

Field Notes  
Practical Guides  
for Archaeological  
Conservation and  
Site Preservation  
Number 16

Kazı Notları  
Arkeolojik Konservasyon  
ve Antik Yerleşimlerin  
Korunması için  
Pratik Rehberler  
Sayı 16

## Conservation of Bone, Ivory & Antler Artifacts on Archaeological Sites

■■■

Arkeolojik Kazılarda Kemik,  
Fildişi ve Boyunuz  
Objelerin Konservasyonu

Krysia Spirydowicz *and* Latif Özen



Spring 2002

Figure 1: Reconstruction of incised relief bone fragments using Paraloid B-72. Kaman-Kalehöyük, Turkey. Credit: Noël Siver

Resim 1: İnsize kabartmalı kemik parçalarının Paraloid B-72 kullanılarak birleştirilmesi. Kaman-Kalehöyük, Türkiye. Fotoğraf: Noël Siver



Japanese Institute of  
Anatolian Archaeology

Japon Anadolu  
Arkeolojisi Enstitüsü

Project Director/Proje Müdürü: Glenn Wharton; Translator/Çevirmen: Hande Kökten Ersoy  
Review Committee/Yayın Kurulu: Hande Kökten Ersoy, Jessica S. Johnson, Claire Peachey

## Conservation of Bone, Ivory & Antler Artifacts on

### Archaeological Sites

■■■

#### Arkeolojik

#### Kazılarda Kemik,

#### Fildişi ve Boynuz

#### Objelerin

#### Konservasyonu

#### Krysia

#### Spirydowicz

#### and

#### Latif Özen

### Introduction

The archaeologist may encounter skeletal bone from human and animal remains as well as worked animal bone. From prehistoric times, bone was used extensively in Turkey to fashion agricultural and fishing tools, sewing needles and other utilitarian items. Ivory was used to create precious objects such as jewelry, carved figurines and plaques for furniture, especially during the Phrygian and Urartian periods. Among the many types of ivory found in Turkey are elephant tusks, hippopotamus teeth and the tusks of the wild boar. Antler, a fast growing bone that forms externally on the skulls of deer and other animals is also found. Worked antler is more common in excavations than full antler sets, which are shed annually and quickly devoured by rodents. The preservation of natural or worked bone and ivory is critical to the archaeologist's understanding of the prehistoric environment and provides valuable evidence of the state of early technology.

### Description

Bone, antler and ivory can be distinguished by their unique structures and by differing component ratios. All three materials consist of a mixture of inorganic (largely calcium phosphate) and organic (mainly collagen) components. Bone is coarse grained with characteristic lacunae or voids; ivory is a hard, dense material with lenticular areas and a layered structure. Antler has a characteristically rough grooved surface and a core of spongy tissue, whereas long bones have hollow shafts. The identification of materials in worked objects is often difficult as diagnostic features may be lacking. Examination under the microscope is helpful, as is the use of identification keys.

### Deterioration & Preservation Conditions

Due to its compact nature, ivory is more likely to be well preserved than bone in a burial environment. Least likely to survive is antler, due to its open structure. The preservation of these materials depends on various characteristics of the soil, such as the level of acidity or alkalinity, the rate of bacterial activity and the presence of moisture and salts. pH levels are critical. Acidic soils will cause the inorganic matrix (calcium phosphate and calcium carbonate) to dissolve. Under extreme conditions, complete destruction of the material occurs. In alkaline soils, collagen is destroyed and the inorganic components will survive in a fragile condition. At waterlogged sites, bone and ivory can be reduced to spongy materials.

In arid locations, slow mineralization of bone results in fossilization as collagen is replaced by silica and other mineral salts. This process hardens the external shell while the interior retains its original porous nature. Fossil bone requires careful handling, since, in spite of its increased weight and apparent robust nature, it is susceptible to fracture. Both bone and ivory are easily warped by changing moisture levels and are decomposed by prolonged exposure to water. Exposure to fire will increase the fragility of these materials and produce changes in color.

### Giriş

Kazi sırasında arkeologlar işlenmiş hayvan kemikleri yanı sıra, insan ve hayvan iskeletlerine ait kemiklerle de karşılaşabilirler. Türkiye'de Prehistorik dönemden bu yana tarım ve balık avlama araçları, dikiş iğneleri ve diğer el aletlerinin kemikten yapıldığını görmekteyiz. Fildişi mücevher gibi değerli eşya yapımında, özellikle Frig ve Urartu döneminde yontulmuş figürinler ve mobilyalar için hazırlanmış plakaların üretiminde kullanılmıştır. Türkiye'de bulunan ve işlenmiş dişlerden oluşan objelerin yapımında kullanılan malzemeler arasında fildişi, su aygırı ve yaban domuzu dişi bulunmaktadır.

Boynuz ise geyik ve diğer hayvanların kafataslarının dışında hızlı gelişen kemik dokuları olup, her yıl değişir ve kemirgenler tarafından tüketilir. Doğal veya işlenmiş kemik ve fildişinin korunması arkeoloğun prehistorik çevreyi yorumlaması açısından büyük önem taşıdığı kadar, erken teknolojinin hangi aşamada olduğuna dair değerli veriler de sağlar.

### Tanım

Kemik, boynuz ve dişler birbirinden farklı yapıları ve içerdikleri maddelerin değişen oranları ile ayırtılabilmektedir. Her üç malzeme de inorganik (kalsiyum fosfat) ve organik (kollajen) maddelerin karışımından oluşmaktadır. Kemik, karakteristik yapı özelliği olan boşluklar veya lakunae nedeniyle iri taneçiklidir; diş ise çok tabakalı yapısı ve iki yüzü dişbükey alanları ile sert ve dayanıklı bir maddedir. Boynuz ise kaba, yivli bir yüzeye ve süngerimsi dokudan oluşan bir öze sahiptir. İşlenmiş ve objeye dönüştürülmüş malzemelerin tespiti ayırtıcı özelliklerin kaybolmuş olmasından dolayı oldukça zordur. Mikroskop altında yapılacak bir inceleme de aşağıda verilen kaynakçada yer alan "belirleyici işaretler" in kullanımı kadar yararlı olabilir.

### Bozulma ve Korunma Koşulları

Sıkı dokulu yapısından dolayı diş (fildişi) gömü ortamında kemiğe göre daha iyi korunacaktır. Boynuz ise seyrek ve açık dokusundan dolayı daha çabuk bozulmaya uğrar. Bu malzeme türlerinin korunmuş olarak ele geçmesi toprağın çeşitli karakteristik özelliklerine (asit veya alkali oluşu, bakteriyel etkinliğin derecesi, nem ve tuzların varlığı) bağlıdır. Özellikle pH değerleri çok önemlidir. Asit içeren topraklar inorganik yapının (kalsiyum fosfat ve kalsiyum karbonat) çözülmesine yol açar. Aşırı olumsuz koşullarda ise bu tür malzemeler tamamen tahrip olacaktır. Alkali topraklarda kollajen bozulmaya uğrar ve inorganik bileşenler zayıf bir durumda korunmuş olarak ele geçer. Su altında ise kemik ve dişler (fildişi) süngerimsi maddelere dönüşürler.

Tamamen kuru ortamlarda ise kemiğin yaşayış ilerleyen bir mineralizasyona uğraması kollajenin yerini alan silika ve diğer mineral tuzları nedeniyle fosilleşmesine yol açar. Bu oluşum sırasında dış kabuk sertleşirken iç kısımlar orijinal gözenekli özelliğini koruyacaktır. Fosilleşmiş kemik, ağırlığının artmasına ve dayanıklı görünmesine karşın hassas ve kırılabilir, bu nedenle de özenli muamele edilmesi gerekir. Kemik ve dişler (fildişi) değişken nem değerlerinde kolaylıkla deforme



Figure 2:  
Consolidation of  
fragile bone (horn  
core) prior to lifting.  
Çatalhöyük, Turkey.  
Credit: Louise Martin.  
Resim 2: Kırılgan  
durumdaki bir boynuz  
özünün kaldırma  
işlemi öncesinde  
sağlamlaştırılması.  
Çatalhöyük, Türkiye.  
Fotograf: Louise  
Martin

#### Excavation & Lifting

Bone, antlers and ivory must be excavated and lifted with great care. Since human remains must always be treated in a sensitive manner, seek the advice of a physical and/or cultural anthropologist prior to their excavation.

During excavation, carefully remove the surrounding soil. In most cases, artifacts may be lifted by hand or with underlying support, then placed in containers for transport to the field laboratory. If the artifact is wet or damp, it must be allowed to dry slowly under controlled conditions. It should not be kept in a sealed plastic box for too long because of the risk of mould formation. Block lifting with surrounding soil may be necessary for the removal of burial contexts and fragile objects.

The decision to consolidate skeletal material in the field should be taken carefully since the application of synthetic polymers precludes further chemical analysis of the material. Damp or wet artifacts may require the application of water-based consolidants such as Acrysol WS-24, an acrylic colloidal dispersion. A solution of the acrylic resin Paraloid B-72 (3-5% w/v in an acetone/ethanol solvent combination) can be used if objects are in a dry state. When consolidation is undertaken, clean the surface carefully beforehand to avoid bonding dirt onto the object.

#### Cleaning, Stabilization & Repair

It is extremely important that the cleaning method chosen be dictated by the specimen's condition. Bone and ivory recovered

olur ve uzun zaman ıslak ortamda kalırsa tamamen parçalanır. Yanmış malzemelerin kırılganlığı artarken, renklerinde de değişimler gözlenir.

#### Kazı, Kaldırma ve Taşıma İşlemleri

Kemik, boynuz ve dişlerin kazısı (fildişi) dikkatle yapılmalı ve kazı alanından kaldırılırken de azami özen gösterilmelidir. İnsan iskeletlerine ait kalıntılar ise bir antropoloğun rehberliğinde günışığına çıkarılmalıdır.

Kazı sırasında buluntuyu çevreleyen toprak dikkatle açılıp temizlenmelidir. Pek çok durumda objeler özel bir ekipman veya düzenek gerekmezken, el ile veya geçici bir altlık yardımıyla kaldırılıp, laboratuvara taşınmak üzere kutulara yerleştirilirler. Ancak kazısı yeni yapılmış buluntular küflenme riski nedeniyle uzun süre kapağı kapalı bir kutuda saklanmamalıdır. Objenin çevresini saran toprakla birlikte blok halinde kaldırılması ise gömü kontekstinde yer alan tüm kalıntıların ve kırılgan objelerin korunabilmesi açısından gerekli olabilir.

İskelet dokuların kazı alanında konsolidasyonu ile ilgili karar verilirken temkinli olmak gerekir, zira sentetik polimerlerin uygulanması söz konusu malzemenin daha sonraki kimyasal analizlerini etkileyecektir. Islak veya nemli buluntular bir akrilik kolloidal dispersiyon olan Acrysol IS-24 gibi su bazlı sağlamlaştırıcılarla işleme tabi tutulmalıdır. Objenin kuru halde ele geçmesi durumunda ise akrilik bir reçine olan Paraloid B-72 (%3-5 ağırlık/hacim, aseton/etanol karışımında) kullanılabilir. Konsolidasyon uygulanacağında yüzeyin

in a dry state can be carefully cleaned of surface dirt with soft brushes and/or wooden or plastic tools. Avoid water when cleaning ivory objects, particularly those contaminated with soluble salts because the salts may be the only elements holding the artifact together. Ivory objects may retain traces of original staining, painting or gilding so it is essential to carry out a careful examination prior to cleaning, preferably under magnification. It is often difficult to distinguish between accidental and deliberate staining on bone and ivory, so stain removal should not be carried out in the field. Further cleaning of worked ivory, which is an extremely delicate material, should only be carried out by a conservator.

If the material is animal or human bone, extensive cleaning may not be desirable and taking soil samples can be useful for further study and analysis. In the field, robust skeletal bone can be cleaned using water and soft bristle brushes such as toothbrushes. Drying must be carefully controlled to avoid warping. On excavation sites, allow wet bone to dry slowly in a shaded area.

Generally, these materials can be consolidated with an acrylic emulsion such as Acrysol WS-24 when they are wet, or an acrylic resin such as Paraloid B-72 when they are dry. Broken fragments can be repaired with a reversible adhesive of moderate strength that is easy to apply such as Paraloid B-72 in acetone. Reconstructions and restorations are usually reserved for museum display, and can be carried out using Paraloid B-72 bulked with glass microballoons.

#### Storage

A stable level of relative humidity is the most important parameter for the long-term preservation of ivory, bone and antlers. Objects made of ivory are particularly sensitive to fluctuations in relative humidity that will cause them to delaminate. Dark storage in conditions of 45-50% relative humidity and 20°C is recommended. Exposure to high light/ultraviolet levels will promote bleaching of ivory.

Ivory will turn yellow/orange when exposed to sulfur and must therefore not be stored with keratin-based objects

dikkatle temizlenmesi gerekir; aksi takdirde kirlilik maddeleri obje üzerine yapışır.

#### Temizlik, Sağlama ve Onarım

Seçilen temizlik yönteminin buluntunun durumuna göre belirlenmesi çok önemlidir. Kuru halde bulunan kemik ve dişlerdeki yüzey kiri yumuşak fırçalar ve/veya ahşap ya da plastik el aletleri ile temizlenmelidir. Dişten (fildişi) yapılmış objelerin temizliğinde su kullanımından kaçınılmalıdır, özellikle bünyesinde tuz bulunan objelerin kuru temizlenmesi gerekir, zira objeyi birarada tutan yegane madde tuz içeriğidir. Fildişi objeler üzerinde orijinal kullanımdan kaynaklanan leke ve paslar, ya da özgün süslemeye ait olan boya veya altın varak tabakaları bulunabilir, bu nedenle temizlik öncesinde büyüteç veya mikroskop altında incelenmeleri önemlidir. Kemik ve dişler üzerinde kazara oluşmuş veya bilinçli olarak yapılmış renklemeleri birbirinden ayırt etmek oldukça zordur, bu nedenle bu tür izlerin kazı laboratuvarında temizlenmesi en doğru yaklaşımdır. Çok hassas bir malzeme olan işlenmiş fildişi üzerinde yapılacak ileri düzeydeki temizlik işlemleri ise deneyimli bir konservatör tarafından gerçekleştirilmelidir.

Konservasyonu yapılan malzeme eğer insan veya hayvan kemiği ise, temizliğin işlenmiş kemik objelerde olduğu gibi ileri derecede uygulanması arzu edilmez ve bu işlem sırasında alınacak toprak örnekleri de sonraki araştırma ve analizler için yararlı olur. Kazı laboratuvarında, sağlam iskelet kemiklerinin yumuşak fırçalar ve su yardımıyla temizlenmesi mümkündür. Yıkılan kemiklerin gölgeli ve serin bir ortamda kurutulmaları gerekir.

Bu tür malzemeler ıslak halde iken, genelde Acrysol IS-24 türü akrilik bir emülsiyon yardımı ile, kuru halde bulduklarında ise Paraloid B-72 ile sağlama yapılır. Kırık olan parçalar ise geriye dönüşlülüğü bulunan ve orta güçte bir yapıştırıcı yardımıyla (aseton ile hazırlanmış Paraloid B-72 çözeltisi gibi) onarılabilir. Rekonstrüksiyon ve restorasyon uygulamadan ise müze sergilemesi için gerekli olabilir ve Paraloid B-72 çözeltisi ile hazırlanmış cam mikrobalonlarla dolgu yapılır.

#### Depolama

Kemik, boynuz ve dişten oluşan işlenmiş veya işlenmemiş buluntuların uzun vadede korunması için bağıl nem seviyesinin sabit tutulması çok önemlidir. Diş (fildişi) objeler bağıl nemde ortaya çıkabilecek yükselmelere karşı hassastır ve söz konusu nem bu tür buluntuların tabakalar halinde parçalanmasına neden olabilir. Depo ortamının karanlık ve sıcaklığın da 20°C olması, bağıl nem değerinin %45-50 arasında dengelenmesi gerekir. Yüksek değerlerde monotesi ışınlarına maruz kalan fildişi objelerin renklerinde ağarma görülmektedir.

Fildişi sülfürlü ortamda kaldığında sarı/portakal rengine dönmektedir ve bu nedenle keratin içeren bağa, yün veya tüyden yapılmış objelerle birlikte depolanmamalı; kauçuk bazlı, polisülfidli malzemelerle temas etmemelidir. Depolamada kullanılan ambalajların ve vitrinlerin içine etkinleştirilmiş

Figure 3: Lifting red deer antlers using small amounts of plaster impregnated cotton bandage. Kaman-Kalehöyük, Turkey. Credit: Glenn Wharton  
Resim 3: Pamuklu bandaja emdirilmiş alçı kullanılarak geyik boynuzunun kaldırılması. Kaman-Kalehöyük, Türkiye. Fotoğraf: Glenn Wharton



Figure 4: Ivory relief after excavation with plaster and aluminum foil support. Kerkenes Dağ. Credit: Geoffrey Summers

Resim 4: Fildişi kabartmanın kazı sonrasında alçı ve alüminyum folyo destekli durumu. Kerkenes Dağ. Fotoğraf: Geoffrey Summers



such as tortoiseshell, wool or feathers, nor in contact with rubber-based, polysulphide materials. Activated charcoal granules can be employed in storage units and display cases to absorb sulfur emitted from adhesives, gaskets, paints and packaging materials. Chemically stable polyethylene or polypropylene boxes can be used for storage. ■

#### Further Reading

Espinoza, E.O. and M.J. Mann. *Identification Guide for Ivory and Ivory Substitutes*. Michigan: World Wildlife Fund. 1992.

Koob, S. The Consolidation of Archaeological Bone. In *Adhesives and Consolidants. Preprints of the Contributions to the Paris Congress, 2-8 September 1984*. London: International Institute for Conservation. 98-102.

Krzyszowska, O. *Ivory and Related Materials*. London: Institute of Classical Studies. 1990.

Sevim, D. and Duyar. *Kazılarda İnsan İskeletlerinin Çıkarılması Sırasında Uygulanacak İşlemler. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*. Ankara: Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü. 1992. 123-131.

#### Authors

Since 1990, Krysia Spirydowicz has been the Senior Conservator for the Gordion Furniture Project. She is the Coordinator of Graduate Studies and Professor of Artifact Conservation for the Art Conservation Program at Queen's University, Kingston, Canada.

Trained as a chemical engineer, Latif Özen is the Senior Conservator at the Laboratory for Restoration and Conservation of the Museum of Anatolian Civilizations in Ankara, where he has worked since 1991. He previously worked at the Central Laboratory for Restoration and Conservation in Istanbul.

kömür tanecikleri konularak yapıştırıcılardan, kutulardan, boya ve paketleme malzemelerinden çıkan sülfürün olumsuz etkileri engellenebilir. Kimyasal olarak stabil haldeki polietilen ve polipropilen kutular depolamada kullanılabilir. ■

#### Kaynakça

Espinoza, E.O. and M.J. Mann. *Identification Guide for Ivory and Ivory Substitutes*. Michigan: World Wildlife Fund. 1992.

Koob, S. The Consolidation of Archaeological Bone. In *Adhesives and Consolidants. Preprints of the Contributions to the Paris Congress, 2-8 September 1984*. London: International Institute for Conservation. 98-102.

Krzyszowska, O. *Ivory and Related Materials*. London: Institute of Classical Studies. 1990.

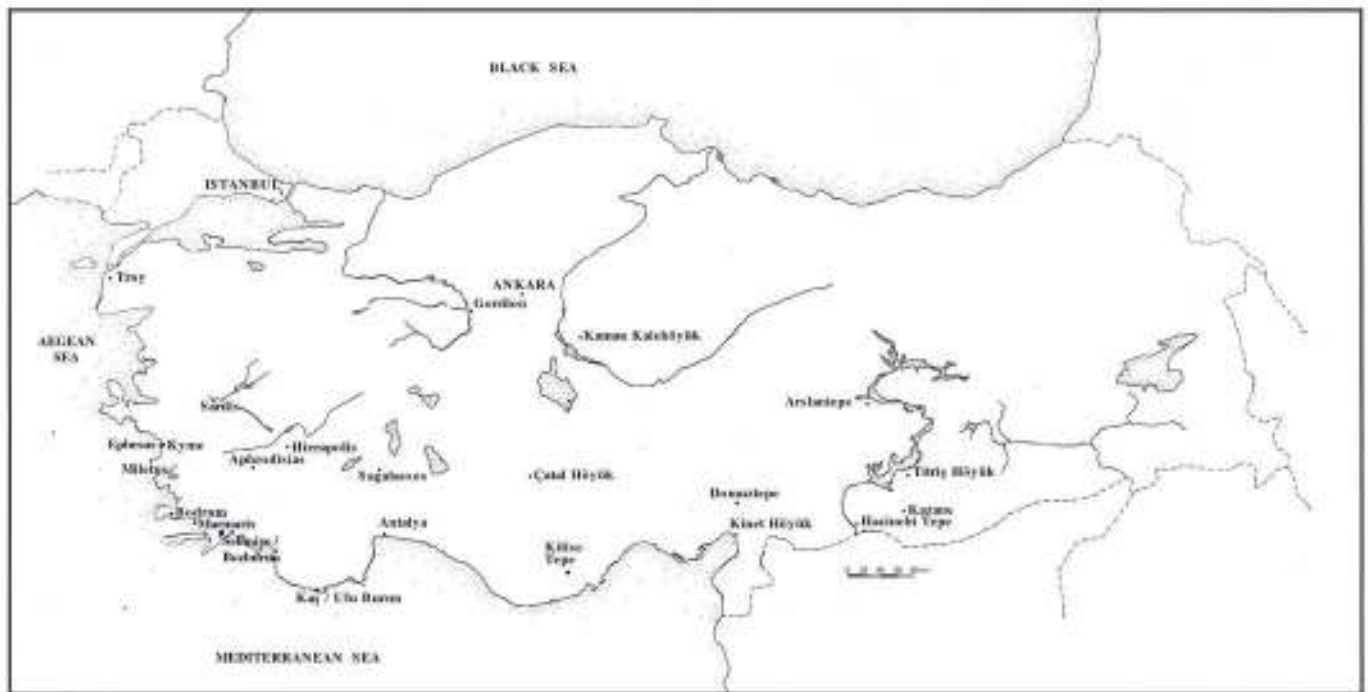
Sevim, D. ve I. Duyar. *Kazılarda İnsan İskeletlerinin Çıkarılması Sırasında Uygulanacak İşlemler. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*. Ankara: Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü. 1992. 123-131.

#### Özgeçmiş

Krysia Spirydowicz, 1990 yılından bu yana, Gordion Ahşap Mobilyaları Projesi'nde şef konservatör olarak çalışmaktadır. Kingston, Kanada'daki Queen's Üniversitesi'nde Lisans Programları Koordinatörü ve Sanat Objeleri Konservasyonu Programı'nda da öğretim üyesidir.

Latif Özen, kimya mühendisliği eğitimi aldıktan sonra Ankara'daki Anadolu Medeniyetleri Müzesi, Konservasyon ve Restorasyon Laboratuvarı'nda 1991 yılından bu yana şef konservatör olarak görev yapmaktadır. Özen, daha önce de İstanbul'daki Konservasyon ve Restorasyon Merkez Laboratuvarı'nda çalışmıştır.

## Archaeological Sites in Turkey with Active Conservation Programs



Field Notes is a series of essays written by professional conservators and archaeologists. They are intended for archaeologists, conservators and students as resource guides for the stabilization and preservation of excavated materials and archaeological sites.

For additional copies of Field Notes, or more information about the series, please contact: Japanese Institute of Anatolian Archaeology, Resit Galip Cad. 63/1, Gaziosmanpaşa, Ankara, TURKEY, Tel: 90-312-437-7007, FAX: 90-312-446-6838.

Kazı Notları profesyonel konservatör ve arkeologlar tarafından yazılmış olan bir makaleler dizisidir. Arkeologlar, konservatörler ve öğrenciler için kazı buluntuları ve arkeolojik ören yerlerinin stabilizasyonu ve korunması ile ilgili kaynak rehberler olarak hazırlanmıştır.

Kazı Notları'nın kopyalarından edinmek veya bu dizi hakkında daha bilgi almak için lütfen başvurunuz: Japonya Anadolu Arkeolojisi Enstitüsü Resit Galip Cad. 63/1, Gaziosmanpaşa, Ankara—TÜRKİYE, Tel: 90-312-437-7007, FAX: 90-312-446-6838.