

Denizcilik Arkeolojisi Dergisi
Maritime Archaeology Periodical



TINA TÜRKİYE SUALTI ARKEOLOJİSİ VAKFI

KURULUŞU: 1999 yılında bir grup denizsever iş adamı tarafından kurulmuştur.

AMACI

- Türkiye ve denizlerimizdeki arkeolojik zenginlikleri dünya kamuoyu ve bilimsel kurumlara anlatmak. Bu meyanda yurtiçi ve yurtdışı yayınlar, konferanslar, paneller, seminerler, açık oturumlar, sempozyumlar, kurslar, fuarlar, şenlikler, sergiler, festivaller, toplu inceleme gezileri gibi sanatsal etkinlikler ve toplantılar düzenlemek.
- T.C. Kültür Bakanlığı izni ve denetimi altında yapılacak olan araştırma, kazı, konservasyon ve sergileme faaliyetlerinde bulunan yurt içi ve yurt dışı bilimsel kuruluşlara, müzelere, üniversitelere destek sağlamak ve sağlanmasına yardımcı olmak.
- T.C. Kültür Bakanlığı izni ve denetimi altında karasularımızda bilimsel metodlar ile günümüz teknolojik imkanları nispetinde sualtı araştırmaları ve kazıları yapmak. Sualtı arkeolojik eserlerimizi tespit etmek, mevkilerini gerekli mercilere bildirerek korunmaya alınmalarını sağlamak.
- Hali hazırda bu konuda faaliyet gösteren müze ve kuruluşlar ile işbirliği yapmak ve bunlara destek sağlamak. Bu tip müzelerin ve kültürel faaliyetlerin çoğalmasını sağlamak, yeni girişimlere fırsat verecek önlemleri almak.
- Bu meyanda denizlerimizde görülen ve hızla yayılmakta olan sualtı kirliliğini önleyici tedbirler almak, alınmasını sağlamak ve bu konuda diğer kuruluşlar ile işbirliği sağlamak.
- Vakıf amaç ve çalışma konularındaki eğitim ve öğretim kurumlarını geliştirmek ve bu amaçla öğrenciler yetiştirmek için burslar vermek.

YÖNETİM:

BAŞKAN

H. OĞUZ AYDEMİR

ÜYELER

AYHAN SİCİMOĞLU

KENAN YILMAZ

JEFF HAKKO

ENES EDİS

METİN ATAÇ

ZAFER KIZILKAYA

T.C. KÜLTÜR VE TURİZM BAKANI

TINA TURKISH UNDERWATER ARCHAEOLOGY FOUNDATION

FOUNDATION: Founded by a group of maritime-lover businessmen in 1999.

SCOPE

- To make the international society and scientists familiar with our abundant archaeological cultural heritage in Turkey and its seas. With this idea in mind, to make national and international publications, and organize conferences, panels, seminars, forums, symposiums, workshops, fairs, festivities, exhibitions, and artistic activities such as festivals, excursions and meetings.
- To support local and international scientific institutions, museums, and universities involved in activities of surveys, excavations, conservations and exhibitions under the approval and inspection of the Turkish Ministry of Culture and Tourism.
- To perform underwater surveys and excavations in our seas using scientific methods and current technological facilities under the approval and inspection of the Turkish Ministry of Culture and Tourism.
- To identify the archaeological artifacts lying underwater, reporting their whereabouts to relevant authorities for protection.
- To seek cooperation with the museums and institutions involved in the field and support their activities. To ensure enhancement of such museums and cultural activities, and take necessary steps to provide opportunities for new initiatives.
- To take necessary measures to prevent the pollution of our seas which becomes increasingly harder to fight back, ensure that such measures are taken, and cooperate with other institutions in this sense.
- To contribute to the educational and training institutions dealing with our scopes, and provide scholarships for dedicated students.

EXECUTIVE COMMITTEE:

PRESIDENT

H. OĞUZ AYDEMİR

MEMBERS

AYHAN SİCİMOĞLU

KENAN YILMAZ

JEFF HAKKO

ENES EDİS

METİN ATAÇ

ZAFER KIZILKAYA

REPUBLIC OF TURKEY MINISTER OF CULTURE AND TOURISM

TINA DENİZCİLİK ARKEOLOJİSİ DERGİSİ

TÜRKİYE SUALTİ ARKEOLOJİSİ VAKFI'NIN SÜRELİ YAYINIDIR

TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi, Haziran ve Aralık aylarında yılda iki kez yayımlanır. Yayımlanması istenen makalelerin basım tarihinden en geç 2 ay önce gönderilmiş olması gerekmektedir. TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi, başta Anadolu kıyıları ve Akdeniz olmak üzere dünyanın her köşesinde gerçekleştirilen denizcilik arkeolojisi alanında yapılmış çalışmalara yer vermektedir.

SAHİBİ: TINA Türkiye Sualtı Arkeolojisi Vakfı

İMTİYAZ SAHİBİ: Hüsnü Oğuz Aydemir

SORUMLU YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ: Mehmet Bezdan

TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi'nin izni olmadan, hiçbir bölüm kopya edilemez. Alıntı yapılması durumunda referans gösterilmelidir. Yazıların yasal sorumluluğu yazarına aittir.

TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi'ne gönderilen makaleler bu cildin son sayfasında belirtilen formata uygun olduğu takdirde yayımlanacaktır.

TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi'nin yeni sayılarında yayımlanması istenen makaleler için mail adresi: mehmetbezdan@gmail.com

ISSN: 2149 - 0392

BASKI: Bilnet Matbaacılık ve Yayıncılık AŞ
Y. Dudullu Org. San. Sit. 1.Cadde No:16 Y.Dudullu – İstanbul.
Tel: +90 216 444 44 03



ADRES: Türkiye Sualtı Arkeolojisi Vakfı
Koç Üniversitesi, Anadolu Medeniyetleri
Araştırma Merkezi, İstiklal Caddesi No:181
34430 Beyoğlu / İstanbul
TELEFON: +90 212 393 61 30
FAX: +90 212 393 61 40
WEB: www.tinaturk.org

TINA MARITIME ARCHAEOLOGY PERIODICAL

PERIODICAL PUBLICATION OF TINA TURKISH FOUNDATION FOR UNDERWATER ARCHAEOLOGY

TINA Maritime Archaeology Periodical is published bi-annually during the months of June and December. The papers to be published should be sent 2 months before the publication date. The coverage of TINA Maritime Archaeology Periodical includes primarily the Anatolian shores, the Mediterranean Sea, and the work performed in the field of maritime archaeology from every corner of the world.

OWNER: TINA Turkish Foundation for Underwater Archaeology

PUBLISHER: Hüsnü Oğuz Aydemir

EDITOR: Mehmet Bezdhan

No section or part of the magazine can be reproduced without any consent of TINA Maritime Archaeology Periodical. References should be cited. Legal responsibility of papers belong to the authors.

Papers sent to TINA Maritime Archaeology Periodical shall be published only if they comply with the format specified on the last page of this issue.

E-mail address to submit the papers to be published in the coming issues of TINA Maritime Archaeology Periodical: mehmetbezdan@gmail.com

ISSN: 2149 - 0392

PRINTED AT: Bilnet Matbaacılık ve Yayıncılık AŞ
Y. Dudullu Org. San. Sit. 1.Cadde No:16 Y.Dudullu – İstanbul.
Tel: +90 216 444 44 03



ADRESS: Türkiye Sualtı Arkeolojisi Vakfı
Koç Üniversitesi, Anadolu Medeniyetleri
Araştırma Merkezi, İstiklal Caddesi No:181
34430 Beyoğlu / İstanbul
PHONE: +90 212 393 61 30
FAX: +90 212 393 61 40
WEB: www.tinaturk.org



TINA

Denizcilik Arkeolojisi Dergisi

KURUCULAR:

H. Oğuz Aydemir
Kenan Yılmaz
Mehmet Bezdan

YAYIN KURULU

H. Oğuz Aydemir
Kenan Yılmaz
Jeff Hakko
Prof. Dr. Cemal Pulak (Texas A&M University)
Prof. Dr. A. Kaan Şenol (Ege Üniversitesi)

DANIŞMA KURULU:

Prof. Dr. Cemal Pulak (Texas A&M Üniversitesi)
Prof. Dr. Patrice Pomey (Aix-Marseille Üniversitesi)
Prof. Dr. A. Kaan Şenol (Ege Üniversitesi)
Prof. Dr. Fred Hocker (Vasa Müzesi, Araştırma Müdürü)
Prof. Dr. Ufuk Kocabaş (İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. Nicolle Hirschfeld (Trinity Üniversitesi)
Doç. Dr. Harun Özdaş (Dokuz Eylül Üniversitesi)
Konservatör Dr. Kristiane Strætkvern (Danimarka Ulusal Müzesi)

GENEL YAYIN YÖNETMENİ:

Mehmet Bezdan

EDİTÖRLER

Mehmet Bezdan
Ufuk Kocabaş

TINA VAKFI GENEL SEKRETERİ:

Ay Sanem Yükselsoy Tekcan

FOTOĞRAF EDİTÖRÜ:

Donald A. Frey, Levent Konuk

SUALTI GÖRÜNTÜLEME AKADEMİK DANIŞMANI:

Prof. Dr. Altan Lök

ÇEVİRİ:

Cengiz Aydemir

TASARIM:

Alican Sezer

14. SAYI KAPAK FOTOĞRAFI: Nehirden Müzeye Arles-Rhône 3 Mavnası makalesinden. (Makale sayfa 58'de başlıyor). Fotoğrafta kazı çalışmaları sırasında küçük eserleri kurtarmak için yapılan çalışmalardan bir an görülmektedir. (Sayfa 71). (MDAA © Rémi Bénali)

7. CİLT (SAYI 13-14) KAPAK FOTOĞRAFI: Batavia Batığının Konservasyon Öyküsü makalesinden. (Makale sayfa 88'de başlıyor). Batık alanından bir sualtı fotoğrafı.



TINA

Maritime Archaeology Periodical

FOUNDERS:

H. Oğuz Aydemir
Kenan Yılmaz
Mehmet Bezdán

EDITORIAL BOARD:

H. Oğuz Aydemir
Kenan Yılmaz
Jeff Hakko
Prof. Dr. Cemal Pulak (Texas A&M University)
Prof. Dr. A. Kaan Şenol (Ege University)

EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Prof. Dr. Cemal Pulak (Texas A&M University)
Prof. Dr. Patrice Pomey (Aix-Marseille University)
Prof. Dr. A. Kaan Şenol (Ege University)
Prof. Dr. Fred Hocker (Director of Research, Vasa Museum)
Prof. Dr. Ufuk Kocabaş (İstanbul University)
Prof. Dr. Nicolle Hirschfeld (Trinity University)
Assoc. Prof. Dr. Harun Özdaş (Dokuz Eylül University)
Conservator Dr. Kristiane Strætkvern (National Museum of Denmark)

CHIEF EDITOR:

Mehmet Bezdán

EDITORS:

Mehmet Bezdán
Ufuk Kocabaş

GENERAL SECRETARY OF THE TINA FOUNDATION:

Ay Sanem Yükselsoy Tekcan

PHOTO EDITOR:

Donald A. Frey, Levent Konuk

ACADEMIC ADVISORY FOR UNDERWATER IMAGING:

Prof. Dr. Altan Lök

TRANSLATED BY:

Cengiz Aydemir

DESIGN:

Alican Sezer

COVER PHOTO OF THE ISSUE 14: The Arles Rhône 3 from the River to the Museum (from page 58). A snapshot of the excavation works carried out for salvaging small artifacts during excavations (Page 71). (MDAA © Rémi Bénali)

VOLUME 7 (ISSUE 13-14) COVER PHOTO: Conservation History of the Batavia (from page 88). An underwater image of the shipwreck site.



* Oğuz Aydemir

SUNUŞ

Değerli okurlar,

TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergimizin 2020 yılı ikinci sayısında ilginç batık gemi konservasyon çalışmalarını değerlendiren ve özellikle halen müzelerde sergilenmekte olan batıkların konservasyon metodolojilerindeki yöntem farklılıklarını ön plana çıkaran bir seri yazı dizisine yer verdik.

Pandemi nedeniyle her türlü etkinliğin en alt seviyeye indiği bu kritik dönemde yayınımızı ve bazı etkinlikleri sürdürmemiz yegâne tesellimiz oldu. Katkı sağlayan akademisyenlere teşekkür ederiz.

Elinizdeki derginin yayına hazırlandığı gün (3 Mart 2021) maalesef kötü bir haber aldık. Sualtı Arkeolojisinin öncü ismi Profesör George F. Bass'ı kaybettik. Kendisi 1960 yılında Türkiye'ye gelerek dünyanın ilk sualtı arkeoloji kazısını başlatmıştı. Gelidonya Batığı kazısı (1960) sayesinde sualtı arkeolojisinin bilimsel temelleri Türkiye kıyılarında atıldı. Bugün George F. Bass'ın araştırmaları sayesinde denizcilik tarihi ve antik çağa dair çok daha fazla bilgiye sahibiz. 2021 yılında çıkacak iki sayımızı da George Bass'e adanmış planlıyor ve bu hususta bir süredir çalışıyorduk. Maalesef bu sayıları George F. Bass göremedi. 2021'de çıkaracağımız iki sayı ile "Sualtı Arkeolojisinin Öncüsünü" en güzel şekilde anacağız.

PRESENTATION

Dear readers,

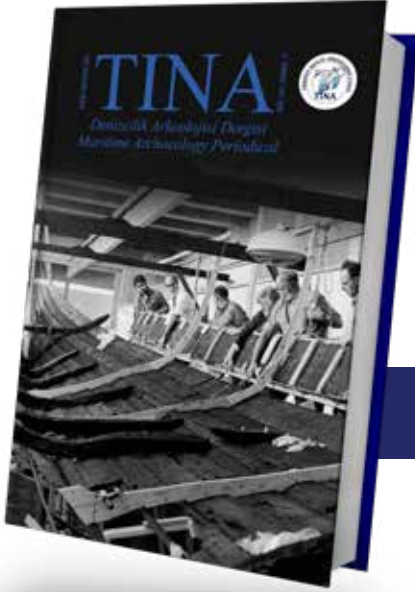
The second issue of TINA Maritime Archeology Periodical in 2020 includes an article series overviewing interesting shipwreck conservation studies and highlighting the methodology differences in conservation, particularly of shipwrecks that are exhibited in museums.

Our only consolation was that we were able to carry on our publication and some of our activities during this critical period when all kinds of activities are reduced to a minimum due to the pandemic. We thank to all academicians who contributed.

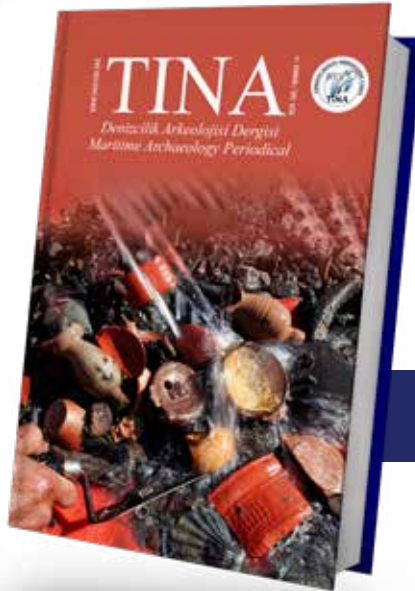
Unfortunately, on the day we were proceeding with the publication of our periodical (03.03.2021), we got bad news. We lost Professor George F. Bass, the pioneer in the world of underwater archaeology. He initiated the first underwater excavation in the world in 1960 in Turkey. The scientific foundation of the underwater archaeology was established on the Turkish shores thanks to the excavation of the Gelidonya Shipwreck. Today we have extensive information about the maritime history and ancient period owing to studies carried out by George F. Bass. We intended to dedicate both issues in 2021 to George Bass, and we were working on details. Unfortunately he couldn't see them. We will commemorate "the Pioneer of the Underwater Archaeology" in the best way we can with our two issues in 2021.

* *TINA Türkiye Sualtı Arkeolojisi Vakfı Yönetim Kurulu Başkanı*

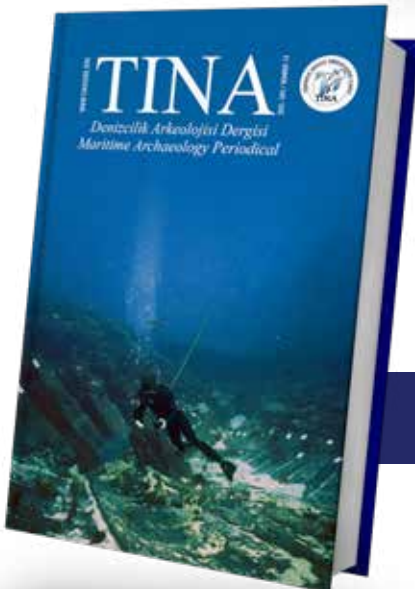
* *Chairman of the Board TINA Turkish Foundation for Underwater Archaeology*



13. SAYI KAPAĞI
THE COVER OF ISSUE 13



14. SAYI KAPAĞI
THE COVER OF ISSUE 14



CİLT 7 (SAYI 13-14)
VOLUME 7 (ISSUE 13, AND 14)



* Ufuk Kocabaş



** Mehmet Bezdán

EDİTÖR

“Batık Gemi Konservasyonu” olarak belirlediğimiz 2020 tematik sayısının ikincisinde, birbirinden önemli ve ilginç çalışmaları sizlerle buluşturabilmenin heyecanı içindeyiz. Bu yılın tematik konusunu oluşturan konservasyon ana başlığının altında batıkların kazı, dokümantasyon, önleyici koruma, koruma-onarım, sergileme ve koşulları, taşıyıcı sistemler ve replikalar gibi konu başlıklarına yer verdik. Büyük ölçekli suya doymuş ahşapların konservasyonu gibi teknik ve hassas bir süreç içeren uygulamalara ışık tutmaya çalıştık. Bunun yanında bu sayımızda, “arkeoloji dünden başlar” metaforundan yola çıkarak, görece olarak tarihleri çok da eskiye gitmeyen, çeliğin kullanıldığı deniz araçlarını da mercek altına aldık.

1960’larda Prof. Dr. George Bass tarafından Türkiye’de başlatılan sualtı arkeolojisi ve konservasyon geleneğinin son halkasını oluşturan Yenikapı Batıkları Projesi, ikinci sayımızın ilk makalesi. Dünyanın en büyük liman arkeoloji kazısı, ele geçen 37 adet Bizans dönemi gemisi ile dünyanın en geniş batık repertuarını bizlere sundu. Projenin başından itibaren içinde olan üç isim, İstanbul Arkeoloji Müzeleri Müdürü Rahmi Asal, İÜ Sualtı Kültür Kalıntılarını Koruma Anabilim Dalı başkanı Prof. Dr. Ufuk Kocabaş ve aynı birimden proje başkan yardımcısı Doç. Dr. Namık Kılıç geniş bir yazı kaleme aldılar. Yenikapı batıkları üzerindeki diğer makale ise projenin dokümantasyon sorumlusu Doç. Dr. Işıl Özsait-Kocabaş’ın kaleminden okuyucu ile buluşuyor. Kazı alanının en bilinen batıklarından 9. Yüzyıl ticaret teknesi YK 12’nin sergilenmesinde kullanılacak taşıyıcı sistemin özellikleri ve uygulanması gereken kriterlerin belirlendiği makale, kurulumu yapacaklara kılavuz niteliğinde. 2011 yılında Yenikapı ekibi olarak Arles kentinde devam eden kazısını ve konservasyonun gerçekleştirileceği

EDITÖR

We are thrilled to present to you several salient and compelling papers in the second thematic issue of 2020 that we defined as the “Shipwreck Conservation”. Under the main title of conservation, which constitutes the thematic subject of this year, we have included topics such as excavation, documentation, preventive conservation, conservation&restoration, exhibition and environmental conditions, carrier systems and replicas of shipwrecks. We tried to shed light on procedures involving a technical and delicate process such as the conservation of large-scale waterlogged timbers. In addition, in this issue, based on the metaphor “arkeoloji dünden başlar” (“archaeology starts from yesterday”), we have also examined marine vessels made of steel, which are relatively late in history.

The first article in the second issue focuses on the Yenikapı Shipwrecks Project, which represents the last link of the maritime archaeology and conservation tradition that were initiated in Turkey in the 1960s by Prof. George Bass. The world’s largest archaeological harbor excavation presented us the world’s largest repertoire of shipwrecks with 37 Byzantine ships uncovered. Rahmi Asal, the Director of Istanbul Archaeological Museums, Prof. Ufuk Kocabaş, Head of the Department of Conservation of Marine Archaeological Objects at Istanbul University, and Assoc. Prof. Namık Kılıç, Assistant Project Manager from the Department of Conservation of Marine Archaeological Objects at Istanbul University, who have been involved in the project since the beginning, wrote an comprehensive article. Our readers will find another article on the Yenikapı shipwrecks by Assoc. Prof. Işıl Özsait-Kocabaş, documentation executive of the project. The article describing the characteristics of the

* Prof. Dr. Ufuk Kocabaş. Orcid ID: 0000-0002-8489-929X, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Taşınabilir Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü Sualtı Kültür Kalıntılarını Koruma Anabilim Dalı, Ordu Caddesi, Laleli-Fatih, İstanbul.

* Professor Ufuk Kocabaş. Orcid ID: 0000-0002-8489-929X, Istanbul University Letters Faculty Department of Conservation and Restoration of Artefacts Division of Conservation of Marine Archaeological Objects, Ordu Caddesi, Laleli-Fatih, İstanbul-TURKEY.

** Editör / Chief Editor: Mehmet Bezdán. mehmetbezdán@gmail.com

ARC-Nucleart-Grenoble laboratuvarını ziyaret ettiğimiz Arles-Rhône 3 teknesi ile ilgili çok detaylı bir makaleyi kazının hafiri Sabrina Marlier ve baş konservatör Henri Bernard-Maugiron hazırladı. 2018 yılındaki ISBSA sırasında ise Musée de l'Arles antique'de sergilenen tekneyi görme fırsatımız oldu. Kazısından, konservasyona ve sergilenmesine kadar geçen tüm süreci anlatan meslektaşlarımızın yazısını büyük bir ilgiyle okuyacağınızı düşünüyoruz.

Batık konservasyonunda önemli mihenk taşlarından biri olan Batavia'nın konservasyonunu Western Australian Museum'dan iki meslektaşımız Vicki Richards ve Ian Godfrey birlikte hazırladı. Büyük ölçekli batık konservasyonunda PEG kullanımının ilk evrelerine tarihlenen bu çalışmalar, ardılı olan pek çok uygulamalara ışık tuttu. Makale; batığın konservasyon tarihçesine, rekonstrüksiyon ve sülfür kaynaklı bozulmalara odaklanıyor. H.L.Hunley, Amerikan iç savaşının önemli sembollerinden birisidir. Hunley'in keşif, kazı, konservasyon ve sergilenmesinin öyküsünü projenin içinden üç uzman Johanna Rivera, Michael Scafuri ve Nicholas DeLong bizlere aktarıyor. Aslında sualtında bulunan batıkların sadece ahşaptan ibaret olmadığını, çelikten inşa edilmiş gemi, denizaltı ve çeşitli savaş kalıntılarının da ilgi alanımıza girdiğini ortaya koyan çok değerli bir çalışmayı sizlerle paylaşmak istedik. Clemson University, Warren Lasch Konservasyon Merkezi'nde sürdürülen titiz çalışmalar zihin açıcı nitelikte. Suyu doymuş ahşap konservasyonunda öncü çalışmaların başında gelen Bremen Cog'un hikayesi Amandine Colson'un sunumuyla bizlerle buluşuyor. Meslek büyüğümüz Per Hoffmann ve meslektaşlarının 30 yılı aşkın emeğinin bulunduğu batık, suya doymuş eserlerin sergilenmeye başlamasıyla her şeyin bitmediği, yeni bir evreye geçildiğinin en iyi kanıtlarından.

carrier system to be used in exhibition of the 9th century merchantman YK 12, one of the most popular wrecks of the excavation area, and the criteria to be applied, serves like a guideline for those who will assemble it. We have a very detailed article by the excavator Sabrina Marlier and head conservator Henri Bernard-Maugiron about the Arles-Rhône 3 barge that we, the Yenikapı team, paid a visit in 2011 to the ongoing excavation in Arles and the ARC-Nucleart-Grenoble laboratory where the conservation work would be carried out. During ISBSA in 2018, we had the opportunity to see the boat exhibited at the Musée de l'Arles antique. We believe that you will read this article of our colleagues, who describe the whole process from excavation to conservation and exhibition with great interest.

Two of our colleagues from the Western Australian Museum, Vicki Richards and Ian Godfrey worked together in the conservation of Batavia, one of the most important milestones in shipwreck conservation. Dating back to early phases of PEG use in large-scale shipwreck conservation, these studies shed light on many of its successors. The article focuses on the conservation history, the reconstruction and the sulfur-induced degradation of the shipwreck. H.L.Hunley is an important symbol of the American civil war. Johanna Rivera, Michael Scafuri and Nicholas DeLong are three experts from the project who tell us the story of Hunley's discovery, excavation, conservation and exhibition. In fact, we wanted to share with you a very valuable study revealing that the underwater shipwrecks are not only made of wood, but ships, submarines and various war remains made of steel are also in our area of interest. The meticulous work carried out at the Warren Lasch Conservation Center of the Clemson University widens our horizon. We also have an opportunity to read the story of Bremen Cog as one of the leading studies in the conservation of waterlogged timbers, presented by Amandine Colson.

Batığın konservasyonu ardından yeni bir taşıyıcı sistemin inşasına kadar geçen süreç tüm detaylarıyla makalede açıklanmış.

Dor 2001/1 batığına ait ahşapların konservasyonu Sophie Cohen ve Deborah Cvikel tarafından kaleme alındı. Batığın 2.5 metre uzunluğunda bir kesitinin sualtından çıkartılması ve iki aşamalı PEG emdirme metodolojisi bizlere sunuluyor. Uzun süredir ilgi odağımızda olan ve Güney Çin Denizi'ne batmış bir Çin ticaret gemisi olan Nanhai 1 gemisinin sıra dışı hikâyesi Zhu Tiequan, Wang Jiayin ve Ye Daoyang tarafından aktarılıyor. Kazı tekniği açısından son yılların en dikkat çekici çalışmalarından biri olan Nanhai 1 konservasyon metodolojisiyle de ilgi odağında olmayı sürdüreceğe benziyor.

Dergimiz ana konumuzu oluşturan makalelerin yanı sıra denizcilik arkeolojisi alanındaki önemli bilimsel çalışmalara ait gelişmeleri de sizlere sunmayı amaçlıyor. “Çanakkale Savaş Batıkları Dalış Turizmine Açılıyor” başlığı altında hazırladığımız haber, bizleri son derece heyecanlandıran ve uzun süredir beklediğimiz bir müjde! Çanakkale Savaşları Gelibolu Tarihi Alan Başkanlığı öncülüğünde, Güney Marmara Kalkınma Ajansının finansal desteğiyle hayata geçirilen proje ile Çanakkale kıyılarında bulunan 1. Dünya Savaşı batıklarının koruma altına alınarak dalış turizmine kazandırılması planlanıyor. TÜBİTAK katkılarıyla hazırlanan pilot uygulama ise HMS Majestic gemisinde başlayacak. Türkiye'deki sualtı kütür turizmine yapacağı katkı şüphesiz çok büyük olacak. Bir diğer önem verdiğimiz ve sizlere ulaştırmak istediğimiz çalışma ise Anemurium Sualtı Araştırmaları. Oktay Dumankaya ve Semih Togan'ın araştırma hakkındaki bilgilendirme yazısını dergimizde okuyabilirsiniz.

It is one of the best proofs of the transition to a new phase that everything is not finished with the start of exhibiting sunken, waterlogged artifacts with more than 30 years of effort by our senior colleague Per Hoffmann and his team. The process from the conservation of the wreck to the construction of a new carrier system is described in details in the article.

The conservation of the timbers of the Dor 2001/1 shipwreck was written by Sophie Cohen and Deborah Cvikel. Their presentation includes removal of a 2.5-meter-long section of the wreck and a two-stage PEG impregnation methodology. Zhu Tiequan, Wang Jiayin and Ye Daoyang narrate the extraordinary story of Nanhai 1, a Chinese merchantman that sank in the South China Sea and has been in our limelight for a long time. Nanhai 1 seems to maintain being the center of attention for its excavation technique and for its conservation methodology as one of the most remarkable studies in recent years.

In addition to the articles that constitute the main topic of our periodical, we aim to present you with the recent developments in important scientific studies in the field of maritime archeology. The news titled “The Shipwrecks from the Battle of Gallipoli Opens for Scuba Diving Tourism” is a newsflash that we've been expecting for so long, and made us very happy and excited!

Shipwrecks from WW 1, sunken on the shores of Çanakkale will be taken under protection and be made available for SCUBA diving tourism with a project financed by the Southern Marmara Region Development Agency under the leadership of the Çanakkale Wars, and Gallipoli Historic Region Directorate. The pilot scheme, prepared with the contributions of TÜBİTAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) will be initiated with the HMS Majestic ship.

TINA Türkiye Sualtı Arkeolojisi Vakfı olarak denizlerimize ve sahip olduğu değerlere büyük önem veriyoruz. Vakıf başkanımız Oğuz Aydemir'in özel koleksiyonundan bir seçki ile hazırlanan "Aydınlanma Çağı'nda Çeşme Deniz Savaşı'nın 250. Yılı" isimli sergi 7 Temmuz 2020 tarihinde İzmir'in Çeşme İlçesi'nde açıldı. Oğuz Aydemir tarafından hazırlanan sergi, covid tedbirleri kapsamında sınırlı sayıda konuğa kapılarını açtı ve 300'e yakın konuk sergiyi inceledi. Bu önemli sergiye ait detayları dergimizde bulabilirsiniz.

"Batık Gemi Konservasyonu" başlıklı tematik sayımızda dergimizin sayfalarıyla sınırlı çalışmaya yer verebildik. Hazırladıkları makaleler ile katkıda bulunan tüm bilim insanlarına, meslektaşlarımız ve dostlarımıza teşekkürü borç biliriz. Ayrıca makalelerin hakemliklerini gerçekleştiren tüm duayen meslektaşlarımıza şükranlarımızı sunarız.

Tek cilt olarak basılacak olan 2020 yılının "Batık Gemi Konservasyonu" sayısını, suya doymuş ahşap konservasyonuna meslek hayatlarını adayan iki isme armağanetmek istiyoruz. Çalıştıkları alana aşkile bağlı olan bu meslektaşlarımız, 2005 yılında başladığımız Yenikapı batıklarının konservasyon çalışmalarında da çok kıymetli desteklerini ve bilgilerini hiçbir karşılık beklemeden cömertçe sundular: Dr. Poul Jensen ve Kristiane Strætkvern'e şükran ve meslek hayatlarında nice başarı dileklerimizle bu özel sayıyı kendilerine ithaf ediyoruz.

Denizcilik arkeolojisinin öncü ismi Prof. Dr. George F. Bass'i Dergiyi yayına hazırladığımız gün (3 Mart 2021) kaybettik. Derin bir üzüntü içindeyiz. Kendisini minnet ve saygıyla anıyoruz.

It is expected to provide substantial contribution to the marine archaeological tourism in Turkey. Another study that we pay attention to and want share with you is the Anemurium Underwater Research. The informative work by Oktay Dumankaya and Semih Togan can be found in our periodical.

As TINA, the Turkish Foundation for Underwater Archaeology, we attribute great importance to our seas and its heritage. The exhibition titled "The 250th Anniversary of the Naval Battle of Çeşme in the Age of Enlightenment", prepared with a selection from the private collection of our President Oğuz Aydemir, opened on July 7, 2020 in the Çeşme District of İzmir. The exhibition organized by Oğuz Aydemir opened its doors to a limited number of guests within the scope of COVID measures and nearly 300 guests viewed the exhibition. You can also find the details of this important exhibition in our periodical.

In our thematic issue titled "Shipwreck Conservation", we were able to include a few studies limited to the pages of our periodical publication. We would like to thank all scientists, colleagues and friends who contributed with their articles. We also express our gratitude to all our veteran colleagues who referee the submissions.

We would like to dedicate the "Shipwreck Conservation" issue of 2020, which will be published in a single volume, to two names who have dedicated their professional lives to conservation of waterlogged wood. These colleagues, who are passionately devoted to their field of work, generously provided their valuable support and knowledge in the conservation studies of the Yenikapı shipwrecks that we started in 2005: We are grateful to Poul Jensen and Kristiane Strætkvern and wish them success in their professional lives, and we dedicate this special issue to them.

Unfortunately we lost George F. Bass, the pioneer of Underwater Archaeology on the day (March 3, 2021) we were about to publish our TINA Periodical. We are in deep sorrow. We will remember him with respect.

İÇİNDEKİLER / INDEX**MAKALELER / ARTICLES:****14 Geçmişi Yaşatmak: Yenikapı Batıkları**

Keeping The Past Alive: The Yenikapı Shipwrecks

Ufuk KOCABAŞ, Namık KILIÇ, Rahmi ASAL

56 Nehirden Müzeye Arles-Rhône 3 Mavnası

The Arles-Rhône 3 Barge, From The River To The Museum

Sabrina MARLIER, Henri BERNARD-MAUGIRON

86 Batavia Batığının Konservasyon Öyküsü

Conservation History of The Batavia

Vicki RICHARDS, Ian GODFREY

110 H.L.Hunley Denizaltı Projesi: 20 Yıllık Araştırma ve Keşif

The H.L.Hunley Submarine Project: Two Decades of Research and Discovery

Johanna RIVERA, Michael SCAFURI, Nicholas DELONG

133 Yenikapı 12 Batığının Yeniden Kurulum ve Sergileme Önerileri

Suggestions for Reassembly & Display of Shipwreck Yenikapı 12

Işıl ÖZSAİT KOCABAŞ

176 Bremen Cog: Konservasyon Tarihçesi (1962-2019)

The Bremen Cog: Conservation History (1962-2019)

Amandine COLSON

- 192 Sun Yat-Sen Üniversitesi Arkeometri Laboratuvarının Çin'in Güney Song Hanedanlığı'na (MS 1127–1279) Ait “Nanhai I” Batığındaki Antik Çanak Çömleklerin Konservasyon Çalışmalarıyla İlgili Özet

A Summary of Our Conservation Research on Ancient Ceramics from The “Nanhai I” Shipwreck of China in The Southern Song Dynasty (1127–1279 A.d.) By The Archaeometry Lab of Sun Yat-Sen University

Zhu TIEQUAN, Wang JIAYIN, Ye DAOYANG

- 216 Dor 2001/1 Batığı Ahşaplarının Konservasyonu
Conservation of The Dor 2001/1 Shipwreck Timbers
Sophie COHEN, Deborah CVIKEL

NOTLAR / NOTES:

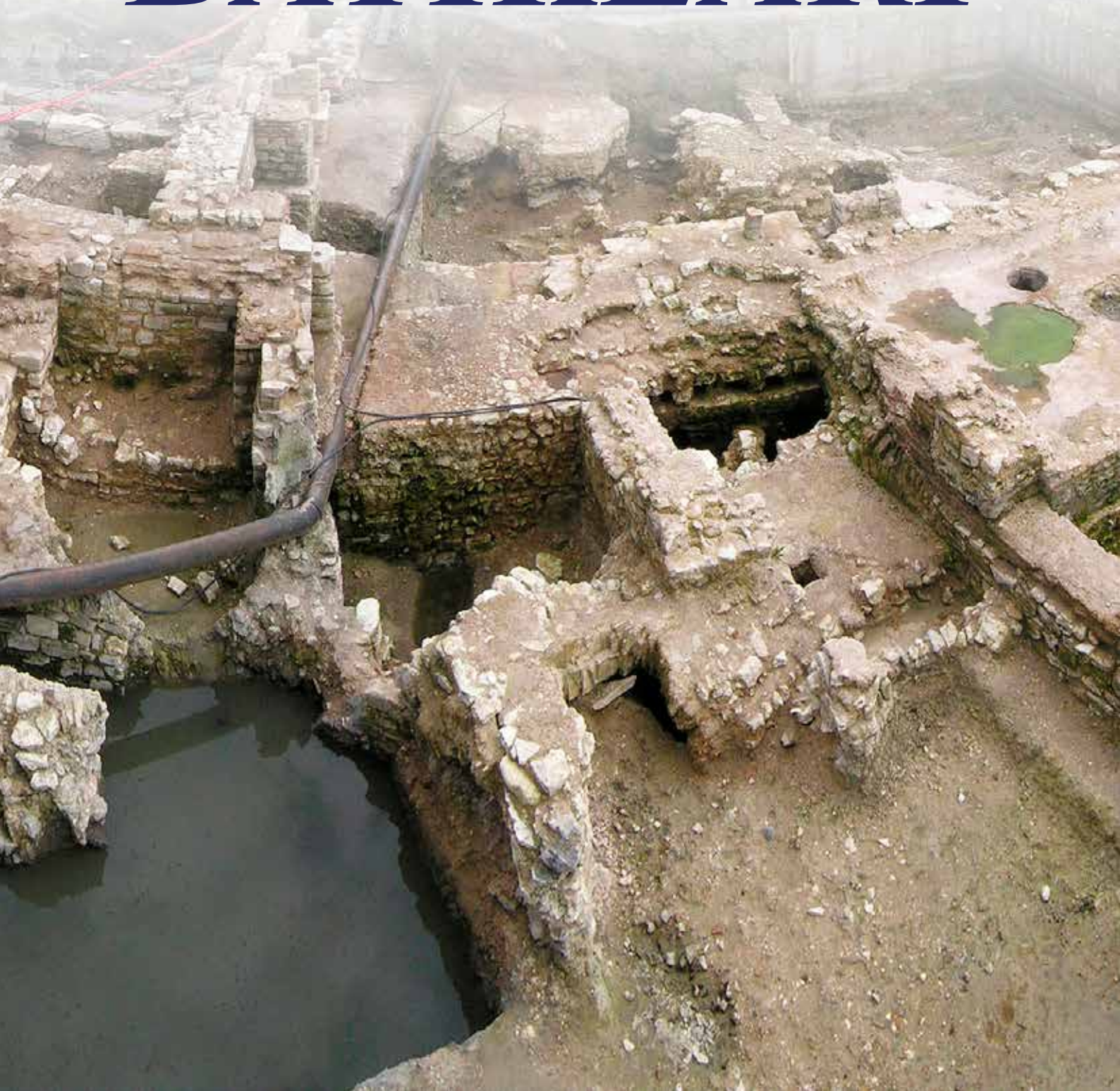
- 227 Çanakkale Savaş Batıkları Dalış Turizmine Açılıyor
The Shipwrecks from The Battle of Gallipoli Opens for Scuba Diving Tourism
Evren TÜRKMENOĞLU

- 229 Anemurium Sualtı Araştırmaları 2019
2019 Underwater Survey Campaign In the Ancient City of Anemurium
Oktay DUMANKAYA, Semih TOGAN

HABERLER / NEWS:

- 234 Aydınlanma Çağında Çeşme Deniz Savaşı'nın 250. Yılı Sergisi (Oğuz Aydemir Özel Koleksiyonu)
The 250th Anniversary of The Naval Battle of Çeşme In the Age of Enlightenment (Private Collection of Oğuz Aydemir)

*GEÇMİŞİ YAŞATMAK:
YENİKAPI
BATIKLARI*



*KEEPING THE PAST ALIVE:
THE YENİKAPI
SHIPWRECKS*





* Ufuk Kocabaş



** Namık KILIÇ



*** Rahmi ASAL

Anahtar kelimeler: Yenikapı batıkları, suya doymuş ahşap konservasyonu, PEG, dondurarak kurutma, melamin formaldehit.

Keywords: Yenikapı shipwrecks, conservation of waterlogged wood, PEG, freeze-drying, melamine formaldehyde.

ÖZET

İstanbul'un Yenikapı semtinde 2004-2013 yılları arasında İstanbul Arkeoloji Müzeleri tarafından sürdürülen kurtarma kazıları, Bizans dönemi Konstantinopolis'in Marmara Denizi kıyısında olduğu bilinen Theodosius limanını gün ışığına çıkarmıştır. Kazılar sırasında bulunan MS 5-11. yüzyıllar arasına tarihlendirilen 37 batık gemi kalıntısı, tek bir kazı alanında çıkartılan en büyük Orta Çağ gemi koleksiyonu olarak değerlendirilmiştir. Bu makalede, İstanbul Üniversitesi Sualtı Kültür Kalıntılarını Koruma Anabilim Dalı tarafından sorumluluğu üstlenilen 31 geminin kazı, dokümantasyon, yerinden kaldırma ve koruma süreçleri ele alınmıştır. "Suya doymuş" olarak nitelendirilen gemi ahşaplarının bozulma durumu ve bu hasara neden olan koşulları belirlemek için maksimum su içeriği ölçümleri, SEM, XRF, XRD analizleri kullanılmıştır. Tuzdan arındırma işlemini takiben demir korozyon ürünlerinin ahşaptan uzaklaştırılması için kimyasal ve mekanik yöntemler kullanılmıştır. Suya doymuş bu ahşapların konservasyonunda, projemizde ağırlıklı olarak PEG (polietilen glikol) ve gerektiği zamanlarda melamin-formaldehit reçinesinden faydalanılmaktadır. Melamin formaldehit yöntemi su içeriği yüksek, yoğunluğu düşük gemi ahşaplarında tercih edilmiştir. Görece daha iyi durumda olan ve gelecekte sergilenmesi muhtemel olan batık ahşapları, yoğunluk ve maksimum su içeriği değerlerine göre tercih edilen 400, 2000, 3350 ve 4000 molekül ağırlığındaki PEG ön emdirmesi ardından, vakumlu dondurularak kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

ABSTRACT

The salvage excavations carried out in the Yenikapı quarter of İstanbul by the İstanbul Archaeological Museums between 2004 and 2013 have yielded the Theodosius Harbor which was known to have been located on the shore of Marmara Sea in Constantinople during the Byzantine Period. The 37 shipwrecks found during the excavations dating from the 5th to the 11th centuries AD, represent the largest collection of medieval ships unearthed from a single excavation site. The present paper discusses the excavation, documentation, removal, and conservation processes of the 31 shipwrecks excavated under the responsibility of the İstanbul University's Department of Conservation of Marine Archaeological Objects. We used maximum water content measurements, and FT-IR, SEM, SEM-EDX, XRF, XRD analyses to determine the degree of degradation of waterlogged timbers and the conditions leading to this degradation. Both chemical and mechanical methods were applied to remove iron corrosion products from the wood following desalination. For conservation of these waterlogged timbers, we mainly use PEG (polyethylene glycol) and melamine-formaldehyde resin when appropriate. The melamine-formaldehyde method was preferred when the water content in the ship's wood was high and the wood density was low. The timbers which were relatively in a better condition and more likely to be displayed in the future were first impregnated with PEG with a molecular weight of 400, 2000, 3350 and 4000 based on the density and the maximum water content of the wood, followed by vacuum freeze drying.

*Prof. Dr. Ufuk KOCABAŞ, Orcid ID: 000-0002-8489-929X. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Sualtı Kültür Kalıntılarını Koruma Anabilim Dalı.

* Prof. Dr. Ufuk KOCABAŞ, Orcid ID: 000-0002-8489-929X. Department of Conservation of Marine Archaeological Objects Faculty of Letters, İstanbul University.

**Doç. Dr. Namık KILIÇ, Orcid ID: 0000-0002-6353-6916. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Sualtı Kültür Kalıntılarını Koruma Anabilim Dalı.

** Assoc. Prof. Dr. Namık KILIÇ, Orcid ID: 0000-0002-6353-6916. Department of Conservation of Marine Archaeological Objects Faculty of Letters, İstanbul University.

***Rahmi ASAL, İstanbul Arkeoloji Müzeleri Müdürü, Osman Hamdi Bey Yokuşu Sokak, Gülhane/İSTANBUL.

***Rahmi ASAL, İstanbul Archaeological Museum Director. Osman Hamdi Bey Yokuşu Sokak, Gülhane/İSTANBUL.

Tuzdan arındırma ve emdirme aşamalarında biyolojik aktivasyona karşı Acticide SPX (izotiyazol) kullanılmış, emdirme sürecinde batık ahşaplarındaki kimyasalın dağılımı ve oranı SEM görüntülemeleri ve FT-IR analizleri ile takip edilmiştir. Ardından vakumlu dondurarak kurutma yönteminden yararlanılarak, PEG'in ötektik sıcaklığına göre belirlenen değerde ve düşük basınç altında kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir.

YENİKAPI KURTARMA KAZILARI

Marmaray demiryolu ve Metro istasyonlarının kurulacağı İstanbul'un Yenikapı semtindeki kurtarma kazılarına İstanbul Arkeoloji Müzeleri Müdürlüğü başkanlığında 2004 yılında başlanmıştır (Fig.1).¹ 58.000 m²'lik alanda gerçekleştirilen kazılar, birbirine komşu beş alanda sürdürülmüştür.² Marmaray istasyonunun kurulacağı alanda gerçekleştirilen, deniz seviyesinin yaklaşık 3 m üstünde başlayan kazılarda, istismak edilen günümüz binalarının altında ortaya çıkartılan ilk kalıntılar Cumhuriyet'in erken yıllarına ve Osmanlı dönemlerine ait kültür katları olmuştur. Bu kalıntıların altında -1 m seviyesinde görülen çok sayıda işlenmiş ahşap ve halat parçaları nedeniyle bu alanda daha kapsamlı kazıların gerçekleştirilmesine karar verilmiştir. Sürdürülen kurtarma kazılarında, Konstantinopolis'in 4 ile 11. yüzyıllardaki en büyük ticari ulaşım merkezi olan ve kurucusunun adı ile anılan Theodosius limanının büyük bir bölümü ortaya çıkartılmıştır (Fig. 2). Bu liman dolgusunun tabanı içinde, günümüz deniz tabanının 6,30 m altında, tarih öncesi dönemlere ait bir kültür katı tespit edilmiştir. Çanak Çömlekli Neolitik döneme ait buluntular, kent tarihi açısından olduğu kadar bölgenin tarih öncesi dönemleri ile ilgili araştırmalar için de büyük önem taşımaktadır.³ Kazılar Miyosen tabakasının başladığı yaklaşık -10 m kot seviyesine kadar sürdürülmüştür. Kazısı gerçekleştirilen 13 m kalınlığındaki kültür dolgusu içinde sırasıyla Osmanlı, Bizans ve Neolitik dönemlere ait kültür tabakaları tespit edilmiş, Arkaik, Klasik ve Helenistik dönem buluntuları ile karşılaşmıştır. Kazılar deniz seviyesinin altında, dolayısıyla "ıslak kara" olarak tabir edilen alanda, kum, sediment, çamur ve en alt tabakalarda bataklık dolgusu içinde sürdürülmüştür. Bu tür bir alanda kazı yapmanın tüm zorluklarına rağmen, ortam şartları, özellikle organik kalıntıların korunmasına yardımcı olarak günümüze kadar ulaşmalarını sağlamıştır.

Antibacterial agent Acticide SPX (isothiazole) was used during desalination and impregnation procedures against any biological activation, while dispersion and ratio of chemical agents in the timbers during the impregnation process was monitored by SEM screening and FT-IR analysis. Subsequently, vacuum freeze-drying method was used, followed by drying under low pressure and at a value defined according to the eutectic temperature of PEG.

YENİKAPI SALVAGE EXCAVATIONS

The salvage excavations at the Yenikapı quarter of Istanbul, where the Marmaray railway and the subway stations were about to be built, were initiated by the Directorate of Istanbul Archaeological Museums in 2004 (Fig. 1).¹ The excavations were conducted in an area of 58.000 m² in five adjacent sections.² The first remains unearthed under today's buildings that were expropriated during the excavations in the area, where the Marmaray railway station was going to be built and approximately 3 m above the sea level yielded cultural strata from the early Republican Period and Ottoman Period. We decided to proceed with extensive excavations in the area upon recovery of substantial amount of processed wood and rope fragments. The salvage excavations unearthed a large portion of the Harbor of Theodosius, named after the founder of the harbor in Byzantine Constantinople, that was the largest trade center during the 4th and 11th centuries (Fig. 2). A cultural stratum that belongs to Prehistoric Period was identified at about 6.30 m below sea-level, inside the deposit beneath the harbor floor. Finds from the Ceramic Neolithic Period were particularly important for history of the city as well as for research on prehistoric periods in the region.³ The excavations were pursued down to -10 m elevation where the Miocene layer began. The 13 m deep cultural deposit where excavations took place, contained cultural layers from the Ottoman, Byzantine and Neolithic Periods respectively, as well as finds from the Archaic, Classical and Hellenistic Periods. The excavations continued below the sea-level, and hence in an area called "wetland", that consists of sand, sediment, mud and in the wetland deposits at the very bottom layers. Despite the challenges of performing excavations in such an area, the environmental conditions were particularly helpful for the preservation of organic remains, ensuring that they have survived to the present day.

1 Detaylı bilgi için bkz: KARAMANİ PEKİN-KANGAL 2007; KOCABAŞ 2008, KOCABAŞ 2010; KIZILTAN-BARAN ÇELİK 2013; AKKEMİK 2015; KOCABAŞ 2015a. 2 KARAMUT 2007; KIZILTAN 2007.

3 KIZILTAN 2011.

1 For detailed info please see: KARAMANİ PEKİN-KANGAL 2007; KOCABAŞ 2008, KOCABAŞ 2010; KIZILTAN-BARAN ÇELİK 2013; AKKEMİK 2015; KOCABAŞ 2015a. 2 KARAMUT 2007; KIZILTAN 2007.

3 KIZILTAN 2011.

OSMANLI DÖNEMİ

Marmaray istasyonunun güneyinde sürdürülen kazılarda kısmen çamur harç, kısmen horasan harç kullanılarak, düzgün olmayan taşlarla örülmüş, birçok mekândan oluşan ve Osmanlı dönemine tarihlenen bir yapı grubu ile bunun doğu ucunda yer alan ve muhtemelen 20. yüzyıla ait bir sarnıç açığa çıkartılmıştır. Osmanlı kültür katı içinde sürdürülen kazılarda üst kotlardaki yapılar nedeniyle yer yer bozulmuş, taş duvarları ahşaplarla destekli, muhtemelen 18. yüzyıla ait iki bostan kuyusu ve çok sayıda su kuyusu ortaya çıkmıştır. Osmanlı döneminde “Langa Bostanı” olarak adlandırılan bölgenin sebze-meyve bahçesi olarak kullanıldığını İstanbul’u ziyaret eden seyyahların anlattıklarından öğrenmekteyiz. Yenikapı’da sürdürülen kazıların üst tabakalarında bulunan ve tarlaları sulama amaçlı inşa edilmiş olan su dolapları, Osmanlı döneminde eski limanın bostan olarak değerlendirildiğini kanıtlayan mimari kalıntılardır.

BİZANS DÖNEMİ / THEODOSIUS LİMANI

Bizans İmparatorluğu’nun en önemli limanlarından olan Theodosius limanı, kentin Propontis’e (Marmara Denizi) bakan kıyısındaki derin bir koyda kurulmuştur.⁴ Limanın doğu ucunda olduğu bilinen horrea Theodosiana ve horrea Alexandrina gibi ambar binalarının varlığı, burasının İskenderiye’den gelen gemilerin taşıdığı tahılın ve diğer maddelerin boşaltıldığı oldukça büyük bir ticari liman olduğuna işaret etmektedir. Lykos (Bayrampaşa) deresinin ağzında bulunan derin koy, büyük olasılıkla İmparator I. Theodosius (379-395) zamanında bir mendirek inşa edilmesiyle kurulmuştur (Fig. 3).

4 MÜLLER-WIENER 1998, 8.

Fig. 1: Yenikapı kazı alanı.

Fig. 1: Yenikapı excavation area.

OTTOMAN PERIOD

The excavations that took place to the south of the Marmaray Station, yielded a group of structures consisting of many rooms dating to the Ottoman Period built with irregular cut stones, partially using muddy mortar and partially brick dust mortar, and a cistern located on the eastern end of this building group, possibly dating to the 20th century. The excavations carried out in the Ottoman cultural layer yielded two kitchen-gardens with stone walls supported by wooden buttresses, dating to the 18th century, and many drinking-water-wells that were partially destroyed by the structures in the layers above them. Based on the travelers’ travelogues, who had visited İstanbul, we know that the area was called “Langa Bostanı” (Vlanga vegetable garden, T.N.) during the Ottoman Period and was used for growing vegetables and fruits. Ruins of water wheels built to irrigate the gardens in the upper layers recovered during the Yenikapı excavations indicate that the old harbor was used as a vegetable garden by the Ottomans.

BYZANTINE PERIOD / HARBOR OF THEODOSIUS

The Harbor of Theodosius, one of the major harbors of the Byzantine Empire, was built in a deep bay on the coast of Propontis (the Marmara Sea).⁴ Presence of granaries such as *horrea Theodosiana* and *horrea Alexandrina* on the eastern end of the harbor suggests that it was a capacious commercial harbor where ships from Alexandria unloaded cereals and other materials. The deep bay at the mouth of the Lykos (Bayrampaşa) Stream was improved probably during the reign of Emperor Theodosius I (379-395) by building a breakwater (Fig. 3).

4 MÜLLER-WIENER 1998, 8.



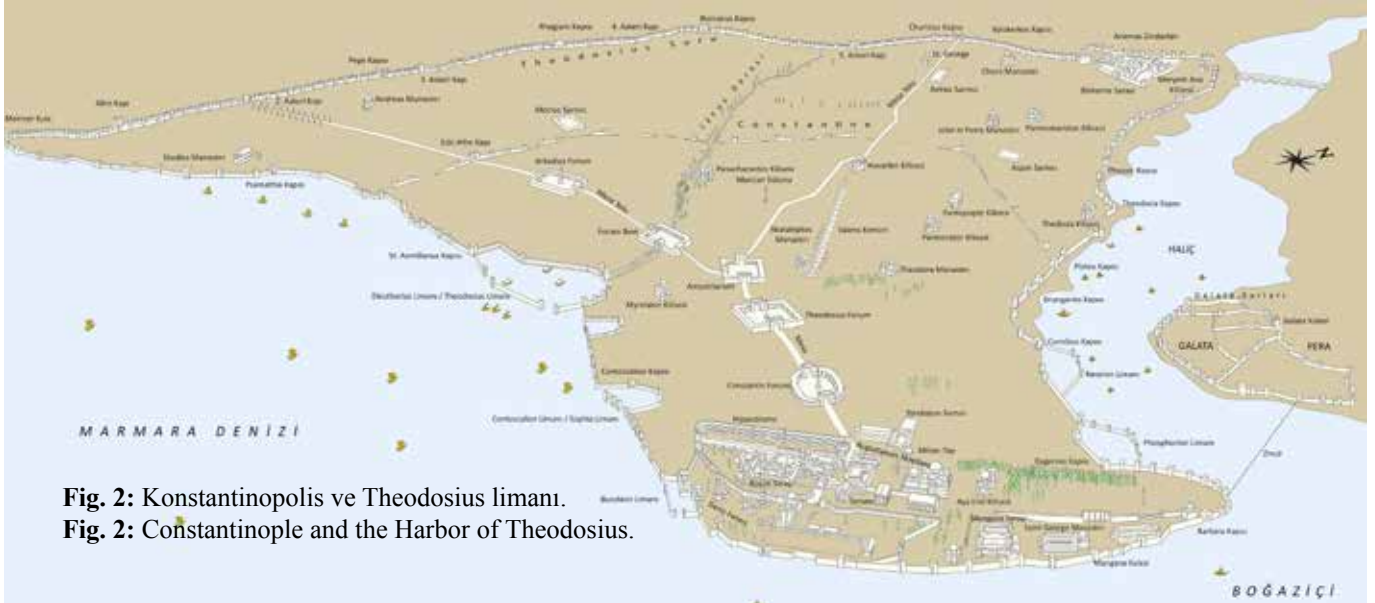


Fig. 2: Konstantinopolis ve Theodosius limanı.

Fig. 2: Constantinople and the Harbor of Theodosius.

Limanın Bizans dönemindeki adı ve kuruluşuyla ilgili değişik görüşler ve öneriler mevcuttur. Günümüze ulaşan kaynaklarda aynı yerde bulunduğu söz edilen “Eleutherius limanı” bir görüşe göre, “Theodosius limanı”nın öncülüdür ve I. Constantinus döneminde kurulduğu kabul edilmektedir. Liman, MS 6.-9. yüzyıllar arasındaki kaynaklarda ise “Kaisarios limanı” olarak yakınındaki yerleşim yerinin adıyla anılmıştır.⁵

4. yüzyıldan 7. yüzyıla kadar aktif olarak kullanılan liman, Mısır’ın 641 yılında Arapların eline geçmesi ile buradan gelen tahıl sevkiyatının sona ermesi sonucunda işlevinin önemli bir bölümünü yitirmiştir.

There are different views and suggestions regarding the name and foundation of the harbor during the Byzantine Period. Some argue that the “Harbor of Eleutherius”, which was known to be located at the same place, is a predecessor of the “Harbor of Theododius”, and it was built during the reign of Constantinus I. According to the sources from the 6th to 9th centuries, the harbor was also called “Harbor of Kaisarios” after a settlement nearby.⁵

The harbor that was actively used from the 4th to the 7th century, lost its significance following the invasion of Egypt by the Arabs in 641, which ended the cereal trade from that region.

⁵ MAGDALINO 2013, 14; ERCAN 2010.

⁵ MAGDALINO 2013, 14; ERCAN 2010.

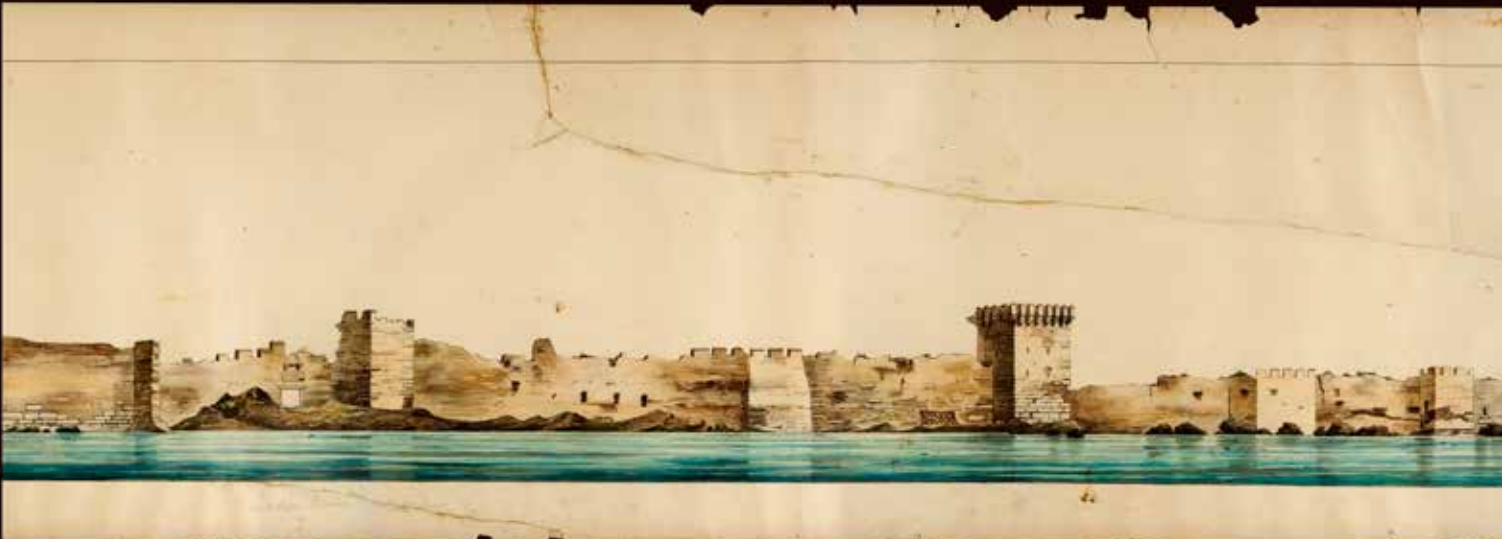




Fig. 3: Urbis Constantinopolitanae Delineatio. 1422 tarihinde Floransalı Christophoro de Buondelmonte tarafından yayımlanan İstanbul'un en eski görüntüsü.

Fig. 3: Urbis Constantinopolitanae Delineatio. Oldest view of İstanbul published in 1422 by the Florentine Cristoforo Buondelmonti.

Fig. 4: İstanbul Arkeoloji Müzeleri Kütüphanesi'nde bulunan ve 1873 yılında Yüksek Mühendis Dimitriadis Efendi tarafından yapılan 28 metre uzunluğundaki İstanbul deniz surları çiziminin Yenikapı kısmını gösteren bir bölümü. Çizim Yedikule'den başlayıp Sarayburnu'nda sona erer.



Kazılarda ele geçen ve 4 - 7. yüzyıllara tarihlenen Doğu Akdeniz Mısır amforaları ile 4 - 7. yüzyıllara tarihlenen Filistin kökenli amforaların sayıca fazla olması, buna karşın 7 ve 8. yüzyıla ait buluntuların azlığı bu görüşü desteklemektedir.⁶ Ancak, kuzeyden akan Lykos deresinin getirdiği mil ve molozlarla batıdan başlayarak dolmaya başlayan limanın doğusu bir süre daha kullanılmış, 11. yüzyıla kadar küçük gemiler ve balıkçı tekneleri tarafından kullanılmaya devam etmiştir. 12. yüzyılın sonlarından itibaren tamamına yakın bir kısmının dolmasından sonra liman, sadece kıyı denizciliği yapan balıkçı ve küçük nakliye gemilerine barınak olmuştur. Sonraki süreçte iyice dolan limana 13. yüzyılın ikinci yarısında deri tabaklama işi yapan Yahudiler yerleştirilmiş, İstanbul'un fethinden sonra ise liman tamamen doldurularak karaya katılmış ve bostan alanı olarak tahsis edilmiştir.⁷ Tarihî kalıntıları incelemek amacıyla 16. yüzyılın ortalarında İstanbul'a gelen gezgin Petrus Gyllius (1490-1555) Theodosius limanı hakkında önemli bilgiler vermiştir.⁸

Sultan III. Mustafa döneminde (1757-1774) Laleli Camii inşaatından çıkan molozla doldurulan liman alanı, Rum ve Ermeni vatandaşlara satılmış, surlarının bir kısmı ise 19. yüzyılda demiryolu inşaatı sırasında yıkılmıştır (Fig. 4). Liman sahası 20. yüzyılda sahil yolunun inşası ile günümüzdeki görünümünü kazanmıştır. Liman, gezginlerin notlarında da belirtildiği gibi büyük bir dalgakıranla korunmaktaydı. Batıda Davutpaşa İskelesi'nden başlayan dalgakıran doğu ve kuzeydoğu istikametinde kıvrılarak uzanmaktaydı.⁹

6 ASAL 2007, 155.

7 BERGER 1994, 263.

8 GYLLIUS, *De Topogra Phia Constantinopoleos*, IV, VIII.

9 SEMİZ-AHUMBAY 2014.

This suggestion is supported by the large amounts of amphora finds of the Eastern Mediterranean, Egyptian origin dating to the 4th to 7th centuries, and the amphoras of the Palestinian origin dating to the 4th to 7th centuries yielded from excavations compared to the scarcity of finds dating to the 7th and 8th centuries.⁶ However, the eastern part of the harbor, which began to have silted up from the west by silt and debris brought by the *Lykos* stream from the north, was used for a while, and it continued to be used by small vessels and fishing boats until the 11th century. Starting with the late 12th century, almost the entire harbor was filled with debris, and it became a shelter for fishing and coastal traders. In the following period, the harbor was pretty much filled with debris, and in the second half of 13th century, Jews specialized in leather tanning were settled in the area; following the conquest of İstanbul, the harbor was completely silted up, and became part of the mainland and reserved as a vegetable garden.⁷ Petrus Gyllius (1490-1555), an explorer who visited İstanbul in the mid-16th century for his research on historical remains, provides substantial information about the Harbor of Theodosius.⁸

The harbor area was filled with rubble from the demolished Laleli Mosque during the reign of Sultan Mustafa III (1757-1774), and then sold to the Roman and Armenian citizens of the Ottoman Empire, while parts of the harbor walls were demolished during the construction of the railroad in the 19th century (Fig. 4). The harbor area gained its present appearance after the construction of the coastal road in the 20th century. As described in explorers' accounts, a large breakwater used to protect the ancient harbor. The breakwater extended from the present Davutpaşa Pier in the west curving to the east and northeast.⁹

6 ASAL 2007, 155.

7 BERGER 1994, 263.

8 GYLLIUS, *De Topographia Constantinopoleos*, IV, VIII.

9 SEMİZ-AHUMBAY 2014.

Fig. 4: Part of a 28 m long drawing from 1873 by Master Engineer Dimitriadis Efendi in the library of İstanbul Archaeological Museums, depicting the Yenikapı part of the İstanbul sea walls. The drawing comprises the part that starts in Yedikule, ending in Sarayburnu.





Fig. 5: Limanın batı kısmını oluşturan ve günümüzde 100 Ada olarak adlandırılan bölgede ortaya çıkarılan mimari kalıntılar.

Fig. 5: Architectural remains revealed in the area presently known as “100 ada” (Block 100) that forms the western part of the harbor.

MİMARİ BULUNTULAR

100 ADA KAZI ÇALIŞMALARI

Limanın batısında yer alan 2. Bölge ya da “100 Ada” olarak isimlendirilen bölge ile doğusunda bulunan 3. Bölge’de yapılan kazılarda açığa çıkarılan mimari kalıntılar, limanın kuruluşu ile ilgili önemli bilgilere ulaşmamızı sağlamıştır (Fig. 5). Sürdürülen kazılarda deniz surları, büyük taş bloklardan inşa edilmiş rıhtım, dalgakıranın başlangıç bölümü ve liman surlarının bir kısmı açığa çıkarılmıştır. Kuzey-güney yönünde uzanan rıhtım taşları üzerine açılmış dikdörtgen deliklerin, gemilerin palamar hatları için kullanıldığı düşünülmektedir. Mevcut uzunluğu 25, genişliği 2,80 m olan rıhtım, kum zemin üzerine oturtulmuştur.¹⁰ Rıhtımın önünde doğuya doğru derinleşen deniz tabanında ise 30 civarında taş çapa bulunmuştur. Limanın batı sınırını oluşturan kesme taş ve tuğla sıralarıyla alması biçimde inşa edilmiş olan Theodosius surlarının bir bölümü açığa çıkarılmıştır. Ayrıca 54 m’lik kısmı takip edilen diğer bir duvar kalıntısının, gerek örgü tekniği gerekse bulunan sikkeler neticesinde 4. yüzyılda inşa edildiği ve Konstantinus suruna ait olabileceği düşünülmektedir.¹¹

KİLİSE KALINTISI

Yenikapı kazı alanının kuzeybatısındaki Metro bölümünde ortaya çıkarılan kilise, limanın dolmaya başladığı 12-13. yüzyılda inşa edilmiştir. 9,50 x 11,45 m boyutlarındaki doğu-batı doğrultulu kalıntı, ilk kullanım evresinde tek apsisli olup sonradan kuzey ve güney yanlarına basit taş örgülü birer nef ilave edilerek üç apsisli bir yapıya dönüştürülmüştür. Neferin üçünün de taban döşemesi izlenememiştir. Kilisenin içinde ve çevresinde, özgün durumda 23 mezar bulunmuştur.¹² İki mezarda, iki ölü üst üste gömüldüğünden iskelet sayısı 24 olarak tespit edilmiştir. Kilise ve çevresinde ele geçen buluntular 13. yüzyıla tarihlenmektedir. Ayrıca kilisenin güneyinde, depo olarak kullanıldığı düşünülen bir mekân ortaya çıkarılmıştır.

¹⁰ GÖKÇAY 2007, 171.

¹¹ GÖKÇAY 2007, 172-173.

¹² GÖKÇAY 2007, 174-175.

ARCHITECTURAL FINDS

EXCAVATIONS AT PARCEL 100

The architectural remains revealed during the excavations in the Section 2 or the area called “100 ada” (Block 100) to the west of the harbor, and in the Section 3, the area to the east of the harbor, provided us with important information on harbor’s foundation (Fig. 5). As the excavations were carried out, sea walls, a pier built of large stone blocks, the land section of the breakwater and parts of the harbor walls were revealed. It is thought that the rectangular holes cut into the quay blocks extending north to south were used for mooring lines of ships. The 25 m long, and 2.8 m wide pier was founded on sand.¹⁰ About 30 anchors were found in front of the quay in the harbor floor that deepens to the east. A part of the Theodosius seawalls, which form the western border of the harbor and were built using alternative layers of cut stones and bricks, was uncovered. Additionally, the remains of another wall, of which a 54 m- long part was observed, is thought to be part of the Constantine’s walls, and dated to the 4th century based on the masonry technique and the coins that were yielded.¹¹

CHURCH REMAINS

The subway section to the northwest of Yenikapı excavation area yielded a church, that was built in the 12th and 13th centuries when the harbor had already begun to silt up. The remains that measure 9.5m x 11.45m in dimensions lying in the east–west direction, used to have a single apse during the initial phase of the structure, and then with the addition of a nave built with stone masonry on both north and south sides, it was transformed into a structure with three apses. The floor coverings of the three naves could not be observed. Twenty three graves were found *in situ* inside and around the church.¹² A total of 24 skeletons were identified since two graves contained two burials each.

¹⁰ GÖKÇAY 2007, 171.

¹¹ GÖKÇAY 2007, 172-173.

¹² GÖKÇAY 2007, 174-175.

İSKELELER

Sayıları yirmiyi bulan iskelelerden ikisi taş, diğerleri ahşaptır (Fig. 6). İskeleler limanın kuzeydeki rıhtımından güneye, denizin içine doğru uzanmaktadır. İskelelerin ahşap ayaklarından alınan örneklerin dendrokronolojik analiz sonuçları, bunların 5. yüzyılın başından itibaren inşa edilmeye başlandığı yönündedir. Taş iskelelerden birisi Metro kazı alanının kuzeydoğu, diğeri kuzeybatı kesimindedir. Kuzeydoğudaki iskele, güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda olup, aralıklarla birbirini takip eden beş ayaktan oluşmaktadır. Ayakların tespit edilebilen toplam uzunluğu 32,50 m'dir. Aralıklarla inşa edilen ayaklar birbirine kemerlerle bağlanmıştır. İskele, 8. yüzyıl sonu veya 9. yüzyıl başlarına tarihlendirilmiştir. Kuzeybatıda yer alan diğer taş iskelenin önemli bir kısmı tahrip olmuştur. 100 Ada bölgesinde bulunan iskele kazıklarından alınan örnekler üzerinde yapılan dendrokronoloji analizleri, iskelenin 527-610 tarihleri arasında kullanımda kaldığını ve 539 ile 591 yıllarında onarım geçirdiğini göstermiştir.

Finds yielded in and around the church were dated to the 13th century. Another building thought to be a used as a warehouse was revealed to the south of the church.

PIERS

Two of the up to twenty piers were built with stones, the remaining were built with timbers (Fig. 6). The piers extend from the wharf inside the harbor, projecting out into the sea. Dendrochronological analyses on the samples from wooden pier footings indicate that they were constructed from early 5th century. One of the stone piers is situated to the northeast and the other one to the northwest of the subway excavation area. The northeast pier running southwest to northeast consists of five adjacent footings with spacing. The total length of footings that could be identified is 32.50 m. The footings were connected to each other by arches. The pier was dated to the late 8th century, or early 9th century. An important part of the other stone pier situated to the northwest was demolished. Dendrochronological analyses on the samples from the pier footings situated in Block 100 suggest that the pier was in use between 527-610 AD and underwent repair between 539 and 591 AD.

Fig. 6: Ahşap iskelelere ait ayak-kazıklar.

Fig. 6: Wooden pier footings.



GEMİLER

Kazılar sırasında bulunan 37 gemi kalıntısı bilim çevreleri tarafından dünyanın en geniş Orta Çağ gemi koleksiyonu olarak değerlendirilmektedir. İstanbul Üniversitesi Sualtı Kültür Kalıntıları Koruma Anabilim Dalı adına Prof. Dr. Ufuk Kocabaş başkanlığındaki gemi eksperleri ve konservasyon uzmanlarından oluşan ekip, toplam 27 batık üzerinde sürdürmekte olduğu bire bir çizim, inceleme, değerlendirme ve yapım teknolojisi çalışmaları ile toplam 31 batığın konservasyonuna devam etmektedir.¹³ Kazıların başladığı günden itibaren sahada olan ve Prof. Dr. Cemal Pulak başkanlığında çalışmalara katılan Texas A&M Üniversitesi uzmanları, sekiz batığın araziden kaldırılması ve dört batığın konservasyonundan sorumlu olmuştur¹⁴.

NEOLİTİK DÖNEM

Günümüzde Marmaray istasyon alanına denk gelen bölgenin batısında -6,30 m kotunda, taban dolgusundan farklı plan veren taş sıraları, dağınık hâlde yanmış kerpiç parçaları ile el yapımı çanak çömleğin bulunduğu Neolitik tabakaya ulaşılmıştır. İlerleyen kazı çalışmalarında, Neolitik yerleşmenin kuzeyde Metro kazı alanına yayıldığı belirlenmiştir. Bu tabakaya ait mimari ve diğer buluntular Marmara Bölgesi'nin, özellikle de İstanbul'un Neolitik Çağ kültürleri olarak bilinen Fikirtepe ve Yarımburgaz'la çok benzeştiği görülmüştür¹⁵. Mimari kalıntıların doğusundaki çanağın ortasında yer alan dere yatağında meşe ve akağaç olduğu belirlenen toplam 198 adet ağacın alt gövde kısımları ve kökleri tespit edilmiştir. Dere yatağı üzerinde, ortalama -8,15 m kotunda kil zemin üzerinde, içleri dere kumuyla dolmuş, Çanak Çömlekli Neolitik Çağ insanlarına ait 2.080 adet ayak izi bulunmuştur. Yerleşmede üç farklı ölü gömme şekli tespit edilmiş olup, 4 gömütte 5'i erişkin olmak üzere toplam 8 iskelet açığa çıkartılmıştır. Erişkinlerden üçünün kadın, birinin erkek olduğu belirlenebilmiştir. Gömütlerin ayırt edici özelliği, ahşap kullanımıdır (Fig. 7).

SHIPS

The 37 shipwrecks uncovered during the excavations are considered the largest medieval shipwreck assemblage in the world by scientific circles. A team of ship experts and conservation specialists continue the conservation work of 31 shipwrecks, with full scale drawings, analyses, evaluations and construction technology work on a total of 27 shipwrecks, under the direction of Prof. Ufuk Kocabaş on behalf of the Department of Conservation of Marine Archaeological Objects at İstanbul University.¹³ Specialists from the Texas A&M University who participated in the excavations and worked in the field since day one under the supervision of Prof. Dr. Cemal Pulak, were responsible for the removal of eight shipwrecks from the field, and the conservation of four shipwrecks.¹⁴

THE NEOLITHIC PERIOD

To the west of the area of the present Marmaray station, a Neolithic layer was reached at -6.30 m with a different layout compared to the bottom, containing scattered burnt adobe fragments and hand-crafted pottery. Ongoing excavations found that the Neolithic settlement extended into the subway excavation area to the north. Architectural and other finds from this layer were very similar to the Neolithic Age cultures of the Marmara Region, particularly to İstanbul's Neolithic cultures in Fikirtepe and Yarımburgaz.¹⁵ Lower trunk sections and roots of a total of 198 trees that were identified as oak and silver birch were found in the stream bed at the center of the basin lying to the east of the architectural remains. We also found 2080 footprints of people from the Ceramic Neolithic Period, which were filled with sand at -8,15 m on the stream bed. There were three types of burials in the settlement, and 8 skeletons were found in 4 graves, of which 5 belong to adults. Three adult skeletons belong to women, and one belongs to a man. A distinctive feature of the graves was the use of wood (Fig. 7).

13 KOCABAŞ 2015b

14 Detaylı bilgi için bkz.: PULAK vd 2015; JONES 2017; INGRAM 2018.

15 KIZILTAN 2010.

13 KOCABAŞ 2015b

14 For further information, please see PULAK *et al.* 2015; JONES 2017; INGRAM 2018.

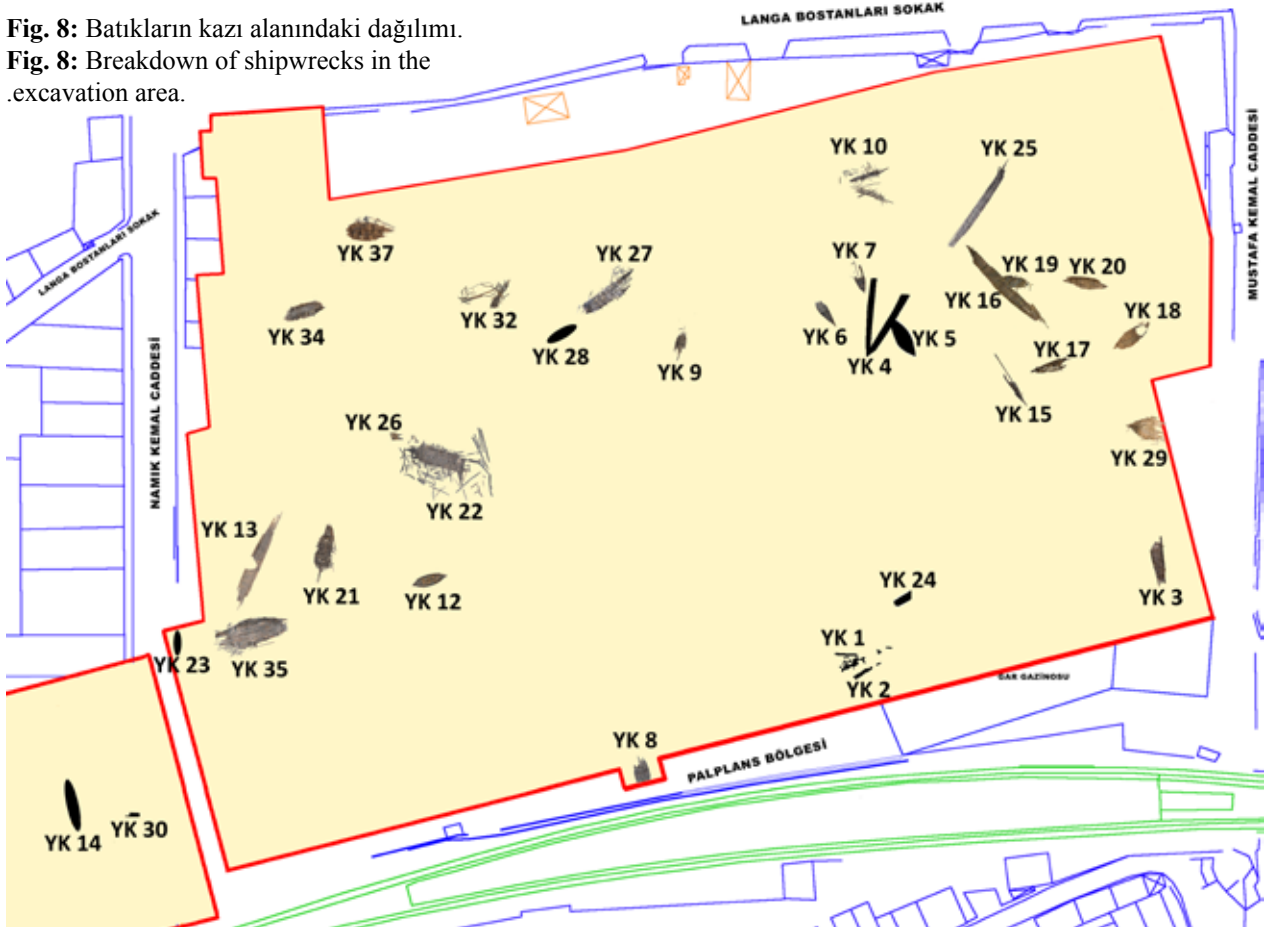
15 KIZILTAN 2010.



Fig. 7:
Yenikapı,
Neolitik
Dönem,
gömüt.

Fig. 7:
Yenikapı,
Neolithic
Period,
burial.

Fig. 8: Batıkların kazı alanındaki dağılımı.
Fig. 8: Breakdown of shipwrecks in the excavation area.



YENİKAPI BATIKLARI

Yenikapı kazılarında ele geçen 37 batık, Bizans İmparatorluğu'nun deniz ulaşımındaki çeşitliliğini gözler önüne sermektedir (Fig. 8). Zamanın dondurulmuş bir kesitini sunan Theodosius limanında bulunan farklı yüzyıllara tarihlenen gemiler, Akdeniz'de gemi yapım geleneklerinin gelişimine ışık tutmaktadır. VI. Leon'un yasaları arasında gemi yapımının yabancılara öğretilmesi ile ilgili bir yasağın yer aldığı bilinmektedir. Yasanın temeli: "Düşman kendisini bizden daha güçlü yapabilecek hiçbir nesneye sahip olmamalıdır." ilkesine dayanır. Bu çerçevede sadece ürünler değil hizmetler için de bir "yasaklama" söz konusu olabilmektedir. 10. yüzyılın son çeyreğinde, Epanagoge kanununda şöyle denmiştir: "Barbarlara gemi inşaatını öğretenler idam cezasıyla cezalandırılırlar".¹⁶

Yenikapı batıkları, kullanım amaçlarına göre temel olarak iki grupta ele alınabilir. Birinci grup 5.-11. yüzyıllardan kalma değişik boyutlardaki ticaret gemileriyle temsil edilmektedir. Kadırğa veya kürekli gemiler ise Yenikapı batıklarının ikinci grubunu oluşturmaktadır.¹⁷

¹⁶ BALASKA-SELENTI 1997.

¹⁷ Detaylı bilgi için bkz.: KOCABAŞ-ÖZSAİT KOCABAŞ 2013; KOCABAŞ 2015b; ÖZSAİT KOCABAŞ 2011; ÖZSAİT KOCABAŞ 2012; ÖZSAİT KOCABAŞ-KOCABAŞ 2008; TÜRKMEÑOĞLU 2012; 2017; GÜLER 2017; 2019.

YENİKAPI SHIPWRECKS

The 37 shipwrecks yielded during the Yenikapı excavations display diversity of maritime transportation during the Byzantine Empire (Fig. 8). Dating to different centuries, the shipwrecks found in the Harbor of Theodosius offer a frozen section in time, shedding a light on the evolution of shipbuilding traditions in the Mediterranean Region. It is known that teaching shipbuilding to foreigners was banned according to legislation of emperor Leon VI, which was based on the following principle: "The enemy should not own any object that can make the enemy stronger than us". In this context, the ban encompassed not only the products, but also services. In the last quarter of the 10th century, the *Epanagoge* states: "Whosoever teaches the barbarians to build ships will be liable to capital punishment".¹⁶ The Yenikapı shipwrecks can be categorized into two main groups based on their purpose of use. The first group is represented by the merchantmen of various sizes from the 5th to 10th centuries. Galleys and oared longships compose the second group of Yenikapı shipwrecks.¹⁷

¹⁶ BALASKA-SELENTI 1997.

¹⁷ For detailed information, please see KOCABAŞ-ÖZSAİT KOCABAŞ 2013; KOCABAŞ 2015b; ÖZSAİT KOCABAŞ 2011; ÖZSAİT KOCABAŞ 2012; ÖZSAİT KOCABAŞ-KOCABAŞ 2008; TÜRKMEÑOĞLU 2012; 2017; GÜLER 2017; 2019.

TİCARET GEMİLERİ

Bizans İmparatorluğu'nun tipik ticaret gemileri, Latin yelkenli, kış omuzlukta bulunan iki dümen küreği tarafından yönlendirilen, gövdeye yuvarlak bir görünüş veren kavisli baş ve kış bodoslamasına sahip, derin omurgası olmayan görece küçük gemilerdir. Bu durum 13. yüzyılın sonuna kadar Akdeniz'deki yelkenli gemilerde standart nitelik olarak kalmıştır. Yenikapı kazı alanında bulunan batıklar bu tanımın arkeolojik desteğini sağlamaktadır. İstanbul Üniversitesi'nin sorumlu olduğu ticaret gemileri, 5. yüzyıldan 10. yüzyıla kadar devam eden bir sürece ait, çeşitli boyut ve konstrüksiyonlardaki gemilerdir. Kendi aralarındaki boyutlarına göre küçük (YK 6, YK 7, YK 8, YK 9, YK 12, YK 18, YK 19, YK 20, YK 26, YK 30) olarak tanımladığımız gemilerin hepsi orta kesitinde düz, geniş döşekli ve yuvarlak karina dönüşüne sahiptir; biri hariç (YK 30 pimsiz zıvanalı birleştirmeye sahiptir) hepsi kavela kenar birleştirmesine sahiptir. Boyları 7 m ile 12 m arasında değişen bu gemiler, kısa mesafelerde ve kıyı denizciliğinde kullanılmış olmalıdır. Görece orta büyüklükte (YK 3, YK 10, YK 15, YK 21, YK 29, YK 31, YK 32, YK 34, YK 37) ve büyük (YK 17, YK 22, YK 27 ve YK 35) olarak grupladığımız ve olasılıkla açık denizde seyreden gemiler, ağır yük taşıyabilme özelliğine sahip kalın ve sık eğriler, iç kuşaklar gibi uzunlamasına güçlendirici elemanları olan gemilerdir. Kenar birleşimleri zıvanalı, kavelalı ve kenar birleştirmesiz olarak üç farklı çeşitte belirlenmiştir. Yenikapı kazı alanında dört gemi (YK 1, YK 3, YK 12, YK 35) yükü ile birlikte bulunmuştur.¹⁸ Gemilerin yükleri İstanbul Arkeoloji Müzeleri tarafından çalışılmaktadır.

KADIRGALAR

Yenikapı kazılarının en önemli kazanımlarından olan kadirgalar, Bizans metinlerinde galea olarak bahsedilen, tek sıra kürekli keşif gemileridir. Kadirgaların Bizans dönemine tarihlenen bu ilk arkeolojik örnekleri uzun, narin gövde yapıları, kürekçi oturakları, kürek delikleri ve kullanılan ahşap türü ile ticaret gemilerinden oldukça farklıdır. Kadirga kalıntıları sualtı arkeoloji çalışmalarında çok nadir olarak karşımıza çıkmaktadır. Ticaret gemileri yükün, amforaların, taş çapaların ve balans taşlarının altında korunurken, ortam şartlarına doğrudan maruz kalan kadirgalar ticaret gemilerine göre daha çok bozulmalara uğrayarak kolay yok olmaktadır. Bizans donanmasında kullanılan kadirgalar şimdiye kadar sadece ikonografik kaynaklardan takip edilmekte olduğundan, bulunan bu ilk öncü örnekler gemi inşa teknolojisinin incelenmesi açısından benzersiz bir imkân sunmuştur.

¹⁸ KOCABAŞ 2015a

MERCHANTMEN

Typical merchantmen of the Byzantine Empire were Lateen rigged, relatively small vessels, with two quarter-rudders at the stern, curving stems and sternposts that give the hull a round form, and shallow keels. This was a standard description for sailing ships across the Mediterranean Sea until the late 13th century. The shipwrecks uncovered at Yenikapı provide the archaeological evidence to support it. The merchantmen studied under the responsibility of İstanbul University represent ships of various sizes and construction methods spanning to a period from the 5th to the 10th centuries. All ships described as small compared to others in the assemblage (Vessels YK 6, YK 7, YK 8, YK 9, YK 12, YK 18, YK 19, YK 20, YK 26, and YK 30) have flat floor timbers with rounded bilges in the central parts; all but one (YK 30 has unpegged mortise-and-tenons) were edge-fastened with dowels. Their lengths vary from 7 to 12 m, and they were likely used for coastal seafaring over short distances. The group of medium-sized vessels (YK 3, YK 10, YK 15, YK 21, YK 29, YK 31, YK 32, YK 34, and YK 37) and large vessels (YK 17, YK 22, YK 27 and YK 35) were possibly navigating open seas, having a high load capacity, thick and frequent frames, and longitudinal reinforcement such as stringers. Three different types of edge joints were used for construction, including mortise-and-tendon joints, dowel joints, and no edge-fasteners. Four ships were recovered with their cargo in the Yenikapı excavation area (YK 1, YK 3, YK 12, and YK 35).¹⁸ Their cargo has been studied by the İstanbul Archaeological Museums.

GALLEYS

One of the most important achievements of the Yenikapı excavations are the recovery of ships with one row of oars, referred to as galea in Byzantine texts. By their long slender hulls, thwarts for oarsmen, oarports and types of timber, these first archaeological examples of the galleys dating to the Byzantine Period are distinguished from the merchantmen. Recovery of galley remains is very rare in marine archaeological surveys. While the merchantmen remain preserved beneath their cargo, amphoras, killicks, and ballasts, galleys that have been directly exposed to environmental conditions tend to decompose and disappear much easier than merchantmen. Since the galleys used by the Byzantine armada could only be traced in iconographical sources till now, these pioneering finds have provided a unique opportunity for examining their shipbuilding technology.

¹⁸ KOCABAŞ 2015a

Kadırgaların dar ve uzun gövde tasarımları, hafif ve esnek ahşapları, savaş gemilerinde istenen hız ve manevra kabiliyetini sağlamıştır. Yenikapı’da ele geçen 6 kadırgadan dördünün (YK 13, YK 16, YK 25, YK 36) yerinden kaldırma, belgeleme ve konservasyonunu İstanbul Üniversitesi ekibi üstlenmiştir. Bu kürekli gemilerin, Bizans vakanüvislerinin sözünü ettiği “galea” gemileriyle ilgili olduğu düşünülmektedir. Bu tür kadırgalar Bizans donanmasında İmparatorluk’un asıl savaş gemilerini oluşturan “dromon” tipi gemilere öncülük eden tek sıra kürekli keşif gemileridir.¹⁹ Kadırgalar üzerindeki çalışmalar henüz sonuçlanmasa da konstrüksiyonları hakkında ön veriler elde edilmiştir. YK 13, YK 16 ve YK 25’in ince uzun yapılı gövdelerinin boyu yaklaşık olarak 30 m, genişlikleri ise yaklaşık 4 m olarak hesaplanmıştır. Tek sıra kürekçi oturağına sahip kadırgalar, bir tarafında 25 küreği, toplamda 50 küreği bulunan çekirtili tarzı gemilerdir. YK 16 numaralı kadırganın detaylı incelemeleri sonunda belirlenen 16 adet yuvanın kürekçi oturaklarına ait oldukları anlaşılmıştır. Bunların merkezleri arasındaki uzaklık 90 ile 97 cm arasında değişmektedir. Böylece şimdiye kadar ikonografik örnekler üzerinden gelişen kürekçilerin oturma mesafelerine dair ilk bilimsel kanıtlar ortaya konmuştur.²⁰

KAZI VE ARAŞTIRMA

Limanın dolması sonucu karada ele geçen batıklar formları ve *in situ* duruşları ile tanımlanabilir durumdadır. Batıklara ait ahşap elemanların, orijinal gövde biçimleri, döşek ve posta kavisleri izlenebilmektedir. Çoğunun karina üzerine ve birkaçının da küpeştelere kadar yükselen kaplamaları, özellikle tasarımları hakkındaki bilgileri bütünleştirmemizi sağlarken, yapım teknikleri hakkında da şimdiye kadar bilinmeyen birçok veriye ulaşmamız mümkün olmuştur.²¹ İstanbul Arkeoloji Müzeleri tarafından belirlenen ve kazısı gerçekleştirilen batıklar, çalışmanın başlangıcında geçici bir çadır sistemi ile koruma altına alınarak, gemilerin ıslak kalmasını sağlayacak sprey sulama düzeneği ile donatılmıştır (Fig. 9). Çalışma için uygun koşulların oluşturulmasıyla birlikte batıkların detaylı temizlik ve belgeleme aşamalarına geçilmiştir. Tüm bu aşamalarda bozulma durumları yüksek olan gemi ahşaplarına fiziksel temastan kaçınılmış, bu amaçla batık üzerine köprü ve iskele sistemleri kurularak çalışmalar sürdürülmüştür (Fig. 10).

timbers seem to have enabled the desired speed and maneuverability in war ships. Lifting, documentation and conservation of four of the six galleys yielded during the Yenikapı excavations (YK 13, YK 16, YK 25, and YK 36) have been undertaken by the İstanbul University team. These oar-driven vessels are probably connected with “galea” mentioned in Byzantine texts, which represents single-bank scout ships that lead the way for the prime war ships called “dromons” in the Byzantine navy.¹⁹ Although studies on these galleys are still ongoing, we already have preliminary data on their construction techniques. The slender and long hulls of YK 13, YK 16 and YK 25 shipwrecks are around 30 m in length, and around 4 m in width. Galleys with single bank represent trireme type of ships with a row of 25 oars on each side, and a total of 50 oars. A comprehensive analysis on YK 16 showed that the 16 rowlocks are thwarts for oarsmen. The distance between the centers of these rowlocks vary from 90 to 97 cm. Thus, we have established the first scientific proofs on the distance of oarsmen’s banks, which was, up to now, based on iconographic examples.²⁰

EXCAVATION AND STUDIES

Shipwrecks yielded on land due to silting up of the harbor were identifiable by their forms and *in situ* conditions. The original hull forms, floor timbers, and futtock curves can be observed. Most of the shipwrecks with planking reaching the bottom of the vessel, and bulwarks in some cases helped us integrate the information about their design while providing many data on construction techniques hitherto unknown.²¹ The shipwrecks that were identified and excavated by the İstanbul Archaeological Museums have been temporarily protected under a tent, incorporating a water-spray system to keep them wet (Fig. 9). Upon creation of a suitable working environment, we started detailed cleaning and documentation procedures. During all these stages, direct physical contact with severely deteriorated timbers was avoided, and thus a scaffold system was installed over the shipwrecks to proceed with studies (Fig. 10).

19 PRYOR-JEFFREYS 2006.

20 KOCABAŞ 2012.

21 KOCABAŞ 2015b

19 PRYOR-JEFFREYS 2006.

20 KOCABAŞ 2012.

21 KOCABAŞ 2015b



Fig. 9: Batıklar üzerine kurulan geçici çadırlar.

Fig. 9: Temporary tents over the shipwrecks.



Fig. 10: Batıklarda kazı ve temizlik.

Fig. 10: Excavation and cleaning of the shipwrecks.

IN SİTU BELGELEME

Etiketleme batıkların omurgalarından başlayan, dizilim sekansına göre gerçekleştirilmiştir. Çizim, çalışmanın ilk yıllarında elektronik ölçü aletleri yardımıyla gerçekleştirilen el çizimi batık sayısının artmasıyla birlikte jeodezik cihazların kullanıldığı “Total Station” yöntemine yerini bırakmıştır. Sistematiğin dâhilinde batık üzerinden alınan referans noktalarının, bilgisayar ortamında birleştirildiği ve tamamen 3 boyutlu görüntülerin elde edildiği bir teknikle gerçekleştirilmeye başlanmıştır (Fig 11). Bu yöntemle ek olarak gemilerin gövde kısımlarını oluşturan kaplamalar, şeffaf asetat üzerine 1:1 ölçeğinde çizilerek detaylı olarak belgelenmektedir. Kaplamaların üzerine serilen asetat tabakalara, sabit kalemlerle kaplama hatları, parileler, çiviler, kalafat, macun, alet izleri değişik renk ve tarama şekilleriyle işlenmiştir (Fig 12).

Batıklara ait her bir ahşap elemanın *in situ* genel ve detay fotoğrafları çekilmiş; özellikle gemi yapım tekniklerini belirlemede önemli ipuçları veren ahşap elemanlar arasındaki konumsal ilişkiler, birleşme geçmeleri araziden kaldırma öncesi detaylı olarak fotoğraf ve video ile belgelenmiştir. Bu kayıtların yanı sıra ekibimiz tarafından tasarlanan özel raylı bir konstrüksiyon yardımı ile her batık için foto-mozaiik çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle, batığın büyüklüğüne göre 100-300 dijital fotoğraf karesi çekilerek, tüm fotoğraflar Adobe Photoshop programında birleştirilmekte, böylece gemilerin çok yüksek çözünürlükte ve doğrulukta tek bir görüntüsünü içeren ölçekli çıktısı elde edilmektedir (Fig 13).

Arazide kaldırma işlemine geçilmeden önce tüm görsel notlar; batıklara ait her bir ahşap elemanın tanımı, etiket numarası, krokisi, boyutları, bağlantı elemanları sayısı ve tanımları, orijinal geçmeleri, alet izleri, diğer ahşap elemanlara olan konumu vb. özellikleri, ekibimiz tarafından oluşturulan standart formlara kaydedilerek katalog haline getirilmiştir.²²

IN SITU DOCUMENTATION

Labelling of the timbers started from the keels, with sequential numbering. As the number of shipwrecks increased, the drawings initially made by hand using electronic measurement devices were replaced by the “Total Station” method using geodesic equipment. The new technique included reference points measured from the shipwreck and combined to obtain fully 3D images (Fig 11). In addition to this, the hull planks were documented in detail at 1:1 scale by drawing on a clear acetate. The outlines of the planks, scarfs, nails, caulking, pitch and tool marks were marked in different colors and hatching patterns on acetate sheets that were spread on the planks (Fig 12).

Both overall and individual photos of each timber were taken *in situ*; and, particularly connections, i.e., positional relationships between timber components, which provide important clues in determining ship construction techniques, were documented in detail by photography and filming before lifting. Furthermore, a photomosaic work was performed for each shipwreck using a specific rail system that was designed by our team. This method allowed combining 100 to 300 digital images, depending on the size of the shipwreck, using *Adobe Photoshop* so that a single image of the ships with a high resolution and accuracy was obtained (Fig. 13).

Before lifting, all visual observations, including characteristics such as description of each timber, tag number, sketch, dimension, number of fasteners and their descriptions, original scarfs, tool marks, and position with respect to other timbers were recorded on standard forms and catalogued.²²

22 ÖZSAİT KOCABAŞ 2008; ÖZSAİT KOCABAŞ 2010.

22 ÖZSAİT KOCABAŞ 2008; ÖZSAİT KOCABAŞ 2010.



Fig. 11: Total Station® destekli çizim çalışmaları.
Fig. 11: Drawings using Total Station® equipment.



Fig. 12: Kaplamaların 1:1 ölçekli asetat çizimleri.
Fig. 12: Full scale acetate drawings of planks.



Fig. 13: YK35 batığının foto-mozaiik çıktısı.
Fig. 13: Photo-mosaic printout of YK35 shipwreck.

BATIK ELEMANLARININ YERİNDEN KALDIRILMASI

Arazide belgeleme işlemlerinin tamamlanmasının ardından, gemileri oluşturan ahşap elemanların araziden kaldırılması prosedürü uygulanmıştır. Birleştirme detayı gözükmeyen parçaların ayrılması ile gemilerin yapım tekniklerinin ve konstrüksiyon detaylarının belirlenmesi, ayrıca konservasyon sırasında parçaların tümüne sağlamlaştırma ve koruma maddelerinin emdirilebilmesi amacıyla batık elemanlarının demonte edilmesine karar verilmiştir. Çalışmalarımızda genelde ilk olarak iç kaplamalar, kuşaklar, eğriler ve son olarak kaplamalar demonte edilerek araziden kaldırılmıştır. Bunun için demontaj aşamasının başlangıcında ayrılacak parçanın fiziksel birlikteliğini sağlayan demir çivi ve ahşap kavelalar uygun hassas yöntemlerle sökülmüştür.

NEGATİF KALIP YÖNTEMİ

Geliştirdiğimiz ve YK6 batığında uyguladığımız yöntemlerin ilki, negatif kalıplar inşa edilmesi idi. Hazırlanan bu konstrüksiyonlar geminin içine, kaldırılacak kaplama tahtalarının üzerine yerleştirildi ve strafordan yapılan “ataşlarla” tek tek sabitlendi. Ahşabın bozulma durumuna bağlı olarak 25 cm ile 50 cm arasında yerleştirilen straforların altından tüm kumun uzaklaştırılmasından sonra yerinden kaldırılmaya hazır hale gelen parçalar dikkatli bir döndürme operasyonu ile kaldırılarak straforlar söküldü. Çalışmanın en zor aşamalarından biri olan yerinden kaldırma işlemi, bu taşıyıcıların sabırla imal edilmesi neticesinde başarıyla gerçekleştirildi (Fig. 14).

LIFTING THE WOODEN ELEMENTS OF THE SHIPWRECKS

Following the completion of on-site recording, the timbers were lifted. It was decided to dismantle these components by separating the parts with invisible joining details in order to identify their building techniques and construction details as well as consolidation of all parts and impregnation of preservation materials during conservation process. Dismantling for lifting started with ceilings, stringers, and frames, and then ended with planking. To achieve this, the iron nails and wooden fasteners holding each component were removed at the beginning of the dismantling procedure using convenient methods with appropriate sensitivity.

NEGATIVE MOULD METHOD

An initial method developed and used for the YK6 shipwreck was the construction of negative moulds. These constructions were placed inside the vessel on top of the planking to be lifted and fixed individually by “clips” made of styrofoam. Depending on the degradation of the timbers, the parts that were ready to be lifted after removing all the sand at the bottom of the styrofoams placed between 25 to 50 cm were lifted by a careful twisting operation, and the styrofoams were removed. One of the most difficult phases of the study, lifting, was achieved as a result of construction of these carriers by patience (Fig. 14).



Fig. 14: YK6 batığı kaplamalarının kaldırılmasında kullanılan negatif kalıp yöntemi.

Fig. 14: Negative mould method used for removal of YK6's plankings.

KAPLAMA TAHTALARININ "L" FORMLU TAŞIYICILAR İLE KALDIRILMASI

Gövdeyi oluşturan kaplama sıraları "L" formlu ahşap destekler yardımıyla oluşturulan dış kalıplar kullanılarak yerinden kaldırılmıştır. Kaplamalar altındaki çamur ve kum dolgusu uzaklaştırılarak yerleştirilen "L" biçimli taşıyıcılar 5x10 cm kesitli ahşaplara vidalanarak sabitlenmiştir. Kaldırılan her bir kaplama sırası ayrı ahşap kasalar içinde muhafaza altına alınmıştır. "L" biçimli taşıyıcıların yanı sıra görece daha hassas parçalar için negatif kalıp yöntemi ya da epoksi kalıplar kullanılmıştır (Fig. 15). Uygulama, batıkların kaplamalarının kaldırılmasında temel yöntem olarak kullanılmıştır.

KALDIRMADA EPOKSİ İLE DESTEKLEME

Başta YK 12 batığının iç kaplamalarının kaldırılmasında, daha sonra kadirgaların ileri bozulmaya uğramış eğrilerinin yerinden alınmasında "epoksi gömlek" adını verdiğimiz uygulama kullanıldı. Geliştirilen yöntem çerçevesinde, ahşapları epoksi malzemeden korumak için ince alüminyum folyo serilmesi ile işe başlandı ve bunun üzerine epoksi malzeme uygulanarak kalıpları çıkartıldı. Hızlı katılaşıp özellikte olan Araldite® FC 52 (ABC) uygun oranlarda hazırlanarak alüminyum folyonun üzerine sürüldü ve ardından elyaf kumaş ile desteklendi.

LIFTING THE TIMBERS BY "L" SHAPED CARRIERS

The planking rows that make up the hull were removed using external moulds which were supported by "L" shaped wooden supports. The deposits of sand and mud underneath the planking were removed, and the "L" shaped carriers were screwed and fixed onto the timbers with a dimension of 5x10 cm. Each planking row was placed in individual wooden crates. In addition to "L" shaped carriers, negative mould method or epoxy moulds were used for relatively sensitive parts (Fig. 15). This procedure represented the main method used for lifting the planks of the shipwrecks.

EPOXY SUPPORT FOR LIFTING

We used a method called "epoxy covering" initially for removing the internal planks of the YK12 shipwreck, and then removing the severely decomposed frames of the galleys. In this method, a thin layer of aluminum foil was spread on the timbers to protect them from the epoxy material, and then epoxy was applied on them to obtain their moulds. A rapid setting hardener (Araldite® FC 52, ABC) was prepared in appropriate ratios, and applied on the aluminum foil, and then supported by fiber textile. Following a polymerization period of 8 to 10 minutes, a thin framework was placed into the epoxy covering which took the shape of the timber. This thin framework was attached to the mould again with the help of epoxy.



Fig. 15: Pek çok batığın kaplama tahtalarının desteklenerek kaldırılmasında kullanılan “L” profil yöntemi.
Fig. 15: L” shaped carrier method used in many shipwrecks as supports during removal of plankings.



Fig. 16: İlk olarak YK12 batığının iç kaplamalarının kaldırılmasında kullanılan epoksi kalıp yöntemi.
Fig. 16: Epoxy mould method used for the first time for lifting YK12’s ceiling.

Katılma süresi olan 8-10 dakikanın ardından ahşabın formunu alan epoksi gömlek içine ince bir iskelet yerleştirildi. Bu ince iskelet yine epoksi yardımı ile kalıba tutturuldu. Hazırlanan taşıyıcı kalıplar ahşap üzerine yerleştirilmeden önce çok ince sentetik tekstil kuşaklar altından geçirildi. Ardından, hazırlanan taşıyıcı kaldırılacak parçanın üzerine yerleştirildi ve alttan geçirilen tekstiller taşıyıcı konstrüksiyonun üzerine düğüm atılarak bağlandı ve formları %100 korunarak yerinden kaldırılabildi (Fig 16).

KÜTLE OLARAK KALDIRMA

İç kaplama, eğri ve kaplama tahtalarının tek tek ayrılarak kaldırılmasının yanı sıra, özel bir teknik sayesinde, YK 6 teknesinin omurga ve omurgaya bağlı altı adet kaplaması birbirinden ayrılmadan, kütle olarak yerinden kaldırıldı. Arkeolog-Restoratör Yüksel Dede'nin katılımıyla yürütülen çalışmalar, teknenin mevcut kalıntısının etrafının 1 m genişliğinde ve 1 m derinliğinde kazılmasıyla başladı. Kazılmış olan batığın etrafına 10x10 cm kesitli ahşap bir iskelet giydirildi. Daha sonra teknenin baş kısmından başlayarak altındaki kum 25 cm'lik bölümler halinde temizlendi. Teknenin açılan kısmının alt ve üst profilleri kendi hazırladığımız büyük ölçekli bir profil tarağı ile 1:1 oranında çıkartılarak 5 cm kalınlığındaki yoğun strafora çizildi. Strafor üzerine çizilen teknenin alttan ve üstten kesitleri dekupaj testere yardımı ile dikkatle kesildi. Hazırlanan strafor, teknenin altından uzaklaştırılan 25 cm'lik boşluğa yerleştirildi ve ardından batığın etrafına kurulan 10x10 cm'lik ana konstrüksiyona raptedildi. Daha sonra teknenin iç profili aynı yöntemlerle hazırlanan strafor ile desteklendi. Böylece, sediment üzerinde yatan tekne 25 cm'de bir strafor yerleştirilerek, üzerinde bulunduğu kum tabakadan, tamamen strafor destekli ve dolayısıyla kütle olarak taşınacağı ahşap konstrüksiyon üzerine alınmış oldu. Konstrüksiyonun taşıyıcılığını artırmak üzere yan taraflarına ve üzerine dikme ve çapraz destekler atıldı. Bu sayede, meraklı bakışlar altında teknenin kalan kısmı havuza taşınarak koruma altına alındı (Fig 17).

Before the carrier mould was placed on the timber, very thin synthetic textile belts were inserted under it. Afterwards, the carrier was placed on the part to be lifted, tying the textiles inserted by knots on the carrier construction so that they were lifted by preserving their forms for 100% (Fig 16).

LIFTING AS A SINGLE MASS

In YK6, in addition to separation and lifting of the ceilings, frames and plankings one by one, the keel and six plankings of the keel were lifted as a mass thanks to a special technique. The excavations were carried out with the participation of archeologist/restaurateur Yüksel Dede and initiated with excavation of the remains of the ship 1 m wide and 1 m deep. The excavated wreck was dressed by a 10x10 cm wooden framework. Then, the sand underneath the ship was cleaned in 25 cm sections, starting from the bow. The top and bottom profiles of the exposed part were drawn in full scale by a custom-made large-scale profile gauge on a 5 cm thick dense Styrofoam. The bottom and top cross-sections drawn on Styrofoam were carefully cut using a jigsaw. The styrofoam was placed in the 25 cm space that was removed from the bottom of the ship, and then fastened to the main construction of 10x10 cm built around the wreck. Afterwards, the inner profile of the ship was supported by styrofoam using the same method. Thus, styrofoams were placed at each 25 cm for the shipwreck lying on the sediment, allowing to take it from the layer of sand onto a wooden construction, fully supported by styrofoam, which would enable to transport it in one piece. In order to increase the stability of the construction, we placed posts and cross supports on the sides and the top. By this means, the remaining part of the shipwreck was moved to the pool for preservation under curious eyes (Fig 17).



Fig. 17: YK6 batığının omurga ve alt kaplamalarının kütle kaldırma yöntemi ile araziden kaldırılması.

Fig. 17: Lifting YK6's keel and bottom planking from the excavation area as a single mass.

HAMBURGER YÖNTEMİ

YK 3 batığının çok yumuşamış ve bazen de kırılmanlaşmış eğrileri bir ya da iki tarafından desteklenerek yerinden kaldırıldı. Destek malzemesinin eğriler ile aynı profile olması için tarafımızca alüminyumdan bir profil tarağı imal edildi. Tarak yardımı ile alınan bu ölçümler 1 cm kalınlığında su kontrplağına çizildi ve dekupaj testere yardımı ile kesildi. Çok bozulmamış eğriler sadece bir tarafından hazırlanan kontrplak yardımı ile desteklenerek kaldırıldı.

Yavaş yavaş kontrplak üzerine eğilen döşekler kasa içine güvenle yerleştirildi. Bozulmuş durumdaki eğrilerin kaldırılması için arka ve ön tarafa kesilen su kontrplakları yerleştirildi. Böylece iki kontrplak arasında kalan eğri, bizim hamburger yöntemi olarak adlandırdığımız teknikle desteklenerek yerinden kaldırılabilirdi (Fig 18).

Ekibimiz tarafından geliştirilen söz konusu yöntemler batığın arazideki konumu ve korunma durumu dikkate alınarak tercihen uygulanmıştır. Kullanılan yöntemlerin ortak amacı ahşap elemanların orijinal açıların ve endazenin mümkün olduğu kadar korunmasıdır. Uzun sürecek konservasyon prosedüründe ahşap elemanların şekilsel deformasyonunun da önüne geçen taşıyıcı konstrüksiyonlar ayrıca değişik amaçlarla ahşapların nakliyesinde de çok faydalı olmuştur. Demonte edilen ve ölçülerine göre imal edilen kasalar içine yerleştirilen desteklenmiş gemi elemanları, İÜ Yenikapı Batıkları Araştırma Merkezi'nde ve bu laboratuvarın yakınındaki diğer bir alanda inşa edilmiş tanklarda koruma altına alınmıştır (Fig. 19). Havuzların üzeri, direkt güneş ışığına karşı çatı ile kapatılmıştır (Fig 20).²³

KAZI SONRASI BELGELEME

Batıkların çizim ve değerlendirme çalışmaları 2000 m² açık, 300 m² kapalı alanı olan "İÜ Yenikapı Batıkları Uygulama ve Araştırma Laboratuvarı"nda sürdürülmektedir. Merkez, ahşap elemanların temizliği ile geçici depolama için bir su havuzunun bulunduğu ıslak alan ve el çizimi, görsel değerlendirmeler, bilgisayar destekli çizim, bilgisayar ortamında bilgi depolama vb. çalışmaların yapılacağı kuru alan olarak iki ana bölüme ayrılmıştır. *In situ* pozisyonda birleştirme detayları görülemeyen ahşap gemi elemanları, demonte edildikten sonra laboratuvar ortamında rekonstrüksiyon projelerinin hazırlanması amacıyla detaylı olarak belgelenmektedir. Batık elemanlarının her biri ayrı ayrı genel ve makro çekimlerle fotoğraflanmaktadır. Ahşap elemanların katalog çalışmasına laboratuvar ortamında da devam edilir.

23 Detaylı bilgi için bkz: KOCABAŞ-YILMAZ 2008; KOCABAŞ vd. 2012; KOCABAŞ-TÜRKMENOĞLU 2009; KOCABAŞ 2015a.

THE HAMBURGER METHOD

The soft and sometimes fragile frames of the YK 3 shipwreck were removed by supports on one or two sides. We built an aluminum profile gauge in order to enable the support material to have the same profile with the frames. The measurements obtained by the gauge was drawn on a 1 cm thick water plywood and cut by a jigsaw. Almost intact frames were removed with the help of plywood from one side only. The floor timbers which were slowly leaning over the plywood were safely placed in the crates. For lifting the distorted frames, water plywoods were placed on the back and front in order to lift the frame which remained between two plywoods to support it using a technique we called the "hamburger method" (Fig 18). The methods developed by our team were preferably used taking the location and preservation status of the shipwreck into consideration. The common goal of these methods was to preserve the original curvature and line plan of the timbers as much as possible. These carriers which prevented physical deformation of the timbers during the long-term conservation procedure also proved to be very useful during transportation of the timbers for different purposes. The dismantled and supported timbers, which were placed in crates custom-built to their dimensions were stored in tanks at the İU Yenikapı Shipwrecks Research Center and in another area near the laboratory (Fig. 19). The tanks were topped by a roof to protect them from direct rays of the sun (Fig 20).²³

POST-EXCAVATION DOCUMENTATION

Drawings and evaluation work for shipwrecks are carried out at the İU Yenikapı Shipwrecks Research Laboratory with an outdoor area of 2000 m² and an indoor area of 300 m². The centre is arranged in two sections, including a wet area where there is a working tank for cleaning and temporary storage of timbers, and a dry area where works such as manual drawing, visual evaluation, computer-aided drawing, and digital information storage are performed. The timbers with invisible joints under *in situ* conditions are documented in detail after dismantling in order to proceed with the reconstruction project in the laboratory. Each item is documented individually by standard and macro shots. Compilation of catalogue for timbers continues in the laboratory, as well. Features including tiller, angles of deadrise, dimensions and types of fasteners are recorded on standard forms.

23 Please see KOCABAŞ-YILMAZ 2008; KOCABAŞ *et al.* 2012; KOCABAŞ-TÜRKMENOĞLU 2009; KOCABAŞ 2015a for further information.



Fig. 18: Eğrilerin kaldırılmasında uygulanan “hamburger” yöntemi.
Fig. 18: The “Hamburger method” used for lifting frames.



Fig. 20: Tuzdan arındırma ve emdirme aşamalarında kullanılan paslanmaz çelik havuz
Fig. 20: Wooden crates in the excavation tent where the dismantled timbers of shipwrecks are kept.



Fig. 19: Demonte edilen batık ahşaplarının kazı çadırında tutulduğu ahşap kasalar.
Fig. 19: Stainless steel tank used for desalination and impregnation phases.

Kol dönüşü, gövde altı açıları, bağlantı elemanlarının boyutları ve niteliği gibi özellikler standart formlara işlenmektedir. Laboratuvarında belgeleme çalışmasının en önemli aşaması ise her bir parçanın 3D digitizer ölçüm cihazı (FaroArm) ile bilgisayar ortamına aktarılmasıdır. Türkiye’de arkeoloji alanında ilk defa ekibimiz tarafından kullanılan Faro Arm cihazı ile ahşap elemanlar üzerinde gemi yapım tekniklerinin belirlenmesinde referans olabilecek alet izleri, kesit ve plan görünüşleri, ahşap ve metal bağlantı elemanları, ahşap damarları, tahrip olmuş kısımlar cihaz ile farklı renklerde kaydedilerek Rhinoceros programı yardımıyla 3 boyutlu olarak belgelenmektedir (Fig 21a, b). Elde edilen bilgiler ışığında batıkların konstrüksiyon özelliklerinin daha iyi anlaşılması ve rekonstrüksiyon projesinin hazırlanması amacıyla İÜ Edebiyat Fakültesi Gemi Konservasyon ve Rekonstrüksiyon Laboratuvarı’nda batıkların ölçekli araştırma modelleri yapılmaktadır.²⁴

The most significant phase of the laboratory documentation is the digitalization of data for each part by means of a 3D digitizer measurement system (FaroArm®), which was used for the first time in archaeology in Turkey by our team. It allows recording of tool marks, cross-section and plan views, wooden and metal fasteners, wood grains and damaged areas, which can serve as a reference in determining shipbuilding techniques, in different colors, and documented in 3D using the Rhinoceros® software (Fig 21a, b). Based on the available information, scale search models of the shipwrecks are being developed at the Ship Conservation and Reconstruction Laboratory of the Faculty of Letters, Istanbul University in order to better understand their construction features and to prepare their reconstruction project.²⁴

24 ÖZSAİT KOCABAŞ 2013; ÖZSAİT KOCABAŞ 2018.

24 ÖZSAİT KOCABAŞ 2013; ÖZSAİT KOCABAŞ 2018.



Fig. 21a: Gemi inşa incelemeleri.
Fig. 21a: Studying ship construction.



Fig. 21b: YK12 batığının dijital çizimi.
Fig. 21b: Digital drawings of YK12.

KONSERVASYON

Konservasyon çalışmalarının nihai hedefi bu önemli koleksiyonun bilimsel prosedürlere en uygun şekilde korunarak, batıkların müze ortamında sergilenmeye hazır hale getirilmesidir.²⁵ Batıkların konservasyon prosedürü ahşap elemanların suya doymuş durumda olmaları sebebiyle arazide belgeleme işleminden önce fiilen başlamaktadır. Bu amaçla tüm batıklar güneş ışığı vb. dış etkilere koruma amacıyla kurulan geçici çadırlar içinde muhafaza edilmekte, belgeleme ve araziden kaldırma çalışmaları belirtildiği üzere bu çadırlar içinde devam etmektedir. Ahşap elemanlar kurumaya bağlı çekme ve çatlamaların önlenmesi için koruma çadırları içine yerleştirilen spreyle sulama sistemiyle ıslak tutulmakta ve %100 bağıl nem ortamı sağlanmaktadır.

DEPOLAMA VE TUZDAN ARINDIRMA

Yenikapı Batıkları Projesi kapsamında çalışılan batıklara ait suya doymuş ahşapların kaldırılmasında ahşapların durumlarına göre özel olarak geliştirilen pek çok farklı teknik kullanılmış ve kaldırma çalışmaları başarılı olarak 2013 yılında tamamlanmıştır. Belgeleme çalışmaları tamamlanarak yerlerinden demonte edilen batık ahşapları İstanbul Üniversitesi Yenikapı Batıkları Projesi Uygulama ve Araştırma Laboratuvarı'nda inşa edilen paslanmaz çelik havuzlarda muhafaza edilmektedir (Fig. 20). Yenikapı batıklarına ait ahşapların depolandığı 20 ile 50 ton arasında su taşıma kapasitesine sahip toplam 46 batık havuzu bulunmaktadır. Konservasyon kapsamında sürdürülen tuzdan arındırma ve emdirme çalışmaları da korozyon direncinin yüksek olmasından dolayı genellikle bu paslanmaz çelik havuzlarda gerçekleştirilmektedir.

25 KOCABAŞ 2015a, 158-160.

CONSERVATION

The ultimate goal of the conservation procedure is to preserve this important collection in accordance with scientific procedures, and to prepare the shipwrecks for displaying in a museum.²⁵ The conservation procedure of the shipwrecks, in fact, starts before on-site documentation as the wooden elements are waterlogged. For this, all shipwrecks are protected in temporary tents to shield them from external factors such as sunlight, etc., and documentation and lifting are carried out within these tents. The timbers are kept wet to protect them from drying shrinkage and cracking by a sprinkler system installed in the tents, and thus a 100% relative humidity is maintained.

STORAGE AND DESALINATION

For removal of the waterlogged timbers of the shipwrecks within the scope of the Yenikapı Shipwrecks Project, we used many different techniques that were specially developed depending on the conditions of the timbers, and lifting procedures were successfully completed in 2013.

25 KOCABAŞ 2015a, 158-160.

Batıkların muhafaza edildiği bir havuzdaki tuz miktarı, ilk aşamada ortalama 1000 ppm'in üzerinde ölçülmektedir. Bu aşamada batıklar üzerinde ilk olarak çeşme suyu kullanılmaktadır. Çeşme suyu tuz değeri yaklaşık 380 ppm olarak ölçülmektedir. PEG emdirme ile konservasyonuna devam edilecek ahşaplarda çeşme suyu ile tuzdan arındırma işlemi devam etmektedir. Konservasyon amacıyla melamin formaldehit reçinesinin kullanılacağı ahşaplarda ise bu aşamadan sonra deiyonize su ile tuzdan arındırma işlemi devam etmektedir. Yaz aylarının oldukça sıcak geçtiği özellikle Türkiye gibi ülkelerde organik eserlerin tuzdan arındırma ve emdirme çalışmalarında karşılaşılan en büyük sorunlardan bir tanesi, batık havuzlarında görülen mantar ve bakteri oluşumlarıdır. Mantar ve bakteri oluşumu dışında Yenikapı batıklarında tuzdan arındırma çalışmaları esnasında ahşaplar üzerinde *Asellus sp.* varlığı da tespit edilmiştir. Tuzdan arındırma esnasında biyolojik aktivasyona karşı Acticide SPX (5-chloro-2-methyl-4-iso-thiazolin-3-one ve 2-methyl-2H-isothiazol-3-one) sıvı biyosit 1/1000 oranında tank içerisine ilave edilmektedir.²⁶

DEMİR VE BİLEŞİKLERİNİN TEMİZLİĞİ

Yenikapı'da pek çok gemide konservasyon öncesi yapılan incelemelerde ahşaplar üzerinde gemi elemanlarının birleştirilmesinde kullanılan demir çivilerden kaynaklı demir korozyon ürünleri tespit edilmiştir (Fig. 22). Ayrıca mekanik ve kimyasal temizlik işlemleri gerçekleştirilmeyen bazı ahşaplarda yüksek oranda demir ve sülfürün varlığı Taramalı Elektron Mikroskopu Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi (SEM-EDX) analizleri ile de belirlenmiştir (Fig. 23).

26 KILIÇ-KILIÇ 2019a.



Fig. 22: Yenikapı 16 numaralı batık ahşaplarında demir korozyonu.

Fig. 22: Iron corrosion on the timbers of Yenikapı 16 shipwreck.

The timbers of the wrecks which were dismantled following completion of the documentation procedures have been preserved in stainless-steel tanks that were custom-built in the Yenikapı Shipwrecks Project Application and Research Laboratory of the Istanbul University (Fig. 20). For storage of the timbers from the shipwrecks, the laboratory has 46 tanks with a capacity of 20 to 50 tones of water. The desalination and impregnation procedures as part of the conservation process are usually carried out in these stainless-steel tanks due to their high resistance to corrosion.

The amount of salt contained in a tank is initially measured above an average of 1000 ppm. During this stage, tap water is used first as part of the desalination process for shipwrecks. The salinity of tap water is around 380 ppm. For timbers which will undergo conservation process by PEG impregnation, desalination procedure continues using tap water. For timbers which will undergo treatment with melamine formaldehyde for conservation, desalination procedure continues with distilled water after this stage. In countries, like Turkey, where it is hot in summer, formation of fungi and bacteria is one of the biggest problems encountered during the desalination and impregnation procedures of organic materials. Other than fungi and bacteria, *Asellus sp.* was also identified on timbers during the desalination procedure of the Yenikapı shipwrecks. Thus, a liquid biocide (Acticide SPX, 5-chloro-2-methyl-4-iso-thiazol-3-one and 2-methyl-2H-isothiazol-3-one) is added to the tanks at a concentration of 1/1000 against biological activity.²⁶

CLEANING OF IRON AND ITS COMPOSITES

Iron corrosion products due to corrosion of iron nails used for fastening of ship components were identified during analyses performed prior to conservation on many of the Yenikapı shipwrecks (Fig. 22). Furthermore,

26 KILIÇ-KILIÇ 2019a.

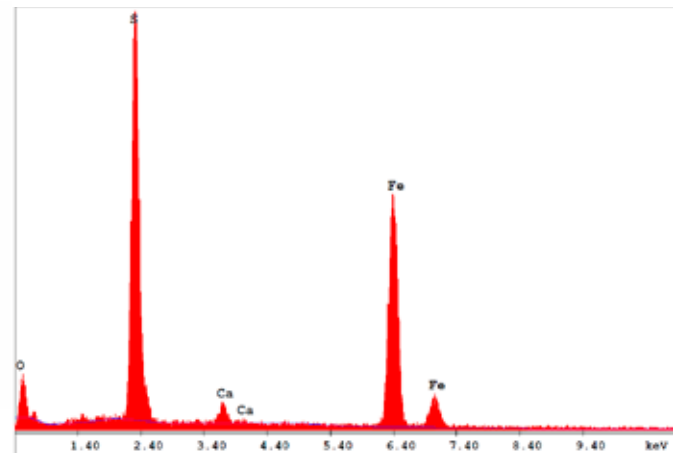


Fig. 23: SEM-EDX ile batık ahşaplarında tespiti gerçekleştirilen elementler.

Fig. 23: Elements identified in timbers by SEM-EDX.

Yenikapı'daki PEG ön-emdirmesi sonrası vakumlu dondurarak kurutma yönteminin uygulanacağı tüm batıklarda, demir ve bileşiklerinin gemi ahşaplarına zarar vermesini önlemek için tüm korozyonlu alanlar önce mekanik olarak temizlenmektedir. Yapılan mekanik temizliğin ardından %5 disodyum EDTA ve %5 oksalik asitten (w/v) oluşan bir çözelti ile bu alanlara tampon yapılmakta ve temizlik işlemi tamamlanarak ahşaplar saf su içerisinde bekletilmektedir (Fig. 24)²⁷. Demir ve bileşiklerinin temizliği işlemi genellikle tuzdan arındırma süreciyle paralel olarak gerçekleştirilmektedir.²⁸

EMPRENYE

Batık ahşaplarının kuruma sonrası çekmeye uğramaması ve yapısındaki fiziksel ve mekanik özelliklerinde bir kayıp yaşanmaması için kırılgan durumda bulunan hücre yapısına, burada anlatılan çalışmalar tamamlandıktan sonra PEG ve melamin formaldehit reçinesi emdirilmektedir. Ayrıca kimi batık ahşaplarının durumu göz önünde bulundurularak PEG emdirme sonrasında kontrollü kurutma çalışmalarının da koruma sürecinin bir parçası haline gelmesi amaçlanmıştır. Dolayısıyla laboratuvar bünyesinde kontrollü kurutma uygulamaları için de gerekli altyapının oluşturulmasına çalışılmaktadır.

Scanning Electron Microscope Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDX) analyses showed the presence of large amounts of iron and sulfur on some of the timbers before mechanical and chemical cleaning. (Fig. 23).

After PEG pre-impregnation, in all Yenikapı shipwrecks in which vacuum freeze drying will be applied, all corroded areas are first mechanically cleaned to prevent iron and its iron composites from damaging the timbers. Following the mechanical cleaning, these areas are buffered with a solution consisting of 5% disodium EDTA and 5% oxalic acid (w/v) and after completion of the cleaning process, the timbers are kept in distilled water (Fig. 24).²⁷ The cleaning process of iron and its compounds is usually carried out simultaneously with the desalination process.²⁸

IMPREGNATION

PEG and melamine formaldehyde resin is impregnated into the fragile cell structure in order to prevent shrinkage of shipwreck's timbers after drying and to prevent any loss of physical and mechanical properties in its structure. In addition, taking the condition of some of the shipwreck's timbers into consideration, we also aimed to make controlled drying after PEG impregnation an integrated part of the conservation process. Therefore, the laboratory is trying to establish the required infrastructure for controlled drying applications.

27 KILIÇ 2017a.

28 JONES 2003

27 KILIÇ 2017a.

28 JONES 2003



Fig. 24: Demir ve bileşikleri için gerçekleştirilen temizlik uygulaması.

Fig. 24: Cleaning procedure applied on iron and iron composites.

POLIETİLEN GLİKOL (PEG)

Batık ahşaplarının dondurarak kurutma öncesi emdirme çalışmalarında kullanılacak PEG molekül ağırlığına karar verme aşamasında, ahşapların yoğunluk ve maksimum su içerikleri göz önünde bulundurulmuş temel noktalar olmaktadır. Ahşaplara emdirme amacıyla PEG 400-2000-3000-3350-4000 kullanılmaktadır. Emdirme, laboratuvarımızda bulunan paslanmaz çelik tanklarda gerçekleştirilmektedir. Örnekler üzerinde gerçekleştirilen analizler batık ahşaplarının yoğunluklarının 0,09 ile 0,50 g/cm³ arasında değiştiğini göstermektedir. Ahşabın bozulma durumu arttıkça emdirilen PEG'in molekül ağırlığı da yükselmektedir. Yoğunlukla tek bir molekül ağırlığındaki PEG'in emdirildiği uygulama tercih edilmesine rağmen farklı yoğunluk değerlerine sahip ahşaplarda farklı molekül ağırlığına sahip PEG'in karıştırılarak emdirildiği uygulamalar da gerçekleştirilmektedir.²⁹

Yenikapı batıklarına ait ahşaplarda meydana gelebilecek ozmotik çökmeyi önlemek için PEG ilk aşamada %10'un altında, düşük konsantrasyonda hazırlanarak emdirilmektedir. Yaklaşık iki yıl içerisinde ön-emdirme işlemi için gereken % 0-45 konsantrasyona ulaşılmaktadır. Yonga şeklinde olan PEG'in su içinde çözünmesi, imal ettiğimiz devir daim sistemi ile gerçekleştirilmektedir (Fig. 25).³⁰ Bu sistemde tankın içerisine yerleştirilen özel bir bölmeye katı durumda bulunan PEG dökülmektedir. Havuzdan tanka dolan su PEG'i çözerek sulu çözeltiyi tekrar havuza aktarmaktadır. Devir daim tankının bu özelliğinden faydalanılarak biyolojik aktivasyona karşı kullanılan biyosit de aynı teknikle havuzlara karıştırılmaktadır. Emdirme aşamasında biyolojik aktivasyonun arttığı dönemlerde Acticide SPX biyosit olarak 1/1000 oranında tank içerisine ilave edilmektedir.

Yenikapı batıklarında batık ahşapları için temel koruma uygulaması PEG, ön-emdirme sonrası kullanılan vakumlu dondurarak kurutma yöntemidir. Bu alanda yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde emdirme tankında PEG 2000 kullanılan ahşaplarda final konsantrasyonunun %45 olmasına karar verilmiştir. Kurutma işlemi, vakumlu dondurarak kurutma ile gerçekleştirilecekse söz konusu konsantrasyon oldukça önemlidir.³¹

POLYETHYLENE GLYCOL (PEG)

Basically, the density and the maximum water content of the timbers are taken into consideration for determining the appropriate molecular weight of PEG to be used for impregnation before freeze drying. We use PEG 400-2000-3000-3350-4000 for impregnation procedure, which is carried out in stainless steel tanks in our laboratory. Analyses on samples showed that the densities of timbers vary from 0.09 to 0.50 g/cm³. As the deterioration condition of wood increases, the molecular weight of the impregnated PEG also increases. Although mainly impregnation with a PEG of single molecular weight is preferred, there are some applications where PEG with different molecular weights is mixed and impregnated into timbers with different densities.²⁹

In order to prevent any osmotic collapse that may occur in the timbers of Yenikapı shipwrecks, initially PEG with a low concentration, i.e. below 10% is impregnated. A 0 to 45% concentration required for pre-impregnation is reached within about two years. Dissolution of PEG, which is in the form of flake, sometimes granule, in water is carried out by a recirculation system we manufactured (Fig. 25).³⁰ In this system, PEG in solid state is poured into a special compartment placed in the tank. The water filling the tank from the pool dissolves the PEG and transfers the aqueous solution back to the pool. Taking advantage of this feature of the circulation tank, the biocide used against biological activation is mixed into the pools using the same technique. Acticide SPX is added into the tank as a biocide at a rate of 1/1000 during the periods when biological activation increases during the impregnation phase.

The main conservation method used for the timbers of Yenikapı shipwrecks is PEG pre-impregnation followed by a vacuum freeze drying method. Based on an evaluation of the outcomes, we decided to have a final concentration of 45% for timbers treated with PEG 2000 in the impregnation tank. If drying is to be carried out by vacuum freeze drying, this concentration is critical.³¹

29 KILIÇ 2017b

30 Bu sistem, laboratuvarımızda kullandığımız pek çok ekipmanı kendilerinden esinlendiğimiz, Danimarka Ulusal Müzesi-Suya Doymuş Ahşap Konservasyon Laboratuvarında Dr. Poul Jensen ve Kristiane Strætkvern tarafından kullanılan karıştırıcının benzeri olarak imal edilmiştir.

31 JENSEN vd. 2002.

29 KILIÇ 2017b

30 This system, like many other equipment that we are currently using in our laboratory, was produced similar to mixer used by Dr. Poul Jensen and Kristiane Strætkvern of Denmark National Museum's Waterlogged Wood Conservation Laboratory, who became a source of inspiration for us.

31 JENSEN *et al.* 2002.



Fig. 25: Devir daim tankı ile PEG emdirme işlemi.

Fig. 25: PEG impregnation procedure with circulation tank.

EMPRENTE SÜRECİNİN KONTROLÜ

Emdirme işleminden sonra ahşaptaki kimyasalın dağılımının görüntülenmesi ve ahşaptaki varlığının tespiti, yöntemin başarılı olup olmadığını anlayabilmek için oldukça önemlidir.³² Bu amaçla emdirme sürecinde ahşaplardan örnekler alınarak Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) ve Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR) analizleri gerçekleştirilmektedir. PEG'in ahşap boşluklarındaki dağılımın anlaşılabilmesi için SEM kullanılmaktadır.³³ Proje kapsamında, İstanbul Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümünde bulunan FEI Quanta 450 FEG-EDS model SEM'den faydalanılmıştır. Söz konusu görüntülemeler vakumlu dondurarak kurutma sonrasında da gerçekleştirilmektedir. Elde ettiğimiz bu görüntüler PEG'in ahşaplara homojen bir şekilde dağılım gösterdiğini ortaya koymuştur (Fig. 26).

FTIR analizi, ahşap malzemede onun tüm bileşenlerini aynı anda analiz etmeye olanak tanıyan kullanışlı bir tekniktir.³⁴ Buna ek olarak, emdirme işlemine alınmış ahşaplardan alınan örneklerdeki PEG varlığı, FTIR ile değerlendirilmektedir.³⁵ Bu işlem için ahşaplardan alınan örnekler, İstanbul Üniversitesi Kimya Mühendisliği bölümünde bulunan Perkin Elmer Spectrum One FTIR spektrometresi ile analiz edilmektedir (Fig. 27).

CONTROL OF IMPREGNATION PROCESS

After the impregnation process, monitoring the distribution of the chemical and detection of its presence in the wood is very important to understand whether the method is successful or not.³² For this purpose, timbers in the impregnation process are sampled to perform analyses using Scanning Electron Microscope (SEM) and *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). SEM is used to analyze the PEG distribution in the cavities of timbers.³³ For this project, we used the FEI Quanta 450 FEG-EDS in the Chemical Engineering Department at Istanbul University. The above-mentioned scanning is also performed following the vacuum freeze drying process. The images showed that PEG homogeneously penetrated into the timbers (Fig. 26).

FTIR analysis is a technique that allows simultaneous analysis of all the composites available in the timber.³⁴ Additionally, presence of PEG in the embedded timbers is also evaluated by FTIR.³⁵ The samples taken from the timbers for this procedure are analyzed with the Perkin Elmer Spectrum One FTIR spectroscopy at the Chemical Engineering Department of Istanbul University (Fig. 27).

32 KILIÇ-KILIÇ 2019b.

33 JENSEN vd. 2002.

34 FORS-RICHARDS 2010.

35 ENGLISH HERITAGE 2010; PUCETAITE 2012.

32 KILIÇ-KILIÇ 2019b.

33 JENSEN *et al.* 2002.

34 FORS-RICHARDS 2010.

35 ENGLISH HERITAGE 2010; PUCETAITE 2012.

Ahşaplardan elde edilen SEM görüntüleri ile birlikte gerçekleştirilen FTIR analizlerinin sonuçları bir arada değerlendirilmekte ve emdirme işleminin durumu tespit edilebilmektedir. Bu aşamadan sonra süreç ahşapların vakumlu dondurarak kurutma cihazında işleme alınması ile devam etmektedir.

VAKUMLU DONDURARAK KURUTMA

İstanbul Üniversitesi Yenikapı Batıkları Projesi Uygulama ve Araştırma Laboratuvarı, vakumlu dondurarak kurutma prosedürü için iki cihaza sahiptir. İlki, 2013 yılında projede kullanılmaya başlanmış olan 2,50 m boyunda, 90 cm çapında bir ürün haznesine sahip olan Frozen in Time D9/25 modelidir (Fig. 28). Şubat 2019 tarihinde ise ürün haznesi 8,50 m boyunda, 2,10 m çapında Frozen in Time D 21/85 modeli ikinci bir vakumlu dondurarak kurutma cihazı daha devreye alınmıştır (Fig. 29). Kapasite olarak Avrupa'nın en büyük ve teknolojik yeteneklere sahip vakumlu dondurarak kurutma makinesi ile büyük boyutlu ahşapların konservasyon çalışmaları tek parça olarak gerçekleştirilebilmektedir.

Süblimleşme prensibine göre gerçekleşen prosedür; dondurma, dondurarak kurutma ve ahşapların ortam koşullarına döndürülmesi aşamalarından oluşmaktadır. İlk aşama olan dondurma işleminde, batık ahşapları şekil değişiminin engellenmesi için paslanmaz çelik profillerden faydalanılarak, cihazın ürün tablasına sabitlenmektedir (Fig. 30).



Fig. 26a: Batık ahşapları üzerinde gerçekleştirilen SEM görüntülemeleri.

Fig. 26a: SEM imaging performed on timbers.

The results of FTIR analysis along with the SEM images from timbers are combined for evaluation to determine the state of impregnation. This procedure is followed by vacuum freeze drying of timbers.

VACUUM FREEZE DRYING

İstanbul University's Yenikapı Shipwrecks Project Application and Research Center Laboratory has two vacuum freeze dryers; the model *Frozen in Time D9/25* with a product chamber of 2.50 m long and 90 cm in diameter has been used in the project since 2013 (Fig. 28). A second freeze dryer, *Frozen in Time D 21/85* with a product chamber of 8.50 m long, 2.10 m in diameter was put into use (Fig. 29). Thus, conservation studies of large-sized timbers can be carried out in one piece with a vacuum freeze dryer, which has the largest capacity and technological capabilities across Europe.

The procedure performed according to the sublimation principle consists of freezing, freeze drying and drying timbers to ambient conditions. In the first stage, the freezing process, timbers are fixed to the product tray of the device using stainless steel profiles to prevent any changes in their shape (Fig. 30).

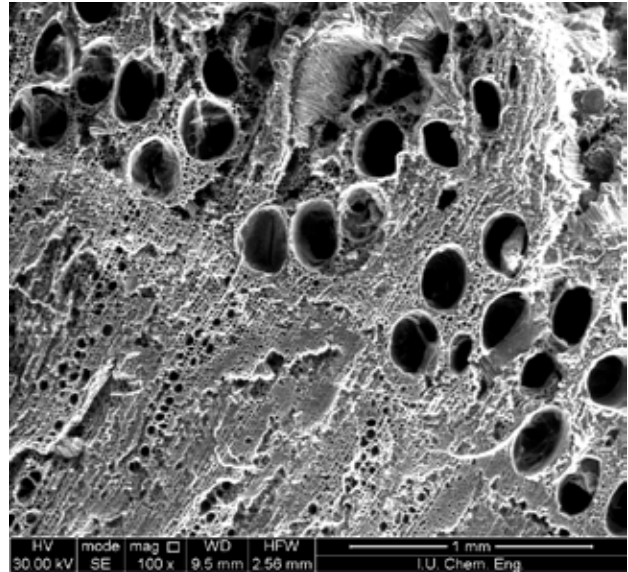


Fig. 26b: Yenikapı 12 numaralı batıkta %45 PEG emdirilmiş kestane ahşabına ait örnekte enine kesit SEM görüntüsü (100×).

Fig. 26b: SEM imaging of the cross section of a 45% PEG impregnated chestnut timber sample from the Yenikapı shipwreck 12 (100×).



Fig. 27a: FTIR spektrometresi ile gerçekleştirilen analizler.
Fig. 27a: Analysis performed by FTIR spectroscopy.

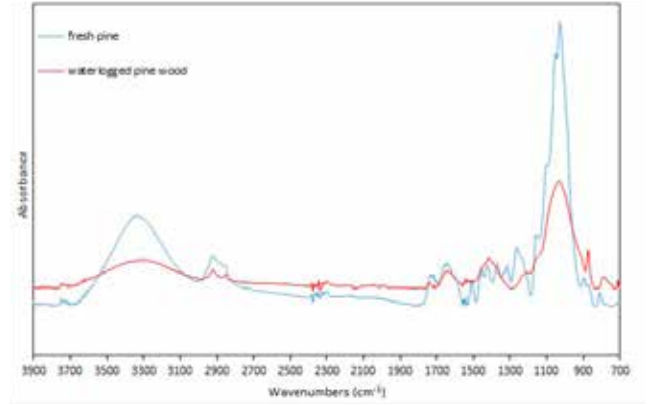


Fig. 27b: Yenikapı Batıklarına ait yeni ve suya doymuş ahşap örnekte FTIR spektrumları (KILIÇ-KILIÇ 2019b).
Fig. 27b: FTIR spectra in a new and waterlogged wood sample from Yenikapı Shipwrecks (KILIÇ-KILIÇ 2019b).



Fig. 28: Yenikapı Batıkları Projesinde kullanılan D9/25 model vakumlu dondurarak kurutma cihazı.
Fig. 28: D9/25 model vacuum freeze dryer used in the Yenikapı Shipwrecks Project.



Fig. 29: Yenikapı Batıkları Projesinde kullanılan D 21/85 model vakumlu dondurarak kurutma cihazı.
Fig. 29: D 21/85 model vacuum freeze dryer used in the Yenikapı Shipwrecks Project.



Fig. 30: PEG emdirme çalışmaları tamamlanmış ahşapların tezgâhlara sabitlenmesi.
Fig. 30: Fixing the timbers which were treated with PEG impregnation onto trays.

Yenikapı batıklarında vakumlu dondurarak kurutmanın kontrol parametresi, tüm işlem boyunca katı durumda olması gereken emdirme kimyasalı tarafından belirlenmektedir. Örneğin PEG 2000 ile emdirmenin yapıldığı batık ahşaplarında ötektik sıcaklık göz önünde bulundurularak dondurma sıcaklığı belirlenmiştir.³⁶ PEG 2000 ile emdirmenin yapıldığı ahşaplarda sıcaklığın -22°C 'ye düşebilmesi için cihaz ürün haznesi sıcaklığı -27°C ile -30°C arasında ayarlanmakta ve vakum prosesi açılmadan cihaz bu sıcaklıkta yaklaşık olarak üç gün çalıştırılmaktadır.³⁷ Suyu doymuş ahşap içerisinde yer alan emdirme çözeltisinin katı duruma geçmesini sağlamak için gerçekleştirilen dondurma işleminden sonra süreç, cihazın vakum prosesinin açılmasıyla başlayıp, ahşapların kurutulması ile devam etmektedir. Vakumlu dondurarak kurutma aşamasında, kondansörde biriken buz, belirli aralıklarla cihazın buz çözme özelliği kullanılarak boşaltılmaktadır (Fig. 31). Vakumlu dondurarak kurutma uygulaması, ahşapların içerisindeki su tamamen uzaklaştırılana kadar devam etmekte, işlem tamamlandığında ahşapların ortam koşullarına döndürülmesi aşamasına geçilmektedir. Bu safhada cihazın sıcaklık ve basınç değerlerinin ortam koşullarına kademeli olarak geçmesi sağlanmaktadır. Bu işlem D9/25 model dondurarak kurutma cihazında yaklaşık olarak 10 günlük bir süre içerisinde gerçekleştirilmektedir. İşlem sonrasında ahşaplar uygun iklimlendirme koşullarında depolanmaktadır. Toplam dondurarak kurutma süresi ahşapların özelliklerine göre 3-5 ay arasında değişmektedir (Fig. 32).³⁸

36 JENSEN vd. 2016.

37 SCHNELL-JENSEN 2007.

38 KILIÇ 2017b.

The control parameter for vacuum freeze drying in Yenikapı shipwrecks is determined by the chemical used for impregnation that should be in solid state throughout the entire process. For example, the freezing temperature was determined by considering the eutectic temperature in timbers impregnated with PEG 2000.³⁶ In timbers impregnated with PEG 2000, the temperature of the device product chamber is adjusted to between -27°C and -30°C in order to reduce the temperature to -22°C and the device is operated at this temperature for approximately three days without activating the vacuum process.³⁷ After the freezing process, which is carried out to ensure that the impregnation solution in the waterlogged timber turns into a solid state, the process starts with activation of the vacuum, followed by drying of the timbers. In the vacuum freeze-drying phase, the ice accumulated in the condenser is discharged at certain intervals using the defrosting feature of the device (Fig. 31).

Vacuum freeze drying application is continued until the water within the timber is completely removed, and when the process is completed, drying to ambient conditions starts. At this stage, the temperature and pressure values of the device are gradually adjusted to the ambient conditions. This process is carried out in approximately 10 days using the D9/25 model freeze dryer. After the process, timbers are stored in the presence of an appropriate air conditioning system. Total freeze-drying time varies from 3 to 5 months depending on the properties of the wood (Fig. 32).³⁸

36 JENSEN *et al.* 2016.

37 SCHNELL-JENSEN 2007.

38 KILIÇ 2017b.



Fig. 31: Süblimleşme ile ahşap içerisinden kondansöre doğru buharlaşarak katılaşan su.

Fig. 31: Water solidified by evaporation from the wood to the condenser by sublimation.

MELAMİN FORMALDEHİT UYGULAMASI

Yenikapı batıklarında yüksek bozulma derecesine sahip ahşaplarda uygulanan melamin formaldehit reçinesi, düşük molekül ağırlıklı (400-700 g/mol) bir kimyasaldır. Bu özelliği melamin formaldehitin ahşaplara emdirilmesini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca çözeltiye, ahşaplara esneklik kazandırabilmek amacıyla %10 trietilen glikol, daha akışkan bir çözelti elde ederek emilimi desteklemek amacıyla %5 üre ve çözeltinin pH değerini yükseltmek için %0,5 trietanolamin ilave edilmektedir. Trietanolamin ilavesi ile çözeltinin pH'ı 8-9'a kadar yükselmekte, zamanla 7 ve altına düşmektedir. Emdirme süresi trietanolamin ilavesi ile uzatılabilmektedir. Örneğin Yenikapı 3 batığına ait eğrilerde söz konusu emdirme işleminin trietanolamin ilavesi ile 6 ay devam etmesi sağlanmıştır. Polikondansasyon ile katılaştıran çözelti, çapraz bağlanma sonrasında ahşap içerisinde geri dönüşümü olmayan katı ve sert bir polimer oluşturmaktadır. Emdirme sonrasında ahşap yüzeyindeki fazla reçine temizlenmekte, ahşap yüzeyi ıslak kâğıt havlu ve plastik folyo ile sarılarak kürlenme öncesi suyun buharlaşması önlenmekte ve ahşap polikondansasyon için hazırlanmaktadır. Melamin formaldehitin polikondansasyonu 50-55°C sıcaklıkta gerçekleştirilmekte olup, Yenikapı'da bu işlem için 10 m boyunda fırın kullanılmaktadır (Fig. 33). Fırınlama işlemi ahşapların kalınlıklarına göre değişmekte olup yaklaşık olarak 9-14 gün arasında tamamlanmaktadır.^{39,40}

39 HOFFMANN-WITKÖPPER 1999.

40 KILIÇ 2016.

APPLICATION OF MELAMINE FORMALDEHYDE

The melamine formaldehyde resin, which applied on the timbers of Yenikapı shipwrecks with high deterioration degree, is a chemical with a low molecular weight (400-700 g/mol). This feature facilitates impregnation of melamine formaldehyde into the timbers. Additionally, 10% triethylene glycol is added to the solution to give timbers some elasticity, while 5% urea is added to promote absorption by obtaining a more fluid solution and 0.5% triethanolamine to increase the pH of the solution. With the addition of triethanolamine, the pH of the solution rises up to 8-9 and decreases to 7 and below over time. Impregnation time can be extended by adding triethanolamine. For instance, the impregnation process for frames of Yenikapı 3 shipwreck was maintained for 6 months by adding triethanolamine. The solution that was solidified by polycondensation forms a solid and hard polymer that is irreversible within the wood after crosslinking. Following the impregnation, the excess resin on the wood surface is cleaned, and the surface is wrapped with wet paper towels and plastic foil to prevent evaporation of water before curing and the wood is prepared for polycondensation. Polycondensation of melamine formaldehyde is carried out at a temperature of 50-55°C, and a 10 m long oven is used for this process for Yenikapı shipwrecks (Fig. 33). The oven-drying procedure depends on the thickness of timbers and is usually completed in 9 to 14 days.³⁹

39 HOFFMANN-WITKÖPPER 1999; KILIÇ 2016.



Fig. 32: PEG ön emdirme-vakumlu dondurarak kurutma öncesi (üst) ve sonrası (alt) ahşap.

Fig. 32: The condition of the wood before (top) and after (bottom) PEG pre-impregnation-vacuum freeze drying.



Fig. 33: Melamin formaldehit uygulamasında kullanılan fırın.
Fig. 33: Oven used for melamin formaldehyde procedure.

Uygulama öncesi yerlerinden hareket ettirilemediği için belgeleme çalışmaları gerçekleştirilemeyen Yenikapı 3 numaralı batığa ait eğriler, uygulama sonrasında rahatlıkla çizime alınabilmiştir. Yöntem sonrasında ahşapların boyutsal durağanlığı sağlanmış ve ahşapların renginde açılma meydana gelmiştir (Fig. 34).

Since the frames of Yenikapı 3 shipwreck could not be documented due to inability to remove them before, they were easily drawn following this procedure. Dimensional stability of the timbers was secured after the procedure, and the color of the timbers was lightened (Fig. 34).

Fig. 34: Melamin formaldehit yöntemi öncesi (üst) ve sonrası (alt) batık eğrileri.

Fig. 34: Shipwreck frames before (top) and after (bottom) melamin formaldehyde procedure.



Yenikapı batıklarında uygulanan konservasyon süreçlerinde elde edilen güncel bilgiler Tablo 1’de verilmektedir.

Batık	Tuzdan arındırma	Demir ürünlerinden arındırma	Konservasyon yöntemi	Durum
YK 1	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA ve %5 oksalik asitten oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma	2016’da tamamlandı
YK 2	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA ve %5 oksalik asitten oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma	%30 PEG konsantrasyonu ile devam ediyor.
YK 3	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA ve %5 oksalik asitten oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma + Melamin formaldehit yöntemi	%45 PEG konsantrasyonu ile devam ediyor. İleri derecede bozulmuş batık ahşaplarında ise melamin formaldehit yöntemi kullanıldı.
YK 6	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA’dan” oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma	% 40 PEG konsantrasyonu ile devam ediyor
YK 7	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA’dan” oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma	% 30 PEG konsantrasyonu ile devam ediyor
YK 8	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA’dan oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma + Melamin formaldehit yöntemi	İleri derecede bozulmuş kaplama ahşaplarında melamin formaldehit yöntemi kullanıldı.
YK 9	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA’dan oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma + Melamin formaldehit yöntemi	PEG emdirmeye hazır.Batık içerisinde bulunan ileri derecede bozulmuş dal parçalarında melamin formaldehit yöntemi kullanıldı.
YK 10	Tamamlandı	Başlanmadı	Başlanmadı	
YK 12	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA ve %5 oksalik asitten oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma	% 45 PEG konsantrasyonu ile devam ediyor
YK 13	Tamamlandı	Başlanmadı	Başlanmadı	
YK 15	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA ve %5 oksalik asitten oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma	PEG emdirmeye hazır
YK 16	Tamamlandı	Başlanmadı	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma + Melamin formaldehit yöntemi	İleri derecede bozulmuş eğrilerde melamin formaldehit yöntemi kullanıldı
YK 17	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA’dan oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma	PEG emdirmeye hazır
YK 18	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA’dan oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma	PEG emdirmeye hazır
YK 19	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA’dan oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma	PEG emdirmeye hazır
YK 20	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA’dan oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma	PEG emdirmeye hazır
YK 21	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA’dan oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma	% 15 PEG konsantrasyonu ile devam ediyor.
YK 22	Tamamlandı	Başlanmadı	Başlanmadı	
YK 25	Tamamlandı	Başlanmadı	Başlanmadı	
YK 26	Tamamlandı	Başlanmadı	Melamin formaldehit yöntemi	Melamin formaldehit yöntemi için hazır
YK 27	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA ve %5 oksalik asitten oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma	% 40 PEG konsantrasyonu ile devam ediyor.
YK 28	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA ve %5 oksalik asitten oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma	PEG emdirmeye hazır
YK 29	Tamamlandı	Başlanmadı	Başlanmadı	
YK 30	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA ve %5 oksalik asitten oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma	% 30 PEG konsantrasyonu ile devam ediyor.
YK 31	Tamamlandı	%5 disodyum EDTA’dan oluşan çözeltiyle temizlendi	PEG emdirme-vakumlu dondurarak kurutma	PEG emdirmeye hazır
YK 32	Tamamlandı	Başlanmadı	Başlanmadı	
YK 34	Tamamlandı	Başlanmadı	Başlanmadı	
YK 35	Tamamlandı	Başlanmadı	Başlanmadı	
YK 36	Tamamlandı	-	Melamin formaldehit yöntemi	2015’de tamamlandı
YK 37	Tamamlandı	Başlanmadı	Başlanmadı	

Up-to-date information for the conservation procedures applied to Yenikapı shipwrecks is provided in Table 1.

Shipwreck	Desalinization	Cleaning of Iron Products	Conservation Method	Status
YK 1	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA and oxalic acid	PEG impregnation-vacuum freeze drying	Completed in 2016
YK 2	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA and oxalic acid	PEG impregnation-vacuum freeze drying	Concentration of PEG 30% (continuing)
YK 3	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA and oxalic acid	PEG impregnation-vacuum freeze drying + Melamine formaldehyde method	Concentration of PEG 45% (continuing) Melamine formaldehyde method used for conservation of highly deteriorated timbers and keel
YK 6	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA	PEG impregnation-vacuum freeze drying	Concentration of PEG 40% (continuing)
YK 7	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA	PEG impregnation-vacuum freeze drying	Concentration of PEG 30% (continuing)
YK 8	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA	PEG impregnation-vacuum freeze drying + Melamine formaldehyde method	Melamine formaldehyde method used for conservation of highly deteriorated planks
YK 9	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA	PEG impregnation-vacuum freeze drying + Melamine formaldehyde method	Ready for PEG impregnation. Melamine formaldehyde method used for conservation of wooden sticks inside the boat
YK 10	Completed	Not started	Not started	
YK 12	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA and oxalic acid	PEG impregnation-vacuum freeze drying	Concentration of PEG 45% (continuing)
YK 13	Completed	Not started	Not started	
YK 15	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA and oxalic acid	PEG impregnation-vacuum freeze drying	Ready for PEG impregnation.
YK 16	Completed	Not started	PEG impregnation-vacuum freeze drying + Melamine formaldehyde method	Melamine formaldehyde method used for conservation of highly deteriorated floor timbers
YK 17	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA	PEG impregnation-vacuum freeze drying	Ready for PEG impregnation.
YK 18	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA	PEG impregnation-vacuum freeze drying	Ready for PEG impregnation.
YK 19	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA	PEG impregnation-vacuum freeze drying	Ready for PEG impregnation.
YK 20	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA	PEG impregnation-vacuum freeze drying	Ready for PEG impregnation.
YK 21	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA	PEG impregnation-vacuum freeze drying	Concentration of PEG 15% (continuing)
YK 22	Completed	Not started	Not started	
YK 25	Completed	Not started	Not started	
YK 26	Completed	Not started	Melamine formaldehyde method	Ready for Melamine formaldehyde method
YK 27	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA and oxalic acid	PEG impregnation-vacuum freeze drying	Concentration of PEG 40% (continuing)
YK 28	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA and oxalic acid	PEG impregnation-vacuum freeze drying	Ready for PEG impregnation.
YK 29	Completed	Not started	Not started	
YK 30	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA and oxalic acid	PEG impregnation-vacuum freeze drying	Concentration of PEG 30% (continuing)
YK 31	Completed	Cleaned 5% mixture of disodium EDTA	PEG impregnation-vacuum freeze drying	Ready for PEG impregnation.
YK 32	Completed	Not started	Not started	
YK 34	Completed	Not started	Not started	
YK 35	Completed	Not started	Not started	
YK 36	Completed	-	Melamine formaldehyde method	Completed in 2015
YK 37	Completed	Not started	Not started	

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yenikapı batıklarının yapım tekniklerinin belirlenebilmesi için sürdürdüğümüz çalışmalardan elde edilen verilere göre, kaplama-temelli inşa yöntemi ile iskelet-temelli inşa yönteminin ortak özelliklerini barındıran geçiş dönemi yapım teknikleri ile ilgili detaylara ulaşılmıştır. Şu ana kadar yapılan incelemelerde, görece daha erken döneme tarihlenen bazı Yenikapı gemilerinin kabuğunu oluşturan kaplama tahtalarının birleştirilmesinde pim kilitli ve pimsiz-zıvanalı geçmelerin kullanıldığı görülmüştür. Gemilerin büyük bir çoğunluğunda ise kaplama tahtalarının birleştirilmesinde kavelalar kullanıldığı belirlenmiştir. Kaplama birleşmelerine göre üçüncü grubu, kaplamalarında herhangi bir kenar birleştiricisi bulunmayan gemiler oluşturur.

Batıklardaki koruma süreci, kazıya paralel olarak başlatılmış; kalıntıların araziden kaldırılmasının ardından belirlenen konservasyon prosedürleri her bir batık için eksiksiz uygulanmıştır. Demir ve bileşiklerinin kimyasal temizliği için uygun yöntem belirlenirken uygulama süresi ile kimyasalların ahşaplar ve insan sağlığı üzerindeki etkisi dikkate alınmakta; SEM-EDX, X Işını Floresans Spektroskopisi (XRF) analizleri ile yapılan mekanik ve kimyasal temizlik işleminin sonuçları kontrol edilmektedir. Bu kapsamda gerçekleştirilen laboratuvar uygulamaları ile uygun temizlik yöntemi belirlenmektedir. Koruma kimyasalının emdirme süreci SEM ve FTIR analizleri ile kontrol edilmekte ve yine emdirme süresi buna göre belirlenmektedir. Melamin formaldehit, ahşapların mekanik olarak daha dayanıklı hale gelmesini sağlamıştır. Özellikle suya doymuş koyu görüntüden dolayı konservasyon öncesi ahşap üzerinde tespit edilemeyen alet izi gibi detaylar, konservasyon sonrasında rahatlıkla anlaşılabilmektedir. Konservasyon sonrasında melamin formaldehit, ahşapların mekanik olarak daha dayanıklı hale gelmesini sağlamıştır. Ancak yöntemin geri dönüşümünün olmadığı unutulmamalıdır. Gerçekleştirilen pek çok koruma uygulaması ile elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, PEG ön emdirmesi-vakumlu dondurarak kurutma yöntemi Yenikapı batıklarının konservasyon çalışmalarında kullanılan temel koruma yöntemi olarak belirlenmiştir. Ahşaplar üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar, oldukça yüksek boyutsal durağanlığın ve konsolidasyonun sağlandığını göstermiştir.

CONCLUSION

Data from our studies on identifying construction techniques of the Yenikapı shipwrecks have revealed details about a transitional construction technique, suggesting common features of the shell-based and skeleton-based shipbuilding techniques. Studies conducted so far indicate that pegged and unpegged mortise-and tenon joints were used as edge fasteners in planking composing the hull in some of the Yenikapı shipwrecks. On the other hand, dowels were used to join planking in most of the ships. A third group of ships is represented by vessels lacking any edge fasteners according to their joints.

The conservation process has started in parallel to excavations, and conservation procedures that have been determined after removal of the remains have been applied for each shipwreck thoroughly. While determining the most appropriate method for chemical cleaning of iron and iron composites, we consider the duration of procedure and the effect of chemicals on timbers and human health, and the outcome of the mechanical and chemical cleaning procedures is examined by Scanning Electron Microscopy-Energy dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDX) and X-ray Fluorescence Spectroscopy (XRF) analyses. These laboratory procedures allow us to determine an appropriate cleaning method. The impregnation of the preserving chemical is controlled by SEM and FTIR analyses in order to determine the duration of impregnation. Especially, details such as tool marks on the timbers which are unnoticed prior to conservation due to its dark color saturated with water can be easily detected after conservation. After conservation procedure, melamine formaldehyde help making the timbers mechanically more stable. However, it should be kept in mind that it is an irreversible treatment. As a result of the evaluation of the outcomes from various conservation applications, PEG-impregnated freeze-drying method has become the main technique used for conservation of the Yenikapı shipwrecks. Studies showed that the technique ensured very high stability and consolidation.

İstanbul Üniversitesi Sualtı Kültür Kalıntılarını Koruma Anabilim Dalı, Yenikapı Batıkları Projesi ile Türkiye’de suya doymuş ahşap eserlerin konservasyonu alanındaki büyük bir boşluğu gidermiştir. Dünyanın en büyük batık gemi koleksiyonunun sergilenebilir hale getirilmesi için çalışmalarını aralıksız sürdüren Anabilim Dalı’mız, Türkiye’de bu alanda ilk akademik yapılanma olma unvanını almıştır. Türk bilim insanlarına suya doymuş ahşaplar üzerinde çalışma imkânı sunan Yenikapı Batıkları Projesi, akademik anlamda bu konuda çalışacak uzmanların, bilim insanlarının ve öğrencilerin yetişmesinde önemli bir okul olmuştur.

Günümüzde Yenikapı’da herkesin alalecele gelip geçtiği istasyonların sıra dışı yapım öyküsü ise pek çok yönüyle her zaman hatırlanacaktır. Yüzyılın arkeoloji keşifleri arasındaki yerini şimdiden alan Yenikapı Kazıları ise kurulması elzem olan bir müze ile kendini ölümsüzleştirecektir.

KATKI BELİRTME

Ekibimiz, bu kapsamlı projede en büyük desteği İstanbul Arkeoloji Müzeleri’nden almıştır. Başta Müdürler Rahmi Asal, Zeynep Kızıltan (emekli) ve Dr. İsmail Karamut (emekli) olmak üzere, Yenikapı kazı alanı sorumluları Arkeologlar Metin Gökçay (emekli), Dr. Emre Öncü, Sırrı Çömlekçi, Mehmet Ali Polat, Gülbahar Baran-Çelik ve Arzu Toksoy’a teşekkürü borç biliriz. 2005 yılından beri Yenikapı Batıkları Projesi’nde her türlü güçlüğü göğüs gererek görev alan tüm ekip üyelerimize, başta Emeritus Prof. Dr. Sait Başaran, Doç. Dr. Işıl Özsait-Kocabaş, Doç. Dr. Namık Kılıç (Proje Başkan Yard.), Dr. Öğr. Üyesi Evren Türkmenoğlu, Dr. Taner Güler, Dr. Öğr. Üyesi Gökçe Kılıç ve Restoratör Hakan Kahraman olmak üzere projede görev yapan tüm uzman ve öğrencilerimize minnetlerimizi sunarız. Katkılarından dolayı Prof. Dr. Ünal Akkemik, Dr. Poul Jensen, Kristiane Straetkvern, Markus Wittköpper, Dr. Fred Hocker, Prof. Dr. Nergis Günsenin ve Prof. Dr. Vedat Onar’a ne kadar teşekkür etsek azdır.

Yenikapı Batıkları Projesi, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmektedir (Proje no: 2294, 3907, 7381, 12765, SDK-2016-3777, SDK-2016-3776)

With the Yenikapı Shipwrecks Project, the Department of Conservation of Marine Archaeological Objects of the İstanbul University has filled an important gap in the field of conservation of waterlogged wooden artifacts. Our Department, continuing to spend efforts to make the world’s largest shipwreck collection to be displayed, has become the first academic organization in that field in Turkey. Providing opportunity to Turkish scientists to study waterlogged timbers, the Yenikapı Shipwrecks Project serves as an important school for training of experts, scientists and students who will work in this field.

Today, the extraordinary construction story of the stations in Yenikapı where everybody hastily passes by will always be remembered in many aspects. The Yenikapı Excavations, which have already claimed its place among the archaeological discoveries of the century will be immortalized with a must-have museum.

CONTRIBUTIONS

The greatest support to our team was provided by the İstanbul Archaeological Museums in this comprehensive project. We would like to thank to the directors Rahmi Asal, Zeynep Kızıltan (retired) and Dr. İsmail Karamut (retired), Yenikapı field archaeologists Metin Gökçay (retired), Dr. Emre Öncü, Sırrı Çömlekçi, Mehmet Ali Polat, Gülbahar Baran-Çelik and Arzu Toksoy. We would like to express our gratitude to all team members who have faced up to all difficulties experienced in the Yenikapı Shipwrecks Projects since 2005, namely Emeritus Prof. Dr. Sait Başaran, Assoc. Prof. Dr. Işıl Özsait-Kocabaş, Assoc. Prof. Dr. Namık Kılıç (Vice President of the Project), Assist.Prof. Evren Türkmenoğlu, Dr. Taner Güler, Assist.Prof. Gökçe Kılıç and restauratuer Hakan Kahraman and all experts and students who participated in the project. We also cannot thank enough to Prof. Dr. Ünal Akkemik, Dr. Poul Jensen, Kristiane Straetkvern, Markus Wittköpper, Dr. Fred Hocker, Prof. Dr. Nergis Günsenin and Prof. Dr. Vedat Onar for their valuable contributions.

The Yenikapı Shipwrecks Project has been sponsored by the Scientific Research Projects Unit of the İstanbul University (Project No.: 2294, 3907, 7381, 12765, SDK-2016-3777, SDK-2016-3776).

KAYNAKÇA-BIBLIOGRAPHY

- AKKEMİK 2015 Akkemik, Ü. *Woods of Yenikapı Shipwrecks, Yenikapı Shipwrecks, Vol. II / Yenikapı Batıklarının Ahşapları, Yenikapı Batıkları, Cilt II*. 2015, Istanbul.
- ASAL 2007 Asal, R., “Commerce in Istanbul and the Port of Theodosius”, in A. Karamani Pekin and S. Kangal (eds), *Istanbul: 8000 Years, Brought to Daylight. Marmaray, Metro and Sultanahmet Excavations*, 2007, 180–9. Istanbul.
- BALASKA-SELENTI 1997 Balaska, N., Selenti, N., “On the Trade Routes”, in D. Zafiropoulou (ed.), *Journeys on the Seas of Byzantium*, 1997, 54–69.
- BERGER 1994 Berger, A., “Theodosius Limanı”. *Dünden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi*, VII, 1994, 263.
- ENGLISH HERITAGE 2010 English Heritage, *Waterlogged Wood: Guidelines on the Recording, Sampling, Conservation and Curation of Waterlogged Wood*. English Heritage Publishing, 2010.
- ERCAN 2010 Ercan, A., *Yenikapı, a late antique and Byzantine harbor in Constantinople: A historical, archaeological and architectural study of the newly discovered remains*. Yüksek Lisans Tezi, Koç University Graduate School of Social Sciences & Humanities, 2010.
- FORS-RICHARDS 2010 Fors, Y. Richards, V., “The Effects of the Ammonia Neutralizing Treatment on Marine Archaeological Vasa Wood”, *Studies in Conservation*, 55(1), 2010, 45–54.
- GÖKÇAY 2007 Gökçay, M., “Architectural Finds from the Yenikapı Excavation”, in A. Karamani Pekin and S. Kangal (eds), *Istanbul: 8000 Years, Brought to Daylight. Marmaray, Metro and Sultanahmet Excavations*, 2007, 167–179. Istanbul.
- GÜLER 2019 Güler, T., *Yenikapı 20 Batığının Konstrüksiyon Özellikleri ve Yapım Tekniği Önerisi*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2019.
- GÜLER 2017 Güler, T., “Construction Technique of the Yenikapı 20 Shipwreck, Found in the Harbour of Theodosius” (Istanbul, Turkey), in J. Gawronski, A. van Holk and J. Schokkenbroek (eds), *Ships And Maritime Landscapes: Proceeding of the Thirteenth International Symposium on Boat and Ship Archaeology Amsterdam 2012*, 2017, 280–282. Amsterdam.
- GYLLIUS, P., Gyllius, P., *De Topogra Phia Constantinopoleos (İstanbul’un Tarihi Eserleri)*, trans. E. Özbayoğlu (trans.). Istanbul, 1997.
- HOFFMANN-WITKÖPPER 1999 Hoffmann P., Wittköpper, M., “The Kauramin Method for Stabilizing Waterlogged Wood”, Ed. C. Bonnot-Dicconne, X. Hiron, P. Hoffmann, *Proceedings of the 7.th ICOM-CC Working Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference*, 1999, 163-166.
- INGRAM 2018 Ingram, R., “The Hull of Yenikapı Shipwreck YK 11: a 7th-century Merchant vessel from Constantinople’s Theodosian Harbour”, *IJNA* 47.2, 2018, 103-139.
- JENSEN *et al.* 2002 Jensen, P., Jørgensen, G., Schnell, U., “Dynamic LV-SEM Analyses of Freeze Drying Processes for Waterlogged Wood”, Eds. P. Hoffmann, K. Strætkvern, J.A. Spriggs, D. Gregory, *Proceedings of the 8th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference*, 2001, 319-334, Stockholm.

- JENSEN *et al.* 2016 Jensen, J.B., Jensen, P., Strætkvern, K., “Freeze-Drying at Atmospheric Pressure”, Ed. T. Grant, C. Cook, *Proceedings of the 12th ICOM-CC Working Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference*, 2016, 409-416, İstanbul.
- JONES 2017 Jones, M.R., “The Hull Construction of Yenikapı 14 (YK 14), a Middle Byzantine Shipwreck from Constantinople’s Theodosian Harbour, Istanbul, Turkey”, *IJNA* 46.2, 2017, 253-283.
- JONES 2003 Jones, M., *For Future Generation: Conservation of a Tudor Maritime Collection*, The Mary Rose Trust, 2003, Portsmouth.
- KARAMANİ PEKİN-KANGAL 2007 Karamani Pekin, A. and S. Kangal (eds). *Istanbul: 8000 Years, Brought to Daylight. Marmaray, Metro and Sultanahmet Excavations*. 2007, İstanbul.
- KARAMUT 2007 Karamut, İ., “Excavations Conducted Under the Auspices of Istanbul Archaeological Museums”, in A. Karamani Pekin and S. Kangal (eds), *Istanbul: 8000 Years, Brought to Daylight. Marmaray, Metro and Sultanahmet Excavations*, 2007, 10–17. İstanbul.
- KILIÇ 2017a Kılıç, A. G., *Yenikapı Batıklarında Sülfür ve Demir Analizi, Dağılımı ve Ahşaplardan Uzaklaştırılması*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2017.
- KILIÇ 2016 Kılıç, N., “Conservation of a Group of Frames from YK 16 Shipwreck “, *Art-Sanat*, 6, 2016, 85-97.
- KILIÇ 2017b Kılıç, N., *Yenikapı Batıklarının Korunmasında Polietilen Glikol Ön Emdirmesi-Vakumlu Dondurarak Kurutma Yönteminin Değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2017.
- KILIÇ-KILIÇ 2019a Kılıç, N., Kılıç, A. G., “Conservation of Yenikapı Shipwrecks: From the Beginning to the Present”, *14th ICOM-CC Wet Organic Archaeological Materials Working Group Conference-Abstract Booklet*, 2019, 70. Portsmouth.
- KILIÇ-KILIÇ 2019b Kılıç, N., Kılıç, A. G., “An Attenuated Total Reflection Fourier Transform Infrared (ATR-FTIR) Spectroscopic Study of Waterlogged Woods Treated With Melamine Formaldehyde”, *Vibrational Spectroscopy*, 105, 2019, 1-7.
- KIZILTAN 2011 Kızıltan, Z., “Yenikapı Kurtarma Kazılarında Bulunan Neolitik Döneme Ait Ahşap Bir Figürin” *TUBA-AR*, 14/2011, 305-308.
- KIZILTAN 2010 Kızıltan Z., “Excavations at Yenikapı, Sirkeci and Üsküdar within Marmaray and Metro Projects”, in U. Kocabaş (ed.), *Archaeological Museums, Proceedings of the 1st Symposium on Marmaray-Metro Salvage Excavations 5th–6th May 2008*, 2010, 1–16. İstanbul.
- KIZILTAN 2007 Kızıltan, Z., “Marmaray Project and the 8000 years of Istanbul, Brought to Daylight”, in A. Karamani Pekin and S. Kangal (eds), *Istanbul: 8000 Years, Brought to Daylight. Marmaray, Metro and Sultanahmet Excavations*, 2007, 18–21. İstanbul.
- KIZILTAN-BARAN ÇELİK 2013 Kızıltan, Z., Baran Çelik, G., (ed.), *Stories from the Hidden Harbor: The Shipwrecks of Yenikapı*. 2013, İstanbul.
- KOCABAŞ 2015a Kocabaş, U., *Geçmişe Açılan Kapı: Yenikapı Batıkları*, 2015, İstanbul.
- KOCABAŞ 2015b Kocabaş, U., “The Yenikapı Byzantine-Era Shipwrecks (Istanbul, Turkey): a preliminary report and inventory of the 27 wrecks studied by Istanbul University”, *The International Journal of Nautical Archaeology*, 44 (1), 2015, 5–38.

- KOCABAŞ 2012 Kocabaş, U., “The Yenikapı Byzantine Ships, Istanbul-Turkey”, in N. Günsenin (ed.), *Between Continents, Proceedings of the Twelfth Symposium on Boat and Ship Archaeology, Istanbul 2009*, 2012, 07–13. Istanbul.
- KOCABAŞ 2010 Kocabaş, U. (ed.), *İstanbul Arkeoloji Müzeleri Marmaray-Metro Kurtarma Kazıları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 5–6 Mayıs 2008/Istanbul Archaeological Museums, Proceedings of the 1st Symposium on Marmaray-Metro Salvage Excavations 5th–6th May 2008*. 2010, Istanbul.
- KOCABAŞ 2008 Kocabaş, U. (ed.), *The ‘Old Ships’ of the ‘New Gate’ I, Yenikapı Shipwrecks, Vol. I / Yenikapı’nın Eski Gemileri I, Yenikapı Batıkları, Cilt I*. 2008, Istanbul.
- KOCABAŞ-ÖZSAİT KOCABAŞ 2013 Kocabaş, U. and Özsait-Kocabaş, I., “A New Milestone in Ship Archaeology: The Yenikapı Shipwrecks Project”, in Z. Kızıltan (ed.), *Stories from the Hidden Harbor: The Shipwrecks of Yenikapı*, 2013, 35–46. Istanbul.
- KOCABAŞ *et al.* 2012 Kocabaş, U., Özsait-Kocabaş, I., Kılıç, N., “The Yenikapı Shipwrecks: Dismantling Methods and First Step to Conservation”, Ed. K. Strætkvern, E. Williams, *Proceedings of the 11th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference*, 2012, 303–312, Greenville.
- KOCABAŞ-TÜRKMENOĞLU 2009 Kocabaş, U. and Türkmenoğlu, E., “Yenikapı Shipwrecks: Fieldwork, Conservation-Restoration Procedures and Construction Features”, in X. Nieto (ed.), *Arqueologia Nàutica Mediterrània*, 2009, 235–43. Girona.
- KOCABAŞ-YILMAZ 2008 Kocabaş, U. and Yılmaz, R., “Dismantling of the Vessel Members”, in U. Kocabaş, (ed.), *The ‘Old Ships’ of the ‘New Gate’ I, Yenikapı Shipwrecks, Vol. I / Yenikapı’nın Eski Gemileri I, Yenikapı Batıkları Cilt I*, 2008, 73–95. Istanbul.
- MAGDALINO 2013 Magdalino, P., “The Harbors of Byzantine Constantinople”, in Z. Kızıltan (ed.), *Stories from the Hidden Harbor: The Shipwrecks of Yenikapı*, 2013, 11–15. Istanbul.
- MÜLLER-WIENER 1998 Müller-Wiener, W., *Bizans’tan Osmanlı’ya İstanbul Limanı*. Istanbul, 1998.
- ÖZSAİT KOCABAŞ 2018 “The Yenikapı 12 Shipwreck, a 9th-Century Merchantman from the Theodosian Harbour in İstanbul, Turkey: construction and reconstruction”, *International Journal of Nautical Archaeology*, 47.2, 2018, 357–390.
- ÖZSAİT KOCABAŞ 2013 Özsait-Kocabaş, I., “The Centuries-Long Voyage of Ship Yenikapı 12”, in Z. Kızıltan (ed.), *Stories from the Hidden Harbor: The Shipwrecks of Yenikapı*, 2013, 47–55. Istanbul.
- ÖZSAİT KOCABAŞ 2012 Özsait-Kocabaş, I., “Hull Characteristics of the Yenikapı 12 Shipwreck”, in N. Günsenin (ed.), *Between Continents. Proceeding of the Twelfth Symposium on Boat and Ship Archaeology, Istanbul 2009*, 2012, 115–20. Istanbul.
- ÖZSAİT KOCABAŞ 2011 Özsait-Kocabaş, I., “Yenikapı Batıklarının Akdeniz Gemi Yapım Teknolojisindeki Yeri”. *Arkeoloji ve Sanat Dergisi*, 136, 2011, 137–48.
- ÖZSAİT KOCABAŞ 2010 Özsait Kocabaş, I., “In situ Recording of Yenikapı Shipwrecks”, in U. Kocabaş (ed.), *Archaeological Museums, Proceedings of the 1st Symposium on Marmaray-Metro Salvage Excavations 5th–6th May 2008*, 2010, 35–51. Istanbul.

- ÖZSAİT KOCABAŞ 2008 Özsait-Kocabaş, I., “III. Documentation: Reading the timber / III. Belgeleme: Ahşabı Okumak”, in U. Kocabaş, (ed.), *The ‘Old Ships’ of the ‘New Gate’ I, Yenikapı Shipwrecks, Vol. I / Yenikapı’nın Eski Gemileri I, Yenikapı Batıkları Cilt I*, 2008, 27–72. Istanbul.
- ÖZSAİT KOCABAŞ, KOCABAŞ 2008 Özsait-Kocabaş, I. and Kocabaş, U., “V. Technological and Constructional Features of Yenikapı Shipwrecks: A Preliminary Evaluation/ V. Yenikapı Batıklarında Teknoloji ve Konstrüksiyon Özellikleri: Bir Ön Değerlendirme”, in U. Kocabaş, (ed.) *The ‘Old Ships’ of the ‘New Gate’ I, Yenikapı Shipwrecks, Vol. I / Yenikapı’nın Eski Gemileri I, Yenikapı Batıkları Cilt I*, 2008, 97–186. Istanbul.
- RYOR-JEFFREYS 2006 Pryor, J. H., Jeffreys, E. M., *The Age of the ΔΡΟΜΩΝ*. Leiden-Boston, 2006.
- PUCETAITE 2012 Pucetaite, M., *Archaeological Wood from the Swedish Warship Vasa Studied by Infrared Microscopy*, Yüksek Lisans Tezi, Lund Üniversitesi, 2012.
- PULAK-INGRAM-JONES 2015 Pulak, C., Ingram, R., Jones, M.R., “Eight Byzantine Shipwrecks from the Theodosian Harbour Excavations at Yenikapı in Istanbul, Turkey: an introduction”, *International Journal of Nautical Archaeology*, 44.1, 2015, 39-73.
- SEMİZ-AHUMBAY 2014 Semiz, N., Ahumbay, Z., “Yenikapı’daki Tarihi Liman Surlarının Durumlarının Değerlendirilmesi ve Korunmaları İçin Öneriler” *Arkeoloji ve Sanat*, 145, 2014, 85-114.
- SCHNELL-JENSEN 2007 Schnell, U., Jensen, P., “Determination of Maximum Freeze Drying Temperature for PEG Impregnated Archaeological Wood”, *Studies in Conservation*, 52.1, 2007, 50-58.
- TÜRKMENOĞLU 2017 Türmenoğlu, E., *Yenikapı 27 Batığı: Konstrüksiyon Özellikleri ve Restitüsyon Önerisi*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2017.
- TÜRKMENOĞLU 2012 Türkmenoğlu, E., “Preliminary Report on the Yenikapı 17 Shipwreck”, in N. Günsenin (ed.) *Between Continents, Proceedings of the Twelfth Symposium on Boat and Ship Archaeology, Istanbul 2009*, 2012, 121–25. Istanbul.

*NEHİRDEN
MÜZEYE
ARLES-RHÔNE 3
MAVNASI*

*THE ARLES-RHÔNE 3
BARGE, FROM THE
RIVER TO THE
MUSEUM*

Restoration of Arles-Rhône 3 barge in the Departmental
Museum of Ancient Arles (MDAA © Rémi Bénali)



* Sabrina MARLIER



** Henri BERNARD-MAUGIRON

Anahtar kelimeler: Batık, Gallo-Romen mavna, Rhône nehri, Arles, denizcilik mirası, suya doymuş, dondurarak kurutma, restorasyon, gözetim

Keywords: Shipwreck, Gallo-Roman barge, Rhône river, Arles, nautical heritage, waterlogged, freeze-dry, restoration, monitoring.

ÖZET

Ekim 2013 tarihinde Arles Müzesi'nin Antik Eserler Bölümü'nde Roma Dönemi kenti Arles'in deniz ve nehir limanı eserlerine ayrılan yeni bir kanadın resmi açılışı yapılmıştır. Denizcilik eserlerinden oluşan bu muazzam koleksiyonun başyapıtı, 2011 yılında olağanüstü şekilde iyi korunmuş durumda Rhône nehrinden çıkarılan bir Gallo-Romen mavnası olan Arles-Rhône 3 batığıdır. Adeta seyir halindeymişçesine sergilenen mavnanın çevresinde denizcilikle ilgili yaklaşık 480 eserle birlikte limanın ticari faaliyetleri sergilenmiştir.

Bu makalede büyük bir kısmı konservasyonuna ayrılacak şekilde mavnanın kazılmasından sergilenmesine kadar gerçekleştirilen farklı aşamalar anlatılmaktadır.

ARLES VE ANTİK DÖNEM MİRASI

Fransa'nın güneyinde yer alan Arles, yaklaşık 52.000 sakiniyle Rhône nehrinin kıyısında Akdeniz'e oldukça yakın bir bölgedeki nehir ağzının başında yer alan küçük bir şehirdir.

Şehrin tarihi merkezinin zenginliği ve buraya duyulan ilgi, 1981 yılında UNESCO'nun kent merkezini Dünya Mirası Alanı olarak ilan etmesiyle teyit edilmiştir. Arles kent merkezi, listeye tarihi Roma ve Orta Çağ Dönemi'ne ait yapılarıyla dâhil edilmiştir. Roma Dönemi eserleri dikkate alındığında, Arles çok sayıda anıt barındırmaktadır. Arles'da halen görünür durumda olan Roma Dönemi'ne ait yapılar şu şekilde sıralanabilir: değerli malzemelerden elde edilen süslemeleriyle Arles'in Roma Dönemi'ndeki zenginliğini gösteren MÖ 12'ye ait tiyatro; MS 1. yüzyılın sonlarına ait bir amfityatro; Antik Dönem *forum*'unda yer alan

ABSTRACT

In October 2013, a new wing dedicated to the sea-river port of the Roman city of Arles was inaugurated in the musée départemental Arles antique. The master piece of this great nautical collection is the Arles-Rhône 3 shipwreck, a Gallo-Roman barge exceptionally well preserved and raised from the Rhône River in 2011. Around the barge, presented as if it was navigating, almost 480 objects related to the navigation, the commerce and the activities of the port are exhibited.

This paper presents the different steps, from the excavation to the exhibition of the barge in the museum, with a great part dedicated to its conservation.

ARLES AND ITS ANCIENT HERITAGE

Arles is situated in South of France. It is a small city of around 52.000 inhabitants located nearby the Rhône River, at the head of the mouth, very close to the Mediterranean Sea.

The richness of the city historical center and the attention to it is testified by the fact that it has been listed as a UNESCO World Heritage Site since 1981. Arles city center has been included in this list thanks to its ancient Roman and Medieval buildings. As far as the Roman buildings are concerned, Arles has indeed preserved a great number of monuments. The main ancient Roman buildings that are still visible in Arles are: the 12 BC theater decorated with precious materials testament to Roman Arles wealth; an Amphitheatre dating back to the end of the 1st c. AD;

*Sabrina Marlier, Deniz Arkeologu, Arles Müzesi Antik Eserler Bölümü/Bouches-du-Rhône Bölüm Konseyi, Nehirden Müzeye Arles-Rhône 3 projesi sorumlusu, Aix Marseille Üniversitesi, CNRS, CCJ Yardımcı Araştırmacı, Aix-en-Provence, Fransa.

*Sabrina Marlier, Maritime Archaeologist, Musée départemental Arles antique/Conseil départemental des Bouches-du-Rhône, Aix Marseille Univ, CNRS, CCJ Associate researcher, Aix-en-Provence, France in charge of the Arles-Rhône 3 project, from the river to the museum.

** Henri Bernard-Maugiron, Kıdemli Konservatör, ARC-Nucleart, Grenoble, Arles-Rhône 3 Mavnası Konservasyon Projesi Direktörü.

** Henri Bernard-Maugiron, Senior Conservator, ARC-Nucleart, Grenoble, Project Manager of the Arles-Rhône 3 barge conservation.

tapınağın bir bölümü; Belediye Binası'nın altında ve Octavius'un altın kalkanının bir Roma Dönemi mermer kopyasının bulunduğu yerde artık görünür durumdaki *cryptoporticus*; MS 2. yüzyılın ortasına tarihlenen ve günümüzde toprağın altında gömülü halde müzenin bulunduğu alanın ucunda yer alan büyük bir hipodrom; şu anda arkeoloji müzesinde sergilenmekte olan Roma Dönemi'ne ait gösterişli lahitlerin bulunduğu Alyscamps nekropolü; ve MS 4. yüzyıl Konstantin Hamamı olarak bilinen önemli bir termal hamam kompleksi (Fig. 1).

Roma Dönemi'ne ait yapıların bolluğu, “*Galya'daki küçük Roma*” (Ausone, *Ordo urbium nobelium*, 73-77) olarak adlandırılan Arles'in oldukça zengin ve önemli bir Roma İmparatorluğu şehri olduğuna işaret etmektedir. Bu Roma kolonisi MÖ 46 yılında Julius Caesar tarafından kurulmuş olup, yukarıda bahsedilen yapılar ilk imparator Augustus'un hüküm sürdüğü dönemde inşa edilmiştir. O dönemde İmparatorlukla birlikte başlayan barış dönemi sayesinde Arles, Akdeniz ile Galya arasında önemli bir ticari merkez durumuna gelmiştir. Ana bağlantı yolları (yol, nehir ve deniz) üzerindeki avantajlı konumu zenginlik düzeyinin gelişimine katkıda bulunmuştur. Konumu sayesinde Arles limanına Akdeniz eyaletlerinden tüm ürünler geliyor ve Rhône nehri ve kollarının oluşturduğu kuzey-güney ticaret yolu ile ülkenin sınırlarına (*limes*) varana kadar iç bölgelere dağıtılması sağlanıyordu. Aynı şekilde, iç bölgelerden alınan ürünler Akdeniz'in tamamına ulaştırılıyordu. Gemi taşımacılığı bu malların teslim edilerek aktarılmasını sağlıyordu. Günümüzde Arles'da Rhône nehrinin geçtiği bölgede tarihleri MÖ 1. yüzyıl ile MS 4. yüzyıl arasında değişen, bilinen on beş civarında batık bulunmaktadır.¹ Nehir mavnaları, deniz-nehir tekneleri ve denizde seyredabilen küçük tekneler olarak tanımlanan ve araştırma yapılan bu batıkların çeşitliliği, Roma İmparatorluğu döneminde Rhône nehri sularında düzenli sefer yaparak Arles limanına uğrayan teknelerin zenginliğini yansıtmaktadır. Bu batıklar aynı zamanda bu farklı tekne tiplerinin birbirini tamamlayıcı özelliklerinin de kanıtıdır.² Bunun da ötesinde, her şeyden önce, Rhône nehrinde bulunan yüzbinlerce amfora ve çanak çömlek, alışveriş ve ticari akışın yapısı konusunda bize bilgi vermektedir (Fig. 2).

part of a temple in the ancient *forum*; the *cryptoporticus* that are now visible beneath the Municipal Hall and where a Roman marble copy of Octave's golden shield was found; a great hippodrome dated from the middle of the 2nd c. AD, today buried and at the extremity of where the museum is; the necropolis of the Alyscamps where there are beautiful Roman sarcophaguses, now exhibited in the archaeological museum; and an important thermal bath complex known as the Baths of Constantine dated from the 4th c. AD (Fig. 1).

The richness of the Roman buildings testified that Arles was quite a rich and important Roman city, called “*the little Rome of Gaules*” (Ausone, *Ordo urbium nobelium*, 73-77). The Roman colony was founded in 46 BC by Julius Caesar and it is under the rule of the first emperor, Augustus, that the major buildings mentioned previously were built. At that time, thanks to the period of peace started with the Empire, Arles became an important trade center between the Mediterranean and Gaul. Its favourable location at the crossroads of major communication axes (road, river and sea) would contribute to its growing wealth. The port of Arles would thus receive all the products from the Mediterranean provinces and ensure their redistribution to the interior of the country (up to the *limes*) thanks to the north-south highway formed by the Rhône and its tributaries. And in reverse, it received products from the hinterland and then spread them throughout the Mediterranean. Shipping ensured the delivery and transit of these goods. At this day, we know some fifteen wrecks, dating from between the 1st century BC and the 4th AD, in the Rhône at Arles¹. These have been identified as river barges, sea-river vessels and small sea-going ships, and the variety of those wrecks that have been investigated reflects the diversity of boats that plied the waters of the Rhône and called at the port of Arles in the Roman era. These wrecks are also evidence of the necessary complementarity between these different types of vessel². Furthermore, it is, above all, the hundreds of thousands of amphorae and ceramics that the Rhône holds which informs us as to the nature of exchange and trade flows (Fig. 2).

1 LONG - PİCARD (ed.) 2009, p. 232-239 ; MARLIER 2018, p. 121-129.

2 MARLIER 2018.

1 LONG - PİCARD (ed.) 2009, p. 232-239 ; MARLIER 2018, p. 121-129.

2 MARLIER 2018.

Fig. 1: Mimar Jean-Claude Golvin'in MS 4.yy'da Arles'daki Roma kolonisini betimlediđi suluboya resim. (©Jean-Claude Golvin Watercolor. Musée d partemental Arles Antique   Jean-Claude Golvin /  ditions Errance)

Fig. 1: Watercolor of the architect Jean-Claude Golvin showing the roman colony of Arles in the 4th c. AD. ( Jean-Claude Golvin Watercolor. Musée d partemental Arles Antique   Jean-Claude Golvin /  ditions Errance)

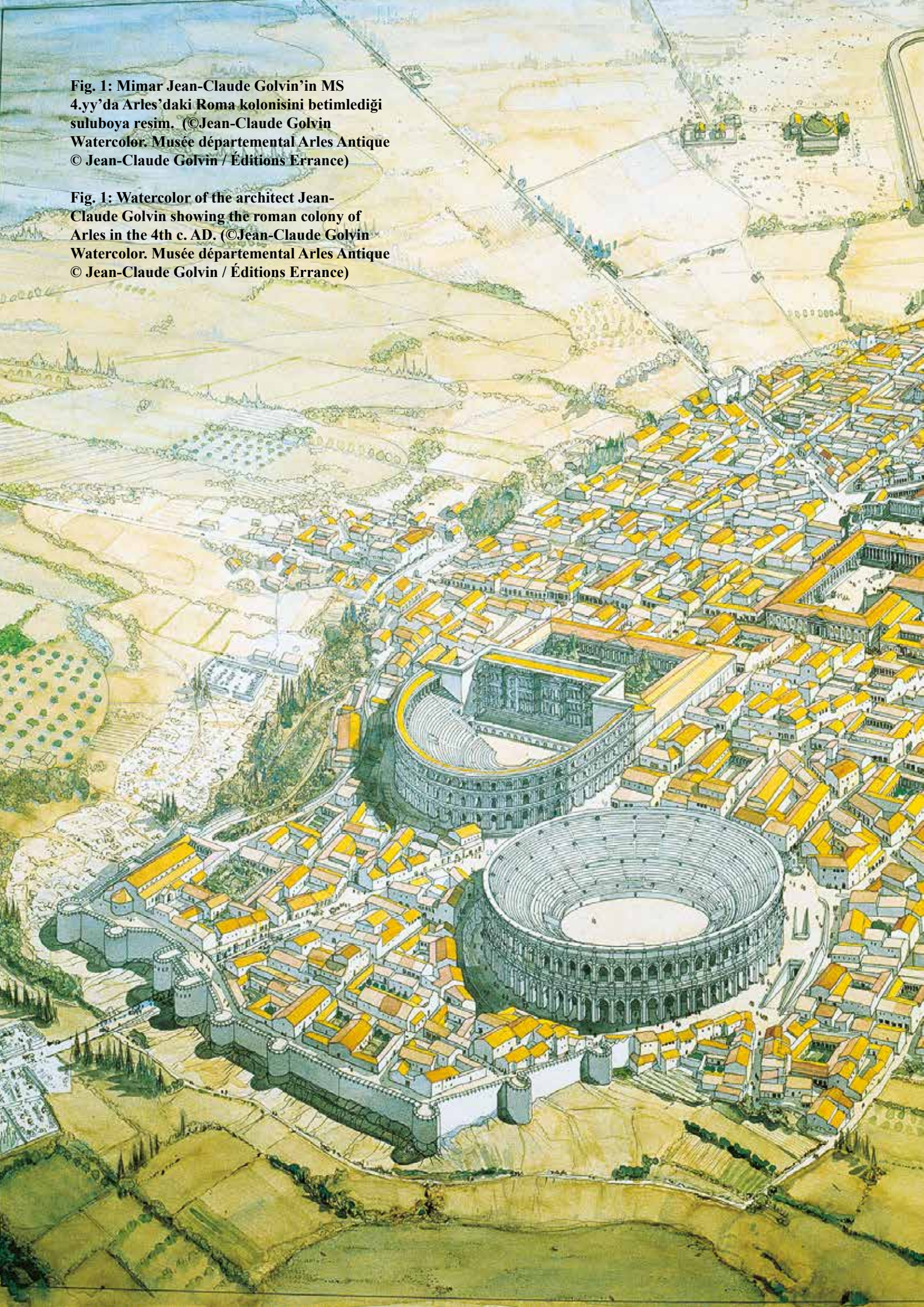






Fig. 2: Rhône’da 1986 yılındaki ilk araştırmalardan sonra yapılan Rhône Nehri kazılarında onbeş batık gemi, binlerce amfora ve çanak çömleğin keşfedilmesi Roma İmparatorluğu’nun bu büyük limanının önemini gözler önüne sermiştir. (MDAA / O’Can-Ipso Facto © Teddy Seguin).

Fig. 2: Since the first investigations in the Rhône, in 1986, the excavations in the Rhône River revealed the importance of this Roman Empire great harbour with the discovery of thousands of amphorae and ceramics and fifteen shipwrecks. (MDAA / O’Can-Ipso Facto © Teddy Seguin)

Bizim “liman çöplüğü” olarak nitelendirdiğimiz bu buluntular çok daha karmaşık bir yapıya sahiptir; sonuçta, Arles-Rhône 3 batığı da aynı dönemdeki amforalar, çanak çömlekler ve diğer binlerce gemicilik iç aksamı ve şehrin tüketimi ve sanayi faaliyetleriyle ilgili bu buluntu karmaşası içerisinde keşfedilmiştir.³

ARLES MÜZESİ ANTİK DÖNEM BÖLÜMÜ VE RHONE NEHRİNDEKİ MİRASI

Arles Müzesi Antik Dönem Bölümü (Musée départemental Arles antique), Arles ve çevresinin geçmişine ayrılmış bir arkeoloji müzesidir (Fig. 3). Belediyeye ait bu müze 1995 yılında açılmış olup, oldukça yeni gözükmeyle birlikte, müze koleksiyonu Fransa’nın en eski müzelerinden biri olan ve 1784 yılında eski eserleri sergileme ve saklama amacıyla kurulan şehrin ilk müzesiyle bağlantılıdır. 2003 yılından bu yana müze, Bouches-du-Rhône koleksiyonunun bir parçasıdır. Fransa’da en çok ziyaret edilen arkeoloji müzesidir.

Kuruluşundan beri müzenin programı, “kazıdan halka” adı verilen bir çalışmayla bağlantılıdır. Bu program müzenin üç tematik alanda organizasyonu ile ilişkili üç mekâna ayrılmış üçgen şeklindeki yapı ile tutarlıdır: koruma ve araştırma, sergileme, eğitim. Rhône’un mirasının sergilenmesine yönelik olarak Rhône Nehri’ndeki yirmi



Fig. 3: Fransa’nın Rhône Nehri yanındaki şehri Arles ve ön planda Arles Müzesi Antik Eserler Bölümü’nün mavi binası. Kazılar nehrin karşı kıyısında yapılmıştır. (MDAA © Rémi Bénali).

Fig. 3: The French city of Arles, nearby the Rhône River, with the blue musée départemental Arles antique (Departmental Museum of Ancient Arles) in the foreground. The excavations take place in the opposite bank. (MDAA © Rémi Bénali)

That which we have qualified as “port refuse” covers a much more complex character and it is, in the end, within this jumble of amphorae, ceramics and a thousand other objects as much related to internal fittings and shipping gear as to the consumption and industrial activities of the town at the same period that the Arles-Rhône 3 wreck was discovered³.

THE MUSÉE DÉPARTEMENTAL ARLES ANTIQUE (DEPARTMENTAL MUSEUM OF ANCIENT ARLES) AND THE HERITAGE FROM THE RHÔNE RIVER

The musée départemental Arles antique is an archaeological museum dedicated to the past of Arles and its territory (Fig. 3). This Municipal museum was inaugurated in 1995 and although as recent as it seems to be, the collection of this museum is related to the town first museum, one of the oldest ones in France, created in 1784 to preserve et present Antiquities. Since 2003, the museum is part of the Bouches-du-Rhône collectivity. It is the most visited archaeological museum in France.

The program of the museum, since its creation, has been linked to a work: « from the excavations to the public ». This program is consistent with the triangular building dedicated to three spaces related to the organization of the museum in three thematic areas: preservation and study, presentation, education.

³ Arles-Rhône 3 (AR3), arkeolojik bir kod adıdır ve batığın Arles’de Rhône Nehri’nde keşfedilen üçüncü batık olduğu anlamına gelir.

³ Arles-Rhône 3 (AR3) is an archaeological code name which means that it is the third shipwreck discovered in the Rhône River in Arles.

yıllık arkeolojik araştırmaların sonuçları müzede ilk kez 2009 yılında sergilenmiştir. “*Sezar’ın anısına Rhône*”a (“*Caesar, the Rhône for memory*”) adanan (Fig. 4) sergide 2007 yılında nehirde bulunan ve büyük olasılıkla Julius Caesar’ın bir portresi olarak tanımlanan mermer büstün yanı sıra özellikle bölgenin ticari trafiği ile ilgili olarak Rhône Nehri’nde bulunan birçok eser sergilenmiştir.⁴ Bir yıldan daha uzun bir süre 400,000 ziyaretçi sonrasında serginin bir bölümü 2012 yılında Paris’teki Louvre Müzesine taşınırken, Arles’deki sergi halkın ve medyanın olağanüstü ilgisini çekmiştir.

Bu büyük başarı sayesinde, ama aynı zamanda Arles 2013 Avrupa Kültür Başkenti Marsilya-Provence projesine dâhil edildiğinden, Bouches-du-Rhône bölümünün başkanı 2010 yılının sonunda Rhône Nehri’nden bir batığın çıkarılıp restore edilmesi sonrasında Arles Arkeoloji Müzesi’nde sergilenmesi kararı almıştır. Yapılacak iş belliydi, ancak devasa boyuttaydı: mavnanın kazılması, çıkarılması, işleminden geçirilmesi ve restorasyonunun yanı sıra buna eşzamanlı olarak, batığın ve Roma Dönemi Arles limanı ile ilişkili 480 buluntunun yer alacağı bir müze ek binasının yapımını da içeren her şeyin Ekim 2013 tarihine kadar tamamlanması gerekiyordu. Teslim tarihinin ağır baskısı altında kalan Arles Müzesi Antik Dönem Bölümü sualtından büyük miktarda eseri çıkarmak ve bunu müzede sergilemek gibi büyük bir operasyonu yönetmenin güçlüğünü omuzlamak zorunda kalmıştır. İşte bu nedenle, Roma Dönemi Arles şehrindeki deniz taşımacılığı, ticari deniz trafiği ve liman faaliyetlerini kapsayan tematik alanı barındıracak olan müzeyi yeni bir bölüm açarak genişletme zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Arles-Rhône 3 batığı, çok iyi korunmuş olduğundan çıkararak korunacak olan on beş batık arasından seçilmiştir.

Bu büyük operasyon için mavnanın kazılması ve çıkarılması için harcanacak olan yaklaşık 2 milyon, konservasyon ve restorasyon için harcanacak olan 1,2 milyon Euro dahil olmak üzere 9 milyon Euro bütçe ayrılmıştır.⁵ “Arles-Rhône 3” adı verilen çalışma, 2011-2013 yılları arasında gerçekleşmiştir.

Yüzün üzerinde insandan oluşan küratörler, arkeologlar, sanayi dalgıçları, konservatörler, mimarlar ve müzeograflar arasında son derece organize bir operasyon ve sıkı bir iş birliği gerektirmiştir. Verimliliği en üst düzeye çıkarmak için bir hayli yaratıcılık gerekli olmuştur.

Concerning the display of the Rhône’s heritage, the museum exhibits for the first time the results of twenty years of archaeological investigations in the Rhône River in 2009. The exhibition dedicated to “*Caesar, the Rhône for memory*” (Fig. 4) presented, with a marble bust found in the river in 2007 and possibly identified as a portrait of Julius Caesar, many other objects recovered from the Rhône River, especially in relation with the commercial traffic of the area⁴. After more than a year, with around 400 000 visitors, a part of the exhibition was moved in 2012 to the Louvre Museum in Paris, where, as in Arles, the exhibition knew a great success with the public as well as the media.



Fig. 4: César’a ithaf edilen serginin poster.

Fig. 4: The poster of the exhibition dedicated to César.

Thanks to this great success, and because Arles was also involved in Marseille-Provence European Capital of Culture 2013 project, the President of the Bouches-du-Rhône department decided, at the end of 2010, to remove one shipwreck from the Rhône River in order to restore it and to exhibit it to the public in the archaeological museum of Arles. The deal was clear but incredible: everything had to be finished by October 2013: the excavation, the recovery, the treatment and the restoration of the barge and, in the same time, an extension of the museum to welcome the shipwreck and some 480 objects related to the roman harbour of Arles. Under high pressure because of the deadline, the Musée départemental Arles antique had to face the challenge of managing a great

operation of recovery of a large amount of materials from underwater and its musealization. This is the reason why the museum had to be enlarged with a new wing to host the new thematic area of the shipping activities, the commercial traffic and the port activities of the city of Arles in Roman times. The Arles-Rhône 3 shipwreck, because it was very well preserved, was chosen among fifteen shipwrecks to be removed and preserved.

For this great operation, 9 millions of euros has been allocated including nearly €2 millions for the excavation and the raising of the barge and €1,2 million for the treatment and restoration⁵. The operation was called “Arles-Rhône 3” and took place between 2011 and 2013. It required a highly organized operation and a tight collaboration between curators, archaeologists, commercial divers, conservators, architect and museographer... more than hundred people. And a lot of creativity was necessary to maximise efficiency.

4 LONG - PÍCARD (ed.) 2009.

5 Geriye kalan 6 milyon müzenin ek bölümüne ve müzenin sergileme işlerine ayrılmıştır.

4 LONG - PICARD (ed.) 2009.

5 The other 6 millions were dedicated to the extension of the museum and its museography.

ARLES-RHÔNE 3 BATIĞI

Arles-Rhône 3 batığı, 2004 yılında Rhône Nehri'nin Arles bölgesinde Luc Long yönetiminde Fransa Sualtı Arkeolojisi Bölümü (DRASSM) tarafından yapılan bir arkeolojik haritalama çalışması sırasında keşfedilmiştir. Batık, nehrin Roma Dönemi şehrinin liman çöplüğü tabakalarına karşılık gelen sağ kıyısında, 4 ila 9 m derinlikte, kalınlığı 40 cm ile 2 m arasında değişen tortulların altında saptanmıştır. İlk olarak 2005⁶ ve 2006 yıllarında araştırma çalışması yapılmış, bu çalışmayı 2007'de yapılan sonar taramaları takip etmiştir. Kazı çalışmaları programı 2008 yılının başında Arkaios Derneği, Centre Camille Jullian/CNRS⁷ ve Arles Antik Dönem Müzesi (Sabrina Marlier, Sandra Greck ve David Djaoui yönetiminde) arkeologlarının⁸ ortak kontrolünde gerçekleştirilmiştir (Fig. 5). Üç yıl süren kazılarda MS 1. yüzyıla tarihlenen bu 31 m uzunluğundaki Gallo-Romen mavnasının olağanüstü derecede iyi korunmuş durumu ortaya konmuştur.⁹ Gövdenin, yükleme iç düzeni ile birlikte neredeyse tamamen korunduğu, ayrıca (21 tonluk taş yük) ve güvertede keşfedilenlerle birlikte iç mekân eşyaları (ocak/fırın olarak yeniden kullanılan bir *dolium*, mutfak gereçleri ve aletler), dümen küreği ve çekme direğinin vs. de aynı şekilde korunduğu ortaya çıkmıştır.

Mimarisi göz önüne alındığında, Arles-Rhône 3 batığı karinası düz bir mavnadır; alt tarafı üç sıra halinde ikiye ikiye yerleştirilen altı adet borda kaplamasından yapılmıştır (Fig. 6). Karinanın her iki tarafında bulunan sintine kaplamaları teknenin altından yanlara geçişi belirlemektedir. Düz L harfi şeklinde olan bu kaplamalar karinanın hemen hemen tamamında tek parça ahşaptan, baş ve kıçta ise kompozit parçalardan yapılmışlardır. Teknenin yan tarafları önde ve arkada küpeşte kaplamalarıyla kaplı yeniden kesilmiş yarım köknar gövdelerinden oluşan etkileyici parçalardan yapılmıştır. Sintine kaplamaları ve yarım gövdeli yan kaplamalar teknenin uzunlamasına dayanıklılığını sağlarken, enine destek 47 döşek ve teknenin gövdesine yerleştirilmiş 20 paraçol ile sağlanmıştır. Bu döşekler arasında geminin öndeki üçte birlik kısmında diğerlerinden çok daha büyük ve direğin ayağını oturtmak için kare şeklinde oyulmuş bir zıvana deliği bulunan bir direk basamağı bulunmaktadır. Direk daha yukarıda eş direk işlevi gören bir oturma tahtasından doğru geçerek desteklenmiştir.

6 LONG vd. 2009

7 CNRS Fransız Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezi'nin kısaltmasıdır. CNRS ve Aix-Marseille Üniversitesi'ne bağlı olarak faaliyet gösteren Camille Jullian Merkezi Aix-en-Provence bölgesinde bulunan ve içinde bir gemi inşa laboratuvarı barındıran arkeoloji ve tarih çalışmaları yapılan bir laboratuvarıdır. Uzunca bir süre Patrice Pomey tarafından yönetilen merkezin günümüzde yöneticiliğini Guilia Boetto, yardımcılığını ise Pierre Poveda yapmaktadır.

8 MARLIER vd. 2012.

9 DJAOUI vd. 2011.

THE ARLES-RHÔNE 3 SHIPWRECK

The Arles-Rhône 3 shipwreck was discovered in 2004 during an archaeological mapping operation undertaken by the French Department of Underwater Archaeology (DRASSM) in the Rhône at Arles, under the direction of Luc Long. The wreck was located on the right bank of the river between 4 to 9 m depth and beneath 40 cm to 2 m of sediments corresponding to the layers of port refuse of the Roman city. First assessed in 2005⁶ and 2006, soundings were then take in 2007 before a programme of excavations was established beginning in 2008 under the joint supervision of archaeologists from the Arkaios association, the Centre Camille Jullian/CNRS⁷ and the Museum of Arles Antique (under the direction of Sabrina Marlier, Sandra Greck and David Djaoui)⁸ (Fig. 5). Three years of excavation revealed the exceptional state of preservation of this 31 m Gallo-Roman barge dated from the middle of the 1st c. AD⁹. It appeared that the hull was almost entirely preserved along with the internal layout for loading, also preserved (21 tons stone cargo), and the inner furniture with on board discoveries (a *dolium* re-used as a hearth, kitchenware and tools), the steering oar, the towing mast...

Concerning its architecture, the Arles-Rhône 3 wreck is a flat bottomed barge, the bottom being made of six large planks set two by two in three rows (Fig. 6). To either side of the bottom, bilge strakes mark the transition from bottom to sides of the craft. Shaped like a flat L, they are made of a single piece of wood for most of the hull and composite at front and back. The sides of the craft are composed of impressive pieces: half trunks of recut fir topped to front and back by planks of the gunwale. The bilge strakes and the half-trunk side planking ensure the longitudinal rigidity of the boat while transversal rigidity is provided by 47 floor timbers and 20 knees set within the hull of. Among these floor timbers there is a mast step set in the front third of the boat that is much bigger than the others and has a squared mortise carved out of its centre to receive the mast foot. The mast is supported higher up as it passes through a thwart serving as mast partner. It was ahead of this mast step as the bow rises that a votive coin was discovered. The boat builders had slotted a silver denarius struck in Rome in 123 BC between the bilge strake and a stringer to the starboard side in order to bring good luck to the barge.

6 LONG et al. 2009.

7 CNRS is the french National Center for Scientific Research. Depending of the CNRS and the Aix-Marseille University, the Centre Camille Jullian is an archaeological and historical laboratory located in Aix-en-Provence welcoming a laboratory of naval architecture, directed during a long time by Patrice Pomey and today directed by Giulia Boetto, assisted by Pierre Poveda.

8 MARLIER et al. 2012.

9 DJAOUI et al. 2011.



Fig. 5: AR3 batığının kazılması. (MDAA / O'Can-Ipso Facto © Teddy Seguin)

Fig. 5: Excavating the AR3 shipwreck. (MDAA / O'Can-Ipso Facto © Teddy Seguin)

Teknenin baş tarafının yükseldiği bu direk basamağının ilerisinde bir adak sikkesi bulunmuştur. Tekneyi inşa edenler mavnya iyi şans getirmesi için sintine kaplaması ile sancak tarafındaki bir kuşağın arasına MÖ 123 yılında Roma'da basılmış gümüş bir dinar sıkıştırılmıştır.

Alt kaplama tahtaları sadece birleşme yerlerinin kenarlarına enine çiviler kullanarak monte edilmiş olup, enine ahşap elemanların tabana ve sintine kaplamalarına bütün halinde birbirine yapışmasını sağlayan ve devam ettiren çok sayıda demir çivi kullanarak bağlanmasıyla oluşturulmuştur. Yanlar da sintine kaplamaları ve eğrilere çivilerle bağlanmıştır. Toplamda 1700 çivi kullanılmıştır. Buna ek olarak, direk oturağını yanlara tutturmak için dört adet iri demir çivi kullanılmıştır. Özellikle yanların öne doğru uzantısını belirleyen, ayrıca gerçek bir metal çerçeve ile çevrilmiş pruvanın kendi üzerindeki boşlukları tıkmak amacıyla kullanılan çok sayıda demir bağlantı parçası bulunmuştur.

Gövdenin su geçirmezliği, parçaları bir araya getirmeden önce kaplamaların arasında yerleştirilen ziftli bezleri içeren bir sıvama tekniği ile sağlanmıştır. Yapılan tekstil analizi bezin yeniden kullanılan yün paçavralardan oluştuğunu, dokumasına dayanarak seçildiğini ve zifte batırılmadan önce birbirine karıştırıldığını ortaya koymuştur.

The bottom planking was assembled using transversal nails only at the edges of their joints and it was the attachment of the transversal wooden elements to the bottom and to the bilge strakes using many iron nails that maintained and ensured a cohesive whole. The sides were also affixed by nails to the bilge strakes and the frames. In total 1700 nails were used. In addition, four iron spikes were used to hold the mast thwart to the sides. Numerous iron fittings were found, notably to block the gaps that marked the extension of the sides towards the front and also on the bow itself, which is ringed with a veritable metal frame.

The watertightness of the hull was ensured by a luting technique involving pitch cloth inserted between the planks before assembly. An analysis of the textiles has shown that the cloth was re-used woollen rags, selected according to their weave and mixed together before being soaked in pitch. This same substance, a heated pine resin, was also applied to the inside and outside of the hull once it had been constructed.

Another peculiarity of this wreck is that it has kept all its interior fittings.

Ayrıca, inşa edildikten sonra gövdenin içine ve dışına aynı madde, ısıtılmış çam reçinesi uygulanmıştır.

Bu batıkla ilgili bir diğer alışılmadık husus da tüm iç bağlantıların yerinde duruyor olmasıdır. Kıç tarafa doğru bulunan yerleşik donanım bakıldığında, alt kaplamalara zift ile veya doğrudan zemin döşemelerine yapıştırılan koruyucu kaplamalar yerleştirilmiştir (Fig. 6). Geminin yüküne gelince, mavnanın orta kısmında neredeyse 16 metre uzunluğunda tam anlamıyla bir gemi ambarı kurulmuştur. Ambar tamamen kurulup sökülebilir elemanlardan (toplamda 140 adet boylamasına ve enlemesine parça ile birlikte yan ve enine bölmeler) oluşmuştur; dört tarafı kapalı, üstü açıktır ve 13,32 m³'lük bir hacme sahiptir.

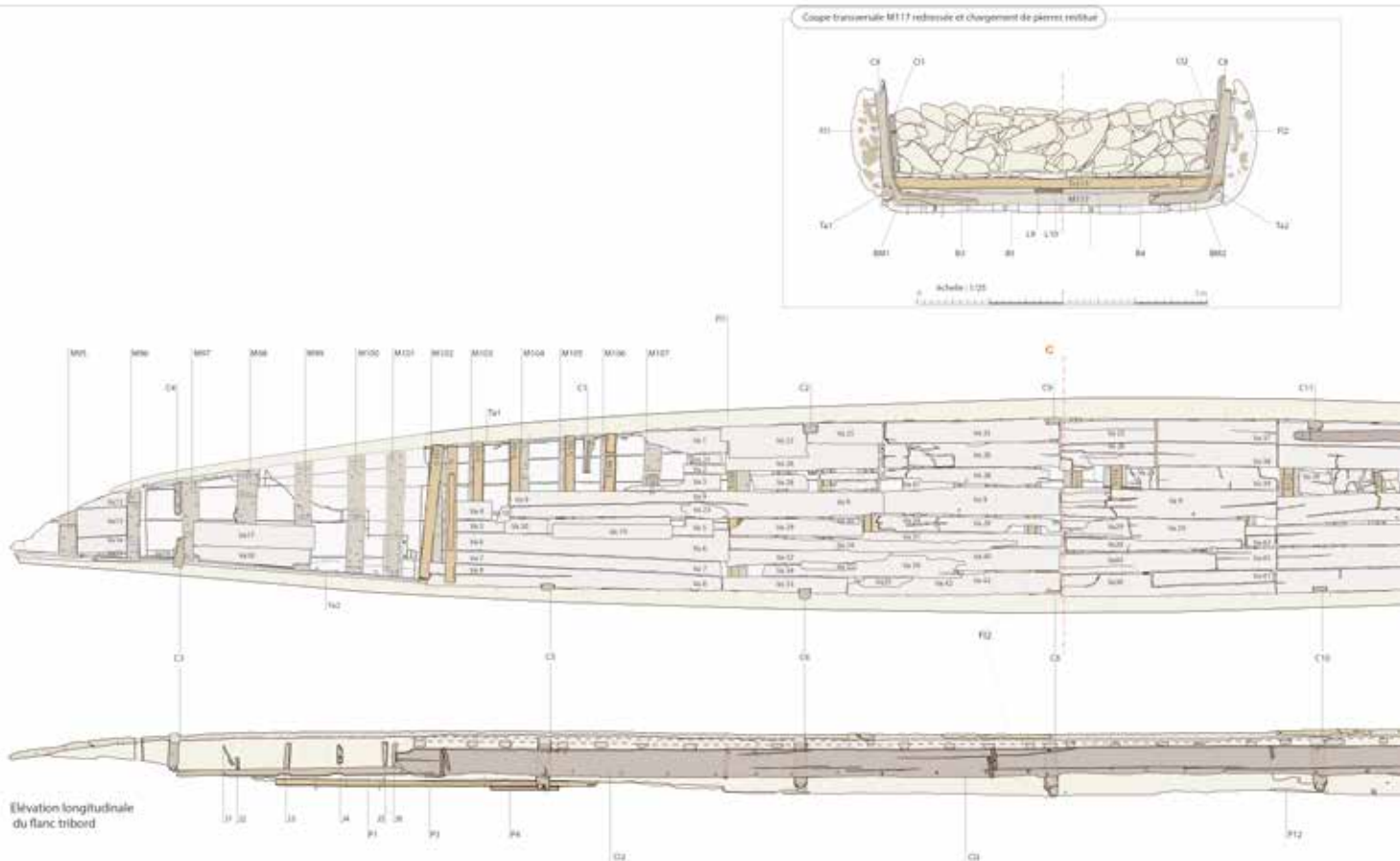
Sekiz tanesi ambardan olmak üzere mavnanın on parçası üzerinde sıcak demir ve yedi grafiti ile işaretlenmiş yedi farklı yazıt bulunmaktadır. Bu yazıtların anlaşılabilirliği yerlerde sıcak demirle yapılanlar belki de kaplamaların depolanmasında ve/veya inşa edenlerin tanımlanmasına yönelik bir düzende kullanılan isimleri ifade etmektedir. Grafitiler ise bir dizi X veya IX ve açılı bir R'den oluşan çapraz taramalar gibi gözükmemektedir. Bunlar büyük bir olasılıkla kaplama tahtaları veya kaplama gruplarının tanımlanmasına yardımcı olmuştur.

Ana yapı ve önemli bileşenlerin tümü (karina, sintine kaplamaları, enine ahşap doğramalar, ıskaca, direk oturağı, pruvanın ucu, dümen küreği) yaprak dökme meşe ağacından yapılmıştır.

As regards the on-board furnishings discovered to the aft, protective planks were set against the bottom planks, stuck with pitch or directly onto the floor timbers (Fig. 6). As for the cargo, a veritable hold over a length of almost 16 m was set up in the central section of the barge. This was made of fully dismountable elements (in all, 140 longitudinal and transversal pieces plus lateral and transversal partitions), was closed on four sides and open to the air and represented a volume of 13.32 m³.

Ten elements of the barge, including eight from the hold, bear seven different inscriptions marked with a hot iron and seven graffiti. Where comprehensible, the former refer to names, perhaps used as an order for storing the planks and/or identifying the builders. The graffiti appear as cross-hatching composed of a series of X or IX and of an angular R. Most probably they helped to identify planks or groups of planks.

The basic structure and key components were all made from deciduous oak (bottom, bilge strakes, transversal woodwork, mast-step, mast partner thwart, extremity of the bow, steering oar). This is in contrast to the upper parts of the planking and internal arrangements, where different wood species are mixed in an unplanned manner, with softwood being in the majority (mostly fir, spruce, Scot's type pine and deciduous oak). The mast is the only piece of ash. All of these species come from the Rhone valley and had to be transported by float or by team to the shipyards.



Kaplamaların üst kısımları ve iç düzenlemelerde ise tam tersine farklı ağaç türleri plansız bir şekilde karışık olup, çoğunluğunda yumuşak kereste (çoğunlukla köknar, ladin, sarıçam ve yaprak döken meşe) kullanılmıştır. Dışbudak ağacından yapılan tek parça direktir. Bu ağaç türlerinin hepsi Rhone vadisinden gelmiştir ve tersanelere su üzerinde yüzdürerek veya koşum hayvanlarıyla taşınmak zorunda kalınmıştır. Meşe ya da yumuşak kereste olsun, kullanılan ağaçlar çoğunlukla yaşıldır (meşeler en az 32-158 yaşında, köknar ise 160 ila 234 yaş arasındadır). Mavnanın ilk yapımı (karina, sintineler, enine ahşap doğramalar, kaplamalar ve direk) için gereken ağaç sayısının ambar ve iç donanım olmaksızın 50 ila 77 kesili ağaç arasında olduğu tahmin edilmektedir.¹⁰

2011: KAZI ÇALIŞMASININ TAMAMLANMASI VE MAVNANIN KARAYA ÇIKARILMASI

Avrupa çapında yapılan bir ihale sonrasında proje için sualtı arkeolojisi şirketi Ipso Facto, ticari dalgıç şirketi O'Can ve ARC-Nucléart konservasyon laboratuvarı seçilmiştir. Ayrıca DRASSM ve Fransız Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezi (CNRS) ve özellikle Camille Jullian Merkezi ile işbirliği içerisinde çalışılmıştır.¹¹ Kazı ve karaya çıkarma çalışmaları 2011 yılında Sabrina Marlier ve David Djaoui (Musée départemental Arles antique), Mourad El Amouri ve Sandra Greck (Ipso Facto) ve Benoit Poinard (O'Can) yönetiminde gerçekleştirilmiştir.

10 AR3 mavnasıyla ilgili tüm bulguları görmek için bkz. MARLIER (ed.) 2014.

11 Bkz. not 7.

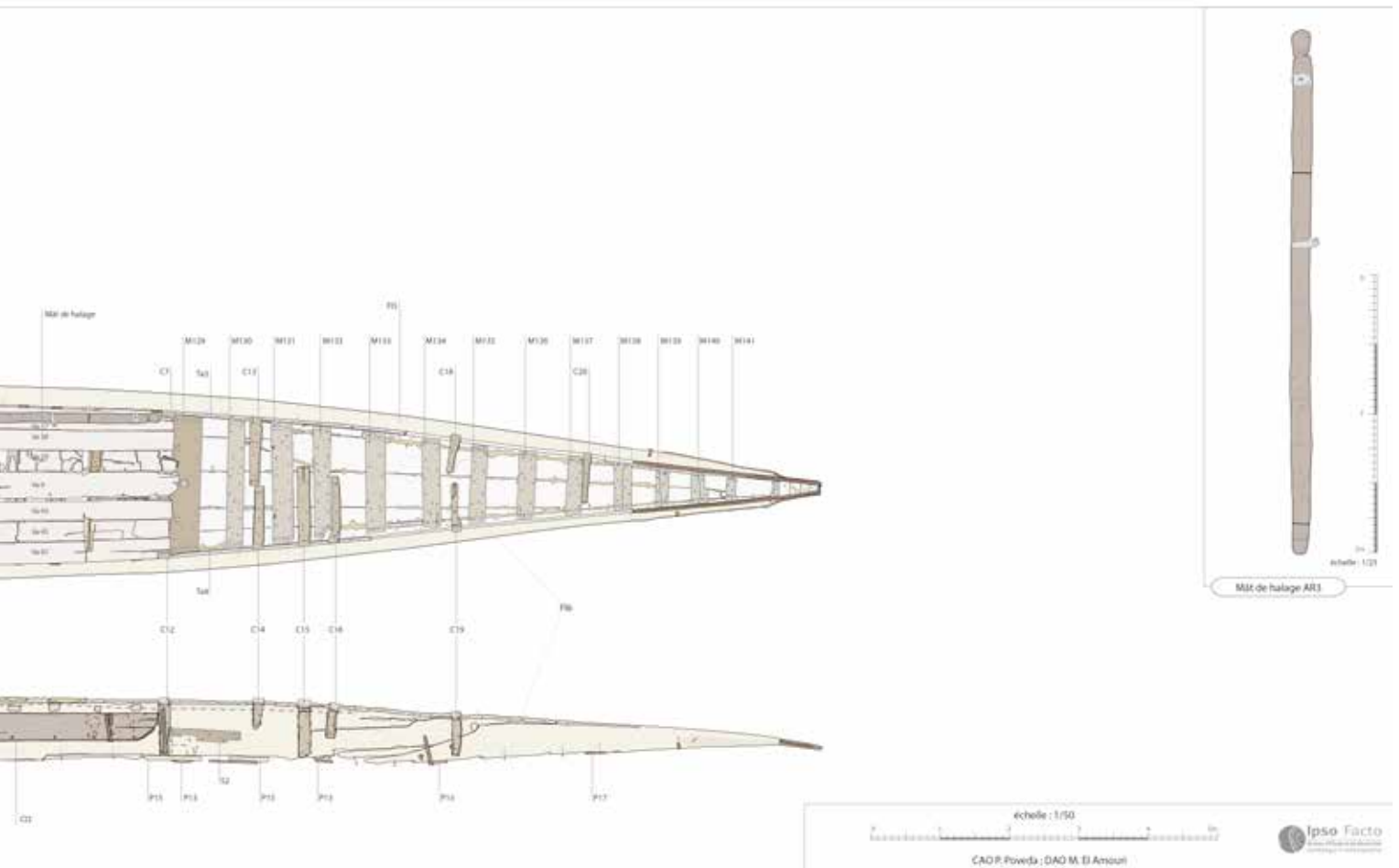
Whether oak or softwood, the trees used were mostly aged (oak a minimum of 32 to 158 years, fir a minimum of 160 to 234 years). The number of trees required for the construction of the initial structure of the barge (bottom, bilges, transversal woodwork, planking and mast), without the hold and internal fittings, is estimated at between 50 and 77 felled trees¹⁰.

2011: END OF THE EXCAVATION AND RAISING OF THE BARGE

After a European bid, the underwater archaeological company, Ipso Facto, the commercial diving O'Can and the conservation laboratory ARC-Nucléart were selected. And we worked also with the collaboration of DRASSM and the French National Center for Scientific Research (CNRS), and especially the Centre Camille Jullian¹¹. The excavation and raising operation took place in 2011 under the direction of Sabrina Marlier and David Djaoui (Musée départemental Arles antique), Mourad El Amouri and Sandra Greck (Ipso Facto) and Benoit Poinard (O'Can).

10 To see all the results concerning the AR3 barge, see MARLIER (ed.) 2014.

11 See note 7.



Kazı aşamasında yaşanan güçlük, mavnanın amforalar, çanak çömlek ve Roma kentinin mezbaha gibi tüketim ve zanaat çalışmaları açısından iç donanımları ve gemicilik donanımlarıyla ilgili binlerce başka objenin bulunduğu büyük yoğunluktaki Roma limanı çöplüğünün katmanları içinde yer alıyor olmasıydı. Bu nedenle, kazı yapmak ve mavnayı çıkarmak için öncelikle bu materyali kazıp temizlememiz gerekiyordu (Fig. 7). Çok fazla zamanımız olmadığından, yeni kazı stratejileri geliştirerek karmaşık çalışma prosedürleri oluşturduk.¹² Sonunda, batığı çevreleyen 1000 m³'ün üzerindeki liman atığı çökeltisinin kazılması için yaklaşık 5700 dalış saati ile 237 gün süreyle kazı çalışması yapılması gerekti; çökeltinin 2011 yılındaki kazının bir parçası olarak yaklaşık 900 m³'ü karada elekten geçirilmiştir (Fig. 8). Bu noktadaki döküntü tabakalarının stratigrafisi belgelenerek, içinde saptanan arkeolojik materyal Arles Eski Eserler Müzesi'ne teslim edilmiştir. Bu materyal 4000'in üzerinde nesne ve yaklaşık 1200 kasa arkeolojik eserden oluşmaktadır. Yüksek kalitede her türden malzeme (çanak çömlek, cam, aynı zamanda ahşap, kemik, deri...) bulunmuştur. Bu malzemeler şu anda müzenin depolarında bulunmakta, korunmakta ve üzerinde çalışma yapılmaktadır; çok az bir kısmı ise müzenin yeni ek binasında sergilenmektedir.

¹² Bu teknik özellikler için bkz. MARLIÈR (ed.) 2014, bölüm 2.

The difficulty, for the excavation, was that the barge was included in the layers of the Roman harbour garbage dump of a great density, in which we found amphorae, ceramics and a thousand other objects as much related to the internal fittings and shipping gear as to the consumption and artisanal activities of the roman town, as butcheries. So, to excavate and lift the barge we had first to excavate and remove this material (Fig. 7). Since we did not have much time, we developed new excavation strategies and established complex operating procedures¹². At the end, 237 days of excavation involving some 5 700 dive hours were necessary to excavate more than 1 000 m³ of the port refuse sediment that enveloped the wreck, of which some 900 m³ were sifted on land as part of the dig in 2011 (Fig. 8). The stratigraphy of the refuse layers in this immediate site was documented and the archaeological material found within was handed over to the Museum of Arles Antique. It represents more than 4 000 objects and almost 1 200 crates of archaeological artefacts. And we found all types of materials (ceramics, glass, but also wood, bones, leather...) of high quality. This material is currently in the storages of the museum, to be preserved and studied and just a little part of it is exhibited in the new wing of the museum.

¹² For these technical aspects, see MARLIÈR (ed.) 2014, chapter 2.



Fig. 7: 2011 yılında içinde AR3 batığının gömülü olduğu Roma limanı çöp alanında bulunan amfora ve çanak çömlek çeşitlerinin bir kısmının görüntüsü. (MDAA © Rémi Bénali)

Fig. 7: A partial view of the variety of the amphorae and ceramics found in 2011 in the Roman harbour garbage dump in which the AR3 shipwreck was embedded. (MDAA © Rémi Bénali)



Fig. 8: Emme hortumlarından çekilenleri kurtarmak için yüzeyde bir elek sistemi kurulmuştur. Sonrasında en küçük eserleri kurtarmak için ayıklama yapılmıştır. (MDAA © Rémi Bénali)

Fig. 8: A sifting system was set up on the surface in order to recover what was ejected from the suction hoses. Sorting was then carried out to recover the smallest objects. (MDAA © Rémi Bénali)

Batığın kış kısmı, orta kısmı, son olarak da ön kısmında yapılan kazı ve *in situ* belgeleme çalışmaları sonrasında, mavnaya on parça halinde karaya çıkarılmıştır (Fig. 9). Çalışma boyunca mavnanın bütünlüğünü sağlayabilmek için batığı birkaç parça halinde çıkarma seçeneğini seçmek zorunluydu. Batığı bir kerede tamamen kazıp uzun bir süre akıntıya ve kazıyı yapanların müdahalesine, ama aynı zamanda olası bir taşkına da maruz bırakma seçeneği üzerinde durulmamıştır. Çıkarıldığında mavnanın her bir 3 m'lik kısmı bir C-Track görüntüleme aracı vasıtasıyla 3 boyutlu olarak kaydedilip incelenmiştir¹³ (Fig. 10-11).

Arkeologlar dokümantasyon çalışmalarını tamamladığında parçalar konservatörler tarafından sökülerek Arles'dan 300 km uzaktaki Grenoble'da bulunan ARC-Nucléart laboratuvarına gönderilmiş ve ahşaplar bir dizi işlemde geçirilmiştir.

After having excavated and documented *in situ* the aft, then the center and finally the fore part of the shipwreck, the barge was lifted onto land in ten sections (Fig. 9). The choice to raise the wreck in several sections was essential in order to ensure the integrity of the barge throughout the work. It was indeed excluded to excavate the shipwreck once in its entirety and to expose it, for a long period, to the current and to the excavators intervention but also to a possible flood. When lifted, each 3 m section of the barge was then recorded and surveyed in 3D using a C-Track imaging tool¹³ (Fig. 10 et 11).

Once the archaeologists had completed their documentation work, the sections were disassembled by conservators and were sent to the ARC-Nucléart laboratory, situated in Grenoble, 300 km away from Arles, where a series of treatments were given to the woods.



Fig. 9: AR3 batığının bir bölümünün kaldırılması. (MDAA © Rémi Bénali)

Fig. 9: The lifting of one section of the AR3 shipwreck. (MDAA © Rémi Bénali)



Fig. 10: C-Track görüntüleme aracı kullanılarak AR3 batığının bir bölümünün üç boyutlu kaydı. (MDAA / O'Can-Ipso Facto © Teddy Seguin)

Fig. 10: 3D recording of one section of the AR3 shipwreck using a C-Track imaging tool. (MDAA / O'Can-Ipso Facto © Teddy Seguin)

Chaland Aries-Rhône 3 Dimensions principales	
Longueur hors-tout	31,00 m
Largeur hors-tout (avant redressement)	3,07 m
Hauteur hors-tout (avec le mât en place)	3,81 m
Hauteur du bordé	1,09 m

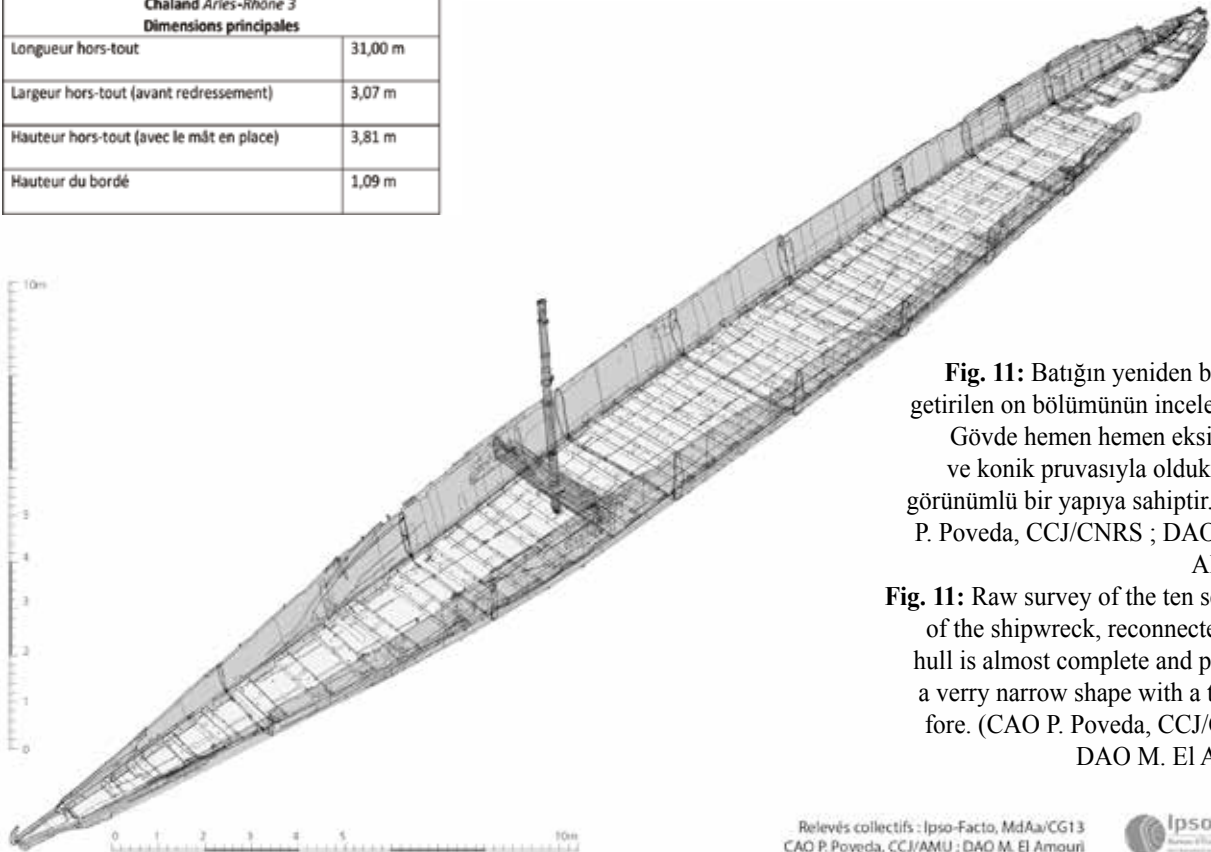


Fig. 11: Batığın yeniden biraraya getirilen on bölümünün incelenmesi.

Gövde hemen hemen eksiksizdir ve konik pruvasıyla oldukça ince görümlü bir yapıya sahiptir. (CAO P. Poveda, CCJ/CNRS ; DAO M. El AMouri)

Fig. 11: Raw survey of the ten sections of the shipwreck, reconnected. The hull is almost complete and presents a very narrow shape with a tapered fore. (CAO P. Poveda, CCJ/CNRS; DAO M. El AMouri)

2011-2013: MAVNANIN KONSERVASYONU VE RESTORASYONU

ARC-NUCLÉART'IN KARŞILAŞTIĞI BÜYÜK ZORLUK

ARC-Nucléart laboratuvarı 1970 yılından bu yana arkeolojik duya doymuş ahşapların konservasyon işlemleriyle ilgilenmektedir. Laboratuvarın deneyimi Neolitik eserlerden antik dönem batıklarına, Ortaçağ kanolarına veya 18. yüzyıl armalarına kadar geniş yelpazeye uzanmaktaydı,¹⁴ ancak 2010 yılının sonlarında 31 metre uzunluğundaki suya doymuş bir Roma mavnasını en fazla iki yıl gibi kısa bir süre içerisinde işlemden geçirme, restore etme ve sergileme güclüğü ile karşı karşıya kaldığımızda kendimizi oldukça rahatsız hissettik.

Bu çalışma tüm ortaklar arasında oldukça organize bir operasyon ve sıkı bir iş birliği gerektiriyordu.¹⁵ İlk ahşap parçasını bile çıkarmadan önce sökülmiş durumdaki teknenin her bir parçasının tam sayısını ve boyutunu bilmek, emdirmeye ve dondurarak kurutma konusunda kesin bir program hazırlamak zorundaydık. Ancak, restore edilen tekneyi destekleyen eğriyi tasarlamak ve son görünümünü ortaya çıkarmak ancak tekne çıkarıldıktan sonra mümkün oldu.

Yanıt gerektiren çok soru vardı!

ROMA DÖNEMİNDEN KALMA BU TEKNEDE KAÇ PARÇA VARDI?

Teknenin tümünü tek parça halinde çıkarmak mümkün değildi. Kazının yapılması beklenen yedi aylık dönemde Rhône Nehri'nin korunmamış durumdaki batığı tehdit eden ani taşkın riskinin yüksek olması nedeniyle Grenoble'a taşımak pratik olmayacaktı ve ARC-Nucléart'ın mevcut tesisleri buna uygun değildi. Zaman ve para yetersizliği nedeniyle tesislerde değişiklik yapmak veya çalışmaya uygun tesis inşa etmek söz konusu bile değildi. Bu nedenle, mavnayı bölümlere ayırma fikri öne sürüldü ve müze DRASSM ile bu çözüm konusunda uzlaştı. Her bir bölümün tam ölçüsünü belirlemek için hem sualtı koşulları hem de mavnaya işlem yapmak için ARC-Nucléart'ın kapasitesi göz önüne alındı. Ahşaplara dondurarak kurutma işlemi uygulanmasına karar verildiğinde ARC-Nucléart'da bulunan en büyük dondurarak kurutma cihazları üç ila beş metre arasında boyut kısıtlamalarını beraberinde getirdi. Bu da Arles-Rhône 3 batığının ortalama üçer metreden oluşan on bölüme ayrılmasına ve uygun yerlerinden sökülmesine yol açtı.

Gövdenin aşırı kırılabilirliği nedeniyle ahşabı yukarı doğru kaldırarak hareket ettirmek mümkün olmadı. Tahtaların altına yerleştirilen ve tekerleklerle desteklenen bir dizi polietilen plaka, ahşap elemanların tablalar üzerine kaydırılmasına yardımcı oldu (Fig. 12).

2011-2013: CONSERVATION AND RESTAURATION OF THE BARGE

ARC-NUCLÉART FACED TO A MAJOR CHALLENGE

Since 1970, ARC-Nucléart's laboratory has been dedicated to archaeological waterlogged wood conservation treatment. Experience ranged from Neolithic artefacts to antic shipwrecks, medieval dug-out canoe or 18th century rigging¹⁴, but when, in late 2010, we had to face the huge challenge to treat, restore and exhibit a 31-metre waterlogged Roman barge in no more than two years, we felt quite uncomfortable.

This required a highly organised operation and a tight collaboration between all the partners¹⁵. Even before lifting the first piece of wood, we had to know the exact number and size of each part of dismantled boat and we had to elaborate a precise schedule regarding impregnation and freeze-drying process. However, only once the boat lifted, was it then possible to design the frame supporting the restored boat and to conceive the final presentation.

Many questions requiring answers!

HOW MANY PIECES OF THE ROMAN BOAT?

Raising the entire boat in one single piece was not possible. Beside the high risk of sudden flood of Rhône River threatening the unprotected wreck during the seven months of the expected underwater excavation, transportation to Grenoble was impractical and the existent facilities in ARC-Nucléart not suitable.

Modifying or building adapted facilities was simply out of question because of the lack of time and money. So, cutting the barge into sections was discussed and the museum with the DRASSM agreed to this solution. To determine the exact dimensions of each section we took into consideration both the underwater conditions and ARC-Nucléart's capacity for treating the barge. Having decided to freeze dry the wood, the largest freeze-dryers at ARC-Nucléart imposed dimensional limitations of between three and five metres. That led to cut Arles-Rhône 3 into ten sections averaging three metres and to dismantle them in suitable parts.

Because of the extreme fragility of the hull, it was impossible to move the wood by lifting it up. A series of polyethylene plates inserted under the strakes and supported by rollers helped to slide the wooden elements onto trays (Fig. 12).

14 BERNARD-MAUGIRON – COEURE 2007.

15 SINTES vd. 2013.

14 BERNARD-MAUGIRON – COEURE 2007.

15 SINTES *et al.* 2013.



Fig. 12: Ahşap parçaların tüm konservasyon süreci sırasında kullanılan paslanmaz çelik plakalar üzerine aktarılması. (© ARC-Nucléart).

Fig. 12: Translation of wooden parts on stainless steel trays used during the whole conservation process. (© ARC-Nucléart)

Çalışmanın her aşamasında zamandan kazanmamız gerektiğinden, işleri en uygun hale getirdik. En geniş dondurarak kurutma cihazına tam olarak oturan paslanmaz çelikten bir dizi tepsi yaptık. Bu tablalar ahşapların Arles'dan Grenoble'a taşınmasında, emdirme işleminde, dondurarak kurutma işleminde ve nihai aşamada müzeye taşırken kullanıldı. Bu sayede ahşaplar söküldükten hemen sonra tablalar üzerinde güvende tutularak, restorasyon süreci boyunca onların üzerinde kaldı.

AHŞAPLARIN EMDİRİLMESİ İŞLEMİNDE HANGİ PEG, NE KADAR SÜREYLE KULLANILMALIYDI?

Oldukça bozunmuş durumdaki meşe (kaplamalar, döşekler ve paraçoller), köknar (yarım kütükten oluşan yan kaplamalar) ve çam (ortadaki kaplama tahtaları) ahşaplara PEG emdirme işlemi yapılmak zorundaydı. ARC-Nucléart'da genellikle standart uygulama iki aşamada bir yıl süreyle PEG 4000 uygulamaktır. Zamandan kazanmak amacıyla her iki aşama da iki ay kadar öne çekildi (%20'de dört ay, sonra %35'de dört ay) (Fig. 13). Sekiz aylık emdirme süresinin olabilecek en az süre olduğu düşünüldü. Buna karşın, reçinenin ahşabın içine yeterince derin bir şekilde nüfuz etme becerisini artırmak için suya doymuş ahşaplarla uğraşan laboratuvarlarda yaygın bir şekilde kullanılan düşük moleküler ağırlıklı PEG 2000 seçildi.

PEG EMDİRME İŞLEMİ İÇİN KAÇ ADET TANK GEREKTİ?

Büyük bir tank ($12 \times 6 \times 1$ m) PEG %20'ye ayrıldı, PEG %35 emdirme içinse iki daha küçük tank kullanıldı. PEG, kullanıma hazır çözelti halinde kamyonla teslim edildi (Fig. 14).



Fig. 13: Kullanıma hazır PEG solüsyonunun kamyonla sevk edilmesi. (© ARC-Nucléart)

Fig. 13: Truck delivery of ready-to-use solution of PEG. (© ARC-Nucléart)

As we needed to save time in every step of the operation, we optimized handling. We made a series of stainless steel trays fitting exactly in the widest freeze dryer. These trays were used for transportation from Arles to Grenoble, impregnation treatment, freeze-drying and the final transportation to the museum. Thus, the wood was secured on the trays right after dismantling, and remained there throughout the restoration process.

WHAT TYPE OF PEG FOR IMPREGNATION OF THE WOOD AND HOW LONG?

Highly deteriorated oak (strakes, floor-timbers and knees), fir (half-log sideplanks) and pine (central plank lining) had to go through PEG impregnation. Usually, the standard treatment at ARC-Nucléart is a one-year impregnation of PEG 4000 in two stages. To save some time we reduced both stages by two months (four months at 20% then four months at 35%) (Fig. 13). An eight-month period of impregnation was considered to be the absolute minimum. However, to increase the ability of the resin to penetrate deep enough into the wood we selected PEG 2000 with a lower molecular weight, which is commonly used in laboratories dealing with waterlogged wood.

HOW MANY TANKS FOR PEG IMPREGNATION?

One large tank ($12 \times 6 \times 1$ m) was dedicated to PEG 20%, and two smaller tanks were used for PEG 35% impregnation. PEG was delivered by truck in ready-to-use solutions (Fig. 14).



Fig. 14: PEG emdirmе havuzları. (MDAA © Rémi Bénali)

Fig. 14: PEG impregnation tanks. (MDAA © Rémi Bénali)

KAÇ ADET DONDURARAK KURUTMA CİHAZI KULLANILDI?

Programa uymak için iki adet uzun dondurarak kurutma cihazı (5 m ve 4 m × 1 m çap) ile bir adet büyük dondurarak kurutma cihazı (2.70 m × 1.70 çap) kullanıldı. Üçüncü bir dondurarak kurutma cihazının devreye alınması konusunda Lyofal adlı özel şirkete güvenildi.

KURUTMA NE KADAR SÜRDÜ?

Bir dondurarak kurutma işleminin tamamlanması 6 ila 8 hafta arasında zaman aldı. Bu nedenle, dondurarak kurutma cihazları hiç durmadan çalıştı. Zamanı iyi kullanmak için, bir gün içinde dondurarak kurutma cihazı sabahdan boşaltılarak yeni parti öğleden sonra yüklendi (Fig. 15). İlk dondurarak kurutma döngüsüne Şubat 2012'de başlandı, sonuncusu ise müzenin ek binasının açılışına sadece üç ay kala Haziran 2013 tarihinde uygulandı. Tekneyi tam anlamıyla kurutabilmek için kesintisiz en az 30 dondurarak kurutma döngüsü gerçekleştirildi.

DEMİR SÜLFÜR TEHDİDİ?

Mavnanın üzerinde 1700'ün üzerinde demir çivi sayıldığından, demir sülfür olup olmadığını kontrol etmemiz gerekiyordu. Bu amaçla SEM ve X-ışını kırınımı analizleri yapıldı.¹⁶ Bu analizler çivilerin yüzeyinde ve demirle temas halindeki ahşaplarda yüksek düzeyde demir sülfür biriktiğini ortaya koydu (Fig. 16). Çivilerin çoğunu çıkarılmasına ve çivilerin etrafındaki ahşaptan yaklaşık 5 mm alınmasına karar verildi. Delikleri gizlemek için çivi başlarının kalıpları alındı.



Fig. 15: Pruvanın dondurarak kurutma cihazına yerleştirilmesi. (MDAA © Rémi Bénali)

Fig. 15: Loading of the bow in the freeze-dryer. (MDAA © Rémi Bénali)

HOW MANY FREEZE-DRYERS?

To match the schedule, we used two long freeze-dryers (5 m and 4 m × diameter 1 m) and one large freeze-dryer (2.70 m × diameter 1.70 m). We relied on the private company Lyofal to provide the service of a third freeze-dryer.

HOW LONG THE DRYING?

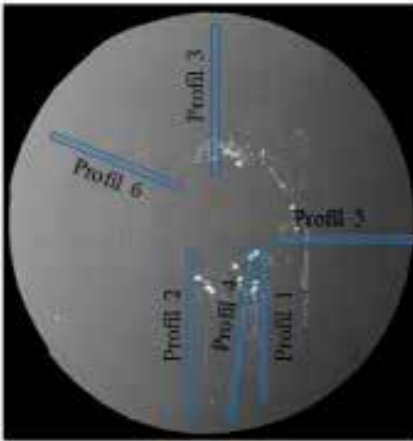
It took between 6 to 8 weeks to complete a freeze-drying cycle. Thus, the freeze-dryers never stopped running. For optimization of time, in a single day, a freeze-dryer was unloaded in the morning and reloaded in the afternoon with a new batch (Fig. 15). The first freeze-drying cycle began in February 2012, the last one was carried out late in June 2013. Only three months before the opening of the museum extension! No less than 30 nonstop freeze-drying cycles were conducted in order to fully dry the boat.

IRON SULPHIDE THREAT?

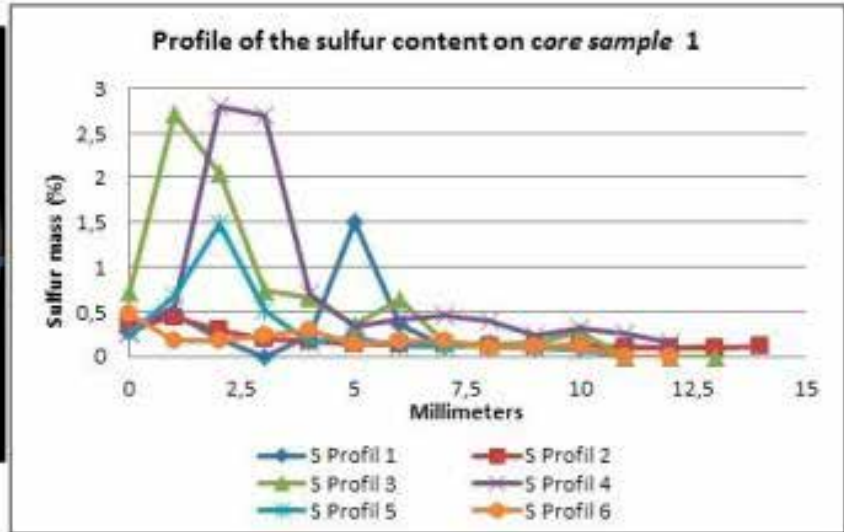
As more than 1700 iron nails were counted on the barge, we needed to check if iron sulphide was present. SEM and X-ray diffraction analyses were conducted¹⁶. This revealed a high level of iron sulphide concentrated on the nails' surface and in the wood in contact with the iron (Fig. 16). The decision was taken to extract most of the nails and to remove some 5 mm of wood surrounding the nails. Moulds of the nail heads were made to hide the holes.

¹⁶ BERNARD-MAUGIRON vd. 2013.

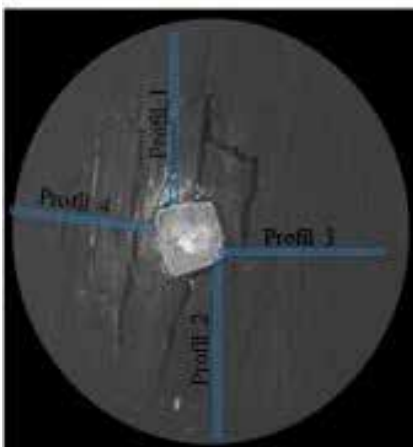
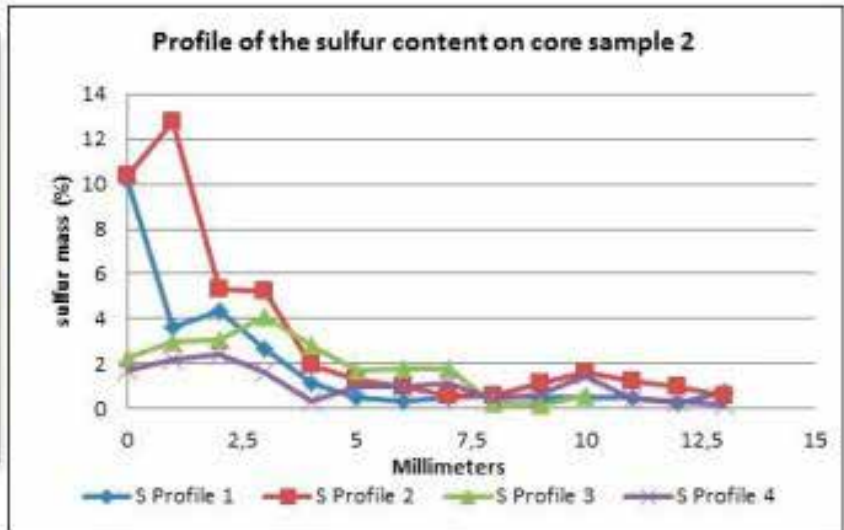
¹⁶ BERNARD-MAUGIRON *et al.* 2013.



Profile lines on core sample 1



Profile lines on core sample 2



Profile lines on core sample 3

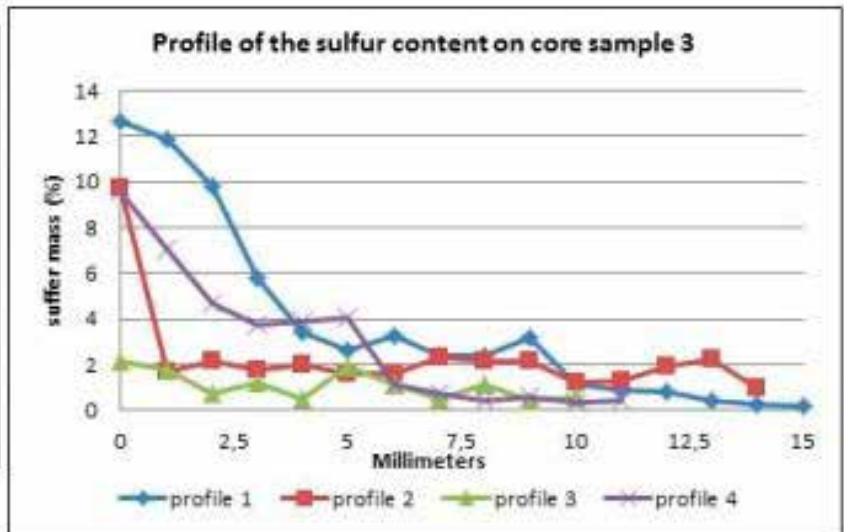


Fig. 16: Demir sülfatın çivilerin çevresindeki ağaca yayılımı. (© ARC-Nucléart)

Fig. 16: Diffusion of iron sulphide in wood around the nails. (© ARC-Nucléart)

PRUVA VE DİREĞE ÖZEL İŞLEM UYGULANDI MI?

Pruva ve direğin her ikisi de ahşap/demir karma malzemedendir. Estetik nedenlerle demir parçaların çıkarılmamasına karar verildi. Ahşabı demir sülfür nedeniyle olası asitlenmeye karşı koruma ihtiyacı yine de devam etti, mekanik güç gereksinimi ahşabın dayanıklılık işlemine devam etmemize neden oldu. PEG ve dondurarak kurutma işleminden sonra, emdirilmiş ahşaba hidrofobik özellikler kazandırmak amacıyla bir ışınlama işlemi yapılan stiren/polyesterle tamamlayıcı güçlendirme (Nucléart işlemi) uygulandı (Fig. 17).¹⁷ Bu işlem ahşabı demir sülfür oksidasyonu oluşturmak ve sülfürik aside dönüştürmekten sorumlu olası nemli iklim koşullarına karşı daha az savunmasız hale getirmektedir. Buna ek olarak, söz konusu işlem önemli oranda mekanik güçlendirme sağlamaktadır.

SPECIAL TREATMENT FOR THE BOW AND THE MAST?

The bow and the mast are both composite wood/iron. For aesthetic reasons it was decided not to remove the iron parts. The need of protection of the wood against possible acidification because of iron sulphide still present and the need of mechanical strength led us to continue the wood stabilisation treatment. After PEG and freeze-drying treatment, a complementary radio-cured styrene/polyester consolidation (Nucléart process) was made with the aim of giving hydrophobic properties to the impregnated wood (Fig. 17).¹⁷ This makes it less vulnerable to potentially humid climate conditions responsible for generating iron sulphide oxidation and transformation into sulphuric acid. In addition, this treatment allows a substantial mechanical reinforcement.

¹⁷ CHAUMAT vd. 2017, p. 7 et 15.

¹⁷ CHAUMAT *et al.* 2017, p. 7 et 15.



Fig. 17: Pruvanın radyo dalgalarıyla kürlenmiş stiren/polyester ile sağlamlaştırılması - “Nucléart işlemi”. (MDAA © Rémi Bénali)

Fig. 17: Radio-cured styrene/polyester consolidation of the bow - “Nucléart process”. (MDAA © Rémi Bénali)

RESTORASYON KAÇ SAAT SÜRDÜ?

Yaklaşık 12 kişiden oluşan restorasyon ekibi hiç durmaksızın 6000 saat çalışarak restorasyonu gerçekleştirdi (Fig. 18). Ahşaplar kurduğunda üzerlerindeki fazla PEG yumuşak fırçalar ve az miktarda su ve/veya sıcak hava ile sistematik olarak temizlendi. Suya doymuş ahşap oldukça bozunmuş durumda olduğundan dondurarak kurutma sonrasında kırılgan ve hassas hale gelmişti. Birçok parça herhangi bir işlem yapılmadan önce akrilik reçine (Paraloid B72, Plextol 500) ile dayanıklı hale getirildi. Mavnanın tüm düz alt kısımları, montaj desteği üzerinde doğru pozisyonda konumlandırmak için çekerek/itererek kolayca hareket ettirme olasılığını devam ettirmek amacıyla polietilen plakaların üzerine yavaşça kaydırıldı (Fig. 19). Ağırlığı 200-350 kg arasında değişen yarı kütük yan kaplamalar oldukça ağır ve kırılgandı. Bunları kaldırmak için ayarlı manşonlar gerekti; ayrıca elde yapılan kollar konulacakları yerde bunları desteklemek için sağlam merkezi kemereye sabitlenmesini sağladı. Bir palanga ve tepe iskelesi ile birlikte Arles-Rhône 3'ün üzerindeki tekerlekli bir vinç konservatörlerin mavnanın her yerine ulaşabilmesine olanak sağladı (Fig. 20). Son olarak, metallerin konservasyonundan sorumlu olan A-CORROS şirketinin çalışanları metal yüzeyleri tane asidi ile pasifleştirdikten sonra koruyucu akrilik reçine ve mikrokristalin mum uyguladı.

RESTORATION HOW MANY HOURS?

A team of up to twelve conservators committed to undertake restoration in 6 000 hours of non-stop work (Fig. 18). Once dry, the wood was systematically cleaned of excess PEG with soft brushes, small amounts of water and/or hot air. As the waterlogged wood was highly degraded, it became fragile and brittle after freeze-drying. Many parts were consolidated with acrylic resins (Paraloid B72, Plextol 500) prior to any handling. All of the flat bottom parts of the barge were gently slid onto polyethylene plates maintaining the possibility of easily moving them by hauling/pushing them into the correct position on the mounting support (Fig. 19). The half-log sideplanks ranging from 200 to 350 kg were quite heavy and fragile. They required adapted collars for lifting them and also, hand-made arms secured to the solid central beam for supporting them in their final position. A rolling crane above Arles-Rhône 3 with a chain hoist and overhead catwalk allowed conservators to reach any part of the barge (Fig. 20). Finally, conservators from A-CORROS's company, in charge of metal conservation, passivated the metal surfaces with tannic acid and then applied protective acrylic resin and microcrystalline wax.



Fig. 18: Mavnanın restorasyonu ve sağlamlaştırılması. (MDAA © Rémi Bénali)

Fig. 18: Reconstruction of the barge Restoration and consolidation of the wood. (MDAA © Rémi Bénali)



Fig. 19: Mavnanın hassas karina parçaları polietilen plakalar çekilerek taşınmıştır. (© ARC-Nucléart)

Fig. 19: Handling fragile flat bottom parts of the barge is done by pulling polyethylene plates. (© ARC-Nucléart)



Fig. 20: Yarım gövde yan kaplamalarının ağırlıkları 200 ile 350 kg arasında değişmektedir. Doğru şekilde yönlendirilmeleri tekerlekli vinç ve makaralı zincirlerle mümkün olmuştur. (MDAA © Rémi Bénali)

Fig. 20: Half-log side-planks weight ranges from 200 to 350 kg. Precise manipulation is obtained with rolling crane and chain hoists. (MDAA © Rémi Bénali)

MONTAJ SEKİZ TONLUK BİR AHŞAP NE ŞEKİLDE DESTEKLENEBİLİRDİ?

On bölmeye ayrılan temel yapı, Pierre Poveda'nın (CCJ/CNRS) yaptığı üç boyutlu batık kayıtlarına uygun bir şekilde üretilen yatay metal plakaları destekleyen yekpare bir merkezi çelik kemereden oluşmaktadır (Fig. 11, 21). Tabanı düz gövde doğrudan bunun üzerine yerleştirilmiştir. Yarım gövdeli yan kaplamalar, çekme direği, dümen küreği ve diğer birçok parçada özel olarak yapılmış demir destekler bulunmaktadır. Arkeolojik ahşaplarla boyalı çelik destek elemanları arasına sistematik bir şekilde köpük yerleştirilmiştir. Montaj desteği vasıflı metal işçileri tarafından yapılmıştır. Proje alışageldikleri endüstriyel kaynak işlerinden oldukça farklı olmasına rağmen, işçiler kısa sürede projenin bütününe dâhil oldular ve sürekli olarak gerek duyulan birçok değişiklik ve uyarlamalar sırasında önemli katkıda bulundular.

ARLES-RHÔNE 3 NASIL SERGİLENMELİYDİ?

Arles Müzesi Antik Eserler Bölümü küratörleri mavnanın batmadan hemen önce limanda demirlemiş, güverte ekipmanı ve taşıdığı taş kargosuyla birlikte neye benzediğinin betimlendiği temsili bir resmi ziyaretçilere sunmak istedi. Bu da batığın sadece arkeologlar tarafından bulunduğu şekliyle sunulması değil, aynı zamanda eksik parçaların yeniden inşa edilmesi, çekme direğinin dikey konumuna getirilmesi, dümen küreğinin kıçtaki yerine yerleştirilmesi, gövdenin şeklindeki bazı bozuklukların düzeltilmesi ve boşaltılmaya hazır durumdaki taş kargonun bir bölümünün sergilemesi anlamına geliyordu!

2005 yılının kışında, Rhône Nehri'nin taşmasıyla Arles-Rhône 3'ün kısmen kazılmış durumdaki kıç bölümünün iskele yanı hasar gördü. Bu nedenle restorasyon işiyle bağlantılı olarak geleneksel aletler kullanan bir marangoz, günümüz meşe ve köknar ağaçlarını kullanarak eksik parçaları yeniden inşa etti (Fig. 22). Henüz yaş olan ahşap arkeolojik ahşapların kalaniyle uyum sağlaması amacıyla bir miktar boyandı. Bu yeni parçaların hepsi özgün simetrik parçalardan elde edilen belgelenmiş bilgilere uygun olarak yapıldı.

Arles-Rhône 3, sualtında yanlamasına bir eğimli yüzey üzerinde yatarken birtakım deformasyonlar oluşmuştu. Ağır taş yükü bir açıklığı zorlayarak sancak tarafındaki yarım gövde kaplamalarının üzerine yüklenmişti. Gemi inşa tekniklerine yönelik çalışmalarından sonra arkeologlar orijinal şekil olarak düşündükleri formu çizmeyi başardılar. Bu nedenle yarım gövde kaplamalarını taşıyan metal kollar bu bilgiye dayanarak yapıldı.

Çekme direği taş yükün altında iyi korunmuş durumda bulundu. On parçaya ayrılmış olmasına rağmen, 3.70 metre uzunluğunda bir kereste oluştuyordu. Müzede

MOUNTING. HOW TO SUPPORT EIGHT TONS OF WOOD?

Divided into ten sections, the basic frame is composed of a massive central steel beam supporting horizontal metallic plates created according to 3D records of the shipwreck carried out by Pierre Poveda (CCJ/CNRS) (Fig. 11, 21). The flat bottom hull was placed directly on it. Half-log sideplanks, the towing mast, steering oar and many other parts have custom-made iron supports. Neutral foam was systematically placed between the archaeological wood and the painted iron support. Skilled metal workers made the mounting support. Despite the project being quite different from the industrial welding jobs they were used to do, in short time they were deeply involved in the entire project and made important contributions during the many changes and adaptations that were constantly required.

HOW TO DISPLAY ARLES-RHÔNE 3?

The curators of the Musée Départemental Arles Antique wanted to offer visitors an illustration of how the barge looked just before sinking, docked in port with its on-board equipment and its cargo of stones. This implied not simply representing the shipwreck as it was discovered by archaeologists, but also reconstructing missing parts, erecting the towing mast in its vertical position, putting the steering oar in place at the stern, correcting some distortions in the shape of the hull, and displaying a portion of the stone cargo ready to be unloaded!

In the winter of 2005, the flooding of the Rhône damaged the partially excavated stern of Arles-Rhône 3, on the port side. Thus in conjunction with the restoration work, a carpenter using traditional tools reconstructed missing parts with modern oak and fir (Fig. 22). The fresh wood was lightly tinted to match the rest of the archaeological wood. All of these new elements were made according to certified information provided by the authentic symmetrical parts.

While Arles-Rhône 3 lay underwater on a lateral incline some distortion occurred. The heavy stone cargo weighed on the starboard half-log sideplanks forcing an opening. After nautical architectural studies, archaeologists were able to draw what they presume to be the original shape. The metal arms supporting half-log sideplanks were therefore based on this information. The towing mast was discovered well protected underneath the stone cargo. Although broken into ten pieces, it formed a 3.70-metre timber. To make its vertical presentation in the museum possible, and in addition to the mechanical strength gained from the polyester consolidation, a hole was driven into all of the fragments following the axis, in order to insert a 18mm stainless steel pole.



Fig. 21: Temel eğri yatay metalik plakaları destekleyen merkezi bir çelik kemereden oluşmaktadır. Diğer desteklerin her biri özel yapımdır. (© ARC-Nucléart)

Fig. 21: The basic frame is made of a central steel beam supporting horizontal metallic plates. Every other supports are custom-made. (© ARC-Nucléart)



Fig. 22: Günümüz ağaçlarından eksik parçaların oyulması. (© ARC-Nucléart)

Fig. 22: Carving of modern wood of missing parts. (© ARC-Nucléart)

dikey durumda sergilenmesini sağlamak amacıyla ve polyesterle güçlendirmeden elde edilen mekanik sağlamlığa ek olarak 18 mm'lik paslanmaz çelikten bir direk yerleştirebilmek için parçaların hepsine eksenleri yönünde birer delik açıldı. Bu direk aynı zamanda ana yelkendirge iskaçasından ve merkez borda kaplamasından da geçirilerek alttaki çelik direğe sabitlendi. Çekme direğinin alt bölümlerindeki aşırı yüklenmeye engel olmak için, tüm parçaları gizli plakalarla ayrı ayrı desteklenmiştir. Direğin tam anlamıyla dikey durmasını sağlamak için 1 mm çapında paslanmaz çelik kablolar kullanmak gerekti, bunlarla direğin tepesi gerdiriciler kullanılarak yatay bir şekilde duvara sabitlendi.

Dümen küreği 7.60 metre uzunluğunda bir meşe parçasıdır. İki parçaya bölünmüş durumda ve 120 kg ağırlığında olan küreğin çalışır durumda kıça yerleştirilmesi amaçlandı. Denge noktasının ve doğru açının belirlenmesinden sonra, tek destek noktasından montajı yapıldı.

Otuz tonluk yükün yerine koyulması açıkça imkânsızken, Arles-Rhône 3'ü iş başındayken sergilemek için bir çözüm bulunması gerekiyordu. Batığın yükünü oluşturan farklı özgün taşlardan reçine kullanarak birtakım hafif imitasyonlar imal edildi ve restorasyon uygulanan mavnanın kargo bölümüne konuldu.

ARLES'A NASIL GERİ GÖTÜRÜLECEK?

Grenoble'da yapılan restorasyon ve montaj işi, her şey batığın hem Arles'a taşınması hem de müzenin iki metre genişliğindeki kapısından geçebilmesi için tamamen sökülebilir şekilde tasarlandı. Kuru ahşabın tesliminde 16 aya yayılan dondurarak kurutma döngüleriyle telafi edilen kayma, tekneyi iki aşamada restore etme, monte etme ve teslim etmemize olanak sağladı.

2013: MÜZEYE DÖNÜŞ

Mavnanın Grenoble'daki konservasyonuna paralel olarak müze 2012 yılında genişletilmiş, mavna ve Roma Limanı Arles ile ilişkili objelerin müzeografisine ev sahipliği yapması 2013 yılında gerçekleşmiştir.

Grenoble atölyesinde batığın kık tarafını yeniden birleştirdikten sonra, mavnanın bu yarısı Haziran 2013 yılında Arles müzesine yerleştirildi. Aynı işlem, Eylül 2013'te müzeye yerleştirilen mavnanın ön kısmı için de yapıldı (Fig. 23). Son olarak, bu büyük bulmacanın son parçası olan dümen küreği, arkeoloji müzesinin yeni kanadının 4 Ekim 2013 tarihinde açılışından bir gün önce yerine yerleştirildi. Mavna, şu anda yükünün bir bölümü, iç döşemesi ve yelken ekipmanıyla seyir halindeymiş gibi sergilenmektedir (Fig. 24).

Roma İmparatorluğunun Arles Limanı, bugün olduğu gibi, bir deniz-nehir limanı olduğu için mavnanın çevresinde sergilenen 480 eser aslında Rhône Nehri'nden ama aynı zamanda denizden (Rhône Nehri'nin ağzından) ve karadan çıkarılmıştır. Bu eserler arasındaki ortak nokta denizcilik mirasının yanı sıra Roma dönemindeki Arles limanıdır.

This pole was also driven through the mast step and the central strake and secured to the steel beam underneath. To avoid excess weight on the lowest parts of the towing mast, all the fragments were individually supported by hidden plates. To keep the mast perfectly vertical, it was necessary to use three stainless steel cables, 1mm in diameter, and maintained horizontally by tensors to secure the top of the mast to the walls.

The steering oar is a 7.60-metre piece of oak. Broken into two pieces and weighting 120 kg, the goal was to place it in a working position at the stern. After determination of the balanced point and the correct angle, a single support point mounting was made.

Although putting the 30-ton stone cargo back in place was clearly impossible, a solution had to be found for displaying Arles-Rhône 3 at work. Some lightweight moulds were made in resin from different authentic cargo stones and put in place in the cargo area of the restored barge.

HOW TO TRANSPORT BACK TO ARLES?

Restoration and mounting work in Grenoble was conceived so that everything was fully dismountable both for transport to Arles, and to pass through the two-metre wide door at the museum. The offset in the delivery of dry wood justified by freeze-drying cycles which did spread over 16 months, conducted us to restore, mount and deliver the boat in two stages.

2013: BACK TO THE MUSEUM

In parallel of the conservation of the barge in Grenoble, the museum was extended in 2012 and the museography to host the barge and the objects in relation with the Roman port of Arles took place in 2013.

After having reassembled the aft part of the shipwreck in the Grenoble workshop, this half section of the barge was installed in the Arles museum in June 2013. The same operation was done for the fore part of the barge who was then installed in the museum in September 2013 (Fig. 23). Finally, the last piece of this great puzzle, the steering oar, was put in place the day before the inauguration of the new wing of the archaeological Museum on the 4th of October 2013. The barge is now exhibited as if navigating, with a part of its load, its internal furnishing and sailing gear (Fig. 24).

Since the Roman harbour of Arles was a sea-river port – as it is today – the 480 objects presented around the barge are mainly coming from the Rhône River but also from the sea (in the mouth of the Rhône River) and from the land. The common point between these objects are the nautical heritage and the harbour of Arles in Roman times. Therefore, they are organized in three sections: shipping (with pulleys, anchors...), trading (amphorae, ceramic and glass tableware essentially) and activities of the harbour (weights, customs seals, tools...).



Fig. 23: AR3'ün müzede rekonstrüksiyonu ve restorasyonu. (MDAA © Rémi Bénali)

Fig. 23: Reconstruction and restoration of AR3 in the museum. (MDAA © Rémi Bénali)



Fig. 24: Roma şehri Arles'in deniz-ırmak limanına ayrılan Arkeoloji Müzesinin yeni kanadındaki AR3 mavnası. (MDAA © Rémi Bénali)

Fig. 24: The AR3 barge in the new wing of the Archaeological Museum dedicated to the sea-river port of the Roman city of Arles. (MDAA © Rémi Bénali)

Bu nedenle buluntular denizcilik (makaralarıyla, çapalarıyla, vb), ticaret (başta amforalar, çanak çömlek ve cam sofra takımları) ve liman faaliyetleri (ağırlık ölçüm aletleri, gümrük mühürleri, diğer aletler...) olmak üzere üç bölümde düzenlenmiştir.

GÜNÜMÜZDEKİ YENİ GÜÇLÜK: MAVNAYI KORUYABİLMEK İÇİN UZUN SÜRELİ GÖZETİM

Roma mavnasının uzun süreli konservasyonundan sorumlu olan kıdemli müze konservatörü Marie-Laure Courboulès, kontrol edilmesi gerektiğinin farkında olarak, Daniela Peloso (Ipso Facto) ve Vincent Dumas'ın (CCJ / CNRS) yardımıyla bir izleme protokolü geliştirmeye başladı¹⁸ (Fig. 25).

Devam etmekte olan bu iddialı proje batıkla bağlantılı tüm dokümantasyonun bir araya getirildiği genel bir veri tabanının oluşturulmasına dayalıdır. Proje, mobil ortam destekli açık kaynaklı bir uygulama sayesinde arkeolojik verilere, konservasyon verilerine, düzenli durum raporlarına, ortam hava durumu raporlarına, müze çevresi hava durumu verilerine ve coğrafi bilgi sistemi (GIS) ve fotogrametrinin bir arada kullanılmasıyla elde edilen üç boyutlu mavna modelinden oluşan büyük miktarda bilgiye erişim sağlayan bir araç anlamına gelmektedir.

18 BERNARD-MAUGIRON – COURBOULÈS 2016.

THE NEW CHALLENGE TODAY: LONG TERM MONITORING TO PRESERVE THE BARGE

In charge of the long-term conservation of the Roman barge, Marie-Laure Courboulès, senior conservator in the museum, aware of the need of controlling it, started developing a monitoring protocol¹⁸ relying on the assistance of Daniela Peloso (Ipso Facto) and Vincent Dumas (CCJ/CNRS) (Fig. 25).

The on-going ambitious project, is based on the development of a common data base gathering all the documentation connected to the boat. Which means a tool, thanks to an open-source application on a portable support, providing access to a huge quantity of information such as archaeological data, conservation data, periodic condition reports, climatic data, museum environment, climatic data, and 3D model of the barge resulting from the combination of a Geographical Information System (GIS) and photogrammetry.

Contacts and exchange of information with the Vasa museum have been organized with the aim to improve monitoring shipwrecks. A European research program is currently contributing to the testing and development of sensors tested on AR3's environment.

18 BERNARD-MAUGIRON – COURBOULÈS 2016.



Fig. 25: Marie-Laure Courboulès ve Daniela Peloso yeni bir veri tabanı aracıyla AR3'ü izlerken. (© ARC-Nucléart)

Fig. 25: Marie-Laure Courboulès and Daniela Peloso monitoring AR3 with a new data base tool. (© ARC-Nucléart)

Batığın izlenme yöntemlerini geliştirmek amacıyla Vasa Denizcilik Müzesi ile temas kurularak bilgi alışverişinde bulunulmuştur. Bir Avrupa araştırma programı halen AR3'ün bulunduğu ortamdaki sensörlerin test edilmesi ve geliştirilmesi konusunda katkı sağlamaktadır.

SONUÇ

Olağanüstü derecede başarılı bir ekip ve projenin her aşamasında uzmanlar arasındaki iletişim sayesinde (ayrıca 2011 yılındaki kazı ve mavnanın çıkarılması sırasında beklenmedik iklimsel ve hidrolojik koşullarda şansımızın yaver gitmesi sayesinde), 31 m'lik bir Gallo-Romen teknesini çıkarma, konservasyonunu gerçekleştirme ve sergileme güçlüğünün üstesinden gelerek son teslim tarihine yettirdik.

Bununla birlikte, bu büyük arkeolojik ve müzeografik zorluğu bu kadar kısa bir gecikmeyle kabul etmeden önce, müzenin projenin yanı sıra projeyi gerçekleştirecek finansal, teknik ve insan kaynaklarını kapsamlı şekilde incelemesi gerekiyordu. Uygulanan politikaların önemini de vurgulamak gerekiyor: uzun vadeli bir vizyon ve sağlanan tüm kaynakların yanı sıra sergilenen kararlılık, böylesine inanılmaz bir zorlukla yüzleşmemize ve hedeflerimize ulaşmamıza olanak sağladı.

Tüm bu düzenlemeler sayesinde Arles-Rhône 3 mavnası, günümüzde konservasyonu yapılan ve sergilenen en iyi korunmuş durumdaki Gallo-Romen mavnalardan biridir. Gelecek nesiller için koruma yükümlülüğü taşıdığımız bu "Milli Hazine"yi takdir etmek için günümüzde müzeye geniş bir ziyaretçi kitlesi gelmektedir.¹⁹

2019 yılında Sualtı Kültür Mirasının Korunmasına ilişkin 2001 Unesco Sözleşmesi, Sualtı Kültür Mirasının En İyi Uygulamaları alanında "Nehirden müzeye Arles-Rhône 3" projesini seçmiştir.

KATKI BELİRTME

Eski Momarch öğrencisi Alison Faynot'a ve bu makaleyi dikkatlice gözden geçirdiği için arkadaşım Anne Lesme'ye çok teşekkürler.

CONCLUSION

Thanks to a great and exceptional team and the interconnection between people at each step of the project (and also thanks to good luck with incredible climatic and hydrologic conditions during the excavation and raising of the barge in 2011), the challenge to rise, conserve and present a 31 m Gallo-Roman barge was won, the deadline was met.

However, before accepting this huge archaeological and museographic challenge in such a short delay, the museum had to have a comprehensive overview of the project, as well as the financial, technical and human resources to embrace it. It is also important to underline the importance of politics: a strong decision, along with a long-term vision and all the resources given, allowed us to face such an incredible challenge and reach our goals.

Thanks to all these settings, the Arles-Rhône 3 barge is today one of the most well preserved Gallo-Roman barge conserved and presented to the public. And it is a wide audience that comes today in the museum to admire this "National Treasure" that we have now an obligation to preserve for future generations¹⁹.

In 2019, the 2001 Unesco Convention on the Protection of the Underwater Cultural Heritage selected the Arles-Rhône 3 project, from the river to the museum, for Best Practices of Underwater Cultural Heritage.

ACKNOWLEDGEMENT

Many thanks to Alison Faynot, former Momarch student and to my friend Anne Lesme for her careful re-reading of this article.

¹⁹ Mavnanın keşfinden sergilenmesine kadar tüm arkeolojik, konservasyon ve mimari çalışmalarıyla birlikte AR3 projesiyle ilgili genel bilgi edinmek için bkz. MARLIER (ed.) 2017.

¹⁹ For a general view of the AR3 project, from the discovery to the exhibition of the barge, with all the archaeological, conservation and architectural operations, see MARLIER (ed.) 2017.

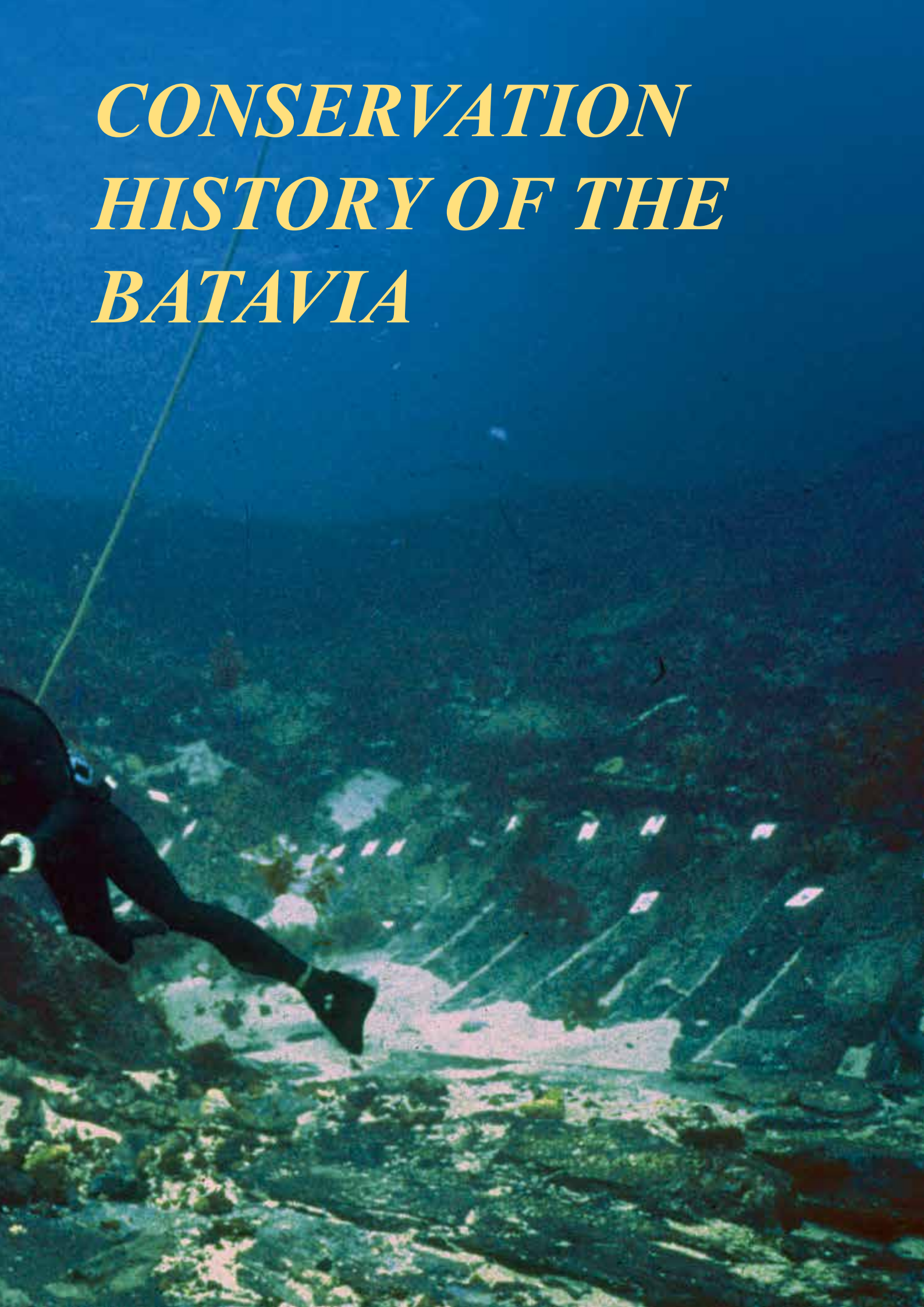
KAYNAKÇA-BIBLIOGRAPHY

- BERNARD-MAUGIRON – COEURE 2007 Bernard-Maugiron, H., Coeuré, P., Clermont-Joly, M., Duchêne, J., Vaudaine, P., Veysseyre, P., *Sauvé des eaux. Le patrimoine archéologique en bois - Histoire de fouilles et de restauration*. Editions ARC-Nucléart, 2007.
- BERNARD-MAUGIRON *et al.* 2013 Bernard-Maugiron, H., L. Blanc and P. de Viviés, A Case Study: The analysis and restoration of pyrite-contaminated composite waterlogged wood of a Gallo-Roman barge from Arles. In Proceedings of the 12th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Istanbul, 2013.
- BERNARD-MAUGIRON – COURBOULÈS 2016 Bernard-Maugiron, H., and M-L. Courboulès, Case Study: “Is it possible and reasonable to treat a 31-metre waterlogged Roman boat in just two years?”. In Proceedings of the 13th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Florence, 2016, p.115-124.
- CHAUMAT *et al.* 2017 Chaumat, G., Tran, K. Q., Hellias, F., Fierro-Mirkovich, S., Garrivier, S., Bernard-Maugiron, H., Froment, K., Conservation-restauration du bois archéologique gorgé d’eau, Techniques de l’ingénieur. Réf.N4250 V1, 10 août 2017.
- DJAOUI *et al.* 2011 Djaoui, D., Greck, S., Marlier, S. (ed.), *Arles-Rhône 3. Le naufrage d’un chaland antique dans le Rhône, enquête pluridisciplinaire*, Arles, Musée départemental Arles antique, Actes Sud, 2011.
- LONG - PICARD (ed.) 2009 Long, L., Picard, P. (ed.), *César. Le Rhône pour mémoire. Vingt de fouilles dans le fleuve à Arles*, catalogue d’exposition, Arles, Actes Sud, Musée départemental Arles antique, 2009.
- LONG *et al.* 2009 Long, L., Rival, M., Marlier, S., The Gallo-Roman wreck “Arles-Rhone 3”. A Flat Bottomed River Boat in the Rhone, in Arles (France). A preliminary rapport, in Bockius, R. (ed.) *Between the Seas, the 11th International Symposium on Boat and Ship Archaeology (ISBSA 11)*, Mainz, sept. 2006. Mayence, Tagungen RGZM, 2009, p. 303-311.
- MARLIER (ed.) 2014 Marlier, S. (ed.), *Arles-Rhône 3, un chaland gallo-romain du I^{er} siècle apr. Jésus-Christ*, Paris, CNRS Editions, Musée départemental Arles antique (Archaeonautica 18), 2014.
- MARLIER (ed.) 2017 Marlier, S. (ed.), *Arles-Rhône 3, du fleuve au musée. Journal de bord d’une opération archéologique hors du commun (1^{er} septembre 2004-4 octobre 2013)*, Gand, Snoeck éditions, 2017.
- MARLIER *et al.* 2012 Marlier, S., Greck, S., Guibal, F., Andrieu-Ponel, V., Arles-Rhône 3: Architectural and Paleobotanical Study of a Gallo-Roman Barge from the 1st Century in the Rhône river, in Günsenin, N. (ed.), *Between Continents. Proceedings of the Twelfth Symposium on Boat and Ship Archaeology, Istanbul 2009*, Ege Yayinlari, Istanbul, 2012, p. 203-210.
- MARLIER *et al.* 2017 Marlier, S., Poveda, P., Ranchin, N., The Arles-Rhône 3 project: From the excavation and raising of a Gallo-Roman barge, in the southern coastal French city of Arles, to its documentation and modelling in 3D (2011-2012), in 13th International Symposium on Boat and Ship Archaeology (ISBSA 13) (Amsterdam, 8-12 octobre 2012), 2017, p. 283-289.
- MARLIER 2018 Marlier, S., Navires et navigations dans le delta du Rhône à l’époque romaine, in Boetto, G., Rieth, E. (ed.), *De re navali. Pérégrinations nautiques entre Méditerranée et Océan Indien. Mélanges en honneur de Patrice Pomey* (Archaeonautica, 20), Paris, CNRS éditions, 2018.
- SINTES *et al.* 2013 Sintès, C., S. Marlier., and H. Bernard-Maugiron, 2013, “L’opération Arles-Rhône 3” *Du fleuve au musée*, National Geographic, édition spéciale pour le musée de l’Arles antique : 48-65.

BATAVIA BATIĞININ KONSERVASYON ÖYKÜSÜ



*CONSERVATION
HISTORY OF THE
BATAVIA*





* Vicki RICHARDS



** Ian GODFREY

Anahtar kelimeler: Batavia, polietilen glikol, konservasyon, asit oluşumu, asitten arındırma, sağlamlaştırma
Keywords: Batavia, polyethylene glycol, concervation, acid formation, deacidification, consolidation

ÖZET

Hollanda bandıralı ve East Indiaman ticari denizcilik şirketine ait *Batavia* isimli gemi ilk seferini yaptığı sırada Batı Avustralya kıyılarının 50 km açığında, Perth şehrinin yaklaşık 400 km kuzeyindeki kayalıklara çarparak batmıştı (1629). Batık, keşfedildiği 1963 yılının ardından 1970'lerin ortalarında Batı Avustralya Müzesi'nden bir ekip tarafından gerçekleştirilen kazıya kadar hiç bozulmadan olduğu yerde kalmıştır. Batıkta saptanan binlerce buluntu ve parçalanan gemi ahşaplarının kalıntıları çıkarılarak Fremantle'da bulunan müzenin konservasyon laboratuvarlarında işleme tabi tutulmuştur.

Batavia batığının ahşapları polietilen glikol (PEG) uygulamalarının henüz emekleme döneminde olduğu bir zamanda işleminden geçirilmiştir. Enkaza dönüşme sürecinin bir parçası olarak *Batavia* batığının gövdesi harap olduğundan ahşaplar giderek artan PEG 1500 konsantrasyonlarına daldırma yöntemiyle teker teker işleminden geçirilmiş, ardından yavaş yavaş kurutularak nemi giderilmiştir. Uygulama sonrasında *Batavia* batığının kık bölümüyle iskele yanının alt kısmı yeniden inşa edilmiştir. Ahşapların her biri alttaki çelik konstrüksiyona orijinal cıvata delikleri kullanılarak tutturulmuştur. PEG ile işlem gören, emdirilmiş ahşaplarda yaygın olarak görülen sülfür ve demir sülfür gibi asitlerden dolayı bozulma nedeniyle iyileştirici konservasyon işlemi için ahşapların yeniden birer birer sökülmesi gerektiğinden, bu düzenlemenin oldukça faydalı olduğu görülmüştür.

Bu makalede *Batavia* batığının ahşaplarında bulunan değişik demir bileşiklerinin içeriği ve miktarıyla ilgili analitik araştırmaların sonuçları, ahşabın yapısındaki bozulmanın kapsamı, asitten arındırma ve sağlamlaştırma çalışmalarının etkililiğini de içerecek şekilde *Batavia* batığı konservasyonu her açıdan ele alınmaktadır.

ABSTRACT

The *Batavia*, a Dutch East Indiaman, was wrecked on its maiden voyage (1629) when it struck a reef approximately 400 kilometres north of Perth, 50 kilometres off the Western Australian coast. The wreck lay undisturbed until its discovery in 1963 and its subsequent excavation by staff of the Western Australian Museum in the early 1970s. Thousands of artefacts and the remains of the collapsed ship's timbers were excavated and treated in the Museum's conservation laboratories based in Fremantle.

The *Batavia* timbers were treated at a time when polyethylene glycol (PEG) treatments were still in their infancy. As the *Batavia* hull collapsed as part of the wrecking process, the timbers were treated individually by immersion in progressively increasing concentrations of PEG 1500 and then dried by slow dehumidification. Following treatment, the stern and lower port side of the *Batavia* was reconstructed. Each timber was fitted to an underlying steel framework, attached to the frame through original bolt holes. This arrangement proved to be highly beneficial when individual timbers had to be removed for remedial conservation treatment due to acid deterioration common to sulphur and iron sulphide impregnated, PEG treated timbers.

This paper reviews all aspects of the conservation of the *Batavia* timbers, including the results of analytical investigations related to the nature and quantities of the various iron compounds in the *Batavia* timbers, the extent of deterioration of the wood matrix and the effectiveness and impacts of deacidification and consolidation regimes.

* Vicki RICHARDS, Orcid ID: 0000000225978131, Materyal Konservasyon Bölümü, Batı Avustralya Müzesi, 47 Cliff St, FREMANTLE WA 6160, vicki.richards@museum.wa.gov.au

* Vicki RICHARDS, Orcid ID: 0000000225978131, Department Materials Conservation, Western Australian Museum, 47 Cliff St, FREMANTLE WA 6160, vicki.richards@museum.wa.gov.au

** Ian GODFREY, Orcid ID: 0000000225978131, Materyal Konservasyon Bölümü, Batı Avustralya Müzesi, 47 Cliff St, FREMANTLE WA 6160, ian.godfrey303@gmail.com

** Ian GODFREY, Orcid ID: 0000000225978131, Department Materials Conservation, Western Australian Museum, 47 Cliff St, FREMANTLE WA 6160, ian.godfrey303@gmail.com

GİRİŞ

Hollanda bandıralı ve East Indiaman denizcilik şirketine ait *Batavia* isimli gemi 1629 yılında Perth şehrinin yaklaşık 400 km kuzeyinde, Batı Avustralya kıyıları'nın 50 km açığındaki Houtman Abrolhos Adaları'nda bulunan Morning Reef kayalıklarına çarparak batmıştı (Fig.1-2). Sığ, sub-tropik sularda bulunan (~ 5 m) batık, sert dalgalara maruz kalırken hem fiziksel hem de biyolojik bozunmaya uğramıştır (Fig. 3). Batık, 1963 yılında keşfedilerek 1970'lerin başlarında birkaç yıl sistematik bir şekilde kazılmıştır. Batıktan geriye ahşapların kışın bir bölümüyle birlikte iskele yanının alt bölümünden oluşan sadece onda biri kalmıştır. Bu ahşaplar (ağırlıklı olarak Avrupa meşesi) gemi battıktan sonra deniz çökeltileri ve katılaşmış maddelerle kaplanan taş bloklardan, dökme demir top ve diğer demir alaşımlı buluntulardan oluşan bir kitlenin altında gömülü kaldığından fiziksel ve biyolojik bozunmadan korunmuştur (Fig. 4).¹

Başlangıçta demir buluntuların içerisinde korozyonla oluşan çözünür demir (II) klorürler ahşapların içine nüfuz etmiştir. Ancak, depozitler ve kumun altında gömülü kalmak da (Fig. 5) anaerobik bir ortamın oluşması ve yüksek konsantrasyonlarda sülfid iyonu oluşturan sülfat indirgeyen bakterilerin çoğalması için uygun bir ortam yaratmıştır. Daha sonra demir korozyon ürünleri bu sülfid iyonlarıyla reaksiyona girerek ahşabın yapısındaki pirit (FeS_2) gibi önemli miktarlarda demir sülfidi çökelmiştir. Yapılan işlem sonrasında sergileme salonlarında uzun süre yüksek bağıl neme maruz kalan ahşapların bozunmasında bu indirgenen sülfür türleri ve demir sülfitlerin rolü büyük olmuştur.²

1 MACLEOD 1990, 1-8.

2 RICHARDS 2016, 39.



Fig. 1: Batavia batığının buluntu alanını gösteren uydu haritası (Google Earth 21 Aralık 2020).

Fig. 1: Satellite map of the Batavia wreck site (Google Earth 21 December 2020).

INTRODUCTION

The Dutch East Indiaman, *Batavia*, was wrecked in 1629 on Morning Reef in the Houtman Abrolhos Islands, approximately 400 km north of Perth and 50 km off the Western Australian coast (fig. 1-2). The wreck lies in shallow, sub-tropical water (~ 5 m) subjected to heavy surf which promotes both physical and biological degradation (fig. 3). The wreck was discovered in 1963 and systematically excavated over a number of years in the early 1970s. Only one tenth of the structural timbers remained; a small section of the stern and lower port side. These timbers (mainly European oak) were protected from physical and biological degradation by burial under a mass of stone blocks, cast iron cannon and other assorted iron alloy artefacts, which were subsequently covered by marine sediment and concretion (fig. 4).¹ Initially, soluble iron (II) chlorides, formed through corrosion of the iron objects, diffused into the timbers. However, the encapsulation under concretion and sand (fig. 5) also encouraged the formation of an anaerobic environment and the proliferation of sulphate reducing bacteria which produced high concentrations of sulphide ions. Subsequently, the iron corrosion products reacted with these sulphide ions and precipitated significant quantities of iron sulphides, such as pyrite (FeS_2), within the wood matrix. These reduced sulphur species and iron sulphides contributed significantly to the post-treatment deterioration of the timbers when subjected to periods of high relative humidity in the display gallery.²

1 MACLEOD 1990, 1-8.

2 RICHARDS 2016, 39.



Fig. 2: Beacon Adası ve Morning Kayalıklarının hava fotoğrafı.

Fig. 2: Aerial image of Beacon Island and Morning Reef.



Fig. 3: Batavia batığının buluntu alanını döven dalgalar.
Fig. 3: Waves breaking on the Batavia wreck site.



Fig. 4: Kazı öncesinde Batavia batığının buluntu alanı.
Fig. 4: Batavia site prior to excavation.

KONSERVASYON VE REKONSTRÜKSİYON

Batavia batığının gövde kalıntıları kazılarak (Fig. 6) sistematik bir şekilde sökülmüş ve büyük boyutlardaki ahşapların bazıları çıkarılmadan önce daha küçük uzunluklarda (~5 m) kesilmiştir (Fig. 7); bu şekilde sıklıkla tehlike oluşturan deniz koşullarında bunlarla başa çıkmak daha kolay hale gelmiştir. Ancak büyük aynalık ve kış aynası kirişleri, rekonstrüksiyon sürecindeki ana ahşap parçaları olduğundan ayrı ayrı çıkarılmıştır (Fig. 8). Çıkarılan ahşaplar ıslak halde tutulmuş, adadaki koral tabana kazılan deniz suyuyla doldurulmuş çukurların içine geçici olarak muşambalarla sarılı olarak yerleştirilmeden önce üzerlerindeki katılaşmış kalker oluşumlarının bir kısmı temizlenmiştir. Her kazı sezonunun sonunda ahşaplar Panacide (2,2'-dihidroksi-5,5'-diklorodifenil metan) isimli bir fungusit içeren deniz suyuyla ıslatılmış kaba kendir bezine sarılarak büyük plastik torbalara yerleştirilmiş, torba ağızları sızdırmayacak şekilde kapatılmış ve Fremantle'daki konservasyon laboratuvarlarına taşınmıştır.

Ardından ahşaplar musluk suyu (140-240 ppm klorür) ile doldurulmuş büyük depolama havuzlarına aktararak yaklaşık iki yıl süreyle tuzdan arındırma işlemine bırakılmıştır. Üzerlerinde oluşmuş depozit ve kalkerleri uzaklaştırmak için ahşaplardan bazıları hidroklorik asit buharında (%37) işlem görmüş, ancak yüzeylerinin aşırı derecede bozulmasına neden olduğundan bu uygulamaya devam edilmemiştir. Kalıntı kalker, klorürün arındırılması ve sonrasında ahşabın konsolidantlarla empenye edilmesini kolaylaştırmak için ıskarpela, çekiç ve yüksek basınçlı su spreyi kombinasyonu kullanılarak mekanik olarak uzaklaştırılmıştır. Ahşaplar tuzdan arındırılırken suya doymuş ahşaplarda uygulanacak olan optimal uygulama programının belirlenmesi için kapsamlı deneyler yürütülmüştür.³

CONSERVATION AND RECONSTRUCTION

The *Batavia* hull remains were excavated (fig. 6) and systematically dismantled, with some of the larger timbers cut into smaller lengths (~5 m) prior to recovery (fig. 7) so they could be more easily handled in the often dangerous sea conditions. The large fashion piece and the transom beams however, were raised as individual timbers as they were key pieces in the reconstruction (fig. 8). The recovered timbers were kept wet and partially cleaned of gross concretions prior to being temporarily stored in plastic lined, seawater-filled, shallow holes dug into the coralline ground on the island. At the end of each fieldwork season the timbers were wrapped in hessian soaked with seawater containing a fungicide, Panacide (2,2'-dihydroxy-5,5'-dichlorodiphenyl methane), sealed in large plastic bags and transported to the conservation laboratories in Fremantle.

The timbers were then transferred to large storage tanks filled with tap water (140-240 ppm chloride) and allowed to desalinate for approximately two years. Some timbers were exposed to fuming concentrated hydrochloric acid (37%) to assist with concretion removal but as this practice caused increased surface deterioration it was discontinued. Residual concretions were removed mechanically using a combination of bolsters, geopicks and high-pressure water spray to facilitate chloride removal and subsequent impregnation with consolidants. While the timbers were being desalinated, extensive experiments were conducted to determine the optimum treatment regime for the waterlogged timbers.³

³ MACLEOD 1990, 1-8.

³ MACLEOD 1990, 1-8.

Maksimum su içeriği analizleri, ahşapların dış yüzeylerinde (0-3 cm) su içeriğinin ortalama %170-250 olduğunu, içinde ise hızla %40-50'ye düştüğünü ortaya koymuştur. Deneylerin sonuçlarına göre, *Batavia* ahşapları için en uygun uygulama programının polietilen glikol (PEG) 1500 çözeltisi konsantrasyonlarını artırarak emdirme olduğu belirlenmiştir.⁴

Ahşaplar, yalıtılmış, amaca yönelik olarak inşa edilmiş düşük karbonlu çelik tanklar içinde ahşap bir tezgâh üzerine yerleştirilmiş ve ısıtılmış (60 °C) PEG 1500 çözeltilerine tamamen daldırılarak emprenye edilmiştir (Fig. 9). Bu sıcaklık derecesinin seçilmesinin nedeni termal ve osmotik şok arasında en uygun uzlaşmayı sağlaması ve biyolojik faaliyeti azaltırken PEG'in içeriye doğru yayılma oranını artırma olanağı sağlamasıdır. Çözeltiler ayda bir nitrojenle temizlenerek karıştırılmıştır. PEG'in çözeltilerde başlangıçta %5-10 (w/v) olan yüzdesi osmotik şoku önlemek amacıyla konsantrasyon artışları arasında ortalama iki ila dört aylık bir denge süresi ile iki ila üç yıl arasında bir süre içerisinde yavaş yavaş %90'a yükseltilmiştir (w/v). PEG konsantrasyonu, bilinen bir emdirme çözeltisi hacmi kurularak periyodik bir şekilde belirlenmiştir.⁵

⁴ PANG 1981, 1-13.

⁵ PANG 1981, 1-13.

Maximum water content analyses indicated that on average, the water content was 170-250 % in the outer surfaces (0-3 cm), decreasing rapidly to 40-50 % in the inner regions of the timbers. Based on the results of the experiments it was determined that the most appropriate treatment regime for the *Batavia* timbers was impregnation using increasing concentrations of polyethylene glycol (PEG) 1500 solutions.⁴

The timbers were placed on a timber frame within insulated, purpose-built mild steel tanks and impregnated by total immersion in heated (60 °C) PEG 1500 solutions (fig. 9). This temperature was chosen as the optimum compromise between thermal and osmotic shock and as a means of increasing the inward diffusion rate of PEG while minimising biological activity. The solutions were stirred monthly by purging with nitrogen. The percentage of PEG in the solutions, initially 5-10 % (w/v), was slowly raised to 90 % (w/v) over a two to three year period, with an average equilibrium time of two to four months between concentration increases to avoid osmotic shock. The PEG concentration was periodically determined by drying a known volume of the impregnation solution.⁵

⁴ PANG 1981, 1-13.

⁵ PANG 1981, 1-13.



Fig. 5: Batavia ahşaplarını kaplayan kum.
Fig. 5: Sand covering the Batavia timbers.



Fig. 6: Buluntu alanında teşhir edilen ve etiketlenen kazısı yapılmış ahşaplar.
Fig. 6: Excavated timbers exposed and labelled on-site.



Fig. 7: Pnömatik zincirli testere ile daha küçük parçalara bölünen büyük ahşaplar.
Fig. 7: Large timbers being cut into smaller sections with a pneumatic chain-saw.



Fig. 8: Batavia batığının aynalığının çıkarılması.
Fig. 8: Recovery of the Batavia fashion piece.

İlk emprenye işlemi sırasında her altı ayda bir rastgele ahşapların içinden karot alınarak 2 cm'de bir içeriklerindeki su ve PEG analiz edilmiştir. Alt örneklerden PEG ve su, aseton ile çıkarılmış, alınan karot örneklerindeki konsantrasyon kızılötesi spektrofotometriyle 1105 cm⁻¹ emilim bandı (simetrik eter C-O-C bağ esnetme) kullanarak analiz edilmiştir. Daha sonra PEG konsantrasyonu, PEG'in çözelti içindeki suya ağırlık oranı hiçbir zaman ahşaptakinden %20'den fazla olmayacak şekilde artırılmıştır. Bununla birlikte, bu sonuçlar aynı zamanda PEG moleküllerinin depolimerizasyonunun hem ahşapta hem de çözeltilerde meydana geldiğini de göstermiştir.⁶

Emdirme işleminin sonunda ahşaplar çözeltiyi yavaş yavaş soğuttuktan sonra PEG 1500 çözeltilerinden çıkarılmıştır (Fig. 10). Ahşaplar dondurarak kurutma için çok büyük parçalı olduğundan başlangıç ısısının (T) ve bağıl nemin (RH) sırasıyla 5±3°C ve 90±%5 olduğu nem alma odacığına yerleştirilmiştir.⁷

Önceki deneyler nem alıcıdaki daha düşük bir başlangıç ısısının çok az seviyede çatlamaya ve çekmeye neden olduğunu göstermiştir. Daha düşük sıcaklık aynı zamanda ahşabın içerisindeki PEG'i hareketsiz hale getirerek PEG'in kurutma sırasında dışarıya sızma olasılığını minimuma indirmiştir. Ancak, bağıl nem %85'in üzerinde olduğunda ahşapların "terleme" eğilimi bulunduğu, yüzeyleri PEG'in ahşapların içerisinden ağacın yüzeylerine hareketlenmesini en aza indirmek için daha az higroskopik olan PEG 6000 (%70 (w/v) ile kaplanmıştır (Fig. 11). Yaklaşık olarak altı aylık bir süre geçtikten sonra *Batavia*'nın sergileneceği salon için belirlenen çevre koşullarına uyacak şekilde sıcaklık yavaş yavaş 22 ± 2 °C'ye, bağıl nem ise %60 ± 5'ye değiştirilmiştir.⁸ Bu kurutma süreci sırasında seçilen ahşapların düzenli olarak izlenmesi boyutsal çekmelerin uzunlamasına %1-2, radyal olarak %2 ve teğetsel olarak %3-4 olduğunu göstermiştir. Bu çekme yüzdeleri "kabul edilebilir" sayılmıştır. Buna ek olarak kuru ahşapların bazılarında PEG ve su içeriği ölçülmüştür. Ciddi derecede bozunmaya uğrayan ahşaplardaki su, ağırlıklarının ortalama %16±2'si ve PEG %36 ± 3'ü iken, daha az bozunan ahşaplarda bu oranlar sırasıyla %11 ± 1 ve %3 ± 2 bulunmuştur.⁹

1981'den 1987'ye kadar olan dönemde ahşaplar amaca uygun olarak imal edilmiş çinko silikat kaplamalı yumuşak çelikten bir yapı iskeletine orijinal cıvata deliklerinden bağlama yoluyla monte edilerek gövdenin orijinal yapısı sergi salonunda yeniden inşa edilmiştir (Fig. 12). *Batavia* ahşapları çelik yapı iskeletinin şekil ve biçimi için bir kılavuz olarak kullanılmıştır. Buna ek olarak, rekonstrüksiyon ahşapların gerektiğinde daha ileri aşamada daha ayrıntılı arkeolojik inceleme veya konservasyon sonrası iyileştirme işlemleri için yeniden sökülebileceği şekilde tasarlanmıştır (Fig. 13).¹⁰

During the inaugural impregnation treatment random timbers were cored every six months and analysed for water and PEG content at 2 cm intervals. The PEG and water were extracted from the sub-samples with acetone and the concentration in the wood cores analysed by infrared spectrophotometry using the 1105 cm⁻¹ absorption band (symmetrical ether C-O-C bond stretching). The PEG concentration was then increased at a rate so that the weight ratio of PEG to water in solution was never more than 20 % greater than in the timber. However, these results also indicated that depolymerisation of the PEG molecules was occurring both in the wood and in the solutions.⁶

At the conclusion of the impregnation treatment, the timbers were removed from the PEG 1500 solutions after cooling the solution slowly (fig. 10). As the timbers were too large to freeze dry they were placed in a dehumidifying chamber where the initial temperature (T) and the relative humidity (RH) were 5 ± 3 °C and 90 ± 5 %, respectively.⁷ Previous experiments indicated that a lower initial temperature in the dehumidifier caused the least amount of cracking and shrinking. The lower temperature also immobilised the PEG inside the timber, thereby minimising the possibility of PEG leaching out during drying. However, as the timbers tended to 'sweat' at RHs above 85 %, their surfaces were coated with the less hygroscopic PEG 6000 (70 % (w/v) to minimise mobilisation of PEG from the interior of the timbers to the wood surfaces (fig. 11). Over an approximately six-month period the T and RH were slowly altered to 22 ± 2 °C and 60 ± 5 %, respectively to meet the environmental conditions specified for the *Batavia* display gallery.⁸

Regular monitoring of selected timbers during this drying process indicated that the dimensional shrinkages were 1-2 % longitudinally, 2 % radially and 3-4 % tangentially. These percentage shrinkages were considered "acceptable". In addition, PEG and water contents were measured for some of the dried timbers. Heavily degraded timbers averaged 16 ± 2 wt% water and 36 ± 3 wt% PEG while less degraded timbers averaged 11 ± 1 wt% water and 3 ± 2 wt% PEG.⁹ From 1981-1987 the original hull structure was reconstructed in the gallery by attaching the timbers to a purpose-built, zinc silicate coated mild steel framework, with the timbers fastened via the original bolt holes where possible (fig. 12). The *Batavia* timbers were used as a guide for the shape and form of the steel framework. In addition, the reconstruction was designed so that individual timbers could be removed for further archaeological investigation or remedial post-conservation treatment if required (Fig. 13).¹⁰

6 PANG 1981, 1-13.

7 PANG 1981, 1-13.

8 PANG 1981, 1-13.

9 PANG 1981, 1-13.

10 MACLEOD 1990, 1-8.

6 PANG 1981, 1-13.

7 PANG 1981, 1-13.

8 PANG 1981, 1-13.

9 PANG 1981, 1-13.

10 MACLEOD 1990, 1-8.



Fig. 9: Batavia ahşapları için ısıtılmış PEG havuzları.
Fig. 9: Heated PEG tanks for Batavia timbers.



Fig. 10: Ahşapların PEG havuzlarından çıkarılması.
Fig. 10: Removing timbers from the PEG tanks.



Fig. 11: Nem alıcıda PEG 6000 ile kaplaması yapılan aynalık.
Fig. 11: Impregnated fashion piece coated with PEG 6000 in dehumidifier.

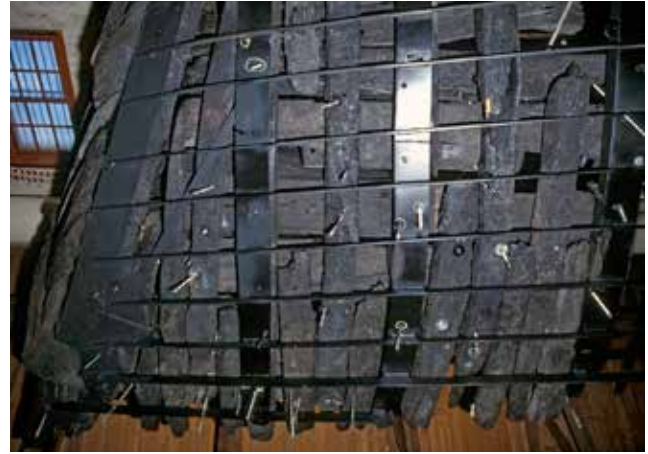


Fig. 12: Ahşapların sergi holünde yapı iskelesi üzerinde yeniden inşa edilmesi.
Fig. 12: Reconstruction of timbers onto framework in gallery.



Fig. 13: Ön planda orijinal Batavia'nın bir modeliyle birlikte rekonstrüksiyonun son aşaması.
Fig. 13: Final reconstruction with a model of the original Batavia in the foreground.

ASİT OLUŞUMU

Sergileme ortamında sıcaklık (22 ± 2 °C) ve bağıl nem (60 ± 5) kontrollü olmakla birlikte, sık sık yaşanan tesis arızaları nedeniyle sergileme salonunun ortam koşullarının uzun sürelerle kabul edilebilen aralıkların dışına çıkabildiği (sıklıkla bağıl nem > 80) zamanlar vardı. Bu ortamda yıllar boyu kalan ahşapların birçoğunda beyaz/sarı asitli kabuklanmalar oluşmuştur. 1985 yılında bu sorunları kavrayarak giderme amacıyla inceleme başlatılmıştır.¹¹

100'ün üzerinde pH ölçümüne dayanarak yüzeydeki asit düzeyi ile ahşaptaki bozunmanın boyutları arasında güçlü bir bağ olduğu anlaşılmıştır (Tablo 1). Çok kötü durumdaki ahşapların yüzeylerinde sarı mineralizasyon alanları bulunmaktaydı; ortalaması yaklaşık olarak 2.0 olan pH bazen 1.2'ye kadar düşmekteydi. Bu büyük ölçüde bozulan ahşapların bir başka ortak özelliği ise 'keskin' kokularıydı. Orta ile kötü durumda diye ifade edilebilecek diğer kırmızı/kahverengi renkli ahşaplarda yüzey pH değerleri 4,3 civarındaydı. İyi durumda olduğu görünen ahşaplar ise sıklıkla mumla kaplı gibi görünmekteydi ve koyu griden siyaha doğru bir renge sahipti; yüzey pH değerleri ise nötre yakın diyebileceğimiz değerlerdeydi.¹²

11 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142.

12 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142.

ACID FORMATION

Although the display environment was temperature (22 ± 2 °C) and relative humidity (60 ± 5 %) controlled, due to frequent plant breakdowns there were extended periods of time when the conditions in the gallery were outside the acceptable range (often > 80 % RH). After years in this environment many of the timbers became encrusted with a white/yellow acidic precipitate. In 1985 investigations were initiated in an attempt to understand and alleviate these problems.¹¹

Based on more than 100 surface pH measurements there appeared to be a strong correlation between surface acidity and the extent of timber degradation (Table 1). The timbers in extremely poor condition had areas of yellow mineralisation on the surface and the pH was sometimes as low as 1.2 with an average around 2.0. These extensively degraded timbers also had a characteristic 'sharp' smell. Other red/brown timbers in fair to poor condition had surface pH values around 4.3. Those timbers that appeared in good condition were often waxy in appearance and had a dark grey to black colour and the surface pH was near neutral.¹²

11 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142.

12 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142.

Tablo 1. Batavia ahşaplarının yüzey pH değerleri ve genel tanımı.

Genel Tanım	pH Ölçümleri	
	Aralık	Ortalama
Koyu gri ve mumlu PEG 1500 yüzeyli	7.0 - 9.0	7.8 ± 0.7
Koyu mumlu	5.4 - 6.8	6.1 ± 0.5
Demir korozyon (III) ürünü içeren geniş bölgeler	4.5 - 4.8	4.6 ± 0.1
Kötü durumda açık gri ahşap	2.5 - 5.0	4.1 ± 0.9
Açık gri ağaç, ara ara zengin mineralizasyona sahip olan bölgeler	2.0 - 3.5	2.7 ± 0.5
Sarımsı, mineralizasyon bölgeleri, çok kötü durumda	1.7 - 4.4	2.8 ± 1.0
Açık renkli, aşırı mineralizasyon, kötü durumda	1.2 - 3.2	2.2 ± 0.7
Aşırı bozunma, çok zengin mineralizasyon	1.3 - 2.3	1.7 ± 0.4

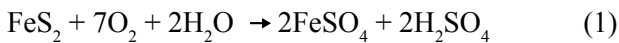
Table 1. Surface pH and general description of Batavia timbers.

General Description	pH Measurements	
	Range	Average
Dark Grey With Waxy PEG 1500 Surface	7.0 - 9.0	7.8 ± 0.7
Dark Waxy	5.4 - 6.8	6.1 ± 0.5
Extensive Regions Of Iron (Iii) Corrosion Products	4.5 - 4.8	4.6 ± 0.1
Light Grey Timber, Poor Condition	2.5 - 5.0	4.1 ± 0.9
Light Grey Wood, Patches Of Rich Mineralisation	2.0 - 3.5	2.7 ± 0.5
Yellowish, Mineralised Regions Extremely Poor Condition	1.7 - 4.4	2.8 ± 1.0
Light Wood, Extensive Mineralisation, Poor Condition	1.2 - 3.2	2.2 ± 0.7
Extreme Degradation, Very Rich Mineralisation	1.3 - 2.3	1.7 ± 0.4

Yüzey asiditesinin birkaç kaynağı olabilir. PEG moleküllerinin bozunması formik asit ve formaldehidin yükselmesine yol açar, formaldehidin yükselmesiyle genellikle daha fazla oksidasyona uğraması formik asit oluşturur.¹³ Formik asidin pK_a değeri 3.75'tir, bunun 4-7 aralığındaki pH değerlerinin nedeni olduğunu rahatça söyleyebiliriz. Buna ek olarak demir hidroksitlerin doygun çözeltileri 2-3 civarında çözelti pH değerleri vermektedir. Bu mineraller aerobik koşullarda paslanan demirde oluşan baskın korozyon ürünleridir, bu nedenle de ağaçların yüzeylerinde gözlenen asidik ortama katkısı olabilir. Demir hidroliz (III) türleri de aynı şekilde ahşabın asit derecesine katkıda bulunabilir.¹⁴ Ancak, önceki açıklamaların hiçbiri pH'nın 2,0'nin altında olduğu aşırı derecede asidik ahşap yüzeylerine açıklama getirmemektedir. Bu daha düşük pH değerleri, pirit oksidasyonu yoluyla ortaya çıkan sülfürik asit oluşumuna bağlanmıştır.¹⁵ Ahşabın iç yapısında büyük olasılıkla demirin katalizör etkisi sonucunda selüloz degradasyonu ile oluşan oksalik asitin, konservasyonu yapılmış olan arkeolojik ahşaptaki asit derecesinin başlıca kaynaklarından biri olduğunu belirtmek gerekir. *Batavia* ahşaplarında oksalik asit analizleri yapılmamış olsa da bu asit *Vasa* batığının yüzey tabakalarında ve içinden alınan karotlarda saptanmıştır; *Batavia* ahşaplarında da bulunması hayli olasıdır.¹⁶

Pirit oksidasyonu mikrobiyolojik veya kimyasal yollardan ortaya çıkabilir. Ancak, %60 bağıl nem seviyelerinde reaksiyon oranında hızlı bir artıştan dolayı bu süreçlerin her ikisi de bağıl neme bağlıdır. *Batavia* ahşaplarındaki yüksek yüzey asit seviyesine neden olan ana mekanizmayı açıklığa kavuşturmak için ahşap yüzeylerinden sürüntü alınarak besiyeye koyulmuştur. Ahşap yüzeylerinin temel olarak steril olduğu saptanmıştır. Bu bulgular, pirit oksidasyon mekanizmasında birincil oran saptama adımının mikrobiyolojik değil kimyasal olarak kontrol edilmesi gerektiğini göstermiştir.¹⁷

Piritin kimyasal oksidasyonu için genel reaksiyon şeması çok karmaşıktır ve üç adımdan oluşan bir seridir.¹⁸ Birinci adım piritin oksijenle sülfat ve demir (II) iyonlarına oksidasyonudur.



The surface acidity could have originated from several sources. The degradation of PEG molecules gives rise to formic acid and formaldehyde, with the latter usually being oxidised further to formic acid.¹³ Formic acid has a pK_a of 3.75 and could easily be responsible for those surface pH readings in the 4-7 range. In addition, saturated solutions of ferric oxy hydroxides exhibit solution pH values around 2 to 3. These minerals are the predominant corrosion products formed on rusting iron under aerobic conditions and could therefore contribute to the acidic environment experienced on the wood surfaces. Hydrolysis of iron (III) species could also contribute to the timber acidity.¹⁴ However, none of the previous explanations accounted for the extremely acidic wood surfaces where the pH was less than 2.0. These lower pH values were attributed to the formation of sulphuric acid through pyrite oxidation.¹⁵ It is also important to note that oxalic acid, most probably formed internally in wood via iron-catalysed cellulose degradation, is a significant source of acidity in conserved archaeological wood. While oxalic acid analyses have not been undertaken for *Batavia* timbers, this acid has been detected in the surface layers and from internal cores from the *Vasa* shipwreck and it is highly likely that this acid is also present in the *Batavia* timbers.¹⁶

Pyrite oxidation can occur via either microbiological or chemical routes. However, both these processes are dependent on the relative humidity, with a rapid increase in the reaction rate at RH levels greater than 60 %. To clarify the major mechanism causing the high surface acidity on the *Batavia* timbers, swabs of the timber surfaces were taken and cultivated. The timber surfaces were essentially sterile. These results indicated that the primary rate determining step in the pyrite oxidation mechanism was more likely to be chemically and not microbiologically controlled.¹⁷

The overall reaction scheme for the chemical oxidation of pyrite is very complex and is a sequence of three steps.¹⁸ The first step is the oxidation of pyrite by oxygen to sulphate and ferrous ions (1).



13 GLASTRUP 1997, 377-382.

14 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142.

15 SANDSTRÖM vd. 2002, 893-897.

16 GODFREY 2020, kişisel görüşme.

17 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142.

18 LOWSON 1982, 461-497.

13 GLASTRUP 1997, 377-382.

14 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142.

15 SANDSTRÖM *et al.* 2002, 893-897.

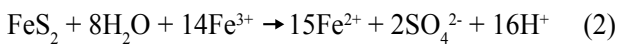
16 GODFREY 2020, kişisel görüşme.

17 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142.

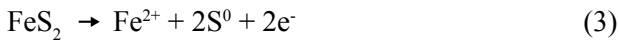
18 LOWSON 1982, 461-497.

Bir dizi reaksiyon mekanizması önerilmiş olup, bunlar yüzeye tutunan (adsorbe) oksijen türlerinin oluşumunu, kükürt ara maddelerinin oluşumunu ve elektrokimyasal dizilimi içerir. Kükürt bu reaksiyonun yan ürünlerinden biridir, ancak miktarı azdır.

İkinci adım demir (II) iyonlarının oksijenle demir iyonlarına oksidasyonudur ve ortamın, pH'nın, demir (II) iyonu ve oksijen konsantrasyonunun, sıcaklığın ve katalitik malzemeleri varlığının bir fonksiyonudur. Sıraları ilgilendiren bir dizi reaksiyon mekanizması önerilmiştir ancak önerilerden hiçbiri, çeşitli araştırmacıların gözlemlediği deneye dayalı sonuçların hepsiyle tam bir uyum içerisinde değildir.



Kimyasal oksitlenme yolağının üçüncü adımı, piritin demir iyonlarıyla oksidasyonudur (3). Bu oksidasyon kinetik bilimi açısından iyi tanımlanamayan heterojen bir reaksiyondur. Oranı, tüm demir katyon konsantrasyonlarının, yüzey alanının ve pH'nın bir fonksiyonudur. Ürünü sülfür olan yan tepkime olduğuna dair bazı kanıtlar vardır.



Etiketlenmiş oksijen ve suyla yapılan deneyler, önemli konsantrasyonlarda demir iyonları üretilinceye kadar piritin başlangıçtaki oksitlenmesinin oksijen nedeniyle olduğunu, sonrasında demir iyonlarının ana oksitleyici ajanlar olarak işlev gördüğünü ortaya koymaktadır.

Asidin uzaklaştırılmasından önce asitten etkilenen ahşapların yüzeyindeki maddeden alınan örnekler, SEM/EDAX ve XRD ile incelenmiştir. Belirlenen temel mineral türleri Tablo 2'de listelenmiştir.¹⁹

A number of reaction mechanisms have been proposed and these include the formation of an adsorbed oxygen species, formation of thio intermediates and an electrochemical sequence. Sulphur is one of the side products of this reaction but the yield is low.

The second step is the oxidation of ferrous ions by oxygen to ferric ions and is a function of the media, pH, ferrous ion and oxygen concentration, temperature and the presence of catalytic materials (2). A number of reaction mechanisms have been proposed involving sequences but no proposal is in full accord with all the experimental results observed by a number of authors.



The third step of the chemical oxidation path is the oxidation of pyrite by ferric ions (3). This is a heterogeneous reaction with poorly defined kinetics. The rate is a function of total iron cation concentrations, surface area and pH. There is some evidence for a side reaction with sulphur as the product.



Experiments with labelled oxygen and water indicate that the initial oxidation of pyrite is by oxygen until significant concentrations of ferric ions are produced, after which the ferric ions act as the principal oxidising agent.

Samples of the material on the surface of the acid affected timbers before deacidification were examined by SEM/EDAX and XRD. The major mineral species identified are listed in Table 2.¹⁹

¹⁹ MACLEOD – KENNA 1991, 133-142.

¹⁹ MACLEOD – KENNA 1991, 133-142.

Tablo 2. Asidin uzaklaştırılmasından önce ve sonra asitten etkilenen *Batavia* meşe ağacında XRD ile saptanan mineraller.

ASİDİN UZAKLAŞTIRILMASINDAN ÖNCE		ASİDİN UZAKLAŞTIRILMASINDAN SONRA ¹	
Mineralin Adı	Kimyasal Formülü	Mineralin Adı	Kimyasal Formülü
Götüt	$\alpha\text{-FeO.OH}$	Mohrit	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Lepidokrosit	FeO.OH	Amonyum demir (II) sülfat hidrat	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Demir (II) hidroksit	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	Amonyum demir (II) sülfat	$(\text{NH}_4)_3\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$
Ortorombik sülfür	S	Amonyum piro-sülfat	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_5$
Pirit	FeS_2	Ferrinatriit	$\text{Na}_3\text{Fe}(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Rozenit	$\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Potasyum demir (II) sülfat hidrat	$\text{K}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Siderotil	$\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Demir oksit sülfat hidroksit	$\text{Fe}_{3.6}\text{Fe}_{0.9}(\text{O.OH.SO}_4)_9$
Natrojarosit	$\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	Demir sülfat hidroksit	$\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4$
Jarosit	$\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	Demir sülfat hidroksit	$\text{Fe}_4(\text{OH})_{10}\text{SO}_4$
Bilinit	$\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$		
Butlerit	$\text{FeSO}_4(\text{OH}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		
Römerit	$\text{FeFe}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$		

1 – Asidin uzaklaştırılmasından sonra saptanan mineral türleri bu listede yer alan asidin uzaklaştırılmasından önceki listeye ektir.

Table 2. Minerals identified by XRD on acid affected *Batavia* oak wood before and after deacidification.

BEFORE DEACIDIFICATION		AFTER DEACIDIFICATION ¹	
Mineral Name	Chemical Formula	Mineral Name	Chemical Formula
Goethite	$\alpha\text{-FeO.OH}$	Mohrite	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Lepidocrocite	FeO.OH	Ammonium iron (II) sulphate hydrate	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Iron (II) hydroxide	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	Ammonium iron (II) sulphate	$(\text{NH}_4)_3\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$
Orthorhombic sulphur	S	Ammonium pyrosulphite	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_5$
Pyrite	FeS_2	Ferrinatriite	$\text{Na}_3\text{Fe}(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Rozenite	$\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Potassium iron (II) sulphate hydrate	$\text{K}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Siderotil	$\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Iron oxide sulphate hydroxide	$\text{Fe}_{3.6}\text{Fe}_{0.9}(\text{O.OH.SO}_4)_9$
Natrojarosite	$\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	Iron sulphate hydroxide	$\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4$
Jarosite	$\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	Iron sulphate hydroxide	$\text{Fe}_4(\text{OH})_{10}\text{SO}_4$
Bilinite	$\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$		
Butlerite	$\text{FeSO}_4(\text{OH}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		
Roemerite	$\text{FeFe}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$		

1 – The mineral species identified After Deacidification are additional to those listed in Before Deacidification.



Fig. 14: Asitten etkilenmiş bir ahşap.
Fig. 14: Acid-affected timber.

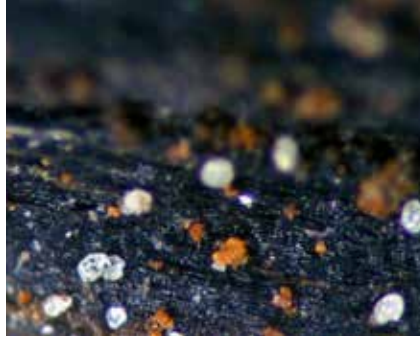


Fig. 15: Asitten etkilenmiş ahşapta bulunan rozenit kristallerinin makro fotoğrafı.
Fig. 15: Macro image of rozenite crystals in the acid affected timber.



Fig. 16: Batavia'da külleşmiş bir çam örneği.
Fig. 16: Ashed pine sample from the Batavia.

Çoğunluğu oluşturan parlıtlı beyaz renkteki mineralin rozenit olduğu belirlenmiştir (Fig. 14). Piritin molar hacmi 24 cm^3 , rozenitin ise 98 cm^3 'tür. Oksitlenme sırasında kristal hacminde oluşan bu dört kat büyüme (Fig. 15) ağacın iç yapısında aşırı fiziksel hasara yol açabilir. Jarosit ve natrojarosit de piritin yaygın olarak gözlenen oksitlenme ürünleridir ve öncü maddeleri olan demir (II) sülfütlere göre molar hacimleri daha büyüktür.²⁰ Elementel kükürtün ve birçok demir (II) ve demir (III) sülfatın varlığı *Batavia* ahşaplarında oluşan kimyasal pirit oksidasyonunun sergileme döneminin başlangıcında gerçekleştiğini güçlü bir şekilde göstermiştir. Bu sorunun tanımlanmasından sonra ve pirit oksitlenme oranının %60'ın üzerindeki bağlı nemli ortamlarda dramatik şekilde artışı bilindiğinden, sergileme salonundaki bağlı nem oranı 1980'lerin sonlarında %55'e düşürülmüştür.²¹ 1990'ların sonlarında, *Batavia* batığının yeniden inşa edilen gövdesinde kullanıma uygun olmayan, işlem görmüş meşe ağacından ahşaplarından bazıları ve gözden çıkarılabilecek türden çam ağacından kaplamalarıyla başka kapsamlı bir çalışmaya girilmiştir. Minerallerle yapılan XRD analizinde ahşap örneklerinin yüzeylerinden ve iç kısımlarından elde edilen minerallerde demir oksithidroksitleri, hidratlı demir sülfatlar ve pirit gibi alışılagelen grup tanımlanmıştır (Tablo 2'ye göre). MacLeod ve Kenna (1991) tarafından önceden bildirilen bileşiklere ek olarak, *Batavia* ahşaplarında melanterit ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), siderit (FeCO_3) ve magnetit (Fe_3O_4) de belirlenmiştir. Ortalama yüzey pH ölçümleri daha yüksek demir içeriğine sahip bölgelerde daha düşüktür ve çam örnekleri meşe örneklerine göre daha asidik bir özelliğe sahiptir. Buna ek olarak, çam örneklerindeki mineralizasyon (% ash_{av} = %30,6) (Fig. 16) meşe örneklerindeki göre anlamlı ölçüde daha yüksektir (% ash_{av} = %2,5), bu etmenin çam kerestelerindeki daha yüksek asiditenin nedeni olduğu düşünülmektedir.²²

The major white sparkling mineral was identified as rozenite (fig. 14). Pyrite has a molar volume of 24 cm^3 and rozenite, 98 cm^3 . This four times expansion in crystal volume during oxidation (fig. 15) would cause extreme physical damage to the internal wood structure. Both jarosite and natrojarosite are commonly observed oxidation products of pyrite and also have much larger molar volumes than their precursor iron (II) sulphides.²⁰ The presence of elemental sulphur and so many iron (II) and iron (III) sulphates strongly indicated that chemical oxidation of pyrite had occurred in the *Batavia* timbers during the initial display period. After this problem was identified and since it was well known that the rate of pyrite oxidation increases dramatically at relative humidities greater than 60 %, the RH of the display gallery was reduced to 55 % in the late 1980s.²¹ In the late 1990s, another extensive study was undertaken using some of the treated *Batavia* oak and sacrificial pine planking that were unsuitable for inclusion on the reconstructed hull. XRD analysis of minerals recovered from the surfaces and from the inner regions of the wood samples identified the usual suite of iron oxy hydroxides, hydrated iron sulphates and pyrite (as per Table 2). In addition to the compounds previously reported by MacLeod and Kenna (1991), melanterite ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), siderite (FeCO_3) and magnetite (Fe_3O_4) were also identified in the *Batavia* timbers. The average surface pH measurements were lower in areas that possessed higher iron contents and the pine samples were more acidic than the oak samples. In addition, the pine samples (% ash_{av} = 30.6 %) (fig. 16) were significantly more mineralised than the oak samples (% ash_{av} = 2.5 %), a factor that was considered to contribute to the higher acidity in the pine timbers.²²

20 SANDSTRÖM vd. 2002, 893-897.

21 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142.

22 GHISELBERTI vd. 2002, 281-307.

20 SANDSTRÖM *et al.* 2002, 893-897.

21 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142.

22 GHISELBERTI *et al.* 2002, 281-307

Çam örneklerinde görülen mineralizasyonun meşe örneklerine göre daha fazla olması, çamın gözden çıkarılabilir bir katman olarak su hattının altındaki gövde dış yüzeyinde birçok demir bağlantı elemanları kullanılarak sabitlenmiş olmasının doğrudan bir sonucudur.

Batavia batığına uygulanan orijinal işlemde sonra bozunmaya uğrayan PEG 1500 ve yeni uygulanmış PEG 1500 ile modern ve arkeolojik çam ve meşe ağacından örneklerle emprenye uygulanmasından oluşan diğer deneyler, bozunmuş PEG 1500 varlığının *Batavia* ahşaplarındaki düşük pH derecesine katkısının olası olmadığını göstermiştir. Her ne kadar *Batavia* ahşaplarının özütlerinde yapılan çözelti proton nükleer manyetik rezonans spektroskopik analizi (^1H NMR) PEG, PEG-format, formik asit ve asetik asitle ilişkilendirilen sinyaller açığa çıkarmış olsa da, arkeolojik çamın düşük pH'nın ağırlıklı olarak yüksek düzeydeki mineralizasyondan kaynaklandığını göstermiştir.²³

Arkeolojik örneklerde su eklenmesi ağacın yapısında bulunan çözünebilir minerallerin önemli ölçüde yeniden kristalleşmesine neden olmuştur, bunun sonucunda daha büyük boyutlu kristaller oluşmuş, rozenit ($\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) melanterite ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) dönüşmüştür. Daha önce bahsedilen pirit oksitlenmesinde görüldüğü gibi kristal büyüklüğünde ve hidrasyon durumunda görülen bu değişimlerin ağacın yapısına zarar verme potansiyeli bulunmaktadır.²⁴ Modern *pinus sylvestris* talaşlarının birkaç ay boyunca sıcak, sulu çözeltilerde götit ve melanterit ile inkübasyonunu içeren hızlandırılmış yaşlandırma deneylerinin ardından odun parçacıklarında Fourier dönüşümü kızılötesi (FT-IR) ve katı hal ^{13}C NMR spektroskopisi ile yapılan analiz hem melanterit hem de götitin taze ahşabın çürütmesine neden olduğunu ortaya koymuştur. Beklendiği üzere melanteritin ağacın bozunmasında genel olarak daha büyük etkisi olduğu görülmüştür. Bunun nedeni büyük olasılıkla suda çözünürlüğünün daha çok olması, sulu çözeltinin asit düzeyi (pH = 3.48) ve oksitleme ürününün (demir iyonları) selülözün bozunmasındaki katalizör etkisidir.²⁵

Birleşik aşındırma ürünlerinin analizine ek olarak, asitten etkilenen ve etkilenmeyen *Batavia* ahşapları ağacın bileşimindeki bozunmanın boyutunu belirlemek amacıyla incelenmiştir. Çizgi enlenmesi sırasında paramanyetik türlerin varlığı nedeniyle paramanyetik türlerin varlığından dolayı çizgi genişlemesi, katı hal ^{13}C NMR spektrumlarının bazılarının karmaşık yorumlanması, FTIR, piroliz gazı kromatografisi ve elemental analizlerle bir araya getirildiğinde bu spektrumlar, dış ahşap yüzeylerden alınan ahşap örneklerinde sadece asetat izlerinin bulunmasıyla *Batavia* ahşaplarında önemli miktarda karbonhidrat kaybı olduğunu göstermiştir.²⁶

The fact that the pine timbers were more mineralised than the oak timbers would be a direct consequence of the pine being used as a sacrificial layer on the exterior of the hull below the water line, secured by many small iron fastenings.

Other experiments involving the impregnation of modern and archaeological samples of oak and pine with degraded PEG 1500 from the original *Batavia* treatments and with fresh PEG 1500 indicated that the presence of deteriorated PEG is unlikely to be the main contributing factor to the lower pH of the *Batavia* timbers. Although solution proton nuclear magnetic resonance spectroscopic (^1H NMR) analysis of the extracts from *Batavia* timbers revealed signals attributable to PEG, PEG-formate, formic acid and acetic acid, the lower pH of the archaeological pine was due primarily to its higher level of mineralisation.²³

The addition of water to the archaeological samples caused significant recrystallisation of the soluble minerals present in the wood structure, leading to the formation of larger crystals and the conversion of rozenite ($\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) to melanterite ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). As with the oxidation of pyrite mentioned previously, these changes in crystal size and hydration state have the potential to physically damage wood structures.²⁴

Accelerated ageing experiments, which involved the incubation of shavings of modern *Pinus sylvestris* with goethite and melanterite for a few months in warm, aqueous solutions, followed by analysis of the wood particles by Fourier transform infrared (FT-IR) and solid state ^{13}C NMR spectroscopy, indicated that both melanterite and goethite caused fresh wood to decay. Not surprisingly, melanterite appeared to have a greater overall effect on wood deterioration, most likely due to its greater water solubility, the acidity of its aqueous solution (pH = 3.48) and the ability of its oxidation product (ferric ions) to catalyse cellulose degradation.²⁵ In addition to the analysis of incorporated corrosion products, acid-affected and non-acid *Batavia* timbers have been examined to determine the extent of deterioration of the timber components. While line broadening, due to the presence of paramagnetic species, complicated interpretation of some of the solid state ^{13}C NMR spectra, these spectra, combined with FTIR, pyrolysis gas chromatographic and elemental analyses demonstrated that there is significant carbohydrate loss from the *Batavia* timbers with only traces of acetate present in timber samples taken from the outer wood surfaces.²⁶

23 GHISELBERTI vd. 2002, 281-307.

24 GHISELBERTI vd. 2002, 281-307.

25 GHISELBERTI vd. 2002, 281-307.

26 MACLEOD - RICHARDS 1997b, 331-351; WILSON vd. 1993, 599-610.

23 GHISELBERTI et al. 2002, 281-307.

24 GHISELBERTI et al. 2002, 281-307.

25 GHISELBERTI et al. 2002, 281-307.

26 MACLEOD - RICHARDS 1997b, 331-351; WILSON et al. 1993, 599-610.

146 ppm rezonans değeri için ^{13}C NMR'de bulguya rastlanmamıştır, bu da β -O-4 lignin bağlantılarının sağlam olduğunu ve beklediği gibi numunelerin dış kısımlarında önemli ölçüde az karbonhidrat bulunduğunu göstermektedir.²⁷

İlginç bir şekilde, *Batavia* batığındakiler de dahil olmak üzere bir dizi gemi enkazının maksimum su içeriği değerlerinin korelasyonu, ilgili NMR spektrumlarında O-alkil olarak atanan % karbon ile ters bir ilişki olduğunu göstermiştir.²⁸ Daha önce hidrofilik karbonhidrat bileşenlerinin işgal ettiği alanlar artık bağlı su ile doymuş olduğundan, bu durum mantıklıdır.

ASİTTEN ARINDIRMA

En önemli sorun asidin ahşaplarda yarattığı sorun olduğundan, asit derecesini düşürerek ağacın yapısındaki bozunma oranını azaltacak bir işlem bulmak gerekiyordu. Ahşapları yeniden su bazlı bir asit uzaklaştırma sistemine batırma, daha sonra yeniden emdirme ve kurutmaya yönelik bir eğilim ne de bunu yapacak kaynak olmadığından sulu olmayan asitten arındırma yöntemleri tercih edilmiştir. İki su bazlı denemenin yanı sıra dört ayrı sulu-olmayan yöntem araştırılmıştır. Bir metil magnezyum karbonat (%3) sulu sprey ile ikisi de mavi ispirotoda çözölmüş üre (%2) ve sodyum hidroksit (0.05M) kullanımının asidik iyon fazlasıyla etkileşime girerek ahşap yüzeyleri nötrale etmekte etkisiz kaldığı gösterilmiştir. Ancak gazlı amonyak, doymun amonyak çözeltisi ve diaminoetan kullanımı işlem gören ahşapların yüzeylerindeki pH seviyelerini azaltmada etkili olmuştur.²⁹

Diaminoetanın yüksek toksisitesi ve doymun amonyak çözeltisinin su bazlı özelliği göz önüne alındığında asitten arındırma işlemi olarak gazlı amonyak tercih edilmiştir. Yaklaşık olarak 200 kg ağılığındaki asitten etkilenen ahşaplar rekonstrüksiyondan sökülerek yerel bir zararlılarla mücadele tesisinde gaz geçirmeyen membran içerisinde toplu olarak amonyum gazıyla 48 saat işleme tabi tutulmuştur.³⁰

Amonyak gazı tekniğı, asidik demir sülfatlarını demir oksidihidroksitlere ve bir dizi daha az asidik olan hidratlı demir hidroksi sülfatlara ve amonyum demir sülfatlara dönüştürmüştür (Tablo 2). Amonyak işleminden sonra pH'nın düzlük değeri 4,0 idi, bu da yüzeydeki demir (III) oksidihidroksitlerde beklenen denge değerlerini gösteriyordu.³¹

There was no evidence in the ^{13}C NMR for a 146 ppm resonance, suggesting that the β -O-4 lignin linkages were intact and, as expected, there was significantly less carbohydrate in the outer parts of the samples.²⁷

Interestingly, correlation of the maximum water content values of a series of shipwreck timbers, including those of the *Batavia*, demonstrated an inverse relationship with the % carbon assigned as O-alkyl in their respective NMR spectra.²⁸ This is reasonable as spaces previously occupied by hydrophilic carbohydrate components were now saturated with bound water.

DEACIDIFICATION

Since the immediate problem was acidic attack on the timbers, it was essential to find some treatment that would reduce this acidity and decrease the rate of deterioration of the wood matrix. Non-aqueous deacidification methods were preferred as there were neither the resources nor the inclination to re-immerses the timbers in a water-based deacidification system then reimpregnate and dry the timbers again. Four non-aqueous methods were investigated along with two water-based trials. The use of a methyl magnesium carbonate (3%) aqueous spray and urea (2%) and sodium hydroxide (0.05M) both dissolved in methylated spirits proved ineffective at neutralising the wood surfaces by reacting with excess acidic ions. Gaseous ammonia, saturated ammonia solution and diaminoethane however, were effective in lowering the surface pH levels of treated timbers.²⁹

Given the high toxicity of diaminoethane and the water-based nature of saturated ammonia solution, gaseous ammonia was chosen as the preferred deacidification treatment. Approximately 200 kg of acid-affected timbers were removed from the reconstruction and treated in bulk with ammonia gas for 48 hours under a gas-proof membrane at a local pest control facility.³⁰

The ammonia vapour technique converted the acidic iron sulphates to iron oxy hydroxides and a range of less acidic hydrated iron hydroxy sulphates and ammonium iron sulphates (Table 2). The plateau value of the pH after the ammonia treatment was 4.0 indicative of the equilibrium values expected for the iron (III) oxy hydroxides on the surface.³¹

27 GODFREY vd. 2012, 401-417.

28 WILSON vd. 1993, 599-610.

29 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142

30 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142

31 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142

27 GODFREY *et al.* 2012, 401-417.

28 WILSON *et al.* 1993, 599-610.

29 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142

30 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142

31 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142

Yüzey rengi oksitlenen demir (III) minerallerinin tipik kırmızı/kahverengi rengine dönüşmüştür (Fig. 17-18). Asitten arındırılan *Batavia* ahşaplarından yaklaşık 3 kg nötrale oksidasyon ürününün uzaklaştırılması için hafif kuru hava üfleme kullanılmıştır.³²

Bunu takip eden birkaç denemede diaminoetan³³ ve daha az boyutta amonyum gazının³⁴ ahşabın bileşenlerinde özellikle hemiselüloz fraksiyonunda bozunmaya neden olduğu gözlenmiştir. Ancak FT-IR, katı haldeki ¹³C-NMR ve seçilen *Batavia* ahşaplarının py-gc-ms analizleri, hemiselüloz fraksiyonundaki önemli bozunmanın asidin giderilme işleminden önce zaten meydana geldiğini, bu nedenle bu işlemlerin *Batavia* ahşaplarının genel ağaç bileşimi üzerinde minimum etkiye sahip olduğunu göstermiştir.³⁵

Takip eden yedi yıl boyunca *Batavia*'nın yeniden yapımında kullanılan asit içeren ve asitten arındırılmış 28 ahşabın yüzey pH değerleri izlenmiştir (Fig. 19). Asitten arındırılmış ahşaplarda zaman içerisinde daha fazla asit oluşmamıştır, ortalama yüzey pH değerleri 4,25 civarında kalmıştır.³⁶

ASİTTEN ARINDIRILMIŞ UFALANAN AHŞAPLARIN SAGLAMLAŞTIRILMASI

Daha önce asitten arındırılan *Batavia* batığının ahşaplarındaki asit seviyeleri temelde kararlı bir seviyede kalmış olmakla birlikte, rekonstrüksiyon sürecinin başlangıcında bazı aşırı derecede mineralleşmiş durumda olan ahşaplar zaman içerisinde artan düzeyde ufalanabilir ve kırılğan duruma gelmiştir. Bu ufalanabilir, asitten arındırılmış ahşapların (F0) yüzeyinde saptanabilen başlıca mineral melanterit ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) idi. Gazlı amonyak ile asitten arındırma işlemine başlamadan önce asitten etkilenen ahşapların yüzeylerinden toplanan örneklerde saptanan başlıca korozyon ürününün ise rozenit ($\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) olduğu saptanmıştır. Ahşap yüzeylerdeki demir sülfatların atmosferdeki ortam suyu ve/veya ahşabın iç yapısındaki bağlı suyu çekmesi nedeniyle giderek daha fazla hidratlandığı açıktı, bu ikinci mekanizmanın ahşabın içinin kurumasına yol açması olasıydı (Richards 1990). Önceden belirtildiği gibi boşlukları ve ağaç hücrelerini işgal eden bu hidratlı korozyon ürünlerinin molar hacminin artmasının ahşabın iç yapısına daha fazla fiziksel hasar vermeye neden olması söz konusuydu.³⁷

The surface colour changed to the characteristic red/brown of these oxidised iron (III) minerals (fig. 17-18). Gentle dry air blasting was used to remove approximately 3 kg of neutralised oxidation products from the deacidified *Batavia* timbers.³²

Several subsequent experiments have shown that diaminoethane³³ and to a lesser extent, ammonia gas³⁴ caused some degradation of wood components, especially the hemicellulose fraction. However FT-IR, solid state ¹³C-NMR and py-gc-ms analyses of selected *Batavia* timbers have shown that substantial deterioration of the hemicellulose fraction had already occurred prior to the deacidification treatment and therefore these processes would have had minimal impact on the overall wood composition of the *Batavia* timbers.³⁵

Over the next seven years, the surface pH values of 28 deacidified and non-deacidified timbers on the *Batavia* reconstruction were monitored (fig. 19). The deacidified timbers did not become more acidic over time, with the average surface pH remaining around 4.25.³⁶

CONSOLIDATION OF FRIABLE, DEACIDIFIED TIMBERS

Even though the acidity levels of the previously deacidified *Batavia* timbers were essentially stable, some extensively mineralised timbers at the base of the reconstruction became increasingly friable and fragile over time. The major mineral identified on the surface of one of these friable, deacidified timbers (F0) was melanterite ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). The major mineral identified in the samples of corrosion products collected from the surface of acid-affected timbers prior to deacidification with gaseous ammonia was rozenite ($\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). It was obvious that the ferrous sulphates on the timber surfaces were becoming increasingly hydrated by the uptake of ambient water from the atmosphere and/or bound water from the internal wood structure, with the latter mechanism likely to lead to internal desiccation of the timber (Richards 1990). As stated previously, the molar volume expansion of these hydrated corrosion products that occupied void spaces and wood cells, was likely to result in further physical damage to the internal structure of the timber.³⁷

32 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142

33 GHISALBERTI vd. 2002, 281-307.

34 CHA vd. 2016; FORS – RICHARDS 2010, 41-54.

35 MACLEOD – RICHARDS 1997a, 203-228; MACLEOD – RICHARDS 1997b, 331-351; RICHARDS – WEST 2002, 259-280.

36 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142.

37 RICHARDS 1990, 35-53.

32 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142

33 GHISALBERTI *et al.* 2002, 281-307.

34 CHA *et al.* 2016; FORS – RICHARDS 2010, 41-54.

35 MACLEOD – RICHARDS 1997a, 203-228; MACLEOD – RICHARDS 1997b, 331-351; RICHARDS – WEST 2002, 259-280.

36 MACLEOD – KENNA 1991, 133-142.

37 RICHARDS 1990, 35-53.



Fig. 17: Asitten arındırma öncesinde asitten etkilenmiş ahşap.
Fig. 17: Acid-affected timber before deacidification.



Fig. 18: Gazlı amonyak ile asitten arıtılması tamamlanmış asitten etkilenmiş ahşap.
Fig. 18: Acid-affected timber after deacidification with gaseous ammonia.

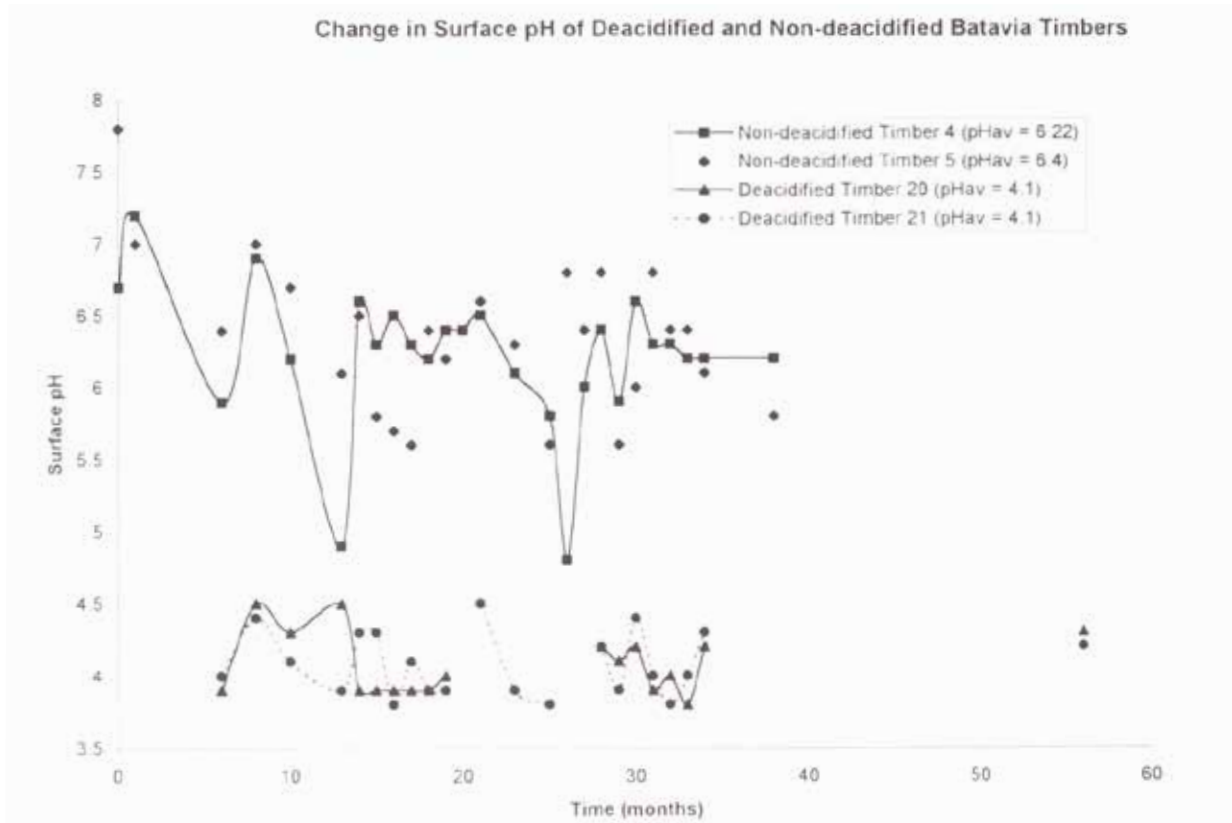


Fig. 19: Asitten arındırılmış ve arındırılmamış Batavia ahşaplarında yüzey pH değerindeki değişim.
Fig. 19: Change in surface pH of deacidified and non-deacidified Batavia timbers.

Tercihen ağacı güçlendirecek, esneklik ve sertlik vermeye uygun bir sağlamlaştırıcı (konsolidant) seçilmesi gerekliydi; böylece kırılgan ahşaplar elden geçirilebilir ve sergilenebilirdi. Sağlamlaştırıcı ajanlar gevşek durumdaki parçalar için yapıştırıcı görevi görmeli, değişken nem oranları karşısında makul düzeyde koruma sağlamalı ve sabit mekanik özellikleri korumalıydı.

A suitable consolidant had to be chosen that ideally would impart strength, flexibility and hardness to the wood so the fragile timbers could be handled and displayed. The consolidant had to act as an adhesive for loose fragments, provide reasonable protection against fluctuating humidity and maintain stable mechanical properties.

Buna ek olarak, sağlamlaştırıcının rengi yıllar içerisinde solmamalı, en azından eski durumuna dönüştürülebilir olmalı, toksik olmamalı, görece ucuz olmalı ve kolaylıkla bulunabilir olmalıydı.³⁸ Hepsinden önemlisi, sağlamlaştırıcı ajan önceki konservasyon işlemleri nedeniyle ağacın yapısında bulunan PEG ile uyumlu olmalıydı. PEG ile işlem gören ağaçlarda genellikle yapışma konusunda sorun yaşanır. Endüstriyel olarak, PEG ile işlem gören ağaç suda çözünabilen yapıştırıcılarla veya epoksi reçineyle yapıştırılır, ancak bunlar uygulanmadan yapıştırılacak olan bölgedeki PEG'in büyük bir kısmı sulu olmayan bir çözeltiyle çıkarılır. Burada, sağlamlaştırıcının PEG ile uyumu hayati öneme sahiptir.³⁹

Benzer şekilde, sağlamlaştırıcıyı oda sıcaklığında ağacı kurutmak yerine uygun konsantrasyon aralığında çözmek için gereken sağlamlaştırma işleminde çözelti, sağlamlaştırıcının ahşaba derinlemesine nüfuz etmesini sağlamak amacıyla görece yüksek bir kaynama noktasına sahiptir, ideal olarak toksik olmamalıdır ve kullanımı güvenli olmalıdır.⁴⁰ Üzerinde durulması gereken bir başka konu da PEG'in seçilen çözelti içerisinde düşük bir çözünürlüğe sahip olması gerekliliği idi.⁴¹

Bu ufalanabilen asitten arınmış ahşaplara en uygun sağlamlaştırma işleminin uygulandığından emin olmak için deneyler yapılmıştır. Farklı sağlamlaştırıcılar, konsantrasyonlar ve çözelti karışımları test edilerek yapılan işlemin başarı derecesi örneklerin yüzey pH değerlerini, ağırlıklarını, boyutsal ve renk değişikliklerini inceleyerek saptanmıştır. En etkili sağlamlaştırma yönteminin n-butanol içinde %10 (w/v) polivinilpirrolidon (PVP) ile vakum emdirmeye olduğu saptanmıştır. Bu işlem, boyutlarda, ağırlıkta ve ortalama yüzey pH değerinde en düşük seviyede değişikliklerle başarılı bir şekilde F0 kodlu ahşaba uygulanmıştır (Fig. 20). Sağlamlaştırma işlemi sonrasında ahşabın hafifliğinde ve sarı-kırmızı renginde bir azalma oluşmuştur (Fig. 21).⁴²

Sağlamlaştırılan ahşapların rekonstrüksiyonda kullanılan diğer ahşapların rengine daha yakın olmasını sağlamak, biraz kozmetik destek vermek, ayrıca sergi galerisindeki bağıl nemde oluşabilecek değişikliklerin zararlı etkilerini minimuma indirmek için, ahşaplar etanol içinde hafif renk verilmiş %40 (w/v) PEG 3350 ile kaplanmıştır. Bu PEG kaplama uygulamasının aynı zamanda çeker ocakta aylarca gaz çıkışı yapıldıktan sonra bile keskinliğini kaybetmeyen kalıntı n-butanol kokusunu azaltmaya da faydası dokunmuştur. Bu sağlamlaştırma sürecinin neden olduğu bazı sorunlar bulunsun da, sonuçları estetik açıdan hoşnutluk vericiydi ve sergileme salonu koşullarında yıllar boyunca sergilenen ahşabın yüzeyi stabil durumunu korumaktadır.⁴³

In addition, the consolidant should not discolour with age, have at least short-term reversibility, be non-toxic, relatively inexpensive and readily available.³⁸ Most importantly, the consolidant needed to be compatible with the PEG present in the wood structure from the previous conservation treatments. PEG treated wood presents an adhesion problem. Industrially, PEG treated wood is adhered with resorcinol glues or epoxy resins but only after most of the PEG in the adhesion region has been extracted with a non-aqueous solvent. Here, the issue of the consolidant's compatibility with the PEG became vitally important.³⁹

Similarly, the solvent for the consolidation treatment needed to dissolve the consolidant at room temperature in a range of suitable concentrations, not dehydrate the wood, have a relatively high boiling point to allow deep penetration of the consolidant into the wood and ideally be non-toxic and safe to handle.⁴⁰ Another consideration was that PEG should possess a low solubility in the chosen solvent.⁴¹

Experiments were carried out to ascertain the most appropriate consolidation treatment to apply to these friable deacidified timbers. Different consolidants, concentrations and solvent mixtures were tested with the success of the treatment determined by examining the surface pH values, weights and the dimensional and colour changes of the samples. The most effective consolidation method was vacuum impregnation with 10 % (w/v) polyvinylpyrrolidone (PVP) in n-butanol. This treatment was successfully applied to timber F0 (fig. 20), with minimal changes in dimensions, weight and the average surface pH. There was a decrease in the lightness and yellow-red colour of the timber after consolidation (fig. 21).⁴²

In order that the consolidated timber more closely matched the colour of the other timbers on the reconstruction, the timber was coated with tinted 40% (w/v) PEG 3350 in ethanol to offer some cosmetic assistance and to also minimise the detrimental effects of any future changes in relative humidity in the display gallery. The application of this PEG coating also assisted in reducing the residual n-butanol odour, which was pungent even after months of off-gassing in a fume cupboard. Despite some of the issues associated with this consolidation process the results were aesthetically pleasing and the wood surface remains stable after many years on display in the gallery environment.⁴³

38 NAHKLA 1986, 38-44.

39 RICHARDS 1990, 35-53.

40 NAHKLA 1986, 38-44.

41 RICHARDS 1990, 35-53.

42 RICHARDS 1990, 35-53.

43 RICHARDS 1990, 35-53.

38 NAHKLA 1986, 38-44.

39 RICHARDS 1990, 35-53.

40 NAHKLA 1986, 38-44.

41 RICHARDS 1990, 35-53.

42 RICHARDS 1990, 35-53.

43 RICHARDS 1990, 35-53.



Fig. 20: Sağlamlaştırılmadan önce asitten arındırılmış Batavia ahşabı (F0).

Fig. 20: Deacidified Batavia timber (F0) before consolidation.

KOZMETİK İŞLEM

Asitli *Batavia* ahşaplarına daha önce uygulanan asitten arındırma ve sağlamlaştırma işlemleri rekonstrüksiyonun dayanıklılığını etkili bir şekilde artırmakla birlikte, sergilemede acilen bazı iyileştirmeler yapılması gerekiyordu (Fig. 22). Kırık ahşapları tamir etmek için tutkallarla ve çok büyük, görünür haldeki testere kesiklerini kaplamak için dolgu çözeltileriyle yeniden inşa üzerinde deneyler yaptıktan sonra, en başarılı yapıştırıcının etanolde %75 (w/v) polivinilpirolidon (PVP) ve en uygun dolgu malzemesinin etanolde %90 PEG 3350/10% PVP (w/w) pigmentli macunu olduğu kesinleşmiştir.⁴⁴ Çözeltiler PEG ile emdirilen ahşaplarla uyumlu olduğundan alternatif yöntemlerde olduğu gibi yapıştırılan veya doldurulan bölümlerdeki PEG'i uzaklaştırmaya gerek kalmamıştır. Çözeltiler güçlendirmekle birlikte biraz hareket etmelerine izin verecek ve kırılmaları engelleyecek şekilde göreceli olarak esneklik sağlamıştır. Diğer avantajlar pigmentlerin dolguya eklenebilmesi, böylece renk uyumunun sağlanabilmesi, hepsinden önemlisi de her iki işlemin de tamamen tersine çevrilebilir olmasıdır. Çözeltiler rekonstrüksiyonda 2000 yılından itibaren uygulanmaya başlamış olup, tamir edilen, pigmentle rengi uyumlandırılan ve doldurulan bölgelerin dayanıklılığında günümüze kadar bir değişiklik olmamıştır. Kıç bölümüne doğru olan daha iyi korunmuş durumdaki gri siyah ahşaplarla uyum sağlayabilmeleri için doğrudan dolgulu bölgelerin ön tarafındaki kırmızı-kahverengi renkli dış kaplamalarına pigmentli PEG 3350/etanol çözeltileri uygulanmıştır (Fig. 23). Bu son işlem *Batavia*'nın sergideki estetik görünümünü önemli ölçüde iyileştirmiştir.⁴⁵



Fig. 21: PVP ile sağlamlaştırılmadan sonra asitten arındırılmış Batavia ahşabı (F0).

Fig. 21: Deacidified Batavia timber (F0) after consolidation with PVP.

COSMETIC TREATMENT

Although past deacidification and consolidation of acidic *Batavia* timbers had effectively stabilised the reconstruction, the display remained in urgent need of some aesthetic improvements (fig. 22). After experimenting with different adhesives for repairing broken timbers and filling solutions for covering the very large, visible saw cuts on the reconstruction it was ascertained that the most successful adhesive was 75% (w/v) polyvinylpyrrolidone (PVP) in ethanol and the most appropriate filler was a pigmented paste of 90% PEG 3350/10% PVP in ethanol (w/w).⁴⁴

As these solutions are compatible with PEG impregnated timbers there is no need to remove the PEG in the sections to be adhered or filled, unlike with alternative methods. The solutions imparted strength but remained relatively flexible to allow some movement and avoid disbondment. Other advantages are that pigments may be added to the filler for colour matching and more importantly, both treatments are totally reversible. The solutions were applied to the reconstruction in 2000 and the repairs and pigmented, filled areas remain stable to the present. Pigmented PEG 3350/ethanol solutions were applied directly to the exterior red-brown planking forward of the filled areas so that they matched the better preserved grey black timbers towards the stern section (fig 23). This final treatment significantly improved the aesthetic appearance of the *Batavia* display.⁴⁵

⁴⁴ RICHARDS 2002, 12-13

⁴⁵ RICHARDS 2002, 12-13

⁴⁴ RICHARDS 2002, 12-13

⁴⁵ RICHARDS 2002, 12-13



Fig. 22: Yeniden inşa edilmiş geminin pruva ve kıç arasındaki renk farklılıklarıyla çıplak gözle görünebilen testere kesikleri.

Fig. 22: Visible saw cuts and the colour difference between the forward and rear sections of the reconstruction.

MEVCUT ÇEVRE KOŞULLARI

Sergi salonunda bağıl nem ayar noktası %55 olacak şekilde azaltılmasına rağmen, ne yazık ki, yeniden inşa edilen gövdede ufak çapta asit salımları meydana gelmeye devam etmiştir. Bu durum genellikle teknolojisi zamanının gerisinde kalan iklimlendirme tesisatının bozulmalarını takip eden aylarda ortaya çıkmıştır. Tamir için müdahale etme süresi sıklıkla 48 saati aştığından, sergi salonundaki bağıl nem bu dönemlerde sürekli olarak %60'ın üzerine çıkmıştır. 2002 yılında iklimlendirme tesisatı değiştirilerek bağıl nem ayar noktası müdahale süresindeki bir gecikme olasılığına karşı %52'ye indirilmiştir. Yüksek bağıl nem alarmı %59 olarak ayarlanmıştır ve herhangi bir bozulmanın önceliği yeniden değerlendirilerek bina yönetimi mevzuatında "Öncelik 0" olarak sınıflandırılmıştır, bu şekilde iki saatin altında bir müdahale süresi güvence altına alınmıştır. Buna ek olarak uzun süreli yüksek bağıl neme maruz kalmanın önlenmesi için, iki büyük taşınabilir nem alıcı ünite satın alınarak bir bozulma anında içinde bulunan nem alıcılara destek vermesi için doğrudan iklimlendirme sistemindeki ortam havası girişinin hemen yanına yerleştirilmiştir. Bu yaklaşımın *Batavia*'nın rekonstrüksiyonu sırasında ortaya çıkan asit oluşumu sorunlarını hemen hemen tamamıyla giderdiği görülmüştür.



Fig. 23: Testere kesiklerine dolgu ile ahşapların renk uyumu için pigmentli PEG 3350'nin uygulanması.

Fig. 23: The saw cuts filled and the pigmented PEG 3350 being applied to the colour match the timbers.

PRESENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Unfortunately, despite reducing the RH set point in the gallery to 55 %, small acidic outbreaks continued to occur on the reconstructed hull. These generally occurred in the months following breakdowns in the outdated air conditioning plant. With the response time for repair often greater than 48 hours, the RH in the gallery regularly increased to more than 60% during these periods. In 2002, the air conditioning plant was replaced and the RH set point was lowered to 52% to allow for any lag in response time. The high RH alarm was set at 59% and any breakdowns were reclassified as a Priority 0 building management issue, ensuring a response time of less than two hours. In addition, to avoid extended periods of high RH exposure, two large portable dehumidification units were purchased and placed directly adjacent to the ambient air intake in the air conditioning plant to assist the inbuilt dehumidifiers during any breakdown. This approach seems to have almost totally alleviated the acid formation problems on the *Batavia* reconstruction.

GELECEKTEKİ ARAŞTIRMALAR

Asit oluşumunun nedenleri ve bunun iyileştirilmesi için yapılan araştırmalar yıllarca devam etmiştir; ancak bu alanda yapılan çalışmalar 2000 yılında *Vasa* batığında asidin neden olduğu bozunmalar görülmeye başladığında hayli artış göstermiştir. Mevcut araştırma sonuçlarına dayanarak, asit oluşumunun kimyası genellikle iyi anlaşılmıştır ve eserlerin tek tek asitten arındırılması için başarılı olduğu kanıtlanan birkaç yöntem bulunmaktadır. Ne yazık ki, büyük ölçekli rekonstrüksiyonlarda asit salımlarını gidermek için uygulanan prosedürler, özellikle ahşapların işlem için yerinden çıkarılmasının imkânsız olduğu yerlerde, çok fazla ümit vermemektedir. Dolayısıyla, şu anda PEG uygulanan ahşaplarda izole edilen asidik yayımlara karşı farklı *in situ* işlemler konusunda çalışmalar yapılmaktadır.⁴⁶ Bu çalışmalar *Vasa*, *Mary Rose* ve *Shinan* batıklarında olduğu gibi ahşapların teker teker sökülerek laboratuarlara taşınamayacağı durumlarda doğrudan fayda sağlayacaktır.

Alternatif emdirme ve sağlamlaştırma programları konusunda yapılan araştırmalara rağmen, PEG emdirme halen suya doymuş ahşaplarda en yaygın olarak kullanılan uygulama yöntemidir. PEG ile işlem gören ahşaplarda konservasyon sonrası ortaya çıkacak olan sorunları en aza indirmek için, bozunma süreçlerinin kinetiğini, işlem gören ahşaplardaki oksijen tüketim oranını, ağacın yapısının kararlılık durumunu sağlamak için gerekli demir miktarını azaltmanın sınırlarını ve bozunmanın devamını en aza indirmek için gerekli optimal ortam koşullarını araştırmaya devam etmenin önemi çok büyüktür. Bunlara ilaveten çıkarma ve konservasyona alternatif olarak suya doymuş ahşabın *in situ* etkili uzun süreli korunması için daha iyi protokollerin ve kılavuzların oluşturulması gereklidir.⁴⁷ Daha iyi uygulama ve emdirme yöntemlerinin geliştirilinceye kadar, PEG ile işlem gören ahşapların uzun süreli korunmasında püf noktası bu ahşapların depolanması esnasında bağıl nemin ve sergileme ortamının dikkatli şekilde kontrol altına alınmasıdır.

FUTURE RESEARCH

Research into the causes of the acid formation and treatments for amelioration have continued over the years, but activity in this area increased considerably from 2000 when the *Vasa* shipwreck began to show signs of acid deterioration. Based on the current research outcomes, the chemistry of acid formation is generally well understood and there are a number of treatments that have proven successful in deacidifying individual artefacts. Unfortunately, procedures to ameliorate acid outbreaks on large scale reconstructions, especially where it is not possible to remove individual timbers for treatment, have been less promising. Hence, different *in-situ* treatments of isolated acidic outbreaks on PEG treated timbers are currently being investigated.⁴⁶ This will be of direct benefit in situations where it is not possible to remove individual timbers for treatment in the laboratory such as the *Vasa*, *Mary Rose* and *Shinan* shipwrecks.

Despite research into alternative impregnation and consolidation regimes, PEG impregnation is still the most widely used treatment method for waterlogged wood. In order to minimise the post conservation problems associated with PEG treated timbers, it is critical that research continue to examine the kinetics of deterioration processes, the rate of oxygen consumption in treated timbers, the extent of iron removal needed to stabilise wood and the optimum environmental conditions required to minimise continuing degradation. In addition, the development of better protocols and guidelines for the effective long-term preservation of waterlogged wood *in-situ* are required as an alternative to recovery and conservation.⁴⁷ Until better treatment and impregnation methods are developed, the key to long-term preservation of PEG-treated timbers is careful control of the RH in the storage and display environments of these timbers.

46 RICHARDS vd. 2019.

47 GODFREY vd. 2011, 697-713

46 RICHARDS et al. 2019.

47 GODFREY et al. 2011, 697-713

KAYNAKÇA-BIBLIOGRAPHY

- CHA *et al.* 2016 Cha, M.Y., Godfrey, I., Richards, V., Kasi, K., Byrne, L. "Analysis and deacidification of acid-affected PEG treated timbers from the Korean Shinan ship", in T. Grant and C. Cook (eds), *Proceedings of the 12th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Istanbul, Turkey, 13-17 May 2013*, The International Council of Museums, Committee for Conservation Working Group on Wet Organic Archaeological Materials, Canada, 2016, 168-178.
- FORS – RICHARDS 2010 Fors, Y., Richards, V. "The effects of the ammonia neutralising treatment on marine archaeological *Vasa* wood", *Studies in Conservation*, Vol. 55, No. 1, 2010, 41-54.
- GHISALBERTI *et al.* 2002 Ghisalberti, E., Godfrey, I.M., Kilminster, K., Richards, V.L., Williams, E. "The analysis of acid affected *Batavia* timbers", in P. Hoffmann, J.A. Spriggs, T. Grant, C. Cook and A. Recht (eds), *Proceedings of the 8th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Stockholm, 2001*. The International Council of Museums, Committee for Conservation Working Group on Wet Organic Archaeological Materials, Bremerhaven, 2002, 281-307.
- GLASTRUP 1997 Glastrup, J. "Degradation of PEG – A review", in P. Hoffmann, T. Daley, T. Grant and J.A. Spriggs (eds), *Proceedings of the 6th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference. York, England, 9-13 September 1996*. The International Council of Museums Committee for Conservation Working Group on Wet Organic Archaeological Materials, Bremerhaven, 1997, 377-382.
- GODFREY 2020 Godfrey, I. personal communication, 8 January 2020.
- GODFREY *et al.* 2012 Godfrey I., Byrne L., Ghisalberti, E., Richards V. "Nuclear magnetic resonance spectroscopic analyses of acid-affected waterlogged archaeological wood", in K. Stræt-
kvern and E. Williams (eds), *Proceedings of the 11th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Greenville, North Carolina, USA, 24-28 May 2010*, The International Council of Museums, Committee for Conservation Working Group on Wet Organic Archaeological Materials, 2012, 401-417.
- GODFREY *et al.* 2011 Godfrey, I. M., Richards, V. L., Cha, M. Y. "The post-treatment deterioration of marine archaeological wood – where to now?", in M. Staniforth, J. Craig, S.C. Jago-on, B. Orillaneda & L. Lacsina (eds), *Proceedings of the Asia-Pacific Regional Conference on Underwater Cultural Heritage, 8-12 November 2011, Manila, Philippines*, Jericopim Publishing House, Manila, 2011, 697-713.
- LOWSON 1982 Lowson, R.T. "Aqueous oxidation of pyrite by molecular oxygen", *Chemical Reviews*, Vol. 82, 1982, 461-497.

- MACLEOD 1990 MacLeod, I.D. "Conservation of waterlogged timbers from the *Batavia* (1629)", *Bulletin of the Australian Institute of Maritime Archaeology*, Vol. 14, No. 2, 1990, 1-8.
- MACLEOD – KENNA 1991 MacLeod, I.D., Kenna, C. "Degradation of archaeological timbers by pyrite: Oxidation of iron and sulphur species", in P. Hoffmann (ed.), *Proceedings of the 4th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Bremerhaven, 1990*. The International Council of Museums Committee for Conservation Working Group on Wet Organic Archaeological Materials, Bremerhaven, 1991, 133-142.
- MACLEOD – RICHARDS 1997a MacLeod, I.D., Richards, V.L. "Wood degradation on historic shipwreck sites: The use of FT-IR spectroscopy to study and the loss of hemicellulose", in P. Hoffmann, T. Grant, J.A. Spriggs and T. Daley (eds), *Proceedings of the 6th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, York, 1996*. The International Council of Museums, Committee for Conservation Working Group on Wet Organic Archaeological Materials, Bremerhaven, 1997a, 203-228.
- MACLEOD - RICHARDS 1997b MacLeod, I.D., Richards, V.L. "The impact of metal corrosion products on the degradation of waterlogged wood recovered from historic shipwreck sites" in P. Hoffmann, T. Grant, J.A. Spriggs and T. Daley (eds), *Proceedings of the 6th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, York, 1996*. The International Council of Museums, Committee for Conservation Working Group on Wet Organic Archaeological Materials, Bremerhaven, 1997b, 331-351.
- NAHKLA 1986 Nahkla, S.M. 1986, "A comparative study of resins for the consolidation of wooden objects", *Studies in Conservation*, Vol. 31, 1986, 38-44.
- PANG 1981 Pang, J.T.T. "The treatment of waterlogged oak timbers from a 17th century Dutch-East Indiaman *Batavia* using polyethylene glycol" in *Reprints of the 6th ICOM Committee for Conservation Triennial Meeting, 1-6 July 1981, Ottawa*. The International Council of Museums, Committee for Conservation, 81/7/6, 1981, 1-13.
- RICHARDS 1990 Richards, V.L. "The consolidation of degraded, deacidified *Batavia* timbers", *AICCM Bulletin*, Vol. 16, No. 3, 1990, 35-53.
- RICHARDS 2002 Richards, V.L. "Cosmetic treatment of deacidified *Batavia* timbers", *AICCM Bulletin*, Vol. 27, 2002, 12-13.
- RICHARDS 2016 Richards, V.L. "Preservation of the *Batavia* shipwreck: Past, present and future", in G. Eggert and I. Stelzner (eds), *Wet Wood Conservation Colloquium – Extended Abstracts, Monastery Bad Schussenreid, May 12th – 14th 2016*. Staatliche Akademie der Bildenden Künste, Stuttgart, 2016, 39-43.

- RICHARDS *et al.* 2019 Richards, V., Godfrey, I., Kasi, K. and Cha, M-Y. "The use of poultices to deacidify acid-affected PEG treated timbers from the Shinan ship", in *Proceedings of the 14th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Portsmouth, United Kingdom, 20-24 May 2019*, The International Council of Museums, Committee for Conservation (ICOM-CC), Working Group on Wet Archaeological Materials, in press.
- RICHARDS – WEST 2002 Richards, V.L., West N.F. "The use of pyrolysis gas chromatography mass spectrometry to study the extent of degradation of waterlogged wood", in P. Hoffmann, J.A. Spriggs, T. Grant, C. Cook and A. Recht (eds), *Proceedings of the 8th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Stockholm, 2001*. The International Council of Museums, Committee for Conservation Working Group on Wet Organic Archaeological Materials, Bremerhaven, 2002, 259-280.
- SANDSTRÖM *et al.* 2002 Sandström, M., Jalilehvand, F., Persson, I., Gelius, U., Frank, P. and Hall-Roth, I. "Deterioration of the seventeenth-century warship *Vasa* by internal formation of sulphuric acid", *Nature*, Vol. 415, 2002, 893-897.
- WILSON *et al.* 1993 Wilson, M.A., Godfrey, I.M., Hanna, J.V., Quezada, R.A. and Finnie, K.S. "The degradation of wood in old Indian Ocean shipwrecks", *Organic Geochemistry*, Vol. 20, 1993, 599-610.

H.L.HUNLEY
DENİZALTI PROJESİ:
20 YILLIK ARAŞTIRMA
VE KEŞİF



*THE H.L.HUNLEY
SUBMARINE PROJECT:
TWO DECADES OF
RESEARCH AND DISCOVERY*





* Johanna RIVERA



** Michael SCAFURI



*** Nicholas DELONG

Anahtar kelimeler: H.L. Hunley, Amerikan İç Savaşı, denizaltılar, deniz arkeolojisi, demir konservasyonu
Keywords: H.L. Hunley, American Civil War, submarines, maritime archaeology, iron conservation

ÖZET

H.L. Hunley denizaltısı, Amerikan İç Savaşı sırasındaki deniz savaşı anlayışımızı yeniden şekillendiren önemli bir arkeolojik bulgudur. Savaşta bir düşman gemisini batıran ilk dalabilen gemi olan H.L. Hunley, hem deniz teknolojisinde hem de tarihte bir kilometre taşı temsil ediyor. Çıkarıldığı tarih olan 2000 yılından bu yana, konservatörler, arkeologlar ve çeşitli araştırma uzmanları bu eşsiz gemiyi daha iyi anlamak için denizaltıda kazı, belgeleme, konservasyon ve inceleme çalışmaları yaptılar. Bu makalede H.L.Hunley üzerinde yapılan bilimsel çalışmalar tartışılarak son yirmi yılda yapılan araştırma ve konservasyon çalışmalarının bazıları üzerinde durulacaktır.

ABSTRACT

The *H.L. Hunley* submarine is a significant archaeological find that has reshaped our understanding of naval warfare during the American Civil War. As the first submersible vessel to ever sink an enemy ship in battle, *H.L. Hunley* represents a milestone in both naval technology and history. Since its recovery in 2000, conservators, archaeologists, and various research specialists have excavated, documented, conserved, and studied the submarine in an attempt to better understand this unique vessel. This paper will discuss the scientific work that has been conducted on *H.L. Hunley*, and highlight some of the research and conservation that has taken place over the past two decades.

* Johanna RIVERA, Kıdemli Konservatör, jrd123@clemson.edu, Warren Lasch Konservasyon Merkezi - Clemson Üniversitesi 1250 Supply Street, North Charleston, South Carolina 29405, ABD

* Johanna RIVERA, Senior Conservator, jrd123@clemson.edu, Warren Lasch Conservation Center - Clemson University 1250 Supply Street, North Charleston, South Carolina 29405, United States

** Michael SCAFURI, Baş Arkeolog, Warren Lasch Konservasyon Merkezi - Clemson Üniversitesi 1250 Supply Street, North Charleston, South Carolina 29405, ABD

** Michael SCAFURI, Lead Archaeologist, Warren Lasch Conservation Center - Clemson University 1250 Supply Street, North Charleston, South Carolina 29405, United States

*** Nicholas DELONG, Arkeolog, Warren Lasch Konservasyon Merkezi - Clemson Üniversitesi 1250 Supply Street, North Charleston, South Carolina 29405, ABD

*** Nicholas DELONG, Archaeologist, Warren Lasch Conservation Center - Clemson University 1250 Supply Street, North Charleston, South Carolina 29405, United States

GİRİŞ

Temmuz 1863 tarihinde Alabama eyaletinin Mobile kentinde inşa edilen H.L. Hunley denizaltısı, Horace L. Hunley, James McClintock ve Baxter Watson önderliğindeki bir grup tarafından tasarlanan bir dizi geminin sonuncusudur. Dövme ve dökme demirden yapılmış gövdesi yaklaşık 12,2 m uzunluğunda ve 1,3 m yüksekliğindeydi, maksimum genişliği ise 1,1 m idi. Mürettebatın erişimi ve lombozları için merkezi mürettebat bölmesinin başında ve kıçında iki ambar kapağı veya kaptan köşkü yer alıyordu. Geminin mürettebatı, pervaneye güç vermek için bir el krankı çeviren yedi adam, kaptan ve bir seyir subayından oluşuyordu.¹ H.L. Hunley Ağustos 1863'te Charleston, Güney Carolina'ya (SC) gönderilerek Birliğin Güney Atlantik Abluka Filosu'nun limanı kuşatmasına karşılık verme hazırlıklarına başladı. Denizaltının test sırasında iki kez batmasına ve sonraki birkaç ay içinde birçok aksilik yaşamasına rağmen, bir spar monte torpido sistemi ile donatılmış olan gemi, 1864 başlarında Teğmen George E. Dixon komutasında saldırıya geçmeyi başarmıştı.

17 Şubat 1864 gecesi, küçük, demir gövdeli denizaltı H.L. Hunley Güney Carolina'nın Charleston kenti yakınlarındaki rıhtımından ayrılarak Konfederasyonun liman kenti Charleston'ı abluka altına alan bir ABD Donanması filosuyla çarpışmak üzere denize açıldı. Denizaltı, USS Housatonic adlı buharlı şalupa tipi savaş gemisine saldırarak batırmadan önce yaklaşık olarak dört mil katetmişti, böylece tarihte savaş sırasında bir düşman gemisini batıran ilk denizaltı unvanını kazanmış oldu.² Ancak H.L. Hunley kıyıya dönmeyi başaramadı, nihai kaderinin ne olduğu sonraki 136 yıl boyunca bilinmiyordu.

INTRODUCTION

The *H.L. Hunley* submarine was constructed in Mobile, Alabama in July of 1863. It was the last in a series of vessels designed by a group led by Horace L. Hunley, James McClintock, and Baxter Watson. Constructed of wrought and cast iron, the hull was approximately 12.2 m long and 1.3 m high, with a maximum breadth of 1.1 m amidships. Two hatches or conning towers were located forward and aft of the central crew compartment for crew access and viewing ports. The crew of the vessel included seven men turning a hand crank to power the propeller and one man acting as captain and navigator.¹ *H.L. Hunley* was shipped to Charleston, South Carolina (SC) in August of 1863 and began preparing to break the blockade of the harbor by the Union's South Atlantic Blockading Squadron. Although the submarine sank twice during testing and suffered numerous setbacks over the next few months, the vessel, equipped with a spar-mounted torpedo system, was able to mount an attack, under the command of Lt. George E. Dixon in early 1864.

On the night of February 17, 1864, the small, iron-hulled submarine *H.L. Hunley* left its dock near Charleston, SC and moved out to sea to engage a US Navy fleet blockading the Confederate port city of Charleston, SC. The submarine traveled approximately four miles before attacking and sinking the steam *sloop-of-war* USS *Housatonic*, becoming the first submarine in history to sink an enemy ship in combat.² *H.L. Hunley*, however, failed to return to shore and its ultimate fate was unknown for the next 136 years.

1 ALEXANDER 1902

2 Saldırıyla ilgili daha ayrıntılı bilgi için SCAFURI vd. 2014

1 ALEXANDER 1902.

2 For further details of the attack see SCAFURI *et al.* 2014.

ÇIKARMA VE STABİLİZASYON

1995 yılında H.L. Hunley, Ulusal Sualtı ve Deniz Ajansı'ndan (NUMA) bir araştırma ekibi tarafından Housatonic enkazının yaklaşık 300 m uzağında keşfedilmiştir. Bu keşif, gemiyi çıkarma girişimine yol açmıştır (Fig. 1).

HL Hunley denizaltısının çıkarılması, Milli Park Servisi'nin Batık Kaynaklar Merkezi (SRC), Denizcilik Tarihi ve Mirası Komutanlığı (NHHHC), Güney Karolina Arkeoloji ve Antropoloji Enstitüsü (SCIAA) ve Güney Karolina Arşiv ve Tarih Bölümü (SCDAH) dahil olmak üzere çeşitli eyalet ve federal kurumlardan arkeologlar ve dalgıçların katıldığı ortak bir çabanın ürünüdür. Bu çalışma NHHHC, South Carolina Hunley Komisyonu ve Friends of the Hunley, Inc.³ yönetiminde gerçekleştirilmiştir. H.L. Hunley, 8 Ağustos 2000 tarihinde denizden çıkarılarak konservasyon ve analiz için North Charleston'daki Warren Lasch Konservasyon Merkezi'ne (WLCC) taşınmıştır (Fig. 2).

RECOVERY AND STABILIZATION

In 1995, *H.L. Hunley* was discovered approximately 300 m. away from the wreck of *Housatonic* by a survey team from the National Underwater and Marine agency (NUMA). This discovery lead to an initiative to recover the vessel (Fig. 1).

The recovery of *H.L. Hunley* was a collaborative effort involving archaeologists and divers from various state and federal agencies including the National Park Service's Submerged Resources Center (SRC), the Naval History and Heritage Command (NHHHC), the South Carolina Institute of Archaeology and Anthropology (SCIAA), and the South Carolina Department of Archives and History (SCDAH). This work was conducted under the direction of the NHHHC, the South Carolina Hunley Commission, and Friends of the Hunley, Inc.³ *H.L. Hunley* was raised on August 8, 2000 and transported to the Warren Lasch Conservation Center (WLCC) in North Charleston for conservation treatment and analysis (Fig. 2). The subsequent treatment and archaeological investigation of the submarine involved the complete excavation of its interior, the documentation of the vessel's hull and artifact assemblage, and the initiation of a comprehensive plan to stabilize and conserve the artifacts and hull of *H.L. Hunley*.

3 CONLIN 2005; MURPHY 1998; NEYLAND - BROWN 2016

3 CONLIN 2005; MURPHY 1998; NEYLAND - BROWN 2016.



Fig. 1: H.L.Hunley denizaltı çıkarılmadan önce batık alanındaki kazı. Dalgıç ön kaptan köprüsü, ambar kapağı ve köprü mahmuzunun yanında. ©Friends of the Hunley.

Fig. 1: *H.L.Hunley* submarine site excavation before being raised. Diver next to the forward conning tower, hatch and forward cut water. ©Friends of the *Hunley*.



Fig. 2: Hunley denizaltısı destek iskeleti ile çıkarılırken. Hunley bir mavnaya yerleştirilerek nehir taşımacılığı yoluyla Warren Lasch Konservasyon Merkezine götürülmüştür. ©Friends of the Hunley.

Fig. 2: *Hunley* submarine being raised with its support truss. The *Hunley* was placed on a barge and transported by river to the Warren Lasch Conservation Center. ©Friends of the *Hunley*.

Bunu takip eden işlemler ve denizaltıyla ilgili yapılan arkeolojik çalışmalar, içinde yapılan kazı çalışmasını, geminin gövdesi ve buluntulardaki malzeme grubunun dokümantasyonunu ve H.L. Hunley'nin gövdesi ve buluntularının sağlamlaştırılarak korunması için kapsamlı bir planın başlatılmasını içermektedir.

WLCC'ye getirilen denizaltı, özellikle geminin konservasyonu ve su soğutucu havuz ve su dolaşımı sistemiyle biyolojik oluşumları engelleyen bir su sıcaklığını koruması için tasarlanmış 50 tonluk çelik bir havuza yerleştirilmiştir (Fig. 3). Havuzun tasarımı ve inşası, boşaltma ve doldurma sıralamasını kontrol eden otomatik bir sistem içermektedir. Bu da kazı sırasında denizaltıyı gerektiğinde su altında tutabilme esnekliğini sağlamıştır. Boşaltıldığında su binanın dışında bulunan 5 adet 56,000 litrelik fiberglas karıştırma havuzuna aktarılmıştır. Bu havuzlar gün içerisinde denizaltı üzerinde çalışma yapılırken havuzdaki suyun geçici olarak depolanmasına, gün sonunda ise içerisinde Hunley denizaltısının bulunduğu havuza yeniden pompalanmasına olanak sağlamıştır.⁴ Çözünen oksijen düzeyi, pH, su sıcaklığı, su seviyesi, iletkenliği, oksijen azalma potansiyeli ve elektrokimyasal parametrelerini içeren Hunley havuzundaki su kalitesi, sürekli olarak izlenmiştir.

Gövdenin kazanılarak metalin daha fazla paslanmaya maruz kalmasını önlemek için ekip içerisinde değişik alternatifler tartışılarak krozyon biliminden farklı uzmanların görüşleri alınmıştır. Hunley'nin bünyesindeki organik maddelerle denizaltının içinde bulunanlara büyük ölçüde zarar verebileceğinden, denizaltının kazılması sırasında sodyum karbonat veya sodyum hidroksit gibi kimyasal çözeltiler kullanılamamıştır. Bununla birlikte, hem uygun hem de esnek olacak ve denizaltıdaki insan kalıntılarına veya buluntulara zarar vermeyecek bir katodik koruma sistemi bulunmuştur. Denizaltı suyun altındayken akım verilmiş, çalışma sırasında akım kesilmiştir. Sistem, denizaltı için düzenli koruma sağlayan önceden delinmiş PVC borularda gövdeye paralel yönlendirilmiş iki adet 40 fit uzunluğunda anot segmentinden oluşur. Katodik koruma seviyelerini izlemek ve buna göre ayarlamalar yapmak için kalıcı olarak doymuş altı adet gümüş/gümüş klorür referans hücre gövde boyunca konumlandırılır. Bir doğrultucuyla, anotların çıkışı kontrol edilir.⁵

Once at the WLCC, the submarine was placed in a 50-ton steel tank filled with water specifically designed to conserve the vessel and to maintain a cooler temperature for the prevention of biological growth with the use of tank chillers and a water recirculation system (Fig. 3). The design and construction of the tank included an automated system that would control the draining and filling sequences of the tank. This allowed flexibility during the excavation and would keep the submarine submerged when needed. When drained, the water was transferred into five 56,000 lt. fiberglass mixing tanks located outside the building. These tanks provided temporary storage for tank water while the submarine was exposed during daily work and allowed the solution to be pumped back into the *Hunley* tank at the end of each day.⁴ The water quality in the *Hunley* tank, including levels of dissolved oxygen, pH, water temperature, water level, conductivity, oxygen reduction potential, and electrochemical parameters were constantly monitored.

In order to stabilize the hull and prevent further corrosion of the metal, several alternatives were discussed between the team and various experts in corrosion science. Chemical solutions such as sodium carbonate or sodium hydroxide could not be used during the excavation of the submarine, as they could greatly damage the organic materials and contents of *Hunley*. A cathodic protection system, however, was found that would be both convenient and flexible, and would not damage the human remains or artifacts still within the submarine. The current could be turned on while the submarine was submerged and turned off during work. The system consists of two 40-foot long anode segments oriented parallel to the hull in pre-drilled PVC pipes that provide uniform protection for the submarine. To monitor the cathodic protection levels and to make adjustments accordingly, six silver/silver-chloride permanently-saturated reference cells were positioned along the hull. A rectifier would control the output of the anodes.⁵

4 MARDIKIAN 2004

5 MARDIKIAN 2004

4 MARDIKIAN 2004

5 MARDIKIAN 2004



Fig. 3: Denizaltı konservasyon havuzunda. İskelet denizaltıyı bulunduğu şekilde 45 derece açıda tutmuş, kazı ve rotasyon süreçlerinde stabil bir destek sağlamıştır. ©Friends of the Hunley.
Fig. 3: Submarine in its conservation tank. The truss kept the submarine's at at 45 degree angle as it was found, and provided a stable support during the excavation and rotation processes. ©Friends of the *Hunley*.



Fig. 4: Arkeolog ve konservatörler denizaltının tabanını kazarken. Tamamen çökeltiyle dolan denizaltıdan bu çökelti ızgara sistemi yoluyla dikkatle çıkarıldı. ©Friends of the Hunley.
Fig. 4: Archaeologists and conservators excavating the bottom of the submarine. The submarine was completely filled with sediment that was carefully removed following a grid pattern. ©Friends of the *Hunley*.

KAZI

2001'de başlayan denizaltının iç kısmının kazısı hem arkeoloji hem de koruma ekiplerinin ortak çalışmasından oluştu. İlk inceleme, geminin iç kısmının neredeyse tamamen tortu ile dolu olduğunu ortaya çıkardı, bu da hem eserlerin hem de denizaltının gövdesi ve bileşenlerinin iyi korunmuş olabileceğine işaret ediyordu. İç kazı, bu açıklıklardan erişime izin veren birkaç gövde plakasının kaldırılmasıyla hızlandırılmıştır. Kazı, denizaltının gövdesinin sınırlı yapısı nedeniyle gerektiğinde hafif sapmalar ile ızgara modelini izleyerek düzenli katmanlar halinde devam etmiştir (Fig. 4).

BLOKLAR HALİNDE ÇIKARMA

Kazı sırasında buluntu ve insan kalıntıları ortaya çıkarıldığından düzenli kazı prosedürleri izlenerek, her buluntu teker teker ortaya çıkarılmış, belgelenmiş ve karaya çıkarılmıştır. Ancak, bu uygulama, çoğu zaman ayrı ayrı çıkarılamayacak derecede narin bir durumda olduğu saptanan tayfaların giysilerine ait olan tekstil ürünlerinin bir çoğu için uygun değildi. Geminin komutanı Teğmen George Dixon kalıntılarının bulunduğu denizaltının ön bölümünde tekstil ürünleri klasik yöntemlerle kazılamadı. Mürettebat kompartımanının bu bölümünde, bölgenin çok erken bir zamanda tortuyla kaplanmasıyla sonuçlanan

EXCAVATION

Beginning in 2001, excavation of the submarine's interior involved the collaborative work of both archaeological and conservation teams. Initial examination revealed that the interior of the vessel was almost entirely filled with sediment, indicating the potential for good preservation of both artifacts and the submarine's hull and components. Access during the interior excavation was facilitated by the removal of several hull plates. The excavation proceeded in regular layers following a grid pattern, with some deviation when necessary due to the restricted nature of the submarine's hull (Fig. 4).

BLOCK-LIFTING

During the excavation, as artifacts and human remains were uncovered, regular excavation procedures were followed, with each artifact uncovered, documented and recovered individually. This practice, however, was not suitable for many of the textiles belonging to the garments of the crew, as they were often found to be too fragile to be lifted separately. In the forward section of the submarine in which the commander of the vessel Lt. George Dixon remains were located, the textiles could not be excavated by conventional means. This section of the crew compartment was found to have an early hull breach that resulted in the area being covered by sediment very early in the infilling process.

erken bir gövde çatlağına sahip olduğu saptandı. Bu bölümdeki buluntuların ve insan kalıntılarının iyi durumda korunmuş olması nedeniyle⁶, Dixon'ın bedeni eklem yerleri yarı korunmuş durumda, giysilerinin büyük bir kısmı iskeletin üzerinde ve çevresinde tespit edilmiştir⁷ (Fig. 5). Suyu doymuş kumaşların ilk kalıntıları ortaya çıktığında bunların iskelet kalıntılarından ayrılamayacak derecede hassas oldukları anlaşılmıştı. Kumaşın bozulmuş durumu, kaptanın denizaltı içerisindeki bedeninin durumu ve bu alanın arkeolojik önemi nedeniyle Dixon'un kalıntıları yedi blok halinde çıkarılmış (kütle kaldırma) olup,⁸ böylece daha kontrollü bir laboratuvar ortamında kazısının yapılması mümkün olmuştur.

Konservasyon uzmanları ahşap aletlerle tortuyu yoklayıp, büyük buluntuların ve kemik kümelerinin kenarları blokların sınırını oluşturacak şekilde bölümlere ayırarak hazırlık yapmıştır. Arkeologlar, lazerle izlenen noktanın kullanıldığı bir ölçüm sistemiyle denizaltı içindeki kaldırılacak her bir bloğun konumunu haritalandırmıştır. Sonra blokların her biri diğerlerinden dikkatle ayrılarak analiz laboratuvarına taşınmıştır. İki ekibin toplamda çıkardığı blok sayısı 49'dur, bunlardan yedisi Yüzbaşı Dixon'ın kalıntıları, 16'sı da tayfanın deri pabuçlarından oluşuyordu. Kalan bloklar, içinde bulunduğu tortul tabaka tabanıyla birlikte çıkarılması gereken kumaş giysiler ve aşırı derecede narin buluntulardan oluşuyordu. Laboratuvarında konservasyon uzmanları her bir kemik ve buluntunun konumunu belirlemek için blok halinde çıkarılan her partiyi röntgen ışınlarıyla taramıştır (Fig. 6).

6 RENNISON vd. 2015

7 RIVERA vd. 2010

8 RIVERA vd. 2009

Because of the good preservation of the artifacts and human remains in this area⁶, Dixon's body was found to be in a semi-articulated state with a significant portion of his garments still located on and around his skeleton (Fig. 5).⁷ Once the first remnants of waterlogged textiles were exposed, it was clear that they were too fragile to be separated from the skeletal remains. Because of the degraded state of the textile, the position of his body within the submarine, and the important archaeological context of this area, Dixon's remains were removed in seven 'block-lifts'⁸ in order to excavate them in a more controlled laboratory setting.

Conservators prepared the block-lifts by probing the sediment using wooden tools and dividing the blocks along the edges of major artifact and bone clusters. Archaeologists mapped the position of each block-lift within the submarine using a laser-tracking point measurement system. Each block was then carefully separated and transported to the analytical lab. Both teams removed a total of 49 block-lifts, including seven from Lt. Dixon's remains, and 16 for the leather shoes of the crew. The remaining block lifts were textile garments and extremely fragile artifacts that needed to be removed in their sediment matrix.

While in the laboratory, conservators x-rayed all the block-lifts (Fig. 6) to identify the location of each bone and artifact.

6 RENNISON *et al.* 2015

7 RIVERA *et al.* 2010

8 RIVERA *et al.* 2009



Fig. 5: Yüzbaşı George Dixon'ın denizaltının ön bölümünde bulunan iskelet kalıntıları. Kalıntılar yarı korunmuş durumda üzerleri kumaşla kapanmış olarak bulundu. ©Friends of The Hunley

Fig. 5: Lt. George Dixon's skeletal remains located in the forward section of the submarine. His remains were found semi-articulated with textile draped over him. ©Friends of The Hunley

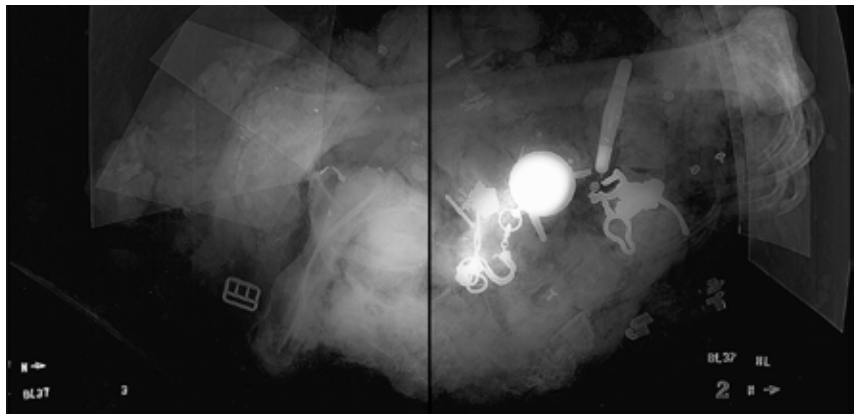


Fig. 6: Yüzbaşı George Dixon'ın belden yukarısının röntgen görüntüleri. Resimde denizaltıdan çıkarılmasından sonra 36 ve 37 no'lu blok gruplar görülüyor. Bir cep saati, bir çakı, pantolon askısı kopçaları ve düğmeler gibi buluntular tanımlanmıştır. ©Friends of The Hunley

Fig. 6: X-ray of Lieutenant George Dixon's torso. The image shows block lift 36 and 37 after removal from the submarine. Artifacts such as a pocket watch, a pocket knife, suspender buckles, and buttons were identified. ©Friends of The Hunley



Fig. 7: Çökeltilerin çıkarılması için Yüzbaşı Dixon'ın blok grubunda şırıngalarla ve bir hortumla yapılan su altı kazısı. ©Friends of The Hunley

Fig. 7: Underwater excavation of Lt. Dixon's block lift using syringes and a hose to extract the sediment. ©Friends of The Hunley

Buna ek olarak, bloğun bir havuzda suyun içerisine batırılarak çökeltinin dikkatle uzaklaştırıldığı bir daldırma tekniği uygulanmıştır (Fig. 7). Su dolu bir şırıngayla nazik bir şekilde su akışı uygulanarak bloğun yüzeyindeki çökelti yerinden oynatılarak küçük bir vakumlama hortumuyla çekilmiştir.⁹ Bu yöntem tüm buluntu ve insan kalıntılarının sağlam bir şekilde geri kazanılmasına olanak sağlamıştır (Fig. 8).

Mürettebat kabininde 2003 yılının sonunda gerçekleştirilen kazının büyük bir bölümü yüzlerce iskelet kalıntısı, 3.500'ün üzerinde buluntu ve denizaltının üzerinden uzaklaştırılan 10.000 kilogramın üzerinde çökeltiyle tamamlanmıştır. Smithsonian Enstitüsü'nde çalışan adli antropologlar ve osteologlar *H.L. Hunley* mürettebatının kalıntılarının kazılması, belgelenmesi ve analizinde önemli yardım sağlamıştır. İnsan kalıntılarının belirlenmesi, kaydedilmesi ve kaldırılmasının yanı sıra insan kalıntıları içeren her bloğun incelenmesi ve kaydedilmesi yoluyla arkeolojik çalışmaya kritik destek sağlamışlardır. Ayrıca mürettebatın kalıntılarının kapsamlı bir osteolojik analizini gerçekleştirerek kafatası replikaları ve yüz rekonstrüksiyonlarının geliştirilmesine yardımcı olmuşlardır.¹⁰



Fig. 8: Kazıdan sonra Yüzbaşı Dixon'ın kaşmir yün yeleği panosu, yayma, konservasyon ve kurutma aşamaları. Düğme çizgisi, bir pens, boyun ve omuz çizgisi gibi detaylar gözlemlenebilir. ©Friends of The Hunley

Fig. 8: Cashmere wool vest panel from Lt. Dixon's after excavation, unfolding, conservation and drying. Details such as the button line, a dart, neck and shoulder line can be observed. ©Friends of The Hunley

They also implemented an immersion technique in which the block was submerged in a tank filled with water and the sediment carefully removed (Fig. 7). Using a gentle current applied by a water-filled syringe, the sediment was dislodged from the surface of the block and syphoned off with a small vacuum hose.⁹ This allowed for safe retrieval of all artifacts and human remains (Fig. 8).

At the end of 2003, the majority of the excavation in the crew compartment was completed with hundreds of skeletal remains, over 3,500 artifacts, and over 10,000 kilograms of sediment removed from the submarine. Forensic anthropologists and osteologists from the Smithsonian Institution provided critical assistance in the excavation, documentation, and analysis of the remains of the *H.L. Hunley* crew. They provided critical support to the archeological work through the identification, recording, and removal of human remains, as well as in the dissection and recording of any block lifts containing human remains. They also carried out a comprehensive osteological analysis of the remains of the crew and assisted with the development of cranial replicas and facial reconstructions.¹⁰

⁹ RIVERA vd. 2010

¹⁰ NEYLAND et al 2001; RIVERE – SCAFURI 2017

⁹ RIVERA et al. 2010

¹⁰ NEYLAND et al 2001; RIVERE – SCAFURI 2017

BULUNTULARIN KONSERVASYONU

Kazıdan hemen sonra, buluntuların sağlamlaştırılarak kendilerine özgü konservasyon ve işlem koşullarına göre dikkatle elden geçirilmesi gerekiyordu. Deniz ortamından gelen buluntular genelde zaman içerisinde klorür iyonlarını emerler. Bu klorür iyonları, özellikle oksijene maruz kalan demir ve diğer metallerin aşınmasını hızlandıracak şekilde işlev gösterirler.¹¹ Denizaltıdan çıkarılan madeni buluntuların sağlamlaştırılabilmesi için bu objelerin klorürler güvenli bir şekilde uzaklaştırılncaya kadar bir depolama çözeltisi içerisinde tutulması gerekiyordu. Deniz ortamına maruz kalmanın sonucu olarak birçok buluntunun üzerinde oluşan kabuklanma veya katılaşmış madde tabakası buluntuyu koruması amacıyla üzerinde bırakılmıştır. Metal buluntularında uygulanan işlem, malzemelerin çeşitli analiz ve görüntüleme teknikleriyle özelliklerinin çıkarılması, yüzey temizliği, buluntuların yüzeylerini kaplayan katılaşmış maddelerden arındırılarak farklı kimyasal çözeltilerde tuzdan arındırmasından oluşmuştur (Fig. 9). Çıkarılan klorür tuzlarının ölçümleri iyon kromatografisi ve QuanTab® ölçüm şeritleri kullanılarak her çözelti partisi için ayrı ayrı yapılmıştır. İşlemin sonunu zamanla elde edilen en düşük klorür değeri belirlemiştir. Denizaltında kazısı yapılan organik materyallerin (örneğin, ahşap, deri, kumaş vb.) çökme nedeniyle bozunmuş hücre yapısını engellemek amacıyla sağlamlaştırılması ve polietilen glikol ile emdirmeye uygulanması gerekli olmuştur. Genel anlamda bu eserlerin durumu ekip için sadece konservasyon açısından değil, aynı zaman da belgeleme açısından da bir dizi güçlük oluşturmuştur (Fig. 10).

¹¹ GONZALEZ – PEREYRA vd. 2003.

ARTIFACT CONSERVATION

Immediately following the excavation, artifacts had to be stabilized and carefully handled according to their specific conservation and treatment requirements. In general artifacts that come from a marine environment will absorb chloride ions over time. These chloride ions function to accelerate corrosion in iron and other metals, particularly when exposed to oxygen.¹¹ In order to stabilize the metal artifacts from the submarine, the objects had to be kept in a storage solution until the chlorides could be safely removed. The encrustations or concretions found on many artifacts as a result of exposure to the marine environment were left in place as protective layers for the artifact. The treatment procedure for the metal artifacts consisted of the characterization of the materials through several different analytical and imaging techniques, surface cleaning, removal of concretions covering the artifacts, and desalination in different chemical solutions (Fig. 9). The chloride salts extracted would be measured in each solution batch using ion chromatography and QuanTab® test strips. The end of the treatment would be determined by the lowest value of chlorides achieved over time. Organic materials excavated from the submarine (e.g. wood, leather, textiles, etc.) required stabilization and impregnation with polyethylene glycol to prevent their degraded cell structure from collapsing. Overall, the condition of these artifacts presented a number of challenges for the team not only for conservation purposes, but also for documentation (Fig. 10).

¹¹ GONZALEZ – PEREYRA et al. 2003.



Fig. 9: Konservasyon sonrasında Yüzbaşı Dixon'ın makamında bulunan pirinçten yapılmış yağdanlık. ©Friends of The Hunley

Fig. 9: Brass oil can found in Lt. Dixon's station after conservation. ©Friends of The Hunley



Fig. 10: Kazıda Hunley mürettebat odasından çıkarılan deri ayakkabı. Denizaltının gövdesinden suya doymuş şekilde ve demir korozyon ürünleriyle kaplanmış 16 ayakkabı bulunmuştur. ©Friends of The Hunley

Fig. 10: Leather shoe excavated from the *Hunley* crew compartment. 16 shoes were found in a waterlogged state and covered in iron corrosion products from the submarine's hull. ©Friends of The Hunley

BULUNTULARIN ARAŞTIRILMASI

Buluntular üzerindeki konservasyon çalışmalarında ilerleme sağlandıkça, arkeoloji ekibi mürettebatın kimler olduğunu ve yaşamlarını daha iyi anlamak için objeleri ve bu objelerin menşelerini her bir bireye göre incelemiştir. Denizaltıda bulunan buluntu grubunun incelenmesiyle, araştırmacılar mürettebatın yaşamını daha iyi anlayabilmiştir. Çıkarılan buluntular *H.L. Hunley*'nin kaybindan önce gemi adamlarının kişisel deneyimleri, askeri görevleri ve sosyal ve ekonomik statüleri konusunda önemli bilgiler elde edilmesine ortaya koymuştur. Düğme, ayakkabı, pantolon askıları, şapka ve kumaşlar gibi giysileriyle ilgili buluntular sadece ekonomik veya askeri statüleri değil, mürettebatın Konfederasyon Deniz Kuvvetleri (CSN) içerisinde nasıl bir görevi olduğu konusunda da bilgi vermiştir. Mürettebatın kıyafetleri kalite ve menşei açısından büyük ölçüde farklılık gösteriyordu, herhangi bir standardı yoktu. Federal ve sivil giysilerine ait düğmelerin yanında bir set İngiliz Ticari Denizci üniformasına ait düğmelerin varlığı, mürettebatın özellikle kendilerine verilen bir üniforma türü yerine ellerinde olanla yetindiklerinin bir göstergesidir. *Hunley*'nin CSN tarafından hiçbir zaman resmi olarak desteklenmiş/onaylanmış olmadığı gerçeğiyle birlikte ele alındığında bu kıyafetler denizaltının askeri bir gemidense hükümet izinli bir korsan gemisi şeklinde görev üstlendiğini göstermektedir.

Çakı, pipo, kibrit ve bir deri cüzdan içeren ilave buluntular da mürettebattaki her bireyin ekonomik statüsü ile ilgili önemli ipuçları sağlamaktadır. Denizaltının sınırlı hacime sahip olan güvertesi aynı zamanda sınırlı yol alabilme kapasitesine sahip olması gemiden çıkarılan kişisel buluntuların ya görev açısından önemli bir rolü ya da kişisel açıdan önemli bir değeri olduğunu göstermektedir. Kaptan George Dixon'a ait buluntular buna iyi bir örnek oluşturmakta, hatta daha da ilginç bir öykü anlatmaktadır. Dixon kazıldığında, arkeologlar iki parça birbirine dolaşmış mücevherat çıkarmıştır, bunlar köstekli bir altın cep saati (Fig. 11), katlanan bir cetvel ve kaliteli bir çakıdır. Giysileri, kişisel eşyalarına benzer şekilde, iyi kumaştan iyi bir şekilde dikilmiştir, deri botları, ipek astarlı kaşmir yünden ceket ve yeleği ve gümüş pantolon askısı kopçaları için de aynı şey söylenebilir. Dixon'ın giysi ve kişisel eşyaları mürettebatın geri kalanına göre iyi durumda olduğunu göstermekle kalmamış, aynı zamanda görev sırasında da yüksek standartlarından vazgeçmediğini ortaya koymuştur.¹²

ARTIFACT RESEARCH

As the conservation work on the artifacts progressed, the archaeological team was also studying the objects and their provenance according to each individual to have a better understanding of who these men were and the lives they lived. Through the analysis of the artifact assemblage found in the submarine, researchers have been able to better understand the lives of the crewmen. The artifacts recovered have revealed important information regarding their personal experiences, military roles, and their social and economic status prior to the loss of *H.L. Hunley*. The artifacts associated with their clothing, such as the buttons, shoes, suspenders, hats, and textiles, provide not only information about their economic or military status, but how the crew functioned within the Confederate Navy (CSN). The clothing recovered from the crew varied greatly in both quality and origin, with no standardization. The presence of Federal and civilian buttons, along with one set of British Merchant Marine buttons, indicates the crew wore what they had, rather than any sort of issued uniform. The clothing, along with the fact that *Hunley* was never officially sanctioned by the CSN, suggest that the submarine functioned more like a privateer, than a military vessel.

Additional artifacts, including pocketknives, smoking pipes, matches, and a leather wallet, also provide significant clues to the economic status of the individual crewmembers. Because of the limited amount of space onboard the submarine, as well as the limited sailing capacity, the personal artifacts recovered from the vessel suggest they had either a significant role to the success of the mission or great personal value. Captain George Dixon's personal artifacts exemplify this and tell an even more interesting story. When Dixon was excavated, archaeologists recovered two pieces of intricate jewelry, a gold pocket watch and fob (Fig. 11), a folding ruler, and a quality pocketknife.

His clothing, much like his personal effects, were similarly well made with fine fabric, including leather boots, a silk-lined cashmere wool jacket and vest, and silver suspender clasps. Dixon's clothing and personal items indicate that he was not only relatively well off in comparison to the other crewmembers, but also held himself to a high standard during the mission.¹²

12 SCAFURI vd. 2017

12 SCAFURI et al. 2017



Fig. 11: Yüzbaşı Dixon'ın üst gövdesini içeren blok grupta bulunan altın cep saati. Altın kutusuna kendi adı ve masonik şubesi işlenmiştir. ©Friends of The Hunley

Fig. 11: Lt. Dixon gold pocket watch found in its torso block lift. The gold case is engraved with his name and masonic chapter. ©Friends of The Hunley

BELGELEME

Denizaltının gövdesinin sınırlı hudutları içerisinde çalışmanın benzersiz güçlükleri arkeolojik belgelemede çok yönlü bir yaklaşımı gerektirmektedir. Arkeolojik çizimler ve fotoğrafların yanısıra iç kısımdaki menşei bilgilerini kaydetmek için dijital bir nokta haritalama stratejisi uygulanmıştır. Bu strateji arkeoloji ekibine kazıdan sonra bir CAD ortamında buluntu konumlarını doğru bir şekilde yeniden oluşturma olanağı sağlamıştır. Arkeolojik ve konservasyon çalışmaları ilerledikçe belgelemede odaklanılan nokta, üç boyutlu dokümantasyona ve denizaltının gövdesinden ve buluntu topluluğundan daha detaylı doku bilgisinin kaydedilmesine dönüşmüştür.¹³ Bu tip detaylı yüzey dokümantasyonu yüksek çözünürlük içeren veri sağlarken, aynı zamanda veri toplama açısından bazı sorunlar ortaya koyarak projenin arkeoloji ve konservasyon ekipleri arasında yoğun ortak çalışma yapılmasını gerektirmiştir. Konservasyon işleminden sonra, arkeoloji ekibi farklı teknikler kullanarak birçok buluntuyu belgelenmiştir.¹⁴ Bu işlem, hem işlemle ortaya çıkan her tür ek özellikleri anlama hem de konservasyon işlemi sonrasında buluntunun durumunu değerlendirme amacı taşımıştır. Buna ek olarak, herhangi bir konservasyon sonrası dokümantasyon, özellikle 3D dokümantasyon, konservasyon ekibine işlem sonucunda eserde meydana gelmiş olabilecek herhangi bir değişiklik ile ilgili ölçülebilir veriler sağlamada kullanılabilir.

DOCUMENTATION

The unique challenges of working within the restricted confines of the submarine's hull required a multifaceted approach to archaeological documentation. In addition to archaeological sketches and photography, a digital point-mapping strategy was implemented to record provenience information from the interior. This strategy gave the archaeological team the ability to accurately reconstruct artifact positions in a CAD environment after their excavation. As the archaeological and conservation work progressed, the focus of documentation turned to 3D documentation and the recording of more detailed texture information from the submarine's hull and artifact assemblage.¹³ While this type of detailed surface documentation can provide high-resolution data, it also presented a number of problems in terms of data collection and required extensive collaboration between the project's archaeological and conservation teams. Following conservation treatment, many artifacts were documented by the archaeological team using different techniques.¹⁴ This was to both understand any additional characteristics of the artifact revealed by the treatment, and to assess the condition of the artifact following the conservation procedure. In addition, any post-conservation documentation, and 3D documentation in particular, could be used to provide quantifiable data to the conservation team regarding any changes that may have occurred to the artifact as a result of the treatment.

¹³ SCAFURI – RENNISON 2016

¹⁴ SCAFURI 2017

¹³ SCAFURI – RENNISON 2016

¹⁴ SCAFURI 2017

HUNLEY KONSERVASYON PLANI

Konservasyon ekibi denizaltının metal gövdesinin kapsamlı bir teknik analizini yaparak, bir konservasyon planı geliştirmiş ve bu planı incelemesi, resmi onayı ve hakem değerlendirmesi için ABD Donanması'na sunmuştur. Proje süresi boyunca konservasyon için bir genel yol haritası sağlayan bu plan, üç temel hedefe odaklanmıştır. Bu üç temel hedef şunlardan oluşuyordu: *H.L. Hunley*'nin yapısal bütünlüğünü korumak, denizaltıyı en az riskle sağlamlaştıracak teknikleri belirlemek ve gelecekte konservasyon çalışması gereksinimini en aza indireyecek sergileme koşullarını geliştirmek ve tanımlamak. Ne kadar güç olsa da konservasyon planının bu çok yönlü amaçları *Hunley* denizaltısının inşasının derinlemesine bir analizini yapmak, büyük ölçekli deniz buluntularının konservasyonunu yaparak güncel bilgi düzeyimizi sınamak ve arkeolojik demir buluntuların sağlamlaştırılmasında kullanılan geleneksel ve deneysel tekniklerin karşılaştırılması için eşsiz bir fırsat sunmuştur.¹⁵

Tekneye erişimi ve sağlamlaştırma işlemini geliştirmek için tasarlanmış aşamalarla uygulanan teknenin korunması amacıyla yıllar içerisinde ilerleme kaydedilmiştir. Bu aşamalar denizaltından yüksek risk içeren maddelerin uzaklaştırılması (organik elementler gibi), cam lumbozların sökülmesi (güçlü alkaline çözeltilerde stabil olmadığı için), gövde üzerinde adli ve yapısal çalışma yapılması, mekanik bileşenlerin sökülmesi (örn. döküm demirden pompalar), boyaların analizi, metal ve biyolojik bozulma analizi, fizibilite çalışması ve denizaltının dikey konuma getirilmesi, denizaltı güvenli bir şekilde sodyum hidroksite batırabilmek için sıvı yönetim sisteminin değiştirilmesi adımlarını içeriyordu. Konservasyona ek olarak projenin temel hedeflerinden biri de söz konusu işlemlere tabi tutulan denizaltının bu sürecini halkın izleyebilmesiydi.¹⁶

HUNLEY CONSERVATION PLAN

Through an extensive technical analysis of the submarine's metal hull, the conservation team developed a plan to conserve the vessel, which was submitted to the U.S. Navy for review, formal approval, and peer-review. The document provided a general roadmap for conservation throughout the duration of the project and centered on three primary objectives. The three objectives were: to preserve *H.L. Hunley's* structural integrity, identify techniques that would stabilize the submarine with minimal risk, and develop and define display conditions that would minimize the need for future conservation work. Although challenging, the multifaceted objectives of the conservation plan presented a unique opportunity to perform an in-depth analysis of the construction of the *Hunley* submarine, revisit the current state of our knowledge regarding the conservation of large marine objects, and compare traditional and experimental techniques for the stabilization of archaeological iron objects.¹⁵

Several steps were taken throughout the years for the conservation of the hull, which were conducted in phases designed to improve the access to the hull as well as its stabilization. These steps involved the removal of high-risk materials from the submarine (such as organic elements), the removal of glass viewports (unstable in strong alkaline solutions), a forensic and structural study of the hull, the disassembly and removal of mechanical components (i.e. cast iron pumps), paint analysis, metal and biofouling analysis, a feasibility study and rotation of the submarine to an upright position, and the modification of the fluid management system to be able to safely immerse the submarine in sodium hydroxide. In addition to the conservation, one of the major objectives for the project was to allow for public viewing of the submarine during treatment).¹⁶

15 MARDIKIAN vd. 2006; MARDIKIAN vd. 2009, 113-118; MARDIKIAN vd. 2009, 82-88; RIVERA vd. 2019.

16 MARDIKIAN vd. 2006; RIVERA vd. 2019.

15 MARDIKIAN et al. 2006; MARDIKIAN et al. 2009, 113-118; MARDIKIAN et al. 2009, 82-88; RIVERA et al. 2019.

16 MARDIKIAN et al. 2006; RIVERA et al. 2019.

GEMİ YÖNELME AÇISININ DİKLEŞTİRİLMESİ

H.L. Hunley'e uygulanan en önemli işlemlerden biri 45 derece olan orijinal yönelme açısını dik duruma döndürme işlemiydi. Bu işlem, denizaltının döndürülmesini, aynı zamanda kaldırma kirişinin ve destek askılarının çıkarılmasını, son olarak da alt omurga bloklarının üzerine yerleştirilmesini içeriyordu. Amaç, konservasyon çalışmaları sırasında denizaltının yüzeyine erişimi kolaylaştırmak ve teknenin erişilemeyen alanlarının belgelenmesine ve üzerindeki katılaşmış maddelerin giderilmesine izin vermektir.

Herhangi bir çalışmaya başlamadan önce bir mühendislik çalışması ve rotasyon simülasyonu yapıldı. Bu çalışmadan elde edilen bilgiler, denizaltını güvenli bir şekilde döndürecek bir plan geliştirilmesine yol açtı. Prosedür, destek sapanlarının iskele tarafında daha uzun ve sancak tarafında daha kısa olacak şekilde kademeli olarak ayarlanmasını içeriyordu. Bu “çek ve bırak” sistemi denizaltıyı yavaş ve kontrollü bir şekilde dik konuma döndürecekti.¹⁷ Bu planın ardından ekip, gemiyi başarıyla döndürerek 2011 yılında omurgası üzerine yerleştirdi (Fig. 12).

ROTATION

One of the most important steps in the treatment of *H.L. Hunley* was the rotation of the hull from its original 45-degree orientation to an upright position. This procedure involved rotating the submarine while also removing the lifting truss and supporting slings, and finally resting it on its bottom keel blocks. The purpose was to facilitate access to the surface of the submarine during conservation work and permit documentation and deconcretion of inaccessible areas of the hull.

An engineering study and simulation of the rotation was developed prior to the beginning of any work. The information gained from this study led to the development of a plan to safely rotate the submarine. The procedure involved gradually adjusting the support slings to be longer on the port side and shorter on the starboard side. This “pull-and-release” system would rotate the submarine in a slow and controlled manner to an upright position.¹⁷ Following this plan, the team successfully rotated the vessel and placed it on its keel in 2011 (Fig. 12).

17 BLOUIN vd. 2011

17 BLOUIN et al. 2011



Fig. 12: Rotasyonu sırasında denizaltı. Destek bağı yükseltilmiş, çevresinde yapı iskelesi kuruludur ve altına yükleme gözleri içeren destekler yerleştirilmiştir. Bir çek/bırak mekanizması kullanılmış ve denizaltı yavaşça döndürülerek dikey bir pozisyona getirilmiştir. ©Friends of the Hunley.

Fig. 12: Submarine during rotation. The truss was elevated, scaffolding built around it, and supports containing load cells were placed underneath. A pull/release mechanism was used and the submarine slowly rotated into an upright position. ©Friends of the *Hunley*.

DIŞ YÜZEYDEKİ KATILAŞMIŞ MADDELERİN GİDERİLMESİ

Denizaltıyı kaplayan katılaşmış maddeler, denizaltının deniz tabanında kaldığı süre içerisinde yıllar boyunca üzerinde oluşan makro fauna oluşumları ve moloz birikmesinin sonucudur. Bu oluşumlar demir korozyon ürünleriyle bir araya gelerek çok sert bir koruyucu katılaşmış depozit tabakası oluşturmuştur. Katılaşmış maddeler denizaltının etrafındaki fiziksel ve çevresel koşullarla ilgili oldukça hayati konum bilgilerini kaydetmiştir. Bu katılaşmış maddelerin oluşmasına yol açan çevresel etkenler bölgeyle ilgili yapılan birkaç çalışmada ana hatlarıyla belirtilmiştir.¹⁸

Bu katılaşmış maddelerin gövdeden uzaklaştırılmasına hazırlanırken, ekibin metalin tuzunu gidermeye başlamak için 280,000 litre sodyum hidroksit çözeltisi (pH 13'ün üzerinde) hazırlaması gerekiyordu. Kasım 2013 tarihinde *Hunley*'nin içinde bulunduğu havuzun etrafında ve altı adet 56.000 litrelik açık hava karıştırma havuzunun etrafında ikincil bir muhafaza beton duvarının inşası ile eski havuz sisteminde bir iyileştirme çalışması başlatıldı. Sıvı işleme sistemi, sodyum hidroksit çözeltisinin hazırlanmasına ve ayarlanmasına, *Hunley* havuzunun aktarılmasına ve atılmadan önce kimyasal nötrleştirilmesine izin verecek şekilde yeniden yapılandırıldı ve sistem iyileştirildi. Kamuya açık ziyaretler sırasında görünümü iyileştirmek için *Hunley* havuzunda süspansiyondaki katı madde miktarını azaltmak amacıyla bir filtreleme sistemi ve denizaltının görüşünü engellemeden ziyaretçileri havuzdan korumak amacıyla katlanır bir cam duvar kuruldu.

2014 yılında, eski kıdemli konservatör Paul Mardikian, inceleme ve onay için ABD Donanması'na sunulan *Hunley* Konservasyon Planı'na (2006) ek olarak ayrıntılı bir katılaşmış maddelerden arındırma planı hazırladı. Konservasyon ve arkeoloji ekipleri, bu planını gözden geçirip tartıştı ve ekibin süreç boyunca adım adım takip etmesi için net amaç ve hedefler içeren bir kılavuz oluşturdu.¹⁹

Katılaşmış maddelerden arındırma işleminin ilk amacı denizaltının yapısal bütünlüğünden ve stabilitesinden ödün vermeden teknenin yüzeyini kaplayan kabukları kaldırmak ve orijinal yüzeyin mümkün olduğunca çoğunu belgelemek ve korumaktır.²⁰

EXTERIOR DECONCRETION

The marine concretion covering the submarine was the result of years of macrofaunal growth and debris accumulation on the surface of the submarine while it rested on the seafloor. This growth, combined with iron corrosion products, formed a very hard protective layer of marine concretion. The concretion recorded vital site information regarding the physical and environmental conditions around the submarine. The environmental factors that led to the formation of this concretion have been outlined in a number of studies of the site.¹⁸

In preparation for the removal of concretion from the hull, the team needed to prepare 280,000 liters of a solution of sodium hydroxide (pH above 13) to begin the desalination of the metal. An upgrade of the old tank system was initiated in November 2013 with the construction of a secondary containment concrete wall around the *Hunley* tank and around the six 56,000-liter outdoor mixing tanks. The fluid handling system was reconfigured and upgraded to allow for the preparation and adjustment of the sodium hydroxide solution, its transfer to and from the *Hunley* tank, and its chemical neutralization before disposal. A filtering system was installed to reduce the amount of solids in suspension in the *Hunley* tank in order to improve viewing during public tours as well as a folding glass wall to protect visitors from the tank without obstructing the view of the submarine.

In 2014, former senior conservator Paul Mardikian wrote a detailed deconcretion plan as an addendum to the *Hunley* Conservation Plan (2006), which was submitted to the U.S. Navy for review and approval. The conservation and archaeological teams reviewed and discussed the deconcretion plan and developed a step-by-step guideline with clear objectives and goals for the team to follow during the process.¹⁹

The first objective of the deconcretion process was to "remove the concretion covering the surface of the hull and document and preserve as much of the original surface as possible without compromising the structural integrity and stability of the submarine".²⁰

18 MURPHY 1998; CONLIN 2005; JACOBSEN vd. 2012; HARRIS - NEYLAND 2016

19 RIVERA vd. 2019

20 MARDIKIAN 2014

18 MURPHY 1998; CONLIN 2005; JACOBSEN et al. 2012; HARRIS - NEYLAND 2016

19 RIVERA et al. 2019

20 MARDIKIAN 2014

Arkeolojik hedefler ise, katılaşmış maddelerden arındırma işlemi yapılırken bunu belgelemek ve işlem sırasında ortaya çıkan gövde ve yüzey özelliklerini kaydetmektir. Bu işlem, denizaltının nasıl çalıştığının ve 150 yıl önce batmasına neyin yol açmış olabileceğinin yorumlanması açısından önem arz ediyordu.²¹

Mayıs 2014'te denizaltı, gövdenin birkaç ay pasifleşmesine izin vermek ve atmosfere maruz kaldıktan sonra reaktif metal üzerindeki korozyonu azaltmak amacıyla tasarlanmış yeniden sirküle edilmiş bir sodyum hidroksit çözeltisine yerleştirildi. *H.L. Hunley* denizaltısının dış yüzeyinden katılaşmış maddelerden arındırılması işlemine Ağustos 2014'te başlanmıştır. Katılaşmış maddelerden arındırmaya yardımcı olacak bir çok teknik ve araç göz önünde bulundurulmuş olup, en etkili olanın pnömomatik keskinler, cerrahi keskinler gibi el aletlerinin ve çekiçlerin kullanımıyla yapılan mekanik temizleme olduğuna karar verilmiştir (Fig. 13).

The archaeological objectives were to document the concretion as it was being removed and to record the hull and surface features revealed during the process. This was critical to the interpretation of how the submarine functioned and what possibly led to the sinking 150 years previously.²¹

In May 2014 the submarine was placed in a recirculated solution of sodium hydroxide solution designed to let the hull passivate for several months and mitigate corrosion on the reactive metal once exposed to the atmosphere. The deconcretion of the exterior of the *H.L. Hunley* submarine started in August 2014. A number of techniques and tools were considered to aid in the removal of concretion, the most effective being mechanical cleaning via the use of hand tools such as pneumatic chisels, surgical chisels, and hammers (Fig. 13)

21 MARDIKIAN 2014; SCAFURI 2017; RIVERA vd. 2019

21 MARDIKIAN 2014; SCAFURI 2017; RIVERA et al. 2019



Fig. 13: Katılaşmış depozitlerden arındırma sırasında denizaltı. Arkeologlara dokümantasyon ve tarama zamanı vermek için önemli arkeolojik özellikler sarı ile işaretlenmiş ve en sona bırakılmıştır. ©Friends of the Hunley.

Fig. 13: Submarine during deconcretion. Important archaeological features marked in yellow and left for last to give archaeologists time for documentation and scanning. ©Friends of the Hunley.

Dış gövdeyi katılaşmış maddelerden arındırma işleminin tamamlanması bir yıldan fazla sürdü. Dört konservasyon uzmanından oluşan bir ekip gövdeden yaklaşık 1000 kg katılaşmış madde uzaklaştırdı. *Hunley*'nin içinde bekletildiği havuz, *Hunley* havuzundan açık hava saklama havuzlarına aktarılan sodyum hidroksit çözeltisiyle, haftada üç kez her sabah otomatik olarak boşaltıldı. Her katılaşmış maddeden arındırma gününün sonunda, çözelti, denizaltının su altında kalmasını sağlamak ve daha fazla korozyondan kaçınmak için *Hunley*'e geri aktarılacaktı. Projenin bu aşamasının birçok zorluğundan biri, denizaltının korozyonunu izlemek ve mümkün olan en yüksek pH'ı korumak için *Hunley* tankına verilen sodyum hidroksit konsantrasyonunu ayarlamaktır. Katodik koruma sistemi, bozulma sırasında daha fazla metal yüzey açığa çıktığı için korozyonu uzak tutmada önemli bir rol oynadı.

İÇ YÜZEYDEKİ KATIŞMIŞ MADDELERİN GİDERİLMESİ

İç mekanın katılaşmış maddelerden arındırılmasında özellikle dar sahra depoları ve yürütme sisteminin çevresindeki gibi alanlarda geminin sınırlı hacimli ve sınırlı erişim bulunan kısımları nedeniyle bir dizi teknik sorun ortaya çıkmıştır. Konservatörler sınırlı mekanlarda ve kimyasallarla temas halinde çalışma konusunda federal ve eyalet yasalarına uygun bir dizi güvenlik protokolü uygulamıştır. Bunların arasında hidroksit çözeltisinden korunmak için denizaltının içine **göz yıkama istasyonları** kurulması ve Tyvek™ giysilerinin yanı sıra tam yüz gaz maskesi, eldivenler, kolluklar ve kulak koruyucu yer almıştır.

ORTAYA ÇIKARILAN ÖZELLİKLER VE YORUM

Katılaşmış maddelerden arındırma süreci ilerledikçe bazı erozyon özellikleri ve göstergeleri, çatlaklar, darbeler ve malzeme üretim hataları da ortaya çıkmıştır. Bunlar ekibin denizaltının gövdesindeki hasar üzerinde araştırma ve çalışma yapmasına olanak sağlamıştır. Gözle görülebilir en önemli özelliklerden biri denizaltını oyarak aşındıran akıntıların yol açtığı metal incelmesidir. Bu etki, orijinal dikey burun erozyona uğrayıp üzerinde oyukların oluşarak dış bükey kavisli bir kenar halini aldığı burun destemorası üzerinde belirgin bir şekilde görülmektedir. Döküm demir parçalarda kabarcık ve döküm hatası gibi diğer metal hataları da tanımlanmıştır.²²

Denizaltının sancak tarafının hem pruvası hem de kıç tarafının yakınında bulunan en büyük iki gövde yarığının, batma sonrası oyulma ve korozyon sonucu olduğu belirlenmiştir. Bu durum, iç kısımdaki

It took over a year to complete the deconcretion of the exterior hull. Approximately 1000 kg of concretion was removed from the hull by a team of four conservators. The *Hunley* tank would be automatically drained every morning, three times a week, with the sodium hydroxide solution transferred from the *Hunley* tank to the outdoor holding tanks. At the end of each day of deconcretion, the solution would be transferred back to the *Hunley* to keep the submarine submerged and avoid further corrosion. One of the many challenges of this phase of the project was to monitor the corrosion of the submarine and to adjust the concentration of sodium hydroxide to the *Hunley* tank to maintain the highest possible pH. The cathodic protection system played an important role in keeping the corrosion at bay as more metal surface was being exposed during the deconcretion.

INTERIOR DECONCRETION

The deconcretion of the interior presented a number of additional technical challenges due to the confined space and limited accessibility of portions of the vessel particularly in areas such as the narrow ballast tanks and around the interior propulsion system. Conservators implemented a number of safety protocols in compliance with federal and state regulations for working in a confined space and in contact with chemicals. These included the installation of eyewash stations inside the submarine itself and the use of Tyvek™ suits as protection from the hydroxide solution as well as full-face respirators, gloves, sleeves, and ear protection.

FEATURES REVEALED AND INTERPRETATION

As the deconcretion process progressed, several features and signs of erosion, fractures, impacts, and inherent material defects were revealed. This allowed the team to research and study the damage to the submarine's hull. One of the most visible features is the thinning of the metal produced by marine currents that scoured and eroded the submarine. This effect was clearly visible at the forward edge of the bow cap, where it had been eroded and scalloped reducing the original vertical bow to a convex curved edge. Other metal defects such as blowholes and a misrun were also identified on the cast iron elements.²²

The two largest hull breaches, located close to both the bow and stern of the starboard side of the submarine, were determined to be the result of post-sinking scour and corrosion. This was confirmed by a geological

22 JACOBSEN vd. 2012; SCAFURI 2017; RIVERA vd. 2019

22 JACOBSEN *et al.* 2012; SCAFURI 2017; RIVERA *et al.* 2019

sedimentasyon ve dolgu sırasıyla ilgili bir jeolojik çalışmayla doğrulandı. Bazı dış bileşenlerde, batma açısından görünürde önemli olmasa da, hala yeterince açıklanamayan hasar bulunmaktadır. Daha da önemlisi, mürettebat kompartımanının ön bölümünde dökme demir ön kumanda kulesinde kırık bir görüş alanı ve ileri balast giriş valfi için ayrı bir gövde bağlantısı gibi önemli olabilecek daha küçük gövde boşlukları vardır. Gövdedeki bozulma, darbe ve metalurjik kusur bulgularına ek olarak, katılaşmış maddelerin giderilmesi birçok arkeolojik özelliği de ortaya çıkarmıştır. Bu özellikler, denizaltının tasarımı, çalışması ve modifikasyonu konusunda bir dizi ilginç ipucunun yanı sıra gemide meydana gelen hasara ilişkin bazı bilgiler sağlamıştır²³ (Fig. 14).

2013 yılında, Hunley'in torpidosunun patlama etkilerini incelemek amacıyla Donanma Tarih ve Miras Komutanlığı ve Deniz Yüzey Savaş Merkezi, Carderock Bölümü ile işbirliği içerisinde bir çalışma başlatılmıştır. Kapsamlı patlama simülasyonu ve canlı testlerden sonra, patlamanın kuvvetinin denizaltıya veya mürettebata zarar vermek için yetersiz olduğu belirlendi. Bu test net veya kesin bir açıklama sağlamamış olsa da, *H.L. Hunley*'nin kaybına katkıda bulunmuş olabilecek olası faktörlerin geçici olarak daraltılmasına yardımcı olmuştur²⁴ (Fig. 15).

23 SCAFURI 2017; RIVERA vd. 2019

24 Bu çalışma hakkında ek bilgi için, bakınız: <https://www.history.navy.mil/content/history/nhnc/research/underwater-archaeology/sites-and-projects/ship-wrecksites/hl-hunley/hunley-incident-analysis.html>; <https://www.history.navy.mil/research/underwater-archaeology/sites-and-projects/ship-wrecksites/hl-hunley/black-powder-blast-effects-hunley.html>

study of the sedimentation and infilling sequence of the interior. There is also damage on some exterior components that, while not outwardly significant in terms of the sinking, has still not been adequately explained. More importantly, there are smaller hull breaches in the forward section of the crew compartment that could be significant: a broken viewport in the cast iron forward conning tower and a separated hull attachment for the forward ballast intake valve.

In addition to evidence of breaches in the hull, impacts, and metallurgical defects, the deconcretion also revealed many archaeological features. These features provided a number of interesting clues to the design, operation, and modification of the submarine as well as some insights into damage that occurred to the vessel (Fig. 14).²³

In 2013, a collaboration was initiated with the Naval History and Heritage Command and the Naval Surface Warfare Center, Carderock Division, to examine the blast effects of Hunley's torpedo. After extensive explosion simulation and live testing, the force of the blast was determined to be insufficient to damage the submarine or harm the crew. While this testing has not provided any clear or definitive explanations, it has helped tentatively narrow down the possible factors that may have contributed to the loss of *H.L. Hunley* (Fig. 15).²⁴

23 SCAFURI 2017; RIVERA *et al.* 2019

24 For additional information on this study, see: <https://www.history.navy.mil/content/history/nhnc/research/underwater-archaeology/sites-and-projects/ship-wrecksites/hl-hunley/hunley-incident-analysis.html>; <https://www.history.navy.mil/research/underwater-archaeology/sites-and-projects/ship-wrecksites/hl-hunley/black-powder-blast-effects-hunley.html>



Fig. 14: Depozitlerin arındırılması sonrasında tahrik sistemi. Ortaya çıkan özellikler, dökme demir volan, bakır giriş balast borusu ve kolu, volanı hareket ettirmeye yardımcı olmak için diskli ve zincirli krank sistemi ve volanın arkasındaki direksiyon sistemidir. ©Friends of the Hunley.

Fig. 14: Propulsion system before and after deconcretion. Features revealed are the cast iron flywheel, copper intake ballast pipe and handle, crank system with discs and chain to help move the flywheel, and the steering system behind flywheel. ©Friends of the *Hunley*.



Fig. 15: Fig. 15: Depozitlerin arındırılması sonrasında kıçtan baş yönünde bakarken denizaltının görüntüsü. ©Friends of the Hunley.
Fig. 15: View of the submarine looking forward from the stern after deconcretion. ©Friends of the *Hunley*

SONUÇ

Dikkatli planlama ve hazırlığın bir sonucu olarak, *H.L. Hunley* denizaltısının katılaşmış depozitlerden arındırma işlemi büyük ölçüde başarılı olmuştur. Bilimsel ekip, bu uzun süreç boyunca bir dizi teknik zorluğun üstesinden gelmek ve öngörülemeyen birçok duruma uyum sağlamak zorunda kalmıştır. Yararlanacak çok az doğrudan benzerlik vardı, konservasyon planının büyük bir kısmı bu projenin benzersizliğine yönelecek şekilde geliştirilmek zorundaydı. Bu durum konservasyon ve arkeoloji ekipleri arasında kapsamlı bir işbirliği gerektirmiş olup, sonuçta projenin bu kritik aşamasının başarılı bir şekilde tamamlanmasını sağlamıştır.

Denizaltının katılaşmış maddelerden arındırılması işleminin ardından ekibin odak noktası, tuzdan arındırma işleminin tamamlanması, durulama işleminin başlatılması ve denizaltının nihai uzun süreli sergiye hazırlanması için bir plan geliştirmek olmuştur. Bu plan tüm gövde üzerinde kapsamlı bir klorür analizi için test yöntemlerinin oluşturulmasını ve klorür konsantrasyonunun belirli konumlarını (ör. üst üste binen gövde plakaları ile daha ince alanların) belirlemek için metal numunelerin karşılaştırılmasını, ayrıca korozyon ürünleri ve oksidasyon sürecinin genel bir çalışmasını içerecektir. Buna ek olarak, konservasyon ekibi halen denizaltının durulanması, hedeflenen son

CONCLUSION

As a result of careful planning and preparation, the deconcretion of the *H.L. Hunley* submarine has been largely successful. The scientific team has had to overcome a number of technical challenges and adapt to many unforeseen circumstances throughout the long process. There were very few direct parallels to draw from and much of the conservation plan had to be developed to address the uniqueness of this project. This required extensive collaboration between the conservation and archaeological teams that ultimately resulted in the successful completion of this critical phase of the project.

Following the deconcretion of the submarine, the focus of the team has been to develop a plan for completing the desalination treatment, beginning the rinsing process, and preparing the submarine for final long-term display. This will involve the establishment of testing methods for a comprehensive chloride analysis over the entire hull and the comparison of metal samples to identify specific locations of chloride concentration (i.e. overlapping hull plates vs thinner areas) as well as a general study of corrosion products and their oxidation process.

pH düzeyini oluşturma ve süreç içerisinde kullanılan kimyasalların uzaklaştırılması konusunda planlama yapmaktadır. Kalan nem, malzemenin stabilitesini olumsuz etkileyebileceğinden, denizaltının kurutulması için etkili bir yöntem oluşturulması da arındırmanın en önemli yönlerinden biri olacaktır. İşlemin son aşaması, denizaltı için uygulanması güvenli olacak ve dayanıklı koruma sağlayacak uygun bir kaplamanın belirlenmesini içerecektir. İşlem sonrasında WLCC'deki bilim insanları, Friends of the *Hunley* ile işbirliği yaparak, güvenli yer değiştirme, taşıma ve nihayetinde *H.L. Hunley*'nin gösterime sunulacağı yerde sergilenmesi konusunda bir plan oluşturacaktır. Bu sürecin dünyanın her yerinden insanların *H.L. Hunley*'yi yıllar boyunca ziyaret ederek görecekları ve üzerinde çalışma yapabilecekleri şekilde koruyacağı ümit edilmektedir.

H.L. Hunley'nin araştırma ve konservasyon işlemi WLCC'deki bilim personelinin birincil odak noktasını oluştursa da, laboratuvar şu anda birçok başka projede de yer almaktadır. Tesis, özellikle batık arkeolojik malzemelere odaklanarak kültürel mirasın analizi ve korunması konusunda uzmanlaşmıştır. Clemson Üniversitesi, *H.L. Hunley* için gerekli olan çalışmanın bir parçası olarak, WLCC'yi derinlemesine malzeme analizi, büyük buluntu işleme, malzeme kültürü analizi kültürel miras materyallerinin üst düzey 3D dokümantasyonu yeteneği ve uzmanlığı ile son teknoloji ürünü bir konservasyon tesisi haline getirmiştir. WLCC'deki bilim personeli, dünyanın her yerinden kültürel miras materyallerinin araştırılmasına ve korunmasına yardımcı olmak için federal ve eyalet arkeoloji kurumları, yerel tarihi topluluklar ve özel CRM şirketleriyle ortaklıklar geliştirmiş olup, laboratuvarın kapasitesini ileride de genişletmeye devam edecektir.

In addition, the conservation team is currently planning for the rinsing of the submarine, establishing a targeted final pH level, and the disposal of any chemicals used in the process. Establishing an effective method for drying the submarine will also be one of the most important aspects of the treatment as residual moisture can adversely affect the stability of the material. The final step of the treatment will involve determining a suitable coating for the submarine that will be safe to apply and offer durable protection. Following treatment, the scientific staff at the WLCC, in coordination with Friends of the *Hunley*, will develop a plan for the safe moving, transportation, and eventual exhibit of *H.L. Hunley* in its final display facility. It is hoped that this process will preserve *H.L. Hunley* in such a way that people from around the world will be able to view and study the submarine for many years to come.

While the investigation and conservation treatment of *H.L. Hunley* has been the primary focus of the scientific staff at the WLCC, the lab is now also involved in numerous other projects. The facility specializes in the analysis and conservation of cultural heritage with a particular focus on submerged archaeological materials. As a part of the work required for *H.L. Hunley*, Clemson University has developed the WLCC into a state-of-the-art conservation facility with the capability and expertise to conduct in-depth materials analysis, large artifact treatment, material culture analysis, and high-end 3D documentation of cultural heritage materials. The scientific staff at the WLCC have developed partnerships with federal and state archaeological agencies, local historical societies, and private CRM companies to assist with the investigation and conservation of cultural heritage material from around the world and will continue to expand the lab's capabilities in the future.

KAYNAKÇA-BIBLIOGRAPHY

- ALEXANDER 1902 Alexander, W. A., "The True Stories of the Confederate Submarine Boats," *New Orleans Picayune*, 29 June 1902, 1-5, New Orleans, LA.
- BLOUIN *et al.* 2011 Blouin, V., Mardikian, P., Watters, C., "Finite Element Analysis of the H.L. Hunley Submarine: A Turning Point in the Project's History", Metal 2010, *Proceedings of the Interim Meeting of the ICOM-CC Metal Working Group*, Charleston, South Carolina, USA, 11-15 October 2010, Clemson University, 2011, 393-399.
- CONLIN 2005 Conlin, D. (ed.), *USS Housatonic Site Assessment*, Underwater Archaeological Branch, Naval Historical Center, Washington, DC, 2005.
- HARRIS - NEYLAND 2016 Harris, S., Neyland, R., "Environmental Context and Site Formation", in Neyland and Brown (eds.) *H. L. Hunley: Recovery Operations*, Naval History and Heritage Command, Department of Navy, Washington DC, 2016, 51-65.
- GONZALEZ-PEREYRA *et al.* 2003. Gonzalez-Pereyra, N., de Vivies, P., Drews, M.J., Mardikian, P., "Characterizing the Chloride in the Wrought Iron Rivets From the Hunley", *Preservation of Heritage Artefacts, NACE Northern Area Eastern Conference*, Ottawa, 2003.
- JACOBSEN *et al.* 2012 Jacobsen, M., Blouin, V., Shirley, W., "Does Erosion Corrosion Account for Intriguing Damage to the Civil War Submarine H.L. Hunley?", *Marine Technology Society Journal*, Vol. 46, No. 6, 2012, 38-48.
- MARDIKIAN 2004 Mardikian, P., "Conservation and Management Strategies Applied to Post-Recovery Analysis of the American Civil War Submarine H.L. Hunley (1864)", *International Journal of Nautical Archaeology*, Vol. 33, No. 1, 2004, 137-148.
- MARDIKIAN 2014 Mardikian, P., "Deconcretion Plan for the H.L. Hunley Submarine", addendum to H.L. Hunley Conservation Plan, unpublished report. 2014.
- MARDIKIAN *et al.* 2006 Mardikian, P., Drews, M.J., Gonzalez, N., de Viviés, P., "H.L. Hunley Conservation Plan", Unpublished report submitted to the Naval History and Heritage Command, Department of Navy, Washington DC, 2006.
- MARDIKIAN *et al.* 2009, 113-118 Mardikian, P., Drews, M.J., González, N., de Viviés, P., "New Perspectives Regarding the Stabilization of Terrestrial and Marine Archaeological Iron" in M. McCarthy (ed.) *Iron, Steel & Steam*, Australian National Centre of Excellence for Maritime Archaeology 13, Fremantle, Australia, June 26-27, 2009, 113-118.

- MARDIKIAN *et al.* 2009 Mardikian, P., Drews, M.J., González, N., de Viviés, P., Hunter, J., “Searching for a Diamond in the Rust: A Review of Large-Scale Archaeological Iron Conservation Projects, 1980-2006”, in M. McCarthy (ed.) *Iron, Steel & Steam*, Australian National Centre of Excellence for Maritime Archaeology 13, Fremantle, Australia, June 26-27, 2009, 82-88.
- MURPHY 1998 Murphy, L. (ed.), *HL Hunley Site Assessment*, National Park Service, Santa Fe, NM, 1998.
- NEYLAND – BROWN 2016 Neyland, R., Brown, H. (eds.), *H. L. Hunley: Recovery Operations*, Naval History and Heritage Command, Department of Navy, Washington, DC, 2016.
- NEYLAND *et al.* 2001 Neyland, R., Jacobsen, M., Mardikian, P., Pecorelli, H., “Operations Plan for the Excavation of the H.L.Hunley”, Internal Report, Charleston, South Carolina, 2001.
- RENNISON *et al.* 2015 Rennison, B., Scafuri, M., Jacobsen, M., “Reconstructing the Forward Crew Compartment of the H.L. Hunley Submarine”, *ACUA Underwater Archaeology Proceedings 2015*, Advisory Council on Underwater Archaeology, 63–71.
- RIVERA *et al.* 2009 Rivera, J., Mardikian, P., Cretté, S., “Waterlogged Textiles Recovered from the Civil War Submarine H.L. Hunley: Identification and Conservation of Textiles Belonging to Lt. George Dixon”, *American Institute for Conservation 37th Annual Meeting, Textile Specialty Group Postprints*, 2009, 19:129–44.
- RIVERA *et al.* 2019 Rivera, J., Mardikian, P., Scafuri, M., Näsänen, L., González-Pereyra, N., “Revealing the H.L. Hunley: The strategic planning and deconcretion process of an American Civil War submarine”, *Proceedings of the ICOM-CC Metals Working Group Conference*, Switzerland, 2019.
- RIVERA *et al.* 2010 Rivera, J., Jacobsen, M., Mardikian, P., Scafuri, M., de Vivies, P., “A new approach to excavating and handling waterlogged textiles from the American Civil War submarine H.L. Hunley”, *Proceedings of the 11th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference*, Grenville, North Carolina, May 2010.
- RIVERA - SCAFURI 2017 Rivera, J., Scafuri, M., “The sea, the sub and maritime collaboration: how conservators and archaeologists worked together to recover and conserve the H.L.Hunley submarine”, in Owczarek, N., Gleeson, M., Grant, L., (eds.) *Engaging Conservation Collaboration Across Disciplines*, University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology, 2017, 181-189.
- SCAFURI *et al.* 2014 Scafuri, M., Weise, S., Rennison, B. and Jacobsen, M., “The H. L. Hunley Weapon System: Using 3D modeling to replicate the first submarine attack”, in C. Dagneau and K. Gauvin (eds.) *ACUA Underwater Archaeology Proceedings 2014*, 249–257.

- SCAFURI – RENNISON 2016 Scafuri, M., Rennison, B., “Scanning the *H.L. Hunley*: Employing a structured-light scanning system in the archaeological documentation of a unique maritime artifact.” *Journal of Archaeological Science: Reports* 6, April 2016, 302–309.
- SCAFURI 2017 Scafuri, M. “H.L. Hunley Revealed: documentation, deconcretion, and recent developments in the investigation of an American Civil War submarine from 1864.” *International Journal of Nautical Archaeology* 46.2, 2017, 303–316.
- SCAFURI *et al.* 2017 Scafuri, M., DeLong, N., Rivera, J., “Where We Are Now: Research and Conservation on the H.L. Hunley,” *MAHSNews* (forthcoming) 2017.

***YENİKAPI 12 BATIĞININ
YENİDEN KURULUM VE
SERGİLEME ÖNERİLERİ
SUGGESTIONS FOR REASSEMBLY
& DISPLAY OF SHIPWRECK
YENİKAPI 12***



MRY'07
F.G/13-14
7.3.07



* Işıl ÖZSAİT KOCABAŞ

Anahtar kelimeler: Yenikapı 12 batığı, gemi rekonstrüksiyonu, yeniden kurulum, müzede sergileme.

Keywords: Shipwreck Yenikapı 12, ship reconstruction, reassembly, display in museum.

ÖZET

Yenikapı 12 batığı, İstanbul'da Yenikapı kazı alanının doğusunda, amforalarıyla birlikte ortaya çıkarılmıştır. Batığın, kazı alanında *in situ* ve laboratuvarında 1:1 ölçeğe 3B olarak belgelenmesi yapılmış; inşa yöntemi ve restitüsyonu çalışılarak tam ölçekli replikası inşa edilmiştir. Bu çalışmalara göre Yenikapı 12, yaklaşık 9,24 m uzunluğunda, 2,64 m genişliğinde, kıyı denizciliği yapan, yelkenli küçük bir ticaret teknesidir. Batık ahşaplarının konservasyonu, PEG ön-empirme ve vakumlu dondurarak kurutma prosedürü doğrultusunda devam etmektedir. YK12'nin ahşaplarının, konservasyon uygulamaları sonrasında orijinal gövde biçimine göre sergilenmesi planlanmaktadır. Makalede, Yenikapı 12 gövdesinin müzede yeniden kurulması ve sergilenmesi konusu irdelenmiş; Yenikapı batıklarının sergilenmesine katkı sağlayacak ön incelemeler ve değerlendirmeler sunulmuştur.

YK12 BATIĞI

Yenikapı 12 (YK12) batığı İstanbul Arkeoloji Müzeleri'nin sürdürdüğü Yenikapı kazılarında ortaya çıkarılan Theodosius limanında, 2007 yılında keşfedilmiştir.¹ Batığın kazısı ve kazı sonrası çalışmaları Prof. Dr. Ufuk Kocabaş başkanlığında, İstanbul Üniversitesi Yenikapı Batıkları Projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.² Kazı alanının doğu tarafında, Theodosius limanı dolgusunda -1.30 kotunda konumlanmış olan batık, içinde bulunan bir sikkeye göre 9. yüzyıla ve radyokarbon sonuçlarına göre MS 672 ve 870 yılları arasına tarihlendirilmiştir.³ Teknoloji çalışmaları kapsamında batığın dokümantasyonu yapılmış; yapım tekniği, tasarımı; restitüsyonu ve rekonstrüksiyonu çalışılmıştır.⁴ Bu uygulamaların devamında, 2016 yılında yüzebilecek gerçek boyutunda tıpkı yapımı inşa edilmiştir.⁵ Batık ahşapları üzerindeki konservasyon çalışmaları İÜ Yenikapı Batıkları Uygulama ve Araştırma Laboratuvarı'nda devam etmektedir.⁶

ABSTRACT

The shipwreck Yenikapı 12 was uncovered in the eastern part of the Yenikapı excavation area in Istanbul, along with its amphorae. The *in-situ* documentation of the shipwreck in the excavation area and its 3D documentation in the laboratory have been completed, and a full-scale replica was built upon examining its construction method and restitution. Based on these examinations, Yenikapı 12 is a small merchantman with sail, working coastal waters, which is approximately 9.24 m long, and 2.64 m wide. The ongoing conservation of the timbers includes PEG (Polyethylene glycol) pre-impregnation and vacuum freeze-drying procedures. We intend to display the YK12 in accordance with its original hull shape following conservation of the timbers. The article discusses reassembly and display of the hull of the Yenikapı 12; and presents preliminary examinations and evaluations that will contribute to displaying Yenikapı shipwrecks.

YK12 SHIPWRECK

The Shipwreck Yenikapı 12 (YK12) was discovered in 2007 in the Theodosian Harbour, which was uncovered during the Yenikapı excavations conducted by Istanbul Archaeological Museums.¹ The excavations and post-excavation works of the shipwreck were completed within the scope of the Istanbul University Yenikapı Shipwrecks Project under the direction of Prof. Ufuk Kocabaş.² The shipwreck was located on the eastern part of the excavation area at -1.30 m level within the deposits of the Theodosian Harbour, and it was dated to the 9th century based on a coin found and to between 672 and 870 AD based on radiocarbon results.³ The technological studies included documentation along with construction technique, design, restitution and reconstruction of the shipwreck.⁴ These studies were followed by construction of a full-scale floatable replica in 2016.⁵ The conservation treatment of the shipwreck's timbers has been ongoing at the IU Yenikapı Shipwrecks Application and Research Center.⁶

1 KIZILTAN 2007; KOCABAŞ 2008; KOCABAŞ 2010

2 KOCABAŞ 2015b

3 KOCABAŞ 2015a, 13

4 ÖZSAİT KOCABAŞ-KOCABAŞ 2008; ÖZSAİT KOCABAŞ 2013; ÖZSAİT KOCABAŞ 2018

5 ÖZSAİT KOCABAŞ 2009; ÖZSAİT KOCABAŞ 2016

6 KILIÇ 2017b

1 KIZILTAN 2007; KOCABAŞ 2008; KOCABAŞ 2010

2 KOCABAŞ 2015b

3 KOCABAŞ 2015a, 13

4 ÖZSAİT KOCABAŞ-KOCABAŞ 2008; ÖZSAİT KOCABAŞ 2013; ÖZSAİT KOCABAŞ 2018

5 ÖZSAİT KOCABAŞ 2009; ÖZSAİT KOCABAŞ 2016

6 KILIÇ 2017b

*Doç. Dr. Işıl Özsaıt-Kocabaş, içmimar-restoratör, Orcid ID: 0000-0002-1926-0764. İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Sualtı Kültür Kalıntıları Koruma Anabilim Dalı.

*Doç. Dr. Işıl Özsaıt-Kocabaş, interior architect-restorator, Orcid ID: 0000-0002-1926-0764. Department of Conservation of Marine Archaeological Objects, Faculty of Letters, Istanbul University.



Fig. 1: YK12 batığının *in situ* durumu. (B.Köşker)

Fig. 1: Shipwreck YK12 *in situ*. (B.Köşker)

KORUNMUŞLUK DURUMU VE GÖVDE KONSTRÜKSİYONU

Yenikapı 12 batığının ahşap elemanlarının büyük çoğunluğu orijinal yerinde ve bütünlüğü bozulmamış halde günümüze ulaşmıştır. Yaklaşık 7 m uzunluk ve 2,3 m genişlikteki gövde kalıntısının iki tarafı bir birine yakın oranda korunmuştur (Fig. 1). Teknenin omurgası, merkez omurga (Om 3), baş ve kıç bodoslama topukları (Om 2 ve Om 4) ile baş ve kıç bodoslamalar (Om 1 ve Om 5) olmak üzere beş parçadan oluşmaktadır. Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ağacından biçimlendirilmiş olan 3,63 m uzunluğundaki merkez omurga beşik biçimlidir. Gürgen ağacından (*Carpinus betulus* L.) baş ve kıç bodoslama topukları omurgayla birlikte bütün olarak ele geçmiştir; aynı ağaçtan bodoslama parçaları bunların uç kısımlarında korunmuştur. Gövdenin sancak tarafında 9 sıra ve iskele tarafında 8 sıra kaplama tahtası günümüze ulaşmıştır. Kestane ağacından olan kaplama tahtaları, uzun ve kısa tahtaların birleştirilmesiyle, ikişer parçadan oluşmuştur. Bu tahtalar S-biçimli parile ile birleştirilmiştir. Gövdenin belirgin bir kaplama paterni vardır. Uzun kaplama tahtaları kıç-baş dönüşümüyle düzenlenmiştir. Alt gövdesi burma tahtasından birinci çapa tahtasına kadar düzenli aralıklarla kenar kavelalarıyla birleştirilmiştir.

PRESERVATION STATE AND HULL CONSTRUCTION

A majority of the wooden elements of the shipwreck Yenikapı 12 has survived to today intact and *in-situ*. With a length of 7 m and a width of 2.3 m, both sides of the hull have been preserved in similar proportions (Fig. 1). The keel consists of five parts, including the central keel (Keel 3), curved keel timbers at the bow and stern (Keel 2 and Keel 4) and stem and sternpost (Keel 1 and Keel 5). Made of oriental beech (*Fagus orientalis* L.), the 3.63 m long central keel has the shape of a cradle. The curved keel timbers made of hornbeam (*Carpinus betulus* L.) were discovered as a whole together with the keel; fragments of the posts made of the same wood have been well preserved at their ends. Nine planking strakes on the starboard side and eight planking strakes on the port side of the hull have survived. Made of chestnut, these strakes consisted of two planks, combining one long and one short. They were joined by S-shaped scarfs. The hull has a remarkable planking pattern. The long planks were organized in a way that were alternating from bow to stern. The hull was joined with regularly spaced dowels from the garboard up to the first wale (Wale 1), which was found *insitu* between the eighth and ninth strakes on the starboard of the shipwreck.

Batığın sancak yanında, sekizinci ve dokuzuncu kaplama sıralarının arasında birinci çapa tahtası (SÇT1) orijinal yerinde bulunmuştur. Kaplamaların iç yüzeyleriyle yüzbeyüz şekilde yerleştirilmiş olan çapa tahtası dış yüzeyinde taşkın kavisli bir formdadır. Sancak tarafının en üst çapa tahtası (SÇT3), batığın kıç tarafının gövde altında, küpeşte ile birbirlerine bağlı olarak ele geçmiştir. 25 adet döşek ve bunların 15 adet postası günümüze ulaşmıştır. Döşekler meşe (*Quercus* L.; 14 adet), ceviz (*Juglans* L.; 8 adet), gürgen (*Carpinus* L.; 2 adet) ve dişbudak (*Fraxinus* L.; 1 adet) ağaçlarından yapılmıştır. Postaların tamamı dişbudak ağacındandır. Eğri sistemi, tam döşek ve aynı hizada devam eden kısa ve uzun postalar halinde tasarlanmıştır. İki tarafında asimetrik olan “L biçimli” döşeklerin kısa kolları karina dönüşünde bitmekte; uzun kolları 9. kaplama ya da onun üstündeki sıraya yükselmektedir. Eğri paterni, uzun döşek kollarının sancak ve iskele taraflarında dönüşümlü dizilimi şeklindedir. Teknenin kıç tarafında, mürettebatın eşyaları ve mutfak malzemeleri için yapılmış özel bir kanallı bölme konstrüksiyonu bulunmaktadır. Döşeklerin üzerine yerleştirilmiş olan dişbudak ağacından yelken yatağı (YY44), teknenin ortasına yakın bir konumda, bütün halde *in situ* yerinde korunmuştur. Meşe ağacından yapılmış, 43 adet iç kaplama sırası eğrilere bağlı olarak günümüze ulaşmıştır. Ambar kısmı boyunca teknenin alt ve yan yüzeylerini kaplayan iç kaplama tahtaları, bir sistematik içinde üst üste bindirilerek yerleştirilmiştir.⁷ Gövde kalıntısı üzerindeki pek çok ipucu YK12’nin konstrüksiyonunda kabuk felsefenin güçlü etkisini göstermektedir. YK12 alt gövdesinde kabuk-temelli prensipler ve tasarım kullanılarak, karma konstrüksiyon ile inşa edilmiştir.⁸

BELGELEME

Batık kazı alanında *in situ* durumda, 3B *Total Station*® ölçüm ve *AutoCAD*® çizimleri, tam ölçekli el çizimleri, fotoğraf, foto-mozaiik, video ve görsel değerlendirmelerin işlenmesi ile belgelenmiştir.⁹ Yenikapı 12, demonte edilerek kazı alanından kaldırılmıştır.¹⁰ Bütünlüğünü koruyan gövdede, üstteki elemanlar nedeniyle görülemeyen bağlantı elemanları, geçme özellikleri ve biçimsel veriler, batık elemanları söküldükçe *in situ* yerinde fotoğraflanmış, çizilmiş ve not edilmiştir.

The wale, which was placed face to face with the inner surfaces of the planks, has a protruding curved form on the outer surface. The uppermost wale of the starboard (Wale 3) was found under the hull on the starboard side as fastened to a caprail. A total of 25 floor-timbers and their 15 futtocks have survived. The floor-timbers were made of oak (*Quercus* L.; 14 pcs), walnut (*Juglans* L.; 8 pcs), hornbeam (*Carpinus* L.; 2 pcs) and ash (*Fraxinus* L.; 1 pc) trees. All of the futtocks are ash. The framing system was designed in precise floor-timber and short and long futtocks running in the same alignment. The shorter arms of the L-shaped floor-timbers, which were asymmetrical on both sides, finish at the turn-of-the-bilge, and their long arms extend to the strake 9 or the row above it. The framing pattern consists of long arms of the floor-timbers alternately aligned between starboard and port sides. Towards the stern, there was a separate partition constructed for personal belongings of the crew and utensils. The mast-step made of ash tree placed on floor-timbers has been well preserved *in situ* in place and intact close to the center of the vessel. A total of 43 ceiling planks made of oak tree have survived as secured to the floor-timbers. These ceiling planks covering the bottom and lateral surfaces of the hull throughout the hold were systematically placed by superimposing one over the next.⁷ Many clues from the hull remains indicate a strong influence of a shell-based philosophy in the construction of YK12, which was built by a mixed construction technique, using the shell-based principles and features for the lower hull.⁸

DOCUMENTATION

The shipwreck was documented *in situ* in the excavation site using 3D *Total Station*® measurements and *AutoCAD*® drawings, full-scale hand drawings, photography, photo-mosaic, video and visual evaluations.⁹ The shipwreck Yenikapı 12 was dismantled and lifted from the excavation area.¹⁰ In the intact hull, fasteners, joining details, and formal data which were not visible due to upper elements were photographed *in situ*, drawn, and written down as the timbers were removed. The framing system consisting of floor-timbers and futtocks and underlying visible planks, which were revealed after removal of the entire ceiling planks, were all labelled, and measured again by *Total Station*® for 3D recording. This procedure was repeated for the shell structure which consisted of planks after removal of the framing system.

7 ÖZSAİT KOCABAŞ-KOCABAŞ 2008, 112-124; ÖZSAİT KOCABAŞ 2018

8 ÖZSAİT KOCABAŞ 2018, 380

9 ÖZSAİT KOCABAŞ 2008

10 KOCABAŞ-YILMAZ 2008; KOCABAŞ vd. 2012

7 ÖZSAİT KOCABAŞ-KOCABAŞ 2008, 112-124; ÖZSAİT KOCABAŞ 2018

8 ÖZSAİT KOCABAŞ 2018, 380

9 ÖZSAİT KOCABAŞ 2008

10 KOCABAŞ-YILMAZ 2008; KOCABAŞ *et al.* 2012

İç kaplamaların tamamı söküldükten sonra ortaya çıkan döşek ve postalardan oluşan eğri sistemi ve altlarındaki görülebilen kaplamalar etiketlenmiş; tekrardan *Total Station*® ölçümleri alınarak üç boyutlu kayıt edilmiştir. Bu işlem eğri sistemi kaldırıldıktan sonra kaplamalardan oluşan kabuk yapı için tekrarlanmıştır. Bu üç boyutlu çizimler, sökümün belirli aşamalarında tekrarlanan fotoğraf çekimleri ve foto-mozaiik çalışmaları sayesinde YK12'nin eğri sisteminin ve kaplamalarından oluşan kabuk yapısının orijinal biçimini yakalamak mümkün olmuştur. Söküm işlemlerinin ardından, kasalar içindeki ahşap elemanlar, İstanbul Üniversitesi Yenikapı Batıkları Uygulama ve Araştırma Laboratuvarı bahçesindeki tuzdan arındırma havuzlarına taşınarak koruma altına alınmıştır. Batık ahşaplarının laboratuvarındaki belgelemesi, *FaroArm*® cihazı ve *Rhinoceros*® 4 yazılımı ile 1:1 ölçekli 3B çizimler, fotoğraflama ve elemanların ek yerlerinin sökülerek tüm ayrıntıların kayıt edildiği katalog değerlendirmeleri olarak üç paralel koldan yürütülmüştür.¹¹ YK 12 ahşaplarının birebir çizim ve katalog çalışmaları, 2 seneye yakın sürmüştür. Bu süre içinde, boyları 1 m ile 6 m arasında değişen yaklaşık 73 parçadan oluşan iç ve dış kaplamalarının her biri üst ve alt yüzlerinden, boyları 1,5 m'yi bulan 25 adet döşek ve 50 cm'ye ulaşan 15 adet postasının ve diğer elemanlarının her biri dört yüzünden çizilerek, diğer elemanlarla birlikte toplamda 120 parça belgelenmiştir.

RESTİTÜSYON VE REKONSTRÜKSİYON

Batığın eksik parçalarının restitüsyonu, arkeolojik kalıntıdan elde edilen orijinale en yakın öneriler, diğer arkeolojik kanıtlarla desteklenen kabul edilebilir öneriler ve tamamen hipotetik olan kısımlar olarak başlıca üç bölümde geliştirilmiştir. Ahşap elemanlar biçimlerini korumuş halde, orijinal konumlarında ve birbirlerine bağlı olarak bulunmuştur. Bu bütünlük şekilsel ve aksiyel bozulmaları önlemiştir. İki tarafı da korunmuş olan gövdede, küpeşte ve yelken yatağı gibi nadir elemanlar ele geçmiştir. Arkeolojik kalıntıdan gelen bu veriler ulaşılan orijinal bilgiyi arttırmış ve doğru çoğaltılmasını sağlamıştır. Batığın enine simetrisindeki eksik kısımlar, döşeklerin korunmuş olan sancak kollarının biçiminin iskele tarafına yansıtılması yoluyla tamamlanmıştır. Boyuna hatlar, mevcut kaplama hatlarının bodoslama kavisi ile çakıştırılması ve gövdenin orijinal hatlarının uzatılması ile gerçekleştirilmiştir. Mevcut küpeştenin boyuna kavisi gövdenin şiyer hattına referans olmuştur.

The documentation by 3D drawings, photographs and photo-mosaic images that were repeated at certain periods of the disassembling process enabled us to comprehend the original shape of the framing system and shell structure of the shipwreck YK12. Following disassembling, the timbers that were placed in crates were moved to the desalination tanks in the outdoor area of the IU Yenikapı Shipwrecks Application and Research Center for preservation. The documentation of timbers at the laboratory was carried out using three different methods simultaneously, including full-scale 3D drawing by *FaroArm*® and *Rhinoceros*® 4 software, photography and cataloguing where joints of all elements are dismantled, and all details were recorded.¹¹ Full-scale drawings and cataloguing of the YK 12 timbers were completed in almost two years. During this period, surface and underside of each ceiling planks and planking strakes consisting of 73 pieces with a length ranging from 1 m to 6 m, and four sides of the 25 floor-timbers with a length up to 1,5 m, and 15 futtocks with a length up to 50 cm and other elements were drawn, thus documenting 120 parts all together.

RESTITUTION AND RECONSTRUCTION

The restitution of the missing parts of the shipwreck was developed in three main sections; suggestions closest to the original from the archeological remains, acceptable suggestions supported by other archaeological evidence and entirely hypothetical parts. The timber elements were found *in situ* and their original forms, connected to each other. Their integrity prevented any shape and axial deformations. The hull which was preserved on both sides revealed rare elements such as caprail and mast-step. The information from these archaeological remains enhanced the original data reached and enabled an accurate reproduction. The missing parts in the transversal symmetry of the shipwreck were completed mirroring the hull lines of the starboard side that have survived intact to the port side. The longitudinal lines were assembled by overlapping the existing planking strakes with the stem curve and extending the original strakes of the hull. The longitudinal curvature of the existing caprail was used as a reference to the sheer line of the hull.

11 ÖZSAİT KOCABAŞ 2013

11 ÖZSAİT KOCABAŞ 2013

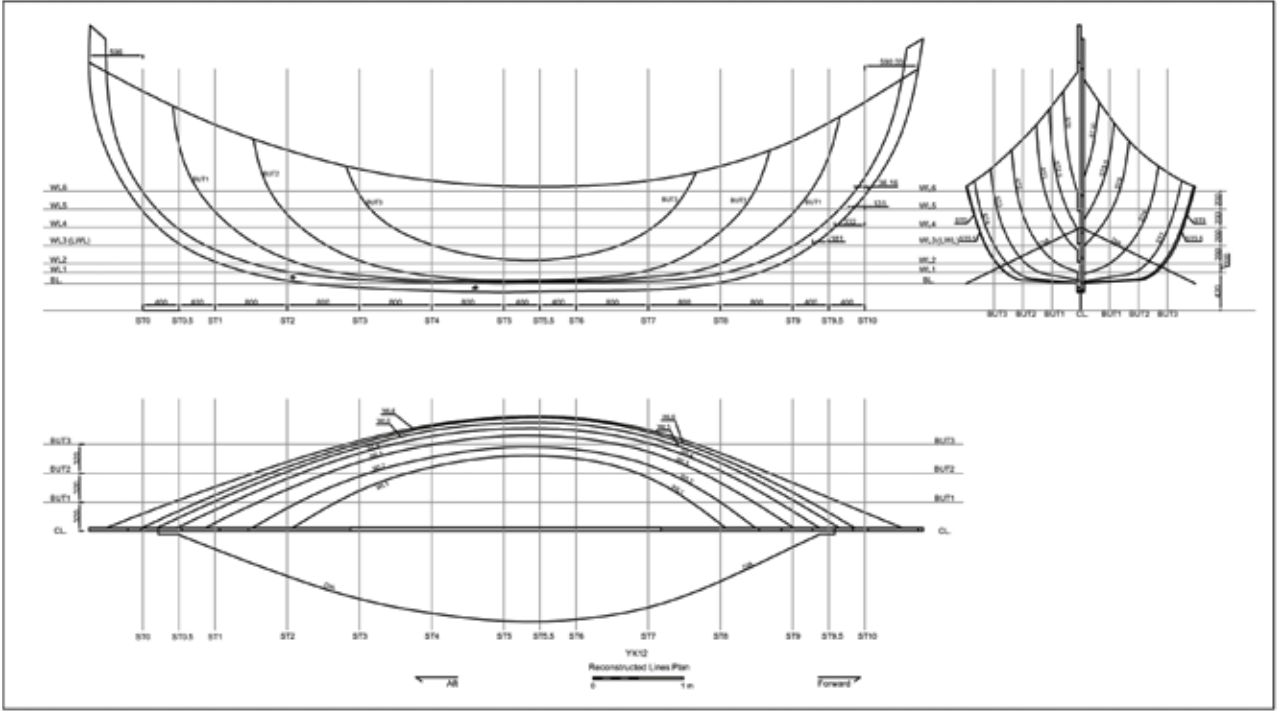


Fig. 2: YK12 teknesinin endaze çizimi. (I. Özsaıt Kocabaş, M.O. Avcı)

Fig. 2: Linesplan of the YK12 hull. (I. Özsaıt Kocabaş, M.O. Avcı)

Kazı alanında, batıkla aynı yüzyıla tarihlenen bir amfora üzerindeki Latin yelkenli gemi betimi¹² ile YK12'ye benzer özellikte ve farklı kısımları korunmuş olan Yenikapı batıkları restitüsyonun doğruluğuna büyük katkı sağlamıştır. Teknenin kayıp kısımlarının restitüsyonu, yazılı ve ikonografik kaynaklar, diğer batık araştırmaları, batığın inşa geleneğini yansıtan etnografik örnekler ile desteklenmiştir. Çeşitli ölçeklerde fiziksel ve dijital modelleri, görünüş ve endaze çizimleri, 2B ve 3B olarak gerekli kontrollerin yapılmasını ve hatların geliştirilmesini sağlamıştır.¹³ 2018 yılında tam ölçekli yüzebilen YK12 replikasının inşası sırasında, teknenin yüzerliği ile ilgili çalışmalar yapılmış; omuzluk dümeni, yelken donanımı gibi kayıp elemanların boyutsal, biçimsel, konumsal durumları detaylandırılmış; 1:1 ölçekte replika üzerinde denenmiş; seyir sırasında test edilmiş ve edinilen bilgiler ile restitüsyon önerisi revize edilmiştir (Fig. 2).

Restitüsyon ve rekonstrüksiyon çalışmalarına göre, YK12, kıyı denizciliği yapan küçük bir ticaret teknesidir. Tek direkli Latin yelken donanımı ile hareket ettirilmekte ve döneminin karakteristiği olan iki çeyrek dümenle kontrol edilmektedir.¹⁴

A depiction of a lateen-rigged ship on an amphora dating to the same century as the shipwreck¹² and the Yenikapı shipwrecks having similar features with YK12 and different preserved parts have substantially contributed to the accuracy of restitution.

The restitution of the missing parts of the ship was also supported by written and iconographic sources, other studies on shipwrecks, and ethnographic samples reflecting the construction tradition of the shipwreck. Physical and digital models of various scales, and overview and line drawings enabled necessary 2D and 3D verifications and development of the lines.¹³ In 2018, during the construction of a full-scale sailing replica of YK12, buoyancy of the ship was tested; the dimensional, formal and positional states of the missing elements such as quarter rudder and rigging were detailed; they were tested on a 1:1 scale replica; they were also tested while sailing and the suggestion for restitution was revised based on the information obtained (Fig. 2).

According to restitution and reconstruction works, it appears that YK12 was a small merchant vessel working coastal waters. It was propelled by a single-mast lateen-sail rig and steered by two quarter rudders, a characteristic of the period.¹⁴

¹² GÜNSERİN-RIETH 2012

¹³ ÖZSAIT KOCABAŞ 2018, 382-386

¹⁴ EVGENIDOU 1997: 38; PRYOR 2004: 43

¹² GÜNSERİN-RIETH 2012

¹³ ÖZSAIT KOCABAŞ 2018, 382-386

¹⁴ EVGENIDOU 1997: 38; PRYOR 2004: 43

Kıç tarafında özel kapalı bir bölmeye, baş, kıç ve yan güvertelere; üstü açık bir ambara sahiptir. Ambar kısmının bulunduğu alanda, gövde altı açısı olabildiğince düşük ve düz diplidir. Gövde planı, baş ve ortasında geniş, kıç kısmına doğru daralarak incelen bir yapıdadır. Beşik biçimli omurgası, iki tarafında kavisli bodoslamaları ile karakteristik bir yan görünüşe sahiptir. Uzunluğu (LOA) en az 9,24 m, genişliği (Bm) 2,64 m ve derinliği (D) 1,10 m'dir. Tepeleme doldurulan 3,20 m uzunluğundaki ambarında ortalama 210, max. 250 amfora taşımaktadır. Geminin yüklü ağırlığı yaklaşık 5.2 ton, tahmini kargo kapasitesi yüklü su hattında 3,26 ton olarak hesaplanmıştır.¹⁵

KONSERVASYON

Yenikapı 12 ahşapları kazı alanından kaldırıldıktan sonra, İÜ Yenikapı Batıkları Projesi Uygulama ve Araştırma Laboratuvarı'nın açık alanındaki paslanmaz çelik havuzlara yerleştirilmiştir. Bu havuzlarda gerçekleştirilen tuzdan arındırma süreci, yaklaşık 8 ay sürerek, Ocak 2010 tarihinde tamamlanmıştır.¹⁶ Batık ahşaplarının maksimum su içeriği, yoğunluğu ve kimyasal değişimleri üzerine yapılan analizlerde, ahşapların su içeriğinin yaklaşık olarak 500-1000 (%w/w), yoğunluklarının 0,09-0,18 g/cm³ olduğu ve polimer degradasyonuna uğradığı belirlenmiştir.¹⁷ Bozulma ile ahşap dokusu arasındaki ilişki değerlendirildiğinde YK 12 batığının ahşaplarındaki bozulmanın tüm dokularda eşit olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ancak ahşabın ağırlığını arttıran ve oldukça yumuşak hale getiren bu durum, ahşap elemanların hacminde bozulmalara yol açmamış ve boyutlar orijinal ölçülerinde kalmıştır. Öncesinde demir ve bileşiklerinden temizlenen ahşapların PEG (polietilen glikol) emdirmesi 10 Şubat 2012 tarihinde başlamıştır. Ahşaplardaki konsantrasyon %30'a kadar PEG 2000 ile yapılmış; %30'dan final konsantrasyonu olan %45'e kadar PEG 3000 ile devam edilmiştir.¹⁸ Emdirme sürecinde PEG'in ahşaptaki dağılımı FT-IR analizleri ve SEM görüntülemeleri ile takip edilmiştir. Şubat 2017 tarihinde tüm ahşapların PEG'i emdiği ve ahşap hücrelerinde homojen bir dağılım gösterdiği tespit edilmiştir.¹⁹ Vakumlu dondurarak kurutma süreci, teknenin diğer elamanlarına göre daha küçük boyutlu olan döşek ve postalar ile başlamıştır.

It had a closed compartment towards the stern, partial decks at the bow and stern, side decks and an open hold. In the area of the hold, the angle of the deadrise is as small as possible and it has a flat-bottom. The plan of the hull is wide in the bow and amidships, tapering towards the stern. It has a characteristic side view with its rockered keel and curved posts on both sides. It has a length overall (LOA) of 9.24 m at least, a beam (Bm) of 2.64 m and a depth (D) of 1.10 m. The 3.20 m long hold has a capacity for an average of 200 or maximum 250 amphoras when full to the beam. The gross weight was around 5.2 tons, and the estimated cargo capacity was 3.26 tons at the loaded waterline.¹⁵

CONSERVATION

The timbers of shipwreck Yenikapı 12 were placed in the stainless-steel storage tanks in the open area of the IU Yenikapı Shipwrecks Project Application and Research Laboratory after being lifted from the excavation site. The desalination process that was carried out in these tanks lasted approximately 8 months, and completed in January 2010.¹⁶ Analyses on the maximum water content, density and chemical changes of the timbers showed a water content of approximately 500-1000 (%w/w), a density of 0.09-0.18 g/cm³, and a polymer degradation.¹⁷ An evaluation of the relationship between the degradation and the wood texture revealed that degradation in the timbers of the shipwreck YK12 occurred evenly in all textures. However, this event, which increased the weight of the timber and made it quite soft, did not result in any degradation in the volume of the timber elements so that they retained their original dimensions. After removal of the iron and its compounds, the PEG (Polyethylene glycol) impregnation treatment on the timbers started on February 10, 2012. The timbers were impregnated with a concentration up to 30% of PEG 2000 and continued with 30% to a final concentration of 45% of PEG 3000.¹⁸ During the impregnation process, the distribution of PEG in timbers was monitored by FT-IR analysis and SEM images. In February 2017, it was determined that PEG was absorbed into all timbers, with a homogeneous distribution in wood cells.¹⁹ The vacuum freeze-drying process was initiated with floor-timbers and futtocks, which are smaller compared to other elements of the wreck.

¹⁵ ÖZSAİT KOCABAŞ 2018, 386

¹⁶ KOCABAŞ 2017; KILIÇ 2017b, 181

¹⁷ ÖZDEN vd. 2012, 56; KILIÇ 2017b, 58

¹⁸ KOCABAŞ 2017; KILIÇ 2017b, 86

¹⁹ KILIÇ 2017b, 101, 188

¹⁵ ÖZSAİT KOCABAŞ 2018, 386

¹⁶ KOCABAŞ 2017; KILIÇ 2017b, 181

¹⁷ ÖZDEN *et al.* 2012, 56; KILIÇ 2017b, 58

¹⁸ KOCABAŞ 2017; KILIÇ 2017b, 86

¹⁹ KILIÇ 2017b, 101, 188

İlk grubun vakumlu dondurarak kurutması tamamlandıktan sonra, bu ahşap elemanların konservasyon öncesi ve sonrası 1:1 çizimleri karşılaştırılmıştır. Eğrilerde herhangi bir boyutsal değişim veya form bozulması görülmemiştir.²⁰ Yüzeylerinde biriken PEG kalıntıları temizlendikten sonra ahşap elemanlar, ortalama %50-55 arasındaki bağıl nem değerlerinde ve 18-20°C sıcaklıkta ayarlanmış bir depo ortamında koruma altına alınmıştır. Depolanan ahşaplarda yapılan ölçümlerde, asidite sorununun oluşmadığı belirlenmiştir. Depolama alanında, sıcaklık, bağıl nem ve pH kontrolleri düzenli olarak yapılmaktadır.²¹ İlk grubun konservasyonundan sonraki durum değerlendirmeleri sonucunda, YK12'nin diğer ahşap elemanlarının vakumlu dondurarak kurutmasının, bir müze binası inşa edilene ya da sergileme aşamasına kadar durdurulması ve ahşapların emdirme tanklarında bekletilmesi kararı alınmıştır. PEG çözeltisi içerisinde ahşabın uzun süreler kalması, emdirme açısından olumsuz bir durum teşkil etmediği bilinmektedir.²² Bu şekilde, konservasyon sonrası uzun süreli depolamanın oluşturacağı risklerin engellenebileceği düşünülmüştür.

DONDURARAK KURUTMA ÖNCESİ ŞEKİLENDİRME

YK12'nin müze sergilemesinin orijinal gövde biçimini yansıtabilecek şekilde yapılması planlanmaktadır. Konservasyon öncesinde kapsamlı restitüsyon ve rekonstrüksiyon çalışmalarının gerçekleştirilmiş olması, bu kararda etkili olmuştur. PEG ile konservasyonu gerçekleştirilmiş ve orijinal gövde biçiminde sergilenmekte olan batık gövdelerinde, şekillendirme aşaması, kurutma öncesinde ya da yeniden kurulum sırasında olmak üzere farklı zamanlarda yer almaktadır. Ahşaplarında PEG tam emdirmesi yapılan Skuldelev,²³ Hedeby I,²⁴ Ma'agan Michael,²⁵ Girne²⁶ ve Serçe Limanı²⁷ batıkları sergileme sırasında, rekonstrüksiyonlarına göre bulunan orijinal biçimlerini sağlayan kalıplarda ısı ile şekillendirilmiştir. %40'lık PEG emdirmesi uygulanmış Roskilde 6²⁸ ve Barcode 6²⁹ batıklarının ahşapları, emdirme sonrasında geminin rekonstrüksiyonuna göre şekillendirilerek vakumlu dondurarak kurutma cihazına yerleştirilmiştir.

After completion of the vacuum freeze-drying process of the first group, pre- and post-conservation drawings at 1:1 scale of these wooden elements were compared. No dimensional change or deformation was observed in frames.²⁰ Following the removal of excess PEG on their surfaces, the wooden elements were taken under protection in a storage area with a relative humidity of 50 to 55% and a temperature of 18 to 20°C. The measurements in the stored timbers showed no acidity. The temperature, relative humidity and pH are regularly controlled in the storage area.²¹ As a result of the assessment of the conditions following the conservation process in the first group, we decided to discontinue the vacuum freeze-drying process and keep other timbers of YK12 in impregnation tanks until the construction of a museum building or until an exhibition. It is already known that prolonged periods of being soaked in a solution of PEG have no negative impact on impregnation for timbers.²² In this way, we thought that the risks associated with long-term storage after conservation could be prevented.

SHAPING BEFORE FREEZE-DRYING

We plan to display YK12 in a way that will reflect the original shape of the hull. Completion of the restitution and reconstruction works before conservation had an impact on this decision. For the hull of shipwrecks that have been conserved with PEG and displayed in their original shape, the shaping is manipulated at different stages before the drying process or during the reassembly. The shipwrecks Skuldelev,²³ Hedeby I,²⁴ Ma'agan Michael,²⁵ Girne²⁶ and Serçe Limanı²⁷ which have been impregnated with PEG were thermoformed in moulds that gave their original shape according to their reconstructions during the display while the timbers of the Roskilde 6²⁸ and Barcode 6²⁹ shipwrecks, which were treated with 40% PEG impregnation, were shaped according to the reconstruction of the ship and then placed into the freeze-drying device.

20 KILIÇ 2017b, 194

21 KILIÇ 2020, 140

22 KILIÇ 2017b, 187

23 CRUMLIN PEDERSEN 2002a, 90-91; PETERSEN-STRÆTKVERN 2020: 61

24 CRUMLIN PEDERSEN vd. 1997:76, 78

25 KAHANOV 2011, 166

26 KATZEV 1981, 317

27 BASS-VAN DOORNINCK 2004, 65-67

28 GØTHCHE-STRÆTKVERN 2017: 376; PETERSEN-STRÆTKVERN 2020: 60

29 VANGSTAD vd. 2020: 88

20 KILIÇ 2017b, 194

21 KILIÇ 2020, 140

22 KILIÇ 2017b, 187

23 CRUMLIN PEDERSEN 2002a, 90-91; PETERSEN-STRÆTKVERN 2020: 61

24 CRUMLIN PEDERSEN *et al.* 1997:76, 78

25 KAHANOV 2011, 166

26 KATZEV 1981, 317

27 BASS-VAN DOORNINCK 2004, 65-67

28 GØTHCHE-STRÆTKVERN 2017: 376; PETERSEN-STRÆTKVERN 2020: 60

29 VANGSTAD *et al.* 2020: 88



Fig. 3: Batık kaplamalarının kalıplar ile kaldırılması. (Yenikapı Batıkları Projesi Arşivi)
 Fig. 3: Plank lifting in moulds. (Yenikapı Shipwrecks Project Archive)

Konunun uzman isimlerinden Petersen ve Strætøvern'in ifade ettikleri gibi,³⁰ yeniden kurulumdaki ısı ile şekillendirmeler sonucunda oluşabilecek ahşap hasarı ve PEG oksidasyonu sorunu, kurutma öncesinde yapılan biçimlendirmede ortadan kalkmaktadır. YK12, kazı alanından sökülerek kaldırılması, detaylı belgeleme ve rekonstrüksiyon çalışmalarının tamamlanmış olması, diğer uygulamalara göre daha az maliyetli ve yeniden kurulumdaki şekillendirme hasarını önlediği kabul edilen³¹ kurutma öncesi şekillendirme için uygun bir batıktır. Bununla birlikte, uygulanan %45'lik PEG konsantrasyonu nedeniyle YK12'nin ahşapları, tam emdirme yapılmış ahşapların tersine, yeniden kurulum sırasındaki ısıtılarak biçimlendirmeye uygun değildir. PEG tam emdirmesi ile işlem görmüş ahşaplarda ısıtılma ile meydana gelen yumuşama ve şekil alabilirliğin tersine, YK12 ahşaplarında PEG'in çözünüp dokulardan akarak uzaklaşması sorunu ortaya çıkacaktır. Bu doğrultuda, emdirme tanklarında bekleyen ahşap elemanların, YK12'nin rekonstrüksiyonundan elde edilen birebir çizimlere göre hazırlanan kalıplar içinde kurutulmasına karar verilmiştir. Diğer Yenikapı batıklarında olduğu gibi, YK12 batığı da kazı alanında, ahşap elemanların mevcut biçimlerini muhafaza eden kalıplar içinde sökülerek kaldırılmıştır (Fig.3).³²

As described by experts such as Petersen and Strætøvern,³⁰ any damage to the timbers and PEG oxidation problems that may arise as a result of thermoforming during reassembly is eliminated through shaping before drying process. YK12 is a suitable wreck for pre-drying shaping, which is considered less expensive and helps prevent any damage by shaping during reassembly compared to other procedures³¹ in addition to being lifted after dismantling from the excavation site, and completion of comprehensive documentation and reconstruction works. On the other hand, due to the 45% PEG concentration applied, it is not suitable for thermoforming during reassembly unlike fully impregnated timbers. In contrast to the softening and plasticity that occur by heating in timbers fully impregnated with PEG, it will lead to dissolution and leakage of PEG from the textures of the YK12 timbers. Based on this, we decided to dry the timbers waiting in the impregnation tanks inside the moulds prepared according to the full-scale drawings obtained from the reconstruction of YK12. As in the other Yenikapı shipwrecks, the shipwreck YK12 was also lifted disassembling the timbers inside moulds that retained their original shapes (Fig. 3).³²

30 PETERSEN-STRÆTKVERN 2020: 62

31 STRÆTKVERN vd. 2009

32 KOCABAŞ vd. 2012

30 PETERSEN-STRÆTKVERN 2020: 62

31 STRÆTKVERN *et al.* 2009

32 KOCABAŞ *et al.* 2012

Bu kalıplar, Temmuz 2007’de laboratuvara taşınmalarından Şubat 2012 yılında emdirmeye işlemlerine başlayana kadar havuzlarda ahşaplara taşıyıcılık yapmıştır. Belgeleme için alınıp geri koyulma ve geçen süreç nedeniyle bazı yerlerinde oluşan çökme ve parça kayıpları emdirmeye işlemi öncesinde tamir edilmiştir. Dolayısıyla zaten orijinaline yakın biçimlerde oldukları için, kaplamalar gibi uzun elemanların kurutma öncesinde şekillendirmesi, daha çok sarkan kenarların toparlanması şeklinde olacaktır. YK12’nin burma tahtaları 572 cm, kaplamalar 96-480 cm arasında değişen uzunluklardadır (Fig. 4). İÜ Yenikapı Batıkları Projesi Uygulama ve Araştırma Laboratuvarı’nda bulunan hazne uzunluğu 8,50 m x çapı 2,10 m ölçülerindeki büyük boyutlu vakumlu dondurarak kurutma cihazı kaplamaların mevcut uzunluğunda biçimlendirerek kurutulmasına izin vermektedir. Dondurarak kurutma cihazı haznesindeki tablalara yerleştirilmeleri aşamasında, şekillendirme kalıpları ile birlikte ahşapların dış sınırlarına göre şablonlar hazırlanması ve bunlarla bir yerleştirme tasarımı yapılması, ağır ve uzun parçaların defalarca yer değiştirmesini ve fazladan hasar almasını önleyecek; işlem sayısını düşürecektir.³³ Farklı kuruma sürelerine ve ıslak kalan alanlara neden olacağı için,³⁴ yerleştirilmesi sırasında ahşapların üst üste temas etmemesine ya da gereğinden fazla yakın yerleştirilmemesine dikkat edilmelidir.

33 VANGSTAD vd. 2020: 88; STRÆTKVERN vd. 2016, 380

34 KILIÇ 2017b, 190

These moulds served as carriers in the tanks beginning from their transfer to the laboratory in July 2007 till initiation of the impregnation procedures in February 2012. The depressions and lost fragments in certain places resulting from their removal and re-placement for documentation and in the course of time were repaired before treatment with impregnation. Thus, shaping of long elements such as planks prior to drying will be rather collecting the deformed edges together since they already have a form similar to the original. The length of the YK12 garboards is 572 cm, while the planks range from 96 to 480 cm in length (Fig. 4). The large vacuum freeze-drying machine with a chamber length of 8.50 m and a diameter of 2.10 m at the IU Yenikapı Shipwrecks Project Application and Research Center allows shaping and drying of the planks in their available lengths. During placement of the planks onto the trays in the freeze-dryer chamber, preparing models according to the outer borders of the timbers along with shaping moulds, and a layout plan will help avoid repeated turns of heavy and long timbers and any further damage, reducing the number of manipulations.³³ As it will result in different drying periods and wet areas,³⁴ it is important to pay attention to avoid any contact between timbers on top of each other or placing them closer than required.

33 VANGSTAD *et al.* 2020: 88; STRÆTKVERN *et al.* 2016, 380

34 KILIÇ 2017b, 190

SK1 (Sancak burma tahtası), PS1



SK2 (Sancak kaplaması), PS2

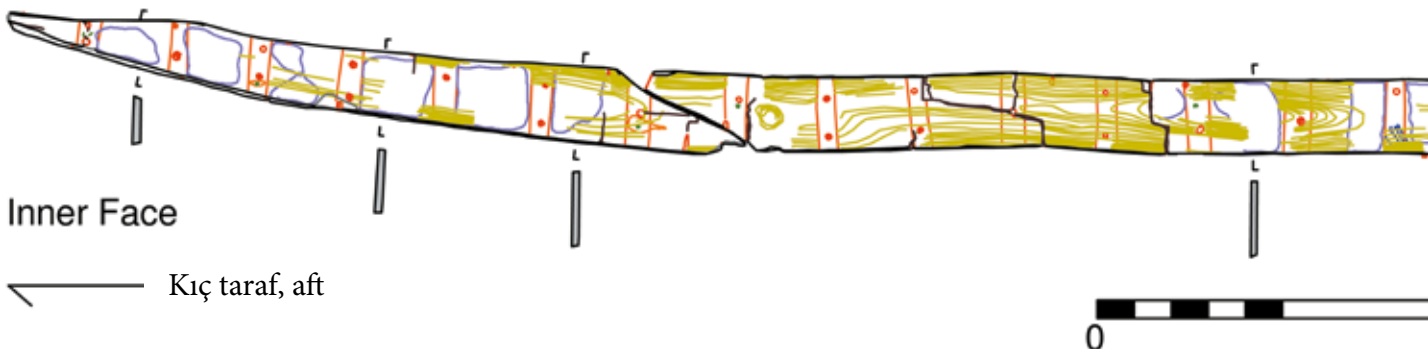


Fig. 4: Burma ve ikinci sancak kaplamasının FaroArm çizimi. (C. Ciner, Ç. Şanlıgençler)

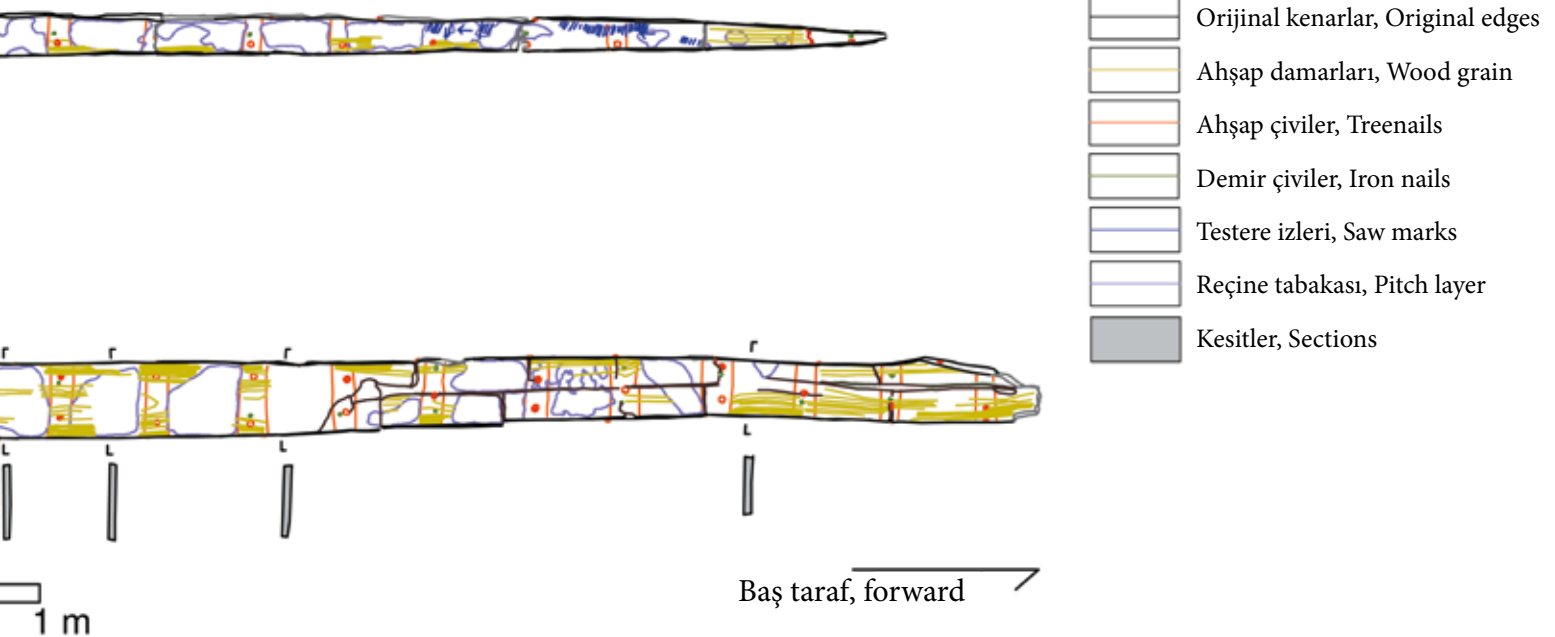
Fig. 4: FaroArm drawing of garboard and second starboard planking. (C. Ciner, Ç. Şanlıgençler)

Benzer şekilde, tasarlanan kalıpların ızgara biçiminde boşluklu konstrüksiyonda olması, ahşaplarla kalıplar arasında temas oranını azaltarak homojen bir ısı ve radyasyon dağılımını sağlayacaktır.³⁵ Şekillendirici kalıp malzemesinin, basınç ve sıcaklık gibi hazne içindeki ortama uygunluğu ve PEG ile etkileşimi göz önünde bulundurulmalıdır. Dikkate alınması gereken bir diğer konu, aynı kaplamaya ait parçalarının, tek bir kalıp içine orijinal pozisyonlarına göre yerleştirilmesi ve ilgili konumlarına göre kavslendirilmesidir. Bu uygulama, yeniden kurulum sırasındaki biçimsel eşleştirmelerin doğruluğuna katkı sağlayacaktır. İç kaplamalar kısa, benzer biçim ve uzunluklardır. Bununla birlikte, gövde içinin biçimine uyumlu yerleştirildikleri için, biçimsel özellikleri korunmalıdır. Özellikle karina dönüşlerine gelen iç kaplamalar enine yönde keskin kavslere sahiptir. Kalıplar hazırlanırken benzer durumlar göz önünde bulundurulmalıdır. Kurutma sonrası restorasyon çalışmalarında çok küçük kırık parçaların yapıştırılması, boşluklu kısımlarda gerekli dolguların yapılması ahşap elemanların mekanik dayanımı ve kendini taşıyabilmesi açısından önemlidir. Ancak, büyük parçalar, gövde biçimine uygun yerleşimi kolaylaştıracağı için, yerinde kurulum sırasında birleştirilmelidir.

Similarly, the moulds with a grid-like construction will reduce the rate of contact between the timbers and moulds, enabling a homogeneous distribution of temperature and radiation.³⁵ The suitability of the shaping mold material into the environment in the chamber such as pressure and temperature and its interaction with PEG should be taken into consideration. Another important issue is that parts of the same planks should be placed according to their original positions and rounded with respect to their relevant position, which will contribute to the accuracy of the formal matching during reassembly. The ceiling planks are short in similar forms and lengths. However, their formal characteristics should be retained since they are placed in accordance with the shape of the interior hull. Especially the ceiling planks at the turn of the bilge have sharp cross-sectional curves. Similar considerations should be kept in mind when preparing the moulds. It is important to glue very small pieces during the restoration work and fill empty sections for mechanical stability and self-support of the wooden elements. However, large pieces should be assembled during on-site installation as it will facilitate placement according to the hull's shape.

35 JENSEN vd. 2009, 425

35 JENSEN *et al.* 2009, 425



Bir batığın, özellikle kaplamalar gibi kıvrımlı gövde hatlarını yansıtan boyuna elemanlarının kalıplarının, 2 boyutlu çizimlerden elde edilmesi mümkün değildir. 3 boyutlu çıktılar, her bir kaplama tahtasının konumundaki farklı yönlerdeki bükülme ve kavisleri sağlayacaktır. Başlangıçta, YK12'nin restitüsyonuna göre, ölçekli 3B fiziksel modelinin yapılması doğru hatların teyidi açısından önemlidir. Sonrasında, model *FaroArm®* cihazı ile taranarak bilgisayar ortamına alınmalı ve gövdenin dış şeklini veren dijital modeli oluşturulmalıdır. Bu model üzerinde, orijinal gövde formunda kalıplar tasarlanabilir ve CNC'de (Bilgisayarlı Nümerik Kontrol) parça bazında 1:1 ölçekte üretilerek birleştirilebilir. Kaplamaların aksine, YK12'nin omurgası, eğrileri ve yelken yatağının kalıpları için, 2 boyutlu restitüsyon çizimlerinin 1:1 çıktıları yeterli olacaktır. Şablonlara göre, kırık parçalarının hizalaması yapılarak doğru biçimlerinde bir araya getirilen bu elemanlar cihaz tablasına yerleştirilerek, kuruma sırasında oluşabilecek şekil bozulması riskini azaltacak kuvvette sabitlenmelidir. Merkez omurga 363 cm, baş bodoslama topuğu 154 cm, kıç bodoslama topuğu 178 cm olan uzunluğundadır. En büyük döşekler yaklaşık 220 cm uzunluğunda ve 67 cm kol yüksekliğinde; postalar 75 cm uzunluğunda; yelken yatağı 205 cm uzunluğundadır. Omurga elemanları, yelken yatağı, döşek ve postaların görece küçük boyutları ve formlarını korumaları nedeniyle radikal bir şekillendirme yapılmayacak olması sabitlemeyi kolaylaştıracaktır. Bu elemanlardaki sabitleme, daha çok süblimleşme sırasındaki boyutsal değişimi önlemek için elemanların doğru pozisyonlarda hareket etmeden durmasına³⁶ yönelik olacaktır. Sabitleme işlemlerinde orijinal parçaların yeni delikler ya da mevcut delikler içinden bağlanmaması, oluşacak gerilimlerin ahşaplarda yarılmalara nedene olmaması için önemlidir. Bu elemanlar daha çok dış kısıklar ve şeritler ile tutturulmalıdır.³⁷ Dondurarak kurutma sürecinden sergiye kadar geçen zaman içinde, orijinal biçimlerinin bozulmaması için ahşapların kalıplarında depolanması ya da uygun sabitlemelerin yapılması önemlidir. Diğer batık çalışmalarında karşılaşılan sorunlar, depo iklimlendirmesinin ve bu süreçteki biçimsel korumanın önemini göstermektedir.³⁸

The moulds of longitudinal elements of a shipwreck, especially reflecting the curved hull lines such as planks cannot be made based on a 2D drawing. However, 3D printouts will provide twists and curvature of each plank in different directions. It is important to construct a scaled physical 3D model according to the restitution of YK12 at the beginning in order to confirm accuracy of the lines. Afterwards, the model should be screened and digitalized by *FaroArm®* to create a model providing outer form of the hull. Moulds in the original hull form can be designed on this model and produced and joined at 1:1 scale at CNC (Computerized Numerical Control) for each piece. Unlike the planks, full scale printouts of the 2D restitution drawings will be sufficient for moulds of the keel, frames and mast-step of YK12. These elements, which are pieced together in their correct form by aligning the broken parts according to their models, should be placed on the trays of the device, and stabilized at a force which will reduce any risk of potential deformation during drying. The central keel is 363 cm, the curved keel timber at the bow is 154 cm, and curved keel timber at the stern is 178 cm long. The largest floor-timbers are around 220 cm in length and 67 cm in arm height; the futtocks are 75 cm long; and the mast-step is 205 cm long. The relatively small dimensions of the keel elements, mast-step, floor-timbers and futtocks and absence of any radical shaping due to their preserved form will make stabilization much easier. The stabilization in these elements will be rather for keeping them in their correct positions without any movement in order to prevent any dimensional change during sublimation³⁶. During stabilization procedures, it is important that original parts are not connected through new holes or existing holes, so that the stresses that will occur do not cause cleavage in the timbers. These elements should be rather attached by external clamps and strips.³⁷ During the period from the freeze-drying process until the exhibition, it is important to store the timbers in their moulds or ensure appropriate immobilization in order to retain their original forms. Problems experienced in studies of other shipwrecks indicate the significance of air conditioning in the storage area and retaining original forms during that period.³⁸

36 KILIÇ 2017b, 194

37 STRÆTKVERN vd. 2016, 382

38 STRÆTKVERN vd. 2016, 380

36 KILIÇ 2017b, 194

37 STRÆTKVERN *et al.* 2016, 382

38 STRÆTKVERN *et al.* 2016, 380

YENİKAPI 12 BATIĞININ YENİDEN KURULUMU VE SERGİLENMESİ

Yenikapı 12 batığı, bütünlüğünü koruyan alt gövdesi, küpeşte, yelken yatağı gibi iç ve üst elemanlara referans olan parçaları ve konstrüksiyon özelliği ile gemi yapım teknolojisi için değerli bilgileri yansıtmaktadır (Fig. 5). İçindeki amforalar Konstantinopolis'teki ticaret; özel bölmesinde bulunan eşyalar güverte yaşamı; kiraz, zeytin, şeftali çekirdekleri yolluk olarak alınan gıdalar ve teknenin batış mevsimi hakkında eşsiz bilgiler sunmaktadır. Buna ilaveten, YK12 rekonstrüksiyonu Erken Orta Çağ'da Theodosius limanında bulunan küçük ticaret teknelerinden bir kısmının tipini temsil etmektedir. Bu çoklu veri kombinasyonu ve beraberinde keşfedilen diğer Yenikapı batıklarıyla olan ilişkisi, YK12'nin sergilenme konseptinin sadece *in situ* kalıntının sunumu şeklinde olamayacağını ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, YK12 batığının, özgün gövde biçiminde ve orijinal biçiminin algılanmasını sağlayacak temsili hatlarının oluşturularak sergilenmesi planlanmıştır. YK12'nin bir grup Yenikapı batığıyla birlikte onlara özgü tasarlanmış bir binada, Konstantinopolis'teki Orta Çağ denizciliğini batıklar üzerinden yaşanır kılmayı sağlayan bir konsept üzerinden, buradaki ticaretin yoğunluğunu, gemilerin çeşitliliğini gösteren Theodosius limanı teması ile birlikte sergilenmesi oldukça kreatif olacaktır. Gemilerin yanaştığı iskelelerin, liman yaşantısının yansıtıldığı ve arkeolojik kalıntının kendi ortamı içinde sergilendiği ziyaretçiyi içine alan bir yaklaşımla, YK12 rekonstrüksiyonunun seyir videoları, sanal yansımalar, görseller ve bilgi metinleriyle, batıkların hikâyelerinin ve aynı zamanda kazı çalışmalarının aşamalarının anlatıldığı bir ortam yaratmak mümkündür.

Yenikapı kazılarında ortaya çıkarılan batık koleksiyonunun ve tarihi eserlerin sergileneceği bir müzenin mimari tasarımı için, İstanbul Büyükşehir Belediyesi uluslararası bir yarışma başlatmıştır. 2012 yılındaki bu yarışmayı ABD'li mimar Peter Eisenman ve ekibi kazanmıştır.³⁹ Ancak, bu proje hayata geçirilmemiştir. Günümüzde, kabul edilmiş bir müze tasarımı ve olası sergileme için önerilen müze binası bulunmadığı için, YK12'nin sergileneceği alanın ortam şartları, yeniden kurulması sırasında dikkat edilecek hususları ve taşıyıcı konstrüksiyonu hakkında sadece öneriler sunabilmekteyiz.

REASSEMBLY AND DISPLAY OF THE SHIPWREK YENİKAPI 12

The shipwreck YK12 provide valuable information for shipbuilding technology with its constructional features and its parts giving reference to inner and upper elements such as lower hull, caprail and mast-step that maintain its overall integrity (Fig. 5). It also provides unique information about the trade in Constantinople by the amphoras found in the middle of the hull, about daily life aboard by the objects found in a private compartment, about the food supplies and the season when the boat sank by the cherry, olive and peach seeds. In addition, the reconstruction of YK12 represents a type of some small merchant vessels at the Theodosian Harbour during the Early Middle Age. The multiple data combination and its relationship with other Yenikapı shipwrecks that were simultaneously discovered reveal that the display concept of YK12 cannot only be in the form of presenting *in-situ* remains. Based on this, it was planned to create and display a representative outline of the shipwreck YK12 in its original hull that will allow a perception of its original shape. It would be very creative to exhibit YK12 along with a group of Yenikapı shipwrecks in a building specially designed for them with a concept that will enliven the Medieval maritime life in Constantinople through shipwrecks, along with a theme of the Theodosian Harbour displaying the intensity of trade and diversity of ships in the harbour. It is possible to create an environment where stories of the shipwrecks as well as stages of excavations are narrated by videos of YK12 reconstruction, virtual projections, visuals and info texts, with an approach that reflect the piers where ships dock and the life in the harbour and that exhibits the archeological remains *insitu*, in a way that will embrace the visitors.

In 2012, the Istanbul Metropolitan Municipality launched an international competition for the architectural design of a museum for exhibition of the shipwrecks collection and historical artifacts that were yielded during the Yenikapı excavations. And the prize was awarded to an American architect, Peter Eisenman and his team.³⁹ However, the project has not been implemented. At present, in the absence of an approved museum design or any museum building recommended for exhibition, we can only make suggestions about the environmental conditions of the area where YK12 will be displayed, the points to be considered during reassembly and the construction of the carriers.

39 Eisenman Architects. <https://eisenmanarchitects.com/Yenikapı-Archaeological-Museum-and-Archeo-park-2012-current>, 20.12.2020.

39 Eisenman Architects. <https://eisenmanarchitects.com/Yenikapı-Archaeological-Museum-and-Archeo-park-2012-current>, 20.12.2020.

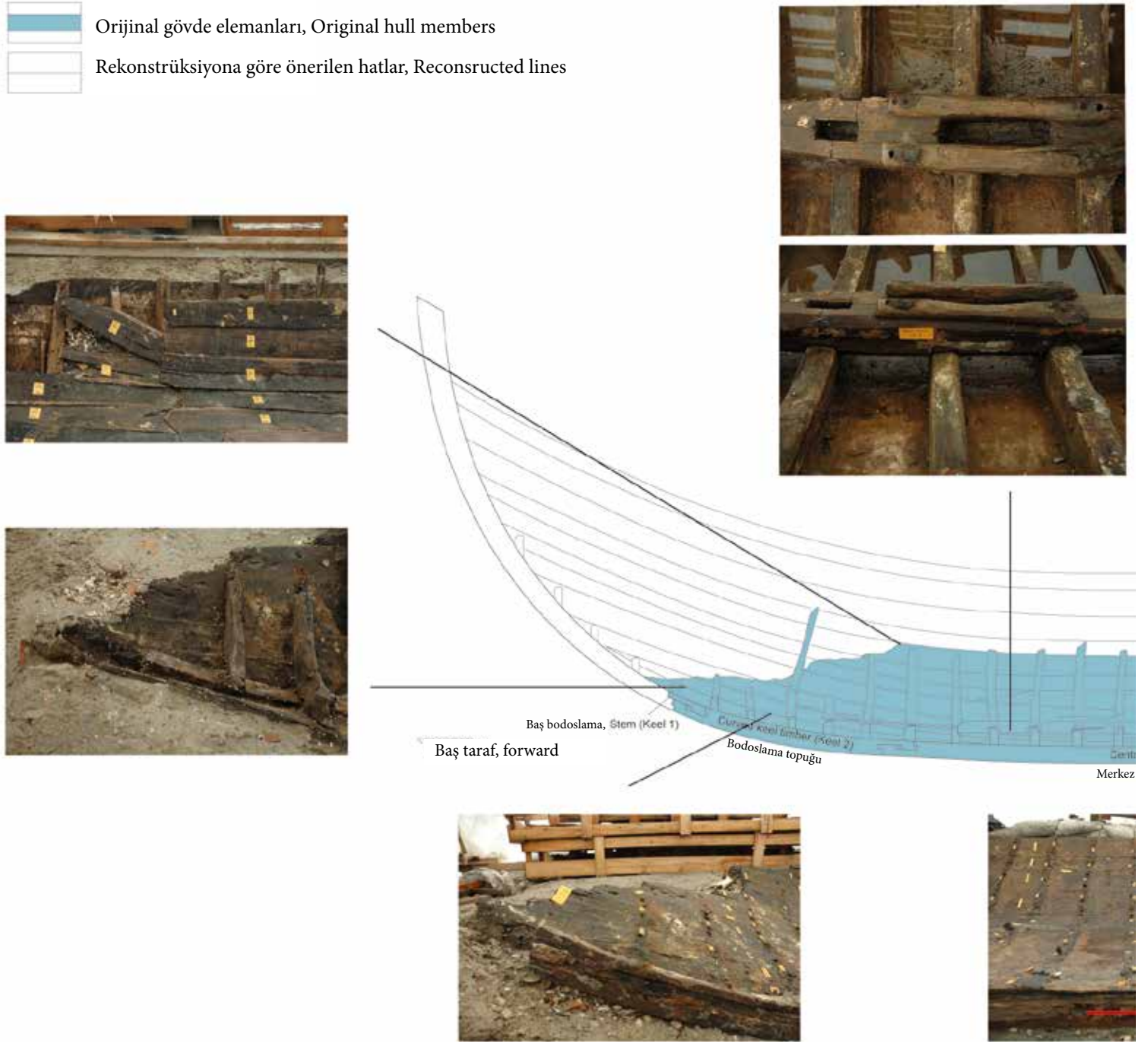


Fig. 5: YK12'nin günümüze ulaşan kısımları. (I. Özsait-Kocabaş, Ç. Şanlıgençler)

Fig. 5: Surviving remains of YK12. (I. Özsait-Kocabaş, Ç. Şanlıgençler)

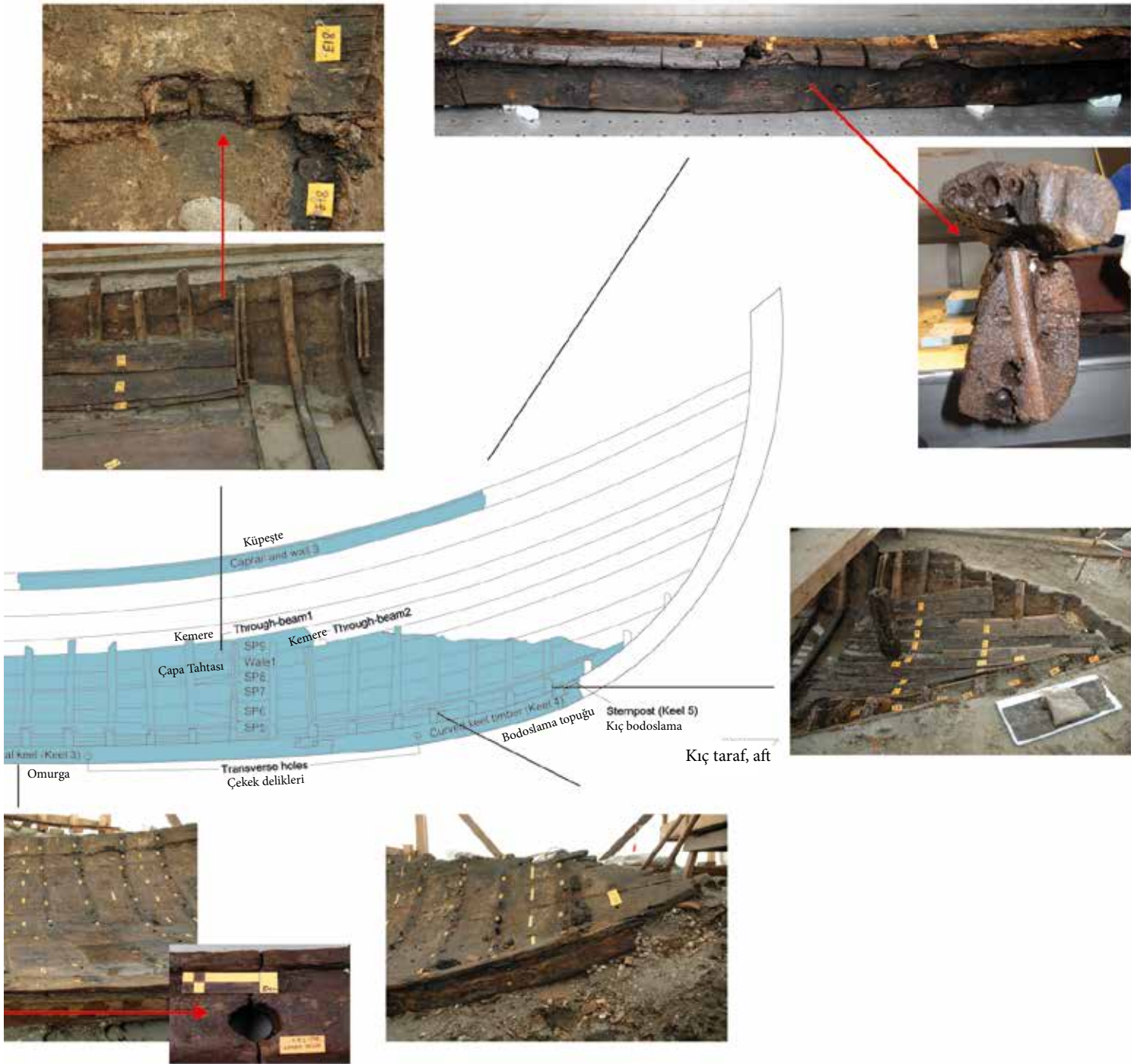




Fig. 6: YK12 replikası, Rahmi M. Koç Sanayi Müzesi. (I. Özsait-Kocabaş)

Fig. 6: Full-scale replica of YK12, Rahmi M. Koç Museum. (I. Özsait-Kocabaş)

SERGİ MODELİ

Konservasyonu ve restorasyonu yapılmış gemi ahşapları büyük boyutta, ağır, kırılgan, fazladan hasar ve yüke maruz kalmaması gereken parçalardır. Batıkların gövdesi ve taşıyıcı sistemi ile ilgili modellerin yapılması, kurulum aşamalarının önceden belirlenmesine yardımcı olarak, hatalı sonuçların yaratacağı tekrarları ve ahşapların zarar görme riskini azaltacaktır. Yenikapı 12 batığının farklı amaçlar için değişen ölçeklerde modelleri yapılmıştır. Teknenin *in situ* modeli ve araştırma modelleri rekonstrüksiyon çalışmalarına yardımcı olmuştur. Bununla birlikte, dondurarak kurutmada kullanılacak şekillendirme kalıplarının doğru oluşturulması için bir fiziksel model ve bunun dijital modellemesinin konservasyon sürecinde hazırlanması son derece önemlidir. Ayrıca, yeniden kurulumda, mevcut olan tüm parçaların orijinal yeri, biçimi ve boyutuna göre desteklerin ve temsili hatların tasarımını geliştirmeye ve ölçülendirmeye yarayacak olan ölçekli bir gövde modelinin ve oluşabilecek sorunlara öngörü sağlamak için taşıyıcı konstrüksiyon modelinin yapılması gereklidir. Bu çalışmalar, YK12'nin restitüsyonuna göre belirlenen endaze çizimi kontrolünde gerçekleştirilmelidir. YK12 teknesinin 1:1 ölçekteki replikası, halen Rahmi M. Koç Sanayi müzesinde sergilenmektedir (Fig. 6). Ayrıca, teknenin boyuna yarım kesitinin 1:4 ölçekteki modeli Galata kulesinde bulunmaktadır (Fig. 7). Bu iki çalışma, batığın orijinal ahşaplarının sergisi için başlangıç fikirlerine temel hazırlamıştır.

DISPLAY MODEL

The shipwreck timbers that underwent conservation and restoration are large, heavy, and fragile objects that should not be exposed to any damage and load. Preparation of models for the hull and the carrier system will help determine the assembly steps in advance, reducing the risk of repetitions and damage to the timbers caused by misleading outcomes. We made models of the Yenikapı 12 shipwreck at varying scales for different purposes. The *insitu* model and research models of the shipwreck contributed to the reconstruction works. In addition to this, it is extremely important to prepare a physical model and its digital modelling during the conservation process for an accurate form of the shaping moulds to be used in freeze drying. Furthermore, in reassembly, it is necessary to build a scaled model of the hull that will enable developing and designing supports and representative outlines depending on the original position, form and size of all available pieces as well as a model of the carrier construction to predict any potential problems. These activities should be carried out in parallel with the linesplan that was developed according to the restitution of YK12. A full-scale replica of the YK12 ship is exhibited at the Rahmi M. Koç Museum (Fig. 6). Furthermore, a 1:4 scale model of the longitudinal half section of the ship is displayed at the Galata Tower (Fig. 7). These two works provided a basis for exhibition of the original timbers of the shipwreck.



Fig. 7: Boyuna yarım model, Galata Kulesi. (H. Güler)
Fig. 7: Half-longitudinal model of YK12, Galata Tower. (H. Güler)

YENİDEN KURULUM

Yeniden kurulum, batık gövdesinin belgelenmesi ve restitüsyon önerilerine göre hazırlanan iki ve üç boyutlu pek çok çıktının, orijinal ahşapların birebir ilişkisi ile sınındığı ve belki de bu verilerin yeni bilgileri ile geliştirilmesini sağlayacak son aşamadır. Orijinal ahşapların bir araya getirilmesi, konstrüksiyon, inşa sırası ya da bir elemanın yerleşiminin ve biçiminin neden o şekilde olduğu gibi, daha önce birbiriyle ilişkilendirilemeyen ipuçlarının fark edilmesini; sadece yeniden kurulumda çalışanların yakalayabileceği bir bakış açısını sağlayabilir. Bu nedenle, batık gövdelerinin yeniden kurulumu, batığın inşa teknolojisini bilen uzmanlar tarafından gerçekleştirilmelidir. Aynı zamanda, batığın eksik kısımları nedeniyle gövdenin kendini taşıyıcılığı ve dengesi dikkatle değerlendirilmelidir. Destek ve taşıyıcı sistemin gerekli hesaplamaları ve tasarımı için mimarlık ve mühendislik yardımı alınmalıdır. Batık ahşaplarında kullanılan konservasyon yöntemi de kurulumu etkileyecektir. Ahşaplar içindeki kimyasal oranı, konservasyon sonrası ahşapların dayanım oranı ve ağırlığı ile kullanılacak birleştirme elemanları, destek ve taşıyıcıların malzemesi ile oluşacak etkileşimler detaylı analiz edilmeli; bu konularda konservatörlerle iş birliği yapılmalıdır.

Çalışmaların başlangıcında, yeniden kurulumun biçimine, izlenecek olan yola ve sergi temasına karar verilerek akışın planlaması üzerinde dikkatle durulması gereken bir konudur. Ahşapların, birbirine nasıl tutturulacağı, kalıcı bağlantıların nasıl yapılacağı, destekleyici ve taşıyıcı sistemlerin tasarım kriterleri, harcanacak zaman, çalışacak kişi sayısı gibi pek çok etken önceden olabildiğince hesaplanmalıdır. Yeniden kurulumda, elemanların yerlerinin bulunması ve yerleştirilmesinde tekrarları önleyecek ya da azaltacak önemli faktörlerden biri de doğru ve yeterli etiketlemedir. Özellikle arazi ve laboratuvar çalışmaları sırasında yapılmış olan etiket sistemi ve numaralama düzeni ile konservasyonda yapılan etiketleme ve değişiklikler kayıt edilmiş olmalıdır. Konservasyon sonrasında kurulumdan önce eleman kodları bir kurulum planı üzerine işlenerek olası eksikler tamamlanmalıdır.

Yeniden kurulumun planlanması kadar, batık ahşaplarının sergisi sırasında bakım ve onarım gibi nedenlerle sökülmesi ve tekrar kurulması gerektiği durumlara yönelik bir rehber kitabın hazırlanması da önem taşımaktadır.

REASSEMBLY

Reassembly is the last stage where many two- and three-dimensional outputs prepared according to the documentation of the shipwreck's hull and restitution proposals are tested with the exact relationship of the original timbers and where such data would probably be enriched with new available information. Putting the original timbers together can provide insight into previously unassociated clues, such as the construction, the order of construction, or reasoning of an element's position and form, and provide a perspective for only those who work in the reassembly can capture. Therefore, the reassembly of the shipwreck hulls should be carried out by experts familiar with the construction technology of that specific shipwreck. Also, due to the missing parts of the shipwreck, the hull's self-supporting and stability should be carefully evaluated. Architectural and engineering assistance should be obtained for the necessary calculations and design of the support and load-bearing system. The conservation method used in shipwreck timbers will also influence reassembly. The chemical ratio in the timbers, the durability and weight of the wood after conservation, and the interactions that will occur with the material of the fastening components, supports and carrier system to be used should be analyzed in detail, which requires collaboration with conservators.

At the beginning of the study, it is of great importance to decide about the method of reassembly, the course to be followed and the exhibition theme, and make the workflow plan accordingly. Various factors such as how the timbers will be fastened to each other, how to make permanent connections, the design criteria of the support and carrier systems, time to be spent, number of people to work should be calculated in advance as much as possible. Correct and adequate labelling is one of the important factors that will prevent or reduce trial and errors during reassembly while locating and placing the elements. In particular, the labeling system and numbering scheme made during the field and laboratory studies and the labeling and changes made during conservation should be recorded. Following the conservation, possible deficiencies should be completed by recording the element codes on an installation plan before installation.

As well as planning the reassembly, it is also important to prepare a guide for any situation where the timbers of the shipwreck need to be disassembled and reinstalled for reasons such as maintenance and repair during their exhibition. It would be ideal to prepare such document starting from the reassembly procedure, including the

Uygulanan işlemler, hem batığın hem taşıyıcı sistemin bağlantı ve kurulum detayları, sökülebilme sırası ve tekrar kurulum tavsiyeleri; batık gövdesindeki orijinal ahşap çiviler ve bağlantıyı sağlayan yeni çivilerin yerleri, desteklere bağlanma şekli gibi ayrıntılı tanımlar, fotoğraflar çizim ve şemaların yer alacağı bu dokümanın yeniden kurulum sırasında başlayarak hazırlanması ideal olacaktır.

YK12'nin gövdesinin bütün olarak bulunması, alt kısmındaki kaplamalar arasında eksik parça olmaması, kurulumda tahtaların doğru yerlere konumlandırılmasını, ahşap elemanları dağılmış haldeki gemilere göre, kolaylaştırmaktadır. Aynı zamanda kurulum sırasını da kendiliğinden yönlendirmektedir. Omurga teknenin tüm elemanlarının oturduğu ana elemandır. Yeniden kurulumda, burma tahtaları aşozlara yerleşeceği ve kaplama uçları bodoslama topukları ile birleşeceği için, omurganın boyuna kavisinin doğruluğu, tüm gövde biçiminin de doğru montajına zemin hazırlayacaktır. Bu doğrultuda, ilk olarak omurga doğru konumlandırılmalı, kurulum sırasında sağa-sola oynamayacak ya da hizadan kaçmayacak ve üstüne binecek yükü taşıyabilecek bir düzen oluşturulmalıdır. Gereğinden geniş ya da dar açılarda yerleştirilmiş bodoslama topukları ve bodoslamalar, buraya birleşen kaplamaların gövde ortasında hizadan kaçmasına ya da diğer uçlarının diğer tarafa birleşmeden boşta kalmasına neden olacaktır. Bu nedenle, merkez omurga ve bodoslama elemanları yeniden kurulum sırasında, rekonstrüksiyona göre hazırlanan 1:1 şablona uygun olarak bir araya getirilmelidir. Kaplamaların kurulumu tamamlanana kadar, omurga taşıyıcı sisteme kalıcı olarak sabitlenmemeli; herhangi bir hat düzeltme işlemine izin verecek şekilde tutturulmalıdır. YK12'de bodoslamaların eksik olduğu kısımlarda, ilk sıraların mevcut kaplama tahtalarının uçları sağlamdır ve bodoslama biçimince yükselmektedir. Bu kaplamaların doğru oturtulması ve desteklenmesi için, baş ve kıç bodoslamaların birer kopyasının kaplamalardan önce inşa edilmesi uygun olacaktır. Buradan yola çıkarak, YK12'nin omurgasını taşıyacak olan konstrüksiyonun, aynı zamanda bodoslama hatlarını sürdürerek kaplamaların yaslanacağı bir zemin oluşturması planlanmıştır. Destek ve tamamlayıcı hat şeklinde bir bütün olarak tasarlanarak demonte yapıda üretilmesi, sağlam bir temel oluşturmanın yanı sıra baş ve kıç bodoslama topuklarının doğru oturtulmasına da referans olacaktır.

procedures applied, fastening and installation details of both the shipwreck and the carrier system, the order of disassembly and suggestions for reassembly, original treenails in the shipwreck's hull, and location of the new nails that enable attachment, elaborate descriptions on attachments to the support system, photographs, drawings and diagrams.

The recovery of the hull of the YK12 as a whole and absence of any missing planks on the lower part of the hull make it easier to position the timbers in their right places during the reassembly compared to the shipwrecks with scattered wooden components. This also determines the assembly sequence by itself. The keel is the main element on which all the elements of a boat are seated. During reassembly, a correct longitudinal curvature of the keel will prepare the ground for a correct assembly of the whole form of the hull since the garboards will settle in the rabbets and the planking ends will join the scarfs. Accordingly, first of all, the keel should be positioned correctly, and an arrangement should be created where it will not move left and right during installation or run out of alignment and will carry the load. Curved keel timbers and posts placed at wider or narrower angles than required will cause planks joining here to be misaligned in the middle of the hull or the other ends to be idle before joining the other side. Therefore, the central keel and post elements should be brought together during reassembly in accordance with a 1:1 scale model prepared according to the reconstruction. The keel should not be permanently fastened to the carrier system until reassembly of the planking is completed; all lines must be fastened to allow for corrections. In YK12, in the parts where the posts are missing, the ends of the existing planks are intact and rise in the form of a post. In order to properly set and support these planks, it would be appropriate to build a replica of the stem and sternpost before the planks. Based on this, the construction that will carry the keel of YK12 is also planned to create a base where the planks will lean by continuing the post lines. An integrated design in the form of a supportive and complementary line and constructing it in a disassembled nature will also serve as a reference to the correct fitting of the curved keel timbers as well as establishing a solid base. Planks, and frames should be connected with temporary fasteners during pre-assembly. This temporary connection must be flexible for trials and light movements during positioning and placement of the elements, while at the same time being strong enough to keep the components in their correct position.

Kaplamalar ve eğriler ön kurulum aşamasında geçici sabitleyiciler ile tutturulmalıdır. Bu geçici tutturma, elemanların yerlerinin belirlenmesi ve yerleştirilmesi sırasında denemeler ve hafif oynatmalar için esnek, aynı zamanda elemanları doğru pozisyonda tutacak dayanımda olmalıdır. Kurulum sırasında taşıyıcı sisteme oturtulan orijinal ahşapların doğru hizalanması ve gövde kavisini doğru oluşturması için yerleştirilecek trizler ve geçici ahşap kalıplar, aynı zamanda mevcut ahşapları taşıyarak kurulumu destek sağlayacaktır. Kaplamalara oturtulan eğrilerin konumu kadar, eğrilerin dış yüzlerindeki pahların kaplama iç yüzeylerine uyumlu şekilde oturtulmasına dikkat edilmelidir. Bunun için, döşeklerin omurga üzerine basan kısımlarının ve gövde içindeki konumlarının doğru ayarlanması gereklidir. Unutulmaması gereken, dimdik yeni hatların değil, mevcut bir yapının tekrar inşa edildiğidir. Bu nedenle eski inşanın hatalı ya da uyumsuz görünen tüm detayları olduğu gibi yapılmalıdır. Aksi takdirde, kaplama iç yüzeyi ve döşekler arasında biçimsel uyumsuzluklar, boşluklar ya da kaplama hattını bozan taşmalar oluşacaktır. Döşeklerin 1:1 çiziminden elde edilmiş, omurgaya oturma yeri ve sintine deliklerinin işaretlendiği eğri şablonlarının kullanılması, orijinal döşeklerle yapılacak yerleştirme denemelerinin sayısını azaltarak doğru pozisyonların bulunmasına yardım edecektir. Benzer şekilde, restitüsyona göre YK12 gövdesinde açısal değişimlerin ve biçimsel farkların başladığı kısımlarda, enine biçimden oluşturan kalıpların yerleştirilmesi kaplamaların kurulumunu kolaylaştıracaktır. YK12 teknesinin alt gövde kaplamaları tamamen mevcut olduğu için omurgadan sonra, döşeklerden önce, bir grup kaplama tahtasının yerleştirilmesi mümkündür. YK12 gövdesinin konstrüksiyon ve inşa özellikleri de yeniden kurulumun aşamalarını ve destek sistemlerinin oluşturulmasına yol göstermektedir. Kaplama tahtalarını birbirlerine bağlayan kenar kavelaları, gövdeye belli bir dayanım sağlamış ve orijinal kurulumu destek olmuştur. Bununla birlikte, yeniden kurulumda kaplama tahtalarının kavela deliklerinden benzer şekilde birleştirilmesi istenmeyen bir husustur. Bunun ilk nedeni, sergide bulunduğu zaman içinde, alt kaplamalarda birikecek yüklerin kenar kavelalarında basınç yaparak kaplamaları çatlatması riskidir. Ahşap elemanların esnemesi, bağlantıların gevşemesi gibi nedenlerle kaplama hizalarında oluşacak boyuna kayma eğiliminin karşılıklı delikleri de kaydırma olasılığı bulunmaktadır. Aynı zamanda, bu deliklere yerleştirilecek yeni kenar kavelaları, yumuşak ve konserve edilmiş tarihi ahşaba göre daha sert ve dayanımlı olduğu için gerilimli alanlar yaratarak, orijinal kaplama tahtalarında çatlama ve kırılma gibi istenmeyen hasarlara neden olacaktır.

The battens and temporary wooden molds that will be placed in order to ensure correct alignment of the original timbers placed on the carrier system during assembly and to form the hull curvature correctly, will also provide support to the assembly by carrying the existing timbers. Care should be taken to fit the chamfers on the outer surfaces of the frames in parallel to the inner surfaces of the planks, as well as the position of the frames placed on the planking. For this, the parts of the floor-timbers that step on the keel and their positions in the hull must be correctly adjusted. It should be kept in mind that we are rebuilding an existing structure, not upright new lines. For this reason, all details of the previous construction that seem faulty or incompatible should be built as they are. Otherwise, formal mismatches, gaps or overflows that disrupt the planking line will occur between the inner surface of the planking and the floor-timbers. Using frame templates derived from the 1:1 drawing of the floor-timbers, and marking their locations on the keel and the limber-holes, will help find the correct positions, reducing the number of trial and errors with the original floor-timbers. Similarly, placing the moulds in transversal form in the sections where angular changes and formal differences begin in the hull of YK12 according to the restitution will facilitate assembly of the planks. As the bottom hull planks of the YK12 hull are all available, it is possible to place a group of planks after the keel and before the floor-timbers. The construction and construction features of the YK12 hull also provide guidance for the stages of reassembly and the construction of support systems. Edge dowels joining the planks to each other gave a certain strength to the hull and supported the original assembly. On the other hand, during reassembly, the planks should not be joined using the same dowel holes. The primary reason for this is the risk of fissures in the planks during the period they are exhibited due to the pressure accumulated on the edge dowels from the lower planking over time. Furthermore, the tendency of planking to slip longitudinally due to bending of wooden components and loosening fasteners is also likely to dislocate the corresponding holes. In the mean time, since the new dowels to be placed into these holes are much harder and stronger than the soft and conserved archaeological timbers, it would create stress areas, and cause unintended damage on the original planks such as cracks and fractures. Another reason is the necessity to ease the removal procedure of these planks from their locations for maintenance/repair works, or future research and analyses.

Diğer neden ise, bakım-onarım ya da ilerideki araştırma ve analiz işlemleri için bu kaplamaların yerlerinden alınmasını kolaylaştırmaktır. YK12'nin iki parçadan oluşan ve S parile ile birleşen kaplama paterninde, uzun kaplama tahtalarının teknenin baş ve kıç taraflarına dönüşümlü olarak yerleştirilmesi yeniden kurulumdaki işlemlerin de sınırlarını oluşturmaktadır. (Fig. 8.) Kaplamaların kurulumuna öncelikle burma tahtaları ile başlanmalı; sonrasında, S parile ile yapılan boyuna birleşimin özelliği nedeniyle, ikinci sıranın (İK2/SK2) uzun kaplama tahtaları yerleştirilmelidir. İkinci ve üçüncü (İK3/SK3) sıraların uzun tahtaları baş taraftan; dördüncü sıralar (İK4/SK4) kıç taraftan başlamaktadır. Üçüncü ve dördüncü kaplama sıralarının, iki ucu da bodoslamalara gelmeden önce bitmektedir. Üçüncü sıra rekonstrüksiyona göre E0-E23 (iskele tarafında E25) arasında ve dördüncü sıra E3 (iskele tarafında E4)-E17 arasında bulunmaktadır. Bu iki sıranın altındaki (İK2/SK2) ve üstündeki (SK5/İK5) kaplama sıraları bodoslamalara birleşmektedir. Bu özellikli dizilimin kurulumdan önce biliniyor olması, gövdenin destek sistemlerinin ve bunların dayandığı taşıyıcı konstrüksiyonun kaplama düzenine göre tasarlanarak önceden inşa edilmesi fikrini oluşturmuştur. YK12'nin kaplamaları orijinal biçimlerine göre şekillendirilerek kurutulduğu ve gövdedeki yerleri belli olduğu için, destek ve taşıyıcıların önceden üretilmesinin yeniden inşayı kolaylaştıran bir etken olacağı düşünülmüştür. Yine de, önceden şekillendirilen ahşapların depolama sırasında esneyerek orijinal formunu kaybetmesi ya da konservasyon sırasında bazı yerlerinin orijinal biçimden farklı olarak şekillenmiş olması riskleri akılda tutulmalıdır. Böyle durumlarda, yeniden kurulum sırasındaki biçimsel uyumsuzlukların kalıplar ve işkenceler yardımıyla düzeltilmesinde, ahşap elemanlarda mekanik gerilim yaratmayacak işlemler tercih edilmelidir.

In the planking pattern of YK12 that consists of two parts and joins with the S scarf, organization of long planks by alternating from bow to stern also defines the limits of the procedures in the reassembly (Fig. 8). Assembly of the planks should start with garboards; and then, due to the characteristic of longitudinal joints by S scarf method, the long planks (PP2/PS2) of the second strake should be placed. The long planks of the second and third (PP3/PS3) strakes start at the bow; fourth strake starts at the stern (PP4/PS4). Both ends of the third and fourth plank strakes end before they meet the posts. According to the reconstruction, the third strake is located between Fr0-Fr23 (Fr25 on port side) and the fourth strake between E3 (Fr4 on the port side)- and Fr17. The plank strakes below (PP2/PS2) and above (PP5/PS5) these two strakes join with the posts. The fact that this specific sequence is known before the assembly helped develop the idea of designing the support systems of the hull, and the carrier construction on which they are based and building them in advance. Since the YK12 planks were shaped and dried according to their original forms and their locations in the hull were already defined, consideration was given that construction of the support and carrier systems in advance would facilitate the reconstruction. Nonetheless, the risks should be kept in mind that the previously shaped timbers may bend and lose their original form during storage or some parts may get a shape different than the original form during the conservation phase. In this case, procedures that won't produce mechanical stress on wooden components should be preferred when the formal inconsistencies have to be corrected with the help of molds and clamps during reassembly. Making the assembly of the large pieces of a conserved planking strake during reassembly, but not in the laboratory can be a remedy to similar problems.

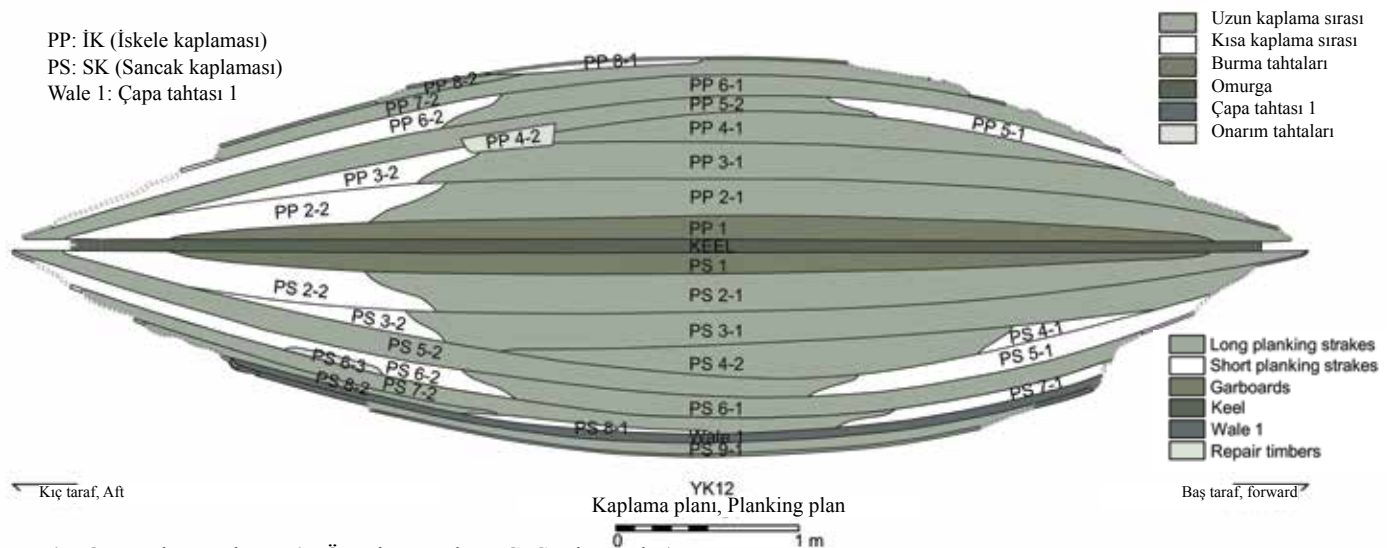


Fig. 8: Kaplama planı. (I. Özsaıt Kocabaş, Ç. Şanlıgençler)

Fig. 8: Plan of planking. (I. Özsaıt Kocabaş, Ç. Şanlıgençler)

Konservasyonu yapılmış bir kaplama sırasının büyük parçalarının birleştirilmesinin laboratuvarda değil, kurulum sırasında gerçekleştirilmesi benzer sorunlar için çözüm olabilir. Kurulum sırasında birleştirme, hem kaplama parçalarının yerlerine doğru oturtulmasına kolaylık sağlayacak, hem de laboratuvarda yapıştırma sırasında olabilecek istemsiz form ve kavis kaymalarını engelleyecektir. Böyle bir karar laboratuvar ortamını kurulum yerine taşımayı gerekli kılacağı için, önceden buna yönelik düzenin ve materyallerin hazırlanması akılda tutmalıdır. YK12'nin gövde altındaki düz kısım beşinci kaplama sırası (İK5 ve SK5) ile son bulmaktadır. Beşinci sıra, karina dönüşüne denk gelen, enlemesine kavisin en fazla olduğu, çoğu döşegın kısa kol geçmesinin başladığı yerdir.

Beşinci kaplama sırasının, önce yerleştirilen uzun tahtası kış tarafta, kısa tahtası baş taraftadır. Bu kaplamadan sonra gövde yukarı doğru yükselmektedir. Dolayısıyla üst kaplamaların yükü büyük oranda, beşinci ve sonrasında dönüşü tamamlayan altıncı kaplama sırasına (İK6 ve SK6) binecek; bu kısımda basınç geriliminden dolayı kaplamaların konumlarından ayrılma riski ortaya çıkacaktır. Destek sisteminde, bu kısımdaki üstten gelen yükü azaltarak yayan bir yatay bölücü ve düzenek geliştirilmelidir. Kaplamalar yerleştirilirken, komşu kaplama tahtaların üst yüzeylerindeki eğri hatlarının birbirini takip etmesi ve kaplamalarda ve üstlerine oturacak döşeklerdeki ahşap çivi deliklerinin birbirini karşılaması önemlidir. YK12'nin 12 ve 15 mm çaplarındaki çivi deliklerinin çakışmasındaki küçük kaymalar, ilerleyen kısımlarda artarak elemanların birbirine bağlanmasını zorlaştıracaktır. Buna yönelik kontroller tekrarlanmalı; delik eşleştirmeleri için döşeklerde ve kaplamalarda hafif oranda ileri geri düzeltmeler yapılarak devam edilmelidir. Hatasız yerleşim için, birkaç kaplama sırası kurulduktan sonra, seçilen kritik konumlardaki döşeklerin de oturtulmaya başlanması doğru bir yaklaşım olacaktır. Böyle bir durumda, döşekler önce omurgaya bağlantı deliklerinden oturtulmalı; sonra kaplama üstündeki izler ve çivi delikleri sayesinde doğru pozisyonda yerleştirilmelidir. Ön tutturmalar belli yerlerde, çakışan delikler içinden ahşap ya da paslanmaz çelik pimlerin geçirilmesi ile yapılabilir. Elemanların birbirine alıştırılması sırasında ahşaplarda herhangi bir hasarın oluşmaması için bu bağlantı elemanlarının sıkı yerleştirilmemesine dikkat edilmelidir. Eğrilerde çıkarılmamış ahşap çiviler ise olduğu gibi bırakılmalı; yerinden çıkartmak için zorlanmamalıdır. Bu çiviler, istenen görsel bütünlüğü sağlayacaktır. Gerçekte, bütün çivi deliklerinden sabitleme, gereksiz gerilimler yaratmamak ve olası bir geri sökümü kolaylaştırmak

amacıyla, tercih edilen bir uygulama değildir. Aynı şekilde, ahşaplardaki değişimler ya da öngörülmeıen bir nedenle çakışmayan delikler de atlanabilir. Elemanların kalıcı bağlantıları, gövdenin bütünlüğünü ve taşıyıcı sistemdeki duruşunun sağlamlığını sağlayacak şekilde, yapısal dayanım gerektiren yerlerde belirlenmiş sayıda yapılmalıdır. Gövde altı kaplamaları, yerleştirilecek döşeklere destek sağlanması için simetrik olarak kurulabilir. Sonrasında, iç kısımda çalışabilme kolaylığı açısından bir tarafa daha fazla ahşap eklenebilir. Yine de başlangıçtan itibaren, gövde içinde çalışmak için hareketli bir iskelenin inşa edilmesi tüm çalışmayı kolaylaştıracaktır.

Gövdenin bir tarafında ağırlıklı bir kurulum planlandığında, dengenin bozulmaması ve çalışılan kısma doğru gövdenin yana devrilmemesi için yeterli desteklemenin önceden düşünülmesi büyük önem taşımaktadır.

Yedinci (İK7 ve SK7) kaplama sırasının uzun parçası kış taraftadır. Yedinci sıra ve gövde ortasında E13'den başlayarak kışa doğru devam eden sekizinci sıranın (İK8 ve SK8) üzerinde ilk çapa tahtasının altındaki kaplamaları oluşturur. Gövdenin iskele tarafında bu kaplamalardan sonrası kayıptır. Sancak tarafında yedinci ve sekizinci sıraların üstünde birinci çapa tahtası (SÇT1) ve onun üzerinde dokuzuncu sıra (SK9) korunarak günümüze ulaşmıştır. Mevcut uzunluğu 469 cm olan SÇT1 baş tarafında E4, kış tarafında E23 numaralı eğrilerin hizasından kırılmıştır. Kaplamaların iç yüzeyleriyle yüzbeyüz şekilde yerleştirilmiş olan SÇT1 dış yüzünde taşkın kavisli bir formdadır. Teknenin altında ele geçen ve küpeşte ile bağlı olan son çapa tahtası (SÇT3) 263 cm uzunluğundadır. Rekonstrüksiyona göre E13-E24 arasında konumlanmaktadır. Küpeşte ve son çapa tahtası orijinal konumunda hazırlanan destekler üzerine yerleştirilecektir. Rekonstrüksiyona göre sancak tarafında, SK9'dan SÇT3'e olan eksik kısımda, bir çapa tahtası (SÇT2) ve iki kaplama sırası (SK10 ve SK11) bulunmaktadır. Bu üç sıranın herhangi yeni bir materyal ile tamamlanmamasına karar verilmiştir.

Yeniden kurulum sürecinde, YK12 batığının mevcut olan 25 döşegi, kaplamalar ile olan ilişkileri doğrultusunda yeniden inşaya aralıklarla eklenecektir. Dönüşümlü yerleştirilen döşeklerin uzun kolları, sancak ve iskele tarafındaki kaplamaların doğru kurulumuna katkı sağlayacaktır. Bu nedenle mevcut 15 posta kaplamaların yerleşimi tamamlandıktan sonra yerleştirilecektir. E8 ve E16 arasındaki döşekler üzerine oturan yelken yatağı, en azından bu döşeklerin kurulumundan sonra yeniden inşaya dâhil edilebilir.

Bununla birlikte sorunsuz kurulum için, üstüne

Joining parts together during reassembly would not only facilitate planks to be correctly set in their places, but it would also prevent unintended slips in the form and curves that could have occurred in a laboratory setting. Since such a decision would cause moving the laboratory setting to the reassembly atelier, the arrangements should be made and material should be prepared beforehand. The flat-bottom underneath the YK12's hull ends with the fifth planking strake (PP5/PS5). The fifth strake is the place that coincides with the turn-of-the-bilge, where the transverse curve is at its peak, and most of the shortarm ends of floor-timbers begin. The initially placed long timber of the fifth planking strake is on the stern side while the shorter timber is on the bow side. After this plank, the hull rises upwards. Hence, the load of upper planks mostly burdens on the fifth and then the sixth planking strake (PP6/PS6) that completes the turn; so that there would be a risk for planks to detach due to the pressure strain. For the support system, a horizontal divider and a mechanism should be developed to decrease and spread the load from above in this section. While planks are being placed, it is important for the frame lines on the upper surfaces of adjacent plank strakes follow each other and for the treenail holes on the overlaying floor-timbers meet each other. Minor deviations in alignment of the 12 and 15 mm treenail holes in YK12 will gradually increase, making the fastening of components with each other difficult in the following phases. To address this difficulty, they should be checked repeatedly, resuming by small forward and back adjustments in the floor-timbers and plank strakes to line up the holes. For a precise placement, it will be appropriate to start placing selected floor-timbers at critical positions after installation of a few plank strakes. In such a situation, the floor-timbers should first be set to the keel through their fastening holes; then be placed in their appropriate position with the help of the marks and nail holes on the planking. Primary fastenings can be made at certain parts by inserting treenails or stainless steel pegs through aligned holes. In order to prevent any damage when harmonizing components with each other, one should pay attention not to tightly squeeze the fastening elements. Any intact treenail in frames should be left as it is; should not be forced to pull out. These nails will provide the desired visual integrity. In fact, fastening through all treenail holes is not favored to avoid any risk of unnecessary strains, and make any potential disassembly work easier. Similarly, the holes unaligned due to variations in timbers, or another unforeseen reason can be skipped. The permanent fastenings of the elements should be made in a specified number of points where structural strength is necessary,

in order to ensure the hull integrity and stability while standing on the carrier system. The lower plank strakes can be set symmetrically to provide support to the floor-timbers to be placed. Afterwards, more timbers can be added on one side to facilitate interior work. Building a mobile scaffold from the beginning on will facilitate working inside the hull. When an assembly is planned where the work is mainly on one side of the hull, it is very important to consider providing adequate support beforehand in order not to derange the balance and not to topple the hull on this side.

The longer piece of the seventh planking strake (PP7/PS7) is on the stern side. It starts at the seventh strake, and the eighth strake (PP8/PS8) that starts at Fr13 in the amidships, extending towards the stern, and forming the lower planking strakes under the first wale. The part after these planks are missing on the port side of the hull. The first wale (Wale 1) above the seventh and eighth strakes on the starboard side and the ninth strake above this (PS9) have survived intact to the present day. With an extant length of 469 cm, wale 1 is broken on the level of the frame Fr4 on the bow end, and the frame Fr23 on the stern end. wale 1 that was placed facing the interior surfaces of planking strakes, has a curved outer surface. The last wale (Wale 3) fastened to the caprail that was found underneath the shipwreck is 263 cm long. According to the reconstruction, it is located between Fr13 and Fr24. The caprail and the last wale will be placed on the supports that were prepared in their original location. Based on the reconstruction, in the missing part on the starboard side from PS9 to wale 3, there is one wale (Wale 2) and two planking strakes (PS10 and PS11). It was decided not to fix these three strakes with new material.

During the reassembly process, the extant 25 floor-timbers of YK12, will be inserted into the reconstruction by intervals based on their relations with the planking strakes. The long arms of the floor-timbers that were placed alternately, will contribute to correct reassembly of the starboard and port planking strakes. Therefore, the extant 15 futtocks will be placed after completion of the placement of planks. The mast-step that was seated on the floor-timbers Fr8 and Fr16, can be inserted into the reconstruction at least after these timbers are placed. On the other hand, to achieve a flawless reassembly, the floor-timbers on which it will be placed should be set on the keel by matching the notches on the bottom of the mast-step. In its original construction, the mast-step was fastened only to Fr13 by one nail.

The permanent connection can also be made through the same nail hole.

oturtulduğu döşeklerin, yelken yatağının alt yüzeyindeki kertikler ile eşleştirilerek omurgaya yerleştirilmesi gerekmektedir. Yelken yatağı, orijinal inşasında sadece E13'e bir çivi ile sabitlenmiştir. Kalıcı bağlantı aynı şekilde bu çivinin deliğinden yapılabilir. YK12 teknesinde, iç kaplamalar birbiri üzerine bindirilerek boyuna ve enine dizildiği için, yerleşimleri yine orijinal inşa sıradaki gibi olmalıdır (Fig. 9). Mevcut iç kaplamalar belli eğrilere bağlıdır. Eğriler üzerindeki bu çivi delikleri doğru pozisyonlarının bulunmasını kolaylaştıracaktır. Boyuna dizilim 5 grup halindedir. İlk sıra baş tarafta E5; ikinci sıra E9; üçüncü sıra E13; dördüncü sıra E20 ve altıncı sıra E23 üzerinde başlamaktadır. Enine dizilim omurganın iki yanından çapa tahtalarına doğrudur.

Teknenin baş kısmındaki E1, E2, E3, E4 ve kık kısmında E18 ve E20 döşekleri arasında iç kaplama tahtaları yoktur. İç kaplamaların bağlı olduğu eğriler, birinci grupta E5, E6, E7, E8 ve E9; ikinci grupta E9, E10, E11 ve E12; üçüncü grupta E13, E14, E15, E16 ve E17; dördüncü grupta E21, E22, E23, E24; beşinci grupta E25'tir. İç kaplamalar, gövde içini kaplayarak, eğrilerden oluşan konstrüksiyonu görülmeyecek şekilde örtmektedir. Yine de, orijinaline sadık kalarak, mevcut iç kaplamaların tamamının yerlerine yerleştirilmesi kararı alınmıştır. Bu kararın getirdiği görsel bilgi kaybı, teknenin kabuk yapısını ve eğri sistemini gösteren foto-mozaiikler, fotoğraflar ve çizimler ile desteklenerek çözümlenebilir.

Since the ceiling planks on YK12 was placed superimposing on one plank edge over the next and they are lined up lengthwise and breadthwise, their fitting should be just as in the original sequence (Fig. 9). Extant ceiling planks are fastened to certain frames. These nail holes on these frames will facilitate finding the right positions. Five groups of ceiling planks have a lengthwise sequence. The first strake starts above Fr5; the second strake above Fr9; the third above Fr20; the fourth above Fr20 and the sixth above Fr23 on the bow side while the breadthwise sequence is from both sides of the keel towards the wales. There are no ceiling planks between the floor-timbers Fr1, Fr2, Fr3, Fr4 on the bow side, and between Fr18 and Fr20 on the stern side of the ship. The frames fastened to ceiling planks are as follows; Fr5, Fr6, Fr7, Fr8 and Fr9 in the first group; Fr9, Fr10, Fr11 and Fr12 in the second group; Fr13, Fr14, Fr15, Fr16 and Fr17 in the third group; Fr21, Fr22, Fr23, Fr24 in the fourth group; and Fr25 in the fifth group. The ceiling planks cover inside of the hull in such a way that the construction consisting of the frames can not be seen. Still, a decision was made to keep the original setup and set all the extant ceiling planks to where they belong. The visual data loss that this decision has brought can be solved by using several aids such as photo-mosaics, photos, and drawings showing the shell structure and frame system of the ship. However, a separate carrier system should be considered for ceiling planks in order to decrease or prevent the load placed on the frames and planks.

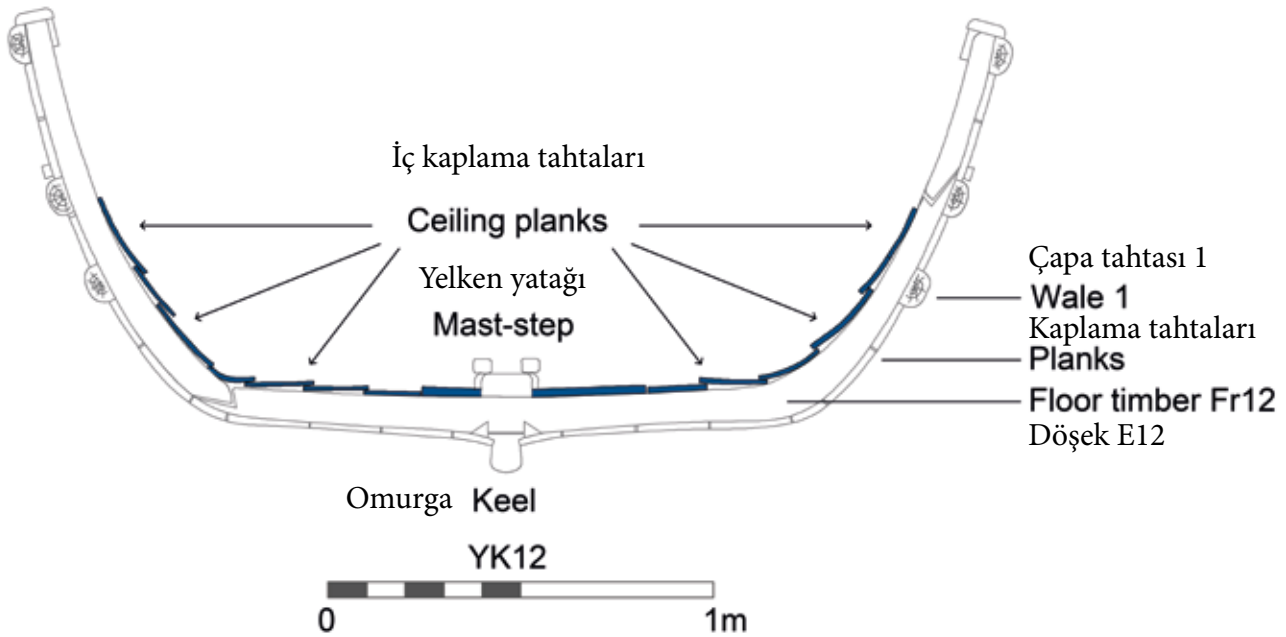


Fig. 9: İç kaplamaların dizilimi. (I. Özsait Kocabaş, Ç. Şanlıgençler)

Fig. 9: Sequence of ceiling planks. (I. Özsait Kocabaş, Ç. Şanlıgençler)

Bununla birlikte, eğriler ve kaplamalara binecek yükü önlemek ya da azaltmak için, iç kaplamaları taşıyan ayrı bir sistem düşünülmelidir.

Ayrıca iç kaplamaların, teknenin düzenli bakım, temizlik ve onarımlarına izin verecek şekilde, orijinalinde bağlı oldukları eğrilerin tümüne sabitlenmemesi doğru olacaktır. Belli gruplar halinde birbirine alttan desteklerle bağlanarak; gerektiğinde biçimleri ve konumları bozulmadan parçalar halinde kaldırılmalarına imkân tanıyacak bir sistem tasarlanmalıdır. Benzer bir yapılanma teknenin 1:10 ölçekli *in situ* maketinde gerçekleştirilmiştir (Fig. 10).

Additionally, it would be appropriate not to fasten all ceiling planks to the frames where they originally were fastened to in order to allow for regular maintenance, cleaning and repair of the ship. A system should be designed which makes it possible to remove them in separate parts without disturbing their forms and locations, by fastening them in specific groups with supports from underneath. A similar structure was implemented with a 1:10 scale on the *in situ* model (Fig. 10).



Fig. 10: Kaldırılabilir iç kaplama grupları. (H. Güler)

Fig. 10: Removable ceiling groups in the *in situ* model. (H. Güler)

SERGİ KONSTRÜKSİYONUNUN TASARIMI

YK12'nin ahşapları orijinal gövde biçimine göre birleştirilecek; eksik bodoslamaların kopyaları, şiyer hattının, mevcut kaplama armuzlarının ve bazı eğrilerin temsili tamamlamaları yapılacaktır. Döşekler, ve kaplamalar gibi eksik elemanların yerine yeni materyaller kullanılmayacaktır. Destek ve taşıyıcı sistem rekonstrüksiyona göre önceden inşa edilecek ve ahşaplar belirlenen yerlerine yerleştirilecektir. Bu konstrüksiyonlar göze batmayacak ve teknenin orijinal hatlarından yola çıkarak batığın karakteristiklerini vurgulayacak şekilde tasarlanacaktır. Gövde ahşaplarının kendi arasındaki ve taşıyıcı sistemle olan bağlantıları ilerideki araştırmalara ya da bakım-onarımlara izin verecek miktarda demonte olabilecek şekilde oluşturulacaktır. Yeniden kurulumun bu başlıca prensipleri tasarımın önceliklerini belirleyecektir.

Destek ve taşıyıcı sistemlerde kullanılacak malzeme, dayanımlı, uzun ömürlü, bakıma ve gerektiğinde değiştirilmeye uygun, orijinal ahşaplarla ve YK12'nin konservasyon kimyasalı olan PEG ile etkileşime girmeyen özellikte olmalıdır. PEG, demirle korozif reaksiyona giren bir özelliktedir. Buna ilaveten, materyal olarak seçilebilecek demirin, ahşap yapısındaki sülfat ve ortamdaki yüksek bağıl nem ile birlikteliğinde gelişen reaksiyon sonucunda batık ahşaplarında asidite, tuz çökeltileri ve bozulma riski ortaya çıkmaktadır. Batık sergilerinde karşılaşılan bu sorunun⁴⁰ önlenmesi için, pirinç, çelik, alüminyum, paslanmaz çelik profiller, pleksiglas çubuk ya da levhalar, paslanmaz çelik ve teflon bağlantı elemanları gibi alternatif malzemeler tercih edilmelidir. Ahşapların demir materyal ile teması engellenmelidir. Olası risklere karşı, Dover teknesinde, anotlanmış alüminyum profiller ve bir ayırıcı tabaka ile ahşap ve metal teması önlenmiş;⁴¹ Roskilde 6 batığında paslanmaz çelik,⁴² Skuldelev 1 ve Hedeby 1'de pirinç profiller⁴³ kullanılmıştır. Newport gemisinde, orijinal bağlantı elemanlarının yerine pembe ve kahverengi vidalı plastik civataların kullanımı planlanmaktadır.⁴⁴ Vasa gemisinde, ilk kurulumda takılan yumuşak çelik bağlantılar, periodik ayarlanma gerektirmeyen özel yaylı bir tasarımda, paslanmaz çelik ve ilave alaşımlı olarak yeniden üretilerek değiştirilmiştir.⁴⁵

DESIGN OF THE DISPLAY CONSTRUCTION

The YK12's timbers will be fastened together according to the original hull's shape; and the replicas of the incomplete posts, representative finishes of the sheer line, existing planking seams and some curves will be made to suit the original. No modern materials will be used to replace the missing parts such as floor-timbers and planks. The support and carrier system will be pre-built according to the reconstruction and the timbers will be placed in their designated places. These constructions will be designed to be unobtrusive and highlight the characteristics of the wreck based on the original lines of the boat. The inter- and intra-fastening of the hull timbers with the carrier system will be formed in such a way that they can be disassembled to allow future research or maintenance-repair work. The priorities of the design will be determined by these main principles of reassembly.

The material used in the support and carrier systems must be enduring, durable, suitable for maintenance and replacement when necessary, and not interactive with the original timbers and the conservation material (PEG) of the shipwreck YK12. PEG is involved in corrosive reaction with iron. Additionally, there is a risk of acidity, salt deposits, and deterioration as a result of the reaction from the sulfates in the wood's structure combined with high relative humidity in the environment when iron is selected as the material to be used. In order to avoid such problems,⁴⁰ experienced in display halls for shipwrecks, alternate material such as brass, steel, aluminum, stainless steel profiles, plexyglass sticks, or plates, stainless steel and teflon fasteners should be preferred. Any contact of timbers with iron should be avoided. Against potential risks, the contact of timbers with iron was prevented using anodized aluminum profiles and a separator in the Dover boat;⁴¹ by stainless steel on the Roskilde 6 shipwreck,⁴² by brass profiles on Skuldelev 1 and Hedeby 1 shipwrecks.⁴³ Based on the reassembly plan, pink and brown plastic screws will be used instead of the original fasteners on the Newport ship.⁴⁴ The soft steel fasteners used in the initial assembly of the Vasa shipwreck, were replaced by new stainless steel fasteners reproduced with additional alloys in a specific spring design that won't necessitate periodical re-adjustments.⁴⁵

40 WETHERALL vd. 2007, 1317; PETERSEN-STRÆTKVERN 2020, 63; HOCKER 2020, 31

41 CLARK vd. 2004, 293- 302; CLARK 2008, 11-13

42 GØTHCHE vd. 2016, 395-397

43 CRUMLIN PEDERSEN 2002a, 93; CRUMLIN PEDERSEN vd. 1997, 80

44 Friends of Newport Ship, <https://fonspr.wordpress.com/category/new-home>, 08.12.2020.

45 HOCKER 2020, 38-39

40 WETHERALL *et al.* 2007, 1317; PETERSEN-STRÆTKVERN 2020, 63; HOCKER 2020, 31

41 CLARK *et al.* 2004, 293- 302; CLARK 2008, 11-13

42 GØTHCHE *et al.* 2016, 395-397

43 CRUMLIN PEDERSEN 2002a, 93; CRUMLIN PEDERSEN *et al.* 1997, 80

44 Friends of Newport Ship, <https://fonspr.wordpress.com/category/new-home>, 08.12.2020.

45 HOCKER 2020, 38-39

Bazı çalışmalarda, ahşaplara temas eden yüzeyler paslanmaz çelik diğer kısımlar demirden üretilmiş; bazı çalışmalarda demir malzeme yalıtkan materyaller ile kaplanmıştır. YK12 gövdesinde, destek ve taşıyıcı konstrüksiyonun paslanmaz çelikten imal edilmesi planlanmıştır. Elemanların kendi arasındaki bağlantılarında orijinalindeki gibi meşe ağacından ahşap çiviler, yapıştırılmadan kullanılabilir. Gövdenin destek ve taşıyıcı konstrüksiyona bağlanan kısımlarında ise, dayanım ve sökölüp takılma kolaylığı açısından paslanmaz çelik veya teflon cıvata, somun ve pullar tercih edilmelidir. Metal destekler ile ahşaplar arasında, yastık ve ayırıcı görevi üstlenecek ara malzemeler yerleştirilecektir.

Destekler ve taşıyıcı konstrüksiyon, batık gövdesi ile yakından ilişkili olduğu için, orijinal gövdenin, enine kesitinde şarap kadehi ya da düz dipli olması gibi biçimsel özellikleri, armuz ve bindirme kaplama gibi inşa karakteristikleri; boyutu ve bütünlüğü, korunan ahşaplarının miktarı ve konservasyonu sonrasındaki ağırlığı tasarımı etkileyecektir. Şarap kadehi gibi kıvrımları ve derinliği fazla gövdelerde destekler de kavisli hatlara ve çözümlenmesi gereken detaylara sahip olacak; düz gövdelerde, gövde altından geçirilecek profiller görece daha basit formlarda oluşturulacaktır. Bindirme kaplamalı gövdelerde kaplama tahtalarının kademeli dizilimi ve birbirine basan kısımlardaki bağlantı delikleri orijinal ahşapların oturtulması ve kaplamaları taşıyıcı profillerin geliştirilmesine oldukça elverişlidir.⁴⁶ Armuz kaplamalar üst üste oturarak yükseldiği için bunların kendi içinde taşınması ve desteklenmesi farklı çözümlenmeleri gerektirmektedir.⁴⁷ Akdeniz inşa geleneğine göre, armuz kaplamalı bir gövdeye sahip olan YK12'nin destekleri de bu doğrultuda tasarlanacaktır.

Batık gövdelerinin sergilerinde alınan önlemler de farklılık göstermektedir. Ziyaretçilerin fazla yaklaşmaması için, batıkların çevresine cam bariyerler, kordonlar ya da amforalar gibi içinden çıkarılan buluntular yerleştirilmektedir.⁴⁸ Buna ilaveten, bazı batıklarda önlemler sergi tasarımı ile birlikte ele alınmıştır. Batığın zemin ve çevresi, Kinneret teknesinde deniz efekti oluşturularak,⁴⁹ Serçe Limanı ve Skuldelev batıklarında çakıl taşı döşenerek ve kademelendirilerek,⁵⁰ Arles-Rhone 3'te zeminden daha düşük seviyeli bir kanal oluşturularak⁵¹ çözümlenmiştir.

In some studies the surfaces that contact with the timbers were reproduced with stainless steel while in others, the iron material was covered with some isolation material. According to the plan, the support and carrier construction for the hull of YK12 will be made of stainless steel. Similar to the original ship construction, treenails made of oak can be used for joining wooden elements without gluing. On the parts where the hull is fastened to the support and carrier system, screws, nuts, and roves made of stainless steel or teflon should be preferred based on their endurance and the practicality of disassembling and assembling. Intermediary materials will be placed in between the metal supports and timbers to serve as a separator and a pad.

Since the support and carrier construction is directly related with the shipwreck's hull, its formal characteristics whether the original hull bottom has a wine-glass-shaped or a flat-bottomed cross-section, its constructional characteristics such as carvel or clinker planking, its dimensions and integrity, the quantity of the timbers survived, and its post-conservation weight will have an effect on the design. In hulls with more curves and depth such as in wineglass-shaped, the supports will also have curved lines and details that will have to be dealt with; in flat-floored hulls, on the other hand, the profiles under the hull will have a simpler forms. In hulls with clinker planking, the stepped arrangement of timbers and the fastening holes in the overlapping parts are suitable for mounting the original timbers and developing carrier profiles for the planks.⁴⁶ Since the carvel planking are fastened edge to edge, their support and carrier solutions require different perspectives.⁴⁷ Based on the traditional Mediterranean shipbuilding, the support system for the YK12 with a carvel planking will also be designed accordingly.

The measures taken for display of shipwreck hulls also differ. Glass barriers, cordon barriers or finds from the shipwreck such as amphoras are placed around the shipwrecks to keep visitors away.⁴⁸ Additionally, for some shipwrecks these measures were made part of the exhibition design. The ground on which the shipwreck lies, and its surrounding area, was formed by creating a sea-effect for the *Kinneret* shipwreck,⁴⁹ by paving pebbles and stepping for the *Serçe Limanı* and *Skuldelev* shipwrecks,⁵⁰ and building a channel lower than the ground for *Arles-Rhone 3*.⁵¹

46 CRUMLIN PEDERSEN vd. 1997, 78; VANGSTAD vd. 2020, 91, Fig. 11; CRUMLIN PEDERSEN 2002a, 94, Fig. 30

47 MATTHEWS 2004; BERNARD MAUGIRON vd. 2007; KAHA-NOV 2011, 166-167; CVIKEL 2020, 113

48 PETERSEN-STRÆTKVERN 2020, 64

49 COHEN 1999

50 BASS-VAN DOORNINCK 2004, 69; JENSEN vd. 2002, 78, Fig. 12

51 DE VIVO 2017

46 CRUMLIN PEDERSEN *et al.* 1997, 78; VANGSTAD *et al.* 2020, 91, Fig. 11; CRUMLIN PEDERSEN 2002a, 94, Fig. 30

47 MATTHEWS 2004; BERNARD MAUGIRON *et al.* 2007; KAHA-NOV 2011, 166-167; CVIKEL 2020, 113

48 PETERSEN-STRÆTKVERN 2020, 64

49 COHEN 1999

50 BASS-VAN DOORNINCK 2004, 69; JENSEN *et al.* 2002, 78, Fig. 12

51 DE VIVO 2017

Bir diğer yaklaşım, ziyaretçilerin gemiye dokunabildiği, belli oranda güvertesinde gezebildiği, Vasa'nın ilk sergi düzeninde denenmiştir.⁵² Ancak ileri zamanlarda, bu uygulamadan vazgeçilmiştir. İdeal ortam şartları, tüm sergi mekânın iklimlendirilmesi⁵³ ya da batığın çevresinde inşa edilen camlı konstrüksiyon içinden⁵⁴ yapılmaktadır. YK12'nin, mekânın kontrolü iklimlendirmesi yoluyla açıkta sergilenmesi planlanmaktadır.

DESTEKLEYİCİ VE TAŞIYICI KONSTRÜKSİYON

Sergi konstrüksiyonu, ahşaplara dayanak sağlayan iç ve dış destekler, tüm gövdeyi tutacak olan ana taşıyıcı konstrüksiyon ve temsili hatlardan oluşmaktadır. Destekleyici sistem, batık ahşaplarını tutan, biçimini koruyan ve sarkmasını önleyen kısımdır. Bunların tasarlanması sırasında, kaplamaların destek profillerinin görünürlüğü, sistemin kendi içinde ve orijinal ahşap ile olan bağlantı biçimi, hangi oranda kullanılacağı gibi bazı kriterlerin belirlenmesi gerekir. YK12 batığında, içteki destek sistemi, gövdenin yan kenarlarının açılmasını önleyecek ve iç elemanları destekleyecek şekilde, teknenin kayıp elemanlarının biçimine uygun hatlarda tasarlanacaktır. İç sistemin, üst elemanların yükünü altındaki gövde ahşaplarına bindirmeden doğrudan ana taşıyıcıya aktaracağı bir sistemin geliştirilmesi düşünülmektedir. Kaplamalar enine ve boyuna desteklenecektir. Enine destekler, kaplamaların ek yerleri ve gövde biçimindeki açısız değişimlerin başladığı kısımlar gibi biçimsellik ve dayanımla ilgili belirlenen yerlerde, gövde altını da destekleyecek şekilde yapılacaktır. Kaplama parileleri, aynı sıranın uzun ve kısa kaplamalarının birleştiği yerlerdir. Baş ve kıç taraftaki kurulumlarda yapılacak herhangi bir gerilimli alan, buralarda ayrılmaya neden olacağı için uygun çözümler geliştirilmelidir (Fig. 11). Boyuna destekler gövde uzunluğunca devam ederek kaplamalara dıştan destek sağlayacaktır. Bunun yanı sıra, bazı sıralar arasına, üstten gelen yükü taşıyarak sisteme yayacak ince profiller yerleştirilecektir. Kaplamaların birbirini üzerine oturmasını önleyen bu ara parçalar, orijinal görünümü ve konumları bozmayacak incelik ve özellikte tasarlanacaktır. Bu profillerin, iskele ve sancak taraflarında SK6/İK6 ve SK7/İK7 arasında; sancak tarafında SK7-SK8 ile SÇT1 arasında kurgulanması ön görülmüştür. Mevcut çapa tahtasının üst ve alt yüzeylerindeki, kaplamaların oturması için oluşturulmuş 3 cm genişliğindeki düzlük bu sistemde değerlendirilecektir.

Another approach was tried in Vasa's initial exhibition arrangement, where the visitors were allowed to touch the ship, and could walk on its deck to a certain degree.⁵² But this practice was abandoned after a while. The ideal environmental conditions were either provided by air-conditioning of the entire exhibition hall⁵³ or through the glass construction built around the shipwreck⁵⁴. YK12 will be displayed openly by controlled air-conditioning of the hall.

SUPPORT AND CARRIER CONSTRUCTION

The exhibit construction consists of internal and external supports for the timbers, the main carrier construction to hold the entire hull, and the representative lines. The support system is the part that holds the shipwreck's timbers, preserves its form, and prevents it from drooping. While designing, some criteria have to be set such as visibility of the support profiles for the planking, the mode of fastening within the system and with the original timbers, and the extent the support system is used. The internal support system of the shipwreck YK12 will be designed in such a way that it will prevent opening of the hull toward the sides, and support the internal elements, in lines conforming to the shape of the missing elements of the vessel. The internal system will transfer the load of the upper elements directly to the main carrier without putting any stress on the hull's timbers. The planking will be supported breadthwise and lengthwise. The breadthwise supports will bear the bottom of the hull as well as the certain places related with the form and strenght such as joints of planking and parts of the hull where angular changes begin. Planking scarfs are the point of union of both long and short planks of the same strake. Any area of stress made on the stern or the bow setup, may cause detachments in these areas, therefore suitable solutions are needed (Fig. 11). Lengthwise supports will run along the hull to support the planking from outside. Additionally, thin profiles will be inserted between some of the strakes to distribute the weight from the top to the entire system. These intermediate components that prevent the planks from overlapping will be designed with a precision and characteristic that won't alter the original appearance and positions. These profiles can be mounted between the PS6/PP6 and PS7/PP7 at the starboard and port sides; and between PS7-PS8 and wale 1 at the starboard side. The 3 cm wide flat area on the upper and lower surfaces of the existing wale for mounting the planks will be put to use in this system.

52 HOCKER 2011, 202

53 CRUMLIN PEDERSEN *vd.* 1997, 79, Fig.3.32; BOJESSEN KOEFOED *vd.* 2003, 52-53, Fig. 2.37; POMEY 2014, 34

54 CLARK *vd.* 2004, 302; The Mary Rose Museum, <https://www.historicdockyard.co.uk/site-attractions/attractions/mary-rose>, 20.12.2020.

52 HOCKER 2011, 202

53 CRUMLIN PEDERSEN *et al.* 1997, 79, Fig.3.32; BOJESSEN KOEFOED *et al.* 2003, 52-53, Fig. 2.37; POMEY 2014, 34

54 CLARK *et al.* 2004, 302; The Mary Rose Museum, <https://www.historicdockyard.co.uk/site-attractions/attractions/mary-rose>, 20.12.2020.

İskele ve sancak taraflarında korunmuş olan kısımların birbirine oranı, ahşapların kırıldığı eğri hizaları, mevcut boyut ve biçimleri kurulum sırasındaki iç ve dış desteklerin biçimini ve özelliklerini belirleyecektir. Desteklerin ya da gövde dayanımını artırmak için yapılacak takviyelerin, ön plana çıkmaması, bunun tersine orijinal bütünlüğü pekiştirmesi amacıyla, teknenin konstrüksiyonundan yola çıkılarak tasarlanması planlanmıştır. Örneğin, E18 ve E20 döşekler üzerinde özel kanallı bölme elemanlarının parçaları ve E18'in baş tarafında SÇT1 üstüne oturan bir kemere parçası bulunmaktadır. Orijinalinde, özel bölmenin yanından diğer tarafa (alabandan alabandaya) devam eden kemerenin, uzatılmış temsili hatlarla tamamlanarak, gövdenin bu kısmının açılmaları karşı sağlanmasını; aynı zamanda, bölme dikmesinin orijinal konumunda ve dikliğinde durması için desteklenmesini sağlayacak bir tasarım geliştirilecektir (Fig. 12).

The ratio of the preserved port parts to starboard parts, alignment of the frames where timbers are curved, their present dimensions and forms will define the form and characteristics of the internal and external supports during the assembly. The reinforcements to be made to improve the strenght of the supports or the hull should not stand out, on the contrary, they should be designed according to the ship's construction in order to reinforce the original integrity. For instance, the floor-timbers Fr18 and Fr20 contain parts of the bulkhead and on bow side of Fr18 there is a piece of the beam that fits on wale 1. The design will ensure that the beam originally reaching out from the bulkhead's one side to the other side (athwart) will be finished with extended representative lines, strengthening this side of the hull against separation as well as enabling the bulkhead stanchion stand in its original and upright position (Fig. 12).

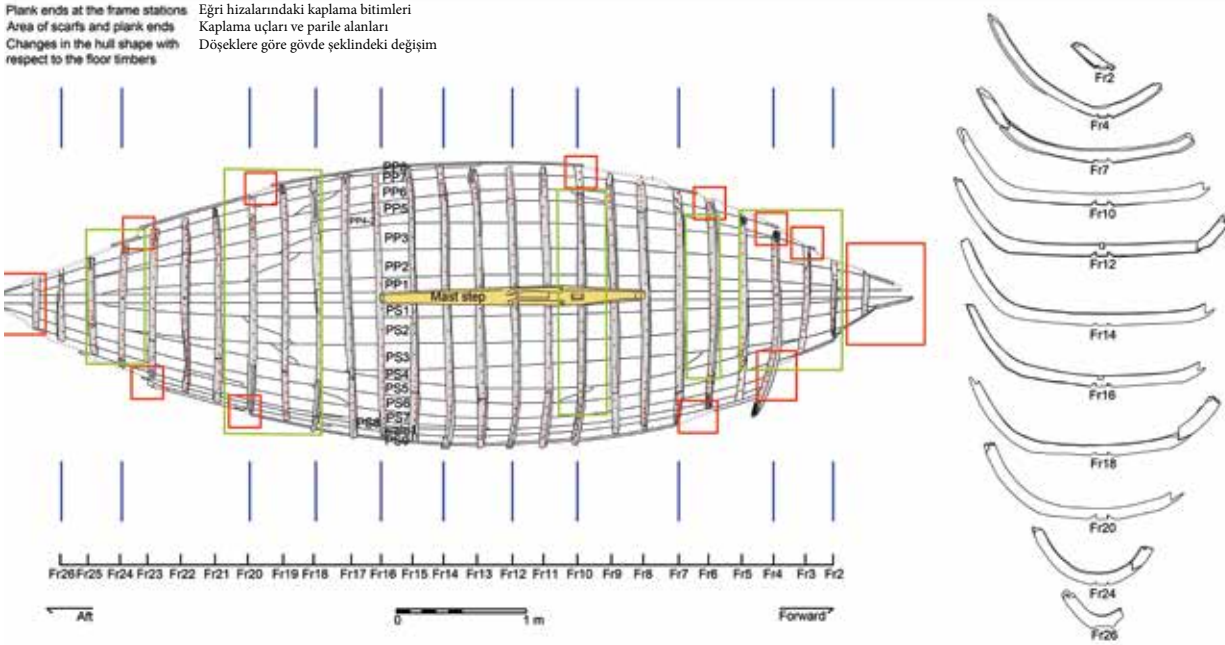


Fig. 11: Gövde karakteristiklerine göre belirlenen destek hatları. (I. Özsaıt Kocabaş, Ç. Şanlıgençler)

Fig. 11: Support lines determined according to the hull characteristics. (I. Özsaıt Kocabaş, Ç. Şanlıgençler)

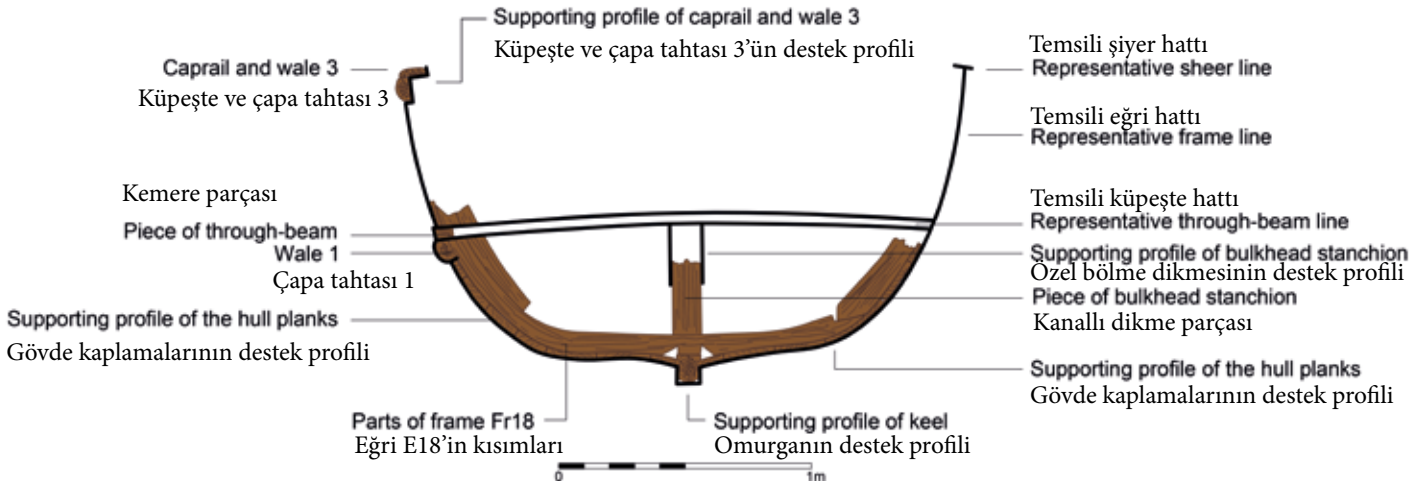


Fig. 12: Kemere ve kanallı dikme desteği önerisi. (I. Özsaıt Kocabaş, Ç. Şanlıgençler)

Fig. 12: Proposal for through-beam and grooved stanchion support. (I. Özsaıt Kocabaş, Ç. Şanlıgençler)

Destekleyici ve taşıyıcı sistem kaplama planına göre belirlenen bir düzende inşa edilecektir. Kaplamaların ek yerleri, gövde altındaki ilk üç kaplama sırasında kış tarafında E29-E20 hizasındadır. Bu kaplamaların uzun tahtaları, buradaki ek yerinden baş taraftaki E1 ve E2'ye kadar devam etmektedir. Dolayısıyla, bütünlüğünü koruyan ve neredeyse tüm gövdeyi kapsayan kaplamalar için tek bir sistem oluşturulması gerekmektedir. Bazı batık çalışmalarında, gövdenin ortasından başlayan, tüm yönlerde ilerleyerek kurulumla birlikte genişleyen geçici destek ve iskelelerin kullanımı tercih edilmiştir.⁵⁵ Steffy⁵⁶ laboratuvar rekonstrüksiyonu ile gerçek kalıntılar arasındaki oluşacak farklarda, sonucun orijinal gemi kalıntısına bağlı kalarak çözülebilmesi için bu yöntemi tercih ettiğini ifade etmiştir. İnşa edilen iskelenin sabit olmaması özellikle kısmi korunmuş gövdeler için önemli bir husustur. Bununla birlikte, YK12'nin sancak ve iskele tarafları neredeyse eşit oranda korunmuş ve bütün halde bulunan karina kaplamaları bu tür bir kurulumdan ziyade, baş kış dönüşümlü daha yaygın bir çalışma alanını gerekli kılmaktadır. Bu nedenle YK12 için, rekonstrüksiyona göre önceden inşa edilerek batık ahşaplarının hazırlanmış olan yerlerine yerleştirildiği bir destek ve taşıyıcı sistem yaklaşımı tercih edilmiştir. Diğer taraftan, YK12'nin ahşaplarının, birbirinden ayrı parçalar halinde dondurarak kurutması yapılacaktır. Kaplamalar, her ne kadar orijinal şekli veren kalıplar içinde kurutulsalar da, üst üste konularak gerçekleştirilecek kurulumları sırasında hiza şaşmaları, temas eden yüzeylerde farklı aralıklar ve uyumsuzluk beklenen riskler arasındadır. Konservasyon sonrası depoda beklenen süre uzadığında biçimsel küçülme ya da konturlarda bozulma olasılığı göz önünde bulundurulmalıdır. Orijinal ahşaplar ve gövdeyi taşıyan konstrüksiyon arasında, gelişebilecek olası sorunlara karşı, sisteminin modüler tasarlanması planlanmıştır. Sistem, beşinci kaplama sırasına kadar oldukça düz devam eden YK12'nin alt gövdesinin tamamında önceden monte edilecek; gövdenin karina dönüşü ve üstündeki hatlar için yeniden kurulumla birlikte eklenerek ayarlanabilir şekilde ve aşamalı montajlarla kurulacaktır. Bu sayede, yerleştirilen kısımların doğrulanması orijinal ahşaplara göre yapılabilecektir. Ayarlanabilir bağlantılar, uzayıp-kısalabilen kanallar, yükseklik ayarı yapılabilen ayaklar gibi konstrüksiyonun boyutlarına esneklik sağlayan montaj sistemi geliştirilecektir. İç ve dış destekleri geçici ve kalıcı olarak gruplamak mümkündür. Gövdenin yeniden kurulumu sırasında elemanların birbiri ile ilişkilendirilmeleri, gövdenin enine biçiminin kontrolü ya da kalıcı sabitlemeye kadar doğru pozisyonların korunması için geçici iç-dış desteklere ve tutuculara ihtiyaç olacaktır.

55 KATZEV 1981; MATTHEWS 2004; KAHANOV 2011

56 STEFFY 1994, 232-233

The support and carrier system will be built in accordance with the planking plan. The joints of the planks are in the line of the first three plank strakes at the bottom of the hull, aligned with floor-timbers Fr29-Fr20 in the stern. The long timbers of these planks extend from the joint located in this part to the floor-timbers Fr1 and Fr2 in the bow part. Therefore, a single system has to be developed for the planking that preserve their integrity and cover almost the entire hull. For some shipwrecks, use of temporary supports and scaffolds was preferred that start from the center of the hull and extending in each direction alongside the setup.⁵⁵ Steffy⁵⁶ reported that he prefers this method in order to address any differences between the laboratory reconstruction and the original remains based on the original remnants of the ship. It is important to build a mobile scaffold, particularly for partially preserved hulls. On the other hand, YK12's almost equally preserved and intact bottom planks on the port and starboard sides require a more expansive study area between bow and stern rather than this type of a assembly. Hence, a pre-built support and carrier system was preferred for YK12 according to the reconstruction where the timbers are placed in their pre-defined positions. On the other hand, the YK12 timbers will be individually freeze-dried. Although the planks will be dried inside the moulds that preserve their original forms, the anticipated risks include alignment problems during installation that will be performed by superimposing, variety of gaps in contact surfaces, and incompatibility. As the time spent in the storage following conservation is prolonged, potential reduction in the form or deterioration of the contours should be considered. Against potential problems that may occur between the original timbers and the construction carrying the hull, a modular system design is planned. The system will be pre-installed throughout the YK12's lower hull that stretches up to the fifth plank strake; the installation will be stepwise and adjustable by adding along with reassembly for the turn-of-the-bilge and the lines above it. Thus, it will be possible to verify the parts that are placed based on the original timbers. An assembly system will be developed that provides flexibility to the dimensions of the framework such as adjustable fastenings, canals that can stretch/shorten, and height adjustable foot. Internal and external supports can be grouped as temporary and permanent. Temporary internal-external supports and carriers will be needed to retain the correct positions until establishment of the associations between the elements, checking the cross-sectional form of the hull or permanent fastenings during the reassembly of the hull.

55 KATZEV 1981; MATTHEWS 2004; KAHANOV 2011

56 STEFFY 1994, 232-233

Ana taşıyıcı konstrüksiyon tüm gövde ve destekleri taşıyacak; zemine yükü yayarak iletecek; gövdenin sancaktaki ağırlıklı yanını dengeleyecek ve ayarlanabilir bir düzeneğe tasarlanacaktır. Konstrüksiyon, ziyaretçilerin batığa yaklaşmasını önleyecek, gerektiğinde kolayca sökülebilecek bir düzeneğe ve zemine bağlanacak şekilde oluşturulacaktır.

TEMSİLİ HATLARIN TASARIMI

Temsili hatlar, eksik kısımların enine ve boyuna hatlarını belirleyerek orijinal gövdenin bütünlük algısına yardımcı olurlar. Aynı zamanda, bodoslama hatlarını oluşturarak taşıyıcı görevi ya da destek sistemindeki yükü tüm gövdeye dağıtma görevi üstlenebilirler. YK12 batığında boyuna temsili hatlar, mevcut kaplamaların, eksik kısımlarında devam ettirilerek bodoslama kopyalarına birleştirilecektir. Bununla birlikte, şiyer hattı dışında kayıp kaplama sıralarının tamamlanması yapılmayacaktır.

Temsili eğrilerin estetik algı açısından eşit aralıklarla yerleştirilmesi düşünülebilir. Endaze de alınan 10 eğri hattı da temsili eğrileri yerlerini belirleyebilir. YK12'de bu eğrilerin yeri, kaplama planına göre oluşturulacaktır (Fig. 13).

SERĞİ ORTAMI

Sergi salonları gibi geniş ve pek çok faktörün bir arada bulundurulduğu mekânlarda, kontrollü ortam koşulları oluşturmak depolama alanlarına göre çok daha zordur. Müzelerde mekanın ısıtma ve aydınlatma değerleri ayarlanırken, ziyaretçilerin rahatsız olmayacağı düzeyler ile eserlerin optimum ortam şartları arasında bir denge kurulmaya özen gösterilir.⁵⁷

57 ŞENER-YENER 2007; ÖZCAN-ÇAĞLAR 2020

The main carrying construction will be designed with a setup that will bear the entire hull and the supports; the weight will be uniformly distributed and transferred to the ground; it will balance the heavier starboard side of the hull and will have an adjustable mechanism. The construction layout will prevent the visitors from getting too close to the shipwreck, and it will be floor-mounted and practically disassembled when necessary.

DESIGN OF THE REPRESENTATIVE LINES

Representative lines help perceive integrity of the original hull, defining transverse and longitudinal lines of the missing parts. These also take on the task of spreading the load on the carrier or support system to the entire hull by forming the stem and sternpost lines. The longitudinal representative lines on the shipwreck YK12 will continue on the missing parts of the existing planks, and meet the stem and sternpost replicas. However, missing planking strakes will not be completed except the sheer line.

From an aesthetical point of view, representative frames can be positioned at equal intervals. Ten frame lines on the linesplan can also define the location of the representative lines. The locations of these frames on YK12, will be established according to the planking plan (Fig. 13).

EXHIBITION ENVIRONMENT

In large places such as exhibition halls where many factors are present, it is very challenging to create a controlled environment compared to storage areas. While adjusting the heating and lighting levels of the halls in museums, care is taken to establish a balance between the levels that will not disturb the visitors and the optimum environmental condition for the finds.⁵⁷

57 ŞENER-YENER 2007; ÖZCAN-ÇAĞLAR 2020

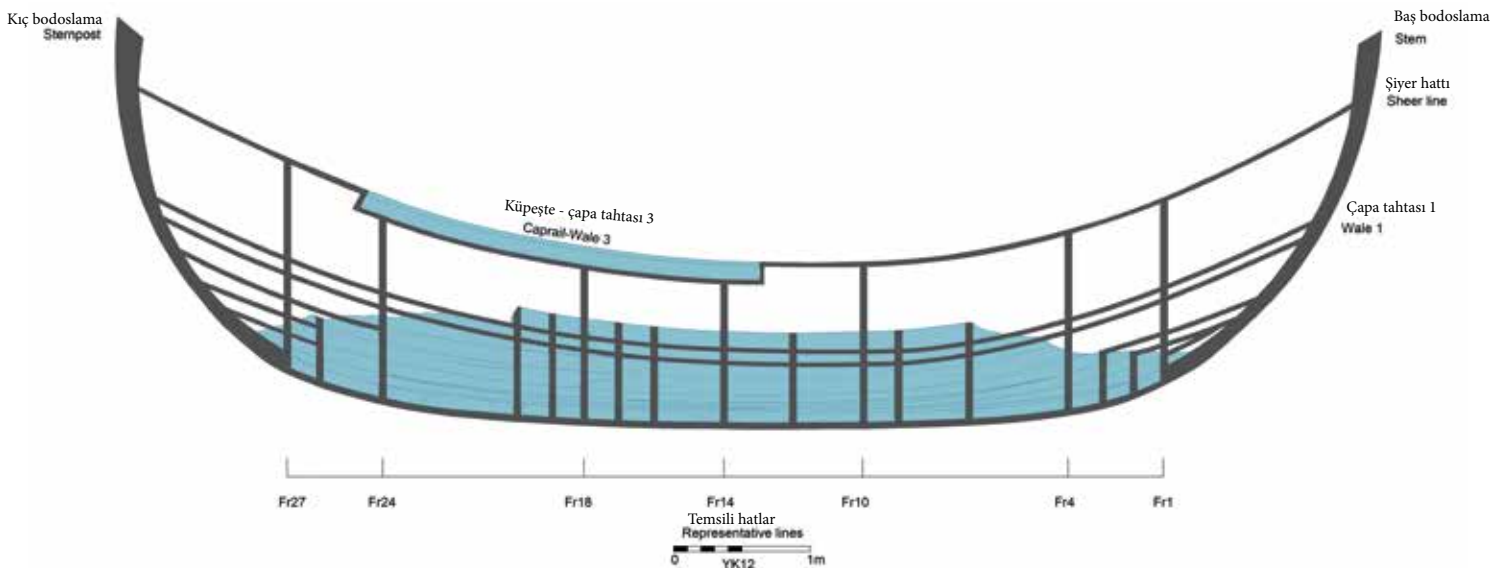


Fig. 13: Temsili hatlar ve taşıyıcı konstrüksiyon. (I. Özsaıt Kocabaş, Ç. Şanlıgençler)

Fig. 13: Representative lines and carrier system. (I. Özsaıt Kocabaş, Ç. Şanlıgençler)

Bununla birlikte, konservasyonu yapılmış batık gövdelerinin sergilerinde bu durum dikkatle ele alınmalıdır. Müze binasının, doğal ışığın etkisini ve ısı değişimlerini azaltmak için küçük pencere ve dış şartlara karşı yalıtımlı inşa edilmesi gibi sergiye uygun tasarlanacak mimarisi kadar, iç mekanın iklimlendirmesi ve aydınlatmasında belirleyici kriter batığın kendisi olmalıdır. Geniş camlı tasarımların ultraviyole ışınlarının iç ortama kontrolsüz girmesinin yanı sıra camda oluşan yoğunlaşma sonucu mekânın bağıl nemini yükselttiği ve sabit sıcaklık kontrolünü zorlaştırdığı bilinmektedir.⁵⁸ Skuldelev 3 ve Skuldelev 5 batıklarının sergi salonunun camlı tarafına bakan ahşaplarında oluşan gri-mavi renk bozulmaları doğal ışığa maruz kalma ile ilişkilendirilmiştir.⁵⁹ Bozulmayı önlemek veya geciktirmek için, Roskilde Viking Gemi Müzesi'nin pencere camlarında, ışığı filtreleyen kaplamalar kullanılmıştır.⁶⁰ Benzer bir uygulama Gokstad, Oseberg ve Tune batıklarının bulunduğu Oslo Viking Gemi Müzesi'nde gerçekleştirilmiştir. Ancak, yeterince iyi koşulların bulunmaması nedeniyle, geliştirilmiş bir iklimlendirme ve destek sistemine sahip yeni müze binası inşa edilmektedir. Eski müzeye ek bir tasarımla geliştirilen Yeni Viking Gemi Müzesi'nin 2025 yılında tamamlanması planlanmaktadır.⁶¹ Havalandırma ve iklimlendirme sistemleri tasarlanırken, alanın boyutunun ziyaretçi sayısı ile yakın ilişki göz önünde bulundurulmalı; sergi salonları dengeli ve sabit bir iklimlendirme yapılabilecek boyut ve özellikte tasarlanmalıdır.⁶² Konservasyonda kullanılan malzemelerin özellikleri batık ahşaplarının sergideki dayanımı ile doğrudan ilişkilidir. Konservasyonunda kullanılan PEG'e bağlı olarak, YK12'nin ahşapları bulunduğu ortamın koşullarına hassas bir yapıdadır. PEG yüksek aydınlık düzeyinde bozulmaya uğramaktadır.⁶³ Aynı zamanda, yüksek ortam sıcaklığı, işlem görmüş ahşaplarda yumuşamaya, yapıştırılan yüzeylerin ayrılmasına ve PEG'in bozulmasına neden olabilmektedir. Yüksek bağıl nem, ahşaplarda biyolojik bozulmaları arttırdığı ve ahşap yapısındaki sülfat ve demir bileşikler nedeniyle asitlenmeye neden olduğu gibi; higroskopik PEG ile işlem görmüş ahşapların fazla nem çekmesi sonucu, batığın ağırlığının artmasına neden olacaktır.⁶⁴

However, these conditions should be carefully considered in the exhibitions of conserved hulls of shipwrecks. The decisive criterion for the indoor air conditioning and lighting should be the shipwreck itself, as well as the architecture of the museum building to be designed in accordance with the exhibition, such as the construction of the museum building with small windows and well-insulated walls to reduce the effect of natural light and heat changes. It is known that a large-window design increases the relative humidity of the hall due to condensation on the glass and make constant temperature control difficult in addition to uncontrolled penetration of ultraviolet rays into the indoor environment.⁵⁸ The gray-blue discoloration of the wood of the *Skuldelev 3* and *Skuldelev 5* shipwrecks facing the glazed side of the exhibition hall has been associated with exposure to natural light.⁵⁹ Light-filtering coatings are used on the windows of the Roskilde Viking Ship Museum to prevent or delay deterioration.⁶⁰ A similar exercise was carried out in Oslo Viking Ship Museum, where the *Gokstad*, *Oseberg* and *Tune* shipwrecks are located. However, due to the lack of suitable conditions, a new museum building with an improved air conditioning and support system is being built. The New Viking Ship Museum, with a design being attached to the old museum, is planned to be completed in 2025.⁶¹ While designing ventilation and air conditioning systems, the close relationship between the size of the area and the number of visitors should be taken into consideration, and the exhibition halls should be designed in a size and feature that can provide a balanced and constant air conditioning.⁶² The properties of the materials used in conservation are directly related to the strength of the shipwreck timbers at the exhibition. Due to the PEG used in their conservation, YK12's timbers are susceptible to their environmental conditions. PEG degrades at high levels of luminance.⁶³ Similarly, high ambient temperature may cause softening in treated timbers, separation of bonded surfaces and degradation of PEG. High relative humidity increases the biological deterioration of wood and causes acidification due to sulphate and iron compounds in the wood structure, moreover, timbers treated with hygroscopic PEG absorbing much moisture will result in increased weight of the shipwreck.⁶⁴

58 JENSSEN-PEARSON 1987, 268

59 JENSEN vd. 2002, 79

60 JENSEN vd. 2002, 79-80

61 CHRISTENSEN 1973; Museum of Cultural History, <https://www.khm.uio.no/english/visit-us/viking-ship-museum/new-viking-age-museum/norways-new-world-attraction>, 25.12.2020.

62 HOCKER 2010, 8

63 JENSSEN-PEARSON 1987, 268

64 KILIÇ 2017a, 32-33

58 JENSSEN-PEARSON 1987, 268

59 JENSEN et al. 2002, 79

60 JENSEN et al. 2002, 79-80

61 CHRISTENSEN 1973; Museum of Cultural History, <https://www.khm.uio.no/english/visit-us/viking-ship-museum/new-viking-age-museum/norways-new-world-attraction>, 25.12.2020.

62 HOCKER 2010, 8

63 JENSSEN-PEARSON 1987, 268

64 KILIÇ 2017a, 32-33

Düşük bağıl nem ise ahşaplarda kurumaya ve çatlaklara yol açmakta, boyut olarak küçülen elemanların aralarının açılması ve taşıyıcı desteklerinden serbest kalarak batık gövdesinin dengesinin bozulmasına kadar giden bir süreç neden olabilmektedir.⁶⁵

Batık ahşaplarının mevcut durumunun korunması ve sergileme sırasında yeni bozulmaların oluşmaması için, uygun olan sıcaklık 18-20°C, bağıl nem %45-55, ışık şiddeti 50-200 lüks arasındaki değerlerde olmalıdır.⁶⁶ Müze iklimlendirmesinde sabit tutulan, 18°C sıcaklık ve % 53 bağıl nemde, Vasa ahşaplarında görülen boyutsal ve biçimsel bozulmaların % 50'ye varan oranda azaldığı belirtilmiştir.⁶⁷ Skuldelev batıklarında, %50 civarındaki sabit bağıl nem oranının ahşaplardaki demir sülfatın yayılımını durdurduğu gözlemlenmiştir.⁶⁸ Hjortspring fotokimyasal bozulmanın etkilerinin azaltılabilmesi için karanlık bir ortamda; Vasa, ışık şiddeti 100 lüksün altında sergilenmektedir.⁶⁹ Sergi ortamının havasında bulunan gazlar ve kirleticiler, batık ahşapları için ayrı bir sorun oluşturmaktadır. Müzelerde hava girişinin denetlenmesi ve havanın temizlenmesi için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır.⁷⁰ Açık sergi alanlarında, batık gövdelerinde biriken kir ve tozların temizlenmesi düzenli gerçekleştirilmesi gereken işlemler arasındadır.⁷¹ Sürdürülebilirliğin sağlanması için, sergi süresince analizlerin, gerekli kontrollerin ve bakım çalışmalarının düzenli aralıklarla tekrarlanması gerekmektedir. Bu bağlamda, konservasyonu yapılan ahşapların ileri süreçlerini, olası bozulmalarını ve çevrenin batığa etkisini takip edecek cihazlar ve sensörler yerleştirilmektedir.⁷² YK12 batığının sergi ortamı için benzer düzenlemelerin yapılması uygun olacaktır.

Low relative humidity causes drying and cracks in the wood, thus increasing the gaps between the elements that shrink in size and then releasing them from the carrying supports and disrupting the balance of the hull.⁶⁵

In order to preserve the current condition of the shipwreck's timbers and to prevent any new deterioration during display, the appropriate temperature should be between 18 and 20 °C, relative humidity between 45 and 55%, and light intensity between 50 and 200 lux.⁶⁶ It has been reported that the dimensional and formal deterioration seen in *Vasa* timbers decreased by up to 50% at 18 °C temperature and 53% relative humidity, which are kept constant through the museum climate control system.⁶⁷ It has been observed in the *Skuldelev* shipwrecks that a constant relative humidity of around 50% prevents the release of iron sulphate in the timbers.⁶⁸ The *Hjortspring* shipwreck is displayed in a dark environment to reduce the effects of photochemical degradation; and *Vasa* is exhibited in an environment with a light intensity of less than 100 lux.⁶⁹ Gases and pollutants in the air of the exhibition environment pose an additional problem for shipwreck timbers. Various methods are used in museums to control the air intake and clean the air.⁷⁰ Cleaning of dirt and dust accumulated in shipwreck hulls in open exhibition areas is among the regular procedures that should be carried out.⁷¹ Analyzes, necessary controls and maintenance work should be repeated at regular intervals during the exhibition to ensure sustainability. In this context, devices and sensors are installed to monitor the advanced procedures of conserved timber, possible deterioration and the effect of the environment on the wreck.⁷² It would be appropriate to make similar arrangements for the exhibition environment of the shipwreck YK12.

65 HOCKER 2020, 31

66 JENSSEN-PEARSON, 1987: 268-269

67 HOCKER 2020, 34

68 PETERSEN-STRÆTKVERN 2020, 63

69 HOCKER vd. 2012, 178-179

70 JENSSEN-PEARSON 1987, 269; BOJESSEN KOEFOED vd. 2003, 52; HOCKER 2010

71 BOJESSEN KOEFOED vd. 2003, 52; PETERSEN-STRÆTKVERN 2020, 64

72 HOCKER 2010; ELLINGSEN vd. 2019

65 HOCKER 2020, 31

66 JENSSEN-PEARSON, 1987: 268-269

67 HOCKER 2020, 34

68 PETERSEN-STRÆTKVERN 2020, 63

69 HOCKER et al. 2012, 178-179

70 JENSSEN-PEARSON 1987, 269; BOJESSEN KOEFOED et al. 2003, 52; HOCKER 2010

71 BOJESSEN KOEFOED et al. 2003, 52; PETERSEN-STRÆTKVERN 2020, 64

72 HOCKER 2010; ELLINGSEN et al. 2019

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yenikapı batıkları fonksiyonlarına göre, ticaret gemileri ve kadirgalar olarak iki temel grup altında toplanmıştır. Yapım yöntemleri kenar kavelalı, zıvanalı geçmeli ve kenar birleştirmesiz olarak başlıca üç çeşittir. Gövde tipleri düz dipli, şarap kadehi ve ikisi arasındaki biçimlerden oluşmaktadır. Kadirgaların tahmini orijinal uzunluğu yaklaşık 30m'dir. Ticaret gemileri yaklaşık 7m uzunluğunda olanlardan 25 m'yi geçtiği düşünülen büyük gemilere kadar değişen boyutlardır.⁷³

Bu batıkların günümüze ulaşan korunmuşluk durumları, gövdenin parçalar halinde veya bütün olması, mevcut elemanlarının sayısı, gövde içindeki konumu, işlevi, yerine bağlı veya ayrı bulunması ile fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulmalarına göre farklılık göstermektedir. Bu parametreler ve uygulanan konservasyon, restorasyon ve rekonstrüksiyon uygulamaları batıkların sergilenme kararı ve yöntemi üzerinde belirleyici rol almaktadır. Yenikapı batıklarının çoğunda PEG (Polietilen glikol) ön emdirmesi ardından vakumlu dondurarak kurutma uygulaması gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, yüksek oranda bozulmaya uğramış, acil müdahale edilmesi gereken ahşapların konservasyonunda melamin formaldehit (*Kauramin®*) yöntemi kullanılmaktadır.⁷⁴ Genel iş akışında, belgeleme çalışmaları tamamlandıktan sonra konservasyon süreci başlamaktadır. Bununla birlikte, laboratuvarı 1:1 belgelemenin uzun sürmesi ve batık sayısının fazla olması nedeniyle, bozulma oranı yüksek batıklar, dış hatlarının çizimleri yapılarak, daha sonra detaylı belgelemesi gerçekleştirilmek üzere konservasyona alınmaktadır.

Öngörülen sergi şekli, konservasyonun kurutma aşamasındaki uygulamaları değiştireceği için, sergilenecek ve depolanacak batıkların önceden belirlenmesi önemlidir. Tüm batıkların sergilenmesi ideal olan yaklaşımdır. Bununla birlikte, Yenikapı batıklarının tümünün kalıcı bir sergi ortamında yeniden kurulması, pek çok farklı çarpanı olan geniş kapsamlı bir eylemdir. Öncelikli olarak, sergilenmeye daha uygun olanlar üzerinden bir seçki yapılması, iş akışının doğru ilerlemesini mümkün kılacaktır. Diğer batıkların, talep ve mali imkânlar dâhilinde sergilenme olasılıkları göz önünde bulundurulmalıdır. Bir batığın korunmuşluk oranının yüksek olması ilk akla gelen seçim nedenidir. Bununla birlikte değerlendirmelerde, Yenikapı tekne ve gemilerinin sergileme konsepti göz önünde bulundurulmalıdır.

CONCLUSION AND COMMENTS

The Yenikapı shipwrecks can be categorized into two main groups based on their intended purpose of use as merchantmen, and galleys. Their methods of construction can be classified in three main groups, as vessels with dowels used as edge-fasteners, the ones with pegged mortise-and-tenon edge-fasteners, and vessels without edge-fasteners. Based on their hull types, they are flat-floored, wine-glass-shaped or in-between. The estimated original length of galleys is approximately 30 m. The lengths of merchantmen differ ranging from approximately 7 m to large ones that were probably over 25 m.⁷³ The preserved states of these shipwrecks vary according to their physical, chemical and biological deterioration, whether the hull is in pieces or intact, the number of extant elements, their location and function in the hull, whether they are found fixed in position or loose. These parameters and the conservation, restoration and reconstruction procedures used play an important role on the exhibition decision and method of the shipwrecks. Most of the Yenikapı shipwrecks are treated with PEG (polyethylene glycole) pre-impregnation, followed by freeze drying. Besides, melamine formaldehyde (*Kauramin®*) method is used in the conservation of timbers that were highly deteriorated, and in need of urgent intervention.⁷⁴ In conventional workflow, the conservation process begins after completion of the documentation. However, since the full-scale documentation in laboratory takes time and the number of shipwrecks is high, the contours of shipwrecks with a high rate of deterioration are drawn, and then they undergo conservation procedure for detailed documentation.

As the projected display method will change the drying procedures during conservation, it is important to determine which shipwrecks will be displayed and which ones will be kept in storage in advance. Ideally all shipwrecks should be displayed. However, reassembly of all Yenikapı shipwrecks in a permanent exhibition setting requires a comprehensive action involving many different factors. First of all, making a selection from the ones that are more suitable for display will make it possible to proceed with the workflow properly. It is important to consider possibility of exhibiting other shipwrecks based on the demand and financial possibilities. A highly preserved condition of a shipwreck is the first reason that comes to mind. However, the exhibition concept of Yenikapı boats and ships should be taken into consideration during evaluations.

73 ÖZSAİT KOCABAŞ-KOCABAŞ 2008; KOCABAŞ-ÖZSAİT KOCABAŞ 2013; KOCABAŞ 2015a, 7; PULAK vd. 2015, 43

74 KOCABAŞ 2015b, 158-160; KOCABAŞ 2017

73 ÖZSAİT KOCABAŞ-KOCABAŞ 2008; KOCABAŞ-ÖZSAİT KOCABAŞ 2013; KOCABAŞ 2015a, 7; PULAK *et al.* 2015, 43

74 KOCABAŞ 2015b, 158-160; KOCABAŞ 2017

Örneğin, aynı salonda sergilenecek ticaret gemileri için, birbirinden farklı ahşap elemanları korunmuş olan batıkların seçilmesi, bütünlük algısına katkı sağlayacaktır. Başka bir yaklaşım, birbirinden farklı boyut ve tipte ticaret teknelerinin seçilmesi ile Erken ve Orta Bizans Dönemi'ndeki ticaretin yoğunluğu ve şekline vurgu yapılmasıdır. Bir diğer yaklaşım, iyi korunmuş ve rekonstrüksiyonuna göre sergilenen bir ticaret gemisi ve bir kadirganın sergilenmesi ile aynı dönemdeki gemi çeşitliliğinin gösterilmesi olacaktır. Bunun dışında, sergilemesayısı vemekânın elverişliliğine göre, kadirgalar salonu, ticaret gemileri salonu ya da konstrüksiyonlarına ve tarihlemelerine göre, kenar kavelalı batıklar ve erken dönem salonları gibi bölümlemeler de oluşturulabilir. Bu doğrultuda, seçki kriterlerini, batıkların ünik parçalarının bulunması, bir dönemin yapım teknolojisini iyi yansıtmaları, sergilenen batıklar ile karşılaştırmalı bilgileri sağlayabilmesi, büyük çoğunluğunun korunmuş olması sayesinde döneminin gemi tipini temsil etmesi ya da az sayıda parçalarına rağmen diğer batıklarda ele geçmemiş özellikte elemanlarının bulunması şeklinde sıralamak mümkündür. Yenikapı batıklarının birçoğunun uzun kaplama tahtaları biçim ve boyutlarını koruyarak günümüze ulaştığı için, orijinal gövde biçimine göre sergilenmeleri ve kurutma sırasında şekillendirilmeleri doğru bir yaklaşım olacaktır. Ancak, bozulma analizleri, bazı batık ahşaplarının öncesinde rekonstrüksiyon çalışmalarının yapılması ve şekillendirme kalıplarının hazırlanması gibi uzun bir süreci bekleyemeyecek durumda olduğunu göstermektedir. Bu batıkların ahşap elemanlarının, konservasyon sonrası şekillendirilmesi, şekillendirilmeden orijinal gövde biçimine uygun birleştirilmesi ya da *in situ* haliyle sergilenmesi için planlamalar yapılmalıdır. Çok kırıklı ya da belli parçalara ayrılmış olan ahşap elemanlar, önceden kalıplanmasalar bile rekonstrüksiyona göre kurulumu bir derece uyum gösterebilir. Bu batıkların kırık parçaları, orijinal biçime göre oluşturulacak destekleyici sistem içinde birleştirilerek sergilenebilir. Bu nedenle seçimler sırasında ileriye yönelik kapsamlı değerlendirmeler yapılmalıdır.

Bazı gerekli durumlarda aynı batığın farklı elemanları melamin formaldehit ve PEG ile işlem görmüştür. Bu yöntemlerin ikisi de boyutsal stabilizasyonu sağlamada başarılıdır. Ancak, aynı batığın elemanlarında iki farklı kimyasal kullanımı batık sergisinde, farklı renk, yapısal dayanım ve ağırlıktaki ahşap elemanların izlenmesine neden olacaktır. Melamin formaldehit yönteminde ahşaplarda çatlamalar ve doğal rengin aşırı derecede açılması ve beyazlaşma görülmektedir.⁷⁵

For example, for merchantmen to be exhibited in the same hall, choosing shipwrecks with different wooden elements preserved will contribute to the perception of integrity. Other approach is to emphasize the scale and nature of trade in the Early and Middle Byzantine Period by selecting trade boats of different sizes and types. Another approach would be to demonstrate the diversity of ships from the same period, with the display of a merchant ship and a galley, well preserved and displayed according to its reconstruction. Apart from this, divisions including the galleys hall and the merchant ship hall depending on the number of exhibitions and the availability of the space, or the shipwrecks with dowels used as edge-fasteners, and early period halls according to their constructions and dating can be established. Accordingly, the selection criteria may include whether the shipwrecks have unique pieces or reflect the construction technology of a period, or they can provide comparative information to exhibited shipwrecks, or they are representative of the period due to the fact that majority of them is intact, or the presence of elements, although limited in number, uncovered in other shipwrecks. Since many of the Yenikapı shipwrecks have survived by preserving their shape and size, it would be appropriate to exhibit them according to their original hull forms and shape them during drying. However, degradation analyzes show that some timbers are in such a condition that they are not ready to undergo a long process of reconstruction and mould production. Plans should be made to shape the wooden elements of these shipwrecks after conservation, join them in accordance with the original form of the hull without being molded, or display them *in situ*. Wooden elements with many cracks or in evident fragments, although previously not molded, may be suitable for reassembly according to reconstruction to a certain degree. The broken parts of these shipwreck can be joined using a support system developed according to its original form and displayed. Therefore prospective expansive assessments must be made among available options. Therefore, comprehensive prospective analyses should be carried out among alternative options.

When required, different elements of the same shipwreck were treated with melamine formaldehyde and PEG. Both methods are robust in dimensional stabilization of wood. However, use of two different chemicals on the elements of the same shipwreck will lead to discoloration, different structural strength and different weight in the display. In melamine formaldehyde method, cracks, extreme discoloration and blanching of the natural color were observed on the timbers of the shipwreck.⁷⁵

75 KILIÇ 2017c, 146

75 KILIÇ 2017c, 146

Sergilenen batıklarda elemanlar arasındaki renk uyumu pigment uygulamalarıyla sağlanmaktadır. Bununla birlikte, birbirinden farklı özelliklerdeki iki kimyasal ile konservasyonu yapılmış bir batığın yeniden kurulumuna, destek malzemelerinin seçimine ve sergi ortamının oluşturulmasına dikkatli yaklaşılmalıdır. Bu batıkların yeniden kurulumu sırasında, iki malzemenin etkileşime girme olasılığına karşı, PEG ve melamin formaldehit ile işlem görmüş ahşapların arasına ayırıcı bir malzeme yerleştirilmelidir. Melamin formaldehit ile işlem görmüş ahşap elemanlar gereğinden fazla hafiflemektedir.⁷⁶

Yeniden kurulumda elemanların yerleşiminde ve destek sistemlerinin oluşturulmasında ahşaplardaki ağırlık farkı göz önünde bulundurulmalıdır. Destek ve taşıyıcı konstrüksiyon için, melamin formaldehitli ahşaplarda önemli olmayan demir kullanımı PEG için korozif etkiye sahiptir. Melamin formaldehit, bağıl nem, sıcaklık ve ışık değerleri açısından PEG'e göre daha esnek şartlara sahiptir. Bununla birlikte iki materyal için de direk güneş ışığı zarar verici etkindir. 18-20°C sıcaklık ve %45 ile %55 bağıl nem değerleri iki yöntemde korunan ahşaplar için de uygundur. Melamin formaldehit çözeltisi içerisinde bulunan ve insan sağlığı için son derece zararlı olan formaldehitin ahşaplardan buharlaşması ziyaretçiler ve müze çalışanları için tehdit oluşturmaktadır. Buna uygun havalandırma ve önlemler tasarlanmalıdır. Konservasyonu tek bir kimyasal ile gerçekleştirilen batıkların farklı salonlarda sergilenmesi de tercih edilebilir.

Yenikapı batıkları için özel bir müze binası inşa edildiği takdirde, batıkların sergisine hangi oranda yer verileceği ya da tüm batıkların sergilenebilmesi için gerekli mali kaynağın olup olmayacağını bugünden öngörmek zordur. Ancak, batıkların tümünün bir arada sergilenmesinin, sayıları ve boyutları nedeniyle mekansal tasarımı zorlayacağını söylemek mümkündür. Yenikapı batıklarının farklı müzelerde sergilenmesi kamuda bilgi ve ilginin yaygınlaştırılması için kabul edilebilir bir yaklaşım olacaktır.

The color harmony between wooden elements of the shipwrecks on display is achieved by use of pigments. On the other hand, attention should be paid to reassembly of a shipwreck that underwent conservation with two chemicals of different characteristics, selection of support material, and exhibition setting. During reassembly of these shipwrecks, a separating material should be placed between the timbers treated with PEG and melamine formaldehyde to avoid any potential interaction between the two materials. The weight of timbers treated with melamine formaldehyde is overly reduced.⁷⁶ During reassembly, the difference in weight of the timbers should be taken into account while placing the elements and building the support systems. The use of non-essential iron in timbers treated with melamine formaldehyde for the support and carrier system has a corrosive effect for PEG. Melamine formaldehyde has more flexible conditions than PEG in terms of relative humidity, temperature and light values. However, direct sunlight is a damaging factor for both materials. For timbers conserved by both methods, a temperature of 18-20 °C and a relative humidity of 45% to 55% are suitable. Melamine formaldehyde solution contains formaldehyde, which is extremely harmful to human health and evaporation of this substance from wood poses a threat to visitors and museum staff. Proper ventilation should be provided and necessary measures should be planned. It is also possible to prefer to exhibit shipwrecks, which are conserved using only one chemical in different halls.

If a special museum building is built for the Yenikapı shipwrecks, it is difficult to predict the area that will be designated for exhibition of the shipwrecks or whether the necessary financial resources will be available for displaying all shipwrecks. However, it is possible to say that exhibiting all of them together will be challenging in terms of spatial design due to the number and size of the shipwrecks. Exhibiting Yenikapı shipwrecks in different museums would be a reasonable approach to disseminate knowledge and interest in the public.

76 HOFFMANN-WITKÖPPER 1999

76 HOFFMANN-WITKÖPPER 1999

YK12, gövdesinin yaklaşık %70'i korunmuş, döneminin yapım teknolojisinin pek çok detayını yansıtan, restitüsyon ve rekonstrüksiyonu çalışılmış bir batıktır. Tam ölçekli yüzebilen replikası yapılmıştır. İÜ Yenikapı Batıkları Projesi kapsamında restitüsyonu çalışılmakta olan, yapım teknolojisi ve korunmuş olan elemanları bakımından YK12 ile karşılaştırma imkânı yaratan ticaret gemisi YK20⁷⁷ ve Theodosius limanında tamamen farklı bir görev için bulunan YK16 kadirgası⁷⁸ ile birlikte sergilenmesi limanın ve buradaki arkeolojik çalışmaların kapsamının anlatılması açısından benzersiz bir örnek teşkil edecektir (Fig. 14).

Batık içinden çıkan buluntuların batık yakınında vitrinlerde sergilenmesi, yükü ve buluntularının orijinali ya da imitasyonlarının batığın içinde sergilenmesi; batık ile ilgili modellerin sergileri; çıkarılan ahşap çiviler gibi yeniden kurulumda kullanılamayan batığa ait parçaların sergileri; batığın tarihsel geçmişi, keşfi, kazı çalışmaları ve konservasyon hikayeleri; rekonstrüksiyon çizimleri; hologramlarla gemi içindeki hayatın ya da seyir macerası canlandırmalar gibi sergiyi destekleyen etkileyici çalışmalar bulunmaktadır.⁷⁹

YK12'nin sergisi sırasında mekânın durumuna ve mali imkânlarla göre benzeri tasarımların geliştirilmesi beklenmektedir.

YK12 is a shipwreck with an approximately 70% of the hull preserved, reflecting many details of the shipbuilding technology of its period. Its restitution and reconstruction have been studied. A full-scale sailing replica was built. Its exhibition together with the YK20 merchantman⁷⁷, whose restitution is being studied within the scope of the IU Yenikapı Shipwrecks Project, providing the opportunity to compare it with YK12 in terms of construction technology and preserved elements, and the galley YK16⁷⁸, which was in the Theodosian harbour for a completely different mission, will set a unique example in terms of describing the scope of the harbour and the archaeological studies here (Fig. 14).

There are impressive works supporting the exhibition such as displaying the finds from the shipwreck near the shipwreck in showcases, displaying the original or imitations of the cargo and finds in the shipwreck; exhibitions of models related to shipwreck; exhibitions of shipwreck items that cannot be used during reassembly such as removed treenails; historical background, discovery, excavation and conservation stories of the shipwreck; reconstruction drawings; animations of life or cruise adventure on board with holograms.⁷⁹ During the exhibition of YK12, it is expected that similar designs will be developed according to the condition of the space and financial possibilities.

77 GÜLER 2017

78 KOCABAŞ-ÖZSAİT KOCABAŞ 2021

79 COHEN 1999; DE VIVO 2017; HOCKER 2011; RYAN 2020

77 GÜLER 2017

78 KOCABAŞ-ÖZSAİT KOCABAŞ 2021

79 COHEN 1999; DE VIVO 2017; HOCKER 2011; RYAN 2020

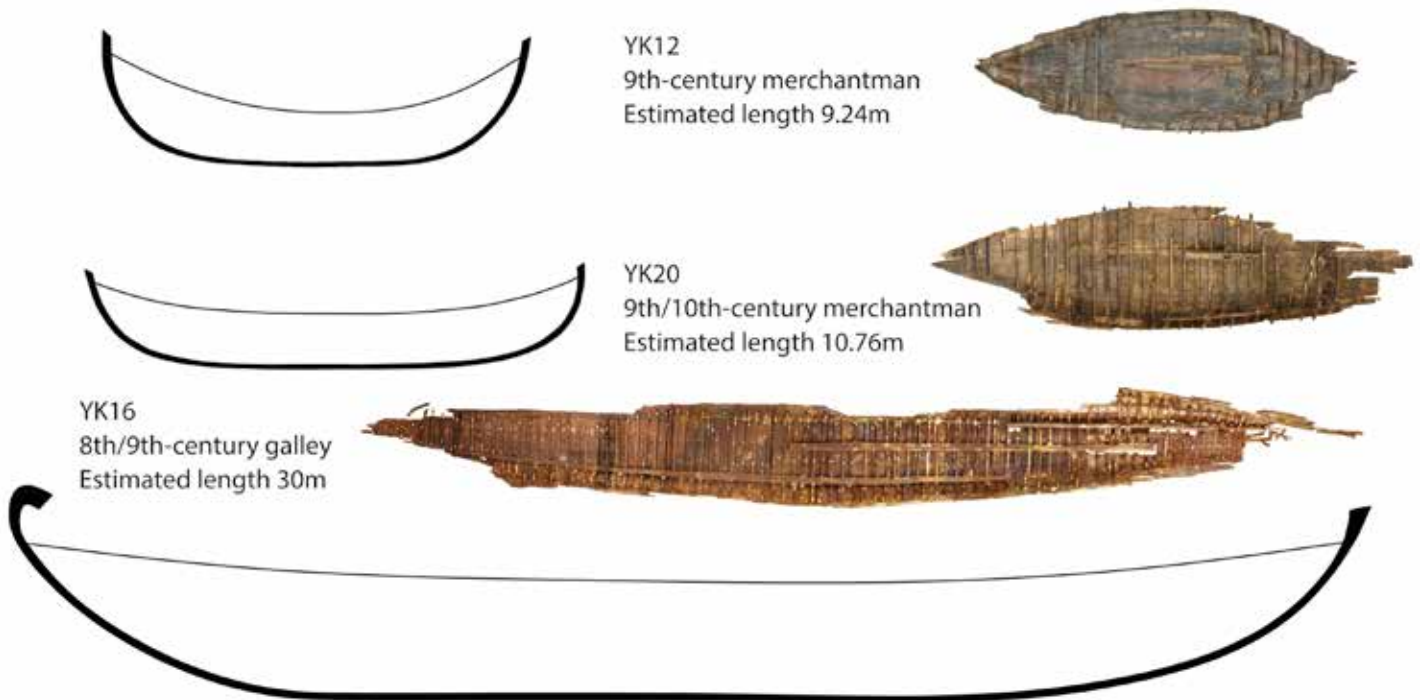


Fig. 14: YK12, YK20 ve YK16'nin görsel birlikteliği. (I. Özsaıt Kocabaş, Ç. Şanlıgençler)

Fig. 14: Visual presentation of YK12, YK20 and YK16 together. (I. Özsaıt Kocabaş, Ç. Şanlıgençler)

Bir batık kalıntısı, kendisi ve yükleri gibi somut ve döneminin teknolojisi, el işçiliği, geleneği, kültürü gibi somut olmayan kültür mirasını bizlere bir arada ulaştırır. Bu eserlerin korunmasındaki sürdürülebilirlik kavramı da bu açıdan değerlendirilmelidir. Arkeolojik kalıntı kadar, inşa edildiği dönemini yansıttığı ve inceleme ve araştırmalar sonucu ulaşılan bilginin ve dönem kültürünün, denizcilik tarihi, gemi inşa teknikleri, gemi güvertesindeki yaşam, dönemin deniz ticareti hakkında ulaşılan bilgilerin yayınlaştırılması, geniş kitlelere ulaştırılması, tanıtılması da serginin sorumluluğu içinde ele alınmalıdır. Bu nedenle, batık gövdeleri sergilenirken aynı zamanda ulaşılan bilginin de ziyaretçilere aktarılması için yaratıcı çabalar gösterilmeli ve bu sergilerin farklı şehirlerdeki müzelerde gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır. Bu yaklaşımda, gezici sergiler düşünülebileceği gibi, seçilen orijinal batık gruplarının farklı müzelerin kalıcı sergisine dâhil edilmesi de değerlendirilebilir. Şüphesiz, Yenikapı Kazılarının yapıldığı alanda kurulacak olan müze bunların içinde en kapsamlısı olmalıdır. Ancak bu müze binası inşa edilene kadar, konservasyonu bitmiş olan batıkların diğer müzelerin sergilerinde yer almaya başlaması, depolama sorununu çözecek, emdirme tankında bekleme süresini azaltacak; konservasyon sürecini kısaltarak batık elemanlarının korunmasına katkı sağlayacaktır. İÜ Yenikapı Batıkları ekibi, bu konudaki projelerin hazırlanması amacıyla araştırmalarını sürdürmektedir.

KATKI BELİRTME

I would like to extend my sincere thanks to the Istanbul Archaeological Museums, to directors Rahmi Asal, Zeynep Kızıltan and Dr. İsmail Karamut; to the Istanbul University Yenikapı Shipwrecks Project team, particularly to the project chairman, Professor Ufuk Kocabaş; to Professor Abdi Kükner, Professor Ünal Akkemik, Doç. Dr. Namık Kılıç, Dr. Öğr. Üyesi Evren Türkmenoğlu, Dr. Öğr. Üyesi Gökçe Kılıç, Dr. Taner Güler, Lecturer Ramazan Yılmaz, Can Ciner, Aysegül Çetiner-Dinçer, Erkan Baloğlu, Çağlar Çakır, Gökçe Turan Teker, Ebru Ertuğrul-Kocaçınar, Gökçe Eğin, İlker Kızılcay, Fırat Buzlu, Deniz Öztekin-Eke, Mehmet Sağır, Hilal Güler, Çisil Şanlıgençler, Serhat Keskin, Hakan Kahraman; to RMK Marine Shipyard team; The Yenikapı Shipwrecks Project was supported by the Istanbul University Scientific Research Projects Unit (Project no: 2294, 3907, 7381, 12765).

A shipwreck delivers us the intangible cultural heritage such as the technology, handicraft, tradition and culture of the period that it conveyed to us, as tangible cultural heritage as itself and its loads. The concept of sustainability in the preservation of these remains should also be evaluated in this respect. Publishing, disseminating and promoting the information and the culture of the period, the history of maritime, shipbuilding techniques, life on board, and the maritime trade of the period, as well as the archeological remains, should be handled within the responsibility of the exhibition. For this reason, creative efforts should be made to convey the information obtained to the visitors while exhibiting the hulls of shipwrecks, and these exhibitions should be held in museums in different cities. This approach can also embrace traveling exhibitions as well as including the selected original shipwreck-groups in the permanent exhibitions of different museums. Undoubtedly, the museum to be established in the area where the Yenikapı Excavations are carried out should be the most comprehensive of these museums. However, until construction of this museum, displaying the shipwrecks, whose conservation are finished, in the exhibitions of other museums will eliminate the storage problem and reduce the waiting time in the impregnation tank; it will contribute to preservation of the elements of the shipwrecks by shortening the conservation process. İU Yenikapı Shipwrecks team continues their research to prepare projects on this subject.

CONTRIBUTIONS

I would like to extend my sincere thanks to the Istanbul Archaeological Museums, to directors Rahmi Asal, Zeynep Kızıltan and Dr. İsmail Karamut; to the Istanbul University Yenikapı Shipwrecks Project team, particularly to the project chairman, Professor Ufuk Kocabaş; to Professor Abdi Kükner, Professor Ünal Akkemik, Doç. Dr. Namık Kılıç, Dr. Öğr. Üyesi Evren Türkmenoğlu, Dr. Öğr. Üyesi Gökçe Kılıç, Dr. Taner Güler, Lecturer Ramazan Yılmaz, Can Ciner, Aysegül Çetiner-Dinçer, Erkan Baloğlu, Çağlar Çakır, Gökçe Turan Teker, Ebru Ertuğrul-Kocaçınar, Gökçe Eğin, İlker Kızılcay, Fırat Buzlu, Deniz Öztekin-Eke, Mehmet Sağır, Hilal Güler, Çisil Şanlıgençler, Serhat Keskin, Hakan Kahraman; to RMK Marine Shipyard team; The Yenikapı Shipwrecks Project was supported by the Istanbul University Scientific Research Projects Unit (Project no: 2294, 3907, 7381, 12765).

KAYNAKÇA-BIBLIOGRAPHY

- BASS-VAN DOORNINCK 2004 Bass, G.F., van Doorninck, F.H., “Discovery, Excavation and Conservation”, in G.F Bass, S. Matthews, J.R. Steffy, F.H. van Doorninck Jr. (eds), *Serçe Limani, An Eleventh-Century Shipwreck: The Ship and Its Anchorage, Crew and Passengers*, Vol. 1, 2004, 53-70, College Station.
- BERNARD MAUGIRON *et al.* 2007 Bernard Maugiron, H., Boumlil, N., Hiron, X., “Restaurateur: Un Métier, Une Passion”, in ARC-Nucléart (ed.), *Sauvé Des Eaux. Le Patrimoine Archéologique En Bois - Histories De Fouilles Et De Restaurations*, 2007, 185-203.
- BOJESEN KOEFOED-STIEF 2003 Bojesen Koefoed, I.M., Stief, M., “Initial Conservation and Mounting”, in O.Crumlin-Pedersen, A. Trakadas (eds), *Hjortspring, A Pre-Roman Iron-Age Warship in Context*, 2003, 37-43, Roskilde.
- BOJESEN KOEFOED *et al.* 2003 Bojesen Koefoed, I.M., Stief, M., Sørensen, J.N., “New Conservation and Display”, in O.Crumlin-Pedersen, A. Trakadas (eds), *Hjortspring, A Pre-Roman Iron-Age Warship in Context*, 2003, 44-53, Roskilde.
- CHRISTENSEN 1973 Christensen, A.E., “Some Thoughts on Boats As Museum Objects” *International Journal of Nautical Archaeology* 2.2, 1973, 345-354.
- CLARK 2008 Clark, P., “One step at a time: The Dover Bronze Age boat experimental research programme”, in M.J. Springmann and H Wernicke (eds), *Historical Boat and Ship Replicas: Conference-Proceedings on the Scientific Perspectives and the Limits of Boat and Ship Replicas, Torgelow 2007*, 2008, 29-38.
- CLARK *et al.* 2004 Clark, P., Corke, B., Waterman, C., “Reassembly and Display”, in P. Clark (ed.), *The Dover Bronze Age Boat*, 2004, 290-304, London.
- COHEN 1999 Cohen, O., “The Kinneret Boat: Conservation And Exhibition”, *Proceedings of the 7th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Grenoble, 1998*, 1999, 182-183.
- CRUMLIN PEDERSEN 2002a Crumlin Pedersen, O., “Restoration”, in O. Crumlin-Pedersen and O. Olsen (eds), *Ships and Boats of the North, Vol.4.1, The Skuldelev Ships I*, 2002, 87-95, Roskilde.
- CRUMLIN PEDERSEN *et al.* 1997 Crumlin Pedersen, O., Hirte, C., Jensen, K., Möller Wiering, S., *Viking-Age Ships and Shipbuilding in Hedeby / Haithabu and Schleswig*, Schleswig & Roskilde 1997.
- CVIKEL 2020 Cvikel, D., “Ma’agan Mikhael Gemisinin Kazısı ve Konservasyonu / Excavation and Conservation of the Ma’agan Mikhael Ship”, in M. Bezdan and U. Koca-baş (eds), *TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi / Maritime Archaeology Periodical* 13, 2020, 100-117.
- DE VIVO 2017 De Vivo, C., “The case of the Arles Rhône 3 Project: an example of underwater heritage communication”, *Archeostorie. Journal of Public Archaeology* 1, 2017, 119-133.
- ELLINGSEN *et al.* 2019 Ellingsen, S., Noren Cosgriff, K., Brekke, A., Vedholm, K., Langford, J., “Protection of Ancient Viking Ships from Vibrations Caused by Groundwork” *Inter Noise 19, The 48th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, 16-19 June 2019*, 2019, 850-859, Madrid.
- EVGENIDOU 1997 Evgenidou, D., “Byzantine Shipbuilding”, in D. Zafiropoulou (ed.), *Journeys on the Seas of Byzantium*, 1997, 32-39, Athens.

- GØTHCHE-STRÆTKVERN 2017 Gøthche, M., Strætkvern, K., “The Roskilde 6 Ship (Denmark). Reconstructing the Longest Warship Find of the Viking Age”, in J. Gawronski, A. van Holk, J. Schokkenbroek (eds), *Ships And Maritime Landscapes. Proceeding of the 13th Symposium on Boat and Ship Archaeology, Amsterdam 2012*, 2017, 394-397, Eelde.
- GØTHCHE *et al.* 2016 Gøthche, M., Hjelm Petersen, A., Strætkvern, K., “Reconstructing Roskilde 6 for Display: The Longest Warship from the Viking Age” in T. Grant and C. Cook (eds), *Proceedings of the 12th ICOM-CC Working Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference 2013*, 2016, 374-397, İstanbul.
- GÜLER 2017 Güler, T., “Construction Technique of theYenikapı 20 Shipwreck, Found in the Harbour of Theodosius” (İstanbul, Turkey), in J. Gawronski, A. van Holk and J. Schokkenbroek (eds), *Ships And Maritime Landscapes: Proceeding of the Thirteenth International Symposium on Boat and Ship Archaeology Amsterdam 2012*, 2017, 280–282. Amsterdam.
- GÜNSENİN-RIETH 2012 Günsenin, N. and Rieth, E., “Un Graffito de Bateau `a Voile Latine Sur Une Amphore (IXe s. ap. J.-C.) du Portus Theodosiacus (Yenikapı)”, *Anatolia Antiqua* 20.1, 2012, 157–164.
- HOCKER 2020 Hocker, E., “Kimyasal ve Fiziksel Dayanıklılığa Doğru: İsveç Savaş Gemisi Vasa’nın Koruma ve Araştırma Çalışmalarına Dair Bir Özet / Towards Chemical and Physical Stability: A Summary of the Preservation and Research on the Swedish Warship, Vasa”, in M. Bezdan and U. Kocabaş (eds), *TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi/Maritime Archaeology Periodical* 13, 2020, 14-47.
- HOCKER 2010 Hocker, E., “Maintaining a Stable Environment: Vasa’s New Climate-Control System”, *Apt Bulletin: Journal of Preservation Technology* 41.2-3, 2010, 3-9.
- HOCKER *et al.* 2012 Hocker, E., Almkvist, G., Sahlstedt, M., “The Vasa Experience with Polyethylen Glycol: A Conservator’s Perspective”, *Journal of Cultural Heritage* 13.3S, 2012, 175-182.
- HOCKER 2011 Hocker, F., *Vasa A Swedish Warship*, Sweden 2011.
- HOFFMANN-WITKÖPPER 1999 Hoffmann P., Wittköpper, M., “The Kauramin Method for Stabilizing Waterlogged Wood”, Ed. C. Bonnot-Dicconne, X. Hiron, P. Hoffmann, *Proceedings of the 7.th ICOM-CC Working Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, 1998*, 1999, 163-166, Grenoble,
- JENSEN *et al.* 2009 Jensen, P., Strætkvern, K., Schnell, U., Bruun Jensen, J., “Technical Spesifications for Equipment Vacuum Freeze Drying of PEG Impregnated Waterlogged Organic Materials”, in K. Strætkvern and D.J. Huisman, *Proceedings of the 10th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference 2007*, 2009, 417-438, Amsterdam.
- JENSEN *et al.* 2002 Jensen, P., Hjelm Petersen, A., Strætkvern, K., “Conservation, Restoration and Display”, in O. Crumlin-Pedersen and O. Olsen (eds), *Ships and Boats of the North, Vol.4.1, The Skuldelev Ships I*, 2002, 70-81, Roskilde.
- JENSSEN-PEARSON 1987 Jenssen, V., and Pearson, C., “ Environmental Consideration for Storage and Display of Marine Finds”, in C. Pearson (ed.), *Conservation of Marine Archaeological Objects*, 1987, 268-270, London.
- KAHANOV 2011 Kahanov, Y., “Ship Reconstruction, Documentation and In situ Recording”, in A. Catsambis, B. Ford, D.L. Hamilton (eds), *The Oxford Handbook of Maritime Archaeology*, 2011, 161–181, Oxford.
- KATZEV 1981 Katzev, M., “The Reconstruction of the Kyrenia Ship 1972-1975”, *National Geographic Society Research Reports* 13, 1981, 315-328.

- KILIÇ 2020 Kılıç, A.G., “Suya Doymuş Ahşap Konservasyonunda Sülfür Sorunu / Sulfur Problem in the Conservation of Waterlogged Wood”, in M. Bezdán and U. Kocabaş (eds), *TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi/Maritime Archaeology Periodical* 13, 2020, 133-146.
- KILIÇ 2017a Kılıç, A.G., *Yenikapı Batıklarında Sülfür ve Demir Analizi, Dağılımı ve Ahşaplardan Uzaklaştırılması*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2017.
- KILIÇ 2017b Kılıç, N., *Yenikapı Batıklarının Korunmasında Polietilen Glikol Ön Emdirmesi-Vakumlu Dondurarak Kurutma Yönteminin Değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2017.
- KILIÇ 2017c Kılıç, N., “YK3 Batığına Ait İleri Derecede Bozulmuş Bir Grup Suya Dolmuş Ahşabın Konservasyonu”, *Art-Sanat* 8, 2107, 139-151.
- KIZILTAN 2007 Kızıltan, Z., “Marmaray Project and the 8000 years of Istanbul, Brought to Daylight”, in A. Karamani-Pekin and S. Kangal (eds), *Istanbul: 8000 Years, Brought to Daylight. Marmaray, Metro and Sultanahmet Excavations*, 2007, 18–21, Istanbul.
- KOCABAŞ 2017 “Yenikapı Byzantine Shipwrecks, İstanbul-Turkey”, in G. Arun (ed.), *4th International Conference on Structural Health Assessment of Timber Structures, 20-22 September 2017, Proceedings of the International Conference*, 2017, 269-280, İstanbul.
- KOCABAŞ 2015a Kocabaş, U., “The Yenikapı Byzantine-Era Shipwrecks, Istanbul, Turkey: A Preliminary Report and Inventory of the 27 Wrecks Studied by Istanbul University”, *The International Journal of Nautical Archaeology*, 44.1, 2015, 1–35.
- KOCABAŞ 2015b Kocabaş, U., *Geçmişe Açılan Kapı: Yenikapı Batıkları*, İstanbul 2015.
- KOCABAŞ 2010 Kocabaş, U., “İstanbul Üniversitesi Yenikapı Batıkları Projesi: Gemiler / Istanbul University Yenikapı Shipwrecks Project: The Ships”, in U. Kocabaş (ed.), *İstanbul Arkeoloji Müzeleri I. Marmaray-Metro Kurtarma Kazıları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 5-6 Mayıs 2008 / *Istanbul Archaeological Museums Proceeding of the 1st Symposium on Marmaray-Metro Salvage Excavations 5th-6th May 2008*, 2010, 23-33, İstanbul
- KOCABAŞ 2008 Kocabaş, U., “Theodosius Limanı’nda Hayat, Batıklar ve Hızlı Bir Gömülme / Life at the Theodosian Harbour, Wrecks and a Rapid Silting”, in U. Kocabaş (ed.), *Yenikapı Shipwrecks Vol.1. The Old Ships of the New Gate 1/ Yenikapı Batıkları Cilt 1. Yenikapı’nın Eski Gemileri 1*, 2008, 23-36, İstanbul.
- KOCABAŞ-ÖZSAİT KOCABAŞ 2021 Kocabaş, U. and Özsait-Kocabaş, I., “Hull Characteristics of the Galley Yenikapı 16”, *Open Sea, Closed Sea, Local Traditions and Inter-Regional Traditions in Shipbuilding. Proceedings of the 15th Symposium on Boat and Ship Archaeology, Marseilles, 22-27 October 2018*, 2021 (Baskı aşamasında), İstanbul.
- KOCABAŞ-ÖZSAİT KOCABAŞ 2013 Kocabaş, U. and Özsait-Kocabaş, I., “A New Milestone in Ship Archaeology: The Yenikapı Shipwrecks Project”, in Z. Kızıltan (ed.), *Stories from the Hidden Harbor Shipwrecks of Yenikapı*, 2013, 35–46, İstanbul.
- KOCABAŞ et al. 2012 Kocabaş, U., Özsait-Kocabaş, I., Kılıç, N., “The Yenikapı Shipwrecks: Dismantling Methods and First Step to Conservation”, Ed. K. Strætkvern, E. Williams, *Proceedings of the 11th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference*, 2012, 303-312, Greenville.

- KOCABAS-YILMAZ 2008 Kocabaş, U. and Yılmaz, R., “Dismantling of the Vessel Members”, in U. Kocabas, (ed.), *The ‘Old Ships’ of the ‘New Gate’ I, Yenikapı Shipwrecks, Vol. I / Yenikapı’nın Eski Gemileri 1, Yenikapı Batıkları Cilt I*, 2008, 73–95, İstanbul.
- MATTHEWS 2004 Matthews, S. D., “Hull Reassembly”, in G.F.Bass, S.D.Matthews, J.R.Steffy, F.H.van Doorninck, Jr. (eds), *Serçe Limanı, An Eleventh-Century Shipwreck: The Ship and Its Anchorage, Crew an Passengers, Vol. 1*, 2004, 126-144, College Station, TX.
- ÖZCAN-ÇAĞLAR 2020 Özcan, U. ve Çağlar, H., “Müzede Aydınlatmanın Kullanıcı ve Eserler Açısından Değerlendirilmesi”, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* 18, 2020, 645-655.
- ÖZDEN *et al.* 2012 ÖZDEN, Ö., N. KILIÇ, ÖZSAİT-KOCABAŞ, I., KILIÇ, A.G., “Chemical Characterisation of Waterlogged Woods in Yenikapı 12 by FT-IR Analyzes”, *Chemistry for Cultural Heritage, Türkiye*, 9-12 July 2012, 2012, İstanbul.
- ÖZSAİT KOCABAŞ 2018 “The Yenikapı 12 Shipwreck, a 9th-Century Merchantman from the Theodosian Harbour in İstanbul, Turkey: construction and reconstruction”, *International Journal of Nautical Archaeology*, 47.2, 2018, 357-390.
- ÖZSAİT KOCABAŞ 2016 Özsaıt Kocabaş, I., “Bin Yıllık Bekleyişin Ardından Yeniden Denizlerde Yenikapı 12-Limanı İstanbul / Back to the Sea after One Thousand Years of Waiting Yenikapı 12 Port of Registry İstanbul”, in M. Bezdan (ed), *TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi / Maritime Archaeology Periodical* 5, 2016, 10-39.
- ÖZSAİT KOCABAŞ 2013 Özsaıt Kocabaş, I., “The Centuries Long Voyage of Ship Yenikapı 12”, in Z. Kızıltan (ed.), *Stories from the Hidden Harbor Shipwrecks of Yenikapı*, 2013, 47–55, İstanbul.
- ÖZSAİT KOCABAŞ 2009 Özsaıt Kocabaş, I., “Hull Characteristics of the Yenikapı 12 Shipwreck”, in N. Günsenin (ed.), *Between Continents. Proceeding of the Twelfth Symposium on Boat and Ship Archaeology, İstanbul 2009*, 2012, 115–120, İstanbul.
- ÖZSAİT KOCABAŞ 2008 Özsaıt Kocabaş, I., “Documentation: Reading the Timber / Belgeleme: Ahşabı Okumak”, in U. Kocabas, (ed.) *The ‘Old Ships’ of the ‘New Gate’ I, Yenikapı Shipwrecks, Vol. I / Yenikapı’nın Eski Gemileri 1, Yenikapı Batıkları Cilt I*, 2008, 37-72, İstanbul.
- ÖZSAİT KOCABAŞ-KOCABAŞ 2008 Özsaıt-Kocabaş, I. and Kocabaş, U., “V. Technological and Constructional Features of Yenikapı Shipwrecks: A Preliminary Evaluation / V. Yenikapı Batıklarında Teknoloji ve Konstrüksiyon Özellikleri: Bir Ön Değerlendirme”, in U. Kocabas, (ed.) *The ‘Old Ships’ of the ‘New Gate’ I, Yenikapı Shipwrecks, Vol. I / Yenikapı’nın Eski Gemileri 1, Yenikapı Batıkları Cilt I*, 2008, 97–186, İstanbul.
- PETERSEN-STRÆTKVERN 2020 Petersen, A.H., Strætkvern K., “Atalarımızın Omuzlarında Yükselmek-Bir Altyapı ve Bakış Açısı. Danimarka’da Suya Doymuş Arkeolojik Gemi Batıklarının Konservasyonu Çalışmalarıyla Geçen Elli Yıl / Standing On The Shoulders of Our Predecessors- A Base and A Viewpoint. Fifty Years of Working with Conservation of Waterlogged Archaeological Shipwrecks in Denmark”, in M. Bezdan and U. Kocabaş (eds), *TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi / Maritime Archaeology Periodical* 13, 2020, 48-70.
- POMEY 2014 “Les Épaves Grecques Archaïques de Marseille”, *Dossiers d’Archéologie* 364, 2014, 34-41.
- PRYOR 2004 Pryor, J.H., *Akdeniz’de Coğrafya, Teknoloji ve Savaş Araplar, Bizanslılar, Batılılar ve Türkler*, İstanbul 2004.

- PULAK *et al.* 2015 Pulak, C., Ingram, R., Jones, M.R., “Eight Byzantine Shipwrecks from the Theodosian Harbour Excavations at Yenikapı in Istanbul, Turkey: an introduction”, *International Journal of Nautical Archaeology*, 44.1, 2015, 39-73.
- RYAN 2020 Ryan, M., “The Mary Rose Museum” in M. O’Neill, J. Sandahl, M. Mouliou (eds), *Revisiting Museums of Influence: Four Decades of Innovation and Public Quality in European Museums*, 2020, London.
- STEFFY 1994 Steffy, J.R., *Wooden Shipbuilding and The Interpretation of Shipwrecks*, College Station, TX 1994.
- STRÆTKVERN *et al.* 2016 Strætkvern, K., Bojesen Koefoed, I., Bruun Jensen, J., Moesgaard, A., Hjelm Petersen, A., Pocupčić, N., “A Short Story of the Viking Long Ship Roskilde 6 –Conservation for Exhibition and Travel”, in T. Grant and C. Cook (eds), *Proceedings of the 12th ICOM-CC Working Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference 2013*, 2016, 377-383, İstanbul.
- STRÆTKVERN *et al.* 2009 Strætkvern, K., Hjelm Petersen, A., Sørensen, J.N., Jørgensen, E., “Successful Shaping or Destructive Devices? Freeze-drying of Ship Timbers In Moulds and Frames”, in K. Strætkvern and D.J. Huisman, *Proceedings of the 10th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference 2007*, 2009, 439-454, Amsterdam.
- ŞENER-YENER 2007 Şener, F., Yener, A., 2007, “Müzelerde aydınlatma kriterleri ve İstanbul Deniz Müzesi Örneği”, 4. *Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*, 13-15 Aralık 2007, İzmir, 2007, 153-161.
- VANGSTAD *et al.* 2020 Vangstad, H., Falck, T., Hovdan, M., Thome, P., “Oslo Limanı’ndaki 16. Yüzyıla Ait Gemi Batıkları. Konservasyon, Rekonstrüksiyon ve Sergileme Süreçleri Sırasında Yaşanan Güçlükler ve Yapılan Seçimler / The 16th Century Shipwrecks from Oslo Harbour. Challenges and Choices during the Process of Conservation, Reconstruction and Exhibition, in M. Bezdan and U. Kocabaş (eds.), *TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi / Maritime Archaeology Periodical* 13, 2020, 71-99.
- VANGSTAD 2012 Vangstad, H., “Development of an Adaptive Method for the Rescue of 15 Shipwrecks from a Construction Site in Oslo Harbour: Need for Speed”, in N. Günsenin (ed.), *Between Continents. Proceeding of the Twelfth Symposium on Boat and Ship Archaeology, Istanbul 2009*, 2012, 305-311, İstanbul.
- WETHERALL *et al.* 2007 Wetherall, K.M., Moss, R.M., Jones, A.M., Smith, A.D., Skinner, T., Pickup, D.M., Goatham, S.W., Chadwick, A.V., Newport, R.J., “Sulfur and Iron Speciation in Recently Recovered Timbers of the Mary Rose Revealed via X-ray Absorption Spectroscopy”, *Journal of Archaeological Science* 35, 2007, 1317-1328.
- Eisenman Architects Eisenman Architects, Yenikapı Archaeological Museum and Archeo-Park, <https://eisenmanarchitects.com/Yenikapı-Archaeological-Museum-and-Archeo-park-2012-current>, 20.12.2020.
- Friends of Newport Ship Friends of Newport Ship, Getting Ready For Reassembly Friends of Newport Ship, <https://fonspr.wordpress.com/category/new-home>, 08.12.2020.
- Museum of Cultural History Museum of Cultural History, The New Museum of the Viking Age Norway’s New Global Attraction, <https://www.khm.uio.no/english/visit-us/viking-ship-museum/new-viking-age-museum/norways-new-world-attraction>, 25.12.2020.
- The Mary Rose Museum The Mary Rose Museum, <https://www.historicdockyard.co.uk/site-attractions/attractions/mary-rose>, 20.12.2020.

***BREMEN COG:
KONSERVASYON
TARİHÇESİ (1962-2019)***

***THE BREMEN COG:
CONSERVATION HISTORY (1962-2019)***





* Amandine COLSON

Anahtar kelimeler: Ahşap konservasyonu; gemi; müze; uzun-süreli koruma; pilot proje; 3 boyutlu deformasyon takibi

Keywords: Wood conservation; ship; museum; long-term preservation; pilot project; 3D deformation monitoring

ÖZET

1960'lı yıllarda Almanya'nın kuzeybatısında keşfedilen *Bremen Cog* (1380) 2000 yılında ziyarete açılmıştır. Gemi, proje boyunca katkı sağlayan birçok profesyonel sayesinde çıkarılmış, yeniden inşa edilmiş, konservasyon uygulaması yapılmış ve sergilenmeye başlamıştır. Müzelerdeki büyük ölçekli eserleri 3 boyutlu olarak izleme kapsamında Bremerhaven'daki Alman Denizcilik Müzesi'nde yürütülen bir doktora araştırma programının parçası olan *Bremen Cog* vaka çalışması, yeni tekniklerin ve protokollerin denenmesini içeren ana hedeften çok daha fazlasına dönüşmüş durumdadır. Halihazırda gemiyle ilgili birçok yayın bulunmaktadır; ancak hiçbirinde yapılan işlerle ilgili teknik açıdan ya da konservasyon açısından yapılan genel bir özet bulunmamaktadır. Teknenin keşfedilmesinin üzerinden neredeyse 60 yıl geçtikten sonra hazırlanan bu makalede teknenin konservasyon tarihçesi ve bu devasa projenin beraberinde getirdiği güçlükler özetlenmeye çalışılmıştır. Üç boyutlu deformasyon takibi konusunda konservasyonla ilgili son araştırma projesinden kısaca bahsedilecektir.

ABSTRACT

The Bremen Cog (1380) was discovered in Northwest Germany in the 1960s and presented to the public in 2000. It has been recovered, reconstructed, conserved, and displayed thanks to the work and passion of many professionals involved throughout the project. As part of a doctoral research project conducted at the German Maritime Museum in Bremerhaven on 3D monitoring of large objects in museums, the primary objective of the Bremen Cog case study was to test new techniques and protocols, but it became much more. Many publications on this ship exist, but none has given an overview of the work achieved from a technical or conservation point-of-view. Almost 60 years after the discovery of the Bremen Cog, this article humbly tries to summarize the conservation history and the challenges that such a mammoth project brings with it. The following is a brief description of this latest research project on 3D deformation monitoring in conservation.

*Amandine COLSON, Orcid ID: 0000-0001-6350-946X, Arkeolojik Eser Konservatörü, Almanya Bamberg Üniversitesi Miras Konservasyonu Bölümü, Miras Konservasyonunda Dijital Teknolojiler Bölümü Doktorant ve Araştırma Görevlisi

*Amandine COLSON, Orcid ID: 0000-0001-6350-946X, M.A. Conservator of Archaeological Objects PhD Candidate and Research Associate, Chair for Digital Technologies in Heritage Conservation, University of Bamberg (Germany)

GİRİŞ

Hangi alanda olursa olsun bazı projeler öncü olarak görülebilir. Bu örnekte söz konusu statüyü kazandıran kullanılan işlem değil, daha çok yapılan işin ölçeğidir. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra polietilen glikol ile yapılan çeşitli denemelerden çok iyi sonuçlar alınmıştır; ancak suya doymuş ahşabın korunması çok zordur ve bu dolgu malzemesini kullanarak bir geminin bütününe konservasyon uygulamak cesur bir karar olmuştur. Bu tür projeler yanında bir yığın lojistik güçlük ve ekibe dahil olan herkesin yüksek düzeyde sorumluluk üstlenmesini gerektirir, bu nedenle de onlarca yıl sürer.

Dünya Savaşı sonrası Avrupa'sında ve gelişen ekonomi koşullarında kıtanın her bir köşesinde yeni inşaat projeleri ortaya çıkmış, şehirler olağanüstü düzeyde büyümüştür. Bu durumdan yararlanan arkeolojide kültüre duyulan ilginin yüksek olması ve finansal durumun uygun olması nedeniyle büyük arkeolojik projeler başlatılmıştır. Gemi arkeolojisinde ve ahşap korunmasında bu döneme ait ses getiren birkaç keşiften bahsedilebilir: İsveç'te *Vasa* savaş gemisinin keşfi (1961), Danimarka'da *Skudelev* gemilerinin kazılması (1962) ve Almanya'da *Bremen Cog* gemisinin keşfi (1962). Bu üç proje benzerlikleri kadar farklılıklarıyla da birbiriyle bağlantılıdır.

Bremen Cog'un konservasyon öyküsü yaşamının 30 yılını bu gemiye ayıran Per Hoffmann tarafından yaptığı yayınlarda halihazırda dört aşamaya bölünmüş durumdadır. Bu makalede, yazarın doktora araştırmasının bir parçası olarak gemilerin müzelerde uzun-sürelili korunmasının getirdiği sorunlar, özellikle konservasyon-sonrası durumlar ele alınmaktadır.

INTRODUCTION

In every field some projects may be viewed as pioneers. In the present case, it is not the treatment used that gives this status, but the scale. After the Second World War, several tests using polyethylene glycol were conducted, but conserving waterlogged archaeological wood is exceptionally challenging and the decision to conserve an entire ship using that bulking agent was bold. Such a project brings with it a full range of logistical obstacles and requires a very high degree of commitment from the professionals involved over several decades.

Amid a flourishing economy in post-war Europe, new construction projects appeared on every corner, and cities expanded tremendously. Archaeology benefitted from this situation, and large archaeological projects were initiated, as the interest in cultural heritage was high and the financial situation favourable. In ship archaeology and wood conservation, a few sensational discoveries from this period can be mentioned: the recovery of *Warship Vasa* in Sweden (1961), the excavation of the *Skudelev* ships in Denmark (1962), and the discovery of the *Bremen Cog* in Germany (1962). These three projects have been compared for their similarities as well as their differences.

The conservation history of the *Bremen Cog* was divided into four phases in the publications of Per Hoffmann, who dedicated 30 years of his working life to the ship. Problems associated with long-term preservation of ships in museums play a central role in this article, in particular the question of what happens after conservation, a portion of the doctoral research of the author.

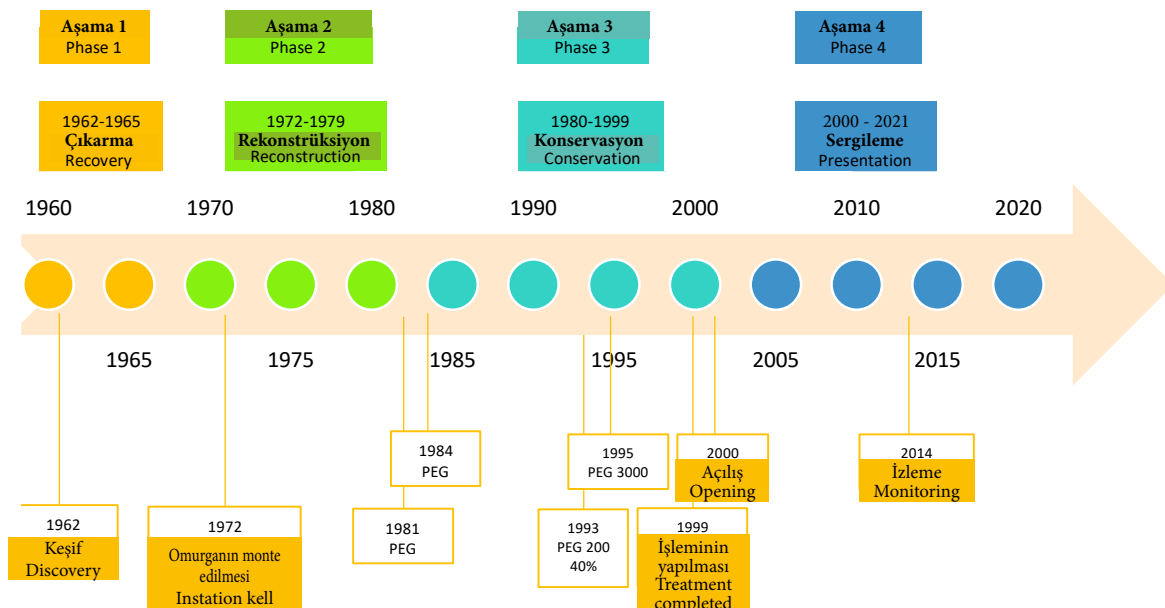


Fig. 1: Keşfinden sergilenmesine kadar geçen süreçte Bremen Cog.

Fig. 1: From discovery to presentation Bremen Cog.

1. KAZI VE REKONSTRÜKSİYON (AŞAMA 1 VE 2)

Bremen Cog, Bremen kentinin kuzeyinde Weser nehrinde 1962 yılında limanın genişletme çalışmaları sırasında “Europahafen” denilen bölgede tesadüfen keşfedilmiştir.¹ O zamana dek Kuzey Avrupa’daki ortaçağ gemilerinden yazılı kaynaklarda bahsedilmekle birlikte herhangi bir arkeolojik bulguya rastlanmamıştı; bu nedenle yapılan keşif büyük yankı uyandırmıştır.² Buna bağlı olarak *Bremen Cog* günümüzde denizcilik ve gemi arkeolojisinde önemli bir rol oynamaya devam etmektedir.³

Meşe ağacından inşa edilmiş gemi sancak tarafına yatmış vaziyete ele geçmiştir. Batığın üzerini örten sediment tabakasının kaldırılmaya başlamasıyla birlikte, iskele tarafına ait bazı gemi elemanları sular çekildiğinde ortaya çıkmaktaydı.⁴ Weser nehrindeki gelgitlerden kaynaklanan su seviyelerindeki değişimler nedeniyle tekne parçalanmaya başlamıştı; bu nedenle tekneyi sökerek kaldırma kararı alındı ve üç ayrı kazı kampanyası düzenlendi: 1) 1962 sonbaharında dalgıç destekli; 2) 1963 yazında dalgıç destekli; ve 3) 1965 yazında dalgıç çanı destekli.⁵ Teknenin ahşapları, 1963 yılından Bremerhaven’daki müzeye nakledilene kadar geçen yaklaşık dokuz yıllık sürede Bremen’de mantar önleyici bir kimyasal⁶ ile su tanklarında tutulmuştur.

Josef Bauch tarafından yapılan dendrokronoloji analizlerinde en son ağaç kesiminin 1378 olduğu saptanmış olup, geminin tahmini yapım yılının 1380 olduğu varsayılmıştır.⁷ Ağacın Bausch tarafından saptanan menşei, 2016 yılında Aoife Daly’nin yürüttüğü yeni bir örnekleme çalışmasında yeniden değerlendirilmiştir.⁸

Batığın nihai sergilenme yeri konusunda yapılan uzun tartışmaların yanı sıra yedi yıllık planlama sonrasında, buluntunun sergilenmesi için Bremen’e 70 km uzaklıkta Bremerhaven’da yeni kurulan Alman Denizcilik Müzesi seçilmiştir. Ocak 1972 tarihinde batığın rekonstrüksiyonuna Werner Lahn⁹ ve Hans-Walter Hoheisel’in gözetiminde başlanmıştır.¹⁰ Lahn’a göre yaklaşık 45 ton ahşabın bir araya getirilmesi gerekiyordu.¹¹

1 Avrupa’da bir liman

2 VON BRANDT 1968; HEINSIUS 1982

3 BELASUS 2017

4 FLIEDNER 1974

5 POHL-WEBER 1982

6 %1 Flurasil: Disodium hekzafluorosilikat ve çinko(II) klorür, mantar önleyici olarak kullanılan bir florin bileşiği, daha net ifade etmek gerekirse bir florosilikat veya silikoflorür (Unger vd., 2001, pp. 177–178)

7 LIESE - BAUCH 1965; BAUCH vd. 1967; KLEIN 2003

8 DALY 2017; BELASUS vd. 2018

9 Gemi yapımcısı

10 Gemi inşa mühendisi

11 LAHN 1985

1. RECOVERY AND RECONSTRUCTION (PHASE 1 AND 2)

The *Bremen Cog* was discovered incidentally in the river Weser, north of Bremen (northwest Germany) in 1962 during the extension of the harbour, the so-called “Europahafen.”¹ Up until that point, descriptions of medieval ships in northern Europe were known from written sources, but no archaeological evidence had been uncovered, which made the discovery a sensation.² For that reason, the *Bremen Cog* continues to play a central role in the story of maritime and ship archaeology today.³

The wooden ship made of oak was discovered lying on its starboard side. After the first sand was excavated, some elements of the port side could be seen at low tide.⁴ Due to water level fluctuations caused by the tides in the river Weser, the ship was beginning to fall apart, and the decision was taken to dismantle it. Three different excavation campaigns were conducted: 1) Autumn 1962 supported by divers; 2) Summer 1963 supported by divers; 3) and Summer 1965 with help of a diving bell.⁵ The ship timbers were stored in water tanks in Bremen with a fungicide⁶ from 1963 until transport to the Museum in Bremerhaven, almost nine years later.

Dendrochronological analyses run by Josef Bauch established that the last tree fell in 1378, giving a hypothetical construction date for the ship in 1380.⁷ The wood provenance established by Bauch has been reassessed through a new sampling campaign conducted in 2016 by Aoife Daly.⁸

After a long discussion about the final location in which to exhibit the ship, as well as seven years of planning, the newly founded German Maritime Museum in Bremerhaven, about 70 km from Bremen, was chosen to host the find. In January 1972, the ship’s reconstruction began under the supervision of Werner Lahn⁹ and Hans-Walter Hoheisel.¹⁰ According to Lahn, approximately 45 tonnes of wood had to be put together.¹¹

1 European harbour

2 VON BRANDT 1968; HEINSIUS 1982

3 BELASUS 2017

4 FLIEDNER 1974

5 POHL-WEBER 1982

6 1% Flurasil: Disodium hexafluorosilicate and zinc(II) chloride, a fluorine compound more precisely a fluorosilicate or silicofluoride used as fungicide (Unger et al., 2001, pp. 177–178).

7 LIESE - BAUCH 1965; BAUCH et al. 1967; KLEIN 2003

8 DALY 2017; BELASUS et al. 2018

9 Boatbuilder

10 Ship building engineer

11 LAHN 1985

Çalışma ekibi bu “Ortaçağ bulmacasını” yıllarca bulunduğu odada neredeyse %100 bağıl nem oranındaki zorlu çalışma koşulları altında yeniden inşa etmiştir. Sualtındaki zayıf görüş koşulları nedeniyle parçalar kazı sırasında etiketlenmediğinden, en zor kısmın sancak tarafının yapımının olduğu anlaşılmıştır. Öte yandan, ahşapların hepsi numaralandırıldığından, iskele tarafı çok daha kolay yapılmıştır.¹²

Batık sekiz yılı bulan yoğun çalışmanın ardından 1979 yılında konservasyon uygulamasına hazır hale gelmiştir. Geminin rekonstrüksiyon sonrasında uzunluğu 24 m, genişliği 7 m, karinadan küpeşteye kadar olan yüksekliği 4 m, başüstünün en yüksek noktasına kadar olan yüksekliği ise 7 metredir.¹³

2. 'TAM ÖLÇEKLİ BİR DENEY' (AŞAMA 3)

Bremen Cog'un konservasyon planı Hamburg Üniversitesi'nden Ahşap Biyolojisi ve Ahşap Koruma Enstitüsü başkanı Walter Liese¹⁴ ve çalışma arkadaşları Detlef Noack¹⁵ ve Hans-Hermann Dietrichs¹⁶ olmak üzere üç profesör tarafından oluşturulmuştur. *Bremen Cog*'dan alınan örneklerle yapılan testlere ve literatüre dayanarak uzmanlar 20 ile en fazla 30 yıl arasında tam daldırma ortamında %60 konsantrasyonda PEG 1000 ile konservasyon işlemi yapılmasını tavsiye etmiştir.¹⁷ Ancak Per Hoffmann¹⁸ 1979 yılında bu görevi üstlendiğinde, Kopenhag'daki Danimarkalı meslektaşısı Kirsten Jespersen'in deneyimine dayanarak PEG 1500'e dönmeye karar vermiştir.¹⁹

Konservasyon işlemi sürecinde örnekler alınarak Hoffmann'ın kendi çalışmasını “tam ölçekli deney” olarak tanımladığı şekilde işlemde ayarlama yapması sağlanmıştır.²⁰ Batığın etrafına inşa edilen paslanmaz çelikten tank 800,000 litre sıvı kapasitesine sahipti.²¹ PEG 1500 ahşabın öz kısmına beklendiği şekilde nüfuz etmediğinden, Hoffmann daha düşük moleküler büyüklüğe sahip ikinci bir tip PEG veya iki aşamalı denilen bir yöntem kullanmaya karar vermiştir.²²

The team reconstructed the “medieval puzzle” under difficult working conditions: almost 100% relative humidity in the room over several years. Building the starboard side turned out to be the most challenging part, since the pieces were not labelled during the excavation due to poor visibility conditions underwater. The port side turned out to be much easier, since all the timbers were numbered.¹²

After almost eight years of intensive work, the ship was ready for conservation in 1979. It measured about 24m in length; 7m wide and 4m high from keel to gunwale, 7 m high to top of the castle-deck after its reconstruction.¹³

2. A 'FULL SCALE EXPERIMENT' (PHASE 3)

The conservation plan of the *Bremen Cog* was designed by three professors from the University of Hamburg: Walter Liese¹⁴, the head of the Institute of Wood Biology and Wood Preservation, and his colleagues, Detlef Noack¹⁵ and Hans-Hermann Dietrichs.¹⁶ Based on the literature and tests run on samples from the *Bremen Cog*, the experts advised a conservation treatment with PEG 1000 at 60% concentration for a period of 20 to 30 years in complete immersion.¹⁷ However, when Per Hoffmann¹⁸ took his assignment in 1979, he decided to switch to PEG 1500 based on the experience of a Danish colleague in Copenhagen, Kirsten Jespersen.¹⁹

Samples were taken throughout the conservation process, enabling Hoffmann to adjust the treatment; for this reason, he described his work as a “full scale experiment”.²⁰ The stainless-steel tank built around the ship held 800,000 liters of liquid.²¹ As the PEG 1500 was not penetrating into the wooden core as expected, Hoffmann decided to use a second type of PEG with a lower molecular size, or the so-called two-step treatment.²²

12 LAHN 1985, 32

13 HOFFMANN 2011, 153

14 Profesör Walter Liese (1926-) ahşap biyoloğu

15 Profesör Detlef Noack (1931-) ahşap fizikçisi

16 Profesör Hans-Hermann Dietrichs (1928-1981) ahşap kimyacı

17 NOACK 1969, 145

18 Ahşap bilimcisi, 1979-2008 yılları arasında Alman Denizcilik Müzesi Konservasyon Bölümü Başkanı

19 HOFFMANN 2013, 46; O sıralarda Kopenhag'da suya doymuş ahşap konservasyon biriminin başı

20 HOFFMANN 1983; HOFFMANN 1986 a

21 HOHEISEL 1985

22 HOFFMANN 1986 b

12 LAHN 1985, 32

13 HOFFMANN 2011, 153

14 Professor Walter Liese (1926-) wood biologist

15 Professor Detlef Noack (1931-) wood physicist

16 Professor Hans-Hermann Dietrichs (1928-1981) wood chemist

17 NOACK 1969, 145

18 Wood scientist, Head of Conservation at the German Maritime Museum from 1979 to 2008

19 HOFFMANN 2013, 46; At the time, Head of Waterlogged Wood Conservation Unit in Copenhagen

20 HOFFMANN 1983; HOFFMANN 1986 a

21 HOHEISEL 1985

22 HOFFMANN 1986 b

1985 yazında çözelti ikinci aşamada PEG 200'e değiştirilmiştir.²³ Su çözeltisinde %40 PEG konsantrasyonuna ulaştıktan sonra ve yerel su şirketi ile eski çözeltinin bertaraf edilmesi konusunda iki yıl süren görüşmeler sonrasında Kasım 1995 tarihinde PEG 3000 ile üçüncü aşamaya başlanabilmiş ve 19 yıllık konservasyon sonrasında 1999 yılında Noel tatilinden kısa bir süre önce %70'e ulaşılabilmektedir (Fig. 2) Batık üzerindeki kalıntı PEG tabakaları 2000 yılı ilkbaharında sıcak hava tabancası ve fırça kullanılarak temizlenmiş olup, yaklaşık altı ayda kurutulmuştur.

3. SERGİLEME: PLANLANMADAN UYGULAMAYA (AŞAMA 4)

Sergi planı Berlin Üniversitesi Uygulamalı Mekanik ve Gemi İnşa Bölümü mühendisleri tarafından yapılmıştır.²⁴ Uzmanların yanı sıra halkın da geminin tüm parçalarına erişiminin sağlanması temel bir gerekliliktir, hiçbir şeyin genel görünümü engellememesi gerekiyordu.²⁵ Başka bir deyişle, öncelikle estetik bir sunumunun olmasına ve batığın sergi alanında neredeyse "zahmetsiz" duracak şekilde sergilenmesine verildi.

In summer 1985, the solution was switched to PEG 200 for stage 2.²³ After reaching 40% PEG concentration in the water solution and after two years of discussion with the local water company about disposing the old solution, stage 3 was able to begin in November 1995 with PEG 3000 and reached 70% shortly before Christmas in 1999, after 19 years of conservation (Fig. 2).

The ship was cleaned from her remaining PEG shell over the spring of 2000, and the surface was smoothed using a heat gun and some brushes, then dried for about six months.

3. EXHIBITION: FROM PLANNING TO REALITY (PHASE 4)

The exhibition was planned by engineers from Applied Mechanics and Naval Architecture in Berlin University.²⁴ A primary requirement of the project was public access to all the ship's parts, including access for the specialists; nothing was to obstruct global access.²⁵ In other words, priority was given to the aesthetic aspects, presentation and display. The ship was meant to stand almost "effortlessly" in the exhibition.

23 HOFFMANN 2013, 49; HOFFMANN 1986 a

24 HOHEISEL 2003

25 HOHEISEL 1969

23 HOFFMANN 2013, 49; HOFFMANN 1986 a

24 HOHEISEL 2003

25 HOHEISEL 1969

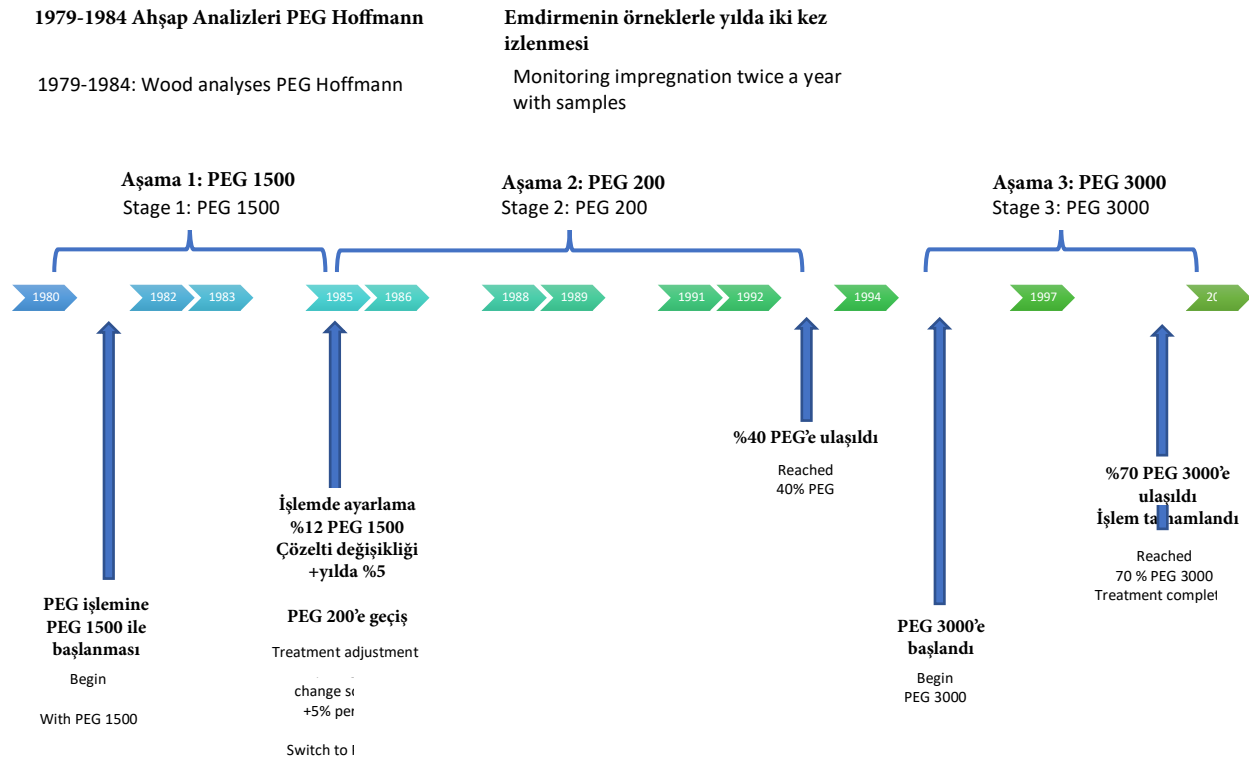


Fig. 2: Konservasyon işlemiyle ilgili genel özet.

Fig. 2: Overview of the conservation treatment.

Sunum tasarımı bile “teknenin ana yükü yukarıdan tutulacak ve ilerideki sergi binasının çatısından destek alacak şekilde bir tür asma yapı” şeklinde tanımlanmıştı.²⁶

Gövdenin etrafında başka herhangi bir ek unsur olmasının önüne geçmek için iç kaplamanın yanı sıra omurganın altına da bir dizi destek konmuştur. Ağırlık dağılımı hesaplanmış olup, ilgili tablo ve hesaplama ayrıntıları Hoheisel’in 1969 yılındaki yayınında bulunabilir. İki adet uzunlamasına ve sekiz adet çapraz destek uygulaması geminin şeklini korumak amacıyla tasarlanmış olup, tekneyi konservasyon sırasında, daha sonra da kuruma süreci ve sonrasında desteklemek amacıyla bir iç takviye oluşturmuştur.²⁷ (Fig. 3-4)

Mayıs 2000 tarihinde yapılan açılış töreninde *Bremen Cog*’u halka tanıtmak için Bremen siyasetçileri ve Almanya Federal Cumhuriyeti temsilcileri bir araya gelmiştir. Ne yazık ki sadece bir yıl sonra gözlemlenen ilk deformasyonlar konservatör ve müze yönetim kurulunu endişelendirmeye başlamıştır.²⁸ Asılı sergileme sisteminin yeterli olmadığı ortaya çıktığından, Danimarka ve Alman Denizcilik Müzesi’nden uzmanlardan oluşan bilimsel bir komite oluşturulmuştur.²⁹

Proje, herkesin durumun ciddiyetini anlamasının farkına vardığını gösterecek şekilde “düzeltme, stabilizasyon ve sergileme” olarak adlandırılmıştır. Hoffmann üç seçenekten bahsetmiştir: 1) batığın Werner Lahn’ın rekonstrüksiyon planına uygun olarak sökülmesi ve yeniden monte edilmesi;

The presentation design was even described as “a kind of suspended construction by which the main load of the cog is to be held from above and which is to be supported from the roof of the future exhibition building”.²⁶

A series of supports were fixed to the ceiling and under the keel to avoid having any additional elements around the hull. The weight distribution was calculated. The corresponding tables and detailed calculations can be found in Hoheisel’s publication from 1969. The implementation of two longitudinal steel supports and eight crosswise supports was designed to maintain the shape of the ship, with an inner brace for support during conservation and later during the drying process and beyond.²⁷ (Fig. 3 and Fig. 4)

In May 2000, politicians from Bremen and representatives of the German Federal State presented the *Bremen Cog* to the public during the opening ceremony. Unfortunately, only one year later the first deformations were observed, and the conservator and the museum board became concerned.²⁸ When the suspended exhibition system turned out to be inadequate, a scientific committee was put together with experts from Denmark and the German Maritime Museum.²⁹

This project phase was entitled, “Correction, stabilisation, and presentation,” showing how aware everyone was of the severity of the situation. Hoffmann mentioned three options: 1) disassemble and reassemble the ship according the reconstruction

26 FLIEDNER 1974, 79

27 HOHEISEL 1969, 171

28 HOFFMANN 2011

29 HOFFMANN 2010

26 FLIEDNER 1974, 79

27 HOHEISEL 1969, 171

28 HOFFMANN 2011

29 HOFFMANN 2010



Fig. 3: Batığın içindeki metal destek (Alman Denizcilik Müzesi arşivi, Bremerhaven).

Fig. 3: Metal support inside the ship (Archive German Maritime Museum, Bremerhaven).



Fig. 4: Metal desteği ile Bremen Cog’un yukarıdan görüntüsü (Alman Denizcilik Müzesi arşivi, Bremerhaven).

Fig. 4: Bremen Cog from above with her metal support (Archive German Maritime Museum, Bremerhaven).

2) deforme olan gövdenin Lahn'ın planına göre düzeltilmesi ve tekneye metal bir destek saplayarak bütünü sabitleyebilmek için tabana bağlanması; 3) olduğu gibi stabil hale getirilmesi.

Bu kadar hassas bir konuda karar almak cesaret gerektirmekteydi ki Hoffmann ve arkadaşlarının karşılaştığı etik ikilem yayınlarında açıkça ifade edilmiştir. Bununla birlikte, nihayetinde 2006 yılında danışma kurulu ve müze yönetim kurulu 2. seçenek üzerinde uzlaşmaya varmıştır.³⁰

Şubat 2017'de 100 noktaya yapılan bağlantılarla 30 metal destek kullanarak gövdede "düzeltmeler" yapılmış olup, Hoffmann'ın bildirdiğine göre ahşap "orijinal" konumuna getirilmiştir. Ekim 2008 tarihinde batığın altındaki tabanın seviyesini yükseltmek amacıyla beton dökülmüş olup, batığın içinden orijinal çelik desteğin yanı sıra iç kaplamalar sökülüştür.³¹ Aynı ay içerisinde Per Hoffmann'ın emekliye ayrılmasıyla birlikte geride yarıda kalmış bir konsept kalmıştır.

4. UZUN-SÜRELİ KORUMA

Zaman geçtikçe ve Hoffmann işten ayrıldığından beri *Bremen Cog* artık Alman Denizcilik Müzesi'nin ilgi alanından çıktı. Beton zemin nedeniyle gövdeye erişim çok kısıtlı hale gelmişti ve ahşap elemanların çoğu sergi salonunda desteksiz tutuluyordu.

Kasım 2013'de Arkeoloji, Konservasyon, Müze Tasarımı, Miras Koruma ve Konservasyon Bilimi gibi çeşitli alanlardan uzmanların katılımıyla bir bilimsel komite toplantısı yapılmıştır. Yeni bir desteğe gerek duyulduğuna şüphe yoktu, ancak batığın mevcut durumuyla ilgili daha fazla bilgi toplanması gerektiği konusunda tartışmalar yapıldı. Komite gemiyi olduğu şekliyle stabil hale getirerek mevcut şeklinin etrafında düzenlemeler yapmayı içeren 3. seçeneği tercih etme eğilimindeydi.³²

Bu tartışmalar birkaç ay ile birkaç yıl arasında değişen bir zaman aralığında gözlerin batığın üzerinde olmasını ve yeni bir destek sistemi tasarlanması için bilgi toplanmasını sağlayacak bir deformasyon izleme sistemi oluşturma konusunda fikir vermiştir.

plan of Werner Lahn; 2) correct the deformed hull according to Lahn's plan and insert a metal support inside the ship, then anchor it to the floor in order to stabilize the whole; 3) stabilize it as is.

Making a decision on such a delicate matter demands courage, and the ethical dilemma faced by Hoffmann and his colleagues is clearly stated in his publications. Nevertheless, option 2 was finally agreed upon in 2006 by the advisory panel and the museum board.³⁰ In February 2017, the hull "corrections" were implemented with 30 metal supports connected to 100 points. The wood was in its "original" position after a few days, reports Hoffmann. In October 2008, concrete was poured to raise the floor level under the ship. The inner planking and the original steel support were removed from inside the ship.³¹ That same month, Per Hoffmann retired and left behind a concept yet to be fully implemented.

4. LONG-TERM PRESERVATION

Time passed, and since Hoffmann was gone, the *Bremen Cog* was no longer a central concern of the German Maritime Museum. Access to the hull was very limited due to the concrete floor and the fact that a lot of the wooden elements were stored in the exhibition hall without support.

In November 2013, a scientific committee meeting was organized with experts from several fields: Archaeology, Conservation, Museum Design, Heritage Protection, and Conservation Science. The necessity of a new support was indisputable, but the need to collect more information on the ship's current state in debate. The committee was leaning toward option 3: to stabilize the ship as she was and work around the current shape.³²

These discussions led to the first concept of a deformation monitoring system to keep an eye on the ship over time (several months to several years) in order to collect more information for designing a new support system.

³⁰ HOFFMANN 2011

³¹ HOFFMANN 2011

³² Toplantıya şahsen katılan yazarın notları

³⁰ HOFFMANN 2011

³¹ HOFFMANN 2011

³² Notes from the author, who participated personally in the meeting

Aslına bakılırsa, *Bremen Cog* dünyada sergilenen tek arkeolojik ahşap tekne değildi. Bununla birlikte, sergilenen gemilerin sorunları sıradan değildir. Ahşap bir gemi kuru havuzda deforme olma eğilimindedir ve altı aydan fazla sudan uzak tutulamaz³³, zaten müzelere arkeolojik gemiler yerleştirirken yapılan da budur. Bir konservasyon uzmanının gözetiminin ve ilgisinin gerekliliği inkar edilemez. Ancak bir müzede, tamamen sadece bir esere bir konservatörün tahsis edilmesi de gerçekçi bir durum değildir.

5. BREMEN COG'UN 3 BOYUTLU TAKİBİ

Makale yazarı “*Bremen Cog*” vaka çalışması koordinatörü olarak 2014 -2015 yılları arasında *European Cost Action “Colour and Space in Cultural Heritage (COSCH)”* programına katılım yoluyla deformasyon takip sisteminin fizibilitesi ve gerekliliği konusunda bir ön çalışma yapmıştır.³⁴ Projenin bilimsel önemini anlayan müze yönetim kurulu, 2015 yılının sonbaharı sonlarında üç yıllık bir araştırma bursu vereceğini ilan etmiştir. Olağan işe alma süreçleri sonucunda makale yazarı seçilmiş ve projeye Mart 2016 tarihinde başlanmıştır.

Bu makale hazırlandığı sırada müzelerdeki ahşap gemilerin deformasyon takibiyle ilgilenen sadece birkaç girişim vardı: Vasa Müzesi (Stokholm, İsveç); Viking Gemileri Müzesi, Kültürel Tarih Müzesi bünyesinde (Oslo Üniversitesi, Norveç); Mary Rose Müzesi (Portsmouth, İngiltere); Arles-Rhône 3, Arles-Antik Müzesi (Arles, Fransa); Newport Ortaçağ Gemisi (Newport, Galler); ve *Bremen Cog*. Müze yönetimlerinin doğrudan işe aldığı veya araştırma projelerinin parçası olarak bu projelerde yer alan profesyonellerin hepsi “Korunan Gemilerin İzlenmesi (MoPS)” adında bir Avrupa Çalışma Grubu kurarak güçlerini birleştirmiştir. Haziran 2017 tarihinde makale yazarının düzenlediği Alman Denizcilik Müzesi’ndeki ilk toplantı sırasında fon sağlanmış olup, o tarihten beri yazar tarafından koordine edilmektedir.³⁵

The *Bremen Cog* is not the only archaeological wooden ship on display in the world. Nonetheless, the problem of ships on display is not trivial. A wooden ship will tend to deform in a dry dock and cannot be kept more than six months out of water³³ and yet this is what is done in putting an archaeological ship in a museum. The need for supervision and care from a conservation professional is hardly deniable. But having a conservator entirely dedicated to only one artifact in a museum is not realistic either.

5. 3D MONITORING OF THE BREMEN COG

A preliminary study on the feasibility and need for a deformation monitoring system was conducted by the author between 2014 and 2015 through her participation in the European Cost Action, “Colour and Space in Cultural Heritage (COSCH),”³⁴ as coordinator for the case study: “*Bremen Cog*”. The museum’s board of directors saw the scientific relevance of the project, and a three-year research fellowship was announced in late autumn 2015. After a regular recruiting process, the author was selected and began the project in March 2016.

During the writing of this article, only a few initiatives were in existence that dealt with deformation monitoring of wooden ships in museums: the Vasa Museum (Stockholm, Sweden); the Viking ships Museum, part of the Museum of Cultural History (Oslo University, Norway); the Mary Rose Museum (Portsmouth, England); Arles-Rhône 3, Arles-Antique Museum (Arles, France); the Newport Medieval Ship (Newport, Wales); and the *Bremen Cog*. All professionals involved in these projects, either employed directly in museum institutions or part of research projects, joined forces through a European working group: “Monitoring of Preserved Ships” (MoPS). In June 2017, the group was funded during the first meeting at the German Maritime Museum organized by the author and since then coordinated by her.³⁵

33 Pat Tanner ile şahsi görüşmeler

34 www.cosch.info – Mühendisler ile müze profesyonelleri arasında ağ oluşturma eylemi

35 COLSON vd. 2019 b

33 Personal discussions with Pat Tanner

34 www.cosch.info – Networking action between engineers and museum professionals

35 COLSON et al. 2019 b

Bremen Cog vaka çalışmasının amacı geminin şekli konusunda 1 mm hassasiyetle geometrik bilgi sağlamak amacıyla verilerin yılda en az iki kez toplanacağı bir deformasyon takip sistemine yönelik 3 boyutlu teknolojilerin uygulanmasıydı.

Enstitü Müdürü Profesör Thomas Luhmann ve meslektaşı Heidi Hastedt'in katkılarıyla Alman Denizcilik Müzesi ile Uygulamalı Fotogrametri ve Coğrafi Bilgi Enstitüsü (IAPG) arasında bir ortaklık oluşturuldu.³⁶

Bremen Cog'un geometrisi keşfedildiğinden bu yana birçok kez çıkartılmıştır. Araştırmaların farklı amaçları, farklı yaklaşımları vardı ve farklı teknolojiler kullanılıyordu (araştırma kampanyalarının kronolojisi Tablo 1'de görülebilir).

Tarih	Teknoloji	Bilgi edinme şekli
1981	Fotogrametri (analog)	dokümantasyon
2003	Fotogrametri (dijital)	veri karşılaştırma
2009	Lazer tarama	planlama desteği
2014	Hareket ile Nesne Oluşturma 1	izleme
2014	Lazer tarama	izleme
2015	Hareket ile Nesne Oluşturma 2	izleme
2015	Jeodimetri Theodolite 1	izleme
2016	Hareket ile Nesne Oluşturma 3	izleme
2016	Jeodimetri Theodolite 2	izleme
2016	Jeodimetri Theodolite 3	izleme
2017	Lazerle takip	izleme
2017	Fotogrametri 1	izleme
2017	Fotogrametri 2	izleme
2017	Fotogrametri 3	izleme
2017	Fotogrametri 4	izleme
2018	Fotogrametri 5	izleme
2018	Lazerle takip 2	izleme

Tablo 1 Araştırma kampanyalarının kronolojisi

Konservasyon sonrasında deformasyonlar oluştuğunda değerlendirme çabalarının bir parçası olarak 1980 yılında elde edilen verilerle o sıradaki durum arasında bir karşılaştırma yapılması istenmiştir. 2003 yılında Hannover Üniversitesi bir fotogrametrik araştırma gerçekleştirmiş olup, elde edilen sonuçlar teknenin bel verdiğini, sancak tarafına yattığını ve 25 cm'ye varan değişikliklerle yatay bir eksen üzerinde burkulduğunu ortaya koymuştur.³⁷

The aim of the *Bremen Cog* case study was to implement 3D technologies for a deformation monitoring system in which data would be collected at least twice a year to provide geometrical information on the ship's shape, ideally with a precision of 1 mm. A partnership was made between the German Maritime Museum and the Institute of Applied Photogrammetry and Geoinformation (IAPG),³⁶ with the help of the Professor Thomas Luhmann (the institute's director) and his colleague Heidi Hastedt.

The geometry of the *Bremen Cog* has been acquired many times since she was discovered. The surveys had different goals, different approaches, and were using different technologies (see the chronology of survey campaigns in Table 1).

Date	Technology	Type of acquisition
1981	Photogrammetry (analogue)	documentation
2003	Photogrammetry (digital)	data comparison
2009	Laser scanning	planning support
2014	Structure-from-Motion 1	monitoring
2014	Laser scanning	monitoring
2015	Structure-from-Motion 2	monitoring
2015	Total station Theodolite 1	monitoring
2016	Structure-from-Motion 3	monitoring
2016	Total station Theodolite 2	monitoring
2016	Total station Theodolite 3	monitoring
2017	Laser tracking	monitoring
2017	Photogrammetry 1	monitoring
2017	Photogrammetry 2	monitoring
2017	Photogrammetry 3	monitoring
2017	Photogrammetry 4	monitoring
2018	Photogrammetry 5	monitoring
2018	Laser tracking 2	monitoring

Table 1 Chronology of survey campaigns

When the deformations occurred after conservation, a comparison of the data from the 1980s and the current situation was commissioned as part of the assessment effort. In 2003, the University of Hannover conducted a photogrammetrical survey, and the results indicated that the ship was sagging, falling towards her starboard side and twisting on a horizontal axis with changes up to 25 cm.³⁷

36 Uygulamalı Bilim Üniversitesi, Oldenburg

37 WIGGENHAGEN vd. 2004, 56

36 University of Applied Science, Oldenburg

37 WIGGENHAGEN et al. 2004, 56

Deformasyon takip sisteminin yazarın koordinasyonu ile tasarlanmaya başlanması ancak 2014 yılını bulmuştur. Avrupa Maliyet Eylemi (yukarıya bakınız) ile işbirliği içerisinde bir ön çalışma yapılmış olup, çeşitli teknolojiler denenmiştir. Bu süre zarfında *Bremen Cog* üzerinde Hareket ile Nesne Oluşturma (SfM), *Total Station* teodolit ve karasal lazer tarama yöntemleri uygulanmıştır. Elde edilen her bilgiye ait ayrıntılı bir açıklama *Cost Action*'ın nihai yayınında bulunabilir.³⁸ Bu büyüklükte bir nesne ve arzu edilen kesinlik söz konusu olduğunda veri edinme şeklinde yaşanan güçlüklerle uyum sağlamak kolay değildi. Toplanan tüm bulguları ve verileri değerlendirebilmek için IAPG, deformasyon takip sisteminin tasarımı konusunda özel önerilerde bulunmak amacıyla kapsamlı bir rapor hazırlamıştır.³⁹ 2017 ve 2018 yıllarında Jurij Schmik'in yüksek lisans tezi nedeniyle daha fazla sayıda test yapılmıştır.⁴⁰

Deformasyon protokolünü jeodezi ve fotogrametri açısından bir yandan Heidi Hastedt ve Thomas Luhmann, diğer yandan konservasyon gereklilikleri açısından yazar hazırlamıştır. Teknik ve teknolojik olasılıklar konservasyon etiğinin yanı sıra Alman Denizcilik Müzesi'nin personel ve mali durumuna da uygun olmak zorundaydı. Bu nedenle geliştirilen çözüm bu spesifik örneğe çok özeldir.

Günümüzde uygulanan takip sisteminde şunlar yer almaktadır: 1) 22 kontrol noktası; üç boyutlu gözle görünmeyen bir kutu monte edilerek binada sabit durumdadır ve dış zemin kontrol ağı sağlar; 2) geminin üzerinde 120 yansıtıcı hedef; buğday nişastasıyla Japon kağıdı üzerine yapıştırılmıştır; 3) 450 kodlu bağlantı noktası; bilgi edinmeyi desteklemek ve veri işlemi güvenceye almak için yazılıma aktarılır. Eğitimli biri tarafından 2-3 saatte bilgi edinme sağlanabilir.⁴¹

Binanın ve müzenin doğrudan kıyıda olması ve gelgit hareketlerinin etkisi nedeniyle 1 mm'lik asıl hedefe rağmen ölçülen her bir noktada 2 mm'lik bir doğruluk garanti edilebilmiştir.

It was only in 2014 that a deformation monitoring system began to be designed under the supervision of the author. A preliminary study was conducted in conjunction with the European Cost Action (see above) and various types of technology were tested. During that period, structure-from-motion (SfM), total station theodolite, and terrestrial laser scanning were utilized on the *Bremen Cog*. A detailed description of every acquisition can be found in the final publication from the Cost Action.³⁸ Considering the size of the object and the precision required, meeting the challenges of data acquisition was not trivial. In order to evaluate all the results and data gathered, an extensive report was made by the IAPG to prepare specific recommendations on the design of the deformation monitoring system.³⁹ In 2017 and 2018, more tests were run as part of the masters thesis research of Jurij Schmik.⁴⁰

Heidi Hastedt and Thomas Luhmann designed one part of deformation protocol, specifically the geodesy and photogrammetry aspects, while the author designed the conservation requirements. The technical and technological aspects had to comply with the conservation ethics as well as the personnel and financial resources of the German Maritime Museum. The solution as it was developed is therefore very singular to this specific case.

Today the monitoring includes: 1) 22 control points that are fixed in the building to establish a three-dimensional invisible box that makes it possible for an external ground control network; 2) 120 reflective targets on the ship glued on Japanese paper with wheat paste adhesive; 3) 450 coded tie points recognized by the software to support the acquisition of data and secure its processing. Using this system, an acquisition conducted by a trained non-survey staff member can be achieved in 2-3 hours.⁴¹

Due to the museum's location directly on the shore and the influence of tidal movements, an accuracy of only 2mm on each measured point can be guaranteed, despite the original goal of 1mm.

38 COLSON - TAMAS 2017

39 HASTEDT - LUHMANN 2018

40 SCHMIK vd. 2018

41 HASTEDT vd. 2019; COLSON vd. 2019 a

38 COLSON - TAMAS 2017

39 HASTEDT - LUHMANN 2018

40 SCHMIK et al. 2018

41 HASTEDT et al. 2019; COLSON et al. 2019 a

SONUÇ

Bremen Cog'un konservasyon hikayesi henüz bitmemiştir. Üç boyutlu takiple ilgili araştırma projesi Haziran 2019'da tamamlanmıştır. Bu makale yazıldığı sırada müze, Oldenburg Uygulamalı Bilim Üniversitesi Uygulamalı Fotogrametri ve Coğrafi Bilgi Enstitüsü ile birlikte ileride yapacakları çalışmaları garanti altına almak amacıyla bir işbirliği sözleşmesi imzalıyordu. Takipten elde edilen verileri dikkate alarak halen yeni destek sisteminin planlanmasının yapılması gerekmektedir. *Bremen Cog* 2008 yılından bu yana, iç kaplamaları sökülmüş bir şekilde orijinal desteği ve yeni bir destek olmadan durmaktadır.

Bu katkının amacı asla batığı korumak için uzun yıllar çalışan meslektaşları eleştirmek değildir. Amaç sert bir hükümde bulunmak değil, ancak herşeyi dikkate almak için gerekli mesafeyi korumak ve batığın hala yeterince korunamamasının nedenini anlamaya çalışmaktır.

Üç boyutlu teknolojilerin ancak müzede bu teknolojiyi uygulayacak ve devamlılığını sağlayacak gerekli altyapı ve personelin bulunması durumunda gerçekten yenilikçi bir potansiyeli olan önleyici konservasyon bağlamında çok faydalı bir araç olduğu anlaşılmıştır. Şu ana kadar üç boyutlu teknolojiler konservasyon sürecinin ya da önleyici konservasyon sürecinin standart iş akışına dahil edilmemiştir.

Arkeolojik bir tekneyi “kuru havuz” durumunda sergilemek oldukça güç bir iştir. Bazen heves ve tutku tüm engellerin aşılabileceğini düşünmemize neden olur. Ancak Avrupa ve ötesinde kültürün topluma daha yakın olmak için kendini yeniden icat etmesi gereken yerlerde bütçelerdeki kesintiler bağlamında bir batığa milyonlarca avro harcamayı haklı göstermek zor olabilir. Sahadaki profesyonellerin görevi, amaçları konusunda çok daha şeffaf hale gelerek yapıcı önerilerde bulunmak olmalıdır.

CONCLUSION

The conservation history of the Bremen Cog is far from being completed. The research project on 3D monitoring ended in June 2019. At the time this article is being written, the Museum and the Institute of Applied Photogrammetry and Geoinformation, University of Applied Science in Oldenburg are signing a cooperation contract to ensure future monitoring campaigns. The new support system still has to be planned and take into account the data collected from the monitoring. Since 2008, the *Bremen Cog* stands without the original support structure, which was dismantled together with the inner planking, and without a new support.

This contribution is by no means intended to criticize colleagues who spent a lifetime working to preserve the ship. The goal is rather to take the necessary distance to put everything into perspective and to try to understand why the ship is still not adequately preserved.

3D technologies have turned out to be a very useful tool in the context of preventive conservation, with real innovative potential if a museum has the infrastructure and the personnel to implement and maintain it. So far, 3D technologies have not been included in the standard workflow of conservation, nor in preventive conservation.

Exhibiting an archaeological vessel in a “drydock” situation is very challenging. Sometimes enthusiasm and passion make us think that all obstacles are manageable. But in the context of reduced budgets in Europe and elsewhere, where culture has to reinvent itself to be accessible to the public, spending millions of euros on a ship can be difficult to justify.

It is the role of professionals in the field to become even more transparent about their goals and come up with constructive proposals.

TEŞEKKÜRLER

Yazar araştırmalarını desteklediği için Alman Denizcilik Müzesi'ne; Bamberg Üniversitesi'ne, özellikle doktora tezinin danışmanlığı için Konservasyon Mirası'nda Dijital Teknolojiler bölüm başkanı Profesör Mona Hess'e; Jeodezi ve Coğrafi Bilgi konusundaki temel kavramları açıklarken gösterdiği sabır ve tavsiyeleri için Profesör Thomas Luhmann ve Heidi Hastedt'e; 3 boyutlu takip konusundaki çalışmasını paylaştığı için David Hauer'e (Viking Gemisi Müzesi, Oslo Üniversitesi); desteği ve ilgisi için Profesör Eleanor Schofield'e (Mary Rose Vakfı), ayrıca yol boyunca gösterdikleri ilgi ve yardım için tüm meslektaşlarına teşekkürü borç bilir.

ACKNOWLEDGEMENT

The author would like to thank: the German Maritime Museum for supporting her research; the University of Bamberg, specifically Professor Mona Hess from the Chair of Digital Technologies in Conservation Heritage for the supervision of the doctoral thesis; Professor Thomas Luhmann and Heidi Hastedt for their advice and patience in explaining basic concepts in Geodesy and Geoinformation; David Hauer, Viking Ship Museum, University of Oslo, for sharing his work on 3D monitoring; Professor Eleanor Schofield, the Mary Rose Trust, for her support and enthusiasm; as well as all the colleagues for their interest and help along the way.

KAYNAKÇA-BIBLIOGRAPHY

- BAUCH *et al.* 1967 Bauch, J., Liese, W., Eckstein, D., 1967. Über die Alterbestimmung von Eichenholz in Norddeutschland mit Hilfe der Dendrochronologie. Holz als Roh- und Werkstoff 25, 285–291. <https://doi.org/10.1007/BF02615678>
- BELASUS 2017 Belasus, M., 2017. Historical Ship Archaeology in the Shadow of Historism and Nationalism, in: The Country Where My Heart Is. Historical Archaeologies of Nationalism and National Identity. University Press of Florida, Gainesville, pp. 222–241.
- BELASUS *et al.* 2018 Belasus, M., Daly, A., Martins, A.M., 2018. The Bremen-Cog-Environmental Issues, in: Open Sea, Closed Sea. Local Traditions and Inter-Regional Traditions in Shipbuilding. Presented at the International Symposium on Boat and Ship Archaeology, University of Aix-Marseille, Marseille. (In press)
- COLSON *et al.* 2019a Colson, A., Hastedt, H., Luhmann, T., Hess, M., 2019a. The role of conservators in the implementation of surveying techniques - reflections on the Bremen Cog monitoring project. Presented at the ICOM-CC working group Wet Organic Archaeological Materials (WOAM), Portsmouth. (in press)
- COLSON *et al.* 2019b Colson, A., Hauer, D., Gamstedt, E.K., Schofield, E., 2019b. Keeping an eye on conserved ships, why implement long-term monitoring. Presented at the ICOM-CC working group Wet Organic Archaeological Materials (WOAM), Portsmouth. (in press)
- COLSON - TAMAS 2017 Colson, A., Tamas, L., 2017. Bremen Cog: Three Recording Techniques for one Object, in: Bentkowska-Kafel, A., MacDonald, L. (Eds.), Digital Techniques for Documenting and Preserving Cultural Heritage. Arc Humanities Press, Kalamazoo and Bradford, pp. 121–139.
- DALY 2017 Daly, A., 2017. Dendrochronological analysis of timbers from the Bremen Ship, Germany (No. Dendro dk report 46 : 2017). Dendro.dk.
- FLIEDNER 1974 Fliedner, S., 1974. The Cog of Bremen and her preservation. Journal of the International Association of Transport and Communications Museums 70–79.
- HASTEDT - LUHMANN 2018 Hastedt, H., Luhmann, T., 2018. Monitoring concept for geometric deformation estimation of the Bremen Cog at the German Maritime Museum, Bremerhaven. Jade Hochschule, Oldenburg.
- HASTEDT *et al.* 2019 Hastedt, H., Luhmann, T., Colson, A., 2019. Large-volume photogrammetric deformation monitoring of the Bremen Cog. Presented at the 4th Joint International Symposium on Deformation Monitoring, Athens.
- HEINSIUS 1982 Heinsius, P., 1982. Gutachten zum Bremer Schiffsfund, in: Die Hanse-Kogge von 1380. Förderverein Deutsches Schiffahrtsmuseum, Bremerhaven.
- HOFFMANN 2013 Hoffmann, P., 2013. Conservation of Archaeological Ships and Boats. Personal Experiences. Archetype publication in association with the German Maritime Museum, London.

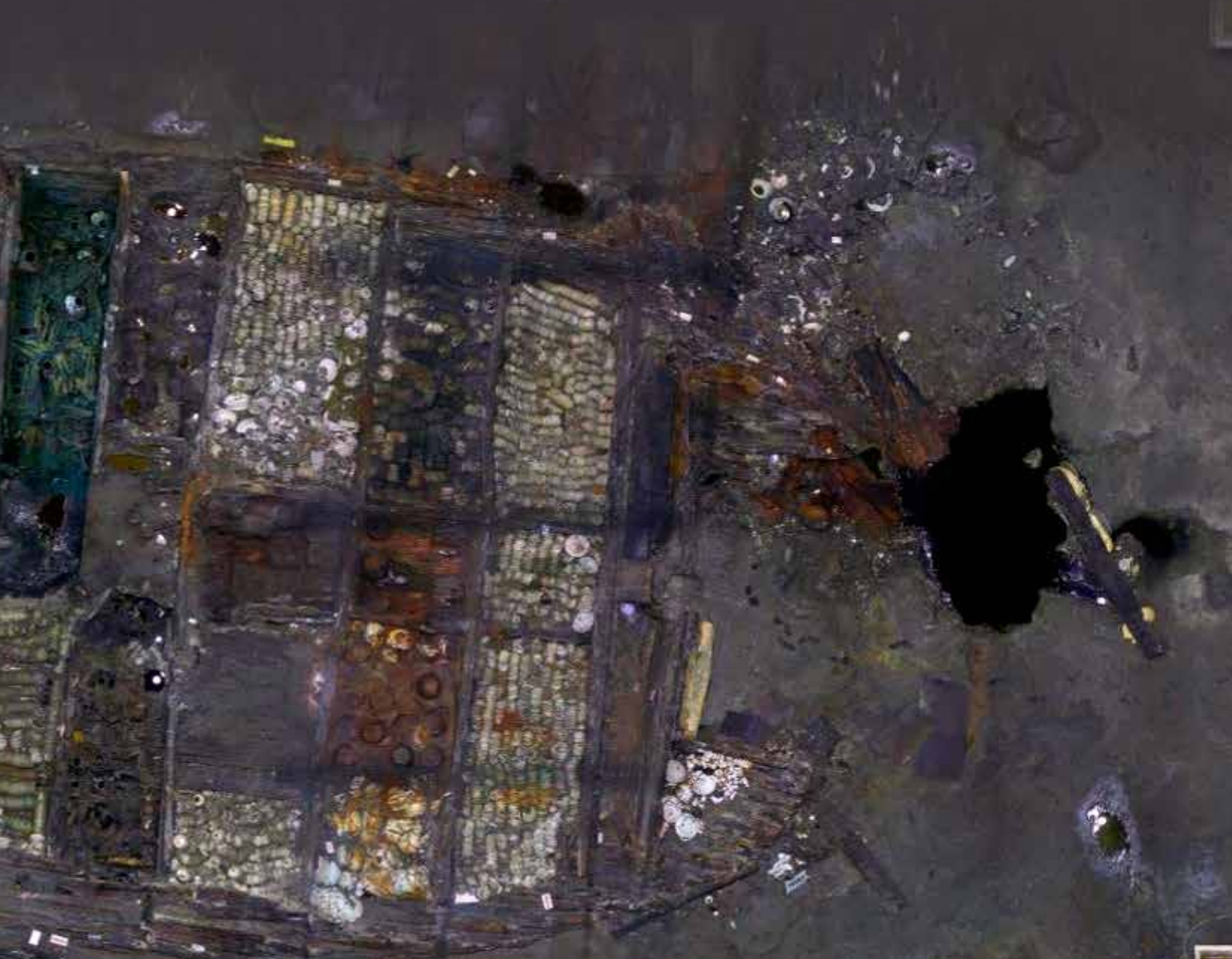
- HOFFMANN 2011 Hoffmann, P., 2011. Correction, Stabilisation and Presentation: the fourth phase of Bremen Cog project. *International Journal of Nautical Archaeology* 40, 151–161.
- HOFFMANN 2010 Hoffmann, P., 2010. Die “Bremer Kogge von 1380” - Korrektur, Stabilisierung und Präsentation - die vierte Phase des Projektes. *Restauro* 380–387.
- HOFFMANN 1986a Hoffmann, P., 1986a. On the stabilization of waterlogged oakwood with Peg II. Designing a two-step treatment for multi-quality timbers. *Studies in Conservation* 31, 103–113.
- HOFFMANN 1986b Hoffmann, P., 1986b. The Bremen Cog sails a new course. *International Journal of Nautical Archaeology* 15, 215–219.
- HOFFMANN 1983 Hoffmann, P., 1983. A rapid method for the detection of polyethylene glycols (PEG) in wood. *Studies in Conservation* 28, 189–193.
- HOHEISEL 2003 Hoheisel, W.-D., 2003. Die Kogge hängt, in: Hoffmann, G., Schnall, U. (Eds.), *Die Kogge - Sternstunde der deutschen Schiffarchäologie*. Convent, Hamburg, pp. 73–75.
- HOHEISEL 1985 Hoheisel, W.-D., 1985. Technology Surrounding the Bremen Hanse Cog, in: *The Hanse Cog of 1380*. Förderverein Deutsches Schiffahrtsmuseum, Bremerhaven, pp. 48–51.
- HOHEISEL 1969 Hoheisel, W.-D., 1969. Die Aufstellung und Sicherung des Schiffskörpers, in: Abel, H. (Ed.), *Die Bremer Hanse-Kogge - Fund, Konservierung, Forschung*. Friedrich Röver, Bremen, pp. 169–179.
- KLEIN 2003 Klein, P., 2003. Dendrochronologie - Die Kogge und die Kunst, in: *Die Kogge - Sternstunde der deutschen Schiffarchäologie*. Convent, Hamburg, pp. 154–159.
- LAHN 1985 Lahn, W., 1985. A Cog Shipyard in the 20th Century - Reconstruction of the Hanse Cog in the Deutsches Schiffahrtsmuseum, in: *The Hanse Cog of 1380*. Förderverein Deutsches Schiffahrtsmuseum, Bremerhaven, pp. 28–41.
- LIESE - BAUCH 1965 Liese, W., Bauch, J., 1965. Das Alter der Bremer Kogge, in: *1000 Jahre Bremer Kaufmann: Aufsätze zur Geschichte bremischen Kaufmannstums, des Bremer Handels und der Bremer Schifffahrt aus Anlaß des tausendjährigen Gedenkens der Marktgründung durch Erzbischof Adaldag 965*. Schünemann, Bremen, pp. 38–42.
- NOACK 1969 Noack, D., 1969. Zur Verfahrenstechnik der Konservierung des Holzes der Bremer Kogge, in: *Die Bremer Hanse-Kogge - Fund, Konservierung, Forschung*. Friedrich Röver, Bremen, pp. 127–156.
- POHL-WEBER 1982 Pohl-Weber, R., 1982. Unterwasserarchäologie im Weserbett - Bergung der Hanse-Kogge, in: *Die Hanse-Kogge von 1380*. Förderverein Deutsches Schiffahrtsmuseum, Bremerhaven, pp. 16–25.

- SCHMIK *et al.* 2018 Schmik, J., Colson, A., Hastedt, H., Luhmann, T., 2018. Photogrammetrische Monitoring und Deformationsanalyse der Bremer Hanse-Kogge, in: Beiträge Der Oldenburger 3D-Tage 2018. Presented at the Photogrammetrie, Laserscanning, Optische 3D Messtechnik, Wichmann, Berlin, pp. 42–54.
- UNGER *et al.* 2001 Unger, A., Schniewind, A.P., Unger, W., 2001. Conservation of Wood Artifacts. Springer.
- VON BRANDT 1968 von Brandt, A., 1968. The Bremer Kogge: an appraisal concerning the scientific significance of the discovery of the Bremer Kogge and requirements of its evaluation. *The Mariner's mirror* 54, 19–22.
- WIGGENHAGEN *et al.* 2004 Wiggenhagen, M., Elmhorst, A., Wissmann, U., 2004. Repeated Object Reconstruction of the Bremen Hanse Cog. Presented at the IntArchPhRs (International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences), International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Istanbul, pp. 54–58.

*SUN YAT-SEN ÜNİVERSİTESİ
ARKEOMETRİ LABORATUVARININ
ÇİN'İN GÜNEY SONG
HANEDANLIĞI'NA (MS
1127–1279) AİT “NANHAI I”
BATIĞINDAKİ ANTİK ÇANAK
ÇÖMLEKLERİN KONSERVASYON
ÇALIŞMALARIYLA İLGİLİ ÖZET*



*A SUMMARY OF OUR
CONSERVATION RESEARCH ON
ANCIENT CERAMICS FROM THE
“NANHAI I” SHIPWRECK OF
CHINA IN THE SOUTHERN SONG
DYNASTY (1127–1279 A.D.) BY THE
ARCHAEOOMETRY LAB OF SUN
YAT-SEN UNIVERSITY*



* Zhu TIEQUAN



** Wang JIAYIN



*** Ye DAOYANG



Anahtar kelimeler: “Nanhai I” batığı, konservasyon, depozit oluşumları, köken.

Keywords: “Nanhai I” shipwreck, conservation, concretion, provenance.

ÖZET

“Nanhai I” batığı, büyük bir arkeoloji ve tarih değeri olan Çin Güney Song Hanedanlığı’na (MS 1127–1279) tarihlenebilir. Sun Yat-sen Üniversitesi Arkeometri Laboratuvarındaki araştırma grubumuz 2010 yılından bu yana bir dizi deney yoluyla batığın konservasyon ve arkeolojik çalışmalarında yer almıştır. Bu makalede, farklı depozitlerinin analizi ve oluşum mekanizması, farklı kalker sorunlarında yumuşatma için kullanılacak yeni fiziksel yöntemlerin tasarımı ve batıktan çıkarılan bazı çanak çömleklerin menşei bilimsel olarak tanımlama çalışmalarımız özetlenmiştir. Nanhai I batığı üzerindeki çalışmamız sadece bir başlangıçtır ve Nanhai I batığının daha iyi korunması ve arkeolojisi için dünyanın farklı bölgelerinden ve farklı alanlardan uzmanları birlikte çalışmaya davet ediyoruz.

ABSTRACT

The “Nanhai I” shipwreck can be dated back to the China Southern Song Dynasty (1127–1279 AD), which is an important period for archaeology and history. Since 2010, our research group in the Archaeometry Lab of Sun Yat-sen University has participated in the conservation and archaeological study of the shipwreck through a series of experiments. This paper summarizes our work on the analysis of different types of concretion and their formation mechanisms, the design of new physical methods to soften different types of concretion, and the scientific identification of the provenance of some ceramic samples from the shipwreck. Our work on the Nanhai I shipwreck is just a beginning, and we welcome experts from different fields and different areas of world to come work together to improve the conservation and archaeology of the Nanhai I shipwreck.

* Prof. Dr. Zhu TIEQUAN, Orcid ID: 0000-0002-1190-7076, Guanzhou Güzel Sanatlar Akademisi Görsel Kültür Araştırma Merkezi s, Guangzhou, 510006, Çin; Güney Denizcilik Bilimi ve Mühendisliği Guandong Laboratuvarı (Zhuhai), Zhuhai, 519000, Çin; Sun Yat-sen Üniversitesi ve Yangjiang Belediye İdaresi Çin ve Deniz İpek Yolu Ortak Araştırma Merkezi, 529500, Çin.

* Professor Zhu TIEQUAN, Orcid ID: 0000-0002-1190-7076, Research Center for Visual Culture, Guangzhou Academy of Fine Arts, Guangzhou, 510006, China; Southern Marine Science and Engineering Guangdong Laboratory (Zhuhai), Zhuhai, 519000, China; China and the Joint Research Center of Maritime Silk Road by Sun Yat-sen University and Yangjiang Municipal Government Yangjiang, 529500, China.

** Araştırma Görevisi Wang JIAYIN, Orcid ID: 0000-0002-5066-4134, Güney Denizcilik Bilimi ve Mühendisliği Guandong Laboratuvarı (Zhuhai), Zhuhai, 519000, Çin.

** Research Assistant Wang JIAYIN, Orcid ID: 0000-0002-5066-4134, Southern Marine Science and Engineering Guangdong Laboratory (Zhuhai), Zhuhai, 519000, China.

*** Araştırma Görevisi Ye DAOYANG, Orcid ID: 0000-0003-0857-8221, Sun Yat-sen Üniversitesi ve Yangjiang Belediye İdaresi Çin ve Deniz İpek Yolu Ortak Araştırma Merkezi, 529500, Çin; Guangdong Deniz İpek Yolu Müzesi, Yangjiang 529535, Çin.

*** Research Assistant Ye DAOYANG, Orcid ID: 0000-0003-0857-8221, China and the Joint Research Center of Maritime Silk Road by Sun Yat-sen University and Yangjiang Municipal Government Yangjiang, 529500, China; Maritime Silk Road Museum of Guangdong, Yangjiang 529535, China.

1 GİRİŞ

Çin'in Guangdong Eyaleti Yangjiang Şehri Dongping limanının yaklaşık 20 deniz mili güneyinde bulunan (Fig. 1) "Nanhai I" batığı, Güney Çin Song Hanedanlığı'na (MS 1127–1279) tarihlenebilir. 1987'de keşfedilen batık 2007 yılında bütünlüğü bozulmadan çıkarılmıştır. Yapılan ön tahminlere göre batık, çoğu çanak çömlek olmak üzere altı bin adedin üzerinde kargo içeriyordu.¹ Görünüşe göre, bu çanak çömlekler deniz ticareti de dâhil olmak üzere antik Çin çanak çömleklerinin tarihini incelemek açısından iyi malzeme sunuyordu. Bununla birlikte, deniz suyunun ve sedimantasyonun uzun süreli etkisi nedeniyle, çanak çömlekler büyük ölçüde aşınmıştı ve deniz dibi çökeltileri, kabuklu deniz hayvanları ve başka maddeler gibi farklı tipte kabuklarla kaplanmıştı. Depozitlerin varlığı, bu çanak çömleklerin sadece zarif ve güzel görünümünü örtmekle kalmamış, aynı zamanda bunların derinlemesine araştırılmasını ve korunmasını da engellemiştir. Bu nedenle, "Nanhai I" batığındaki çanak çömleklerden kabuklanmanın uzaklaştırılması konservatörler açısından önemli bir görevdi.

1 ZHANG 2007

1 INTRODUCTION

Located about 20 nautical miles to the south of Dongping port, Yangjiang City, Guangdong Province, China (Fig. 1), the "Nanhai I" shipwreck can be dated back to the Southern Song Dynasty of China (1127–1279 AD). It was discovered in 1987 and then rescued integrally in 2007. According to a preliminary estimation, this shipwreck contained more than six thousand pieces of cargo, and most of them were ceramics.¹ These ceramics are good samples for studying the history of Chinese ancient ceramics, including their maritime trade patterns. However, due to the long-term impact of sea water and sedimentation, the ceramics have been greatly corroded and are covered by different types of concretion, including seabed sediment, shellfish, and other substances. The presence of concretion not only obscures the elegant and fine appearance of these ceramics, but also hampers more detailed research and conservation. Therefore, removing concretion from the ceramics of the "Nanhai I" shipwreck is an important task for the conservators.

1 ZHANG 2007

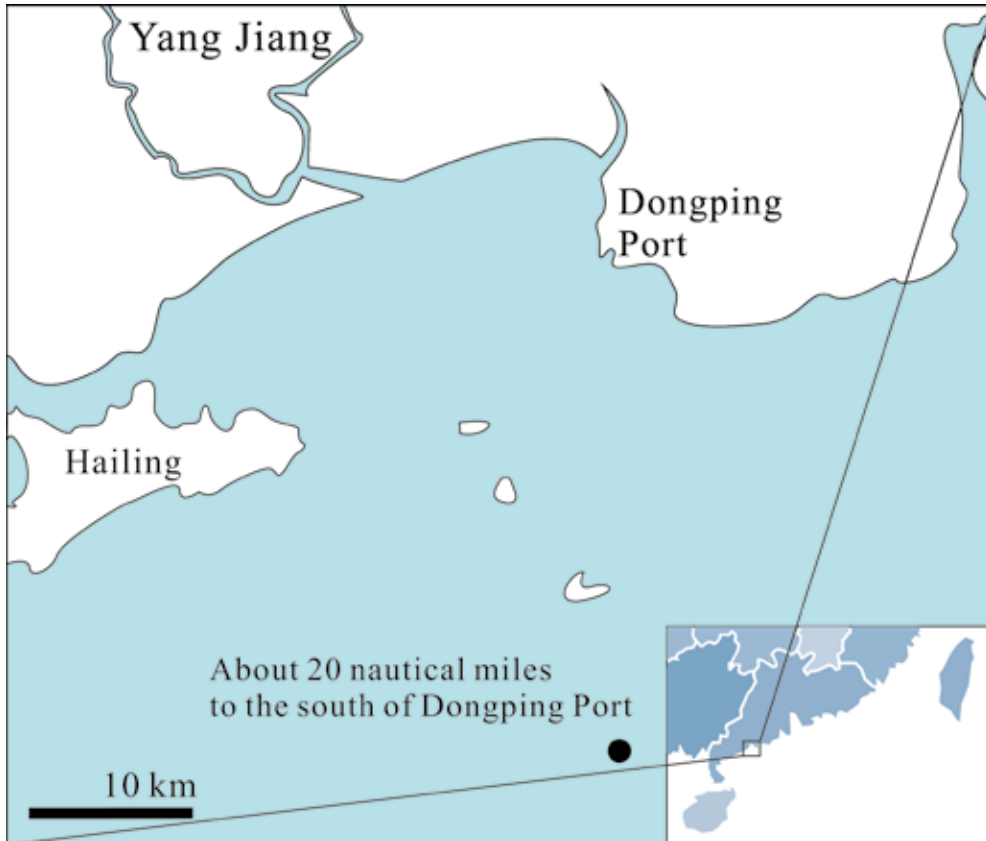


Fig. 1a: "Nanhai I" batığının jeolojik konumu.

Fig. 1a: Geological location of "Nanhai I" shipwreck.

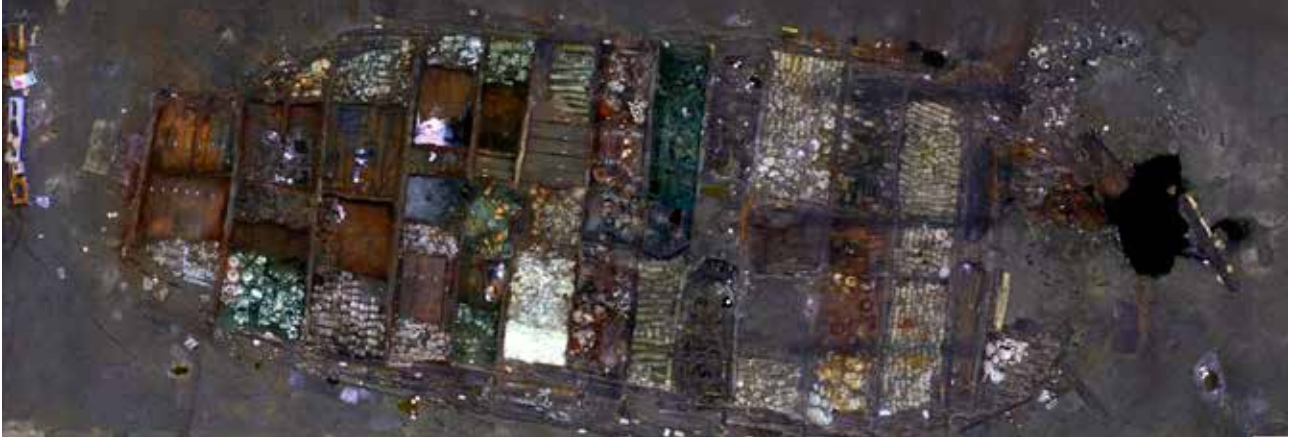


Fig. 1b: “Nanhai I” batığının 2017 kazısı sırasındaki düşey görünümü.

Fig. 1b: Vertical view of the “Nanhai I” shipwreck during its excavation in 2017.

1970’lerin başlarında, Macleod,² North & Pearson,³ North,⁴ Oddy⁵ ve Rees&Jones⁶ gibi pek çok araştırmacı kendini antik gemi batıklarının ve yüklerinin konservasyonuna adanmıştı. 1980’lere gelindiğinde, Çin’deki çok sayıda antik gemi batığının keşfedilmesiyle ve kazılmasıyla birlikte, giderek daha fazla Çinli bilim insanı, batıklardan ele geçirilen antik eserlerin konservasyon çalışmalarına başladı. Yang ve Tian,⁷ Nan’ao I batığındaki kahverengi eserlerin korozyonunu analiz etmek için X-ışını floresansı (XRF), X-ışını difraktometresi (XRD) ve enerji dağıtıcı spektroskopi (SEM-EDS) ile donatılmış taramalı elektron mikroskobu kullanarak korozyon ürünlerinin esas olarak bakır klorür olduğunu ve az miktarda bakır sülfür içerdiğini saptamıştır. Liu, Zhang, Li ve Ma⁸ Nanhai I batığı, Nan’ao I batığı ve Huaguangjiao I batığı dahil olmak üzere üç batıktan elde edilen demir eserlerdeki depozitleri analiz etmiştir. XRF, XRD ve SEM-EDS kullanarak, Huaguangjiao I ve Nan’ao I batığındaki kabukların çoğunlukla demir ve kalsiyum içerdiğini, Nanhai I batığındaki depozitlerinin ise kalsiyum ve silisyum içerdiğini saptamıştır. Bunlara ek olarak, Bao, Jia, Fu ve Liu⁹ SEM-EDS, XRF ve XRD kullanarak “Huaguangjiao I” batığındaki farklı kabuklaşma türlerini analiz etmiştir.

As early as the 1970s, many researchers worldwide had already devoted their careers to the preservation of ancient shipwrecks and their cargo, including Macleod,² North & Pearson,³ North,⁴ Oddy,⁵ and Rees & Jones.⁶ By the 1980s, after the discovery and excavation of numerous ancient shipwrecks in China, more and more Chinese scientists began to research the preservation of ancient artifacts from shipwrecks. Yang and Tian⁷ utilized X-ray fluorescence (XRF), an X-ray diffractometer (XRD), and a scanning electron microscope equipped with energy dispersive spectroscopy (SEM-EDS) to analyze the corrosion of brown artifacts from the Nan’ao I shipwreck. They found that the corrosion products were primarily copper chloride with a small quantity of copper sulfide. Liu, Zhang, Li, and Ma⁸ analyzed the concretion of iron wares from three shipwrecks, including the Nanhai I shipwreck, the Nan’ao I shipwreck, and the Huaguangjiao I shipwreck. Using the XRF, XRD, and SEM-EDS, they found that concretion from the Huaguangjiao I and Nan’ao I shipwrecks primarily contained iron and calcium, while concretion from the Nanhai I shipwreck contained calcium and silicon. Moreover, Bao, Jia, Fu, and Liu⁹ analyzed different types of concretion in the Huaguangjiao I shipwreck by using the SEM-EDS, XRF, and XRD.

2 MACCLEOD 1991

3 NORTH 1978

4 NORTH 1976

5 ODDY 1975

6 JONES 1972

7 YANG vd. 2012

8 LIU vd. 2011

9 BAO vd. 2014

2 MACCLEOD 1991

3 NORTH 1978

4 NORTH 1976

5 ODDY 1975

6 JONES 1972

7 YANG *et al.* 2012

8 LIU *et al.* 2011

9 BAO *et al.* 2014

Kuşkusuz, önceki araştırmacılar depozit oluşumunun derinlemesine araştırmalarına büyük katkıda bulunmuşlardır. Ancak depozit oluşumu ve uzaklaştırma yöntemlerini belirlemenin vazgeçilmez bir parçası olan kristal morfolojisi, boyutu ve dağılımı gibi kabuklaşmanın mineralojisi ile ilgili neredeyse hiç çalışma yapılmamıştır. Bu arada, şu anda genellikle batıktaki çanak çömleklerin kalkerlerini temizlemek için kimyasal çözelti uygulanmaktaydı, ancak batıktaki asitle kolayca aşınabilecek çok sayıda sırlı çanak çömlek düşünüldüğünde kimyasal yöntemin uygun olmadığı anlaşılmaktadır.

Konservasyon konusundaki bu zorlu sorunu çözebilmek için Sun Yat-sen Üniversitesi Arkeometri Laboratuvarı'ndaki araştırma grubumuz, Guangdong Deniz İpek Yolu Müzesi ile işbirliği içinde, 2010 yılından buyana antik çanak çömleklerin kabuklanması üzerine bir dizi araştırma gerçekleştirmiştir. XRD, mikro-Raman spektrometresi (RS) ve Enerji dağılımlı spektroskopi (SEM-EDS) ile donatılmış taramalı elektron mikroskobu, mikro X-ışını floresans spektrometresi (XRF), vb. gibi bir dizi analitik imkândan faydalanarak depozit oluşumu ve Nanhai I batığından alınan ilgili örnekler dikkatli bir şekilde analiz edilmiştir. Analize dayanarak Nanhai I batığındaki farklı depozit türlerinin oluşum mekanizması ayrıntılı bir şekilde ele alınmış olup, bu arada, kabuklanmanın çoğunda verimli bir yöntem olduğu onaylanan yeni bir konservasyon yöntemi tasarlanmıştır. Ek olarak, antik batıktan elde edilen çanak çömleklerle ilgili çalışmalarda bilimsel yöntemlerin uygulanmasını araştırmak amacıyla çanak çömlek parçalarının kimyasal bileşimini de analiz edilmektedir.

Undoubtedly, previous researchers have contributed a great deal to the deep research of concretion. However, related studies on the mineralogy of concretion, including the crystal morphology, size, and distribution, have rarely been reported, despite the fact that this is an indispensable basis for learning about the formation of concretion and discerning removal methods. Meanwhile, chemical solutions are usually applied to remove concretion from ceramics recovered from shipwrecks, however considering the number of glazed ceramics found on the shipwreck which would easily be eroded by acid, chemical methods do not seem to be suitable in this case.

In order to solve this difficult problem of conservation, since 2010 our research group in the archaeometry lab of Sun Yat-sen University has carried out a series of studies on the concretion of ancient ceramics in cooperation with the Maritime Silk Road Museum of Guangdong. By using a series of analytical technologies, including XRD, a micro-Raman spectrometer (RS), a scanning electron microscope equipped with energy dispersive spectroscopy (SEM-EDS), and micro X-ray fluorescence spectrometry (XRF), we carefully analyzed the concretion and related samples from the Nanhai I shipwreck. Based on this analysis, we considered the mechanism for the formation of different types of concretion from the Nanhai I shipwreck, and we designed a new conservation method, which was certified as an efficient method for removing most types of concretion. In addition, we analyzed the chemical composition of ceramic shards to further identify their provenance and to explore the application of scientific methods in the study of ceramics from ancient shipwrecks.

2 ÖRNEKLEME

Bu çalışmada, “Nanhai I” batığına ait çanak çömleklerden alınan depozit örnekleri Çin Guangdong Deniz İpek Yolu Müzesi tarafından sağlanmıştır. Test için “Nanhai I” batığından (Çin, Guangdong Deniz İpek Yolu Müzesi tarafından sağlanan) farklı depozitlere sahip yirmi yedi numune seçildi. Depozitlerin görünümüne dayanarak örnekler dört kategoriye ayrıldı: beyaz kabuklu deniz hayvanı kabuklanmaları, gri kabuklanmalar, kahverengi kabuklanmalar ve yüzeysel gri kabuklanmalar. Bu arada, Qingbai malı, beyaz porselen, Longquan Stili seladonları (uçuk yeşil renkli Çin porselenleri) vb dâhil olmak üzere 12 parça çanak çömlek parçası toplandı, tüm tipik örnekler Fig. 2’de gösterilmiştir.

2 SAMPLING

In this study, concretion of ceramics collected from the “Nanhai I” shipwreck was provided by the Maritime Silk Road Museum of Guangdong, China. Twenty-seven samples with different concretions from the “Nanhai I” Shipwreck were selected for the experiment. From the appearance of the concretions, the samples were divided into four categories: white shellfish concretions, gray concretions, brown concretions, and shallow gray concretions. In the meantime, we also collected 12 pieces of ceramic shards, including Qingbai ware, white porcelain, and celadon with Longquan style. All of the typical samples are shown Fig 2.

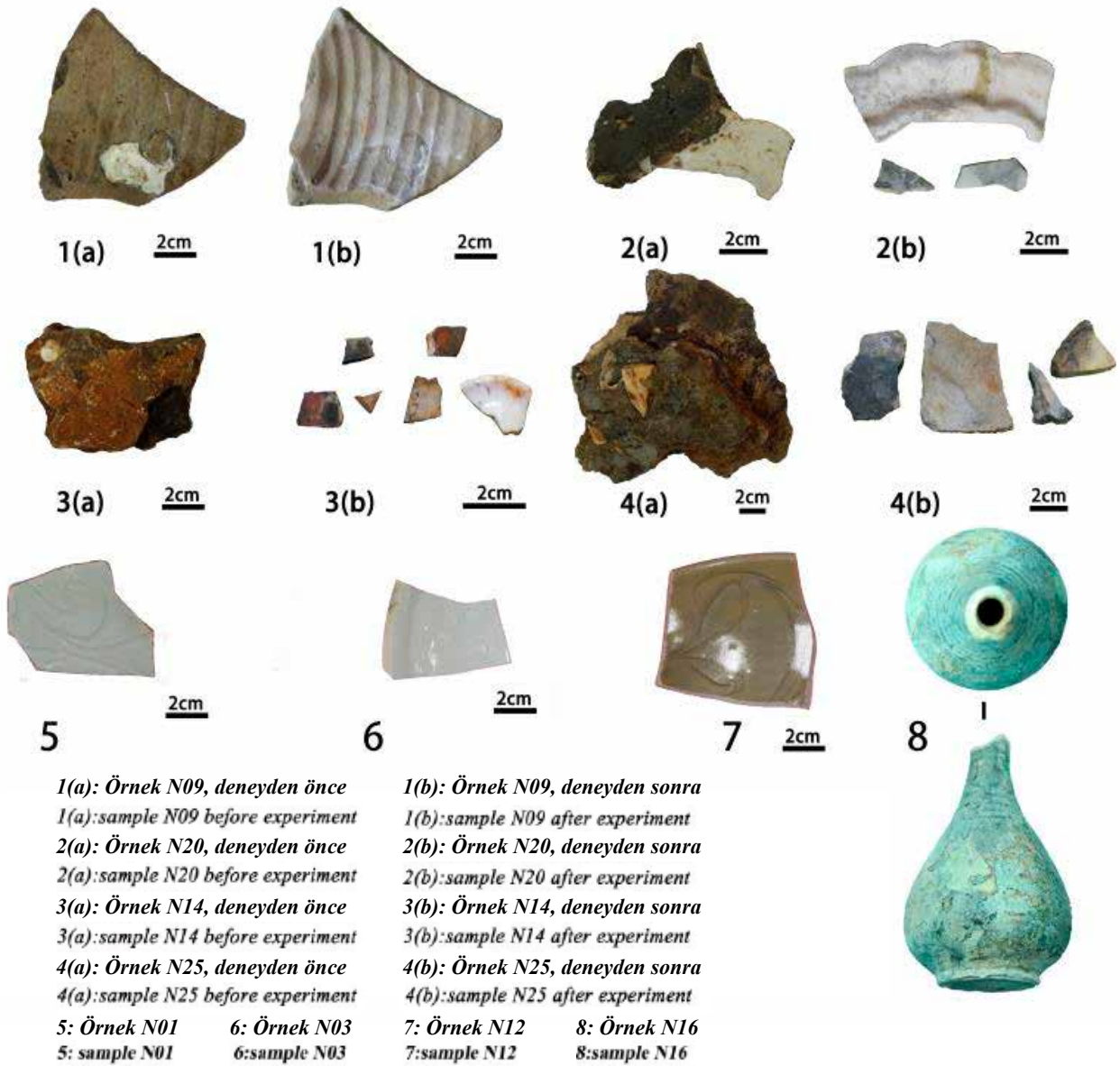


Fig. 2: Farklı kabuklanma ve mal gruplarına ait tipik örnekler.

Fig. 2: Typical samples with different concretions and type of ware.

3 ANALİTİK YÖNTEMLER

XRF, XRD, Raman spektroskopisi ve SEMEDS kullanarak yapılan tüm deneyler Sun Yat-Sen Üniversitesi'nin analitik araştırma merkezinde gerçekleştirilmiş olup, deneylerle ilgili ayrıntılı ayrıntılar aşağıdaki gibi rapor edilmiştir.

Numunelerin kimyasal bileşimini analiz etmek için Mikro X-ışını Spektroskopisi (EAGLE-III.XXL, ABD) kullanıldı. Spektroskopi, 40 kV X ışını tüpü voltajında, 200 mA akımda, 300 µm vakumlu optik yol ve ışın spot boyutunda çalıştırıldı. Çözünürlük Mn – Ka'da 137,5 eV, ölü zaman ise % 30'a yakındı. Spektrum toplama ve analiz yazılımı, cihaza bağlı olarak çalıştırılan VISION32 programıydı.

Toz haline gelmiş numunelerin kristal yapısı, bir Cu X-ışını tüpü ile donatılmış MXP18AHF XRD (Mc. Japan) kullanarak incelenmiştir. XRD ölçümü sırasında voltaj 40 KV'ye ayarlanmış olup, akım 100 mA idi. Diverjans yarı, Solter yarı ve alıcı yarı sırasıyla 18, 18 ve 0.15 mm idi.

Numunelerin mineral bileşenlerini belirlemek için lazer eş odaklı Raman mikroskobu (Renishaw) kullanıldı. Argon 514 nm hattı kullanılarak farklı depozit oluşumları aydınlatıldı. Numune yüzeyinde 100-2,000 cm⁻¹ Raman kayma aralığındaki ortalama spektral çözünürlük 1 cm⁻¹, spektral ayak izi çapı 1-2 µm (50 X mikroskop nesneleri) idi. Cihazın kalibrasyonu günlük olarak 520 cm⁻¹ silikon Raman bandıyla yapıldı. Raman spektrumları, numunedeki örnekleme noktalarının seçimine de yardımcı olan yerinde optik mikroskopi ile kaydedildi.

SEM gözlemi için enerji dağıtıcı X-ışını spektrometresi ile donatılmış bir termal alan emisyon ortamı taramalı elektron mikroskobu kullanıldı. Numune, SEM'in numune odasına yerleştirilmeden önce ultra ince bir Au filmi ile kaplandı. Gözlem sırasında, ikincil elektron görüntülerini yakalamak için hızlanma voltajı 20 kV'a ayarlandı. Ayrıca yerinde kimyasal bileşimleri ölçmek için enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDS) ölçümü yapıldı.

3 ANALYTICAL METHODS

All of the experiments, including XRF, XRD, Raman spectroscopy, and SEMEDS, were performed in the analytical research center of Sun Yat-Sen University. The detailed experimental conditions are reported as follows.

Micro X-ray Spectroscopy (EAGLE-III.XXL, USA) was employed to analyze the chemical composition of the samples. It was operated at a voltage of 40 kV and current of 200 mA of the X-ray tube, with a vacuum optical route and a beam spot size of 300 µm. The resolution was 137.5 eV at Mn-Ka and the dead time was close to 30%. The software for spectrum collection and analysis was the VISION32 program connected with the instrument.

The crystalline structure of powdered samples was studied using MXP18AHF XRD (Mc. Japan) equipped with a Cu X-ray tube. During XRD measurement, the voltage was set to 40 KV and the current was 100 mA. The divergence slit, Solter slit, and receiving slit were 18, 18, and 0.15 mm respectively.

Laser confocal Raman microscopy (Renishaw) was employed to determine the mineral components of the samples. Different concretion types were illuminated using the argon 514 nm line. The average spectral resolution in the Raman shift range of 100–2,000 cm⁻¹ was 1 cm⁻¹ and the spectral footprint diameter was 1–2 µm (50 X

microscope objects) at the specimen surface. Calibration of the instrument was performed on a daily basis with the 520 cm⁻¹ silicon Raman band. The Raman spectra were recorded by *in situ* optical microscopy, which also assisted in the selection of sampling points on the specimen.

A thermal field emission environment scanning electron microscope equipped with energy dispersive X-ray spectrometer was used for SEM observation. The sample was coated with an ultra-thin film of Au before being placed in the sample chamber of SEM. During observation, the accelerating voltage was set to 20 kV to capture the secondary electron images. Energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS) measurement was also performed to measure the *in situ* chemical compositions.

Tablo 1: Farklı depozitlerin kimyasal bileşimi ve mal grubunun XRF ile yeşil sırları (ağırlıkça%)

Num	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CoO	CuO	PbO
N5(beyaz alan)	-	0.47	2.97	0.24	0.15	0.35	0.08	1.41	0.05	1.07	93.2
N8(siyah alan)	-	0.43	3.16	0.66	-	0.77	0.11	2.54	0.1	2	90.23
N8(sır alanı)	1.46	3.15	23.78	0.63	0.61	0.22	0.21	0.52	0.12	5.02	64.28
N8(gri alan)	0.47	19.16	48.21	0.09	6.03	0.2	0.31	2.18	-	0.94	22.42
N8(sarı alan)	-	8.24	29.87	0.54	3.62	0.77	0.88	5.15	0.13	1.36	47.44
N9(gri alan)	-	2.33	19.68	0.52	0.51	0.27	0.18	1.62	0.06	0.85	73.98
N9(yeşil alan)	0.6	3.43	21.58	0.48	1.01	0.39	0.11	0.67	0.09	2.66	68.98
N10(yeşil sır)	0.42	4.02	40.53	0.25	0.8	0.65	0.22	0.56	-	2.53	50.01
N10(gri alan)	0.53	2.62	54.75	0.23	0.82	0.67	0.17	0.49	0.03	1.49	38.2
N10(sarı alan)	1.88	8	25.52	4.98	2.45	3.14	0.43	3.48	0.04	1.6	48.48
N11(yeşil sır)	1.16	5.22	31.99	0.52	1.43	0.78	0.32	1.16	0.08	3.25	54.09
N11(gri alan)	0.68	3.63	43.74	-	0.63	0.85	0.13	1.22	0.08	1.71	47.34
N16 (siyah alan)	0.71	1	3.07	0.81	1.13	1.22	0.11	1.26	0.05	2.12	88.3
N16 (yeşil sır)	-	3.49	26.38	0.27	0.8	0.59	0.13	1.05	0.12	2.38	64.79
N16 (gri alan)	0.68	0.74	2.83	0.64	0.5	0.42	0.09	0.91	-	1.17	91.45

Table 1 The chemical composition of different concretions and the green glaze of the wares by XRF(wt%)

Num	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CoO	CuO	PbO
N5(white area)	-	0.47	2.97	0.24	0.15	0.35	0.08	1.41	0.05	1.07	93.2
N8(black area)	-	0.43	3.16	0.66	-	0.77	0.11	2.54	0.1	2	90.23
N8(glaze area)	1.46	3.15	23.78	0.63	0.61	0.22	0.21	0.52	0.12	5.02	64.28
N8(gray area)	0.47	19.16	48.21	0.09	6.03	0.2	0.31	2.18	-	0.94	22.42
N8(yellow area)	-	8.24	29.87	0.54	3.62	0.77	0.88	5.15	0.13	1.36	47.44
N9 (gray area)	-	2.33	19.68	0.52	0.51	0.27	0.18	1.62	0.06	0.85	73.98
N9 (green glaze)	0.6	3.43	21.58	0.48	1.01	0.39	0.11	0.67	0.09	2.66	68.98
N10 (green glaze)	0.42	4.02	40.53	0.25	0.8	0.65	0.22	0.56	-	2.53	50.01
N10 (gray area)	0.53	2.62	54.75	0.23	0.82	0.67	0.17	0.49	0.03	1.49	38.2
N10 (yellow area)	1.88	8	25.52	4.98	2.45	3.14	0.43	3.48	0.04	1.6	48.48
N11 (green glaze)	1.16	5.22	31.99	0.52	1.43	0.78	0.32	1.16	0.08	3.25	54.09
N11(gray area)	0.68	3.63	43.74	-	0.63	0.85	0.13	1.22	0.08	1.71	47.34
N16 (black area)	0.71	1	3.07	0.81	1.13	1.22	0.11	1.26	0.05	2.12	88.3
N16 (green glaze)	-	3.49	26.38	0.27	0.8	0.59	0.13	1.05	0.12	2.38	64.79
N16 (gray area)	0.68	0.74	2.83	0.64	0.5	0.42	0.09	0.91	-	1.17	91.45

4 TARTIŞMA

4.1 DEPOZİT OLUŞUM MEKANİZMASININ İNCELENMESİ

Depozit örnekleri görünümlerine göre beş kategoriye ayrıldı: beyaz kabuklu deniz hayvanlarıyla oluşanlar, gri, gri siyah, kırmızımsı ve gri beyaz depozit oluşumları.

4.1.1 BEYAZ KABUKLU DENİZ HAYVANLARININ OLUŞTURDUĞU DEPOZİTLER

Beyaz kabuklu deniz ürünleri depozitlerinin mikroskopi gözlemleri Fig. 3'te gösterilen, kabuklardan gelen mukus kalıntıları gibi görünen alanları göstermektedir. Önceki çalışmalar midye gibi kabuklu deniz canlılarının genellikle kabuklu deniz hayvanlarının metallerin ve kayaların yüzeyine kompakt bir şekilde yapışmasına yardımcı olan ayak proteininde Dopa olarak adlandırılan bir tür adhezyon proteini salgılayabildiğini göstermektedir¹⁰ (Fig 3). Genel olarak midyenin içerdiği Dopa oranı ne kadar yüksekse, o kadar fazla yapışkan olacaktır.¹¹

4.1.2 GRİ DEPOZİTLER

Mikroskop altında gri kabuklanma çok yumuşak ve gevşek görünmektedir (Fig. 4), yapılan XRD analizi ise ağırlıklı olarak gömülme süreci esnasında oluşan α -kuvars ve kalsitten (Fig. 5) oluştuğunu ortaya koymaktadır.

10 HAN 2013

11 OOKA-GARRELL 2000

4 DISCUSSION

4.1 ANALYSIS OF THE CONCRETION FORMATION MECHANISM

From the appearance of the concretions, the samples were divided into five categories: white shell-fish concretions, gray concretions, the gray-black concretions, reddish concretions, and gray-white concretions.

4.1.1 THE WHITE SHELL-FISH CONCRETIONS

For the white shellfish concretions, microscopic observations show areas with what seems to be residue of mucus from the shells, which is shown in Fig. 3. Previous studies indicate that shellfish organisms like mussels can secrete a kind of adhesion protein with the name of Dopa from its foot protein, which usually helps shellfish organisms compactly attach to the surface of metals and rocks¹⁰ (Fig.3). Generally, the higher proportion of Dopa the mussel contains, the more adhesive it will be.¹¹

4.1.2 THE GRAY CONCRETION

Under the microscope, the gray concretion seems very soft and loose (Fig. 4), and the XRD analysis further reveals that it was mainly composed of α -quartz and calcite (Fig.5), which was formed during its burial process.

10 HAN 2013

11 OOKA-GARRELL 2000



Fig. 3: N07 örneğinin mikroskopik fotoğrafı.

Fig. 3: Micro-photo of sample N07.

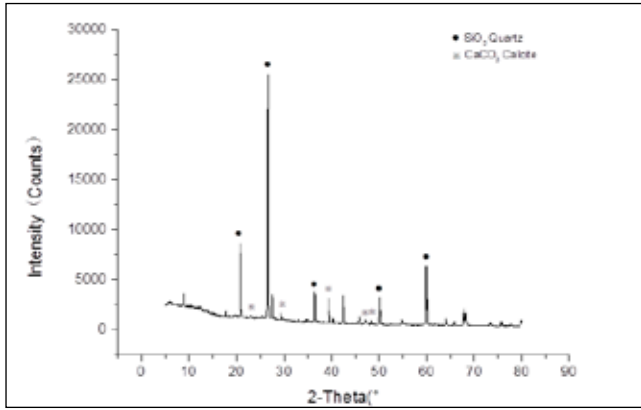


Fig. 5: Gri depozitlerin XRD spektrumu.

Fig. 5: XRD spectrum of the gray concretion.

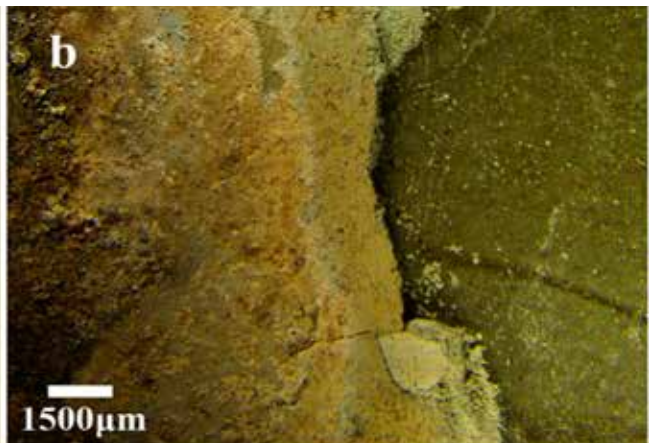
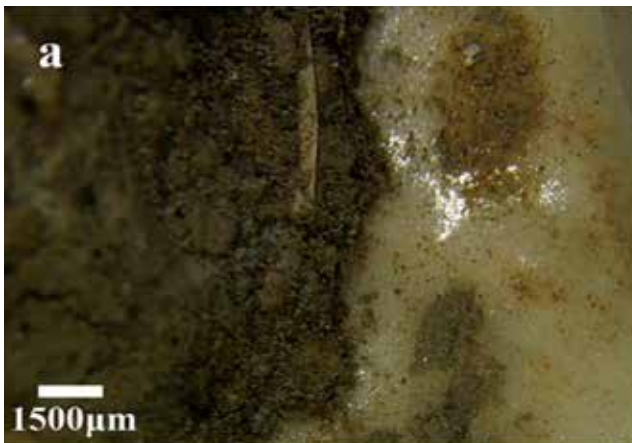


Fig. 4: Üzerlerinde gri depozit bulunan numunelerin mikrofrafisi.

Fig. 4: Micro-graph on samples with gray concretion.

4.1.3 GRİ SİYAH DEPOZİTLER

Mikro-XRF'nin sunduğu olumlu avantajlarından faydalanarak yeşil sır alanı ve kalkerli bölge analiz edildi. Analiz, yeşil sırın yüksek Pb_2O_5 (% 50.01 ~% 73.98) ve CuO (2.38 ~% 5.02) içeriğine sahip olduğunu ortaya çıkardı, bu da yeşil sırın daha düşük sıcaklıkta pişirilen sirlara ait olduğunu ve ana kromojenik maddenin bakır olduğunu gösterdi. Yeşil sırın kimyasal bileşimi ile karşılaştırıldığında, kalker oluşumu P_2O_5 (% 0.09 ~% 0.63), CaO (% 0.22 ~% 0.78), Fe_2O_3 (% 0.52 ~% 1.62) daha yüksek, CuO (% 0.85-2.12) ise daha düşüktür. Ayrıca yapılan Raman analizi ana bileşimlerin karbon siyahı, serüsit ve kurşun fosfat olduğunu gösterdi (Fig. 6 ve 7).

4.1.3 THE GRAY-BLACK CONCRETION

By using the advantages of micro-XRF, we analyzed the green glaze area of a concretion. The analysis revealed that the green glaze has a high content of Pb_2O_5 (50.01% ~ 73.98%) and CuO (2.38% ~ 5.02%), which suggests the green glaze belonged to a lower temperature-fired glaze and copper was the main chromogenic substance. Compared to the chemical composition of the green glaze, the concretion has a higher content of P_2O_5 (0.09%~0.63%), CaO (0.22%~0.78%), Fe_2O_3 (0.52%~1.62%) and lower CuO (0.85-2.12%). The Raman analysis further indicated that it is mainly composed of black carbon, cerussite, and lead phosphate (Fig. 6,7).



Fig. 6: Gri ve siyah depozitlerin mikrofrafisi.

Fig. 6: A micrograph on gray-black concretion.

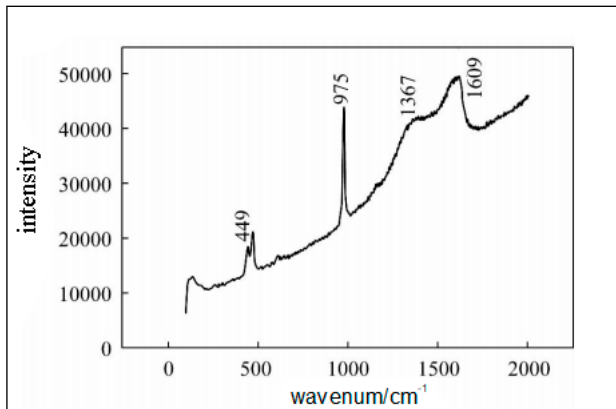
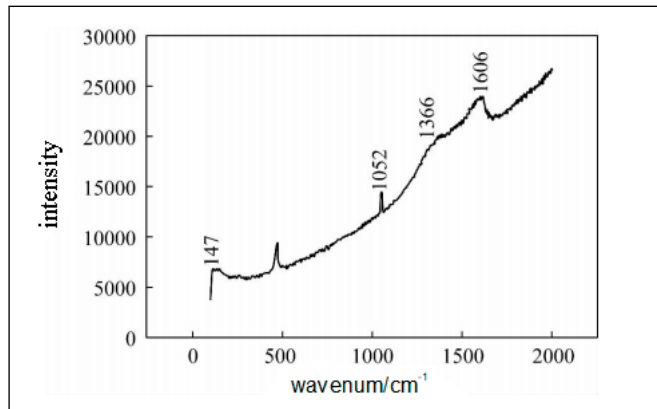


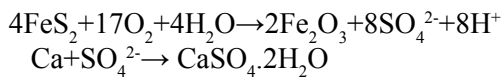
Fig. 7: Gri ve siyah depozitlerin Raman spektrumları.

Fig. 7: Raman spectrums on gray & black concretions.

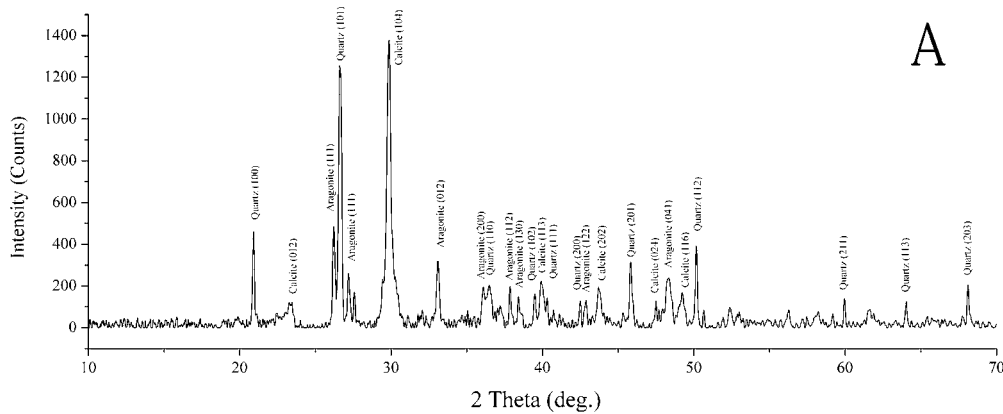


4.1.4 KIRMIZI RENKLİ DEPOZİT OLUŞUMLARI

X-ışını kırınım analizi kabuklanmaların çoğunlukla pirit, α -kuvars ve alçıdan oluştuğunu gösterdi (Fig. 8). Piritin varlığı ayrıca mikro-Raman analizi ile teyit edildi, hematit de RS ile belirlendi (Fig. 9). Pirit kristalleri, kırmızımsı depozitlerin ana kısımlarından birini oluşturur. SEM gözlemi piritin framboyidler veya çoklu framboyid kümeleri halinde oluştuğunu göstermiştir (Fig. 10). Alçıtaşı, kırmızımsı kabukta küçük bir bileşen olarak bulundu ve her bir kristalde 1-2 μm boyutunda kristal kümeleri şeklinde görüldü. Kırmızımsı depozit oluşumuna gelince, uzun süre deniz suyunun içerisinde kalma nedeniyle deniz tabanının redoks durumunun birçok faktörden etkilenebileceği ve sırasıyla pirit ve alçı oluşumuna yol açmış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca pirit, çıkarma sırasında ve sonrasında kolayca oksitlenebilir¹² bu da aşağıdaki denklemlerde açıklandığı gibi spesifik reaksiyon yolu ile alçı ve hematit oluşumuna katkıda bulunabilir.



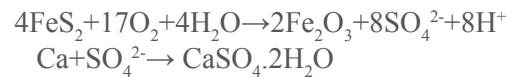
12 FORS – SANDSTRÖM 2006



4.1.4 THE REDDISH CONCRETION

X-ray diffraction analysis indicated that the reddish concretions were mostly composed of pyrite, α -quartz, and gypsum (Fig. 8). The existence of pyrite was also confirmed by micro-Raman analysis, and hematite was also identified by RS (Fig. 9). Pyrite crystals compose one of the major parts of reddish concretion. SEM observation showed that pyrite occurred as framboids or poly-framboidal clusters (Fig. 10). Gypsum was found in the reddish concretion as a minor component and appeared to be crystal clusters with a size of 1-2 μm for individual crystals.

As for the formation of reddish concretion, it is believed that during long-term submersion in seawater, the redox condition of the seabed could be affected by many factors and lead to the formation of pyrite and gypsum respectively. Moreover, pyrite can easily be oxidized during and after salvage,¹² which might contribute to the formation of gypsum and hematite through a specific reaction pathway as described by the equations below.



12 FORS – SANDSTRÖM 2006

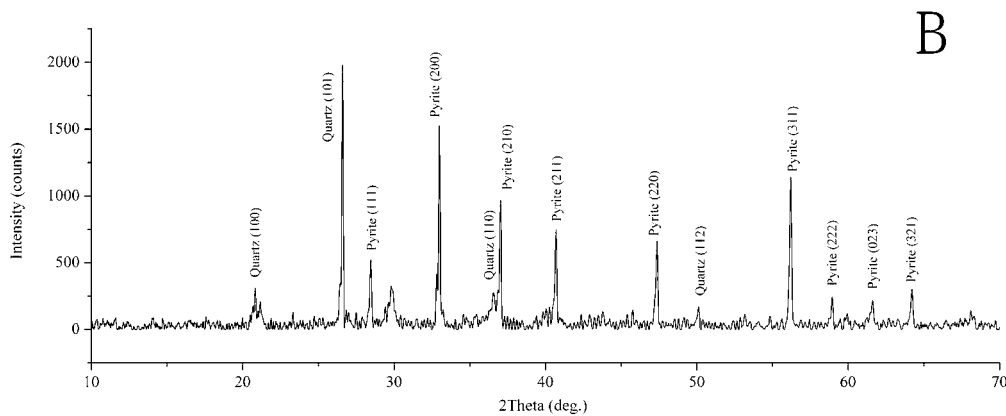


Fig. 8: Kırmızı depozit oluşumları (A) ve gri beyaz depozit oluşumları (B) üzerindeki XRD spektrumları.

Fig. 8: XRD spectrums on the reddish concretions(A)and gray-white concretions (B).

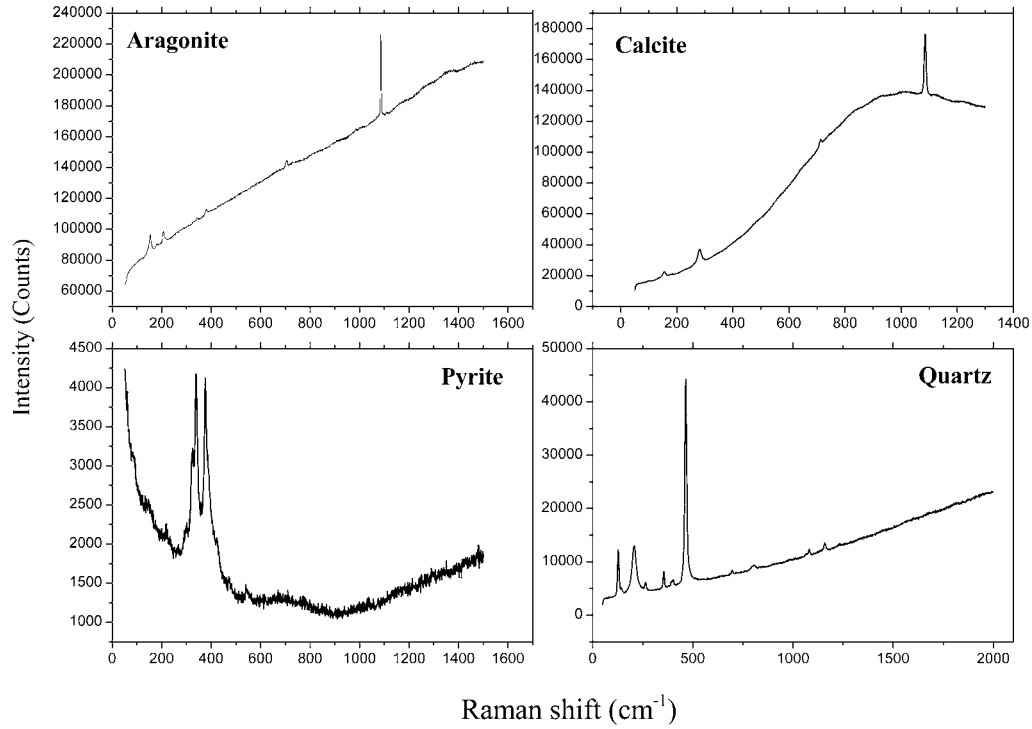


Fig. 9: Farklı kırmızımsı depozit oluşumları ve gri beyaz depozit oluşum alanlarındaki mikro-Raman spektrumları.
Fig. 9: Micro-raman spectrums on different areas of reddish concretions and gray-white concretion.

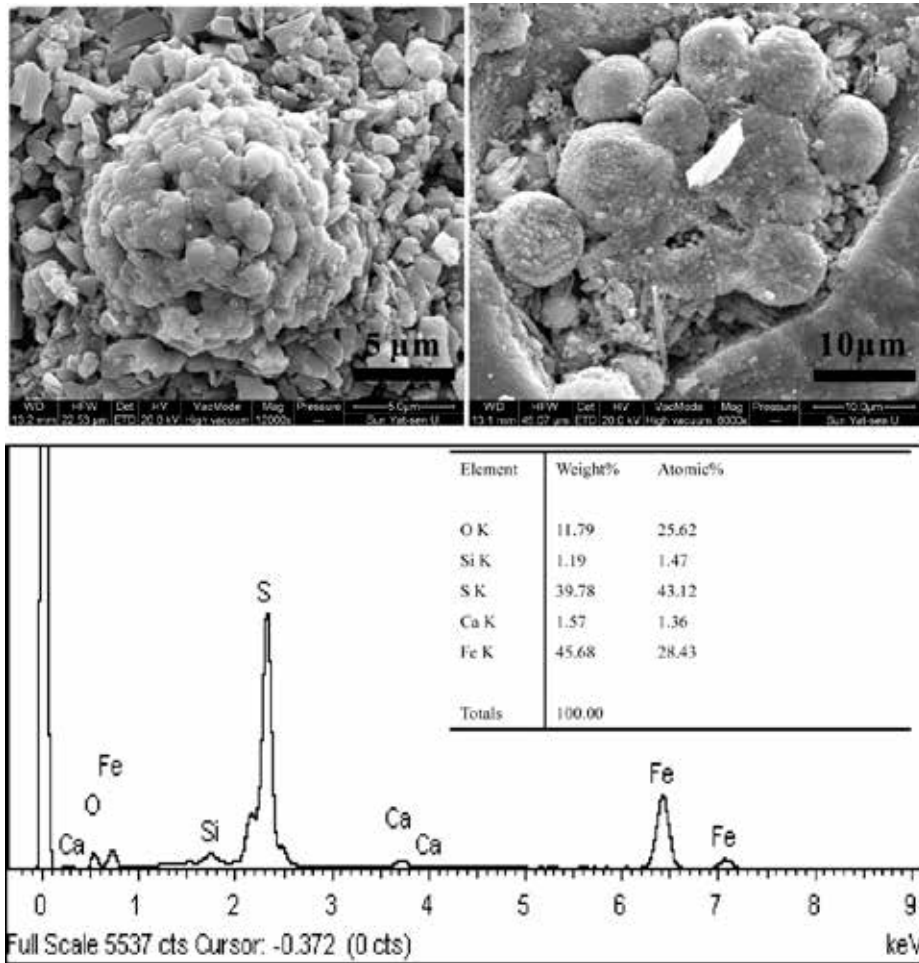


Fig. 10a: Kırmızımsı depozitlerdeki pirit framoyidler ve ilgili EDS spektrumu.

Fig. 10a: Pyrite framboids in the reddish concretion and the related EDS spectrum.

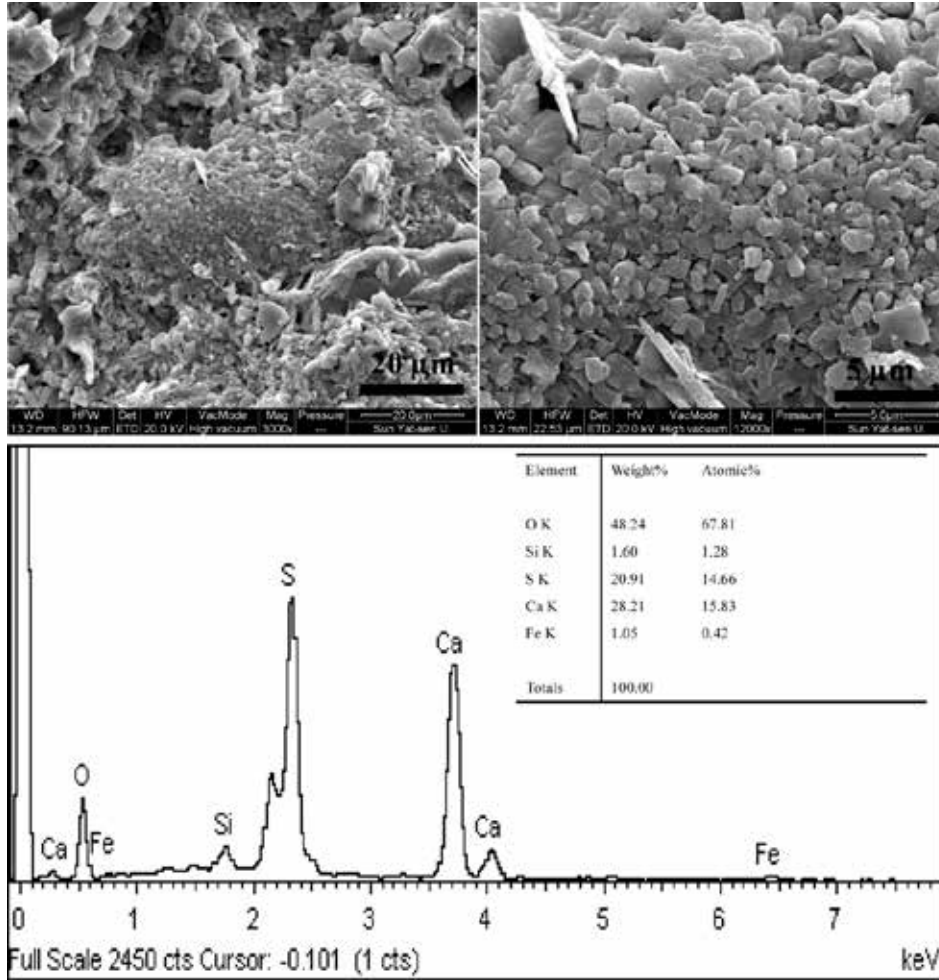


Fig. 10b: Kırmızımsı depozitlerdeki alçıtaşı ve ilgili EDS spektrumu.

Fig. 10b: Gypsum in the reddish concretion and the related EDS spectrum.

4.1.5 GRİ BEYAZ DEPOZİTLER

Gri depozit oluşumunun XRD spektrumu (Fig. 8) esas olarak a-kuvars, kalsit ve aragonitten oluştuğunu göstermiştir; bu bulgu, diğer alandaki çanak çömleklerde gözlenen kabuklanmayla ilgili daha önce yapılan çalışmaya oldukça benzerdir.¹³ XRD yalnızca toz numuneye ilişkin bilgi sağlayabildiğinden, depozit oluşumu parçalarının mineral bileşimini ve dağılımını incelemek için *in situ* mikro-Raman spektrometresi (Fig. 9) ve SEM uygulanmıştır. Sonuçlar, aragonitin esas olarak gri depozitlerin kenarında, kalsitin ise genellikle iç kısmında oluştuğunu göstermiştir. Bu iki kalsiyum karbonat mineral türü, SEM gözlemiyle gösterildiği gibi farklı kristal şekillerine sahiptir. Aragonit iğne şeklinde oluşurken, kalsit düzenli bir altıgen oluşturur (Fig. 11).

4.1.5 THE GRAY-WHITE CONCRETIONS

The XRD spectrum of the gray concretion (Fig.8.) indicated that it was mainly composed of a-quartz, calcite, and aragonite, which was quite similar to the previous study of the concretion of ceramics in another area.¹³ Since XRD can only provide information for a powdered sample, an *in situ* micro-Raman spectrometer (Fig. 9) and SEM were utilized to study the mineral composition and distribution of concretion fragments. The results show that aragonite mainly occurred at the margin of the gray concretion, while calcite commonly occurred at the inner part. These two kinds of calcium carbonate minerals have different crystal shapes, as shown by SEM observation. Aragonite formed in a needle-like shape, while calcite formed in a regular hexahedron (Fig. 11).

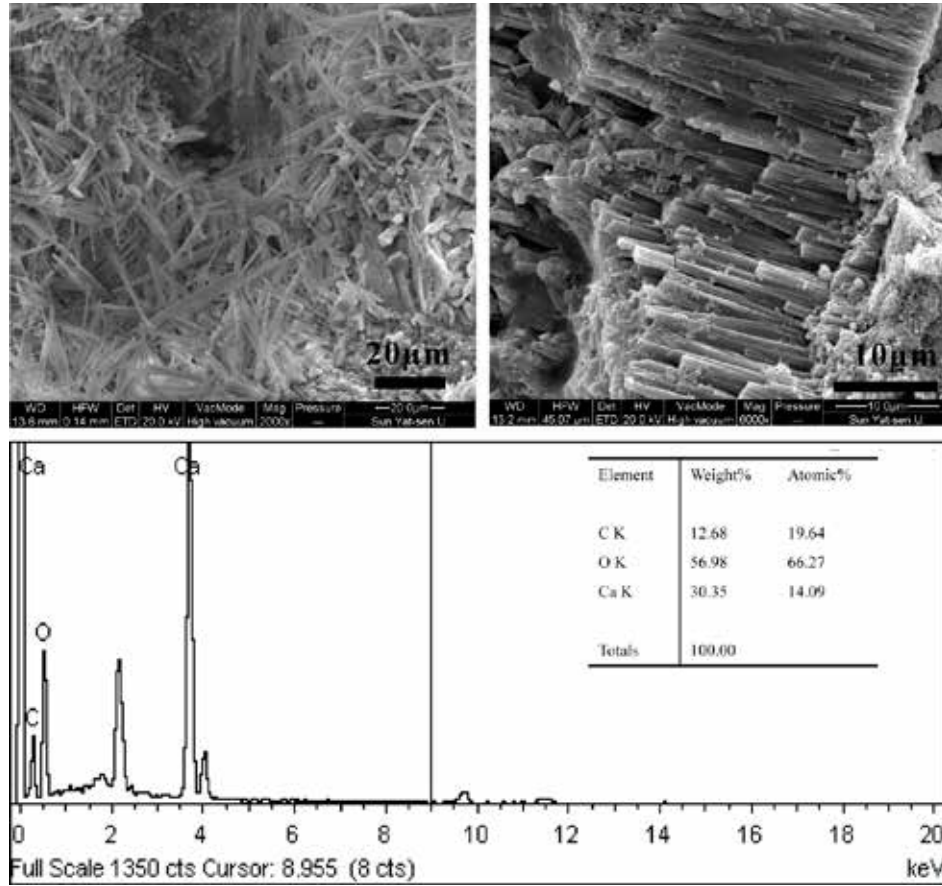


Fig. 11a: Gri beyaz depozitlerde gözlemlenen aragonit kristalleri ve ilgili EDS spektrumu
Fig. 11a: Aragonite crystals observed in gray-white concretion and the related EDS spectrum.

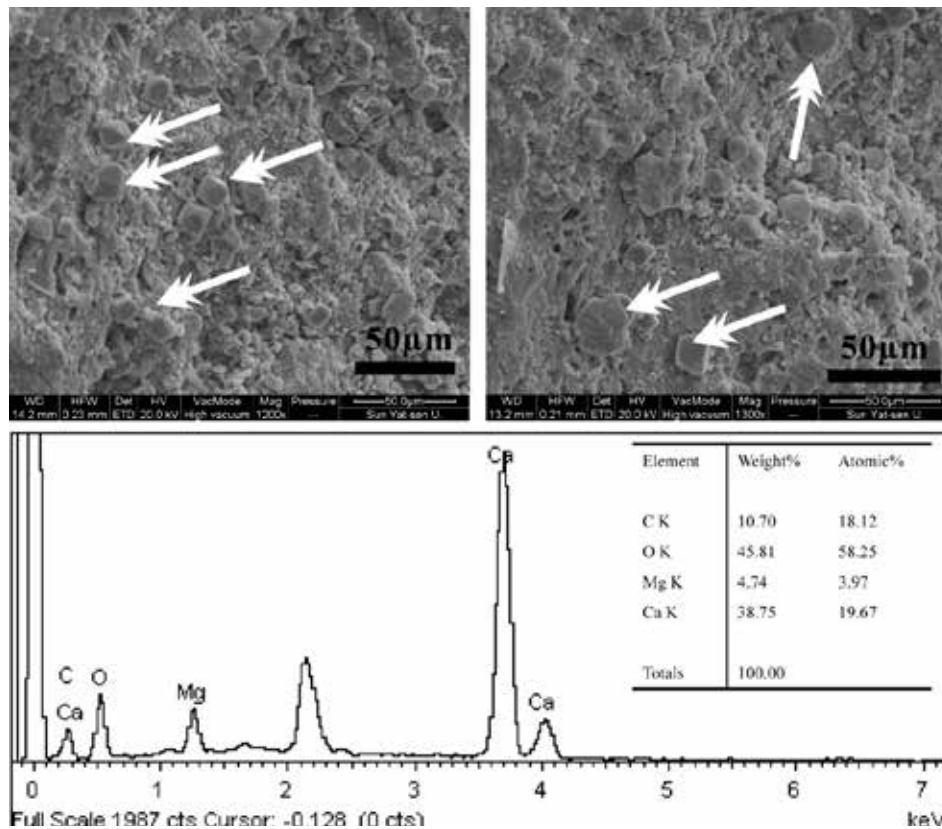


Fig. 11b: Gri depozitlerde gözlemlenen kalsit kristalleri ve ilgili EDS spektrumu.
Fig. 11b: Calcite crystals observed in grey concretion and the related EDS spectrum.

Yumuşakça depozitlerinin önemli bir kısmı biyolojik olarak oluşmuş kalsit ve aragonitten oluştuğu için kabuklanmada saptanan kalsiyum karbonat deneysel olarak deniz kabuğu parçaları olarak kabul edildi.¹⁴ Genel olarak, depoziti oluşturan kalsiyum karbonat kristalleri, genellikle belirli bir katmanda düzenlenmiştir. Depozitin herhangi bir katmanındaki kalsiyum karbonat kristalleri çubuk, plaka, yaprak vb. şeklinde oluşabilirdi.¹⁵ Bu mikro yapılar, biyogenetik karbonatların tanımlanmasında kullanılabilir. Depozitlerde saptanan aragonit kristallerinin dağılımı, hem dağınık model hem de düzenli prizmatik model göstermiştir, bu da muhtemelen farklı oluşum yollarına (kimyasal çökeltme ve biyomineralizasyon) işaret etmiştir. Benzer şekilde, kalsit kristallerinin dağınık dağılım modeli muhtemelen inorganik bir köken göstermiştir.

4.2 FARKLI DEPOZİTLERDE YUMUŞATMA TEKNİĞİ

Farklı depozitlerin analizine dayanarak, Fig. 12’de gösterilen fiziksel bir ısıtma protokolü tasarlanmıştır. Bu yöntem, işlem sırasında kimyasal ve faz değişimlerinin yanı sıra kabuklanmada malzemelerin farklı genleşmesi, gaz ve su salınımı ilkesine dayanmaktadır. Buna ek olarak, fiziksel yöntem, çanak çömleklerin sırrı üzerinde asit korozyonunu önleyebilir ve çanak çömleklere zarar vermeden kabuklanmaları ortadan kaldırabilir.

Yeşil sır yüzeyindeki siyah ve gri depozitlerin olası hasara yol açmayıp, tam tersine tarihsel değerini de artırabileceğinden bu yöntem kullanılarak işlem yapılmadı. Diğer kabuklanmalarda bu yöntemin çok verimli olduğunu gördük.

Empirically, calcium carbonate found in concretion has been regarded as fragments of shell, since a substantial part of mollusk shells were composed of biologically-formed calcite and aragonite.¹⁴ Generally, calcium carbonate crystals which constituted the shell were arranged in a particular type of layering. In any given layer of the shell, the calcium carbonate crystals might be arranged as rods, tablets, blades, and so on.¹⁵ These micro-structures can be used for the identification of biogenetic carbonates. The distribution of aragonite crystals found in the concretion show both a scattered pattern and a regular prismatic pattern, which probably indicates different formation pathways (chemical precipitation vs. biomineralization). Comparably, the scattered distribution pattern of calcite crystals probably indicates an inorganic origin.

4.2 THE SOFTENING TECHNIQUES FOR DIFFERENT TYPES OF CONCRETION

Based on the analysis of the different concretions, a physical heating protocol was designed, which is shown in Fig 12. This method is based on the principle of different types of expansion of the materials in concretion, the release of gas and water, as well as the chemical and phase changes during the treatment. The physical method can avoid acid corrosion on the glaze of the ceramic and eliminate the concretion without damaging the ceramics.

As the black and gray concretion on the surface of green glaze will not result in potential damage, and on the other hand, it could increase its historical value, we did not treat it by using this method. For other types of concretion, we found this method was very efficient.

14 SUN vd. 2015

15 PAULA – SILVEIRA 2009

14 SUN et al. 2015

15 PAULA – SILVEIRA 2009

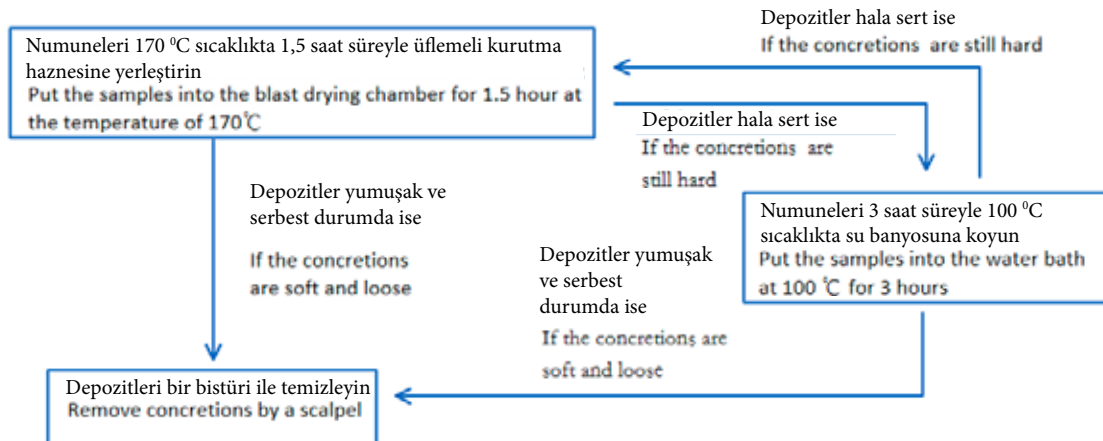


Fig. 12: İşlem süreci.

Fig. 12: Process of the treatment.

1) Beyaz kabuklu deniz ürünlerinden oluşan depozitlerde, hızlı kurutma odasında ısıtma yöntemiyle gevşemeye başladı. Daha sonra, kabuklar ve çanak çömlekler arasındaki bağlantı noktasından kolayca çanak çömlekten ayrılabilirdi. Son olarak, Fig. 2-1 (b)'de gösterildiği gibi beyaz kabuklu deniz ürünlerindeki depozitler temizlenebildi.

2) Aynı olay ısıtma sırasında gri depozitlerde de meydana geldi. Depozitler tanecikli, kırılabilir ve doğrudan elle ayrılabilir hale geldi. Fig. 2-2 (b) 'de gösterildiği gibi, işlemden sonra üç farklı boyutta çanak çömlek parçası ortaya çıktı.

3) Kırmızı, koyu kırmızı ve kahverengi parçacıkları içeren kahverengi depozitlerde (Fig. 2-3 (a), Fig. 2-4 (a)), ısıtma ve kaynatma işlemleri 2-5 kez tekrarlandıktan sonra arayüz o kadar güçlü değildi. Hala zor olmasına rağmen kabuklanmaların bir neşter ile çıkarılması mümkün oldu. Fig. 2-3 (b) ve Fig. 2-4 (b)'de gösterildiği gibi, oluşumlar çıkarıldıktan sonra birkaç küçük çanak çömlek parçası ortaya çıktı.

Sığ gri birkaç denemeden sonra maalesef çok yoğunlaştı ve sertleşti, bu yüzden ısıtma ve kaynatma yöntemi burada işe yaramadı.

1) The white shellfish concretion began to loosen after the heating method in the blast drying chamber. It could then easily be pried up from the ceramic through the junction between shells and ceramics. The white shellfish concretion could be removed as shown in Fig. 2-1(b).

2) The same phenomenon happened with the gray concretions during heating. The concretions became granular, fragile, and could be straightforwardly removed by hand. As shown in Fig. 2-2(b), three different sizes of ceramic pieces appeared after the treatment.

3) With the brown concretions (Fig. 2-3(a), Fig. 2-4(a)), which contained red, dark red, and brown particles, the interface was not that strong after 2-5 cycles of treatments involving repeated heating and boiling. Although still hard, the concretions could be removed by scalpel. As shown in Fig. 2-3(b) and Fig. 2-4(b), several smaller ceramic pieces were left after removing the concretion.

It was a pity that the shallow gray was very compact and hard after several attempts, so the method of heating and boiling did not work in this case.

Tablo 2. XRF'ye göre farklı tipteki numunelerin kimyasal bileşimi (temel element: ağırlıkça%); eser miktarda element: µg / g)

Numara	Temel elementler								Eser miktarda elementler							
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TFe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr	Cu	Mn	P	Rb	Sr	Zr	Zn
N1(gövde)	21	72.3	0.85	0.16	0.25	0.22	1.67	2.55	19	72	277	277	193	62	254	131
N2(gövde)	20.37	73.63	1.02	0.16	0.04	0.23	0.93	2.63	17	83	270	242	216	69	284	112
N3(gövde)	17.85	73.57	0.55	0.12	0.69	0.91	2.39	2.92	-	0	309	271	381	67	85	68
N4(gövde)	18.91	73.84	0.43	0.15	0.6	0.31	1.61	3.14	32	38	232	197	208	61	254	59
N7(gövde)	19	73.29	0.92	0.15	0.66	0.45	1.86	2.68	11	21	582	272	411	62	130	28
N22(gövde)	22.32	70.02	0.78	0.16	0.34	0.31	1.08	4	60	71	257	251	310	73	360	158
N1(sır)	14.89	66.5	0.79	0.13	0.63	12.78	0.91	2.37	-	14	1096	993	164	242	228	67
N2(sır)	17.5	67.72	0.72	0.15	0.28	9.28	0.75	2.58	-	28	692	639	164	170	240	78
N3(sır)	14.19	66.37	0.83	0.13	0.43	14.02	0.97	2.05	-	2	455	708	263	209	111	119
N4(sır)	17.61	65.67	0.3	0.13	0.43	10.58	0.84	3.44	-	-	748	611	161	186	223	65
N7(sır)	13.85	70.18	0.61	0.13	0.01	8.56	1.74	3.92	15	8	738	723	396	194	88	21
N22(sır)	17.87	64.64	0.72	0.13	1.03	9.36	0.86	4.41	-	-	703	1020	224	167	252	96
N12(gövde)	15.45	75.59	2.08	0.53	0.04	0.21	1.75	3.35	97	7	292	210	308	53	247	91
N13(gövde)	19.12	72.89	1.65	0.26	0.55	0.19	1.75	2.6	34	8	304	253	160	68	173	27
N20(gövde)	13.32	78.30	1.73	0.45	0.70	0.24	1.36	2.90	130	37	460	232	245	65	302	95
N12(sır)	12.01	67.88	1.29	0.31	1.67	12.34	0.95	2.54	-	-	2716	1498	202	376	273	154
N13(sır)	15.85	71.58	0.74	0.24	1.13	4.38	0.71	4.38	-	43	2395	1265	201	222	172	173
N20(sır)	12.35	61.89	1.24	0.28	2.38	16.28	1.57	3.01	-	26	2437	2875	187	719	269	162
N5(gövde)	23.2	65.76	2.32	0.66	1.08	0.32	2.65	3	19	162	386	215	206	129	286	149
N8(gövde)	26.81	63.28	2.06	0.88	0.73	0.29	1.58	3.39	42	36	557	388	207	104	238	65
N8(gövde)	23.91	65.71	1.84	0.7	0.91	0.32	2.35	3.27	56	47	449	288	212	94	297	116
N9(gövde)	23.46	65.44	2.3	0.66	1.28	0.48	2.53	2.85	34	284	489	347	176	141	266	100
N10(gövde)	21.82	67.29	2.49	0.63	1.46	0.31	2.53	2.47	41	97	458	279	184	99	212	102
N11(gövde)	24.57	65.37	2.5	0.7	0.85	0.38	1.57	3.04	25	16	476	274	223	151	237	132
N16(gövde)	24.23	65.27	2.45	0.67	1.03	0.36	2	2.99	37	135	589	378	192	110	321	92

Table 2. Chemical composition of different type of samples by XRF
(major element:wt%) ; trace element:µg/g)

num	Major elements								Trace elements							
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TFe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr	Cu	Mn	P	Rb	Sr	Zr	Zn
N1(body)	21	72.3	0.85	0.16	0.25	0.22	1.67	2.55	19	72	277	277	193	62	254	131
N2(body)	20.37	73.63	1.02	0.16	0.04	0.23	0.93	2.63	17	83	270	242	216	69	284	112
N3(body)	17.85	73.57	0.55	0.12	0.69	0.91	2.39	2.92	-	0	309	271	381	67	85	68
N4(body)	18.91	73.84	0.43	0.15	0.6	0.31	1.61	3.14	32	38	232	197	208	61	254	59
N7(body)	19	73.29	0.92	0.15	0.66	0.45	1.86	2.68	11	21	582	272	411	62	130	28
N22(body)	22.32	70.02	0.78	0.16	0.34	0.31	1.08	4	60	71	257	251	310	73	360	158
N1(glaze)	14.89	66.5	0.79	0.13	0.63	12.78	0.91	2.37	-	14	1096	993	164	242	228	67
N2(glaze)	17.5	67.72	0.72	0.15	0.28	9.28	0.75	2.58	-	28	692	639	164	170	240	78
N3(glaze)	14.19	66.37	0.83	0.13	0.43	14.02	0.97	2.05	-	2	455	708	263	209	111	119
N4(glaze)	17.61	65.67	0.3	0.13	0.43	10.58	0.84	3.44	-	-	748	611	161	186	223	65
N7(glaze)	13.85	70.18	0.61	0.13	0.01	8.56	1.74	3.92	15	8	738	723	396	194	88	21
N22(glaze)	17.87	64.64	0.72	0.13	1.03	9.36	0.86	4.41	-	-	703	1020	224	167	252	96
N12(body)	15.45	75.59	2.08	0.53	0.04	0.21	1.75	3.35	97	7	292	210	308	53	247	91
N13(body)	19.12	72.89	1.65	0.26	0.55	0.19	1.75	2.6	34	8	304	253	160	68	173	27
N20(body)	13.32	78.30	1.73	0.45	0.70	0.24	1.36	2.90	130	37	460	232	245	65	302	95
N12(glaze)	12.01	67.88	1.29	0.31	1.67	12.34	0.95	2.54	-	-	2716	1498	202	376	273	154
N13(glaze)	15.85	71.58	0.74	0.24	1.13	4.38	0.71	4.38	-	43	2395	1265	201	222	172	173
N20(glaze)	12.35	61.89	1.24	0.28	2.38	16.28	1.57	3.01	-	26	2437	2875	187	719	269	162
N5(body)	23.2	65.76	2.32	0.66	1.08	0.32	2.65	3	19	162	386	215	206	129	286	149
N8(body)	26.81	63.28	2.06	0.88	0.73	0.29	1.58	3.39	42	36	557	388	207	104	238	65
N8(body)	23.91	65.71	1.84	0.7	0.91	0.32	2.35	3.27	56	47	449	288	212	94	297	116
N9(body)	23.46	65.44	2.3	0.66	1.28	0.48	2.53	2.85	34	284	489	347	176	141	266	100
N10(body)	21.82	67.29	2.49	0.63	1.46	0.31	2.53	2.47	41	97	458	279	184	99	212	102
N11(body)	24.57	65.37	2.5	0.7	0.85	0.38	1.57	3.04	25	16	476	274	223	151	237	132
N16(body)	24.23	65.27	2.45	0.67	1.03	0.36	2	2.99	37	135	589	378	192	110	321	92

4.3 ÇANAK ÇÖMLEKLERİN MENŞEİ

Bildiğimiz gibi, batıktaki çanak çömleklerin menşei, sadece batıktaki kargonun türünü ve nereden alındığını ortaya çıkarmakla kalmaz, aynı zamanda geminin o zamanki seyir rotasını belirlemek için de iyi bir temel oluşturabilir. 2019 yılı sonunda yapılan son arkeolojik kazıda Nanhai I batığında 180.000 çanak çömlek parçası keşfedilmiştir. Arkeolojik sınıflandırma yöntemleriyle, çanak çömleğin menşei konusunda bir ön çalışma yapılarak seramiklerin ağırlıklı olarak Jiangxi eyaleti Jingdezhen bölgesi, Zhejiang eyaleti Longquan bölgesi, Fujian eyaleti Dehua bölgesi, Fujian eyaleti Cizao bölgelerinden geldiği saptandı. Bununla birlikte, çıplak gözle yapılan arkeolojik sınıflandırma yöntemlerinde de tanımlama sırasında bazı zorluklar yaşanmaktadır. Bu nedenle, XRF kullanarak Nanhai batığından farklı parçaları analiz edildi ve Nanhai I batığındaki çanak çömleğin nereden geldiği daha belirgin bir şekilde teyit edildi.

4.3 PROVENANCE OF THE CERAMICS

As we know, knowing the provenance of ceramics in a shipwreck not only reveals the type and sourcing of cargo in the shipwreck, but also may be a good basis for discussing the navigation route of the ship at that time. By the end of 2019, reports of the most recent archaeological excavation indicated that 180,000 pieces of ceramic had been discovered in the Nanhai I shipwreck. By methods of archaeological classification, the preliminary study on the provenance of ceramics was carried out, and they found that the ceramics were mainly from Jingdezhen of Jiangxi, Longquan of Zhejiang, Dehua of Fujian, and Cizao of Fujian. However, methods of archaeological classification with the naked eye met some difficulty during identification. So by using XRF, we analyzed different shards from the Nanhai shipwreck, and further certified the provenance of the ceramics.

4.3.1 QINGBAI MAL GRUBU

Tarihi metinlere ve arkeolojik kayıtlara göre, Çin'in Song Hanedanlığı'ndaki Qingbai mallarının yapımında kullanılan fırınlar, Hubei, Jiangxi, Anhui, Fujian, Guangdong ve benzer eyaletleri kapsayan güney Çin'de yaygın bir şekilde bulunuyordu.¹⁶ Chen ve Chen,¹⁷ Li,¹⁸ Song,¹⁹ Feng2004²⁰ tarafından yapılan çalışmalar dahil olmak üzere daha önceki çalışmalarda farklı Qingbai fırınlarından gelen zanaatkarların, kendi mallarının kalitesini iyileştirme ve satışlarını artırma umuduyla, diğer fırınlardan ürünlerin özelliklerini öğrenme ve taklit etme eğiliminde oldukları, bunun da doğrudan farklı fırınlardan ürünlerin benzer görünümüne neden olduğu ortaya konmuştur. Sonuç olarak, Qingbai mallarının fırın tanımlanmasında görsel gözlem yönteminin kullanılması bir engel oluşturmıştır.

Önceki araştırmalar,²¹ Huatian malları ile karşılaştırıldığında, Anhui Eyaletindeki Qingbai mallarının daha düşük K₂O içeriğine sahip olduğunu (% 1.33–1.88), Hubei'den gelenlerin daha fazla Fe₂O₃ (% 0.92–1.17) ve Fujian mallarının çok daha fazla Fe₂O₃ içerdiğini göstermiştir. (% 0.83–1.44) ve daha yüksek Pb (FJaver / HTaver = 3.65); Guangxi ve Guangdong Qingbai malları ise daha yüksek Al₂O₃ içeriyordu (ortalama % 24.28).

Tablo 2'de gösterildiği gibi, mavimsi beyaz porselen numuneleri (numune N3, N4, N7) düşük alüminyum içeriği ve yüksek silikat (Al₂O₃% 19'dan az SiO₂ içeriği neredeyse %73'tür) ve düşük Jingdezhen Hutian fırınından olduğu anlaşılan TE₂O₃ (<% 1); bazı mavimsi-beyaz porselen numuneleri (numune N1, N3 ve N22) ise daha yüksek Al₂O₃ içeriğine ve daha yüksek K₂O içeriğine sahiptir, bu da bunların Fujian Eyaleti'nden olabileceğini düşündürmektedir.

4.3.1 QINGBAI WARES

According to historical literature and archaeological records, kilns for Qingbai wares in the Song Dynasty of China were widely distributed in southern China, found in the provinces of Hubei, Jiangxi, Anhui, Fujian, Guangdong.¹⁶ Previous studies, including research done by Chen and Chen,¹⁷ Li,¹⁸ Song,¹⁹ Feng 2004,²⁰ indicate that craftsmen from different Qingbai kilns tended to learn and imitate the features of products from other kilns, in the hope of improving the quality and increasing the sales of their own wares. This resulted in the products from different kilns having a similar appearance. Consequently, this has proven to be an obstacle to the identification of kilns for Qingbai wares using visual observation.

Previous research²¹ has indicated that, compared with the Huatian wares, the Qingbai wares of Anhui Province had a lower K₂O content (1.33–1.88%), those from Hubei contained more Fe₂O₃ (0.92–1.17%), and the Fujian wares contained much more Fe₂O₃ (0.83–1.44%) and higher Pb (FJaver/HTaver = 3.65); the Guangxi and Guangdong Qingbai wares contained higher Al₂O₃ (average 24.28%).

As shown in table 2, samples of bluish-white porcelains (samples N3, N4, N7) are characterized by a low content of aluminum and high silicate (Al₂O₃ is less than 19%, the content of SiO₂ is almost 73%) as well as low TFe₂O₃ (<1%). This indicates the ceramics were likely from the Jingdezhen Hutian kiln. Some of the bluish-white porcelain (samples N1, N3 and N22) have a higher content of Al₂O₃ and a higher content of K₂O, which suggests they may be from the Fujian Province.

16 Chinese Ceramic Association, 1982

17 CHEN – CHEN 1994

18 LI 1998

19 SONG 2001

20 FENG vd. 2004

21 LI 1998; CHENG 2004; TIEQUAN vd. 2010

16 Chinese Ceramic Association, 1982.

17 CHEN – CHEN 1994

18 LI 1998

19 SONG 2001

20 FENG et al. 2004

21 LI 1998; CHENG 2004; TIEQUAN et al. 2010

4.3.2 LONGQUAN MAL GRUBU

Çin Song ve Yuan Hanedanlığı'nda, Longquan seladonları denizaşırı pazarlarda giderek daha moda hale geldikçe, Longquan seladonunun taklidi daha sonra Güney Çin'in Fujian, Jiangxi, Guangdong gibi farklı bölgelerinde ortaya çıktı.²²

Zhou vd.²³ 1970'lerin başlarında Çin'in Song, Yuan ve Ming hanedanlarındaki Longquan seladonunun hem gövdesi hem de sırrının ana kimyasal bileşimlerini analiz etmiş olup, yapılan analizde farklı tarihsel zamanlara ait hem gövde hem de sırların kimyasal bileşiminde farklılıklar olduğu gösterilmiştir. 1989 yılına gelindiğinde, arkeolojik kazılara dayanarak, pek çok bilimsel araştırmacı, porselen kilinin bileşimi ve menşei ile seladon gövdesi ve sır tariflerini içeren üretim teknolojisine odaklanmaya başladı.²⁴ Xiong vd.²⁵ Longquan seladonunun farklı dönemlerdeki bileşen özelliklerini analiz etmek için tahribatsız EDXRF yöntemini kullandılar ve K, Ca, Mn ve Ti gibi elementlerin Longquan seladonunun tarihlemesini belirlemek için kullanılabileceğini buldular. Wu vd.²⁶ bir dizi deneysel yöntem kullanarak Longquan'dan gelen malların hem gövde hem de sırrının ana element bileşimlerini ve bunların Jingdezhen'deki taklidini, ayrıca iki atölyenin Longquan seladonunun ateşleme sıcaklığını belirlemiştir. Yukarıdaki çalışmaların hepsi Longquan Seladon'unun menşeinin araştırılması konusunda iyi bir temel oluşturmuştur.

Çalışmamızda bazı seladonların (N12, N13 ve N20) yüksek silikon içeriğine ve düşük alüminyum içeriğine (Al_2O_3 : % 13.32 - % 19.12; SiO_2 : % 72.89 - % 78.30) sahip olduğu saptanmış olup, bu bulgu Zhejiang Longquan Seladonunun kimyasal özelliği ile uyumluydu. Bununla birlikte, üç numunenin farklı K_2O / CaO oranlarına sahip olması, bunların Zhejiang Longquan'dan farklı bir fırın işçiliği olduğunu göstermiştir.

Yukarıdaki bilgilere dayanarak, XRF'nin çanak çömleğin menşei belirlenmede birçok yararlı bilgi sağlayabilecek olan batık seramiklerini analiz etmek için iyi bir yöntem olduğunu görebiliriz. Bununla birlikte, XRF'nin tespit etme konusundaki sınırlılığı nedeniyle, ana elementlerin ve birkaç eser elementin bilgilerini saptayacaktır belirleyecektir, bu da çanak çömleğin menşei ile ilgili kapsamlı araştırma yapılmasını engelleyecektir, bu nedenle gelecekte araştırmayı yürütmek için La-ICP-MS, NAA, PIXI, vb. gibi daha analitik yöntemler uygulayacağız.

4.3.2 LONGQUAN WARES

During the Song and Yuan dynasties of China, as the Longquan celadon was becoming increasingly fashionable in the overseas markets, imitation of Longquan celadon appeared in different areas of South China, such as Fujian, Jiangxi, and Guangdong.²²

In the early 1970s, Zhou et al.²³ analyzed the major chemical compositions of both body and glaze of the Longquan celadon in the Song, Yuan, and Ming dynasties of China, and the analysis showed that there were differences in the chemical composition of both body and glaze during different historical time periods. In 1989, based on archaeological excavations, many scientific researchers began to focus on manufacturing technology involved in the composition and source of the porcelain clay and the recipes for the celadon body and glaze.²⁴ Xiong et al.²⁵ used the non-destructive EDXRF method to analyze component characteristics of Longquan celadon from different periods for scientific identification, and they found that elements such as K, Ca, Mn and Ti could be used to identify the dating of the Longquan celadon. Using a series of experimental methods, Wu et al.²⁶ determined the major elemental compositions of both body and glaze from Longquan and its imitation in Jingdezhen, as well as the firing temperature of Longquan celadon in the two workshops. All the above work formed a good basis for researching the provenance of the Longquan Celadon.

Our study discovered that the some celadons (N12, N13 and N20) have a high content of silicon and low content of aluminum (Al_2O_3 : 13.32% - 19.12%; SiO_2 : 72.89% - 78.30%), which is in accordance with the chemical characteristics of Zhejiang Longquan Celadon. However, the three samples had a different ratio of K_2O/CaO , which suggests that they were products of a different kiln than Zhejiang Longquan.

Based on the above, we could see that XRF is a good method for analyzing the shipwreck ceramics, one that could provide a great deal of useful information for discussing the provenance of the ceramics. However, due to the detection limitations of XRF, it only determined information for the major elements and a few trace elements, which would hamper deep research into the provenance of the ceramic. So in the future, we plan to apply much more analytical methods, including La-ICP-MS, NAA, PIXI, to carry out the research.

22 Li 1998; FENG 2001

23 ZHOU vd. 1973

24 Bureau of Light industry 1989; GUO – ZOU 1992; China Association of Silicate 1989.

25 XIONG vd. 2004

26 WU vd. 2013

22 Li 1998; FENG 2001

23 ZHOU et al. 1973

24 Bureau of Light industry 1989; GUO – ZOU 1992; China Association of Silicate 1989.

25 XIONG et al. 2004

26 WU et al. 2013

5. SONUÇ

Bu makalede farklı depozitlerin ve oluşum mekanizmalarının analizi, farklı kabuklanmaları yumuşatmak için yeni fiziksel yöntemlerin tasarımı ve batıktan alınan bazı çanak çömleklerin menşeinin saptanması konusunda yapılan çalışmalar aktarılmıştır. Bilindiği gibi, Nanhai I batığı, çanak çömlek haricinde, tümü büyük ölçüde konservasyon ve arkeolojik araştırmalara ihtiyaç duyan bronz, metal, altın, gümüş, kalay, cam, vernik, ahşap gibi birçok arkeolojik malzeme içermektedir. Bu arada, Sun Yat-sen Üniversitesi ve Yangjiang Belediye Hükümeti tarafından ortaklaşa Deniz İpek Yolu Ortak Araştırma Merkezi kurulmuştur. Bu merkezde Nanhai batığının daha iyi korunması ve konservasyonu için farklı alanlardan ve dünyanın farklı bölgelerinden uzmanlar ile birlikte çalışma yapmaya açık olduğumuzu belirtmek isteriz.

5. CONCLUSION

This paper has demonstrated our work on the analysis of different concretions and formation mechanisms, the design of new physical methods to soften the different types of concretion, and the identification of the provenance of some ceramics from the shipwreck. In addition to the ceramics, the Nanhai I shipwreck finds involve lots of other archaeological materials, including bronze, metal, gold, silver, tin, glass, lacquer, and wood, all of which are in great need of conservation and archaeological research. Meanwhile, we cooperatively established *The Joint Research Center of the Maritime Silk Road* with Sun Yat-sen University and the Yangjiang Municipal Government. Here, we would like to sincerely welcome experts from different fields and different areas of world to work together for the better conservation and preservation of the Nanhai shipwreck.

KAYNAKÇA-BIBLIOGRAPHY

- BAO *et al.* 2014 Bao, C. L., Jia, S. J., Fu, Y., & Liu, A. H., Removal of the calcareous concretion on the surface of underwater porcelain artifacts. *Contemporary Chemical Industry*, (2014) 01,11–14.
- Bureau of Light Industry 1989 Bureau of Light industry in Zhejiang province, Study on the Longquan Ware, Press of Cultural Relics, Beijing, 1989.
- CHEN – CHEN 1994 Chen, Yaocheng., Chen, Hong., Study on the Qingbai wares of Qingshan kiln in the Wuchang area, *Jiangnan Kaogu* (Archaeology of Jiangnan), 1994, (4), 92–6 (in Chinese).
- CHENG 2004 Cheng, Lin., Feng, Songlin., Fan, Changsheng., Zhang, Wenjiang., 2004, Analysis of the Bluish white porcelain in Hutian kiln by INAA, *Journal of the Chinese Ceramics Society*, 32(9), 1440–2 (in Chinese).
- China Association of Silicate 1989 China Association of Silicate, History of China Ceramic, Press of Cultural Relics, Beijing, 1989.
- Chinese Ceramic Association 1982 Chinese Ceramic Association, 1982, History of Chinese ceramics, Press of Cultural Relics, Beijing (in Chinese).
- FENG 2001 Feng X, M., Chinese Ceramics, Shanghai Chinese Classic Publishing House, Shanghai, 2001.
- FENG *et al.* 2004 Feng, Min., Li Guang-ning., Ling Xue., Xu Fan., Wang Chang-sui., The preliminary study on the Qingbai wares of Fanchan kiln, *Wenwu baohu yu kaogu kexue* (Cultural Relic Preservation and Archaeological Science), 2004, (2) 29–32 (in Chinese).
- FORS – SANDSTRÖM 2006 Fors Y., Sandström M., Sulfur and iron in shipwrecks cause conservation concerns. *Chemical Society Reviews*, (2006) 35(5), 399–415
- GUO – ZOU 1992 Guo, Y. Y., Zou, Y. R., The ancient Longquan ware and its making material, *Kaogu* (1992) 375.
- HAN 2013 Han X., Single-molecule force spectroscopy study on Dopa adhesion. Master Dissertation. Nanjing: NanJing University of China; 2013. p. 1.
- JONES 1972 Rees-Jones S. G., Some aspects of conservation of iron objects from the sea. *Studies in Conservation*, 1972; 17:39–43.
- LI 1998 Li, Jiazhi., History of Chinese science and technology: volume of ceramics, Science Press of Beijing, Beijing. 1998, (in Chinese).

- LIU *et al.* 2011 Liu W., Zhang Z., Li X., Ma Q., Scientific analysis of concretions on the ancient marine iron recovered from three shipwrecks in the South China Sea. *Journal of National Museum of China*, 2011; 2:145–56.
- MACCLEOD 1991 MacLeod ID., Identification of corrosion products on non-ferrous metal artifacts recovered from shipwrecks. *Studies in Conservation*, 1991; 36:222–34.
- NORTH 1978 North NA., Pearson C. Washing methods for chloride removal from marine iron artifacts. *Studies in Conservation* 1978; 23:174–86.
- NORTH 1976 North NA., Formation of coral concretions on marine iron. *International Journal of Nautical Archaeology*, 1976; 5:253–8.
- ODDY 1975 Oddy W., A review of procedures for the conservation of cast and wrought iron found on the sea-bed. *International Journal of Nautical Archaeology*, 1975; 4:367–70.
- OOKA-GARRELL 2000 Ooka A. Akemi., Garrell R. L., Surface-enhanced Raman spectroscopy of DOPA-containing peptides related to adhesive protein of marine mussel, *Mytilus edulis*. *Biopolymers*. 2000; 57:92–102.
- PAULA – SILVEIRA 2009 de Paula, S. M., Silveira, M., Studies on molluscan shells: Contributions from microscopic and analytical methods. *Micron* (Oxford, England:), (2009) 40 (7), 669–690.
- SONG 2001 Song, Kangnian, The general discussion on the difference of Qingbai wares between Jingdezhen and Fanchang kilns, *Wenwu yu Kaogu* (Cultural Relics and Archaeology), 2001, (1), 74–7 (in Chinese).
- SUN *et al.* 2015 Sun, W. H., Jayaraman, S., Chen, W., Persson, K. A., & Cedar, G., Nucleation of metastable aragonite CaCO₃ in seawater. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Sciences*, (2015) 112 (11), 3199–3204
- TIEQUAN *et al.* 2010 Zhu, Tiequan., Wang, Changsui., Wang, Hongmin., Mao, Zhenwei., 2010, The preliminary study on kiln identification of Chinese ancient Qingbai wares by ICP–AES, *Journal of Cultural Heritage*, 11, 482–6.

- WU *et al.* 2013 Wu, J., Wu, Y. F., Wu, J. M., Zhang, M. L., Li, Q. J., Wu, T. T., Xu, L., Research on the composition characteristics of Imitated Longquan celadon in Jingdezhen and Longquan celadon, *Spectrosc. Spectr. Anal.* 33 (2013) 2246–2250.
- XIONG *et al.* 2004 Xiong, Ying-fei., He, Wen-quan., Li, Ge-yang., Yang, Guan-fu., Wu, Qui-hua., Preliminary study on the glazes of Longquan celadons, *Sciences of Conservation and Archaeology*, 16 (2004) 45–50.
- YANG *et al.* 2012 Yang H., Tian X., Li N., Li X., Ma Q., Corrosion analysis of the copper artifacts salvaged from Ming Dynasty wreck ship at Nan'ao County, Guangdong, China. *China Cultural Heritage Science Research*, 2012; 3:87–91.
- ZHANG 2007 Zhang L., Cosmic voyage of “Nanhai I” shipwreck-An interview with Wei Jun, the director of underwater archaeological research center of Guangdong Cultural Relics and Archeology Institute, and Zhang Wei, captain of underwater archaeological team. *China Award Sci Technol.* 2007; 12:22.
- ZHOU *et al.* 1973 Zhou, R., Zhang, F. K., Zheng, Y.P., The summary of making technology appeared in Longquan ware, *Acta Archaeology Sin.* (1973) 131–135.

DOR 2001/1 BATIĞI AHŞAPLARININ KONSERVASYONU CONSERVATION OF THE DOR 2001/1 SHIPWRECK TIMBERS



* Sophie COHEN



** Deborah CVIKEL

Anahtar kelimeler: Dor lagünü; Emdirme; Polietilen glikol; Suyu doymuş ahşap konservasyonu
Keywords: Dor lagoon; Impregnation; Polyethylene glycol; Waterlogged wood conservation

ÖZET

MS 6. yüzyılın üçüncü çeyreğine tarihlenen Dor 2001/1 batığı, Hayfa Üniversitesi Leon Recanati Denizcilik Çalışmaları Enstitüsü tarafından 2002 ile 2006 yılları arasında kazılmıştır. Gövde yapısı iskelet temellidir ve batık gövdesinden sualtı bulgularını desteklemek amacıyla 2,5 m uzunluğunda bir kesit alınarak karada analiz yapmak üzere çıkarılmıştır. Ahşaplar, hücre içeriklerinin yerini deniz suyu aldığından güçsüz durumdaydı ve konservasyon işlemi, suyun yerini yavaş yavaş polietilen glikol (PEG) ile değiştirildiği “%100 PEG” emdirme yöntemiyle gerçekleştirilmişti. Orijinal hücre içeriklerinin yerini deniz suyu aldığından ahşaplar zayıf durumdaydı, konservasyon işlemi suyun yerini yavaş yavaş tamamen polietilen glikolün (PEG) aldığı ‘PEG %100’ yöntemine dayalıydı. Konservasyon işlemi sonrasında bazı ahşap liflerinde çatlaklar tespit edilmiştir. Bu durum iğne yapraklı ağaçların (traheidler) ve geniş yapraklı ağaçların (gözenekler) farklı hücresel iletken yapıları ve bunların PEG emdirme işlemi üzerindeki etkisiyle açıklanabilir. Yüksek moleküler ağırlıklı PEG kul-

ABSTRACT

The Dor 2001/1 shipwreck, dated to the first third of the 6th century AD, was excavated in 2002–2006 by the Leon Recanati Institute for Maritime Studies at the University of Haifa. The hull construction was based on frames, and to support the underwater findings, a 2.5-m-long section of the hull was sawn out and retrieved for analysis on land. The timbers had been weakened as their original cell contents had been replaced by seawater, and the conservation process was based on the ‘PEG 100%’ method, in which the water is slowly completely replaced by polyethylene glycol (PEG). Following the conservation process, cracks were found along some of the wood fibres. This can be explained by the different cellular conducting structures of softwoods (tracheids) and hardwoods (pores), and their effect on PEG impregnation. Due to the use of high molecular weight PEG, impregnation of the polymer into the hardwood core was more difficult, causing the wood to deform, creating cracks and fractures.

* Sophie COHEN, Hayfa Üniversitesi, Leon Recanati Denizcilik Çalışmaları Enstitüsü, Deniz Medeniyetleri Bölümü, Hayfa İsrail.

** Sophie COHEN, Leon Recanati Institute for Maritime Studies and Department of Maritime Civilizations, University of Haifa, Israel.

**Dr. Deborah CVIKEL, Orcid ID: 0000-0002-4661-1603, Hayfa Üniversitesi, Leon Recanati Denizcilik Çalışmaları Enstitüsü ve Denizci Uygarlıklar Bölümü, İsrail.

** Dr. Deborah CVIKEL, Orcid ID: 0000-0002-4661-1603, Leon Recanati Institute for Maritime Studies and Department of Maritime Civilizations University of Haifa, Israel.

lanımı nedeniyle polimerin geniş yapraklı ağaçların içine emdirilmesi daha güç olmuş; bu da deformasyona neden olup çatlaklar ve yarıklar oluşturmuştu. Bu sorun iki aşamalı bir süreç uygulanarak çözüldü: önce düşük moleküler ağırlıklı (MW 400) PEG, son işlem olarak da daha yüksek moleküler ağırlıklı PEG kullanıldı. Bu yöntem, düşük moleküler ağırlıklı polimerin ahşabın içine yeterince emdirilmesine olanak sağlayarak, yüksek moleküler ağırlıklı polimer emdirilmesi yoluyla ahşabın genel yapısını stabil hale getirmektedir.

DOR 2001/1 BATIĞI

Dor 2001/1 batığı su jeti ile yapılan bir araştırma sırasında Dor lagününde keşfedilmiş ve 2002 yılından 2006 yılına kadar beş sezon boyunca Hayfa Üniversitesi Leon Recanati Denizcilik Çalışmaları Enstitüsü tarafından kazılmıştır. Batık, 17 metre uzunluğunda, 5 metre eninde, yapı taşları yüklü tahminen 50 tonluk taşıma kapasitesine sahip bir Bizans yük gemisine ait kalıntılardan oluşmaktadır. Gövde konstrüksiyonu, kenar birleştirmesiz kaplama tahtalarıyla hem yapım tekniği hem de konsept olarak iskelet temellidir. Batık, MS 6. yüzyılın üçüncü çeyreğine tarihlenmiş olup, MS 540 tarihinden önce batmıştır. Bu nedenle, şu ana kadar Akdeniz Bölgesi'nde bulunan en eski iskelet-temelli batıklar arasındadır.¹ Proje Profesör Yaacov Kahanov'un başkanlığında yürütülmüş olup, batık ve içindeki buluntular Hadas Mor'un doktora tezinin konusu olmuştur.

Arkeolojik buluntunun önemi ve sualtı buluntularını desteklemek amacıyla dördüncü kazı sezonunda (2015 yılında) gövdeden 2,5-m uzunluğunda bir kesit alınmıştır. Alınan kesitte geminin omurgası, kont-ra omurgası, taban kirişi, boyuna kirişleri, postaları, güney-batı tarafındaki ikinci borda kaplamasından ahşaplar ve kuzey-doğu tarafındaki ikinci çapa tah-tasına (20. sıra) kadar olan parçalar ve iç kaplamaları yer almaktadır (Fig. 1). Ahşaplar kazı alanından paslanmaz çelik tablalar içinde kıyıdaki bir bekletme tankına (Fig. 2), daha sonra oradan da Hayfa Üniversitesi'nin Elaine Recanati Deniz Araştırmaları Laboratuvarı'ndaki konservasyon tesislerine taşınmıştır.²

This problem was solved by using a two-step process: first using a low molecular weight (MW 400) PEG, and finishing with a higher molecular weight PEG. This method allows efficient impregnation of the low molecular weight polymer into the wood's core, and stabilizes the overall structure of the timber by impregnation with high molecular weight polymer.

THE DOR 2001/1 SHIPWRECK

The Dor 2001/1 shipwreck was discovered in Dor lagoon during a water-jet survey, and excavated over five seasons from 2002 to 2006 by the Leon Recanati Institute for Maritime Studies at the University of Haifa. The shipwreck is the remains of a Byzantine coaster, about 17 m long, 5 m beam, with an estimated displacement of 50 tons, loaded with building stones. The hull construction was based on frames both in concept and in construction, with no planking edge-fasteners. It was dated to the first third of the 6th century AD, and was wrecked no later than 540 AD. Thus it is among the earliest frame-based shipwrecks found so far in the Mediterranean.¹ The head of this project was Professor Yaacov Kahanov, and the shipwreck and its finds were the subject of a PhD dissertation by Hadas Mor.

Due to the importance of the archaeological find, and to support the underwater findings, during the fourth excavation season (in 2005) a 2.5-m-long section of the hull was sawn out. The section includes parts of the keel, false keel, central longitudinal timber, stringers, frames, planks from the second strake on the south-western side, and up to the second wale (the 20th strake) on the north-eastern side, and ceiling planks (Fig. 1). The timbers were transferred from the site in stainless steel trays to a holding tank on shore (Fig. 2), and then to the conservation facilities of the Elaine Recanati Laboratories for Marine Research at the University of Haifa.²

¹ KAHANOV – MOR 2014.

² KAHANOV – MOR 2014, 41–42.

¹ KAHANOV – MOR 2014.

² KAHANOV – MOR 2014, 41–42.

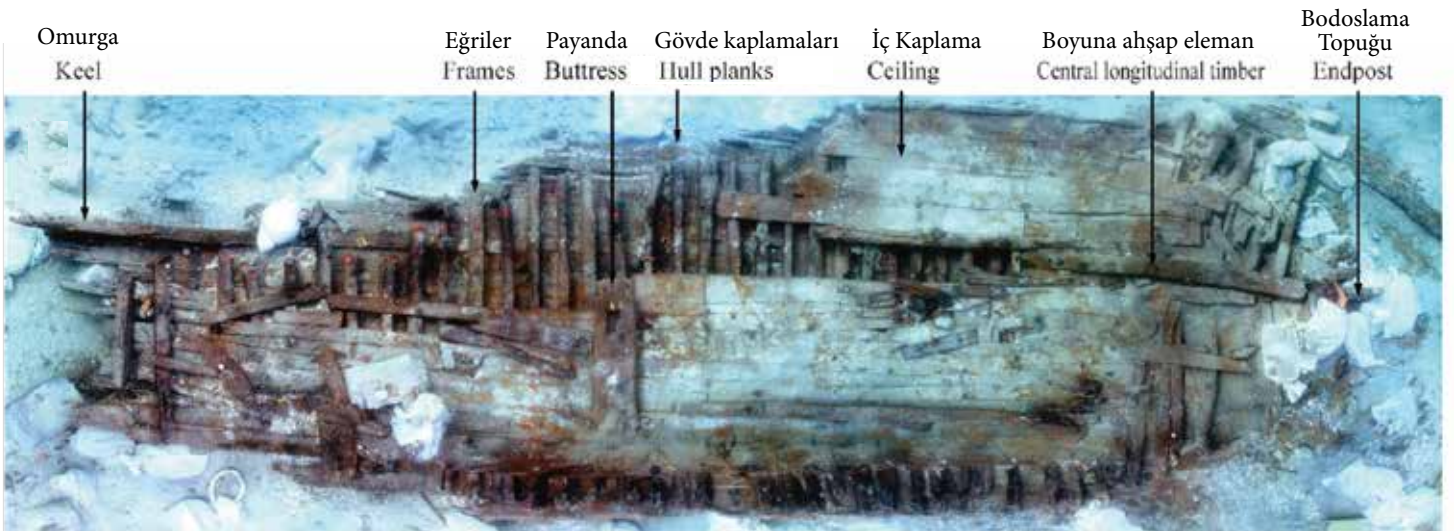
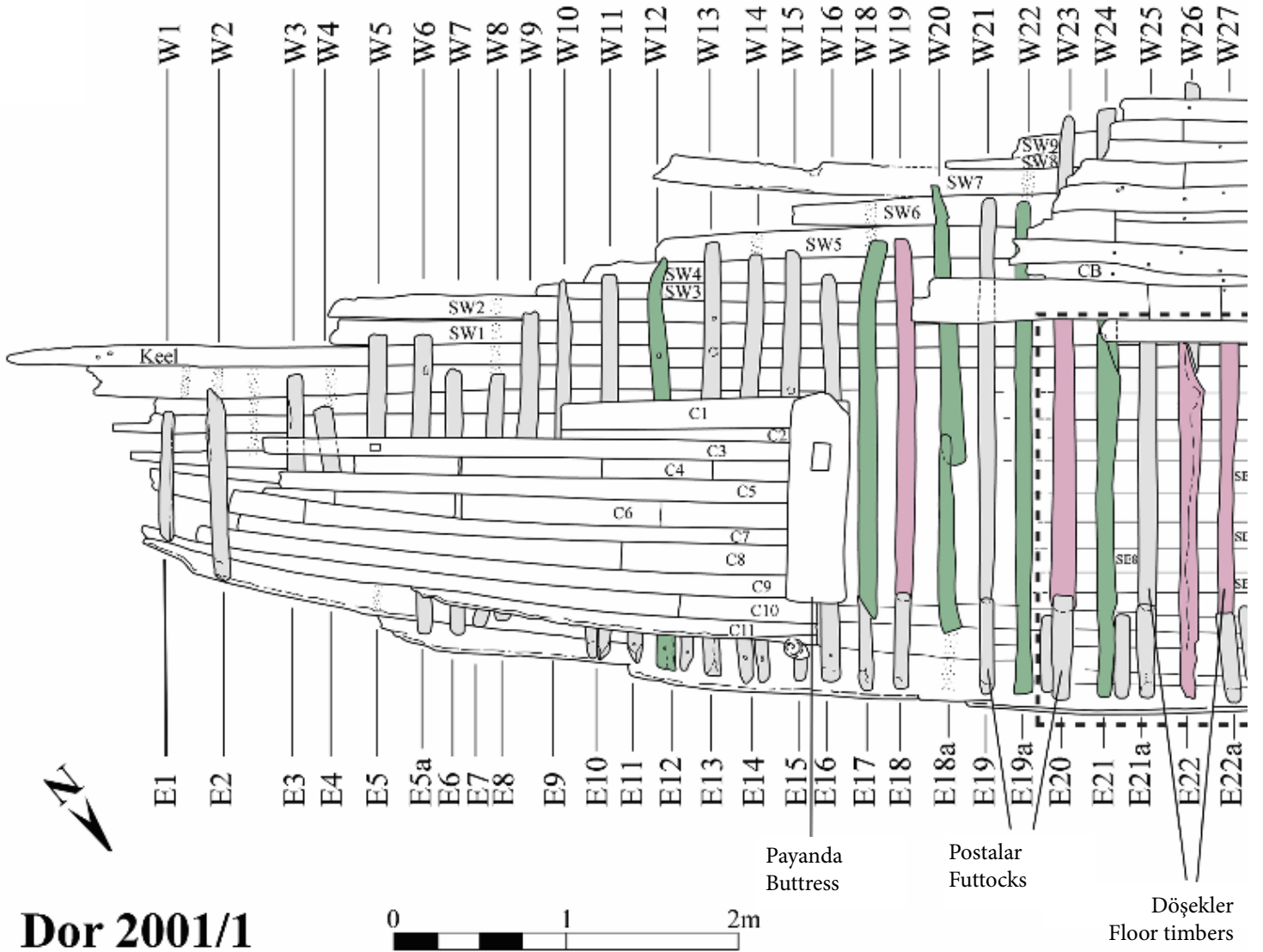


Fig. 1b: Yapı taşlarının kaldırılmasının ardından gövdenin üst görünüşü—fotomozaik (S. Breitstein).
Fig. 1b: Plan view of the hull, after removing the building stones—photomosaic (S. Breitstein).

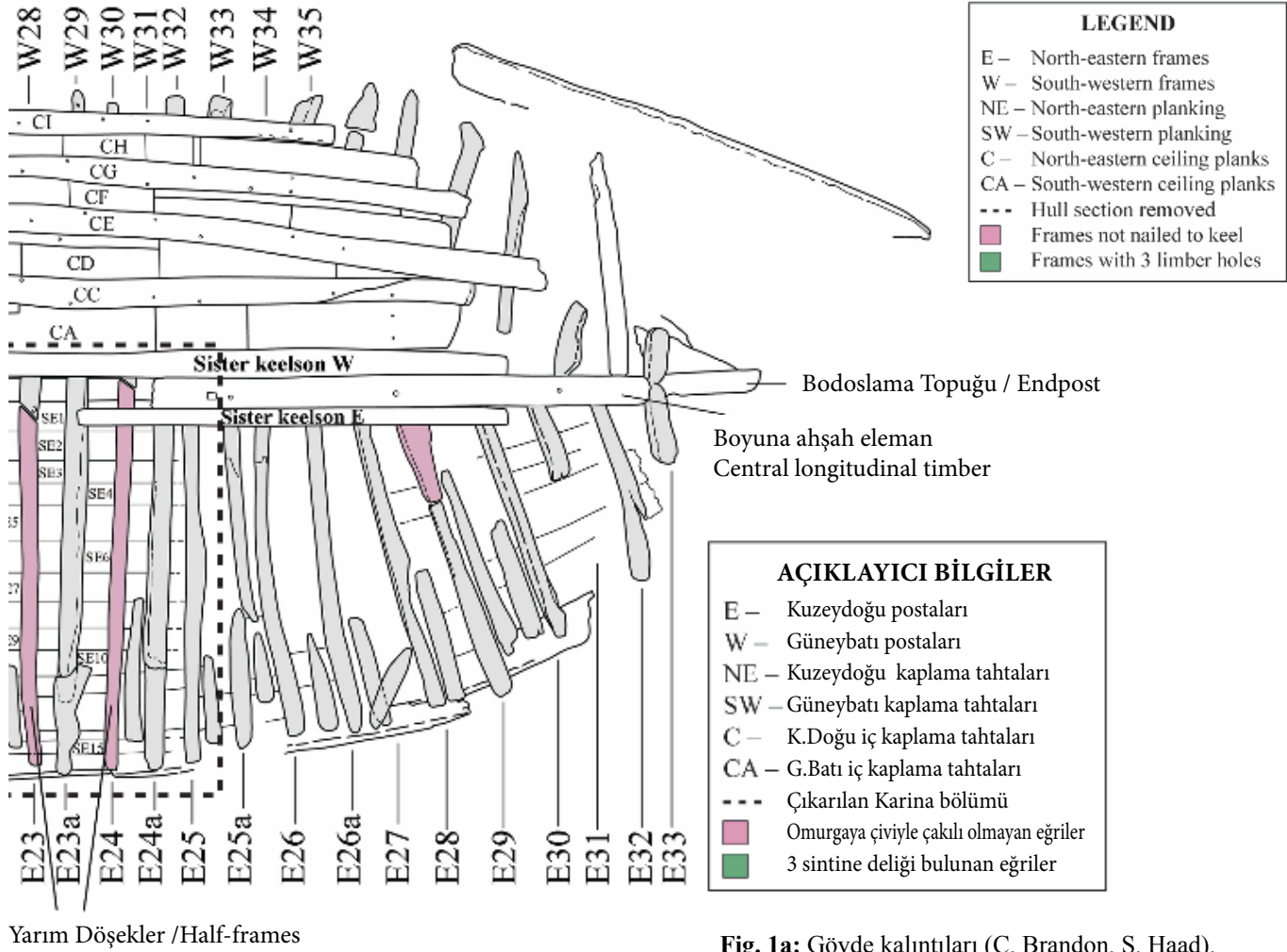


Fig. 1a: Gövde kalıntıları (C. Brandon, S. Haad).
Fig. 1a: The hull remains (C. Brandon, S. Haad).



Fig. 2: Kesilen gövde kaplamaları paslanmaz çelikten tablaya yerleştiriliyor (S. Breitstein).
Fig. 2: The sawn hull planks are placed in a stainless steel tray (S. Breitstein).

KONSERVASYON METODOLOJİSİ

Suya doymuş ahşaplar (kuru haline göre içeriğinde %100'ün üzerinde su bulunan ahşap)³ çeşitli ağaç türlerinden oluşmaktaydı: 1) iğne yapraklı ağaçlar: *Cupressus sempervirens* (omurga, gövde kaplamaları, kemeler), *Pinus brutia* (gövde kaplaması, eğriler); ve 2) geniş yapraklı ağaçlar: *Ziziphus spina christi* (eğriler), *Quercus coccifera* (kontra omurga) *Tamarix (X5)* (omurga, eğriler) ve *Ziziphus spina christi* (eğriler). Ahşaplar Eylül 2005 tarihinde konservasyon laboratuvarına aktarılmış olup, konservasyonun ilk aşaması olarak hem ahşaplar hem de konservasyon tankı birkaç kez musluk suyuyla temizleme ve durulama işleminden geçirilmiştir. Bu aşamanın amacı, tuzların yanı sıra acı suyun özelliği olan bakteri ve mantarların yok etmektir. Aynı zamanda ahşaplar detaylı bir şekilde incelenmiş, çizim ve fotoğraf çekimi yapılarak kayıt altına alınmıştır.

Ahşaplardan örnek alınarak su içeriği analizi yapılmış, su içeriği %122 (*Ziziphus spina christi*) ile %920 (*Quercus cerris*) arasında bulunmuştur. Konservasyon işlemine Kasım 2012 tarihinde ahşabın yavaş yavaş yüksek moleküler ağırlıklı polietilen glikolü (PEG 4000) emerek ahşabın içindeki suyun yerini tamamen aldığı "PEG %100" emdirme yöntemiyle başlanmıştır. Çözeltiye iki haftada bir %2,27'lik düşük bir PEG konsantrasyonu eklenerek işlem sırasında toplam 2,152 kg PEG kullanılmıştır. Suyun yüzeyinde bakteri ve mantara rastlanmış, (Fig. 3a), bu nedenle aşırı besleyici (PEG) varlığı ve sıcaklık koşullarının (40°C) bakteri kolonilerinin oluşumunu teşvik ettiği varsayılmıştır. PEG %40'a gelindiğinde sıvı yoğunluğundaki artış nedeniyle PEG yongalarının daha iyi çözünmesine olanak sağlamak amacıyla sıcaklık kademeli olarak 60°C'ye artırılmıştır. Bu işlem yüksek moleküler ağırlıklı PEG'in yüksek konsantrasyonda katılaşmasını engellemek, bakteri ve mantar üremesini önlemek amacıyla yapılmıştır. Konsantrasyon %95'e ulaşıldığında PEG katılaşarak sıvının yüzeyinde kristaller oluşmuştur (Fig. 3b). İşlemin sonunda ahşaplar %100 PEG çözeltisi içerir duruma gelmiştir.

3 ENGLISH HERITAGE 2010.



Fig. 3a: PEG/Su çözeltisi bulunan konservasyon tankında sıvının yüzeyindeki bakteri ve mantarlar (S. Cohen).

Fig. 3a: Bacteria and fungi on the liquid surface of the conservation tank with PEG/Water solution (S. Cohen).

CONSERVATION METHODOLOGY

The waterlogged timbers (wood with more than 100% water on dry basis)³ were of several wood species: 1) softwoods: *Cupressus sempervirens* (keel, hull planking, wales), *Pinus brutia* (hull planking and frame timbers); and 2) hardwoods: *Ziziphus spina christi* (frame timbers), *Quercus coccifera* (false keel) *Tamarix (X5)* (keel, frame timbers), and *Ziziphus spina christi* (frame timbers). They were transferred to the conservation laboratory in September 2005, and as the first stage of conservation, both the timbers and the conservation tank underwent several cycles of cleaning and rinsing with tap water. The purpose of this phase was to remove salts, as well as the bacteria and fungi characteristic of brackish water. At the same time the timbers were examined in detail, and recorded by drawings and photographs.

The timbers were sampled and analysed for their water content, which ranged from 122% (*Ziziphus spina christi*) to 920% (*Quercus cerris*). The conservation process started in November 2012, with the 'PEG 100%' method, where the timber slowly absorbs high molecular weight polyethylene glycol (PEG 4000), which completely replaces the water within it. A low PEG concentration of 2.27% was added to the solution once every two weeks; making a total of 2,152 kg PEG used during the process. Bacteria and fungi appeared on the surface of the water (fig. 3a), therefore it was assumed that the presence of nutrient (PEG) in excess and the temperature conditions (40°C) encouraged the formation of bacterial colonies. Towards 40% PEG, due to the increase in liquid density, and to allow better dissolution of the PEG beads, the temperature was gradually raised to 60°C. This was done to keep the high MW PEG from solidifying at high concentration, and to prevent the growth of bacteria and fungi. Upon reaching 95%, solidification of PEG occurred and crystals appeared on the liquid surface (fig. 3b). At the end of the process the timbers contained 100% PEG solution.

3 ENGLISH HERITAGE 2010.



Fig. 3b: Sıvının yüzeyindeki PEG kristalleşmesi (S. Cohen).

Fig. 3b: Crystallization of PEG on the liquid surface (S. Cohen).

Aralık 2014 ile Mart 2015 tarihleri arasında ahşaplar konservasyon tankından çıkarılarak PEG'in fazlası temizlenmiş ve ahşaplar çevresel olarak kontrol altında tutulan ortamdaki bir depoya sevk edilmiştir (Fig. 4). Polimer emdirme işleminin sonunda konservasyonun başarısı açısından kritik bir faktör olan ahşabın çekme derecesi ölçülmüştür. Çekme yüzdesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{çekme \%} = \frac{\text{eserin } (t = 0)\text{'daki boyutu} - \text{eserin } (t = x)\text{'daki boyutu}}{\text{eserin } (t = 0)\text{'daki boyutu}}$$

From December 2014 to March 2015, the timbers were removed from the conservation tank, the surplus PEG was wiped off, and the wood was transferred to storage in an environmentally controlled atmosphere (Fig. 4). At the end of the polymer impregnation process, the degree of shrinkage of the timber was measured, as this is a critical factor for success of conservation. The percentage of shrinkage was calculated according to the formula:

$$\% \text{ of shrinkage} = \frac{\text{dimension of artefact at } (t = 0) - \text{dimension of artefact at } (t = x)}{\text{dimension of artefact at } (t = 0)}$$

TARTIŞMA

Dor 2001/1 batığının konservasyon sürecinde ahşap lifleri boyunca çatlaklar gözlenmiş, fakat temel çekme boydan ölçülmüştür. Bu bilgi ışığında başlıca risk faktörlerini saptayabilmek amacıyla ahşaptaki polimer emdirmeyi etkileyebilecek tüm değişkenlerle ilgili kapsamlı bir inceleme yapılmıştır. İşlemin başarılı olup olmadığını ve nedenini saptayabilmek için bazı ahşapların konservasyon sonrası durumlarının yanı sıra konservasyonu etkileyebilecek diğer özellikler belgelenmiştir (Tablo 1).

Değişik ahşapların konservasyonunun niteliğindeki farklılıklar, geniş yapraklı ve iğne yapraklı ağaçlar arasındaki yapısal farklılıklarla açıklanabilir.

DISCUSSION

In the conservation process of the Dor 2001/1 shipwreck, cracks were seen along the wood fibres, with the main shrinkage measured longitudinally. In light of this, a comprehensive review of all the variables that could affect the polymer impregnation in the wood was undertaken in order to identify the major risk factors. The states of several timbers after the conservation process, as well as other characteristics that could have affected the conservation, were documented in order to determine if the process was successful and why (Table 1).

An explanation for the difference in the quality of conservation of the different timbers can be the structural dissimilarities between hardwood and softwood. There are two divisions for tree hardness types: botanical and physical.



Fig. 4: Dor 2001/1 batığının konservasyon işleminin son evresi / Konservasyon uygulanan ahşapların çıkarılması (D. Cvikel).

Fig. 4: Final phase of the conservation of the Dor 2001/1 shipwreck / Retrieving the conserved timbers (D. Cvikel).

Ağaçların sertlik türleri botanik ve fiziksel olmak üzere iki ayrılır. Nüfuz etme temelde fiziksel bir süreçtir, bu nedenle ahşabın sertliği fiziksel yapısına göre tanımlanmalıdır. Fiziki açıdan ağaçların sertliği hücresel yapılarıyla tanımlanır, geniş yapraklı ağaçların bütününde hücreler boyunca su ileten gözenekler vardır. Hücrelerin geri kalanı, emprenye edilmiş ahşabın kanallarından suyu emer (süngere benzer şekilde).⁴ Polimerin emiciliği hücrelerin emiciliğine bağlıdır. İğne yapraklı ağaçlarda ise, bunun tam tersine, suyu ağacın her yerine dağıtan mikroskobik damarlar (traheidler) vardır. Hücrelerin yoğunluğu, yapısı ve sıvının akışı polimerin ahşabın derinliklerine özüne nüfuz etme becerisindeki önemli değişkenlerdir; bu nedenle sıvının akış mekanizması yayılmanın doğası üzerinde çok önemli bir etkiye sahiptir ve bu açıdan ahşap konservasyonunun başarısında büyük bir etkisi vardır.⁵

Emicilikteki farkın polimerin geniş yapraklı ağaca nüfuz etmesinin iğne yapraklı ağaçlara göre çok daha güç olmasından kaynaklandığı sonucuna varılabilir; çünkü polimer ahşabın özüne tam anlamıyla nüfuz etmeden önce geniş yapraklı ağaçların gözenekleri tıkanır. Buna ek olarak, yüksek moleküler ağırlıklı polimer boyutu nedeniyle fiziksel olarak gözeneklerin hepsine giremediğinden polimerin moleküler ağırlığının da (polimerik zincir) süreç üzerinde etkisi vardır. Geniş yapraklı ile iğne yapraklı ağaçların konservasyon kalitesindeki fark, meşe ahşaplarının çaminkinden çok daha güç olduğu Ma'agan Mikhael batığının konservasyon sürecinde gözlenebilir.⁶

Tüm ahşap türlerinde çatlak oluşmasını etkileyebilecek diğer faktörler arasında demir varlığı⁷ ve ahşabın profili⁸ yer alır. Büyük bir lokal demir konsantrasyonu PEG zincirlerini parçalayabileceğinden kurutma işlemi sırasında mekanik yük sonucunda yüzeyde çatlamlara neden olabilir. Birim alandaki demir çivi sayısı ne kadar çok olursa yüzeye uygulanan mekanik yük de o kadar büyük olacaktır ve daha fazla sayıda çatlak oluşacaktır. Tablo 1'de görülebileceği gibi, çivi sayısı 10'un üzerinde olan ahşaplarda yüzeydeki mekanik strese bağlanabilecek çok sayıda derin olmayan çatlak saptanmıştır. Ahşapların kesiti polimerin nüfuz etme becerisini etkileyerek çatlaklara neden olabilir. Ahşabın profili ne kadar kare şeklinde olursa, ahşap gözeneklerinin polimer ahşabın özüne ulaşmadan önce tıkanma olasılığı o kadar büyüktür. Bu olayın gerçekleşmesinin nedeni polimerin ahşabın özüne nüfuz etmesini sağlamak ve ahşaptaki gözeneklerin kılcal etkisinin üstesinden gelmek için daha fazla basınç uygulamak zorunda kalınmasıdır.

Diffusion is essentially a physical process, and therefore the hardness of the wood should be defined according to the physical structure. Physically, hardness of trees is defined by their cellular structure, with hardwoods having pores that conduct water along the cells through the tree. The rest of the cells absorb the water from the impregnated tree ducts (similarly to a sponge).⁴ The absorbency of the polymer depends on the absorbency of the cells. In contrast, softwood trees have microscopic tubes (tracheids) that distribute water throughout the tree. The density and structure of cells and the flow of liquid are the main variables for the ability of the polymer to penetrate into the depth of the wood to the core, and therefore the fluid flow mechanism has a crucial effect on the nature of the diffusion and the rate of the process, and has a major effect on the success of the timber conservation.⁵

It can be concluded that the difference in the absorbency is due to the fact that for hardwood there is greater difficulty for the polymer to penetrate than for softwood, since hardwood pores are clogged before the polymer has fully penetrated the core of the wood. In addition, the molecular weight of the polymer (length of the polymeric chain) also has an effect on the process, as the high molecular weight polymer is not able to physically enter to all the pores because of its size. A difference in the quality of the conservation of hardwood and softwood can be seen in the conservation process of the Ma'agan Mikhael ship, where it was much more difficult to preserve the oak timbers than the pine.⁶

Additional factors which might influence the creation of cracks in all kinds of timber are the presence of iron⁷ and the profile of the wood.⁸ A large local concentration of iron can cause surface fractures as a result of mechanical load during the drying process, as it can break the PEG chains. The larger the number of iron nails per unit area, the greater is the applied mechanical load on the surface, and the more cracks will form. As can be seen in Table 1, timbers with more than ten nails had many shallow cracks that can be attributed to mechanical stress on the surface. The cross-section of the timbers can affect the polymer's penetration ability and thus cause cracks. The squarer the timber profile, the greater the likelihood that the wood pores will block before the polymer reaches the core. This phenomenon occurs because greater pressure must be applied to ensure that the polymer penetrates to the core of the timber and to overcome the capillary effect of the pores in the wood.

4 ANDERSSON vd. 2006, 3644.

5 ZHAO – GRANICK 2004.

6 KAHANOV 2003, 98–99.

7 ALMKVIST vd. 2013, 8–10.

8 IKYOO 2012, 8.

4 ANDERSSON et al. 2006, 3644.

5 ZHAO – GRANICK 2004.

6 KAHANOV 2003, 98–99.

7 ALMKVIST et al. 2013, 8–10.

8 IKYOO 2012, 8.

%100 PEG difüzyon yöntemleriyle elde edilen sonuçlar oldukça iyi olsa da, mükemmel değildir. Konservasyon işleminde ahşabın renginin kararması ve yüzeyde parafin dokusu oluşması gibi sorunlar söz konusudur. Yüksek moleküler ağırlıklı PEG kullanımı nedeniyle polimerin ahşaba emdirilmesindeki güçlük ahşabın deforme olmasına neden olmuş, hatta çatlaklar ve kırıklar oluşturmuştur. Konservasyon ve sonraki aşamalar konusunda önceden planlama yapmak sorunların bir kısmını giderebilir. Polimerin emdirilmesinde yaşanan güçlük iki aşamalı bir emdirme yoluyla çözümlenebilir; işlem birinci aşamada düşük moleküler ağırlıklı bir polimer, daha sonra daha yüksek moleküler ağırlıklı bir polimer kullanarak gerçekleştirilebilir. Bu yöntem düşük moleküler ağırlıklı polimerin ahşabın özüne yeterince yayılmasına olanak sağlar, yüksek moleküler ağırlıklı bir polimer ile emdirerek de ahşabın genel yapısı stabil duruma getirilir.

Ahşapların boyutlarında her bir düzlemde %5'e varan bir küçülmenin kabul edilebilir bir küçülme ve konservasyon sürecinde başarı olduğu düşünülmektedir.⁹ Dor 2001/1 batığı ahşaplarında elde edilen maksimum büzülme yüzdesi %5'in altındaydı (ölçülen maksimum büzülme %4,9 idi), bu yüzden konservasyon işleminin başarılı olduğu düşünülebilir. Bu projenin son aşamasında ahşaplar bir araya getirilerek gövde kısmı stabil ve izlenen bir ortamda bir müzede sergilenecektir.

Results for the 100% PEG diffusion methods are quite good, but not perfect. There are problems in the conservation process, such as the wood colour turning darker, and wax texture on the surface. Due to the use of high molecular weight PEG, difficulty in impregnation of the polymer into the wood caused the wood to deform and even created cracks and fractures. Planning ahead for the conservation and further steps can eliminate some of the problems. The difficulty in impregnation of the polymer can be solved by using two-step impregnation, with the first step being made using a low molecular weight polymer, and only then a higher molecular weight polymer. This method allows efficient diffusion of the low molecular weight polymer into the core of the timber, and stabilizes its overall structure by impregnating with a high molecular weight polymer. A shrinkage of up to 5% of the dimensions of the timbers in each plane is considered a reasonable contraction and success in the conservation process.⁹ The percentage of maximum shrinkage obtained for the Dor 2001/1 shipwreck timbers was less than 5% (the maximum shrinkage measured was 4.9%), and therefore the conservation process can be considered successful. The final stage of this project will be the reassembly of the timbers and presenting the hull section as a museum display in a stable and monitored environment.

9 STAMM – TARKOW 1947, 505; GRAVES 2004, 16.

9 STAMM – TARKOW 1947, 505; GRAVES 2004, 16.

Ahşap	Ahşabın türü	Hücresel yapılar	Çivi sayısı	Çatlakların özellikleri					
				Çatlağın yeri	Çatlak sayısı	Derinlik [mm]	Genişlik [mm]	Uzunluk [cm]	Notlar
SE7 gövde kaplaması	<i>Cupressus sempervirens</i>	Traheid	9	Ahşap lif boyunca çatlaklar	10'un üzerinde	3	12	170	Kaplama boyunca <i>Teredo navalis</i>
C10 iç kaplama	<i>Pinus brutia</i>	Traheid	Yok	Ahşap lif boyunca çatlaklar	2	1,8	13,4	52,6	–
SE4 gövde kaplaması	<i>Cupressus sempervirens</i>	Traheid	8	Ahşap lif boyunca çatlaklar	2	2,6	12,8	130,6	Yüzeyde
SE4-2 gövde kaplaması	<i>Cupressus sempervirens</i>	Traheid	5	–	Yok	3	12	108	–
CA iç kaplaması	<i>Pinus brutia</i>	Traheid	Yok	Ahşap lif boyunca çatlaklar	4	2,4	11	42	Bir adet uzun çatlak
SE3 gövde kaplaması	<i>Cupressus sempervirens</i>	Traheid	Yok	Ahşap lif boyunca çatlaklar	10'un üzerinde	2,8	11,4	77,8	–
FB3 döşek	–	–	10	Ahşap lif boyunca kırık	10'un üzerinde	12	11,2	103,4	–
F22 döşek	<i>Tamarix</i>	Gözenekler	12	Ahşap lif boyunca kırık	Derin olmayan çok sayıda çatlak	8,6	6,8	63,6	–
C6.4 iç kaplama	<i>Pinus brutia</i>	Traheid	Yok	Ahşap lif boyunca çatlak	1	1,6	12,5	45	–
SE10 N gövde kaplaması	<i>Cupressus sempervirens</i>	Traheid	16	Yer yer kırıklar	10'un üzerinde	6,8	8,2	103	–
Kontra omurga	<i>Quercus coccifera</i>	Gözenekler	Dört büyük çivi	Ahşap lif boyunca çatlaklar	Derin olmayan çatlaklar	10	11	133,6	–
İç omurga Desteği W1	<i>Cupressus sempervirens</i>	Traheid	25	Ahşap lif boyunca çatlaklar	10'un üzerinde	6,6	7,8	127	–

Tablo 1: Dor 2001/1 batığı ahşaplarındaki çatlaklarla ilgili özet

Timber	Wood species	Cellular structures	No. of nails	Crack characteristics					
				Crack location	No. of cracks	Depth [mm]	Width [mm]	Length [cm]	Notes
SE7 hull plank	<i>Cupressus sempervirens</i>	Tracheid	9	Cracks along wood fibre	More than 10	3	12	170	<i>Teredo navalis</i> all through plank
C10 ceiling plank	<i>Pinus brutia</i>	Tracheid	None	Cracks along wood fibre	2	1.8	13.4	52.6	–
SE4 hull plank	<i>Cupressus sempervirens</i>	Tracheid	8	Cracks along wood fibre	2	2.6	12.8	130.6	On surface
SE4-2 hull plank	<i>Cupressus sempervirens</i>	Tracheid	5	–	None	3	12	108	–
CA ceiling plank	<i>Pinus brutia</i>	Tracheid	None	Cracks along wood fibre	4	2.4	11	42	One long crack
SE3 hull plank	<i>Cupressus sempervirens</i>	Tracheid	None	Cracks along wood fibre	More than 10	2.8	11.4	77.8	–
FB3 floor timber	–	–	10	Fracture along wood fibre	More than 10	12	11.2	103.4	–
F22 floor timber	<i>Tamarix</i>	Pores	12	Fracture along wood fibre	Many shallow cracks	8.6	6.8	63.6	–
C6.4 ceiling plank	<i>Pinus brutia</i>	Tracheid	None	Crack along wood fibre	1	1.6	12.5	45	–
SE10 N hull plank	<i>Cupressus sempervirens</i>	Tracheid	16	Scattered fractures	More than 10	6.8	8.2	103	–
False keel	<i>Quercus coccifera</i>	Pores	Four large nails	Cracks along wood fibre	Shallow cracks	10	11	133.6	–
Sister keelson W1	<i>Cupressus sempervirens</i>	Tracheid	25	Cracks along wood fibre	More than 10	6.6	7.8	127	–

Table 1: Review of cracks in Dor 2001/1 shipwreck timbers

SONUÇ

Dor 2001/1 batığı ahşaplarının konservasyon işlemleri, konservasyon süreçlerinin iyi gitmesinin ahşabın fiziksel durumuna - tipinin (geniş yaprak-igne yaprak ağaçlar) yanı sıra ahşabın bozunma derecesine - bağlı olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada ciddi bozunma gözlenen geniş yapraklı ağaçların en iyi iki aşamalı bir emdirme yoluyla korunduğu, ahşapta çatlak ve eğrilme oluşumunun engellendiği gösterilmiştir. Ahşap önce düşük moleküler ağırlıklı (400) PEG içinde bekletilerek %30 doygunluğa ulaştırılmalıdır. Bu aşamada PEG ahşaba nüfuz ederek özünü stabil hale getirir. Daha sonra ahşap yüksek moleküler ağırlıklı PEG (4000) içinde bekletilerek polimerin oda sıcaklığında kalması ve ahşabın stabil hale gelmesi sağlanır. Ahşabın özünü stabil hale getirmeye gerek olmadığından, iğne yapraklı ağaçlar en iyi sadece ikinci aşama kullanılarak korunmaktadır.

TEŞEKKÜRLER

Bu araştırma kısmen İsrail Bilim Vakfı, Hecht Vakfı, Dov Shafir Cemiyeti, Denizcilik Çalışmaları için Sir Maurice Hatter Cemiyeti ve İsrail Eski Eserler Kurumu tarafından desteklenmiştir. Konservasyon sürecindeki değerli yardımları için Jonathan J. Gottlieb ve Roe Shafir'e ve İngilizce düzeltmeler için John Tresman'a teşekkür ederiz.

CONCLUSIONS

The conservation of the Dor 2001/1 shipwreck timbers demonstrated that an optimal conservation processes depends on the physical condition of the wood – the extent to which the wood has degraded, as well as on the type of wood (hardwood/softwood). This study shows that hardwoods which have undergone severe degradation are best conserved using a two-stage process; which prevents the formation of cracks and warping of the wood. First the wood should be soaked in low molecular weight (400) PEG to 30% saturation. In this stage the PEG penetrates the wood and stabilizes the core. Next the timber is soaked in high molecular weight PEG (4000) so that the polymer is stable at room temperature and the wood is stabilized. Soft woods are best preserved using the second step only, since there is no need to stabilize the core.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was partially supported by the Israel Science Foundation, the Hecht Trust, a Dov Shafir Fellowship, a Sir Maurice Hatter Fellowship for Maritime Studies, and the Israel Antiquities Authority. Thanks are due to Jonathan J. Gottlieb and Roe Shafir for their valuable assistance in the process of conservation, and to John Tresman for the English editing.

KAYNAKÇA-BIBLIOGRAPHY

- ALMKVIST vd. 2013 Almkvist, G., Hocker, E., Sahlstedt, M., *Iron Removal from Waterlogged Wood*, 8–10, Uppsala 2013.
- ANDERSSON vd. 2006 Andersson, M., Persson, L., Sjöholm, M., Svanberg, S., “Spectroscopic studies of wood-drying”, *Optics Express*, Vol. 13, No. 8, 2006, 3641–3653.
- ENGLISH HERITAGE 2010 English Heritage, *Waterlogged Wood: Guidelines on the recording, sampling, conservation and curation of waterlogged wood*, Swindon 2010.
- GRAVES 2004 Graves, D. J., “A comparative study of consolidants for waterlogged wood: polyethylene glycol, sucrose, and silicone oil”, *Social Science Computer Review Journal*, Vol. 15, No. 3, 2004, 13–17.
- IKYOO 2012 Ikyoo, K., “Damage to Wooden Objects and the Conservation Treatment” in Ikyoo, K., *Conservation of Wooden Objects*, Daejeon 2012, 7–51.
- KAHANOV – MOR 2014 Kahanov, Y., Mor, H., “The Dor 2001/1 Byzantine shipwreck, Israel: final report”, *International Journal of Nautical Archaeology*, Vol. 43, No. 1, 2014, 41–65.
- KAHANOV 2003 Kahanov, Y., “Conservation”, in Kahanov, Y., Linder, E., *The Ma‘agan Mikhael Ship. The Recovery of a 2400-year-old Merchantman: Final Report Volume 2*, Jerusalem 2004, 195–206.
- STAMM – TARKOW 1947 Stamm, A. J., Tarkow, H., “Dimensional stabilization of wood”, *Journal of Physical Chemistry*, Vol. 51, No. 2, 1947, 493–505.
- ZHAO – GRANİCK 2004 Zhao, J., Granick, S., “Polymer Lateral Diffusion at the Solid-Liquid Interface”, *Journal of American Chemical Society*, Vol. 126, No. 20, 2004, 6242–6243.

ÇANAKKALE SAVAŞ BATIKLARI DALIŞ TURİZMİNE AÇILIYOR

THE SHIPWRECKS FROM THE BATTLE OF GALLIPOLI OPENS FOR SCUBA DIVING TOURISM

* Evren TÜRKMEÑOĞLU



Çanakkale Savaşları Gelibolu Tarihi Alan Başkanlığı öncülüğünde, Güney Marmara Kalkınma Ajansının finansal desteğiyle hayata geçirilen proje ile Çanakkale kıyılarında bulunan 1. Dünya Savaşı batıklarının koruma altına alınarak dalış turizmine kazandırılması planlanıyor. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi tarafından proje kapsamında Gelibolu yarımadası kıyılarında yürütülen deniz araştırmalarına İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. Ufuk Kocabaş ve Dr. Öğr. Üyesi Evren Türkmenoğlu'nun danışmanlığında, Sualtı Kültür Kalıntılarını Koruma Anabilim Dalı akademisyenleri ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan ekip de katkıda bulunuyor. Saha çalışmalarına da katılan ekip şu ana kadar proje alanında 82 bilimsel dalış gerçekleştirdi. Halen devam eden deniz araştırmaları ile su altında kültürel miras değeri taşıyan batık, deniz altı, mühimmat, çeşitli objeler tespit edilerek tanımlandı ve kayıt altına alındı. Tespit edilen buluntuların koruma ve restorasyon işlemleri, su altı ve su üstünde sergileme yöntemleri de çevre koşulları göz önüne alınarak değerlendiriliyor. Projenin pilot uygulaması ise 27 Mayıs 1915'te Seddülbahir açıklarında batırılan HMS Majestic Batığı üzerinde gerçekleştiriliyor.

İngiltere Kraliyet Donanmasına uzun yıllar hizmet eden 118 metre uzunluğundaki bu zırhlı savaş gemisi yaklaşık 20 metre derinlikte bulunmakta ve kullandığı top mermileri de dâhil olmak üzere halen büyük ölçüde korunmuş durumdadır.

Projenin 2021 yılı içinde tamamlanmasıyla 1. Dünya savaşı temalı ilk su altı parkı olacak olan bölgenin savaş batıkları konusunda dünyanın en zengin dalış noktalarından biri haline gelerek bölge turizmine büyük katkı yapması ve aynı zamanda örnek bir koruma projesi alanı olması bekleniyor.

The shipwrecks from the First World War that lie off the shores of the Çanakkale Province will be protected and be made available for SCUBA diving tourism with a project financed by the Southern Marmara Region Development Agency, and led by the Çanakkale Wars, and Gallipoli Historic Region Directorate (ÇATAB).

The maritime survey project on Gallipoli shores by the Marmara Research Center of TÜBİTAK are guided by Prof. Ufuk Kocabaş, and Asst.Prof. Evren Türkmenoğlu at the Faculty of Letters of İstanbul University, with the contributions by a team of academicians and graduate students from the Division of Conservation of Marine Archaeological Objects. The team also participated in the fieldwork, and performed 82 scientific dives in the project site so far. During the ongoing underwater surveys, various marine archaeological finds were identified and documented including shipwrecks, submarines, ammunitions, and other objects. The conservation and restoration procedures for identified finds as well as their under- and above-water display methods are discussed considering the environmental conditions. A pilot study of the project is being performed on the wreckage of HMS Majestic that foundered off Seddülbahir on May 27, 1915. HMS Majestic, a 421 ft long armored battleship that served in the British Royal Navy, currently sits in at 65 ft depth and has been mostly preserved including its projectiles.

With the completion of the project in 2021, the area will become the first underwater park with a theme of WW1, and it is expected to become one of the most attractive SCUBA diving centers with abundant number of sunken battleships, hence, make an enormous contribution to the tourism potential of the region as well as being an ideal conservation project site.

* Evren Türkmenoğlu, Dr. Öğr Üyesi, İstanbul Üniversitesi Sualtı Kültür Kalıntılarını Koruma Anabilim Dalı

*Evren Türkmenoğlu, Dr. Academic Member, İstanbul University, Division of Conservation of Marine Archaeological Objects



ANEMURIUM

SUALTI ARAŞTIRMALARI 2019

2019 UNDERWATER SURVEY CAMPAIGN IN THE ANCIENT CITY OF ANEMURIUM



* Oktay DUMANKAYA



** Semih TOGAN



Fig. 1



Fig. 2

* Doç. Dr. Oktay Dumankaya, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Kahramanmaraş/Türkiye. E- posta: oktaydumankaya@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-9007-0536>.

* Assoc. Prof. Dr. Oktay Dumankaya, Archaeology Department, Faculty of Science and Letters, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Kahramanmaraş/Türkiye. E-mail: oktaydumankaya@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-9007-0536>.

**Semih Togan, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Kahramanmaraş/Türkiye.

**Semih Togan, Archaeology Department, Faculty of Science and Letters, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Kahramanmaraş/Türkiye.

2019 yılı itibariyle Anemurium sualtı araştırmaları 16.08.2019 tarihinde Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Arkeoloji Bölümü'nden on kişilik bir öğrenci ekibi ile başlamıştır.¹ 3.24 km çevre uzunluğuna sahip olan alanın çalışmalarına öncelikli olarak sualtındaki kültür varlıklarının tespitine yönelik olarak başlanmıştır. (Fig. 1). Yukarıda bahsedilen alan içerisindeki kültür varlıklarının nereye kadar devam ettiğinin tespiti kıyıdan açığa doğru kaç metrede son bulduğunu belirlemek amacıyla ilk gözlem çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar doğrultusunda kıyı şeridinin doğusunda kıyıdan 66 metre açıkta ve 12 metre derinlikte iki öbek şeklinde moloz grubu tespit edilmiştir (Fig. 2). Kıyıya yakın olan moloz yığını 22 metre uzunluğa, 11 metre genişliğe ve 5 metre yüksekliğe sahiptir. Diğer moloz yığını ise 48.18 metre uzunluğa, 13 metre genişliğe ve 3 metre yüksekliğe sahiptir. İki moloz yığını arasında 4,41 metre mesafe vardır. Parçalar halindeki moloz yığınlarının ne olduğu ya da hangi işlevde kullanıldığı 2020 yılında planlanan sualtı araştırmalarında detaylı olarak incelenecek ve bu sorulara cevap aranacaktır.

Bu çalışmanın akabinde araştırma sınırları içerisinde tespit edilen kültür varlıkları bir plan içerisinde değerlendirilerek tarama alanları belirlenmiş olmakla birlikte söz konusu tarama alanları plana aktarılmıştır. Bu doğrultuda Alanın güneybatısında 20 x 20 metre ölçülerinde karelere ayrılmış ve kuzey-güney yönündeki hat rakamla, doğu batı yönündeki hat ise harflerle ayrılmıştır. Yapılan bu plankare sistemi içerisinde yer alan eserlerin detaylı envanter çalışmalarının yapılması amacıyla bu sistem içerisindeki karolajlarda belgelenmesi hedeflenmiştir (Fig. 3). Bu amaçla araştırma süremiz içerisinde tespit ve belgeleme amacıyla 31 adet karolaj oluşturulmuştur. Batıdan başlayan ve kuzey – güney doğrultulu devam eden sayısal sistem 5 rakamı ile başlamış, alanın batısında olası bir buluntu ihtimaline karşı 5 rakımından düşülecek şekilde oluşturulmuştur.

The underwater survey in the ancient city of Anemurium was initiated on 16.08.2019 by participation of a team of 10 students from the Archaeology Department of Kahramanmaraş Sütçü İmam University.¹ The survey in the site with a perimeter of 3.24 km started mainly for identification of underwater cultural assets (Fig. 1). First initial observations focused on determining how far the cultural assets in the above-mentioned area extended off the shore. Surveys revealed two piles of debris at 12 m depth, 66 m off the shoreline to the east (Fig. 2). The debris pile that is closer to the shore is 22 m long, 11 m wide, and 5 m high while the other one is 48.18 m long, 13 m wide and 3 m high. The distance between the two piles is 4.41 m. The nature and function of those piles will be examined in detail as part of the 2020 underwater campaign.

Following the survey work, the cultural assets revealed within the boundaries of the survey area were evaluated on a grid system in order to determine the scanning areas and plot them into a plan. Based on this, the area was divided into 20x20 meter grids to the southwest, and the transect in the north-south direction was denoted by numbers, and the transect in the east-west direction by letters. Documentation was based on these grids in order to carry out a detailed inventory study of the finds within the system (Fig 3). During our survey, we established 31 grids for identification and documentation. The numerical system initiating from the west and continuing in the north-south direction started with the number 5, considering any potential finds to the west of the area. However, since our work area to the east would generally extend and the shoreline extends within a certain line, we decided to start from the first letters (Fig. 3).

1 Prof. Dr. Mehmet Tekocak başkanlığında yürütülen Anemurium Antik Kenti kazılarında yapılan sualtı çalışmaları Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi ve kazı başkanlığı tarafından desteklenmiştir. Bu nedenle Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Niyazi Can ve rektör yardımcılarımız Prof. Dr. Zekeriya Pak ve Prof. Dr. Kadir Saltalı'ya teşekkür ederiz. Ayrıca Anemurium Kazı başkanı Prof. Dr. Mehmet Tekocak ve kazı ekibine destek ve yardımlarından dolayı minnettarız. Sualtı araştırmalarına katılan Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Arkeoloji Bölümü öğrencileri, Ümit Yıldırım, Akif Dere, Selçuk Arslanyürek, Rıdvan Yaprak, Rüveyda Kaymak, Zübeyir Akıllı, Özlem Kuş ve Düzce Üniversitesi Arkeoloji Bölümü öğrencisi Murat Salman'a araştırma süresi boyunca yapmış oldukları özverili çalışmalardan dolayı şükranlarımızı sunarız.

1 The underwater survey as part of the excavations in the ancient city of Anemurium under the direction of Prof. Mehmet Tekocak, was supported by the Kahramanmaraş Sütçü İmam University and the Directorate of Excavations. Therefore, we would like to thank Prof. Niyazi Can, the Rector of Kahramanmaraş Sütçü İmam University and our Vice Rectors, Prof. Zekeriya Pak and Prof. Kadir Saltalı. We are also grateful to Prof. Mehmet Tekocak, the Head of the Anemurium Excavations, and the excavation team for their support and assistance. We also would like to extend our thanks to Ümit Yıldırım, Akif Dere, Selçuk Arslanyürek, Rıdvan Yaprak, Rüveyda Kaymak, Zübeyir Akıllı, Özlem Kuş, the students of the at Kahramanmaraş Sütçü İmam University and Murat Salman, a student of the Archaeology Department at Düzce University for their devoted work during the survey.



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5

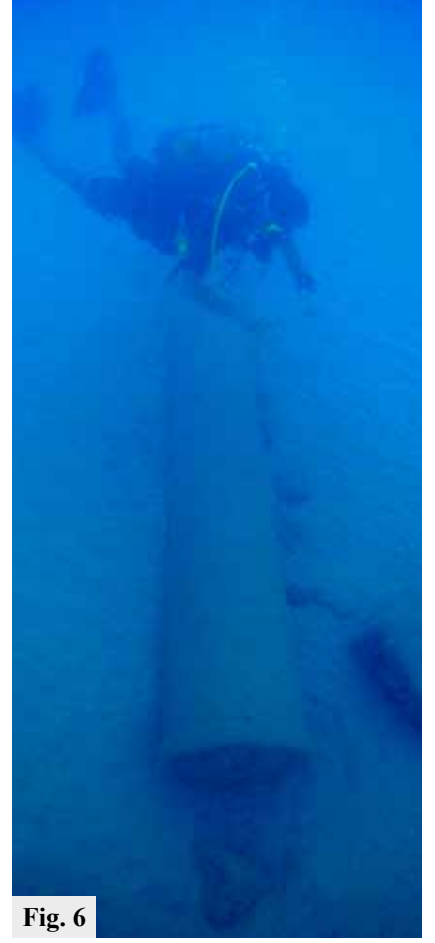


Fig. 6

Genel itibari ile alanın doğusundaki çalışma sahamız ilerleyeceği için ve de kıyı çizgisinin belirli bir hat dahilinde devam etmesi sebebiyle harflerde ileriden başlanması taramızca uygun görülmemiştir (Fig. 3). Yapılması planlanan çalışmaların nihai hedefi ise bütün alanın ortofoto haritalarının tamamlanmasıdır. Ortofoto haritalarının tamamlanması sonucunda su altındaki kültür varlıklarının tamamını gözlemleme şansı elde edilmiş olacaktır. Bu çalışma kapsamında marker çıktıları alınarak 8x8 santimetre ölçülerinde krom plakara yapıştırılmış ve su altında sabit kalması sağlanmıştır. Kıyıdan derine doğru giden hat içerisinde kadrajın içerisine dahil olan markerların derinliğe bağlı olarak değişmesi sebebiyle 2 metre aralıklarla 4 adet marker yerleştirilmiş ve hat boyunca da 2 metre ilerleyerek fotoğraflama sağlanmıştır. Bu çalışma sırasında markerların yerleştirilmesi ve fotoğraflarının çekilmesi amacıyla 5 kişilik bir ekip aktif olarak çalışmıştır (Fig. 4 - 5). 190 metre genişliğinde 60 metre uzunluğunda bir alanın ortofoto çalışmalarına başlanmış ve bu çalışmalar kapsamında ortalama 9000 fotoğraf çekilmiştir.

The ultimate goal of the studies is to complete the orthophoto maps of the entire area so that, afterwards, we will have the opportunity to examine all of the underwater cultural assets at the site. Within the scope of this study, the markers were printed out and installed and fixed onto 8x8 cm chrome plates under the water. Since the place of markers included in the grid vary depending on the depth in the transect from the shore to the deep parts, 4 markers were placed at 2 meters intervals and photographing was carried out by moving 2 meters further along the line. During this study, a team of 5 people actively worked to install the markers and take their photos (Figs. 4 - 5). We started orthophoto mapping of an area of 190 m wide and 60 m long, and an average of 9000 photographs were taken within the scope of these studies. The same work will be repeated in other fields that are included in our survey area in 2020.

Within the scope of the documentation and inventory studies carried out simultaneously with the orthophoto mapping studies, detailed examinations were made within the tracks and a large number of artifacts were identified (Fig. 6). While going from the shore towards the offshore, a

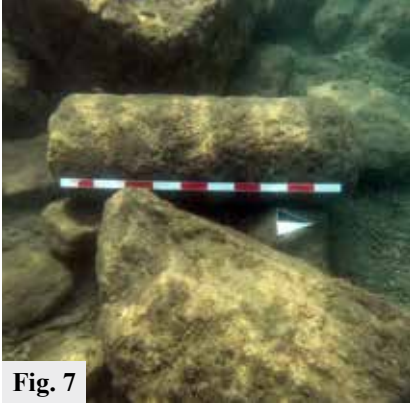


Fig. 7

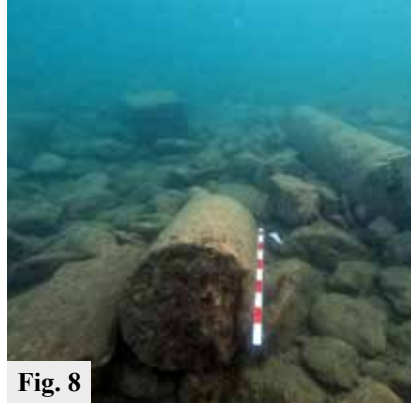


Fig. 8



Fig. 9



Fig. 10

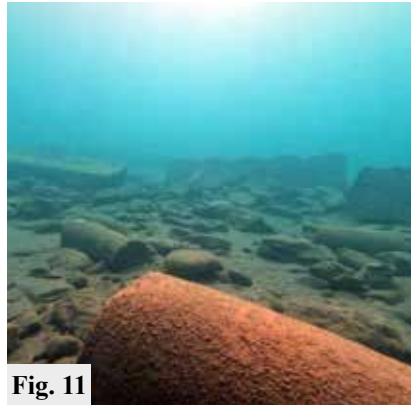


Fig. 11



Fig. 12

2020 yılı içerisinde planlamış olduğumuz araştırma sahamıza dahil olan diğer alanlarda da aynı çalışmalarımıza devam edilecektir.

Ortofoto harita çalışmaları ile eşzamanlı olarak gerçekleştirilen belgeleme ve envanterleme çalışmaları kapsamında kulvarlar içerisinde detaylı incelemeler yapılmış ve çok sayıda eser tespit edilmiştir (Fig. 6). Kıydan derinlere doğru gidilirken yoğun bir moloz ve bu moloz içerisinde çok sayıda mimari eleman gözlemlenirken, 60 metre açığa doğru bu moloz yığınları azalarak yerini kumluk bir zemine bırakmaktadır. Bahsi geçen alan içerisinde tespit edilen eserler arasında kıyıda yoğun olmak üzere çok sayıda farklı boyutlarda granit ve mermerden yapılmış sütunlar (Fig. 7 – 14), mermer İon ve Korinth sütun başlıkları (Fig. 15 – 18), sütun kaideleri (Fig. 19), postament (Fig. 20) gibi başlıca eserlerin yanında çok sayıda mimari parça yapılan araştırmalar sırasında tespit edilmiştir (Fig 21 – 23). Yukarıda bahsi geçen eserlerin plankare içlerindeki yerleri belirlenerek eserler kodlanmış, detaylı ölçüleri alınarak sualtında çizim çalışmaları ve fotoğraflanarak belgelenmeleri gerçekleştirilmiştir (Fig. 24).

Alanın bu yılki planlamada yer alan bölümünün karelere ayrılması, ortofoto haritalama çalışması ve eserlerin belgelenmesi gibi çalışmalar sekiz günlük bir süre içerisinde tamamlanmıştır.

dense debris concentration and many architectural elements are observed in this rubble, the concentration of debris decrease gradually towards 60 m offshore, being replaced with a sandy ground. Among the artifacts found in the aforementioned area, mainly on the shore are major finds such as columns made of granite and marble in many different sizes (Figs. 7 - 14), marble Ionic and Corinthian column capitals (Figs. 15 - 18), column bases (Fig.19), postaments (Fig. 20) as well as many architectural fragments (Figs. 21 - 23).

The location of the above-mentioned historical artifacts was determined in the grid plan, followed by coding of the historical artifacts, their detailed measurement, underwater drawing studies, photography and documentation (Fig. 24).

The studies such as dividing the part of the area included in this year's planning into grids, orthophoto mapping and documentation of the artifacts were completed within a period of 8 days. Within the scope of this 8-day study, 283 dives were made in the dual buddy system and an average of 9 hours of active underwater work was performed.

Bu sekiz günlük çalışma kapsamında ikili buddy sisteminde 283 dalış yapılmış olup günlük ortalama sualtında 9 saat aktif olarak çalışılmıştır. Araştırma sahasının geniş bir alanı kapsamı sebebiyle alanın kalan bölümünün belgeleme ve haritalandırma çalışmaları 2020 yılında yapılmak üzere araştırma sonlandırılmıştır. Anemurium Kenti'ne ait sualtı kültür varlıklarının hangi sebeplerle sualtında kalmış olduğu ve kentin belki de akıllarda en büyük soru işareti olarak kalan liman yapısının nerede olduğu gibi sorular ilerleyen araştırma sezonlarında netlik kazanması hedeflenmektedir.

Since the survey area covers a large field, the documentation and mapping studies of the remaining part of the area were terminated to be carried out in 2020.

We aim to clarify the questions such as for what reason the underwater cultural assets belonging to the ancient city of Anemurium might have been submerged and where the harbor structure is, probably the biggest question mark in the mind in the future campaigns.



Fig. 13



Fig. 14



Fig. 15



Fig. 16



Fig. 17



Fig. 18



Fig. 19



Fig. 20



Fig. 21



Fig. 22



Fig. 23



Fig. 24

AYDINLANMA ÇAĞINDA ÇEŞME DENİZ SAVAŞI'NIN 250. YILI SERGİSİ (OĞUZ AYDEMİR ÖZEL KOLEKSİYONU)

THE 250TH ANNIVERSARY OF THE NAVAL BATTLE OF ÇEŞME IN THE AGE OF ENLIGHTENMENT (PRIVATE COLLECTION OF OĞUZ AYDEMİR)

TINA Türkiye Sualtı Arkeolojisi Vakfı Başkanı Oğuz Aydemir'in özel koleksiyonundan bir seçki ile hazırlanan "Aydınlanma Çağında Çeşme Deniz Savaşı'nın 250. Yılı" isimli sergi 7 Temmuz 2020 tarihinde İzmir'in Çeşme İlçesi'nde açıldı. Oğuz Aydemir tarafından hazırlanan sergi, Covid tedbirleri kapsamında sınırlı sayıda konuğa kapılarını açtı ve 300'e yakın konuk sergiyi inceledi. Sergi, Vakıf başkanımız Oğuz Aydemir'in son 20 yıldır özellikle "Aydınlanma Çağı" ve "1770 Osmanlı – Rus Deniz Savaşı" üzerine yaptığı incelemelerin yanı sıra uluslararası açık arttırmalardaki zenginleşen koleksiyonu sayesinde hayat buldu.

The exhibition called "The 250th Anniversary of the Naval Battle of Çeşme in the Age of Enlightenment" consisting of a selection from the private collection of Oğuz Aydemir, Chairman of the Turkish Foundation for Underwater Archaeology's (TINA) opened at the Çeşme District of Izmir on July 7, 2020. Created by Oğuz Aydemir, the exhibition opened its doors to a limited number of guests within the scope of COVID measures and nearly 300 guests viewed the exhibition. The exhibition came to life thanks to the scrutiny of our Foundation's President, Oğuz Aydemir, especially on the "Age of Enlightenment" and "1770 Ottoman - Russian Naval War" in the last 20 years, as well as the enriched collection from international auctions.



Sergi salonundan genel görünüm.
A general view of the exhibition hall.

The collage consists of 12 images arranged in a 3x4 grid. The top row features a painting of a woman in a red and gold dress, a map of the Black Sea region, and a painting of a battle scene with ships. The middle row shows a painting of a ship at sea, a painting of a ship at sea, and a painting of a ship at sea. The bottom row includes a painting of a ship at sea, a painting of a ship at sea, and a painting of a ship at sea.

235

Denizcilik tarihimizin önemli bir noktasını teşkil eden “1770 Osmanlı – Rus Deniz Savaşı” üzerine birçok çalışmanın altına imza atan Oğuz Aydemir; ilk olarak Temmuz 2006 tarihinde Çeşme Müzesi’nde “Osmanlı – Rus Deniz Savaşı’nı” konu alan özel bir holün açılmasını devlet protokolünün de katılımıyla gerçekleştirmişti. Söz konusu holdeki gerek sergilenen objeler gerek bilgi panoları gerekse dünyanın dört bir noktasından toplanan materyaller sayın Aydemir tarafından müzeye bağışlanmış; böylece Türkiye’nin en gözde tatil noktalarından biri olan Çeşme’de konuya ilişkin ilk ve tek kalıcı sergi açılmıştı. Aradan geçen 14 yıl içinde Çeşme Müzesi içindeki hol on binlerce misafiri ağırladı. Buna karşın hem İzmir’in hem de denizcilik tarihimizin en önemli olaylarından biri olan “1770 Osmanlı – Rus Savaşı’na” dair Çeşme’de 2006 yılından bu yana başka hiçbir sergileme de yapılmamıştır. Bu önemli serginin yanı sıra aynı tarihlerde Vakıf başkanımız Oğuz Aydemir ve Ali Rıza İşipek’in kaleme aldığı “1770 Çeşme Deniz Savaşı” kitabı da TINA Vakfı yayını olarak araştırmacıların ve konuya ilgi duyanların beğenisine sunulmuştur.

Oğuz Aydemir, who carried out many events and activities on the “1770 Ottoman - Russian Sea War”, which constitutes an important point of our maritime history, was first involved in the opening of a special hall on the “Ottoman - Russian Naval War” in July 2006 in Çeşme Museum in the presence of the state protocol. The objects exhibited in the hall, information boards and materials collected from all over the world were donated to the museum by Mr. Aydemir; he opened the first and only permanent exhibition on this subject in Çeşme, one of Turkey’s most popular vacation spots. The hall inside the Çeşme Museum has hosted tens of thousands of guests over the past 14 years. On the other hand, no other exhibitions was held in Çeşme since 2006 regarding the “1770 Ottoman - Russian War”, which is one of the most important events for both Izmir and our maritime history. In addition to this important exhibition, the book “1770 Naval Battle of Çeşme” written by our President Oğuz Aydemir and Ali Rıza İşipek was presented to researchers and those who are interested in the subject as a publication of the TINA Foundation.



Hackert ve Ayvazovski’nin deniz savaşı tabloları.
Oil paintings of the naval battle by Hackert and Aivazovsky.



“Burc-u Zafer” ve “Yevstafiy” gemilerinin maketleri.
Replicas of the battleships “Burc-u Zafer” and “Evstafi”.

7 Temmuz 2020 tarihinde ise tarihimizin bu acı olayının 250. yılı anısına bugüne kadar yapılan en geniş kapsamlı sergi açıldı. Sergide çeşitli bilgilendirme panoları ve video gösterimler, savaşın simgesi haline gelmiş “Burc-u Zafer” ve “Yevstafiy” gemilerinin maketleri, Hackert ve Ayvazovski gibi iki çok önemli ressamın döneme ve savaşa dair tabloları yer aldı. Serginin en özel eseri ise eşsiz bir tarihi belge niteliği taşıyan Rus Amiral Kont Orlov’un günlükleri. Oğuz Aydemir’in ülkemize kazandırdığı günlükler savaşın tüm detaylarını bizzat savaşı yöneten Amiralin kaleminden aktarıyor. Bu detaylar arasında Türk savaş gemilerinin özelliklerini ve mevkilerini gösteren çizimler de yer almaktadır.

1770 ÇEŞME DENİZ SAVAŞI

17. yüzyılla birlikte Osmanlı adına denizlerdeki gerileme daha net görülmeye başlanmış; Devlet yönetiminin deniz gücünü ihmal etmeye başladığı gözlemlenmiştir. Deniz kuvvetleri ve komutanları ise gerileme dönemine direnmeye çalışmıştır. Bunun en açık örneği yine Çeşme açıklarında sergilenmiştir. İlk Deniz zaferimizin üzerinden 6 asır geçmesinin ardından Kaptan-ı Derya Hüseyin Paşa 1695 yılında bir dizi reform gerçekleştirmiş; bu girişimler üzerine Venedik Donanması’na karşı Sakız Adası civarında Koyun Adaları Zaferini kazanmıştır. Bu zafer kırılmayı geciktirecek; fakat engelleyemeyecektir. Nitekim imparatorluk İlk büyük toprak kaybını Karlofça Antlaşması ile 1699 yılında yaşayacaktır. Gerileme Dönemi artık başlamıştır.

On July 7, 2020, the most comprehensive exhibition ever held, commemorating the 250th anniversary of this painful event in our history. In the exhibition, various information boards and video screenings, models of the ships “Burc-u Zafer” (“Fortress of Victory”) and “Evstafi”, which have become symbols of war, and paintings of two very important painters such as Hackert and Ayvazovski about the period and the war were displayed. The most special work of the exhibition was the diaries of Russian Admiral Count Orlov, which is a unique historical document. The diaries brought by Oğuz Aydemir to our country convey all the details of the war from the pen of the Admiral who personally led the war. Among these details, there are drawings showing the characteristics and positions of Turkish warships.

THE NAVAL BATTLE OF ÇEŞME IN 1770

With the 17th century, the decline in the seas began to be seen more clearly for the Ottoman Empire; observed was a state administration that started to neglect naval power. Naval forces and their commanders tried to resist the decline. The clearest example of this resistance was exhibited in Çeşme. Six centuries after our first Naval victory, Captain Derya Hüseyin Pasha made a series of reforms in 1695; upon these attempts, Oinousses Islands Victory near Chios Island was won against the Venetian Navy. This victory would delay the fall; but it would not be able to prevent it. As a matter of fact, the empire would experience its first major loss of land in 1699 with the Treaty of Karlowitz, marking the beginning of The Period of Decline.



Zafer Kızılkaya, Kenan Yılmaz, Oğuz Aydemir

Tarihler 1770 yılını gösterdiğinde Baltık Denizi'nden yelken açan Rus Donanması Cebelitarık üzerinden gelerek 26 parçadan oluşan Osmanlı Donanması'nı ağır bir yenilgiye uğratır. Rus aydınlanması şüphesiz bu baskına giden yol süresince önlerini aydınlatmış; Ruslar kendi tarihleri adına önemli bir başarı elde etmişlerdir. Bu ağır yenilgi üzerine Osmanlı bir eğitim reformu başlatmıştır. Sultan III. Mustafa çağdaş bir eğitim sistemi içinde daha donanımlı bir donanma kurmak adına bir hamle başlatmış; Macar soylusu Baron de Tott donanmayı iyileştirme çalışmalarında görevlendirilmiştir. Cezayirli Gazi Hasan Paşa ve Baron de Tott Padişahın fermanıyla, 1773 yılında bir kurs niteliği taşıyan ve bugünkü anlamda "Matematik Okulu" diyebileceğimiz "Mekteb-i Riyaziye" ile 1776 yılında da bugün Deniz Mühendishanesi olarak telaffuz edilen ve Deniz Harp Okulu Komutanlığı'nın bir yerde temelini teşkil edecek olan "Tersane Hendesehanesi"ni kurmuşlardır. İleriki yıllarda, Osmanlı İmparatorluğu'nun ilk "Deniz Mühendislik Okulu" olan Tersane Hendesehanesi'nin askeri uzantısından "Deniz Harp Okulu", sivil uzantısından da "İstanbul Teknik Üniversitesi" doğacaktır.

The Russian Navy, which sailed from the Baltic Sea in 1770, crossed the Strait of Gibraltar and severely defeated the Ottoman Navy, consisting of 26 vessels. The Russian enlightenment undoubtedly illuminated their way to this raid; and the Russians had an important historical achievement. Upon this heavy defeat, the Ottoman Empire started an education reform. Sultan Mustafa III attempted to establish a better equipped navy with a modern education system; and a Hungarian noble Baron de Tott was commissioned for improvement works in the navy.

In 1773, Cezayirli Gazi Hasan Pasha (Hasan Pasha of Algiers) and Baron de Tott founded the "Mekteb-i Riyaziye", which was a course-like program and can be called the "Mathematics School" in today's sense, with the decree of the Sultan, followed by foundation of the "Tersane Hendesehanesi" (Shipyard Engineering) in 1776, which is now referred to as the Naval Engineering Center and which would, in a way, form the basis of the Naval Academy Command. In the following years, the "Naval Academy" would arise from the military extension of the "Tersane Hendesehane" while the first "Naval Engineering School" of the Ottoman Empire, "Istanbul Technical University" (İTÜ) would emerge from its civil extension. İTÜ, founded in 1773, is shown as one of the earliest technical universities in the world.

1773 yılında kurulan İTÜ dünyanın en eski teknik üniversitelerinden biri olarak gösterilmektedir. Şüphesiz ki tarihin tekerrür etmesine karşı en iyi yaklaşım olayları hatırlamak ve doğru teşhis ederek gerekli önlemleri almaktır. Osmanlı Devleti akıllı süreç içinde olayları doğru teşhis ederek gerekli önlemleri almış fakat çözülmenin durdurulması açısından geç kalınmıştır. Bu acı olay dünyanın ilk teknik üniversitelerinden bir tanesini ülkemize kazandırarak birçok önemli ismin yetişmesine katkı sağlamıştır. Gazi Mustafa Kemal Atatürk'ün de belirttiği gibi en önemli husus eğitime önem vermektir. Savaş gemisi tedarikinden evvel onları muvaffakiyetle sevk ve idareye muktedir kumandanlara, zabıtlere, mütehassıslara ihtiyaç olduğunun altını çizmiş, hedefini öncelikle bilimin ışığında eğitim olarak belirlemiştir.

Oğuz Aydemir'e ait özel koleksiyondan oluşan sergi bilimin önemini, aydınlanmanın ışığında yürüyen toplumların farkını çok daha net şekilde ortaya koymuştur.

Undoubtedly, the best approach to avoid history repeating itself is to remember the events and to take necessary precautions with accurate diagnoses. The intellect of the Ottoman State has taken the necessary precautions by correctly diagnosing the events in the process, but it was too late to prevent the collapse. This painful event has contributed to the training of many important names by bringing one of the world's first technical universities to our country. As Gazi Mustafa Kemal Atatürk stated, the most important issue is to focus on education. He underlined the need for commanders, officers, and specialists with the ability to successfully administer, control and conduct battleships before its procurement, and set his goal primarily as education in the light of science.

The exhibition consisting of a private collection belonging to Oğuz Aydemir has revealed the importance of science and the difference of societies that walk in the light of enlightenment.



Rus Amiral Kont Aleksi Orlov için II. Katerina tarafından bastırılan özel madalyon.
A medal specially minted for the Russian Admiral Count Orlov, awarded by Catherine II .



Çeşme Deniz Savaşı'nın 250. yıl dönümü dolayısıyla Rus Deniz Konseyi tarafından Oğuz Aydemir'e verilen madalya.
A medal awarded to Oğuz Aydemir by the Russian Maritime Council for the 250th Anniversary of the Naval Battle of Çeşme.



Sayın Lucien Arkas sergiyi ziyaret ettikten sonra görüşlerini sergi defterine yazıyor.
Mr Lucien Arkas signing the visitors' logbook following his visit to the exhibition.

TINA DENİZCİLİK ARKEOLOJİSİ DERGİSİ

YAZIM KURALLARI VE YAYIN İLKELERİ

AMAÇ VE KAPSAM

TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi, “Denizcilik Arkeolojisi” alanında başta Anadolu kıyıları ve Akdeniz olmak üzere dünyanın çeşitli coğrafyalarında bilimsel çalışmalar sonucunda ulaşılan özgün malzeme üzerine hazırlanmış ya da konusunda özgün fikirler üretmeyi amaçlayan çalışmaları yayınlamayı hedefler. Derginin yayın politikasına uygun olarak, gönderilen çalışmalar editörler ve bilimsel hakem kurulunun kararına göre yayın programı içine alınacaktır. Dergi içinde makale, not, haber ve kitap başlıkları altında özgün makalelere, denizcilik arkeolojisi alanında yapılan kazı ve yüzey araştırmalarına, epigrafi alanında hazırlanan çalışmalara, kitap tanıtımlarına, bilimsel tartışma ve eleştiri yazılarına yer verilecektir. Yayınların Batı Avrupa dillerinden birinde (İngilizce, Almanca, Fransızca) kaleme alınmış olması gerekmektedir. Bu nedenle Türkçe’nin yanı sıra bu dillerde hazırlanmış olan makaleler de kabul edilecektir. Ancak dergi içindeki tüm bölümler iki dilde Türkçe ve İngilizce olarak yayınlanacaktır.

SÜRE

TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi, Haziran ve Aralık aylarında yılda iki kez yayımlanır. Yayımlanması istenen makalelerin basım tarihinden en geç iki ay önce gönderilmiş olması gerekmektedir. Yazıların editör Mehmet Bezdan’a gönderilmesi gerekmektedir. **E-posta:** mehmetbezdan@gmail.com

TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi’ne (bundan böyle “TINA” olarak anılacaktır) gönderilecek makaleler için aşağıdaki kurallar geçerlidir.

TINA’ya makale gönderen her yazar aşağıdaki koşulları kabul etmiş sayılır.

ÖZET VE ANAHTAR KELİMELELER

Türkçe ve Yabancı dilde yazılmış birer özet ve her iki dilde altı adet anahtar kelime çalışmaya eklenmelidir.

YAZIM KURALLARI

Makaleler, Word dosyasında yazılmış olmalıdır.

Metin ve figürler 11 punto; özet, dipnot, katalog ve bibliyografya 9 punto olmak üzere Times New Roman harf karakteri kullanılmalıdır.

Dipnotlar her sayfanın altına verilmeli ve makalenin başından sonuna kadar sayısal süreklilik izlenmelidir.

Metin içinde bulunan ara başlıklarda küçük harf kullanılmalı ve koyu (bold) yazılmalıdır.

Noktalama işaretlerinde dikkat edilecek hususlar;

Metin içinde yer alan ‘fig.’ ibareleri, parantez içinde verilmeli; fig. ibaresinin noktasından sonra bir boşluk bırakılmalı (fig.1); ikiden fazla ardışık figür belirtiliyorsa iki rakam arasına boşluksuz tire konulmalı (fig. 3-5). Ardışık değilse, sayılar arasına nokta ve bir tab boşluk bırakılmalıdır. (5, 8, 14).

Bibliyografya ve kısaltmalar kısmında bir yazar, iki soyadı taşıyorsa soyadları arasında boşluk bırakmaksızın kısa tire kullanılmalıdır. (ÖZSOY-SADIK); bir makale birden fazla yazarlı ise her yazardan sonra bir boşluk, ardından uzun tire yine boşluktan sonra diğer yazarın soyadı gelmelidir. (ALTAN – ERCAN).

“Bibliyografya ve Kısaltmalar” bölümü makalenin sonunda yer almalı, dipnotlarda kullanılan kısaltmalar, burada açıklanmalıdır. Dipnotlarda kullanılan kaynaklar birden çok kullanılacaksa ilk kullanımda uzun, takip eden kullanımlarda kısaltma olarak verilmeli, kısaltmalarda yazar soyadı, yayın tarihi, sayfa (ve varsa levha ya da resim) sıralamasına sadık kalınmalıdır. Bibliyografya sıralaması soyadları kullanılarak alfabetik olarak yazılmalı. Ölü dillerden gelen kelimelerin italik olarak verilmesi gerekmektedir.

BİBLİYOGRAFYA (KİTAPLAR İÇİN):

Grenn, J., A Technical Handbokk, London 2004.

BİBLİYOGRAFYA (MAKALELER İÇİN):

Bass, G., Van Dorninck, F. H., ”A Fourth-Century Shipwreck at Yassı Ada“, AJA, Vol. 75, No. 1, January 1971, 27-37.

DİPNOT (KİTAPLAR İÇİN):

GREEN 2004, 19.

DİPNOT (MAKALELER İÇİN):

BASS – VAN DORRICK 1971, 32, Pl. 2, Fig. 8.

Tüm resim, çizim ve haritalar için sadece “fig.” kısaltılması kullanılmalı ve figürlerin numaralandırılmasında süreklilik olmalıdır. (Levha, Resim, Çizim, Şekil, Harita ya da başka ifade veya kısaltma kesinlikle kullanılmamalıdır).

Figürlerde çözünürlük en az 300 dpi; format ise RAW, TIF veya JPEG olmalıdır.

TINA’nın tablet ve sair formattaki versiyonları için fotoğraf değerleri 1024x768, video formatı ise mp4 olmalıdır. Bu değerleri sağlamayan fotoğraf ve videolar TINA tarafından yukarıda belirtilen formatlara dönüştürülecektir. Yazar/yazarlar bunu kabul etmiş sayılır.

Makale metninin sonunda figürler listesi yer almalıdır.

Metin yukarıda belirtilen formatlara uygun olmak kaydıyla özel sayılar hariç 15 sayfayı geçmemelidir.

YAYIN ETİĞİ:

TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi’nde yayınlanan makalelerde ulusal ve uluslararası geçerli etik kurallarına uyulmalıdır. Bir başka kaynaktan alıntı yapılan figürlerin sorumluluğu yazara aittir. Bu nedenle kaynak belirtilmelidir.

YAYIN İLKELERİ

TINA, “Türkiye Sualtı Arkeolojisi Vakfı” tarafından (bundan böyle “Vakıf” olarak anılacaktır) yayınlanmakta olup, tüm yasal hakları Vakfa aittir.

TINA, başta Anadolu kıyıları ve Akdeniz olmak üzere dünyanın her köşesinde gerçekleştirilen denizcilik arkeolojisi alanında çalışmalara yer vermektedir.

TINA, Haziran ve Aralık aylarında olmak üzere yılda iki kez yayımlanır; Dergi yönetimi dilerse özel sayı çıkarabilir.

Yayınlanması istenen makalelerin en geç basım tarihinden üç ay önce gönderilmiş olması gerekmektedir. Makale ve figürler ayrı dosyalar halinde elektronik posta veya CD’ye yüklenerek kargo ile gönderilmelidir. Ayrıca makalenin basılı bir örneği de dosyada olmalıdır.

Yazardan düzeltme istenmesi durumunda, düzeltinin en geç 15 (on beş) gün içinde yapılarak, Dergi’ye iletilmesi gerekmektedir.

Makaleler Türkçe veya İngilizce yazılabilir.

Dergiye gönderilen ve yayınlanmayan makaleler, yazara iade edilmez.

Yazar, Vakfa ulaştığı tarihten itibaren iki sayı içinde yayınlanmayan çalışmaları başka dergi ve sair mecrada yayımlayabilir.

TINA’ya gönderilen makalelerin tüm yasal sorumluluğu yazara aittir.

MUVAFAKATNAME

Yazar, TINA’da yayınlanmak üzere makalesini Vakfa göndermekle, Vakıf lehine;

Vakfa gönderdiği makalenin özgün olduğunu; daha evvel başka bir yerde yayınlanmadığını; makalenin üçüncü şahısların başta fikri haklar olmak üzere herhangi bir hakkını ihlal etmediğini; keza makale içinde kullanılan görsellerin üçüncü şahısların haklarını ihlal etmediğini; makaleyi TINA’da yayınlanmak üzere Vakfa göndermekle yazının TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi içinde, basılı olarak ve/veya dijital herhangi bir ortamda (internet, mobil vb.) ortamda herhangi bir süre kısıtlaması bulunmadan yayınlanmasına, çoğaltılmasına, yayılmasına, saklanmasına, umuma iletilmesine izin verdiğini, ücretli ve/veya ücretsiz olarak üçüncü şahıslara kullandırılmasına muvafakatı olduğunu; Vakfa verdiği işbu haklar sebebiyle Vakıf’tan ve/veya bu hakları kullananlardan herhangi bir ücret ve/veya bedel talep etmeyeceğini; makalenin Türkçe ve/veya İngilizce’ye çevirebileceğini; Vakıf’ın makaleyi özel sayı ve sair şekillerde çıkaracağı sayı ve/veya yayınlar içinde kullanabileceğini; kabul, beyan ve taahhüt eder.

TINA’ya makale gönderen yazarlar, yukarıda yer alan “Yazım Kuralları”, “Yayın İlkeleri” ve “Muvafakatname” içinde yer alan düzenleme ve hükümleri kabul etmiş sayılırlar.

Herhangi bir sorunuz durumunda; mehmetbezdan@gmail.com adresine e-posta gönderebilirsiniz.

TINA MARITIME ARCHAEOLOGY PERIODICAL***MANUSCRIPT SUBMISSION REQUIREMENTS AND PUBLICATION GUIDELINES*****OBJECTIVE AND SCOPE**

The TINA Maritime Archaeology Periodical aims to publish articles on original material obtained as a result of scientific studies, or original ideas in the field of Maritime Archaeology in various geographies of the world, mainly on the Anatolian shores and the Mediterranean Sea. Based on the publication policy of our periodical, the submitted articles will be included in the publication program according to the decision of the editors and the scientific referee board. The periodical shall contain original works of various articles, notes, news, and books, surveys and excavations performed in the field of maritime archaeology, epigraphic works, book presentations, scientific arguments and critics. The submissions should be written in a western European language (English, German, French). That means articles written in these languages, in addition to Turkish, are also acceptable. The periodical will be published in two languages, i.e., Turkish and English.

TIME

The TINA Maritime Archaeology Periodical is published biannually in June and December. The submissions should be sent at least two months before the publication date. All written material should be sent to the attention of Mehmet Bezdán, Editor in Chief. **E-mail address:** mehmetbezdán@gmail.com

Below please find the requirements for manuscripts that will be submitted to TINA Maritime Archaeology Periodical (to be referred to as TINA from now on) for publishing.

Any author submitting a manuscript will be considered to have agreed to the following terms and conditions

ABSTRACT AND KEYWORDS

An abstract and six keywords written both in Turkish and in source language should accompany the original work.

MANUSCRIPT FORMAT

All manuscript texts should be written in Word format.

The font size is 11 points for texts and figures; and 9 points for abstracts, footnotes, catalog and bibliography, and the font type is Times New Roman.

Footnotes should be numbered in the order in which they appear in the text, and be placed at the bottom of each page, with numerical continuity followed throughout the paper.

Subtitles within the text should be in lower case letters, in bold characters.

Use of punctuation marks:

Any figures referred to within the text should be cited within parentheses as (fig. 1); a space should be placed between “fig.” and the number to follow; if more than one consecutive figure is referred to, then a dash should be placed between the two numbers without a space (e.g., fig. 3-5). If the figures are not consecutive, then a comma and a space should be placed after each number except the last one (e.g., fig. 5, 8, 14).

In the bibliography and abbreviations section, if the author has two last names, a dash should be placed between the two names without a space (e.g., ÖZSOY-SADIK); if an article has multiple authors, a space, a dash, then a space again should be placed after each name, and then the other surname should follow (e.g., ALTAN – ER-CAN).

“Bibliography and Abbreviations” section should be placed at the end of the manuscript, and the abbreviations used in footnotes should be explained here. A full citation should be provided the first time a reference is made to a source, and then an abbreviated form should be used when the same source is cited again, maintaining the order of author’s name, date of publication, and page (and plate or picture if applicable). Bibliography should be listed fully in alphabetical order by the surname. Words originating from extinct languages should be written in italic form.

Bibliography (for books):

Green, J., *A Technical Handbook*, London 2004.

Bibliography (for manuscripts):

Bass, G., Van Doorninck, F. H., “A Fourth-Century Shipwreck at Yassı Ada”, *AJA*, Vol. 75, No. 1, January 1971, 27-37.

Footnote (for books):

GREEN 2004, 19.

Footnote (for manuscripts):

BASS – VAN DOORNICK 1971, 32, Pl. 2, Fig. 8.

Any images, drawings, and maps should be presented as figures, and numbered in the order in which they appear in the text (descriptions such as Plate, Picture, Drawing, Diagram, Map, etc. and their abbreviations should never be used).

Figures should have at least 300 dpi of resolution, provided in RAW, TIF or JPEG format.

For tablet and other versions of the TINA magazine, photographs should be provided in 1024x768 format, and videos in mp4 format. Any photograph and video material that do not meet above mentioned criteria will be converted into the required format by TINA. The author(s) shall be deemed to have accepted it.

Manuscripts should be accompanied by a list of figures following the main text.

The text should not exceed 15 pages, except for special issues, provided that they are submitted according to the above mentioned formats.

PUBLICATION ETHICS STATEMENT:

All articles published in the TINA Maritime Archaeology Periodical shall abide by and respect the national and international ethical rules. The responsibility of the figures from another source belongs to the writer. Therefore, the sources should be specified.

PUBLICATION GUIDELINES

TINA MARITIME ARCHAEOLOGY PERIODICAL is published by TINA, “The Turkish Foundation for Underwater Archaeology” (to be referred to as “The Foundation” from now on), and all its legal rights belong to the Foundation.

TINA MARITIME ARCHAEOLOGY PERIODICAL covers research on maritime archaeology from across the world, mainly on the Anatolian and Mediterranean coasts.

TINA MARITIME ARCHAEOLOGY PERIODICAL is published biannually, in June and in December; TINA’s management may publish special issues if they choose to do so.

Manuscripts should be sent at least three months before the publication date. The manuscript text and figures should be uploaded in separate folders, and sent by e-mail or written to a CD and sent by a courier service. A printed version of the manuscript should also accompany the submission. If any revision is requested from the author, such revisions should be completed and resubmitted to TINA within maximum 15 (fifteen) days.

Manuscripts may be in Turkish or English.

Any manuscript submitted to TINA MARITIME ARCHAEOLOGY PERIODICAL, but not published will not be returned to the author.

The author may have his/her manuscript published in another publication if it is not published in two subsequent issues from the date of receipt of the manuscript by the Foundation.

All legal responsibilities of the manuscripts submitted to TINA MARITIME ARCHAEOLOGY PERIODICAL belong to the author.

LETTER OF CONSENT

By submitting his/her manuscript to the Foundation, the author hereby

agrees, declares and undertakes that the manuscript submitted to the Foundation is genuine, and it has not been published in another publication; it does not violate the rights, mainly immaterial rights of third parties; also the images used in the manuscript do not violate the rights of third parties; the manuscript can be published, reproduced, distributed, archived, and made public through TINA Maritime Archaeology Periodical, either by printing and/or through digital media (internet, mobile etc.) without any limitation in time, used by third parties with or without payment; he/she shall not claim any fees and/or charges from the Foundation or any beneficiary of these rights; the manuscript may be translated to or from Turkish or English; and the Foundation may publish the article in special issues or otherwise, may use it in issues and/or other publications.

Authors who submit articles to TINA MARITIME ARCHAEOLOGY PERIODICAL are deemed to have accepted the terms and conditions mentioned above under sections “Manuscript Format”, “Publication Guidelines” and “Letter of Consent”.

If you have any questions, please send an e-mail to mehmetbezdan@gmail.com.



TINA

Denizcilik Arkeolojisi Dergisi
Maritime Archaeology Periodical