwork in Three Medieval Buildings in Anatolia", *Proceedings of Ceramics in Architecture, Monographs in Material and Society*, Vol. 1, ed. by P. Vincenzini, Techna Faenza, pp. 543-549.
- Tunçoku, S.S., Caner-Saltık, E.N., Hugon, P., 2004, Raw Material properties of some medieval mortars in Kubadabad palaces (Turkey), *Propriétés des matériaux de quelques mortiers médiévaux issus des palais Kubadabad (Turquie)*, *Revue D'Archaeometrie*, 28, 2004, 109-116.
- Türkecan ve diğerleri, 1998, *İzmir Gelişme Bölgesi Bölgesi MTA Raporu*.
- TS EN 196, 2002, Çimento Deney Metotları – Bölüm 5: Puzolanik Çimentolarda Puzolanik Özellik Tayini.
- TS EN 1304, 2000, Çatı Kiremitleri Su Sızdırmazlık Sınıflandırması.
- TS EN 1062, 7783, 1996, Boyalar ve Vernikler- Kargir ve Beton Dış Cephe için Kaplama Malzemeleri ve Kaplama Sistemleri – Bölüm 2: Su Buharı Aktarım Hızının (Geçirgenliğinin) Tayini ve Sınıflandırılması.
- Yıldırım-Esen S., Tunç N., Telater S., Tavukçuoğlu A., Caner-Saltık E.N., Demirci Ş., 2004, "Manisa Çukur Hamam'ın Onarımına Yönelik Malzeme Çalışmaları", *II. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*, Kongre Bildirileri, İstanbul, pp.494-505



Resim 1: Yahşi Bey ve Hersekzade Ahmet Paşa hamamları çatı örtüsü sıva örnekleri ve kodları



Resim 2: Hersekzade Ahmet Paşa Hamamı örneklerinin (H1, H2, H3) ve Yahşi Bey Hamamı örneklerinin (Y1, Y2, Y3) kalın kesit fotoğrafları

REŞADİYE-BURGAZ SEDİMANLARINDA FOSFOR ANALİZİ

Ali Akın AKYOL*
Şahinde DEMİRCİ
Göze AKOĞLU

ÖZET

Bu çalışmada, Reşadiye-Burgaz arkeolojik alanından toplanan toplam 104 toprak örneği incelenmiştir. Organik (Po), inorganik (Pi) ve toplam fosfor (Pt) miktarları kolorimetrik yöntemle fosfomolibdat kompleksi halinde belirlenmiştir. Ayrıca X-ışınları toz kırınımı (XRD) analizi ile toprak örneklerin mineral bileşimi ve termogravimetrik yöntem kullanılarak da örneklerin toplam karbon miktarları saptanmıştır.

İncelemelerin sonucu, toprak örneklerde toplam fosfor içeriklerinin arkeolojik alandaki konumlarına göre üç bölgede (BZSE, BZNE, BZZA) farklı değerlere sahip olduğunu göstermiştir. Yüksek oranda Po içeriği olan örneklerin arkeolojik alanda organik hareketliliğin bulunduğu antik tahrip dolgusu, taban seviyesi/yürüme düzlemi, demir cürufu dolgusu toprakları olduğu; mekân olarak da mezarlık (nekropol), antik çöplük alanı ve yoğunlukla da şarap işliğine ait oldukları tespit edilmiştir. Toplam fosfor değerlerine göre 9-70 ppm Pt değerinin alt, 70-100 ppm Pt değerinin orta ve 100 ppm'in üzerindeki değerlerin de yüksek Pt değerleri olduğu saptanmıştır. Yüksek Pt ve buna bağlı olarak Po değerleri kültür katlarını işaret etmektedir. Ayrıca termogravimetrik incelemelerle de yüksek Pt değerlerine sahip örneklerin genel olarak yüksek organik karbon içeriğe de sahip olduğunu göstermiştir. XRD sonuçlarına göre de temel mineraller kalsit, kuvars ve feldispatlardır. Kil mineralleri olarak da kaolin, klorit, smektit, amfiboller, sepiolit, vermikülit ile mika grubu mineraller görülmüştür. Özellikle maden işliklerinde demir cürufunun bulunduğu bölgelerde yüksek sıcaklık minerallerinden goethit ve ferrohidritin bulunduğu tespit edilmiştir.

1. GİRİŞ

Sedimanlar, doğal tabakalanma ile (stratigrafi) geçmiş fiziksel, çevresel ve biyolojik olarak yansıtan en önemli bilgi kayıtlarıdır. Bununla beraber arkeolojik sedimanlara gelince buna bir de mekâna bağlı olarak yaşamsal ve kültürel izler de eklenmektedir.

Sedimanlardaki (toprakta) kültürel izlere ilişkin çalışmalarda fosfor analizleri başı çekmektedir. İsveçli Arrhenius, 1930'lardan itibaren organik ve inorganik fosfor bi-

* Uzman Ali Akın AKYOL, Ankara Üniversitesi, Başkent Meslek Yüksekokulu, Restorasyon-Konservasyon Programı, 06100, Sıhhiye-Ankara/TÜRKİYE (aliakinakyol@gmail.com)
Prof. Dr. Şahinde DEMİRCİ, ODTÜ Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü / ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Arkeometri Anabilim Dalı, 06531, Ankara (sahinde@metu.edu.tr)
Göze AKOĞLU, ODTÜ Mimarlık Fakültesi Restorasyon Anabilim Dalı, Ankara/TÜRKİYE (gakoglu@yahoo.com)

leşiklerinin bu bakış açısı ile değerlendirilebileceğini farkedenden ilk bilim adamı olarak; toprakta fosforun sistematik olarak incelendiğinde görünür hiçbir iz kalmasa da geçmişteki toplumların yaşam alanlarının tespit edilebileceğini belirtmiştir (Bethell ve Mate, 1989; Orna ve Lambert, 1996,).

Arkeolojide uygulanmakta olan fosfor analizleri ile artık kazı öncesinde yerleşim yerinin belirlenmesi, kazı sırasında da farklı arkeolojik bölgelerin (yerleşim yeri, çöplük, kiler, depo mezarlık yerleri gibi) anlaşılması ve farklı kaynaklardan gelen fosforun bulunması mümkün olabilmektedir (Henderson, 1989; Sanchez ve Canabate, 1995; Chaya, 1996).

ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Arkeometri Anabilim Dalı olarak değişik dönemleri içeren arkeolojik alanlarda toprakta fosfor tayini çalışmaları 1994 yılından itibaren sürdürülmektedir (Demirci ve Doğan, 1995; Akyol ve Demirci, 2000).

Bu çalışmaların başlangıcını oluşturan Reşadiye-Burgaz (Datça, Muğla) arkeolojik alanı sedimanları fosfor çalışmaları, yıllar içerisinde toplanan yeni toprak örnekleri ile bu araştırmalardaki süreklilik açısından önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmada da Reşadiye-Burgaz arkeolojik alanının farklı üç bölgesinden BZSE: Güneydoğu, BZNE: Kuzeydoğu ve BZZA: Şarap İşliği) 1993 yılından itibaren düzenli olarak sedimanlardan toplanan toprak örneklerinden 104 örnek 2 set halinde farklı yöntemlerle (element ve bileşik olarak kolorimetrik fosfor tayini analizi, mineralojik yönden XRD ve toplam organik karbon içeriğinin tespiti için termogravimetrik analiz) incelemeye alınmıştır.

2. YÖNTEMLER VE DENEYLER

Reşadiye-Burgaz toprak örneklerinde fosfor; organik, inorganik ve toplam fosfor miktarları halinde kolorimetrik yöntemle (fosfomolibdat kompleksi oluşturularak) belirlenmiştir. X-ışınları toz kırınımı analizi ile toprak örneklerin mineral bileşimi ve termogravimetrik yöntem kullanılarak da örneklerin toplam karbon miktarlarına ulaşılmıştır.

Toprakta fosfor (P) tayininde temel olarak yöntem toprağı çözünürleştirip içeriğindeki organik maddeleri yükseltgeyerek organik P'yi (Po) inorganik P'ye (Pi) dönüştürüp toplam P miktarını (Pt) kolorimetrik olarak belirleyebilmektir. Bu amaçla oda sıcaklığında (25°C) 48 saat ortamda bekletilerek kurutulan toprak örnekler önce 2 mm'lik, sonra da 63 µm'lik eleklerden geçirilmiş ve 105°C'de bağlı sularından ayrıştırılmıştır (Tablo: 1). Belli ağırlıkta tartılan bu örnekler önce termogravimetrik olarak 450°C'de ısıtılma işleminden geçirilerek (1 saat) toplam karbon değerlerine ulaşılmıştır (Tablo: 1; Çizelge: 3) (Walter ve Dean, 1974). Isıtılmış örnekler HCl (2M) ile 30 dakika kaynatılarak özütlendikten sonra toplam fosfor değerine (Pt) ulaşabilmek için kolorimetrik molibdovanado-fosfat reaktifi ile muamele edilmiş, 470 nm dalga boyunda (sarı ışıktaki) kolorimetrik sayısal değerler alınmıştır. Aynı örnek ısıtılma (450°C'de ısıtma) tabii tutulmadan aynı işlemlere uğrayarak aynı dalga boyunda inorganik fosfor (Pi) değeri de alınmıştır (Jackson, 1965). Pt değerinden Pi farkı alınarak da organik fosfor miktarına ulaşılmıştır. Analizler içinde örnek bulunmayan deneme çalışmaları ile de (blank test) kontrol edilmiştir. Bilinen miktarlarda fosfor içerikleri ile hazırlanan fosfor çözeltisi ile de ölçüt oluşturacak bir kalibrasyon grafiği üzerinden incelenen örneklerin sayısal değerleri elde edilmiştir.

X-ışını toz kırınımı analizi (XRD) örneklerin kristal yapıları ile mineral fazlarının dağılımının anlaşılması için uygulanmaktadır. Analiz, eleme ile kil boyutundaki (<63µm) yönlendirilmemiş (unoriented) örneklerle doğrudan uygulanmıştır (Hurlbut, 1971; Brindley ve Brown, 1980). Örneklerin XRD spektrumları PHILIPS model PW 1353/20 Fe Kα X-ışını nikel filtre kullanılarak alınmıştır. Tarama 3 ile 70 derece (2θ) arasında yapılarak alınmıştır. Belirlenen mineraller Tablo 2'de gruplandırılarak sunulmaktadır.

3. TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRMELER

Reşadiye Burgaz arkeolojik alanındaki sedimanlarda (BZSE bölgesinde) yapılan sondajlar ile stratigrafik olarak katmanlar arkeolojik incelemelerle ayrıştırılmaya çalışılmıştır (Çizelge: 1). Burada tarımsal etkinliklerin, bitki ve hayvan kalıntılarının bulunduğu yüzey toprağı 60 cm.ye kadar (üst tabaka) ulaşmaktadır. Bu katmanı takiben daha az organik içeriğı ile kültür katlarının farklılandırılmasında ve değerlendirilmesinde ölçüt kabul edilebilecek orta tabaka toprağı 100 cm.ye kadar izlenebilmektedir. Daha sonra da deniz seviyesine kadar (takriben 300-350 cm.ye kadar) sürebilen kültür katları (Geç Klasik Döneme kadar inen) görülebilmektedir. Bu tabakalaşmanın fosfor analizleri ile de desteklenmesi bu çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır.

Yapılan fosfor analizleri ile toprak örneklerde toplam fosfor (Pt) değeri 9 ile 339 ppm arasında değişmektedir (taban değere sahip BP26 ve en yüksek değerlere sahip BP5 ve BP7 örnekleri). BP34 örneğı ile yüzey tarım toprağı fosfor değerlerine ulaşmıştır. Aynı örneğın termogravimetrik çalışma ile desteklenen yüksek organik karbon içeriğı (% 7,61; ortalama değer % 4,41) sahip olduğı da belirlenmiştir. Burada 9-70 ppm Pt değerlerinin alt dilimi oluşturduğunu yani kültürel hareketliliğın oldukça az/hiç olmadığı, geçiş veya ara dolguları içerdiğini, ikinci olarak 70-100 ppm Pt aralığının orta dilimi ve 100 ppm'in üzerindeki Pt değerlerinin de ana kültür katları olduğunu söylemek mümkündür. Genel olarak bakıldığında da incelenen 77 toprak örneğinde 57 örneğın inorganik fosfor (Pi) içerikli olduğı belirlenmiştir. Arkeolojik olarak tanımlı örneklerin organik fosfor (Po) ağırlıklı olanların kaynağının organik hareketliliğın bulunduğu antik tahrip dolgusu, taban seviyesi/yürüme düzlemi, demir cürufu dolgusu toprakları olduğı; mekân olarak da mezarlık (nekropol), antik çöplük alanı ve yoğunlukla da şarap işliğıne ait oldukları tespit edilebilmiştir (örnekler BP14,18,19,20,53,58,71,74,76,77). Termogravimetrik analizde elde edilen değerler de bu durumu yine destekler niteliktedir. Po değerlerinin yüksek olduğı bu alanlarda toplam organik karbon değerlerinin de yüksek olduğı görülmektedir (Tablo: 1; Çizelge: 3). Reşadiye-Burgaz arkeolojik alanındaki farklı bölgelere bakıldığında ise 44 toprak örneğı incelenen BZSE bölgesine ait 13 örnekte, 28 toprak örneğı incelenen BZNE bölgesinde 4 ve incelenen 5 şarap işliğı örneklerinin 4'ünde Po oranlarının ağırlıkta olduğı anlaşılmaktadır (Çizelge: 2a, b, c).

XRD incelemeleri ile tespit edilen mineral fazları da sedimanların ayırdedilebilmesinde yardımcı olmaktadır (Tablo: 2). Örneklerde saptanan temel mineraller kalsit, kuvars ve feldispatlardır. Bunun yanında ferrokisit, magnetit, akagenit, piroksenler, magnezit, sepiolit, barit, kristobalit, dolomit gibi mineraller de görülmüştür. Kil mineralleri olarak da kaolin, klorit, smektit, amfiboller, sepiolit, vermikülit ile mika grubu mineraller saptanmıştır (Tablo: 2).

Özellikle maden işliklerinde metal (demir) cürufu içeren bölgelerde yüksek sıcaklık minerallerinden goethit ve yanında ferrohidrite rastlanmıştır. Ayrıca diğer alanlardan farklı olarak smektit ve vermikülit türü kil mineralleri de yine bu bölgede tespit edilmiştir (BX23, 24, 25, 26, 27). Bu bölgeye ait BP71 örneğı özelinde bakıldığında Pt değeri (40 ppm) alt dilimde yer almasına rağmen toplam karbon değeri (% 6,37 ortalama değer % 4,41) ile ortalama üstü yüksek değere sahip bulunmaktadır.

4. SONUÇ

Reşadiye Burgaz arkeolojik alanında 1993 yılında kazılara başlanmasının hemen ardından 1994 yılından itibaren sürdürülen toprakta fosfor analizleri ile farklı bölgeler bu yöntemle de yeniden tanımlanabilmiştir. Bu çalışmada fosfor analizi ile incelenen 77 toprak örneğinden arkeolojik olarak tanımlanamamış 37 örnek için bu yöntemle öneriler getirilebilmiştir. Bu örneklerden tanımlanamamış BP5 ve BP7 örnekleri en yüksek, BP26 örneğı de en düşük Pt ve Pi değerleriyle dikkat çekmektedir.

Reşadiye Burgaz arkeolojik alanında fosfor analizleri ışığında örnekleri 3 bölüme ayırmak mümkün olabilmektedir. Kültürel hareketliliğın oldukça az-hiç olmadığı, geçiş

veya ara dolguları içeren alt dilim (9-70 ppm Pt), orta dilim (70-100 ppm Pt) ve ana kültür katlarını içeren üst dilim (100 ppm'in üzerinde Pt). Genel olarak bakıldığında da incelenen 77 toprak örneğinde 57 örneğin inorganik fosfor (Pi) içerikli olduğu belirlenmiştir. Arkeolojik olarak tanımlı örneklerin organik fosfor (Po) ağırlıklı olanların kaynağının organik hareketliliğin bulunduğu antik tahrip dolgusu, taban seviyesi/yürüme düzlemi, demir cürufu dolgusu toprakları olduğu; mekân olarak da mezarlık (nekropol), antik çöplük alanı ve yoğunlukla da şarap işliğine ait oldukları tespit edilebilmiştir. Termogravimetrik analizde de Po değerlerinin yüksek olduğu bu alanlarda, toplam organik karbon değerlerinin de yüksek olduğu görülebilmektedir. XRD analizi ile de özellikle işliklere ait toprakların cüruf içeriği ile sahip oldukları farklılıkları mineralojik olarak saptanabilmektedir.

Dünyada arkeolojik alanlarda yıllardır yoğun olarak uygulanan toprakta fosfor analizi ülkemizde maalesef oldukça sınırlı bir şekilde nadiren başvurulmuş bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Halbuki diğer yöntemlere göre oldukça ucuz ve spot testleri ile de arazide oldukça kolay olarak uygulanabilen fosfor analizleri sistematik bir yaklaşımla ele alındığında kazı öncesinde arkeolojik alan sınırlarının belirlenmesine, kazılar sırasında da farklı arkeolojik bölgelerin (yerleşim yeri, çöplük, kiler, depo, mezarlık, işlik gibi) anlaşılmasının yanı sıra farklı kaynaklardan gelen fosfor bileşiklerinin türünün saptanmasına hizmet edecektir.

TEŞEKKÜR

Reşadiye-Burgaz toprak örnekleri arkeometrik çalışmalarına dokümantasyon, örnekleme ve arkeolojik değerlendirmeleri ile katkıda bulunan kazı başkanı Prof. Dr. Numan Tuna'ya teşekkürü bir borç olarak addediyoruz. Ayrıca ODTÜ'de XRD çalışmalarına katkı sağlayan teknisyen Necmi Avcı'ya da teşekkürlerimizi iletiyoruz.

KAYNAKLAR

- Akyol, A. A. ve Demirci, Ş., 2000, "Çatalhöyük Sistemantik Toprak Örneklerinde Fosfor Analizi", *15. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, Kültür Bakanlığı Yayınları/2346-Sempozyum Serisi 71, T.C. Kültür Bakanlığı Milli Kütüphane Basımevi, Ankara, s. 55-64.
- Bethell, P. ve Mate, I., 1989, "The Use of Soil Phosphate Analysis in Archaeology", *Scientific Analysis in Archaeology*, s. 1-29.
- Brindley, G. W. ve Brown, G., 1980, "Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-ray Identifications", *Mineral Society*, Londra.
- Chaya, H.J., 1996, "Studies of Soils from an Aleutian Island Site", *ACS Symposium Series 625*, Washington s. 131-137.
- Demirci, Ş. ve Doğan, M., 1995, "Toprakta Fosfor Analizi, Önemi ve Uygulaması", *X. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, Kültür Bakanlığı Yayınları/1736-Sempozyum Serisi 42, T.C. Kültür Bakanlığı Milli Kütüphane Basımevi, Ankara, s. 81-87.
- Henderson, J., 1989, "Scientific Analysis in Archaeology and its Interpretation, UCLA", *Institute of Archaeology Tolls 6*, Los Angeles, California, s. 1-29.
- Hurlbut, C. S. Jr., 1971, "Dana's Manual of Mineralogy", *John Wiley and Sons Inc.*, New York, ABD.
- Jackson, M. L., 1965, "Soil Chemical Analysis", *Prentice-Hall Inc.*, N. J., s.134-182.
- Means, R. E. ve Parcher, J.V., 1963, *Physical Properties of Soils*, Charles E. Merrill Publishing Co., Columbus, Ohio, ABD.

- Orna, M. V. ve Lambert, J. B., 1996, "New Directions in Archaeological Chemistry", ACS Symposium series 625, Washington, s. 1-9.
- Sanchez, A. ve Canabate, M. L., 1995, "Phosphorous Analysis at Archaeological Sites: An Optimization of the Method and Interpretation of the Results", *Archaeometry* 38, 1 (1996), s. 151-164.
- Walter, E. J. ve Dean, J.R., 1974, "Determination of Carbonate and Organic Matter in Soils, Calcareous Sediments and Sedimentary Rocks by Loss on Ignition: Comparison with other Methods", *Journal of Sedimentary Petrology*, vol. 44, No 1, s. 242-248.

Lab Kod	Örnek Kod	Açıklamalar	Bağlı Su (%)	Org C (%)	Pt (ppm)	Pi (ppm)	Po (ppm)	Değerlendirme
BP1	BZ.SE.6.7.B.3		4,10	5,30	133,5	99,5	34,0	Po<Pi
BP2	BZ.SE.6.7.B.4		4,20	5,20	187,3	82,5	104,8	Pi<Po
BP3	BZ.SE.7.6.B.3		2,00	5,50	151,5	116,5	35,0	Po<Pi
BP4	BZ.SE.7.6.B.5a		4,00	3,90	151,5	99,5	52,0	Po<Pi
BP5	BZ.SE.7.6.B.5b		3,30	5,80	339,0	299,5	39,5	Po<Pi
BP6	BZ.SE.7.6.B.5		2,40	5,70	299,7	224,0	75,7	Po<Pi
BP7	BZ.SE.7.6.B.9		4,10	5,30	339,0	280,5	58,5	Po<Pi
BP8	BZ.SE.7.6.C.5		3,30	9,50	319,5	223,8	95,7	Po<Pi
BP9	BZ.SE.7.6.C.8		3,30	5,40	224,0	116,5	107,5	Po<Pi
BP10	BZ.SE.7.7.D.3		2,90	4,60	181,5	134,0	47,5	Po<Pi
BP11	BZ.SE.7.7.D.4a		3,70	4,40	82,3	32,4	49,9	Pi<Po
BP12	BZ.SE.7.7.D.4b		3,10	3,90	242,7	95,5	147,2	Pi<Po
BP13	BZ.SE.7.7.D.5		2,80	5,50	82,8	59,5	23,3	Po<Pi
BP14	BZ.SE.8.5.B.4a	4 yy tahrip dolgusu	2,31	4,86	29,0	14,0	15,0	Pi<Po
BP15	BZ.SE.8.5.B.4b		2,80	6,10	169,3	82,5	86,8	Pi<Po
BP16	BZ.SE.8.5.B.6	İki duvar arası dolgusu, İ.Ö. 5. yy son çeyrek ?	1,20	3,18	61,0	50,0	11,0	Po<Pi
BP17	BZ.SE.8.5.B.10	Ara tesviye dolguları	2,40	3,83	56,0	40,0	16,0	Po<Pi
BP18	BZ.SE.8.5.C.3	Sıkıştırılmış taban, İ.Ö. 3. yy kadar ?	2,95	4,81	40,0	9,0	31,0	Pi<Po
BP19	BZ.SE.8.5.C.4	Son kullanım katı, İ.Ö. 4. yy ikinci yarısı	2,25	4,33	29,0	9,0	20,0	Pi<Po
BP20	BZ.SE.8.5.C.6	Horasanlı dolgu	2,32	3,52	9,0	4,0	5,0	Pi<Po
BP21	BZ.SE.8.5.C.8	Avlu dolgusu, İ.Ö. 5. yy son çeyrek	1,92	3,03	45,0	24,0	21,0	Po<Pi

Tablo 1: Reşadiye-Burgaz arkeolojik alanı toprak örnekleri fosfor (organik ve inorganik) ve TGA analizi sonuçları

Lab Kod	Örnek Kod	Açıklamalar	Bağlı Su (%)	Org C (%)	Pt (ppm)	Pi (ppm)	Po (ppm)	Değerlendirme
BP22	BZ.SE.8.5.C.9	Avlu küllü toprağı, ocak ?, İ.Ö. 5. yy katı	2,59	4,82	257,0	249,0	8,0	Po<Pi
BP23	BZ.SE.8.5.C.10	Sarı toprak, İ.Ö. 5. yy son çeyrek	1,90	3,03	24,0	14,0	10,0	Po<Pi
BP24	BZ.SE.8.6.A.1		4,30	7,70	319,3	205,5	113,8	Po<Pi
BP25	BZ.SE.8.6.A.3	Sert sıkı dokulu toprak	3,23	4,97	45,0	34,0	11,0	Po<Pi
BP26	BZ.SE.8.6.D.5		0,38	1,53	9,0	4,0	5,0	Pi<Po
BP27	BZ.SE.8.6.D.7		3,10	4,10	82,9	48,9	34,0	Po<Pi
BP28	BZ.SE.8.6.D.9	Kullanım dolgusu, İ.Ö. 5. yy sonu	2,27	4,17	45,0	29,0	16,0	Po<Pi
BP29	BZ.SE.8.6.D.10	Çakıllı tesviye dolgusu	2,60	5,41	90,0	84,0	6,0	Po<Pi
BP30	BZ.SE.8.6.D.11	Kanal dolgusu, ince çakıllı, kanalizasyon	1,95	4,73	73,0	50,0	23,0	Po<Pi
BP31	BZ.SE.8.6.D.13	Depo ?	3,33	4,34	61,0	50,0	11,0	Po<Pi
BP32	BZ.SE.8.6.D.15	Çakıllı tesviye	2,65	4,74	67,0	61,0	6,0	Po<Pi
BP33	BZ.SE.8.6.7		1,89	3,24	34,0	24,0	10,0	Po<Pi
BP34	BZ.SE.8.7.C.1	Yüzey tarım toprağı	3,55	7,61	50,0	29,0	21,0	Po<Pi
BP35	BZ.SE.8.7.C.5	Tesviye dolgusu	2,50	5,13	73,0	50,0	23,0	Po<Pi
BP36	BZ.SE.8.7.C.7.Ba	Erken Klasik Dönem	5,20	6,78	67,0	56,0	11,0	Po<Pi
BP37	BZ.SE.8.7.C.7.Bb		5,00	4,90	133,9	16,1	117,8	Pi<Po
BP38	BZ.SE.9.6		4,00	5,40	262,5	82,3	180,2	Pi<Po
BP39	BZ.SE.9.6.2		3,20	13,60	151,5	65,5	86,0	Pi<Po
BP40	BZ.SE.9.6.D.1.3		3,40	2,07	56,0	40,0	16,0	Po<Pi
BP41	BZ.SE.9.6.D.1.5		4,85	1,86	45,0	19,0	26,0	Pi<Po
BP42	BZ.SE.9.6.D.2.2		5,38	1,84	120,0	78,0	42,0	Po<Pi
BP43	BZ.SE.9.6.G.1	Sondaj	4,60	5,70	77,0	48,9	28,1	Po<Pi

Tablo 1'in devamı

Kod	Örnek Kod	Açıklamalar	Bagu Su (%)	Org C (%)	Pt (ppm)	Pi (ppm)	Po (ppm)	Değerlendirme
BP44	BZ.SE.9.6.G.3		3,80	5,00	116,5	116,5	0,0	Po<Pi
BP45	BZ.NE.3.7.B.5	Taban-yürütme düzlemi, İ.Ö. 4. yy	3,44	2,76	61,0	56,0	5,0	Po<Pi
BP46	BZ.NE.3.7.B.6	Horasanlı taban	2,70	1,86	34,0	24,0	10,0	Po<Pi
BP47	BZ.NE.3.7.B.8	Kum çakıl dolgu, Klasik Dönem (İ.Ö. 4. yy)	3,27	1,58	45,0	24,0	21,0	Po<Pi
BP48	BZ.NE.3.7.B.9	Sıkıştırılmış taban altı dolgu, İ.Ö. 4. yy ilk yarısı	3,94	1,86	56,0	40,0	16,0	Po<Pi
BP49	BZ.NE.3.7.B.10	Tesviye dolgusu, moloz, Geç Dönem	3,57	2,61	67,0	40,0	27,0	Po<Pi
BP50	BZ.NE.3.7.B.11	Kumlu dolgu, İ.Ö. 5.yy erken dönem	3,47	2,08	96,0	78,0	18,0	Po<Pi
BP51	BZ.NE.3.7.B.12		4,43	2,24	67,0	50,0	17,0	Po<Pi
BP52	BZ.NE.3.7.C.2	Geçiş dolgu tabakası	1,80	5,50	116,5	99,3	17,2	Po<Pi
BP53	BZ.NE.3.7.C.4a	Taş blokaj, tahrip dolgusu, İ.Ö. 4. yy geç dönem	2,84	4,84	40,0	19,0	21,0	Pi<Po
BP54	BZ.NE.3.7.C.4b	Geç Klasik Dönem	3,30	4,70	113,0	72,4	40,6	Po<Pi
BP55	BZ.NE.3.7.C.5a	Taban dolgusu, İ.Ö. 4. yy erken dönem	5,63	7,95	50,0	29,0	21,0	Po<Pi
BP56	BZ.NE.3.7.C.5b	Avlu	6,00	6,10	133,9	116,5	17,4	Po<Pi
BP57	BZ.NE.3.7.D.7a	Killi taban, Klasik Dönem (İ.Ö. 4. yy)	5,54	2,53	50,0	40,0	10,0	Po<Pi
BP58	BZ.NE.3.7.D.7b		1,20	7,60	32,4	16,0	16,4	Pi<Po
BP59	BZ.NE.3.7.D.8	Duvar molozu	4,72	1,96	67,0	50,0	17,0	Po<Pi
BP60	BZ.NE.3.7.D.9	Moloz dolgu	3,61	2,80	56,0	40,0	16,0	Po<Pi
BP61	BZ.NE.3.7.D.10		3,22	1,89	78,0	56,0	22,0	Po<Pi

Tablo 1'in devamı

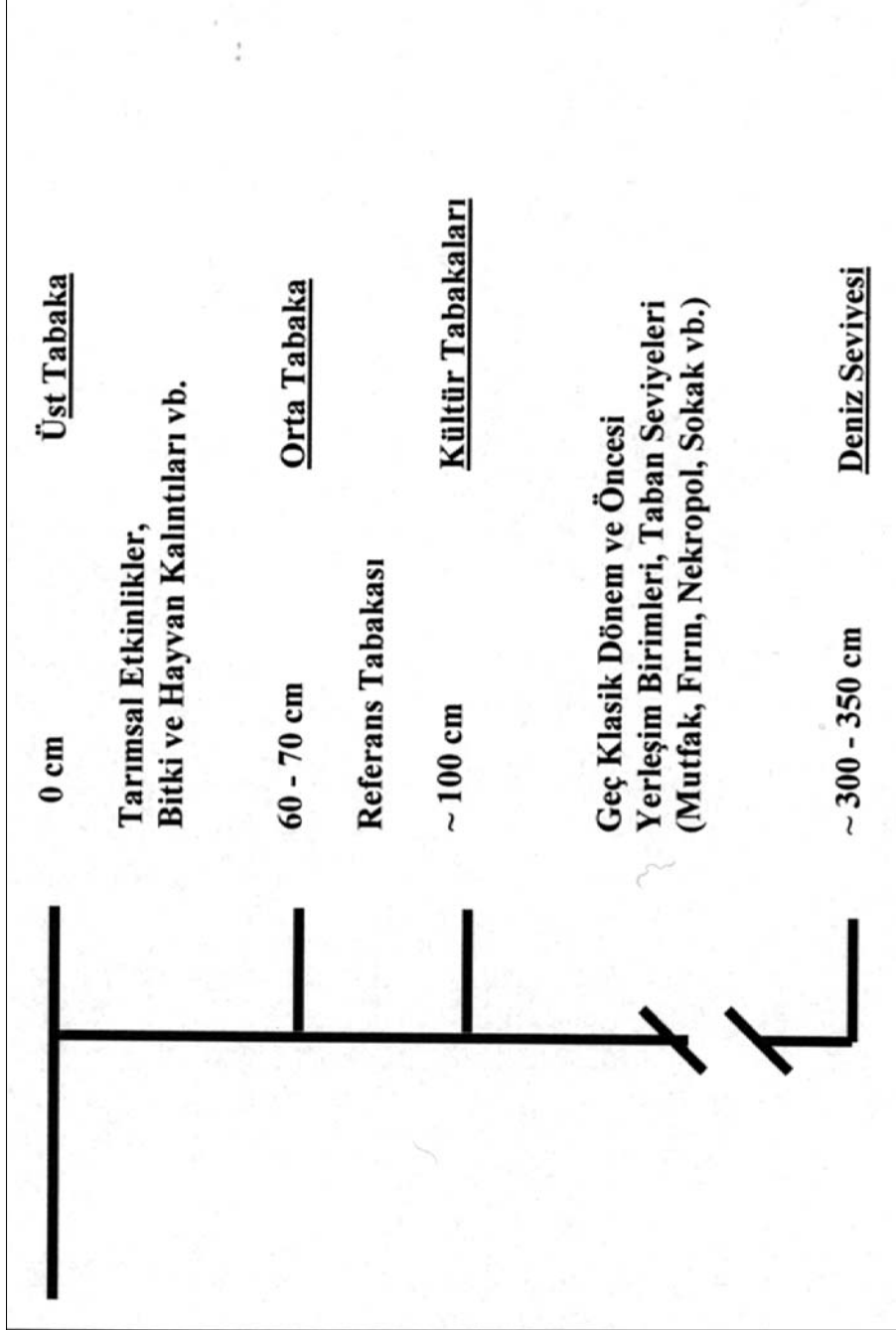
Lab Kod	Örnek Kod	Açıklamalar	Bağlı Su (%)	Org C (%)	Pt (ppm)	Pi (ppm)	Po (ppm)	Değerlendirme
BP62	BZ.NE.3.7.D.10A		3,19	2,17	127,0	114,0	13,0	Po<Pi
BP63	BZ.NE.3.7.D.11		3,23	1,83	61,0	45,0	16,0	Po<Pi
BP64	BZ.NE.3.7.D.12		3,95	2,35	34,0	24,0	10,0	Po<Pi
BP65	BZ.NE.5.4.A.2		4,40	3,67	56,0	40,0	16,0	Po<Pi
BP66	BZ.NE.5.4.A.2.7		4,38	2,18	29,0	14,0	15,0	Pi<Po
BP67	BZ.NE.5.4.A.3a		3,83	2,62	45,0	24,0	21,0	Po<Pi
BP68	BZ.NE.5.4.A.3b		3,80	5,50	187,3	116,5	70,8	Po<Pi
BP69	BZ.NE.5.4.A.1.4a		1,50	0,76	67,0	34,0	33,0	Po<Pi
BP70	BZ.NE.5.4.A.1.4b		2,64	2,92	217,0	166,0	51,0	Po<Pi
BP71	BZ.NE.13.1.C.5a	Demir curufu dolgusu, kemik, çöplük ?	3,11	6,37	40,0	14,0	26,0	Pi<Po
BP72	BZ.NE.13.1.C.5b		3,30	5,40	205,5	205,5	0,0	Po<Pi
BP73	BZ.ZA.A.a.1	Şarap atölyesi	3,80	4,70	48,9	48,9	0,0	Po<Pi
BP74	BZ.ZA.A.c.2	Şarap atölyesi, depo çevresi	3,09	5,93	45,0	9,0	36,0	Pi<Po
BP75	BZ.ZA.A.d.1	Şarap atölyesi	4,00	4,80	169,3	151,5	17,8	Po<Pi
BP76	BZ.ZA.A.e	Şarap atölyesi, depo iç toprak	2,33	5,21	45,0	14,0	31,0	Pi<Po
BP77	BZ.ZA.A.e.2	Şarap atölyesi	4,00	5,60	151,5	65,5	86,0	Pi<Po
		Ortalama Değerler	3,30	4,41	105,50	71,3	34,2	

Tablo 1'in devamı

No	XRD Örnekleri	Açıklamalar	XRD Belirlenen Mineraller*
BX1	BZ.SE.8.5.B.3	Kot: 2,65 m	Q, C, Mg
BX2	BZ.SE.8.6.B.1.3		C, Q, F, M, Ch
BX3	BZ.SE.8.6.D.5	Kot: 2,43 m	C, Fr, K
BX4	BZ.SE.8.6.D.9	Kot: 1,97 m	Q, C, Sp
BX5	BZ.SE.8.7.C.5	Kot: 1,89 m	Q, C, Mg
BX6	BZ.SE.9.6.A.2.26		Q, C, F, M, Ch, K
BX7	BZ.SE.9.6.D.1.3		C, Q, F, M, K
BX8	BZ.SE.9.6.D.1.5		C, Q, F, Ch, M, K
BX9	BZ.SE.9.6.D.1.6		C, Q, F, K
BX10	BZ.SE.9.6.D.1.9		C, Q, F, M, K
BX11	BZ.SE.9.6.D.1.10		C, Q, F, M, K, Ch
BX12	BZ.SE.9.6.D.2.1		C, Q, F, M, Ch, K
BX13	BZ.SE.9.6.D.2.2		C, Q, F, M, Ch
BX14	BZ.SE.9.6.G.2	Kot: 1,72 m	Q, K, Ap
BX15	BZ.SE.9.6.G.4	Kot: 1,12 m	Q, C, Mg, Ms
BX16	BZ.NE.3.7.C.5	Kot: 3,13 m	Q, C, Cr, Mg
BX17	BZ.NE.5.4.A.1.3		C, Q, F, M, K
BX18	BZ.NE.5.4.A.2.7		C, Q, F, Ch, M
BX19	BZ.NE.5.4.A.4.9		C, Q, F, M, K
BX20	BZ.NE.13.1.C.1 (T7)	Kot: 2,87 m	Q, M, Ak
BX21	BZ.NE.13.1.C.1	Kot: 2,31 m	Q, C, Ba
BX22	BZ.NE.13.1.C.2	Kot: 2,32 m	Q, C, Mg, Ms
BX23	BZ.NE.13.1.C.3	Demir curufu Kot: 2,42 m	Q, C, P, G, Ap, Fh
BX24	BZ.NE.13.1.C.4	Demir curufu Kot: 2,25 m	Q, C, G, Ba
BX25	BZ.NE.13.1.C.5	Demir curufu Kot: 2,09 m	Q, G, Mg, Sm, Ch, Fh
BX26	BZ.NE.13.1.C.6	Demir curufu Kot: 2,09 m	Q, C, D, Sp, V
BX27	BZ.NE.13.3.C.3	Demir curufu Kot: 2,39 m	Q, C, Mg

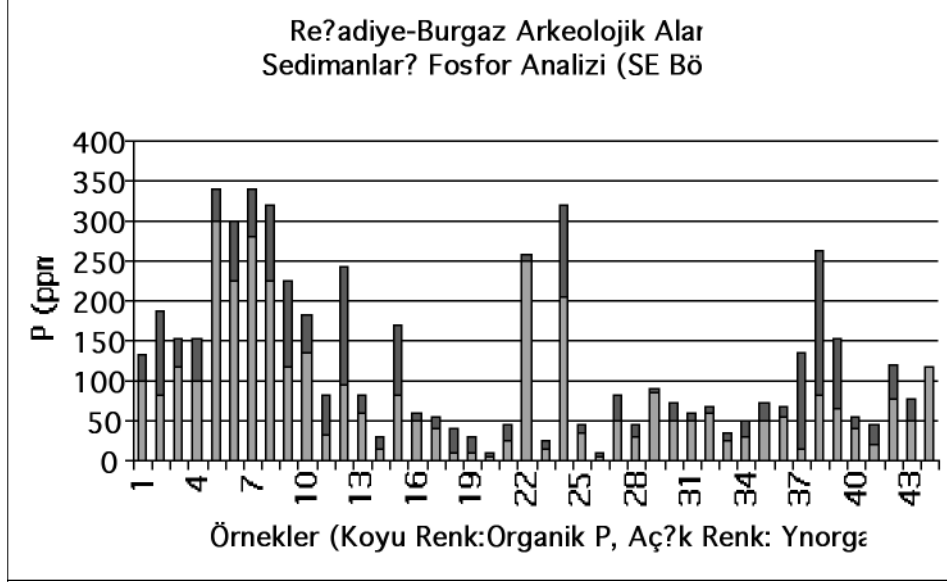
(*) Ak: Akagenit, Ap: Amfibol, Ba: Barit, C: Kalsit, Ch: Klorit, Cr: Kristobalit, D: Dolomit, F: Feldispat, Fh: Ferrihidrit, Fr: Ferrosit, G: Goethit, K: Kaolin, M: Mikalar, Mg: Magnetit, Ms: Magnezit, P: Piroksenler, Sm: Smektit, Sp: Sepiolit, Q: Kuvars, V: Vermikülit

Tablo 2: Reşadiye-Burgaz arkeolojik alanı toprak örnekleri XRD analizi sonuçları

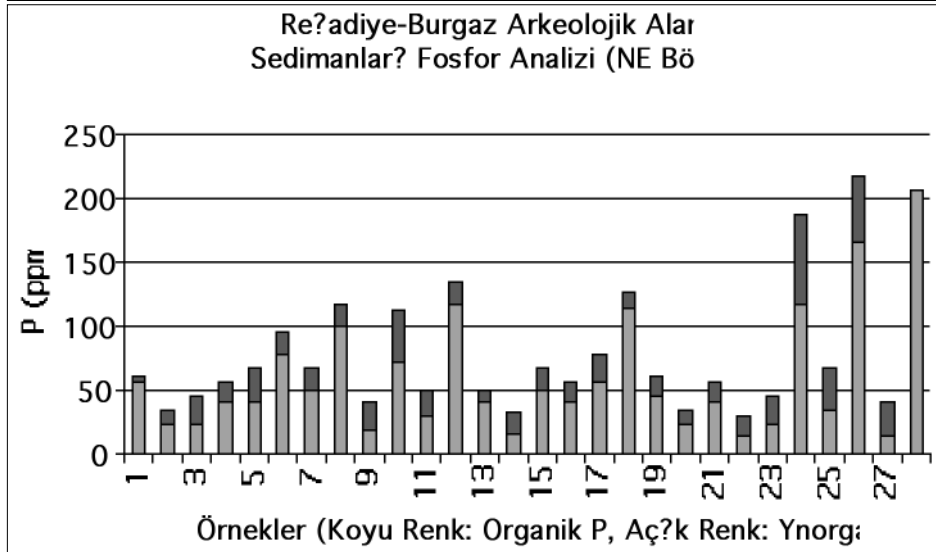


Çizelge 1: Reşadiye-Burgaz arkeolojik alanı SE.8.6.C.

(a) SE (Güneydoğu) Bölgesi Örnekleri Organik ve İnorganik Fosfor Dağılımı

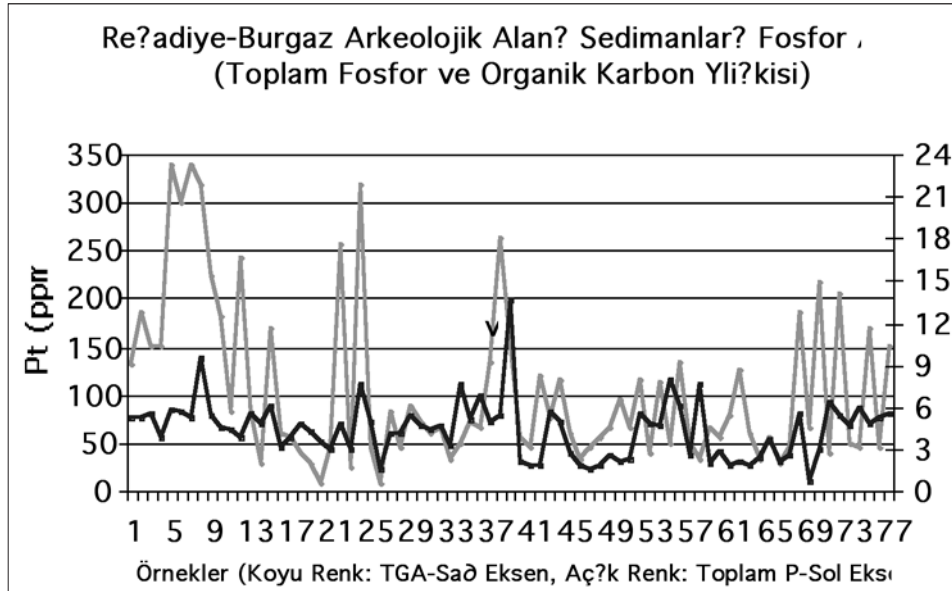
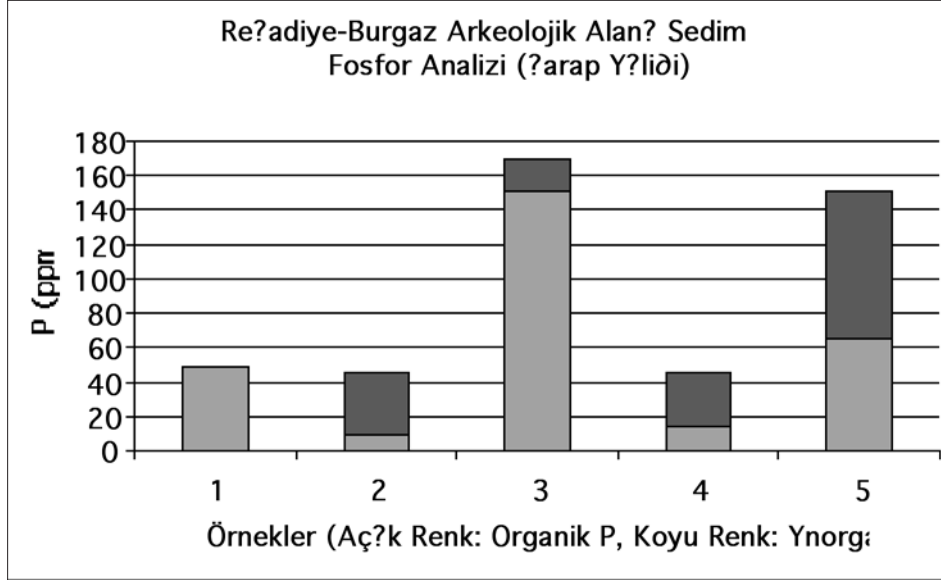


(b) NE (Kuzeydoğu) Bölgesi Örnekleri Organik ve İnorganik Fosfor Dağılımı



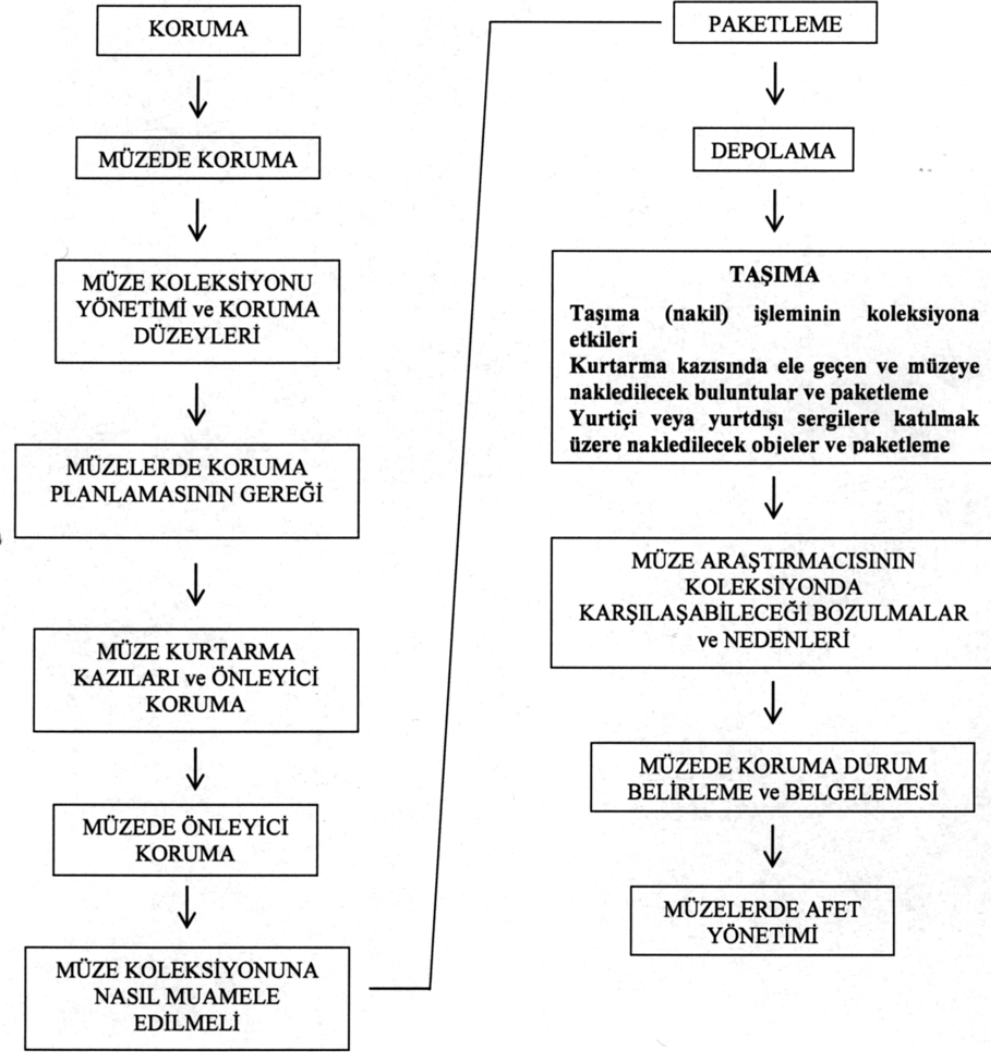
Çizelge 2: Reşadiye-Burgaz arkeolojik bölgesel fosfor analizi sonuçları

(c) Şarap İşliği Örnekleri Organik ve İnorganik Fosfor Dağılımı



Çizelge 3: Reşadiye-Burgaz Arkeolojik Alanı Toplam Fosfor ve Organik Karbon Sonuçları

ÜNİTE 10 TAŞIMA



ARCHAEOMETRICAL AND INTERDISCIPLINARY RESEARCH AT SAGALASSOS IN 2004

Marc WAELKENS*

I. Three Dimensional Modelling of Sites and Artefacts (Epoch) (Fig. 1)

T. VEREENOOGHE

Recording was undertaken within the framework of the European EPOCH network (Excellence in Processing Open Cultural Heritage; <http://www.epoch-net.org>), of which the Sagalassos Division is one of the core partners. In this network about 100 cultural institutions are joining their efforts to improve the quality and effectiveness of the use of Information and Communication Technology for Cultural Heritage. In the scope of this EPOCH network, two showcases about Sagalassos were prepared during the 2004 campaign. The first showcase is the Antonine Nymphaeum in augmented reality (AR). This means that a virtual 3D model of the monument is superimposed on the scene through special AR glasses, giving visitors and scholars a feel for the original appearance of the site. This summer, lots of pictures and videos were recorded, which will serve as input for this technique. These recordings have been processed at the Fraunhofer Institute at Darmstadt (Germany) and the ETH Zürich (Switzerland). A second showcase will demonstrate a state-of-the-art tool that can assist archaeologists in the systematic recording of their excavations. It will support the detailed 3D capture and representation of stratigraphic layers, including high-resolution textures of these layers. It will also allow 3D scrolling through layers after their removal, derivation and interpretation of Harris matrices, the easy indication of find locations, creation of links to related information, flexible extraction of quantitative information related to the dig, etc. As a test case for this tool the test soundings near the sanctuary of Hadrian and Antoninus Pius were chosen. Using the "shape-from-stills" technique developed by ESAT, all excavated layers and features were recorded for 3D visualization. The Shape from Stills tool makes it possible to derive a three dimensional representation of an environment from multiple photographs or video content. The on-site acquisition procedure consists of recording an image sequence of the scene that one desires to reconstruct. To allow the algorithms to yield good results viewpoint changes between consecutive images should not exceed 5 to 10 degrees. A key feature of the approach is that the necessary camera calibration is carried out automatically, from the same image data that is used for the generation of the 3D-reconstructions.

* Marc WAELKENS, Sagalassos Project, Blijde Inkomststraat 21, 3000 Leuven/BELGIUM

Research at Sagalassos is made possible thanks to grants from the Interuniversity Poles of Attraction of the Federal Government, a Concerted Action of the K.U.Leuven, the Fund for Scientific Research Flanders and the National Bank of Belgium.

II. Artefact Studies
II.a. Ceramic Studies

P. BES
J. POBLOME

During this year's campaign four functional categories were composed, which will serve to better understand the vessel's functions within their archaeological and architectural context and to make preliminary conclusions as to the history of use of the room or area. These four categories are a) agricultural production, transport and storage (pithoi and amphorae, both imported and local/regional); b) preparation and cooking of food (mortaria, coarse ware jugs and jars and cooking vessels); c) serving and consumption of beverages and meals (kraters, plates, trays and jugs (serving); cups, bowls and dishes (consumption)); d) oil lamps and architectural decoration. By quantifying ceramics per context and categorizing these according to this scheme function(s) for a particular room or area can be suggested. Assemblages from several areas in the city were studied (Domestic Area, North-East Gate, Western and Eastern portico on the Lower Agora, Western portico on the Upper Agora).

II.b. Glass Studies

V. LAUWERS

After a preliminary study during the last seasons, a systematic and comprehensive analysis of the excavated glass was initiated this year. The aim is to shed new light on the different typological versus chronological contexts in order to compile an internal chronological seriation of the glass, independent of other available chronological criteria such as tablewares and coins. In addition, the already initiated geochemical programme was continued, aimed at filling the gaps in the chronological sampling sequence and correlating the geochemical data concerning local production of glass with their archaeological counterparts. By the end of the campaign, the typological sequences of the glass assemblages of the shops arranged in the western portico along the Upper Agora and the vessels retrieved from the late Hellenistic Fountain House were established. In the former case, the attribution to an early Byzantine date seems to be justified, while the Fountain House finds need to be placed in the 4th century AD. The complete set of individuals attested in these contexts was identified, weighed, fully described, drawn and photographed in order to prepare a catalogue on the glass finds of Sagalassos. This will offer a framework for discussion on the similarities and differences emerging from chronologically linked assemblages coming from different contexts.

Another point of attention concerned the window panes found in large quantities in the upper city (in the mentioned shops, as well as in the surroundings of the NW Heroon and the Doric Temple), the Roman Baths and the adjoining shops of the Lower Agora and some rooms of the Domestic Area. These were documented for further statistical analysis in Leuven. To further study the raw materials used for glass production, samples of glass chunks and production waste (partly found by the city survey team and excavated in the TSW5 sondage, both during this campaign) were selected for chemical and isotopic analysis. The origin or raw glass at Sagalassos needs to be pinpointed, although import of HIMT glass, possibly from Egypt, and local recycling and decolouring of glass was already proven.

II.c. Metal small finds

N. KELLENS*

In 2004, work was concentrated on the finds excavated between the years 1996 and 2002, as well as the finds from the ongoing excavations. Morphological identification of iron-working debris (slag material) revealed a functional difference between the activities in the city and the territory. Within the city proper, mainly smithing activity could be proven, while in the territory both smelting and smithing was documented. In 2004, focus was put on quantifying smithing debris to distinguish between various types of blacksmith workshops (primary working, shaping, repair, and so forth). Smithing hearth bottoms were being described in terms of their weight, volume, density, mineralogy, chemistry, ellipticity, flatness, position in the hearth, and profile. As a result, distinct groups of slag material could be distinguished throughout different contexts and chronological deposits, although further in depth study of the material is needed, especially in terms of stratigraphical analysis. Preliminary results indicated that differences in profile of the cakes and preservation state of the slag may have a chronological or contextual implication. Cakes with a state of preservation of 50% seemed to be related to typical secondary dump deposits, whereas possible primary dumps contained usually fully preserved smithing bottoms. Cakes retrieved from early and middle Byzantine contexts seemed to differ in profile from middle and late Roman ones, possibly indicating different types of smithing activities or smithing technology. Furthermore, the first crucible fragment was found among the city survey ceramics of this year, from the zone southwest of the colonnaded street. Also, additional soil samples were taken at various spots on the site to identify the location of iron working (see below). The selection of the iron and copper alloy metal small finds studied this year contained the material excavated from 1996 to 2004. In total, ca. 1300 small finds were documented by drawings and photography and ca. 300 finds were treated by the conservation lab. Whenever this treatment revealed specific information (presence of decoration, other metal or mineralised organic material) this was documented.

II.d. Sculpture Studies

S. SARAL

The excavations began in 2003 and a number of new sculptures. Perhaps the most important find was the statue of a sitting Apollo Kitharodos of colossal size (Fig. 2). The statue is 3 m high and 1,70 m wide and shows the god with naked upper and dressed lower body. Made of white, great-grained marble, the Apollo statue shows iconographically great similarities to the cult statue of Apollo Klarios placed in the temple situated opposite of the nymphaeum. The statue is a late Hadrianic work and belongs to the original statuary display of the nymphaeum. From the same context comes a headless female statue, just over-lifesize, made of white, fine-grained marble, wearing a chiton and a himation following the prototype of the so-called Large Herculanean. It is commonly agreed that this statue type served mainly for honorific portraiture of women. In consideration of size, find spot and marble a small female veiled head fragment of technical/stylistical high quality most probably belongs to the statue (Fig. 3). With its idealized facial features and hairstyle it shows parallels to the head of the contemporary honorific statue of Plancia Magna from Perge. The stylistic characteristics are so close that a dating of the head to the late-Hadrianic period, i.e. to the construction period of the nymphaeum is evident. A very attractive idealized female head belonging to a statue just larger than life size impresses through its high

* N. Kellens, Research Assistant of the Fund for Scientific Research, Flanders.

quality too (Fig. 4). The head made of white, fine-grained marble depicts a young woman. It's no doubt that the head belongs to the goddess Aphrodite. It recalls the Aphrodite of Knidos or Arles, but it is not a replica strictly speaking. The head shows a great similarity to a head in the Ny Carlsberg Glyptothek/Kopenhagen (Inv. 553). The similarity between this two heads is so great that we can interpret them as copies of an original, which was most probably created in Hellenistic time.

The sculptural finds of this year in the Roman Baths were low in numbers, but they are of a high sculptural and artistic quality. A small fine female head in an excellent state of preservation depicts an Aphrodite (Fig. 5) and represents a replica of the Aphrodite of the Capitoline type. The head is made of whitish fine-grained marble and can be dated based on the eye drillings and the hair-treatment to the middle Antonine period. Made of the same marble, a statue of a *putto* carrying an amphora on his shoulder was also found in the *frigidarium*. The statue is a replica of a probably Hellenistic prototype. Finds of a plinth with a support, a second pair of lower legs and other fragments of an amphora show that two identical statues of the boy carrying the amphora were set up in the *frigidarium*. Based on the stylistic parallels of the Aphrodite, these statues can be dated to the middle Antonine period.

III. Geology

III.a. Study of Mortars

J. ELSÉN

At Sagalassos, lime mortars with added pozzolanic aggregates were widely used. The mineralogical composition of the aggregates, the binding agent and their respective provenance was identified using mineralogical, petrographical and geochemical methods. Three types of aggregates were recognised: limestone aggregates from the local Mesozoic limestone, crushed ceramics from locally produced coarse wares and volcanic tuff and lava from the nearby volcanic region of Gölcük. The aim of the study of the mortars of Sagalassos is to follow up on the different mortar types found in the ongoing excavations and to sample any new chronological or functional types of mortar. The final aim is to identify chronological changes and possible experimental phases in the production of mortars at Sagalassos, and to design suitable restoration mortars for the ongoing restoration-conservation. A detailed sampling campaign was carried out in the Domestic Area in order to document six(?) centuries of occupation. Other samples were taken in the Roman Baths and from the recently excavated pottery kilns in the potters' quarter, re-used as lime kilns. These samples are analysed in the laboratory by means of X-ray diffraction, optical and electron microscopy. The hydraulicity and chemical composition of the mortars are determined according to the recently defined RILEM-methodology for characterising historical mortars.

III.b. Archaeometrical Study of the Craft Activities at Sagalassos

P. DEGRYSE

The aim of this study is the characterisation of the artefacts produced by the different crafts at Sagalassos, the identification of the raw materials used and the reconstruction of the production process. In order to study the technology of iron-making, glass production and ceramic manufactory, sampling of a number of material categories from the excavation contexts of the city is performed, including metal slag and objects, glass shards and chunks, ceramics, kiln materials and possible raw materials for craft production (clay and stone). These probes are characterised mineralogically

(XRD), petrographically (thin section and polished section) and geochemically (main and trace element analysis using AAS/AES, XRF, (LA-)ICP-MS & isotopic analysis for Pb and Sr using TIMS and (LA-)MC-ICP-MS), in order to be able to identify possible chronological changes and to relate raw materials to the final object. Additionally, soil samples were taken in the city to identify the location of iron working. The geophysical survey has identified several possible locations of metal working activities. These will be geochemically investigated, determining their trace element content. Many elements may be indicative of pollution, caused by metallurgical activity. At one location, corresponding to an anomaly in the geophysical measurements, iron ore was found. To further study the raw materials used for glass production, samples were taken of glass chunks and production waste for chemical and isotopic analysis (see above). For the study of ceramic production at Sagalassos, samples of kiln materials excavated at the potters' quarter, as well as sherds from different chronologies and contexts were taken for further analysis.

III.c. Neotectonic Research (Figs. 6-9)

*P. MUCHEZ
D. SIMILOX-TOHON
K. VANNESTE*

Damage assessment in Sagalassos has enabled the identification of at least four major earthquakes, which struck the area during Roman and early Byzantine times. Based on archaeological, geological and geomorphological evidence, a lineament to the north of the city is considered a seismically active fault. An integrated approach enables to better constrain the seismic activity in the proximity of the city. Geophysical techniques (2-D resistivity imaging) enabled to constrain the presence and location of the seismogenic fault(s). This technique evidenced the presence of a neotectonic fault zone at Çanaklı during the 2003 campaign and at Sagalassos during the 2002 campaign. Only the fault at Sagalassos was reactivated in recent times and is thus the best candidate of the fault causing the seismic damage at Sagalassos. The active fault zone at Sagalassos crosscuts several resistivity profiles, which display mutually differences of resistivity distribution due to the presence of archaeological structures, slope deposits and a complex bedrock architecture. Drillings in 2003 and 2004 enabled to relate the uppermost resistivity layers to lithological units such as recent screes, old screes, clays and volcanic tuffs. In order to better understand the lateral changes, additional resistivity profiles were measured in 2004, both normal and parallel to the fault trace. Subsequently, all resistivity profiles were visualized in 3D. This visualization enabled to reconstruct the 3D architecture of the fault system and assess the lateral variations along strike of the fault of the complex subsurface geology.

III.d. Survey for Natural Building Stones

*P. DEGRYSE
Ph. MUCHEZ*

The possible ancient area of extraction of the white recrystallized and good quality beige and pink limestone was surveyed. Near Duğer, Yarıklı and Hacılar, south of the city of Burdur, along the east-southeast bank of lake Burdur, outcrops and modern quarries of recrystallized, good quality beige and pink limestone were sampled for further analysis. Surprisingly, the recrystallized limestone bears the local commercial name "antique white".

IV. Geomorphology

IV.a. Mass Movements at and Around Sagalassos

E. PAULISSEN

V. De LAET

The mountain slopes north of the Ağlasun Çayı are an area strongly transformed by mass movements. The aim of the 2004 survey was to map the position, origin, type and stratigraphical elements of these mass movements on the southern mountain slopes in and around Sagalassos. Different limestone blocks occur at variable distances from the main front, which are the result of giant rock slumps. It also became clear that at least two huge mass movements of the flow type cover several km² of the mountain slopes below the limestone cliffs and reach the village of Ağlasun. This area is totally transformed into irrigated field terraces. It is now evident that the entire southern mountain slope consists of a nearly continuous succession of different types of mass movements of different dimensions and different ages. The town centre is located on a complex zone of mass movement deposits mainly consisting of giant limestone blocks all older than the foundation of the town and all originating from the limestone front above the town (Fig. 10). All the field data are integrated in a GIS environment and a digital map is constructed so that the mass movement characteristics can be integrated and superposed on other data. We have evidence that some mass movements are historical and that the city's eastern aqueduct has been affected by a rotational slump. In the town some buildings have been covered by scree deposits. The mass movement phenomena are typically concentrated on the mountain slopes affected by tectonics, such as the southern mountain slope above Sagalassos, suggesting a close relation between mass movement activity and earthquakes.

IV.b. Colluviation/alluviation History of the Valleys Draining Sagalassos

Fieldwork concentrated on the late Holocene history of the slopes and the two tributaries of the Ağlasun Çayı river system draining the area around the ancient town in order to characterize type, amount and age of the deposits originating from Sagalassos and its immediate surroundings. The 12 borings and the many sections in the valley of the Çulayık D. and in the valley of Çatal Oluk D. show that the colluvial/alluvial deposits are thin (1-2 m), suggesting limited soil erosion by running water on the lower mountain slopes and limited sediment supplies to the main valley of the Ağlasun Çayı. These deposits appear to be recent as they contain weathered ceramics of Roman and post-Roman age. Apparently during and since Late Antiquity soil erosion by running water on the mountain slopes and the related colluviation and alluviation is limited here. The deposits are restricted in thickness and extent and occur only locally in the valley bottom or in the affluent valleys draining the suburbs of Sagalassos.

IV.c. Alluvial Fans

The main aims of this research are the study of the soil characteristics and the aggradation history of alluvial fans built up at the mouth of valleys eroded in different substrates. In the valley of the Ağlasun Çayı, the lateral sediment accumulations of affluent valleys from the northern mountain slopes are largely dominating the longitudinal accumulations by the main river, the Ağlasun Çayı. The age of these fans is unknown, but they appear to be relatively old as no ceramics are found in the cores and Roman sites *in situ* are on the surface. In 2004 borings have been extended towards the Ağlasun-Çanaklı ovası, 10 km to the south of the site. A first fan in the Ağlasun ovası is built up by materials originating from the allochthonous limestone formations situated to the east. A boring was carried out in the lower part of this fan which progrades into the plain. The core was situated at the foot of a terrace wall delimiting

an area rich in ceramics. As no ceramics or charcoal fragments have been found in this fan over a thickness of 7 m, we suggest that at least the toe of this fan was stable since Roman times. Large fans prograding into the Ağlasun Ovası are built up by deposits originating from the flysch substrate exposed to the west. We dispose now of three borings from the higher (29 m above the bottom of the Ağlasun Ovası) to the lower part of the same fan (corresponding with the level of the plain of the Ağlasun Ovası). The higher part of the fan is nearly entirely composed of angular schist fragments disintegrating into pure clays down slope. Fragments of ceramics have been found in the upper part of the clay deposits. From these data it results that since at the late Holocene the large alluvial fans in the mouth of valleys eroded in limestone formations were stable, while the fans in the mouth of valleys eroded in flysch formations were still active. The upper sediments in the Ağlasun Ovası originate therefore from the flysch formations, which gradually cover older fan deposits and eventually archaeological sites.

IV.d. Study of Field Terraces

In 2004 different categories of agricultural terraces ((temporarily) abandoned, cultivated) were mapped, the topography of several successions of terraces was levelled and new borings were made in the terraced fields around Sagalassos. The aim is to establish evidence to endorse the hypothesis that these field terraces were constructed in antiquity. The terraces on the mountain slopes near Sagalassos were built preferentially on slope deposits derived from the limestone substrate and on mass movement deposits. Field terraces on flysch deposits are rare and according to the field dimensions and the construction of the walls of recent age. The soil characteristics of field terraces we have classified as “possibly old” have been studied by borings. The colluvial deposits beneath these terraces are limited. Soil is taken away from the upper part of the field and is deposited behind the lower terrace wall. This means that a field terrace may consist of two different soil surfaces: in the upper part a new surface postdating the terrace construction while behind the lower terrace wall the original soil is buried. Correlation of the original soil surface on different fields terraces informs us about the original topography before terrace construction and about the amount of material removed by man. In many “possibly old” field terraces, the entire column of manmade deposits is organic, containing fragments of ceramics of Roman or Post-roman age and charcoal. Some samples have been tested for the presence of pollen, with a positive result. This topic will be further studied and it is hoped that a combination of ceramic and radiocarbon dating, and palynological and geochemical analyses will result in a coherent picture on the age of and the palaeo-environment during terrace construction.

V. Palynology

D. KANIEWSKI

The basin of Bereket is situated about 25 km SW of Sagalassos. Observations during previous surveys suggested that the sediments in the valley bottom could be suited for palaeoenvironmental reconstructions and for land use history. Two reconnaissance cores, Bereket core 2003-1 and 2003-2, have been drilled in the mouth of the northern affluent valley, draining a basin of 7.85 km² (Fig. 11). One radiocarbon date is available for the lowest part of each core:

- boring 1 (total depth: 5.21 m): ¹⁴C age of seeds at a depth of 5.15m: 1970 ± 40 yr BP (Beta-193788); calibrated age: Cal BC 10 to Cal AD 70 yrs (probability 68%).
- boring 2 (total depth: 6.82 m): ¹⁴C age of an organic layer at a depth of 6.10 m: 2140 ± 40 yr BP (Beta-193789), calibrated age: Cal BC 200 to 110 yrs (probability 68%).

These ages date the complete Bereket sequences in the Sub-Atlantic period, which starts at ca. 2650 ¹⁴C yrs BP (ca. 800 calBC) and makes it clear that the thick deposits in the Bereket basin present an unique opportunity for a high resolution palaeo-environmental reconstruction during the last 3000 years. The palynology of the lower part of core 2 (depth: 450 – 680 cm) has been studied. Special attention was paid to the anthropogenic pollen indicators: cultivated plants, crop-weeds, grass meadows and ruderals. The analysis of the fire-signal, the result of burning activities during deforestation phases and other activities of land clearance and land use, is based on the microscopic counting of minute fragments of charred charcoal (size between 10 and 100 µm) in the pollen-slides. The fluctuations of human impact indicators and charred charcoal content are synchronous, suggesting the use of fire during cultivation. The palynological studies at Bereket show an important arboricultural phase known in Anatolia as the “Beyşehir Occupation phase”. The presence of this occupation phase has already been proven in the territory of Sagalassos. At Bereket, the Beyşehir Occupation phase could be subdivided into two main units: Phase 1 (from 680 to 520 cm) and Phase 2 (starting at 520 cm). The estimated age of the transition is about 50 yr BC according to the mean accumulation rate of sediments. During the deposition of both units, soil erosion on the slopes and accumulation in the lowest parts of the basin has continued. During Phase 1, four different sub-phases of soil occupation are distinguished: 2 sub-phases of agricultural activities, characterized by the cultivation of *Castanea sativa*, *Fraxinus ornus*, *Juglans regia*, *Ribes*, *Vitis vinifera* and Poaceae cerealia, and two sub-phases of land abandonment. We are able to prove that during these agricultural phases an open water surface developed in the lowest parts of the valley bottom where core 2 is located. According to the palynological and sedimentological data, we suggest that the increase in humidity is not due to climatic change, but is linked to agricultural practices resulting in an increased overland flow. These surface waters have not only transported eroded soil sediments, but have also carried pollen and charcoal. During the subphases of land abandonment, the lower slopes and parts of the bottom of the basin have been drained quickly. This is suggested by the simultaneous changes of different vegetation types: a regeneration of the per-humid trees in the bottom of the basin, a decrease of aquatic herbs and an increase of arid to semi-arid herbs. Phase 2 (from 520 cm onwards) corresponds to the full development and the continuous practice of arboriculture in the basin. During this phase, olive tree farming and cultivation of pistachio are introduced and continuously cultivated. More detailed results will be available once we dispose of the complete data set of the two cores and of a series of radiocarbon dates on the sedimentological and palynological transitions.

VI. Vegetation Studies

L. VANHECKE
T. Van THUYNE

The exploration of some areas near the western, southern and southeastern border of the Sagalassos-territory, not or insufficiently examined so far, has yielded many new species (at least some 25 new taxa). In this context the marl-soils of the “badlands” in the northwest at the western extremity of the territory (near the Burdur lake) were very important. These areas show a very different flora and vegetation compared to the rest of the territory. At the opposite extremity of the territory, in the southeast, in the small, relatively low lying and warm valleys characterized by a pronounced Mediterranean climate, some very typical Mediterranean plants have been found, also new for the area. Some 150 vegetation descriptions are available now. They will be analyzed by multivariate analysis.

VII. Archaeozoology
VIII.a. *Potters' Quarter (site PQ)*

B. De CUPERE
W. Van NEER
A. ALLEN
M. UDRESCU

The majority of the material from this site represents consumption refuse, the bones of cattle, goat, sheep and pig. Some elements of a donkey and a dog were found. During past campaigns, remains of carcasses were frequently identified at the Potters' Quarter. This area was used to dispose of the bodies of dead animals. Typical of these animals is that their skeleton is more or less completely represented and that the bones do not show any trace of butchery or skinning marks. The absence of gnaw marks and the fact that the bones show almost no weathering indicate that they were rapidly covered with sediment after disposal.

VIII.b. *North East Gate (site NEG)*

The majority of the material represents consumption refuse of domestic mammals (cattle, sheep, goat and pig), some wild mammals (hare and fallow deer), chicken, molluscs and fish (carp and catfish). In addition, shells of the intrusive large gastropod *Helix*, and few bones of the carcasses of dog and donkey were found. Most of the animal bones were collected within layers 4 and 5 of room 3, and within layer 6 of room 7, which is a subdivision of room 3. It is very striking that the ovicaprines dominate these contexts (75, 86 and 93% respectively). Moreover, when the distribution of the skeletal elements of this livestock is considered, skull elements and foot bones are the most abundant. These elements are typical slaughtering refuse, since they bear no meat and are disposed off at the moment that the animals are killed. The meat-bearing parts of the fore- and hind legs and the axial skeleton were less frequently counted. Room 7 and the upper part of room 3 may temporarily have been used as a dumping place of a near-by located butcher of ovicaprines. Diachronic changes of the composition of the domestic livestock from phase 5 to 9 given in Fig. 12 show an increase of ovicaprines and a decrease of cattle from phase 5 to 9. These results confirm the 'picture' that was already established in the past.

VIII.c. *Gymnasium (site G)*

The animal remains from the Gymnasium yielded additional evidence on the waste disposal patterns within the town. The remains mainly represent refuse of domestic mammals that were consumed, but comprises also the bones of dead animals that were dumped far from the urban center. Several equids were identified, among which donkeys, mules or hinnies and a horse, as well as the bones of a dog. However, when the composition of the domestic livestock is considered, it is clear that ovicaprines are dominant at the Potters' Quarter, while cattle is better represented at the Gymnasium.

VIII.d. *Lower Agora (site LA)*

A concentration of goat horn cores was found in layer 3 of room 10 at the Lower Agora (campaign 2003). More specimens were collected in the layer above. Most of these horn cores show chop marks at their base, indicating that they were removed from the skull. This removal can have taken place when the animals were slaughtered, after which they were thrown away. In this case they just represent butchery refuse.

But it is also possible that the horn cores, after removal, were collected and that the horn was cut off from the horn cores for working. Horn was used in ancient times as a raw material to produce objects. However, no further indications for horn working have been found within this context.

VIII.e. Roman Baths (site RB1 and RB2)

A peculiar collection of sheep and goat bones was found in the Roman Baths (site RB1), a site that only occasionally yields substantial quantities of animal bone. The sheep and goat remains consist almost exclusively of hind limb elements, namely pelvis, femora, tibia and anklebones (Fig. 13). The bones of the foot, which bear no meat, are missing. After careful recording and refitting and matching, it could be established that no less than 23 hind legs were deposited. Both goats and sheep are present and, as usual, goats outnumber the sample. The bones were found in the destruction layer of *frigidarium* 2, and therefore indicate that Sagalassos was still occasionally visited after the 7th c. earthquake when which the building started to gradually collapse. We are probably dealing with the leftovers of a feast or ritual at which between 50 and 100 people participated.

VIII.f. Theatre South West (site TSW5)

This excavation yielded several pieces of cattle bone with traces of working. In the past similar pieces were found in large quantities within the fill of the Neon Library. Some more worked material was collected in the upper layers of the area around the Library. Their presence at site TSW5, within the top layer, at some distance to the southeast of the Neon Library, is therefore not surprising. These elements must have been deposited here by erosion from uphill.

VIII.g. Domestic Area (site DA1)

Relatively few bones have been sampled at the domestic area in 2004, representing predominantly food debris. Ovicaprines are the most abundant (44%), followed by pig (33%) and cattle (23%). Domestic fowl and fish were less represented, most probably due to the nature of the archaeological context, which was mainly destruction debris. Identification of the animal remains from the flotation residues of previous campaigns has continued and all data have been inventoried. The horizontal distribution of the animal remains among the different rooms, their nature and composition has now to be analyzed and these results confronted with other find categories.

VIII.h. Antoninus Pius (site AP)

The faunal material from the excavation area of Antoninus Pius was dated to different periods between Imperial to mid Byzantine times. Since the faunal material consisted mainly of consumption refuse from the typical domestic mammals, diachronical changes of the livestock could be investigated (Fig. 14). Again the decrease of ovicaprines from Imperial to late Roman times and the subsequent increase during early Byzantine times is observed. New is that the proportion of ovicaprines continues to increase in the mid Byzantine period (9th – 11th century AD). Caution is necessary, however, since the number of elements for last period is very small.



Fig. 1: 3D reconstruction of the Aphrodite head of the Hadrianic nymphaeum



Fig. 2: The (recomposed) colossal statue of Apollo Kitharodos from the Hadrianic nymphaeum



Fig. 3: The head of the "Large Herculanean" female from the Hadrianic nymphaeum

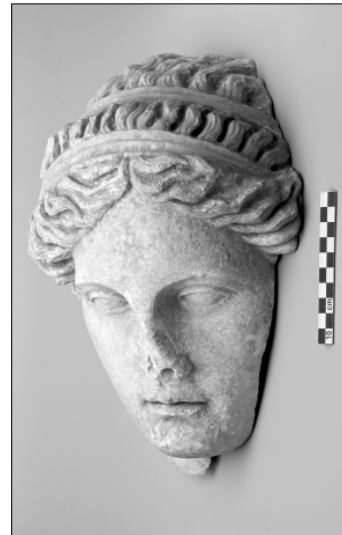


Fig. 4: The head of Aphrodite from the Hadrianic nymphaeum

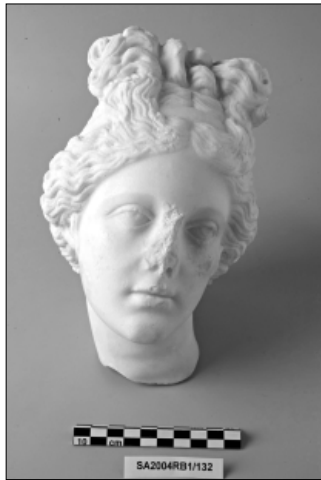


Fig. 5: The excellently preserved head of Aphrodite from the Roman bath building



Fig. 6: 2-D resistivity imaging along one of the 5 profiles

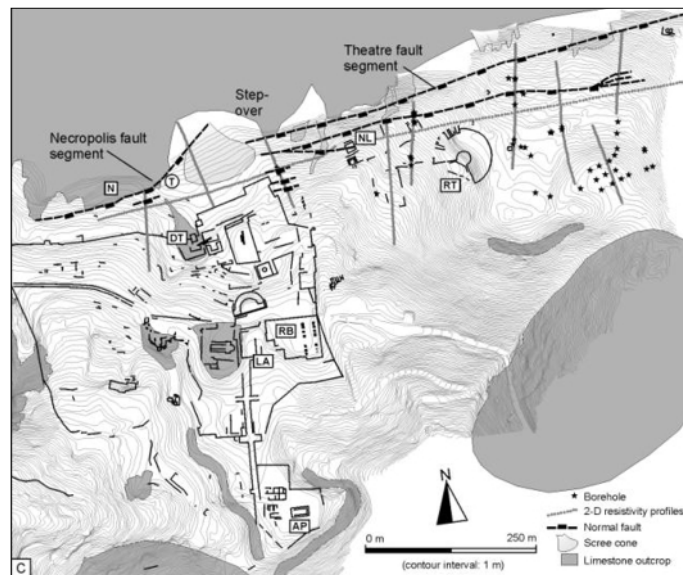


Fig. 7: The profiles (2002 and 2004 in grey) and the faults (in black). During the 2004 campaign 2 East-West trending profiles were measured to better understand the lateral changes in resistivity due to the complexity of the subsurface

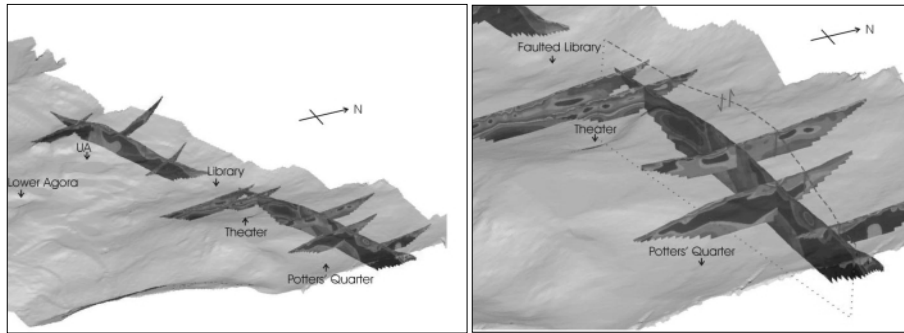


Fig. 8: The large differences in length, elevation and depth of the profiles and the large differences in resistivity due to complex bedrock architecture (e.g. ophiolitic mélange, rotational slumps and tectonic klippe) necessitated 3D visualization of the data set. This dia gives an overall view. The Digital Elevation Model is in grey. In the profiles red represents high electric resistivities (e.g. limestone, recent screes, archaeological structures) and blue represents low electric resistivities (e.g. clays, volcanic tuff, ophiolite)



Fig. 9: Mass movement deposit in the Ağlasun valley

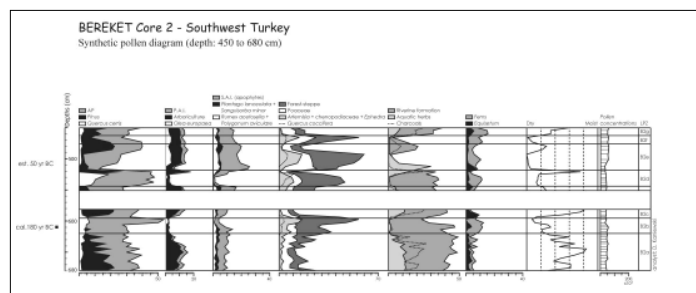


Fig. 10: Composed pollen diagram from Bereket

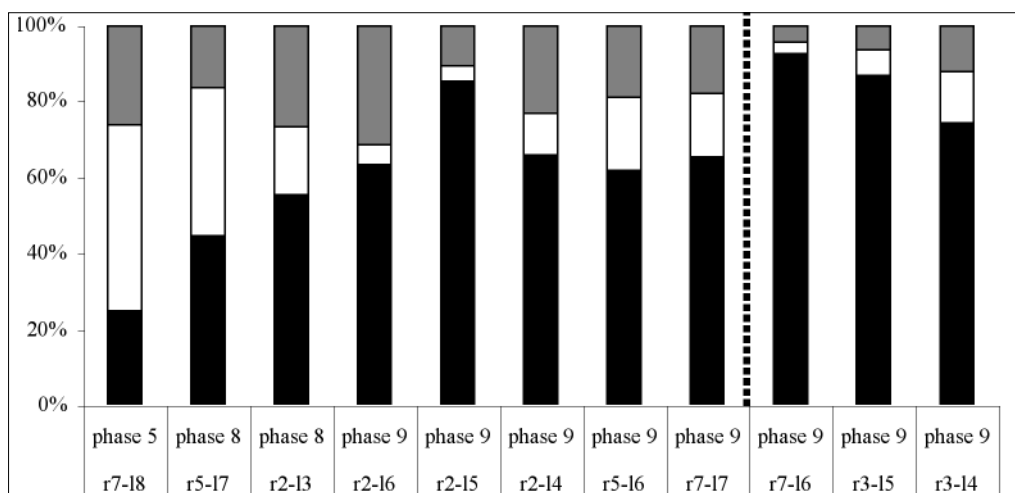


Fig. 11: Diachronic changes of the livestock (site NEG) (rn= room n; ln= layer n)

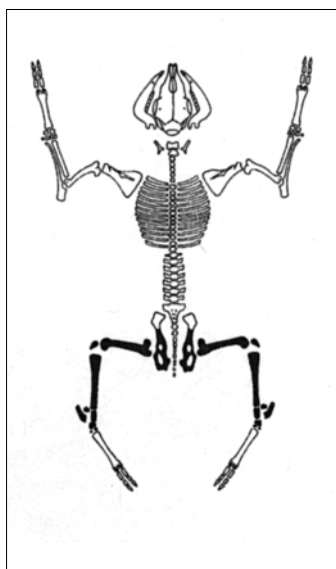


Fig. 12: Skeleton of sheep/ goat with indication of the elements from the hind leg that were found at the Roman Baths (site RB1)

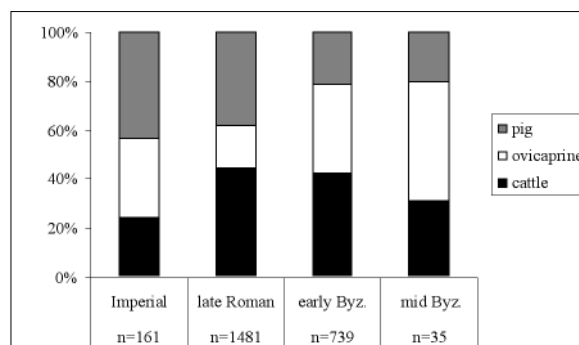


Fig. 13: Composition of the domestic livestock at site Antoninus Pius

KELENDERİS AGORASI'NDAKİ JEOFİZİK ÇALIŞMALARI ve SONUÇLARI

Cemile ÖZTÜRK*
M. Ali KAYA
Levent ZOROĞLU

1. ÇALIŞMA ALANININ TARİHİ VE ARAŞTIRMANIN AMACI

Orta Tracheia'nın (Dağlık Kilikya'nın) önemli bir liman kenti olan antik Kelenderis kentinin kalıntıları, Silifke'nin batısında, Anamur'un doğusunda, eskiden Gilindre olarak bilinen, bugünkü Aydıncık İlçesi'nde bulunmaktadır. İçel İli'ne bağlı Aydıncık İlçesi, Silifke'nin 85 km. batısında, Anamur'un 52 km. doğusundadır. Mersin-Antalya devlet yolu üzerinde bulunan kent, kuzeyinde yer alan Gülnar İlçesi'ne 32 km.lik bir yol ile bağlıdır (Zoroğlu, 2003).

Kent, hem mimari, hem de ticarî, sosyal ve kültürel hareketlilik açısından agoranın çevresinde ve onun konumuna göre kurulup gelişmiştir. Bu nedenle, Akdeniz'in doğusu ile batısı arasındaki deniz yolu güzergâhında doğal bir limana sahip olan Kelenderis antik kentinin agorası da, konum itibarıyla limana bitişiktir. Kentin M.Ö. 8. yüzyıldaki kuruluşundan hemen hemen Osmanlı Dönemi sonuna kadar işlevini sürdüren ülkemizdeki ender kalıntılardan biri olmuştur. Şöyle ki başlangıçta 70x70 m. ölçülerinde kare biçimli, bir bakıma günümüzdeki pazar yerlerini andıran bir alan olarak düzenlenen, ardından, bu alanın yan kenarlarına dükkânlar ve başka bazı kapalı mekânlar eklenen; Roma İmparatorluk Döneminde olasılıkla revaklı duruma getirilen, içerisinde çeşitli ihtiyaçlara yanıt verecek yapıların ve bu arada, görkemli bir su kuyusunun eklendiği; Erken Hristiyanlık Döneminde içerisine oldukça büyük bazilika inşa edilen; Osmanlı Döneminde ise, yeni antrepo-mağazalarının yapıldığı, geçmişten günümüze her dönemi bir arada görebildiğimiz, kompleks bir yapıdır. Kurulduğu tarihten itibaren pazar yerinin yapısal özelliklerindeki değişimler, bunun kentleşme olgusu ile ilişkileri, Kelenderis antik kentinin kent dokusu ve kent mimarisindeki pazaryerinin işlevi, bu alanın kullanımı sırasındaki ticarî birikim, sosyo-ekonomik yapı hakkında bilgiler elde edilecektir. Tüm bu elde edilen veriler ışığında, bir yandan bir antik kentteki liman ve agora ilişkisi, öte yandan da Kilikya bölgesindeki özellikleri hakkında bir bilgiye sahip olmadığımız pazar yeri olgusu hakkında temel veriler elde edilmiş olacaktır. Agorada ortaya çıkartılan mimarinin gelişmişlik derecesi ile de kentin bölgedeki konumu ve önemi vurgulanacaktır. Ortaya çıkartılan kalıntılar işlevlerine uygun olarak restore edilerek dünya kültür mirasına katkıda bulunulacaktır (Zoroğlu, 2003).

Arkeolojik alanlardaki gömülü nesnelerin bulunmasında jeofizik yöntemler kap-

* Cemile ÖZTÜRK, Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeofizik Bölümü, Isparta/TÜRKİYE
M. Ali KAYA, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Çanakkale/TÜRKİYE
Levent ZOROĞLU, Selçuk Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Konya/TÜRKİYE

samlı ve etkili uygulamalardır. Jeofizik yöntemlerle araştırılan arkeolojik yapıların yapıldığı, taş, kerpiç, başka yerden gelmiş dolgu toprak, ağaç, metal gibi malzemeler gömülü bulundukları ortamlardan farklı fiziksel (özdirenç, yoğunluk, sismik hız, mıknatıslanma, radyasyon yayma) özellikler göstermeleri nedeniyle kolaylıkla belirlenebilirler. Bu çalışmanın amacı, 1987 yılından beri Selçuk Üniversitesi Arkeoloji Bölümü tarafından yürütülen Kelenderis antik kenti arkeolojik alanındaki planlı bilimsel çalışmaya kazı ve kurtarma çalışmalarında katkı koymanın yanında, elde edilen jeofizik verilerin değişik yöntemlerle değerlendirilerek veriden en iyi bilginin elde edilmesi yönünde değişik işlem ve sunum tekniklerinin denenmesidir.

Bu çalışma kapsamında, iki aşamada olmak üzere 2002 (A alanı) ve 2003 (B alanı) (Resim: 1) yıllarında jeofizik çalışmalar yürütülmüş elde edilen jeofizik verilerin değişik yöntemlerle değerlendirilerek veriden azami bilginin elde edilmesi yönünde değişik işlem ve sunum tekniklerinin denenmesidir.

2. AGORADA UYGULANAN JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

Kelenderis antik kentindeki jeofizik çalışmalar iki aşamada yürütülmüştür. Beklenen muhtemel yapıların özellikleri ve çalışma alanındaki koşullar, varolan alet ve donanım değerlendirilerek doğru akım özdirenç yöntemi araştırmada kullanılacak yöntem olarak belirlenmiştir. Elektrot açılımı olarak ise Wenner-Schlumberger elektrot açılımı seçilmiştir. Açılım, Wenner ve Schlumberger elektrot açılımlarını birleştirilmiş bir hâli gibi düşünülebilir. Bu sebeple her ikisinin üstün yönleri birleştirilerek zayıf yönlerinin bastırıldığı bir açılımdır. Böylece; Wenner açılımının yatay yöndeki değişimlere duyarlılığı, sinyal-gürültü oranının iyi olması, Schlumberger açılımının ise düşey yöndeki süreksizliklere duyarlılığı ve uygulama kolaylığı gibi üstünlükleri biraraya getirilmiş olur. İlk aşamada 2002 yılında gerçekleştirilen çalışmada, kuzey-güney doğrultulu, ikinci aşamada 2003 yılında gerçekleştirilen çalışmada ise doğu-batı doğrultulu profiller boyunca ölçüler alınmıştır (Şekil: 1). Her iki çalışmada 20x20 m.lik bir alanda toplam onbir profilede gerçekleştirilen ölçümlerde, elektrotlar arası mesafe 1 m., profiller arası mesafe 2 m. olarak seçilmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Arazi çalışmaları sırasında paralel profiller boyunca toplanan doğru akım özdirenç verileri, günümüzde mühendislik ve arkeojeofizik uygulamalarda gelenekselleşmiş hâle gelen 2-B ters çözüm yöntemi ile değerlendirilmiştir. Bu amaçla, Loke (2003) tarafından geliştirilen ve sönümlü en-küçük kareler yöntemini temel alan ve bu konuda kullanılan diğer yazılımlara göre oldukça hızlı çalışan bir yazılım, RES2DINV kullanılmıştır.

Her bir profiledeki veri sayısının oldukça fazla olması ve verilerin gürültü içeriğinin az olması gibi sebeplerden oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Yazılım birkaç yinelemeden (3-6) sonra ölçülen ve kuramsal veriler arasında yeterli uyumu sağlayarak durmuştur. Ölçülen veri kuramsal veri arasındaki uyum RMS (root mean square) parametresi ile denetlenmektedir. Değişik profillerde RMS değerleri 1 ile 6 arasında değişmektedir. Ölçülen ve hesaplanan veriler arasındaki uyumu göstermek üzere 2002 ve 2003 yılı çalışmalarından bir profil seçilerek bunlara ait grafikler hazırlanmıştır (Şekil: 2). Görüleceği gibi ölçülen ve hesaplanan veriler arasındaki uyum oldukça iyidir.

Her profile ait verilerin, 2-B ters çözüm yazılımında değerlendirilmesi ile elde edilen modeller derinlik kesitleri (Şekil: 3, 5), özdirenç derinlik haritaları (Şekil: 4, 6) ile sunulmuştur. Yazılımdan alınan çıktıların anılan sunum şekillerine göre düzenlenmesi aşamasında gelişmiş bir programlama dili olan MATLAB kullanılmıştır. MATLAB'da veriler, çok boyutlu dizeler atanarak istenilen şekilde görselleştirilebilmektedir. Tüm kesitlerde olası arkeolojik yapılara ait olduğu düşünülen izler belirgin şekilde seçilebilmektedir. A alanının güneyindeki izler, (bu alanda 2002 yılında yapılan deneme kazı

sında duvar yıkıntılarına ait olduğu düşünölen molozlara rastlanmıştır) oldukça geniş bir alana yayılan küçük ölçekli ve düşey yönde devamlılık gösteren, yüksek özdirençli yapıların bulunduğunu düşöndürmektedir. B alanına ait seviye haritaları incelendiğinde ise alanın batısında olası iki yapıya ait olduğu düşünölen belirgin iki iz (anomalî) dikkati çekmektedir. Bu izler hemen yüzeyin altından başlayarak -2 m. seviyesine kadar devam etmektedir. Bu alanlar bu çalışma neticesinde kazı ekibine kazı alanı olarak önerilmiştir. Bunun dışında yine B alanının doğusunda dikkat çekici anomalî veren bir başka yapı olduğu düşünölmektedir. Ancak bu yapıların beklenenin aksine düşük özdirenç göstermesi sebebiyle bu aşamada kazı alanı olarak önerilmeyecektir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kelenderis antik kenti arkeolojik kazı alanında 2002 ve 2003 yıllarında gerçekleştirilen jeofizik araştırmalarda kentin tarihî gelişimi ve varoluşu sürecinde çok önemli bir yeri olan agora ve çevresine ait yapıların bulunduğu tahmin edilen alan araştırılmıştır.

Elde edilen veriler oldukça ayrıntılı şekilde değerlendirilmiş ve ayrıntılı grafiklerle verilmiştir. Değişik şekillerde görselleştirilerek sunulan seviye haritalarında ve düşey kesitlerde, beklenen olası arkeolojik yapılara ait olduğu düşünölen izler belirgin olarak görölmektedir.

2-B ters çözüm Loke ve Barker tarafından geliştirilen yazılım ile gerçekleştirilmiş, tüm profillerde ölçölen ve kuramsal veriler arasında iyi uyum yakalanmıştır (RMS hata %1-6). 2-B ters çözümde elde edilen sonuçlar yorumcunun bir karara varmasını son derece kolaylaştıracak şekilde, derinlik, seviye ve üç boyutlu kesit gösterimleri ile sunulmuştur. Verilerin toplanıp, bu şekilde bir gösterim, çalışma alanındaki özdirenç dağılımını ayrıntılı bir şekilde ortaya koyması açısından son derece faydalı bulunmuştur. Çalışma alanı şartları ve teknik imkânlar uygun olduğu sürece verilerin bu şekilde toplanması ve sonuçların yukarıda anlatıldığı şekilde sunulmasının en uygun yöntem olacağı düşünölmektedir.

2002 yılında çalışılan A alanındaki seviye haritalarından da anlaşılacağı üzere alanın güneyindeki doğu-batı yönlü farklı metrelerde yer alan yüksek özdirençli yapılar açılan deneme çukurunda da görölmüş olan yakındaki kiliseden kopan parçaları temsil etmektedir. 2003 yılındaki çalışmalar sonucu elde edilen seviye haritalarından da göröldüğü gibi -0.55 m.ye kadar kuzey-güney yönünde uzanımlı dikkati çeken özdirençli düşük yapılar mevcuttur. Bu seviyelerden itibaren özdirençli yüksek yapılarda kendini göstermeye başlamıştır. Daha derinlere inildikçe yapıların doğu-batı yönünde 0-5 m. kuzey-güney yönünde ise 0-7 m.ye karşılık gelen kısımda ve gene doğu-batı yönünde 2-10 m. arasında kalan kısımlarda özdirençli yüksek yapı belirginliği artış göstermiştir. Derinlik -1.40 m.ye gelindiğinde ise doğu-batı yönünde 15-20 m. ve kuzey-güney yönünde 0-5 m. arasına rastgelen kısımda bir odayı çevreleyen duvarlara benzetilebilir. Doğu-batı yönünde 0-5 m. ve kuzey-güney yönünde 4-7 m.ler arasında benzer bir yapının bulunması olasılığı vardır. Seviye haritalarında özdirençli yüksek yapıların haricinde belirgin iletkenlik özelliği gösteren yapılarda da dikkat çekmektedir. Bu izlerin bulunduğu alanın incelenmeye değer oldukları düşünölmektedir.

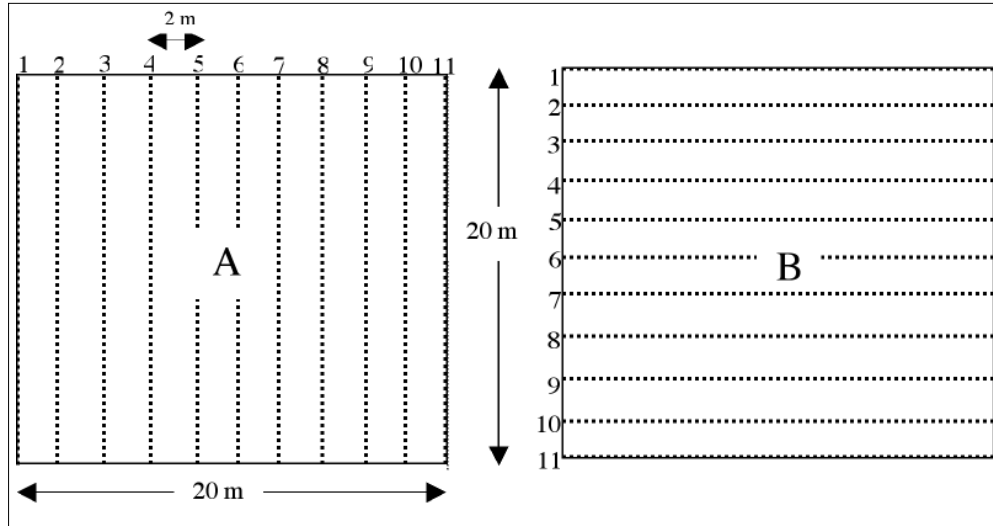
Sonuç olarak, dünyada kazı alanlarında jeofizik yöntemlerin uygulanması bir standart olarak kabul edilmiş, ölkemizde de son yıllarda bu konuda büyük aşama kaydedilmiştir. Bu konuda yapılacak yeni araştırma ve uygulamalar ölkemizin neredeyse her metrekaresinde gizli tarihî birikiminin ideal şartlarda gün ışığına çıkartılmasında son derece büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

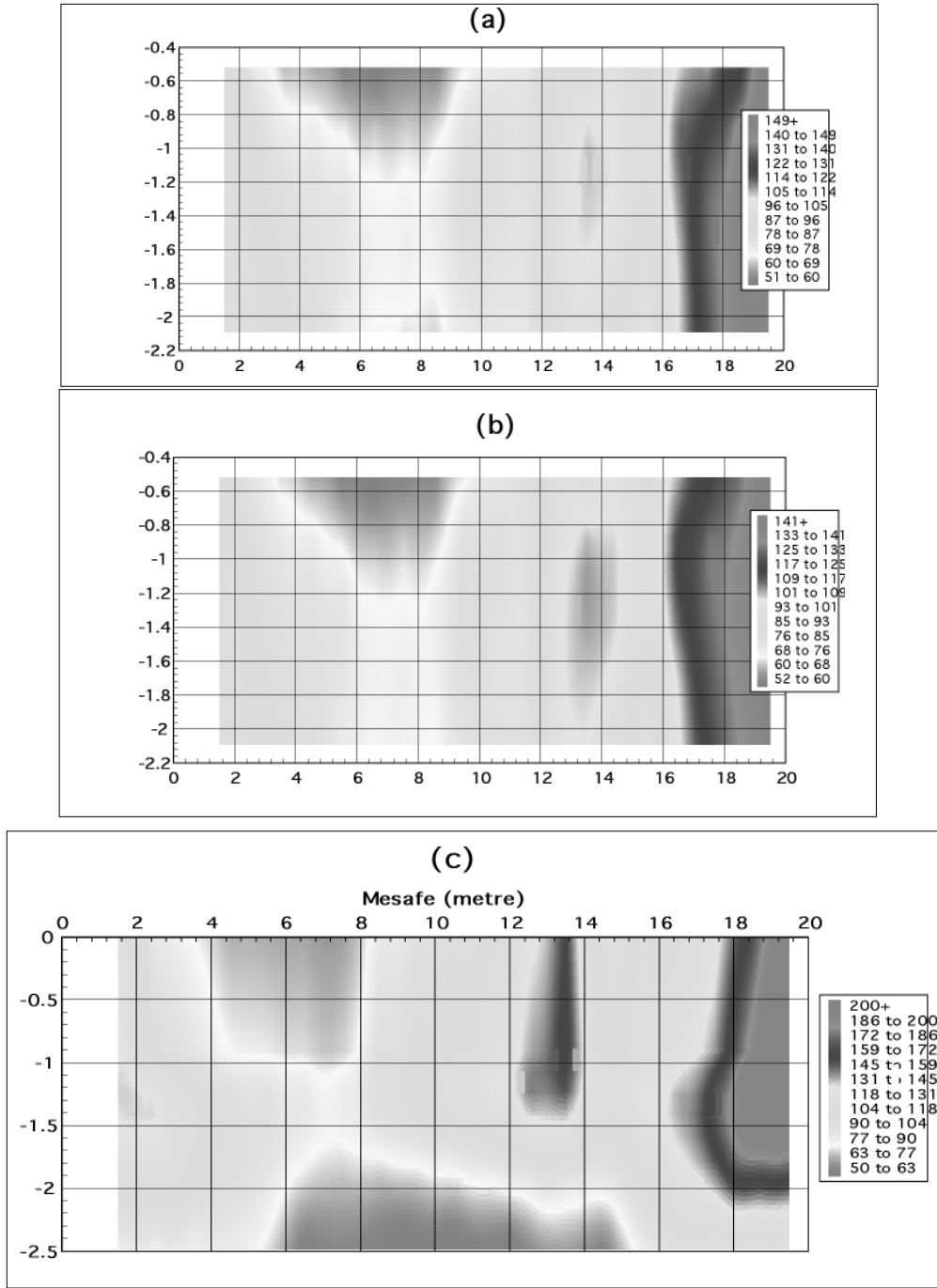
- Başokur, A. T., 1984. *Düşey Elektrik Sondajı*, TPAO.
- Candansayar, M. E., Başokur, A. T., 2000. İki boyutlu Sığ Yapıların Aranmasında Elektrot Dizilimlerinin Ayrımlıklarının Karşılaştırılması. *Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yer Bilimleri ve Madencilik Kongresi Bildiriler Kitabı*, MTA.
- Drahor, G. N., 1991. *Arkeoloji Jeofiziği Arkeojeofizik*, *Arkeoloji ve Sanat Dergisi*, Sayı 87, sayfa 16, sayı 88, sayfa 2
- Loke, M. H., 2000. *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies*.
- Loke, M. H., 2003. *Geoelectrical Imaging 2-D & 3-D geotomo software, RES2DINV ver. 3.51*.
- Zoroğlu, L., 2003. *Kelenderis Antik Kent Tanıtım Kitapçığı*.
- Zoroğlu, L. 1994. *Kelenderis 1, Kaynaklar, Kalıntılar, Buluntular*, Ankara.



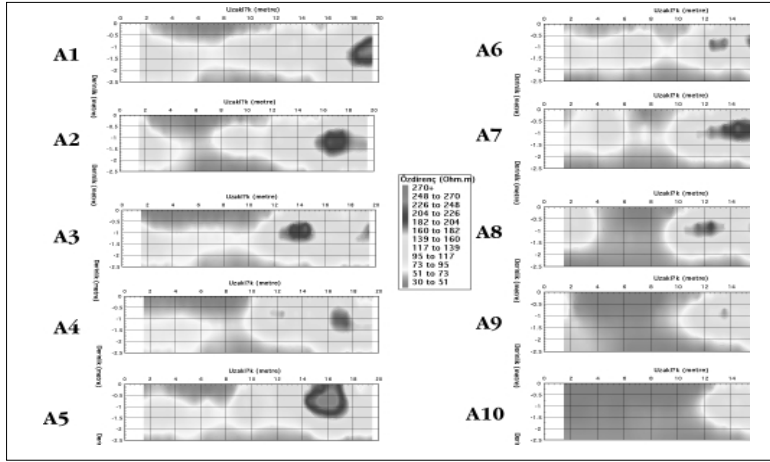
Resim 1: Kelenderis antik kenti agorasında çalışılan A ve B alanı



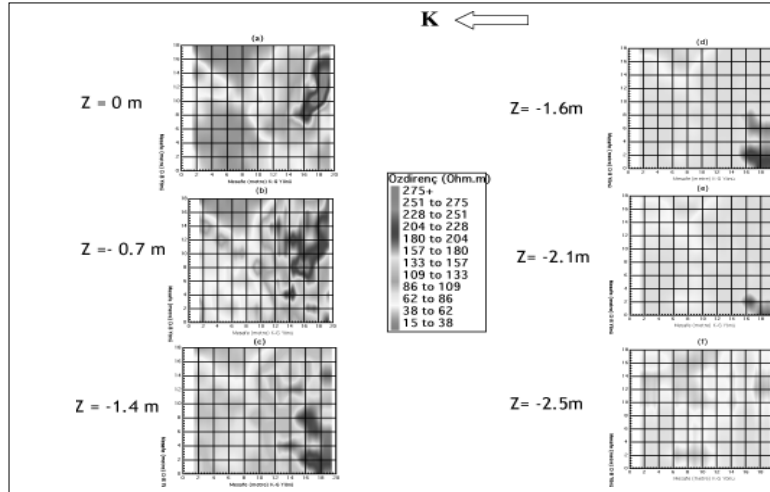
Şekil 1: Çalışma alanlarında profillerin plan görünümü. A alanı 2002 yılında yapılan çalışmalarla, B alanı ise 2003 yapılan çalışmalarda araştırılmıştır



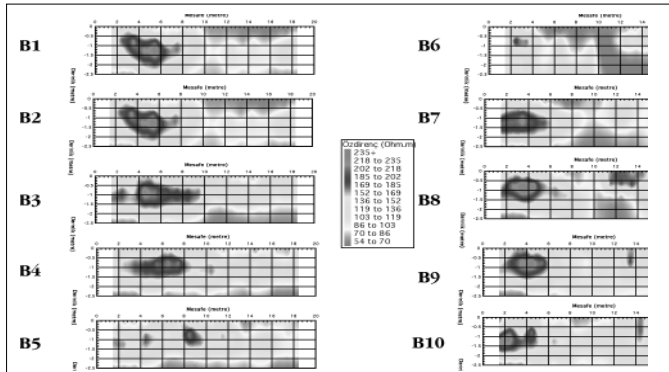
Şekil 2: (a) Ölçülen veri (A2 profili), (b) Hesaplanan (kuramsal) veri (c) 5 Yineleme sonucu bulunan model (RMS = %2.3)



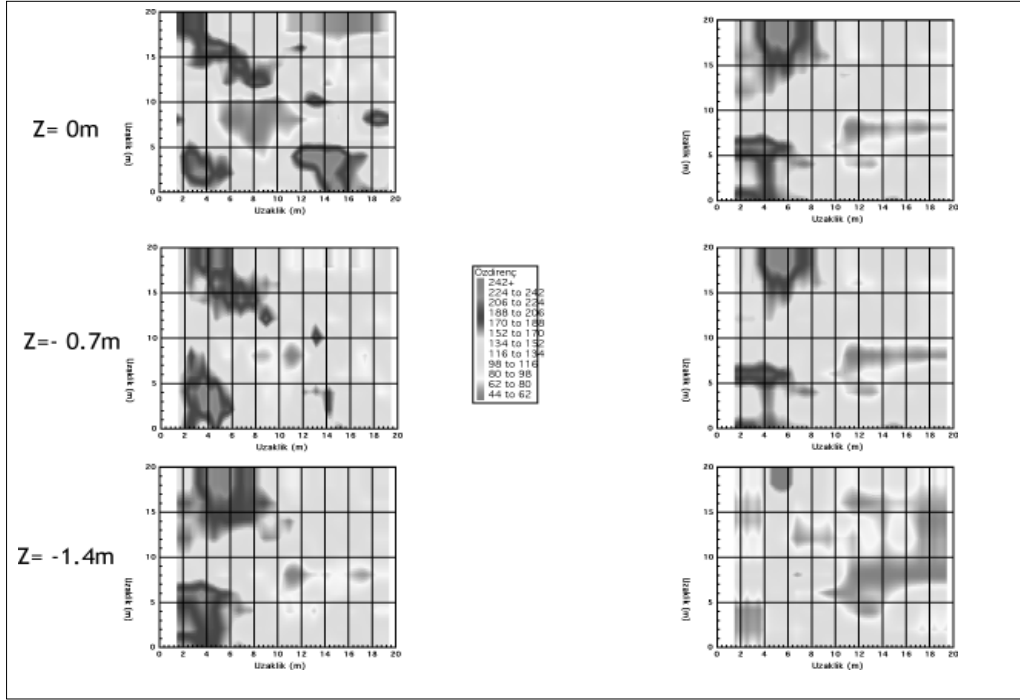
Şekil 3: A alanında yapılan ölçümlerden elde edilen yer elektrik kesitleri



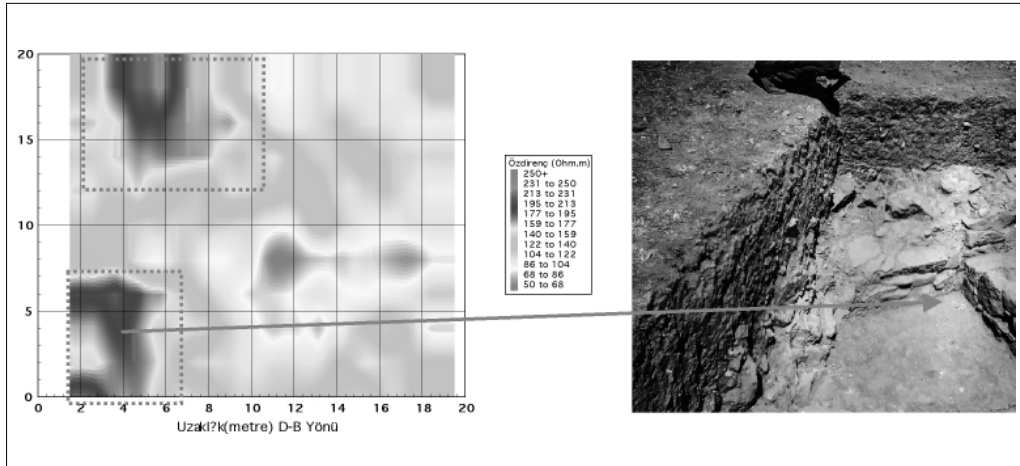
Şekil 4: A alanında yapılan ölçümlerden elde edilen öz direnç derinlik haritaları



Şekil 5: B alanında yapılan ölçümlerden elde edilen yer elektrik kesitleri



Şekil 6: B alanında yapılan ölçümlerden elde edilen özdirenç derinlik haritaları



Şekil 7: B alanında önerilen deneme kazılarından elde edilen sonuç ve aynı alandaki derinlik haritası

NEW RESEARCH AT THE ROMAN LEGIONARY CAMP AT SATALA, NORTHEAST ANATOLIA; GEOPHYSICAL AND ARCHEOLOGICAL SURVEY

*Martin HARTMANN**
Mahmut G. DRAHOR
Michael A. SPEIDEL
Süleyman ÇİĞDEM

The site of ancient Satala (modern village of Sadak, province Gümüşhane, NE Turkey) was situated on the crossing of two singularly important routes in North-East Asia Minor: one was the only major natural East-West route in the North of Asia Minor leading from Ankyra via Nicopolis and Satala into Northern Armenia, and onward to the countries of the Caucasus as well as into northern Persia. The second route running roughly along the Eastern frontier of the Roman Empire connected the Black Sea harbor of Trapezus and other major military centers such as the legionary fortresses at Melitene, Samosata and Zeugma with Northern Syria and its capital Antioch. As the rugged and mountainous terrain of the region severely restricts easy travel and transportation of goods elsewhere the command and control of this crossing at Satala was of the greatest strategic importance (Fig. 1).

With Rome's expansion to the east, Satala, now a city in the small kingdom of Armenia minor, increasingly became a base and a hub for major Roman military operations into Armenia, Northern Persia and the Caucasus region. In the later 70's of the first c. AD, the Emperor Vespasian ordered a permanent legionary fortress to be built there and a Greek speaking city began to flourish below its walls. Initially occupied by 16th legion Flavia firma, this fortress became the permanent garrison place of 15th legion Apollinaris since the reign of Hadrian. In 114 AD the Emperor Trajan came to Satala. He used the base for intensive diplomatic activities while assembling his troops from all over the empire before he set off for his campaigns in Armenia and Mesopotamia (Fig. 2).

Henceforth the legionary fortress played a major role in the Roman defense system of eastern Anatolia against enemy incursions from the Araxes valley and the Caucasus. It also frequently served as a base for Roman offensive operations through Armenia and into Media. Thus, some of Rome's and Byzantine's finest armies, leading generals and emperors came to Satala. In 252 AD, Persian forces of King Shapur I invaded Roman territory via the northern route, thereby also capturing and destroying Satala. But Satala remained an important Roman and Byzantine military center for centuries to come, and even became a bishopric with bishops attested until after 1256. In

* Dr Martin HARTMANN Phil.I Archäologe, Müselstr.4, CH-5417 Untersiggenthal/ SWITZERLAND
Tel. 056 288 19 17, Fax 056 288 39 20, E-Mail: mhartmann@bluwin.ch

529 the Byzantine emperor Justinian I completely rebuilt the military fortress after yet another Persian attack. The remains of these walls can still be seen today. In 610, however, Satala was captured by the Persian King Osroes II and fell into obscurity (Fig. 3-5).

Satala is one of the last great military centers in the Roman East available for archaeological and historical investigations. Thus, Satala offers the rare opportunity to find a good number of answers to the many open questions concerning the military history of the Roman Empire, as well as the ancient history of Anatolia and the Near East in general.

Our fieldwork at Satala has been preceded by a detailed study of all hitherto known sources concerning the ancient site as well as by a detailed study of the local topography. As an important basis for our planning we could fall back on a unpublished manuscript of Chris Lightfoot's surveys in the years 1989 and 1990 as well as on the plan of the site (Fig. 6).

From 9. - 17. August 2004, we carried out our first campaign at Satala. It included geophysical investigations led by Prof. Mahmut Drahor and his team from Dokuz Eylül University, Izmir within the area of the still visible remains of the late Roman fortress. A surface survey was carried out in parallel. All works stood were headed by Prof. Süleyman Çiğdem from the Atatürk University, Erzurum.

For the geophysics work (Fig. 7) I may present a short report from Prof. Mahmut Drahor:

The geophysical results obtained by large-scale gradiometer and 3D resistivity surveys in Satala in 2004 can be summarized as:

In the Satala field situated in Sadak village, first stage large-scale geophysical surveys was carried out to detect the archaeological structures buried in northeastern part of the camp field of Legio XV Apollinaris in August 9-16, 2004. Areas of 120x180 m and 60x110 m were measured by magnetic and resistivity methods to create the images and representations of burial archaeological object, respectively. Resistivity data were collected in 1m measuring interval and 2m-profile interval by multielectrode measuring technique. During this measuring, the Wenner type array ($a = 1, 2, 3, 5$ and 7 m) was used. Afterwards, resistivity data were interpreted by 3-dimensional electrical resistivity inversion method (Fig. 8).

Magnetic studies successfully defined the burial archaeological settlements in the investigation area. Particularly, the regular anomalies in the eastern part of the area are displayed the important archaeological structures. General orientation of these structures is in the directions of NNW-SSE and E-W. Particularly, the anomaly group, which is found between the N20-N60 and W0-W20 coordinates, shows the traces of interesting burial archaeological structures. This burial structure might have a very regular plan and its dimensions are about 10x20 m. Another interesting anomaly is laid almost in southwestern corner of these structures. This anomaly shows that there might be a fortress wall in this part of the area. In addition, the twin anomalies with very high and low magnetic values appear in the western part of the area. Furthermore, there are two anomalies, which are similar the twin anomalies, between the dummy areas in the coordinates of (N40-N50 and W150-W160) and (N70-N80 and W95-W105). Thus, we supposed that this area might be subjected to fire in Roman era or the structures might include magnetic material, such as brick, etc. Even as, a buried big group of burial Roman Military helmeted and armor which have a strong magnetic property might be thought. The measured magnetic image shows that some burial structures with directions of NNW-SSE and ENE-WSW might be found between the coordinates of (N0-N60 and W0-W90). The magnetic anomalies have quite regular form, and these anomalies may occur due to the outlines of buildings (military?).

Resistivity data were processed by electrical resistivity inversion method to

obtain true resistivities and burial depths in the study area. Results indicate that there are significant archaeological features in eastern part of the area. In general, structures are very close to surface (0.5 - 1 m), but some of them are extended to deeper places (2 - 2.5 m.) in the investigation area. Structures detected by resistivity method are verified the anomalies in magnetic gradient images. According to this, resistivity and magnetic anomalies in some parts of the field are very similar to each other. Moreover, there is a good agreement between resistivity and magnetic results. This means that each method successfully defines burial archaeological features in the survey field. In addition, the electrical resistivity inversion results were exposed the depths and original cases of burial archaeological structures.

We can point out that the good correlation is observed between gradiometer and resistivity methods in Satala area, and the results are clearly supported each other. Thus, the geophysical interpretation is more developed.

During 5 days I undertook intensive surveys inside as well as outside the fortification of the camp. On the occasion ten more fragments of tile stamps of the 15th legion Apollinaris have been found. Half of it came from the area east of the fortress where a big amount of ceramic and fragments of tiles could be observed (Fig. 9, 10).

These observations are congruent with those of C Lightfoot on the occasion of his expanded Surveys in the years 1989 and 1990.

Considering the entire topographic situation however some questions arise to the plan of the legionary camp of Satala.

The still partial visible fortification, which is probably to be dated in time of Justinian I, covers a surface of approx. 16.5 hectares. Of it about half consist of a rock rib running from west to east, on which also the today's settlement Sadak is put on. There is not a doubt that for the cover against southwest the including of this rock rib for strategic reasons was necessary. But thus the coverable surface reduced to approx. 8 hectares. Too little for a legionary camp of the second and third century AD. In addition it comes that this remainder surface from west exhibits a downward gradient of over 40 m to east.

These observations should lead to consider the localization of the legionary camp. Primarily thereby the eastern apron of the still received fortifications is to be considered. Here offers itself a more or less flat level of sufficient size, on which - as above described - a large number of surface finds (ceramic(s), bricks etc..) were found. It is to be also pointed out that half of the tile stamps of the Legio XV Apollinaris discovered until now comes from this area. Another reasonable alternative does not offer itself for topographic reasons.

The development of the settlement could one imagine therefore as follows:

- building of the legionary camp at the end of the 1. Jahrh. A.D. on the suggested area. In the western surrounding field a city-similar settlement developed.
- destruction in AD 252. by Sapur I.
- reconstruction and new fortification of the "city" under Gallienus and Aurelianus.
- new installation of fortification at the beginning of the 6th century under Justinian I.

BIBLIOGRAPHY

- C. S. Lightfoot, "Survey Work at Satala, A Roman Legionary Fortress in North-East Turkey," in R. Matthews (ed.), *Ancient Anatolia. Fifty Years' Work by the British Institute of Archaeology at Ankara*. London 1998, 273-84.
- T. B. Mitford, Biliotti's excavations at Satala, *AnSt* 24, 1974, 221ff.
- T. B. Mitford, The inscriptions of Satala (Armenia Minor). *ZPE* 115, 1997, 137ff.



Fig. 1: Legionary camps on the Euphrates and in Cappadocia after the 2nd half of the 1st century AD



Fig. 2: Satala (Sadak) from the West



Fig. 3: Area of the fortress from South



Fig. 4: Area of the fortress from Northeast



Fig. 5: East-wall

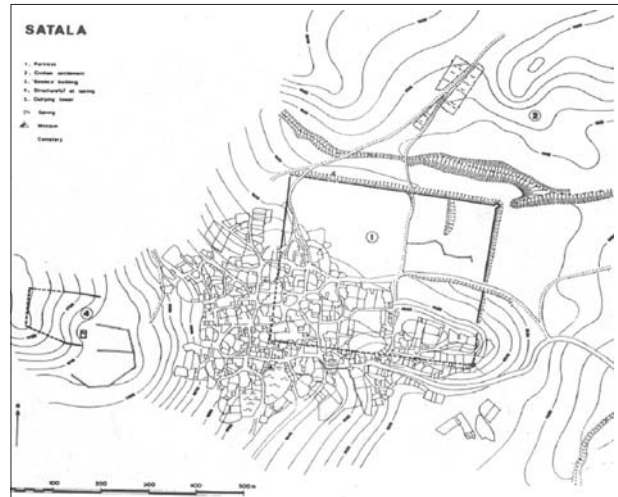


Fig. 6: Map of the fortress (after Sabri Aydal)

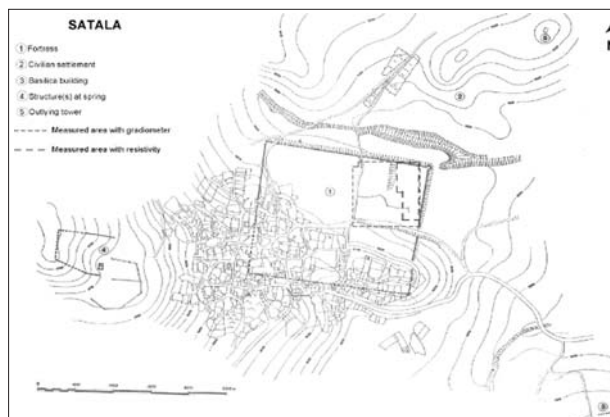


Fig. 7: Map of the fortress with measured area with gradiometer and resistivity

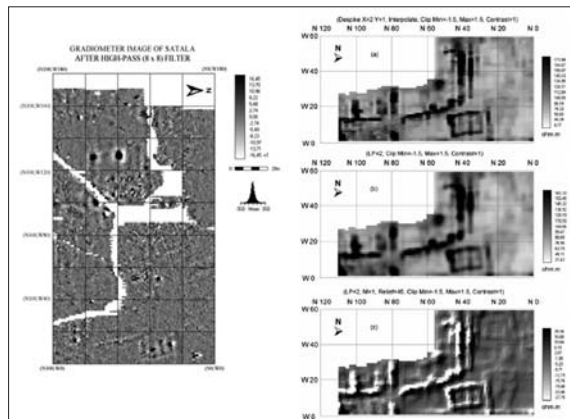


Fig. 8: Gradiometer and resistivity images

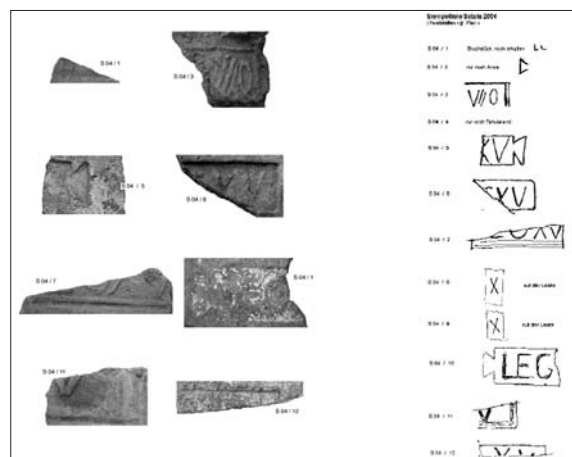


Fig. 9: Tilestamps

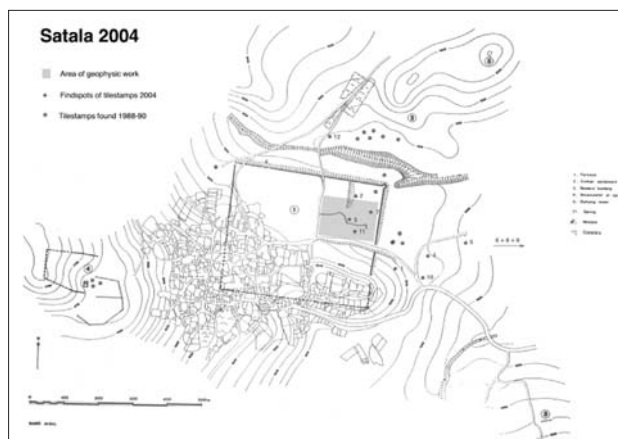


Fig. 10: Findspots of tilestamps