

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SUALTI KÜLTÜR KALINTILARINI KORUMA ANA BİLİM
DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARKEOLOJİK BATIKLARIN SERGİLENMESİNDE
KULLANILAN TAŞIYICI KONSTRÜKSİYONLARIN
ARAŞTIRILMASI

OSMAN HAKTAN UYGUN

2501180855

TEZ DANIŞMANI

Dr.Öğr. Üyesi EVREN TÜRKMENÖĞLU

İSTANBUL 2022

ÖZ

ARKEOLOJİK BATIKLARIN SERGİLENMESİNDE KULLANILAN TAŞIYICI KONSTRÜKSİYONLARIN ARAŞTIRILMASI

Osman Haktan UYGUN

Bu çalışma, arkeolojik batıkların konservasyon sonrasında müzelerde sergilenmeleri için tasarlanan taşıyıcı konstrüksiyonların incelenmesini konu almaktadır. Çalışma kapsamında dünyanın çeşitli müzelerinde sergilenen arkeolojik batıklardan seçilen örneklerle taşıyıcı konstrüksiyonların gelişimi, yapısal özellikleri, tasarım ve kurulum süreçleri, malzeme seçimi, tasarımlarında dikkat edilmesi gereken kriterler, batıkların konservasyon ve rekonstrüksiyon çalışmalarının taşıyıcılara olan etkileri aktarılmıştır. Farklı tipteki taşıyıcı konstrüksiyonların özellikleri tasarım ilke ve ideal kriterleri bağlamında değerlendirilerek karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Arkeolojik Batık, Suya Doymuş Ahşap, Konservasyon, Rekonstrüksiyon, Sergileme, Taşıyıcı Konstrüksiyon.

ABSTRACT

RESEARCH OF SUPPORT STRUCTURES USED IN THE EXHIBITION OF ARCHAEOLOGICAL SHIPWRECKS

Osman Haktan UYGUN

This study focuses on research and examination of the support structures designed for the exhibition of archaeological shipwrecks in museums after conservation procedures. Within the scope of the study, the development of the support structures, their design and installation processes, material selection, the criteria to be considered in their designs, the effects of the conservation and reconstruction studies of the shipwrecks on support structures are presented through selected archaeological shipwrecks in various museums around the world. The properties of different types of support structures are evaluated and compared within the context of design principles and ideal criteria.

Keywords: Archaeological shipwreck, Waterlogged Wood, Conservation, Reconstruction, Support Structure.

ÖNSÖZ

Arkeolojik batıklarda kullanılan taşıyıcı konstrüksiyon sistemleri dünya üzerindeki müzelerde tasarım, malzeme, amaç, estetik ve maliyet açılarından değişiklik göstermektedir. Batıklar konservasyon işlemleri sonrasında sergilenmeye başlandıktan sonra, ahşaplar üzerinde lokal, genel veya kimyasal bozulmalarla karşılaşmıştır. Bozulmaların sebebi, batıkların çıkarıldığı su altındaki ortamından, uygulanan konservasyon yönteminden, taşıyıcı konstrüksiyon tasarımından veya sergileme koşullarından kaynaklanabilmektedir. Bu çalışmada dünya müzelerinden örneklerle arkeolojik batıkların taşıyıcı konstrüksiyonları değerlendirilmiştir.

Öncelikle yaptığım çalışmalar süresince, beni doğru yönlendiren, deneyimlerini ve bilgisini koşulsuzca bana aktaran kıymetli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Evren TÜRKMENOĞLU'na desteklerinden dolayı içtenlikle teşekkür ederim. Lisans ve yüksek lisans sürecim boyunca vizyonunu örnek almaya çalıştığım, bakış açısıyla ve verdiği bilgilerle ufkumu açan değerli hocam Prof. Dr. Ufuk KOCABAŞ'a teşekkürü borç bilirim. Çalıştığım konu ile tanışmamı sağlayan, beni bu konuda düşünmeye sevk eden Doç. Dr. Işıl ÖZSAİT-KOCABAŞ hocama da şükranlarımı sunarım. Arkeolojik batıkların konservasyonu konusunda bana kattığı değerli bilgiler için kıymetli hocalarım Doç. Dr. Namık KILIÇ ve Dr. Öğr. Üyesi Aslı Gökçe KILIÇ'a ve çalıştığım konuyu daha iyi anlayabilmem için batıkların dijital olarak belgelenmesi çalışmalarını bana öğreten sevgili hocam Dr. Taner GÜLER'e teşekkür ederim.

Yüksek lisans sürecinde gitme fırsatı bulduğum Newport Orta Çağ Batığı laboratuvarında görev yapmakta olan Toby JONES ve Nigel NAYLING'e arşivlerini bana açtıkları için teşekkür ederim.

Yoğun geçen tez dönemimde beni anlayışla karşılayan, ellerinden gelen kolaylığı sağlayan, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum Hasan BİNAY ve Gizem DEMİRCİ başta olmak üzere tüm Arkeo Teknik Mimarlık şirketi çalışanlarına teşekkür ederim.

Son olarak, zorlandığımda her zaman desteğini hissettiğim, bana motivasyon veren sevgili Ecem ŞENGİZER'e, çalışmam için elinden gelen fedakarlığı yapan hem

kardeşim hem ev arkadaşım Eslem Nur UYGUN'a, maddi manevi fedakarlıklarda bulunarak kendimi geliştirmem için bana her zaman ellerinden gelen desteği veren sevgili annem Fatma UYGUN'a ve sevgili babam Cemil Cengiz UYGUN'a çok teşekkür ederim.

OSMAN HAKTAN UYGUN

KÜÇÜKYALI, 2022



ÖZ.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ARKEOLOJİK BATIKLARIN ÖZELLİKLERİ

1.1. Ahşap Anatomisi ve Batık Ahşaplarının Özellikleri	3
1.2. Batıkların Konservasyonu.....	8
1.2.1. Sakaroz Yöntemi.....	9
1.2.2. Aseton – Reçine Yöntemi	10
1.2.3. Alkol – Eter Yöntemi	11
1.2.4. Kafuru – Alkol Yöntemi	11
1.2.5. Silikon Yağı Yöntemi	12
1.2.6. Melamin Formaldehit Yöntemi.....	13
1.2.7. Polietilen Glikol Yöntemi	14
1.3. Batıkların Rekonstrüksiyonu	15

İKİNCİ BÖLÜM

MÜZELERDE SERGİLENEN ARKEOLOJİK BATIKLAR

2.1. Türkiye Müzelerinden Örnekler	17
2.1.1. Serçe Limanı Cam Batığı.....	17
2.2. Avrupa Müzelerinden Örnekler	34
2.2.1. Vasa.....	34
2.2.2. Bremen Cog	48
2.2.3. Mary Rose	56

2.2.4. Skuldelev Batıkları.....	65
2.2.5. Roskilde Batıkları	69
2.2.6. Tune Gemisi	75
2.2.7. Oseberg Gemisi	78
2.2.8. Gokstad Gemisi	80
2.2.9. Arles Rhône Batığı.....	85
2.2.10. Mainz Batıkları.....	93
2.2.11. Marsala Batığı	97
2.3. Amerika Müzelerinden Örnekler	101
2.3.1. La Belle Batığı	101
2.4. Asya Müzelerinden Örnekler	112
2.4.1. Ma'agan Mikhael Batığı	112
2.4.2. Girne Batığı	119
2.5. Avustralya Müzelerinden Örnekler	126
2.5.1. Batavia Batığı.....	126
2.6. Afrika Müzelerinden Örnekler.....	131
2.6.1. Khufu Gemisi	131

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TAŞIYICI KONSTRÜKSİYONLARIN TASARIMI

3.1. Malzeme Seçimi	138
3.1.1. Çelik	138
3.1.2. Polystyrol Köpük	139
3.1.3. FRP (Güçlendirilmiş Lifli Polimerler)	140
3.2. Esneklik	141
3.3. Ahşabın Korunması	142
3.4. Sıkıştırma	142

3.5. Dönüşüm.....	143
3.6. Ulaşılabilirlik	143
3.7. Korozyon Direnci	143
3.8. Kurulum	144
3.9. Estetik	144
3.10. Dayanıklılık	144
3.11. Taşıyıcı Konstrüksiyon Tasarımında Statik Hesaplamalar.....	145
DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	146
KAYNAKÇA	152

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 1: Ahşabın yüzeyleri ve özellikleri; Enine kesit, radyal kesit ve teğet kesit. .	4
Şekil 1. 2: Mikroskop altında traheidlerin ve ışın hücrelerinin dizilimi.....	4
Şekil 1. 3: Ahşabın yapısı.	5
Şekil 1. 4: Traheidin hücre duvarının illüstrasyonu.	6
Şekil 2. 1: Serçe Limanı Batığı'nın kazısı.....	17
Şekil 2. 2: Gemi elemanlarının 1:1 çizim çalışmaları.....	18
Şekil 2. 3: Rekonstrüksiyon için oluşturulan kalıp ve forma modeli.	20
Şekil 2. 4: 500 parçadan imal edilmiş fiziki model.	21
Şekil 2. 5: Kompozit malzemelerle yapılan yeniden kurulum çalışmaları.....	22
Şekil 2. 6: Batık planı	24
Şekil 2. 7: Batık planı	24
Şekil 2. 8: Geçici destekler yardımıyla gerçekleştirilen yeniden kurulum aşaması ..	27
Şekil 2. 9: Batığın sergi düzeni.....	32
Şekil 2. 10: Serçe Limanı Cam Batığının Yenilenmiş Sergi Salonu.	33
Şekil 2. 11: Vasa Batığı	34
Şekil 2. 12: Batık gövdesinin yüzer şamandıra vasıtasıyla ponton üstüne taşınması.	35
Şekil 2. 13: Batığın ponton üstüne yerleştirilmesi.	36
Şekil 2. 14: Ahşabın öz odun (<i>heartwood</i>) ve diri odun (<i>sapwood</i>) kısımları.....	37
Şekil 2. 15: Sprey yöntemiyle PEG uygulaması.....	38
Şekil 2. 16: Sprey sistemi kurulamayan alanlarda manuel olarak PEG spreyleme işlemi.....	39
Şekil 2. 17: Dayanıklılık testlerinin gerçekleştirilebilmesi için oluşturulan tam ölçekli replika.....	40
Şekil 2. 18: Kuvvet-moment dengesine dayanarak yapılan testlerin illüstrasyonu. A) Bükme-sıkıştırma testi, B) dönme testi, C) düzlem içi çekme testleri.....	41
Şekil 2. 19: Selescos p-1-25 cihazı ile yer değiştirme ölçümü.	41
Şekil 2. 20: FE testi için oluşturulan dijital model.	42
Şekil 2. 21: Batık pontona ilk yerleştirildiğinde yapılan destekleyici payandalar. ...	44

Şekil 2. 22: Batık pontona ilk yerleştirildiğinde yapılan destekleyici payandalar. ...	44
Şekil 2. 23: Gövde hareketlerinin izlenmesi.....	45
Şekil 2. 24: Payanda ve batık gövdesi arasında artırılan takozlar.	46
Şekil 2. 25: Omurganın alt kısmında artırılan ayarlanabilir destekler.....	46
Şekil 2. 26: Farklı bileşenlerin bir araya getirilmesiyle üretilen yeni tip cıvataların illüstrasyonu.	47
Şekil 2. 27: Bremen Cog Batığı.....	49
Şekil 2. 28: Batığın ilk taşıyıcı sistemiyle sergilenişi.....	50
Şekil 2. 29: Batığın ağırlık kaynaklı deformasyona uğramış hali.	51
Şekil 2. 30: Batığın ağırlık kaynaklı deformasyona uğramış hali.	52
Şekil 2. 31: Batığın ağırlık kaynaklı deformasyona uğramış hali.	52
Şekil 2. 32: Batığın stabil hale getirilebilmesi için hazırlanan dış destekler.	54
Şekil 2. 33: Oluşturulan eğri replikası.	55
Şekil 2. 34: Bremen Cog Batığının günümüzdeki sergilenişi.	56
Şekil 2. 35: Batık gövdesinin kaldırılması operasyonunda ilk aşamanın illüstrasyonu.	57
Şekil 2. 36: Batık gövdesinin kaldırılması operasyonunda ikinci aşamanın illüstrasyonu.	58
Şekil 2. 37: Batık gövdesinin kaldırılması operasyonunda üçüncü aşamanın illüstrasyonu.	58
Şekil 2. 38: Gövdenin kaldırılması işleminde kaldırma halatlarının gövde üzerinde bağlandığı noktalar.....	59
Şekil 2. 39: Su altında orijinal ahşaplar üzerine delinen deliklerin illüstrasyonu.	60
Şekil 2. 40: Su altında gövde üzerine yerleştirilen cıvataların kilitlenme işleminin illüstrasyonu.	60
Şekil 2. 41: Su altında gövde üzerine yerleştirilen cıvataların kilitlenme işleminin illüstrasyonu.	61
Şekil 2. 42: Ahşaplar üzerindeki cıvatalara bağlanan halatların uygun pozisyona getirilmesi işleminin illüstrasyonu.	61
Şekil 2. 43: Mary Rose Batığı'nın güncel sergi hali	64
Şekil 2. 44: Mary Rose Batığı'nın güncel sergi hali	64
Şekil 2. 45: Skuldelev batıklarının yarı kuru ortamda yapılan kazısı.....	65

Şekil 2. 46: Laboratuvar ortamında yapılan 1:1 ölçekli çizim işlemi.....	66
Şekil 2. 47: Isıtma fonksiyonlu PEG tankında daldırma işlemi.	67
Şekil 2. 48: Rekonstrüksiyon detayları baz alınarak hazırlanmış taşıyıcı konstrüksiyon üzerinde yapılan yeniden kurulum işlemi.	68
Şekil 2. 49: Roskilde Viking Gemileri Müzesi'nde Skuldelev Batıkları'nın sergilenmesi.....	69
Şekil 2. 50: Roskilde 6 Batığı'nın omurgasının araziden kaldırılması.....	70
Şekil 2. 51: Batık ahşaplarının Faro Arm cihazı ile 3 boyutlu belgelenmesi.	71
Şekil 2. 52: Roskilde 6 Batığı'nın omurgasının dondurarak kurutma cihazına yerleştirilmesi.....	72
Şekil 2. 53: Roskilde 6 Batığı ahşaplarının taşıyıcı konstrüksiyon içerisine yerleştirilmesi.....	73
Şekil 2. 54: Roskilde 6 Batığı ahşaplarının taşıyıcı konstrüksiyon içerisine yerleştirilmesi.....	73
Şekil 2. 55: Roskilde 6 Batığı'nın modüler olarak tasarlanan taşıyıcı konstrüksiyonu.	74
Şekil 2. 56: Roskilde 6 Batığı'nın modüler olarak tasarlanan taşıyıcı konstrüksiyonun detayı.....	74
Şekil 2. 57: Tune Batığı'nın planı.	75
Şekil 2. 58: Tune Gemisi'nin ahşap konstrüksiyon üstünde Oslo Üniversitesi'ne getirilişi.	76
Şekil 2. 59: Tune Gemisinin lazer tarama çalışmasından sonra elde edilen nokta bulutu.	77
Şekil 2. 60: Tune Gemisinin Oslo Viking Gemi Müzesi'nde sergilenişi.	77
Şekil 2. 61: Oseberg Gemisinin höyük içerisinde bulunuşu.....	78
Şekil 2. 62: Höyük içerisindeki basıncın etkisiyle ahşapların deforme olması.	79
Şekil 2. 63: Oseberg Gemisi'nin sergi hali.....	80
Şekil 2. 64: Gokstad gemisinin kazısı.....	81
Şekil 2. 65: Geminin ahşap taşıyıcı konstrüksiyon üzerinde ilk sergilenmesi.	82
Şekil 2. 66: Geminin ahşap taşıyıcı konstrüksiyon üzerinde ilk sergilenmesi.	82
Şekil 2. 67: Gokstad gemisinin replikası.	83
Şekil 2. 68: Gokstad güncel sergi düzeni.	84

Şekil 2. 69: Gokstad güncel sergi düzeni.	85
Şekil 2. 70: Batığın üçer metrelik aralıklarla bölünerek kaldırılması.....	86
Şekil 2. 71: Gövde üzerinde gerçekleştirilen makro belgeleme çalışması.	87
Şekil 2. 72: 3 boyutlu belgeleme çalışmaları baz alınarak oluşturulan gövde modeli.	87
Şekil 2. 73: Gövde ahşaplarının dondurarak kurutma aşaması.	88
Şekil 2. 74: Batığın yan kaplamalarının vinç yardımıyla özgün açlarına getirilme işlemi.....	89
Şekil 2. 75: Gövdenin eksik kısımlarının tümlenme işlemi.....	90
Şekil 2. 76: Gövde ahşaplarının taşıyıcı konstrüksiyon üzerinde yeniden montaj çalışmaları.	91
Şekil 2. 77: Gövde ahşaplarının taşıyıcı konstrüksiyon üzerinde yeniden montaj çalışmaları.	91
Şekil 2. 78: Direğin gövde üzerine yerleştirilerek taşıyıcı konstrüksiyona sabitlemesi.....	92
Şekil 2. 79: Arl Rhone Batığı'nın Sergilenmesi.....	93
Şekil 2. 80: Mainz Batıklarının kazısından bir görüntü.....	93
Şekil 2. 81: Export malzemesinden üretilmiş taşıyıcı üstünde <i>in-situ</i> halde sergilenen batık.	94
Şekil 2. 82: Export malzemesinden üretilmiş taşıyıcı üstünde <i>in-situ</i> halde sergilenen batık.	95
Şekil 2. 83: Export malzemesinden üretilmiş taşıyıcı üstünde minimum rekonstrüksiyon halinde sergilenen batık.....	95
Şekil 2. 84: Export malzemesinden üretilmiş taşıyıcı üstünde minimum rekonstrüksiyon halinde sergilenen batık.....	96
Şekil 2. 85: Mainz Antik Denizcilik Müzesi'nde sergilenen batıkların genel görünüşü.....	97
Şekil 2. 86: Batık gövdesinin planı.....	98
Şekil 2. 87: Marsala Batığının sergilenmesi.....	99
Şekil 2. 88: Marsala Batığının sergilenmesi.....	100
Şekil 2. 89: Marsala Batığının sergilenmesi.....	100
Şekil 2. 90: Batık alanına batardo yapılması.	101

Şekil 2. 91: Batardonun illüstrasyonu.....	102
Şekil 2. 92: Gövde elemanlarının demonte edilerek vinç yardımıyla taşınması.	103
Şekil 2. 93: Batık gövdesinin, oluşturulan beton havuz içerisindeki taşıyıcı konstrüksiyona yerleştirilmiş hali.	105
Şekil 2. 94: Batık gövdesinin, oluşturulan beton havuz içerisindeki taşıyıcı konstrüksiyona yerleştirilmiş hali.	106
Şekil 2. 95: Jean Jouve'nin 1679 tarihli albümünden bir <i>barque longue</i> 'nin erken temsili.....	106
Şekil 2. 96: Seçilen örnek üzerinde yapılan kırılma gerinimi testi.....	108
Şekil 2. 97: Ahşapların demonte edilerek selofan plastiklerle kaplanma işlemi.	108
Şekil 2. 98: Ahşapların bağlantı elemanların illüstrasyonu.	109
Şekil 2. 99: Total Station cihazı ile ahşapların belgelenmesi.	110
Şekil 2. 100: Batığın Bullock Museum 'da sergilenmesi.	112
Şekil 2. 101: Ma'agan Mikhael batığının planı.	113
Şekil 2. 102: Batık omurgasının su altından çıkarılması.	114
Şekil 2. 103: Batık gövdesinden bir kesit.	116
Şekil 2. 104: Yeniden kurulum çalışmaları.	117
Şekil 2. 105: Yeniden kurulum çalışmaları.	117
Şekil 2. 106: Taşıyıcı konstrüksiyon detayı.....	118
Şekil 2. 107: Batığın sergilenmesi ve taşıyıcı konstrüksiyonu.	119
Şekil 2. 108: Girne Batığı'nın <i>in-situ</i> görünüşü.	120
Şekil 2. 109: Magnotre yöntemiyle yapılan su altı araştırmalarının illüstrasyonu.	120
Şekil 2. 110: Girne Batığı'nın su altında gerçekleştirilen kazısı.	121
Şekil 2. 111: Batığın eğri, kaplama ve omurgasının planı.....	122
Şekil 2. 112: Batık gövdesinin içinde bulunan elemanların planı.	123
Şekil 2. 113: Uzun süre önleyici koruma çalışmaları yapılamayan batığın tozlarından arındırılması.	124
Şekil 2. 114: Batığın yeniden monte edilmesinin ardından görünüşü.	125
Şekil 2. 115: Batık ahşaplarının su altında 5 metre uzunlukta parçalar haline getirilmesi.....	126
Şekil 2. 116: K1ç eğri için inşa edilen metal levha ve yerine yerleştirilmesi.....	128

Şekil 2. 117: Eğrilerin metal kalıplara yerleştirilmesi.	129
Şekil 2. 118: Gövdeyi taşıyan dikey metal şerit ve tapalar.....	129
Şekil 2. 119: Ahşap elemanları birleştiren saplamaların montajı	130
Şekil 2. 120: Batık gövdesinin taşıyıcı konstrüksiyon üzerinde sergilenmesi.....	130
Şekil 2. 121: Khufu gemisinin demonte halde keşfi.....	131
Şekil 2. 122: Geminin gövde planı.	132
Şekil 2. 123: Gövde ahşaplarının birleştirilebilmesi için açılmış olan kayış delikleri.	133
Şekil 2. 124: Gemi gövdesinin iç görünümü.	133
Şekil 2. 125: Rekonstrüksiyon öncesi demonte parçaların görünümü.	134
Şekil 2. 126: Gemi monte edilirken çelik kirişlere bağlanarak kaldırılan kaplama.	135
Şekil 2. 127: Gemi monte edilirken kullanılan ahşap kalıplar.....	135
Şekil 2. 128: Geminin iç görünümü ve kabinin montajı.....	136
Şekil 2. 129: Geminin iç görünümü ve kabinin montajı.....	136

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

HCl	: Hidroklorik asit
PEG	: Polietilen Glikol
PVA	: Polivinil Asetat
INA	: Institue of Nautical Archaeology
Cm	: Santimetre
Mm	: Milimetre
M	: Metre
KN	: Newtonmetre
FE	: Finite Element Model
ROV	: Remote Operating Vehicle
TBA	: Tersiyer Bütanol
M.S	: Milattan sonra
Yy	: Yüzyıl
Mdf	: Medium-Density Fiberboard
M.Ö	: Milattan Önce
V.b	: Ve bunun gibi
Ppm	: Parts Per Million
EPDM	: Etilen Propilen Dien Monomer Kauçuk
UV	: Ultraviyole
FRP	: Fibre Reinforced Polymers
Ed	: Editör

GİRİŞ

Arkeolojik batık ya da gemi buluntularının açığa çıkarıldığı en erken sistemli kazılar 19. yüzyıl başlarında Kuzey Avrupa’da gerçekleştirilmiştir. İlk olarak kara kazılarında bulunan batık ya da gemiler 20.yüzyıl ortalarından itibaren dalış teknolojisinin gelişimiyle bilimsel su altı kazılarında da bulunmaya başlanmış, bu tarihten itibaren su altı kazıları yaygınlaşmıştır. Arkeolojik batıkların gövdelerini oluşturan ahşap gemi elemanları kazılarda genellikle suya doymuş durumda bulunmaktadır. Ahşap elemanların korunma durumları bulundukları çevre koşulları ve cins-tür özelliklerine bağlıdır. Kazı alanında belgeleme işlemleri yapılan ahşap elemanlar daha sonra gövdeden demonte edilerek ya da gövde bütün halinde kazı alanından kaldırılır. Suyu doymuş ahşap elemanların kuru ortamda depolanmaları bozulmalara yol açacağı için ıslak depolanmaları şarttır. Kuru ortamda depolanmaları ya da sergilenmeleri ancak konservasyon işlemlerinin ardından mümkündür. Çeşitli yöntemlerle konservasyonu yapılan ahşap elemanlar genellikle çeşitli tipteki taşıyıcı ya da destekleyici konstrüksiyonlar yardımıyla tekrar bir araya getirilerek, bütün halinde kaldırılan batıklar ise yine çeşitli destek elemanları yardımıyla müzelerde sergilenebilirler. Bu destek elemanları ya da konstrüksiyonların tasarımı genellikle arkeolojik gemilerin rekonstrüksiyon çalışmaları baz alınarak orijinal gövde formuna uygun olarak yapılır.

“Arkeolojik Batıkların Sergilenmesinde Kullanılan Taşıyıcı Konstrüksiyonların Araştırılması” başlıklı bu tez çalışmasının amacı dünya müzelerinde arkeolojik batıkların sergilenmesinde kullanılan taşıyıcı konstrüksiyonların incelenmesidir. İnceleme kapsamında batıkların kısa araştırma tarihçesi, konservasyon süreçleri, rekonstrüksiyon çalışmaları, taşıyıcı konstrüksiyonların kurulum süreçleri, sergileme, malzeme seçimi ve diğer tasarım özellikleri araştırılmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde arkeolojik batıklara ait ahşap elemanların anatomisi ve özellikleri, taşıyıcı konstrüksiyonların tasarımında önemli rol oynayan suya doymuş gemi ahşaplarının konservasyon yöntemleri ve arkeolojik gemilerin rekonstrüksiyon çalışmaları hakkında temel bilgiler verilmiştir.

İkinci bölümde Türkiye, Avrupa, Amerika, Asya, Afrika ve Avustralya müzelerinde sergilenen arkeolojik batıklardan seçilen örneklerle taşıyıcı konstrüksiyonların kurulum süreçleri, malzeme ve tasarım özellikleri, konservasyon süreçlerinin sergileme ve taşıyıcılara etkileri, önleyici koruma çalışmaları aktarılmıştır.

Üçüncü bölümde taşıyıcı konstrüksiyonlarda kullanılan malzeme çeşitleri, tasarım ilke ve kriterleri tartışılmıştır. Çalışma taşıyıcı konstrüksiyonların gelişimi, sunulan örnek batıklardaki uygulamaların karşılaştırılarak, uygulamaların avantaj ve dezavantajlarının değerlendirilmesiyle sonuçlanmaktadır. Bu araştırmanın aynı zamanda halen devam eden “İstanbul Üniversitesi Yenikapı Batıkları Projesi” kapsamında gelecekte Yenikapı Batıkları için tasarlanacak taşıyıcı konstrüksiyonlarla ilgili çalışmalara katkı vermesi beklenmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ARKEOLOJİK BATIKLARIN ÖZELLİKLERİ

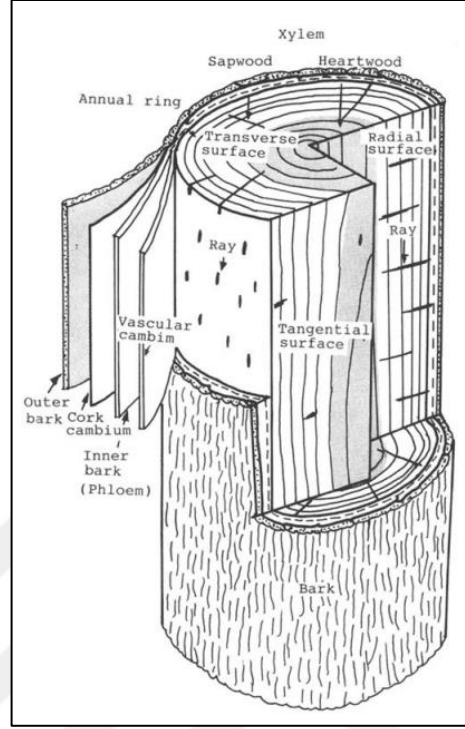
1.1. Ahşap Anatomisi ve Batık Ahşaplarının Özellikleri

Tarih öncesi çağlardan endüstri devrimine kadar gemi yapımında kullanılan başlıca malzeme ağaçtan elde edilen bir yapı malzemesi olan ahşaptır. Ağaçlar genel olarak kök, gövde ve dal kısımlarından oluşur. Ağacı oluşturan her bir yapının kendine özgü görevleri vardır. Gövde, suyu ve fotosentez ile üretilmiş maddeleri taşıyan bir organdır. Floem (iletim boruları) ve ksilemden (ağaç) oluşarak, kök ile birlikte dal kısmını destekler. Dalların yapraklarında bulunan stomata tabakası havadan emdiği karbondioksit gazıyla birlikte kökten taşınan suyu da kullanarak fotosentez yapar ve şeker üretir. Sakaroz formunda üretilen şekerler floem yoluyla gövde ve dalların meristematic dokularına taşınarak ağaç büyümesi sırasında proteinler, selüloz, hemiselüloz, lignin ve ekstraktif maddeler gibi ağaç bileşenlerine dönüştürülürler. *Ksilem* suyun ve minerallerin kökten taşınmasını sağlarken floem, fotosentez ile üretilmiş metabolik ürünleri taşır. Kök ise ağacın gövdesini toprağa sabitlemenin yanında su ve mineralleri topraktan emmekle görevlidir (Mortensen, 2009: 2, Higuchi, 1997: 1).

Ağaç gövdesindeki hücrelerin, enine kesit, teğet kesit ve radyal kesitinde oluşan dizilimleri ve şekilleri her ağacın kendi türüne özgüdür (Şekil 1.1). Bu ayırt edici özellik kullanılarak, hücrelerin mikroskop altında oluşturduğu görüntü incelenir. Elde edilen verilerle cins-tür teşhisi yapmak mümkün olmaktadır (Higuchi, 1997: 2).

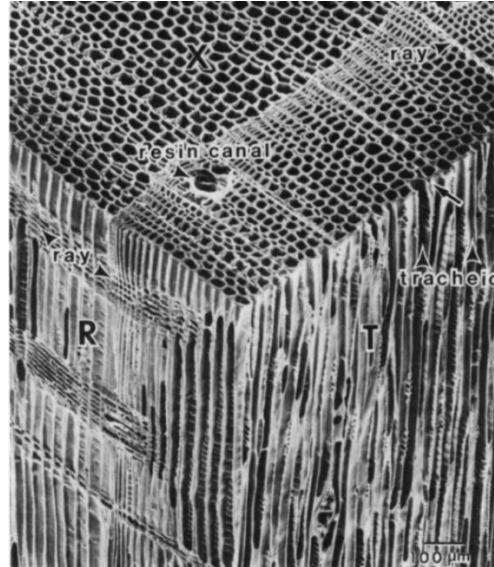
Ağaçlar genel olarak angiosperm (geniş yapraklı) ve gymnosperm (iğne yapraklı) olarak sınıflandırılır. İğne yapraklı ağaçlarda gövdede uzunlamasına sıralanan uzun lifli hücreler, traheid olarak isimlendirilir (Şekil 1.2). Orta lamel tarafından yerlerinde tutulan traheidler, birbirlerine yakın şekilde bulunarak ağacı mekanik olarak desteklemektedir. Traheidlerin bir diğer görevi ise kökten alınan suyu yapraklara ve büyüme noktalarına göndermektir (Higuchi, 1997: 8). İğne yapraklı ağaçlarda traheidlerin üstlendiği görevi geniş yapraklı ağaçlarda odun lifleri ve traheler görmektedir (Higuchi, 1997: 10).

Şekil 1. 1: Ahşabın yüzeyleri ve özellikleri; Enine kesit, radyal kesit ve teğet kesit.



Kaynak: Higuchi, 1997: 3.

Şekil 1. 2: Mikroskop altında traheidlerin ve ışın hücrelerinin dizilimi.

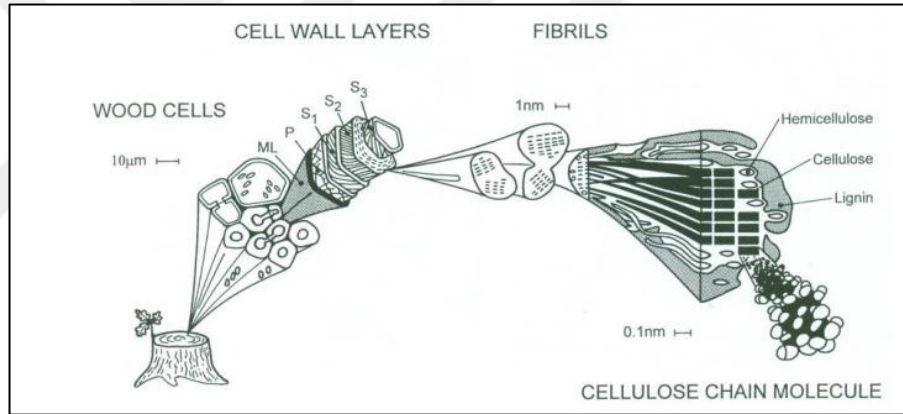


Kaynak: Harada, Coté, 1985: 8.

Ahşap kimyasal olarak büyük çoğunlukla karbonhidratlardan (selüloz, hemiselüloz) ve ligninden oluşur (fenolik maddeler). Lignin, hemiselüloz ve selüloza

kıyasla miktarca daha az olmak üzere alifatik asitler, alkoller, proteinler ve inorganik maddeler de ahşap yapısında bulunan kimyasallar arasında yer alır. Selüloz bu bileşenler arasında hücrenin kuru ağırlığının yaklaşık yarısını oluşturan yarı kristal bir polisakkarittir. Bu moleküller mikrofiber oluşturmak için birleşerek hücreye dayanıklılık sağlar. Hücre içerisinde selüloz mikrofibrilleri, hemiselüloz ve lignin ile çevrilidir (Şekil 1.3). Hemiselüloz, yani selülozik olmayan polisakkaritler, ahşabın kuru ağırlığının yaklaşık %20-30' unu oluşturur. Selüloz ve lignin arasında bir bağlanma yapısı olarak görev yaptığı düşünülen hemiselüloz, karbonhidratların bir kısmını veya tamamını bünyesinde barındırabilir (Jelic, 2011: 55-56, Mortensen, 2009: 2).

Şekil 1. 3: Ahşabın yapısı.



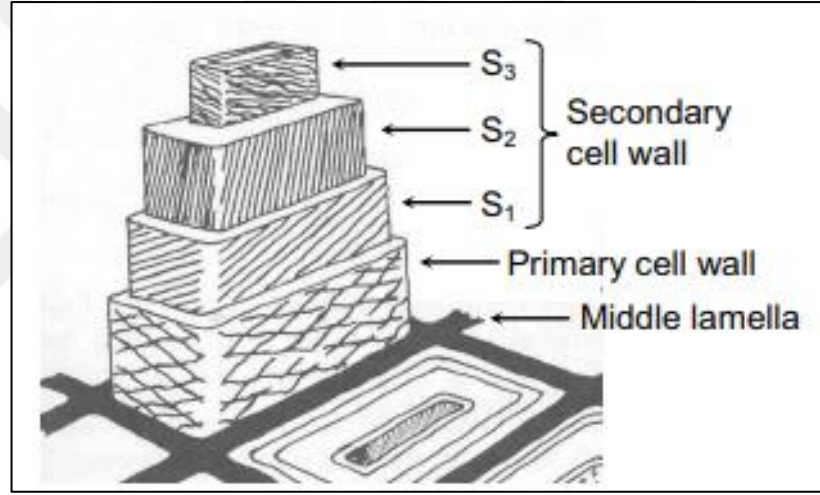
Kaynak: Jelic, 2011: 55.

Kuru ahşabın ağırlığının %20-30'unu oluşturan ve aromatik polimer olan lignin, mikrofibrilleri bir arada tutarak yapıştırıcı görevi görmektedir. Bu yapıdaki en kararlı kimyasal bileşik olan lignin aynı zamanda ahşaba gücünü veren madde olarak tanımlanmaktadır (Jelic, 2011: 56, Mortensen, 2009: 2).

Ağacın bünyesinde bulunan hücreler elektron mikroskobu altında incelendiğinde; hücreler arası katman, birincil duvar ve ikincil duvar gözlemlenir. Hücre duvarları; selüloz ve lignin-hemiselüloz matrislerle kaplı, lamine selüloz mikrofibrillerden oluşmaktadır. Birincil hücre duvarı; hücre bölünmesiyle oluşan, ardından ksilen ana hücrelerinin büyümesiyle gelişen, selüloz mikrofibrillerini gevşek bir ağ dizilimi ile bünyesinde barındıran ince bir yapıdan meydana gelmektedir. İkincil duvar; her biri

farklı selüloz mikrofibril oranına sahip bir dış katman (S1), bir orta katman (S2) ve bir iç katmandan (S3) oluşan ve birincil duvar içinde birikerek meydana gelen bir yapı olarak karşımıza çıkmaktadır. S1 tabakasında mikrofibriller; uzunlamasına, eksene geniş bir açıyla sarılmıştır. En kalın katman olan S2 tabakasında; mikrofibriller uzunlamasına, eksene neredeyse dik bir açı oluşturacak şekilde sarılmıştır. S3 tabakasında ise mikrofibriller yine uzunlamasına eksene geniş bir açıyla fakat S1 ve S2 tabakasına göre ters yönde sarılmıştır (Şekil 1.4) (Higuchi, 1997: 13-14 Mortensen, 2009: 2).

Şekil 1. 4: Traheidin hücre duvarının illüstrasyonu.



Kaynak: Mortensen, 2009: 2.

Hücre duvarındaki lignin, selüloz mikrofibrilleri kapsar. Hemiselüloz; genellikle selüloz mikrofibrilleri ve selüloz mikrofibrilleri ile kovalent bağlanan lignin arasında bulunur. Hücredeki selüloz mikrofibrilleri ve lignin içerikleri, ağaçta ihtiyaç duyulan fiziksel özellikleri yansıtır. Bir ağaçta sıkıştırma mukavemetini lignin sağlarken, gerilme mukavemetini ise selüloz mikrofibrilleri sağlamaktadır (Mortensen, 2009: 2).

İnsan gelişimi ve kültürel faaliyetler konusunda bilgi veren, çeşitli izler taşıyan ahşap nesnelerin tümü arkeolojik ahşap olarak tanımlanmaktadır. Mekanik özellikleri, işlenebilirliği ve nispeten kolay elde edilebilirliği bakımından ahşap, eski çağlardan günümüze kadar kullanıldığı dönemin karakteristik özelliklerini yansıtan, çok çeşitli amaçlarla kullanılan bir malzemedir (Jelic, 2011: 55). Fakat arkeolojik ahşapların

korunup günümüze ulaşabilmeleri için bir takım özel koşullar gerekmektedir (Fors, 2008: 4). Diğer biyolojik malzemeler gibi ahşap da atmosferik koşulların, çeşitli mikroorganizmaların (böcekler, yumuşakçalar, mantarlar ve bakteriler) ve diğer yıkıcı faktörlerin etkisi altında bozulmaya eğilimlidir (Nilsson, 2009: 219-220, Jelic, 2011: 55). Karada veya denizde varlıklarını sürdüren söz konusu zararlı unsurlar; oksijenin olmadığı, çok uç sıcaklıkların bulunduğu ve mikroorganizmaların ahşabın yakınına erişiminin engellendiği ortamlarda etkinliklerini büyük ölçüde yitirmektedirler.

Arkeolojik ahşapların günümüze ulaşmalarını sağlayan koşullardan biri de su altındaki anoksik (oksijensiz) ortamlardır. Düşük oksijen seviyesine sahip, soğuk, karanlık bir ortam; oluşabilecek birçok biyolojik bozulmanın önüne geçer. Ahşapların kum, mil veya çamurla üstlerinin örtülüp gömülmesi, sağlam bir korunma ortamı oluşumuna oldukça katkı sağlar. Bu tip ortamlardan ele geçirilen arkeolojik ahşaplar, suya doymuş ahşap olarak nitelendirilir. Çoğunlukla görsel olarak iyi durumda olan ahşaplar, neredeyse sağlam durumundan, çok fazla bozulmaya uğramış durumuna kadar sınıflandırılabilir. Genellikle ahşapların dış kısımları iç kısımlarına oranla daha çok bozulur. Bunun sebebi; dış kısımların iç kısımlara göre daha çok su emmesi ve inorganik maddelere daha fazla maruz kalmasıdır. Bu durum ahşabın dış kısımlarının daha fazla polisakkariz kaybına uğramasıyla açıklanabilir. Ahşap içeriğindeki su miktarı arttıkça selüloz oranının lignine göre azaldığı da tespit edilmiştir. Buna ek olarak bir nesne veya yapı üzerindeki ahşap elemanların tek tip bozulmaya maruz kalmadığı da bilinmektedir. Ahşaplardaki bozulma oranını; ahşap cinsleri, kullanım geçmişleri, gömülme zamanları bulundukları ortamda maruz kaldıkları heterojen çökelti gibi birçok parametre belirler (Jelic, 2011: 55-56, Fors, 2008: 4).

Tüm bu etkenlerin haricinde insan faktörü de su altı koşullarında yıllarca korunmuş eserlerin bozulmaya uğramasında oldukça etkilidir. Su altı teknolojisinin gelişmemesi ve dalgıç sayısının az olması, son dönemlere kadar kalıntıları nispeten insan müdahalesine karşı korumuştur. Gelişen teknolojiyle birlikte insan faktörü de arkeolojik ahşaplara zarar verici bir unsur haline gelmiştir. Eğer arkeolojik bir yapının su altındaki gömülme ortamına müdahale edilirse, ahşabın uzun süredir korunmuş olduğu ortam, kararsız hale geçmeye başlayarak bozulma durumunu hızlandıracaktır. Böyle bir durumda ivedilikle kurtarma operasyonunun tamamlanıp ahşapların güvenli

ortamlara taşınması gerekmektedir (Fors, 2008: 4). Suyu doymuş halde bulunan bu ahşaplar; genellikle gemi enkazlarının bir kısmının veya tamamının yapı elemanlarıdır. Ahşapların bulundukları ortamlardan çıkarıldığında bir dizi işleme tabii tutulurlar. Bu işlemler genellikle; kurtarma, konservasyon, depolama ve sergileme aşamalarından oluşmaktadır. (Jelic, 2011: 55). Suyu doymuş ahşaplar ıslakken bakıldığında sağlam gibi görünebilirler. Fakat bünyesine giren suyla ahşap; bileşenlerinin çeşitli zaman dilimlerinde çözülmesiyle birlikte, geçen zaman içerisinde mekanik olarak oldukça dayanıksız bir hale gelmektedir. Nişasta, şeker, mineral tuzları, pigmentler ve tanenler bu durumda ilk çözülecek maddeleri oluşturmaktadır. Selüloz, hidroliz sürecinde anaerobik bakterilerin de saldırısına uğrayarak uzaklaştıktan sonra ahşapta yalnızca içi su dolu bir lignin ağı kalmış olur. Ahşabın orijinal görüntüsünü koruyan ve sağlam halde görünmesini sağlayan madde, su altı koşullarında en geç çözülme özelliğine sahip olan lignindir. Görüntüsü iyi korunmuş olan suya doymuş ahşaplar aniden kurumaya bırakıldığında, suyun yüzey geriliminin de etkisiyle birlikte hücre duvarlarının yıkılmasına, orijinal şeklini kaybederek geri döndürülmesi mümkün olmayan çekme çarpılma ve büzülme maruz kalmasına sebep olunur (Jelic, 2011: 56, Fors, 2008: 5). Yalnızca ıslakken orijinal şeklini koruyan ahşaplar, yumuşak ve süngerimsi bir dokuya sahiptir. Söz konusu hasarlar ahşap boyutlarında da oldukça büyük boyutlu değişikliklere yol açmaktadır (Jelic, 2011: 56).

1.2. Batıkların Konservasyonu

Genellikle suya doymuş durumda ahşaplardan oluşan arkeolojik batıkların müzelerdede sergilenebilmeleri için ahşapların çatlama, kırılma, eğilme ve burkulma gibi fiziksel deformasyonlara uğratılmadan mümkün olduğu ölçüde sağlamlaştırılarak kurutulmaları gerekmektedir. Bu amaçla çeşitli konservasyon yöntemleri geliştirilmiştir. Bu bölümde kısaca aktarılan yöntemlerden her birinin avantajları ve dezavantajları göz önünde bulundurularak mevcut vaka için en uygun olanı seçilmektedir. Seçilen konservasyon yöntemi batıkların sergilenmesinde kullanılan taşıyıcı konstrüksiyonların tasarımı ve uygulamasına doğrudan etki etmektedir.

1.2.1. Sakaroz Yöntemi

Suya doymuş ahşabı korumak için kullanıldığı bilinen en eski yöntemlerden biri sakaroz (şeker) emdirme yöntemidir. Ahşap içerisinde bulunan su ile şekerin yer değiştirmesi yöntemin temel amacıdır. Bu yöntemin nispeten düşük maliyetli olması daha pahalı olan diğer yöntemlere karşı avantaj sağlamaktadır (Hamilton, 1999: 26).

Sakaroz ile konservasyon uygulamasına başlamadan önce ahşap tatlı su altında mekanik yöntemle temizlenir. Temizlik sonrasında çözünebilir tuzları uzaklaştırmak için tatlı su banyoları yaptırılır. Emdirme için başlangıçta ozmotik basınçtan kaçınmak için düşük konsantrasyonlu (%1-5) şeker çözeltisi hazırlanması gerekmektedir. Ahşabın bozulma durumuna bağlı olarak daha yüksek konsantrasyonla emdirmeye başlanması da mümkündür. Emdirme esnasında mikroorganizmalara karşı çeşitli biyositler kullanılması oldukça faydalıdır. Çözelti %70 konsantrasyona ulaşana kadar her aşamada %10 arttırılarak emdirme işlemine devam edilir. Yöntemin büyük dezavantajlarından biri olan böcek ve kemirgen istilasına karşı emdirme işleminin ilk aşamasında çözeltiye çeşitli böcek ilaçları eklenebilir. Ancak ilaçlamanın problemi tamamen ortadan kaldıramadığı gözlenmiştir (Hamilton, 1999: 26).

Ahşap maksimum çözelti konsantrasyonunda stabil hale geldikten sonra kurutma işlemine başlanır. Bu yöntemde ahşap kontrollü nem koşullarında hava ile kurutulabilir. Kurutma ortamındaki nem miktarı başlangıçta yüksek olmalıdır. Aksi halde ahşapta fiziki hasar meydana gelmektedir. Ahşap kurudukça ortamdaki nemi düşürmek en iyi sonucu vermektedir (Hamilton, 1999: 26).

Kurutmadan sonra sergileme veya depolama aşamasında da ahşabın bulunduğu ortam maksimum %70 nem değerine sahip olmalıdır. Yine bu ortamlarda böceklenme ve kemirgen problemi göz önüne alınarak önleyici koruma önlemleri alınmalıdır (Hamilton, 1999: 26).

Sakaroz yöntemi kullanılarak yapılan konservasyon işleminde nispeten daha higroskopik olan esmer şeker yerine beyaz şeker kullanılması tavsiye edilmektedir. Konservasyondan sonra eserin kontrol altında tutulması şartıyla yöntem, başarılı ve uygulanabilir olarak kabul edilmektedir. Ahşap bu yöntemle korunduğunda yüzeyinde kılcal çatlaklar oluşabilir. Bu dezavantajın yanında boyutsal deformasyon

görülmemesi ve ekonomik olması yöntemin tercih edilmesinde önemli faktörlerdendir (Hamilton, 1999: 26).

1.2.2. Aseton – Reçine Yöntemi

Nispeten daha iyi korunmuş ve daha sert yapılı ahşaplara uygulanan aseton-reçine yönteminin ana prensibi diğer konservasyon yöntemlerine benzer şekilde ahşap içerisindeki su ile çam reçinesinin (kolofon) yer değiştirmesini sağlamaktır (McKerrell v.d. 1972: 111).

Yöntemde mekanik temizlik ve ardından tatlı su banyoları ile emdirme için ön hazırlık yapılır. Bu hazırlıklara ek olarak ahşap eserler aseton banyosu ile tamamen kurutulur. Bunu sebebi su ile reçinenin uyumsuzluğudur. Kurutma sonrasında doymuş reçine çözeltisini sağlamak için bir kapta 52 ° C'ye ısıtılan asetonun içerisine %67 oranından biraz daha fazla miktarda reçinenin çözülmesi sağlanır. Bu aşamada kabın dibinde yoğun ve az akışkan bir reçine tabakasının oluşması normaldir. Koruma uygulamasının yapılacağı nesne bu kap içerisine kenarları değmeyecek şekilde sarkıtıldıktan sonra 2-4 hafta bekletilir. Yeterli süre geçtikten sonra, çıkarılan ahşap üzerindeki fazla reçine asetonla ıslatılmış bir bez yardımıyla temizlenir. Uygulama sert ahşap üzerinde yapılırken, ahşap içerisindeki organik asitlerin parçalanıp emdirilen reçinenin daha iyi nüfuz etmesini sağlamak için isteğe bağlı olarak HCl çözeltisi ile muamele edilebilir. HCl uygulaması nadiren de olsa geçici olarak ahşabın rengini ağartarak daha doğal bir görünüm sağlayabilir. Bunun yanında uygulama sonrası oluşacak olan mikro çatlakların daha fazla olmasına da sebep olabilir. Dolayısıyla HCl uygulaması genellikle tercih edilmese de uygulanan örnekler mevcuttur (McKerrell v.d. 1972: 112, Hamilton, 1999: 26-27).

Aseton-Reçine yöntemiyle konservasyonu tamamlanmış ahşapların daha hafif, güçlü ve olası bir kırılma durumunda kolayca yapıştırılabilir olmaları, boyutsal stabilizasyon sağlama konusundaki etkinliği ve reçinenin metallerle tepkimeye girmeyerek mekanik temizlik gerektirmemesi yöntemin avantajları olarak sıralanabilir. Bunun yanında asetonun yanıcı olması sebebiyle uygulamanın güvenlik

açısından risk taşıması, büyük objeler için yüksek maliyetli olması ve konservasyon işleminden sonra ahşabın esnek olmaması ise yöntemin dezavantajlarıdır (Hamilton, 1999: 26-27).

1.2.3. Alkol – Eter Yöntemi

Alkol – Eter yöntemi diğer suya doymuş ahşap konservasyon yöntemleri arasında temel prensipleri açısından farklılık göstermektedir. Diğer yöntemler hücre içindeki suyun başka bir kimyasalla yer değiştirilmesi esasına dayanırken alkol-eter yöntemi daha çok yüzey gerilimi düşük bir sıvı kullanılarak hücrelerin çökmesini önleyip hasarsız bir şekilde ahşabı kurutmaya odaklanmaktadır. Yöntem uygulanmadan önce mekanik temizlik yapılmalıdır. Sonrasında hücre içindeki suyun alkolle yer değiştirmesini sağlamak için ahşap izopropanol veya etanol banyolarına tabi tutulur. Bu işlemi aseton banyoları takip eder. Uygulamanın başarılı olup olmadığını anlamak için uygulanan banyolar arasında özgül ağırlık ölçülmelidir. Sonrasında ahşap içerisine aseton yerine yüzey gerilimi daha düşük olan eter emdirmek için dimetil eter banyoları yaptırılır. Eter daha sonra vakum altında hızlı bir şekilde kurutulur. Eter tamamen uçurulduğunda yüzey gerilimi oldukça düşük olduğu için hücrelerde çökme meydana gelmez. Ahşabın hem neme karşı dayanıklı olmasını sağlamak için hem de ahşabı mekanik olarak daha da sağlamlaştırmak için son eter banyosunun içine %10-20 oranında dammar reçinesi veya kolofon reçinesi karıştırılabilir. İsteğe göre reçine yerine PVA kullanılması da mümkündür. Bu yöntemle konservasyonu yapılan ahşaplar orijinal ahşap rengine çok yakın görünüme sahip olup ağırlıkları oldukça azalmaktadır. Fakat yüksek maliyet ve kullanılan kimyasalların oldukça yanıcı ve patlayıcı olduğundan yalnızca küçük boyutlu eserler için tavsiye edilmektedir (Hamilton, 1999: 27).

1.2.4. Kafuru – Alkol Yöntemi

Kafuru – Alkol yöntemi prensip olarak Aseton – Eter yöntemiyle oldukça benzerdir. Kafuru – Alkol yönteminde farklı olarak geçici bir hacim artırıcı kullanılır. Bu

yöntemde ahşaba içerisindeki su ile kolayca yer değiştirebilen bir alkol çeşidi ile muamele edildikten sonra hücre içerisine giren alkol, kafur ile yer değiştirir. Kafur, ahşabın hücre duvarlarını ve boşluklarını doldurduktan sonra yüzey gerilimi sebebiyle ahşabı zarara uğratmadan buharlaşır. Bu işlemden sonra ahşap herhangi bir şekilde boyutsal deformasyona uğramadan kurutulmuş olur (Hamilton, 1999: 27-28).

Kafur, alkollerin herhangi birinde çözünbildiği için hangi alkol türünün bu tedavide kullanıldığı önemli değildir. Konservasyonu yapılmak istenen nesne yıkanıp temizlendikten sonra alkol banyosunda dehidrasyon işlemi gerçekleştirilir. Banyo işlemi birkaç aşamada gerçekleştirilir. Alkol-su oranı %50-%50 ile başlayıp alkol yavaş yavaş artırılarak sırasıyla %75-%25, %90-10 ve son olarak %100 alkol ile bitirilmelidir. Dehidrasyon sürecinin uzunluğu konservasyonu yapılmak istenen nesneye göre değişiklik gösterebilir. Dehidrasyon işlemi tamamlanmış ahşaba kafur emdirmek için bir kap içerisinde 52°C %95-%5 alkol-kafur çözeltisi hazırlanır. Sonrasında nesne bu ortama daldırılır. Çözelti sıcak olduğu için istenilen konsantrasyonun kaybedilmemesi için sürekli olarak alkol eklemek gerekir. Bu yöntemde istenilen nihai konsatrasyon %75-80 olarak belirlenmiştir. Nesne bu konsatrasyona geldiğinde çözeltiden çıkarılarak kurutma safhasına alınır. Alkolün tam olarak buharlaşması haftalar sürebilir. Bu esnada kalan kafur yüzeyde bir süre kristallenerek kalabilir. Bunu önlemek için ahşap yüzeyine vernik, balmumu, poliüretan, dammar reçinesi, kolofon veya PVA uygulanabilmektedir (Hamilton, 1999: 27-28).

Çözeltinin oldukça yanıcı olması, ayrıca yöntemin kolay uygulanabilir olmaması nedeniyle büyük boyutlu eserlerde kullanımı tavsiye edilmemektedir (Hamilton, 1999: 27-28).

1.2.5. Silikon Yağı Yöntemi

Silikon yağı yöntemi cam, deri, hayvan postu, kemik, biyolojik dokular gibi çok farklı yapıdaki nesnelerle birlikte suya doymuş ahşap üzerinde de uygulanmaktadır. Silikon

yağı su ile karışmadığı için yöntem, serbest su ve havanın silikon polimerlerle yer değiştirmesi prensibine dayanmaktadır (Hamilton, 1999: 28, Smith, 2003: 13).

Küçük ahşap eserlerde uygulanması tavsiye edilen yöntemin uygulanması için ahşapların öncelikle etanol banyosunda 10 kg'lık bir basınç altında yaklaşık bir saat bekletilmesi gerekmektedir. Sonrasında kurutulmuş olan ahşap aseton banyosuna yatırılır ve bir saat süre ile yine vakum altında olmak üzere burada bekletilir. Aseton işleminden geçen ahşaplar uygun miktarda SFD-1 silikon yağı içine karıştırılmış %4'lük izobütiltrimetoksisilan çözeltisi içinde 5 kg'lık vakum altında bekletilir. İzobütiltrimetoksisilan sonraki aşamada silikon yağı ile çapraz bağ kurarak kürleştirmek amaçlı kullanılır. Bu aşamada düşük vakum kullanılarak ahşap hücrelerinde çökme yaşanmasından kaçınılır. Emdirme yaklaşık bir gün sürmektedir. Çözelti içerisinden çıkarılan ahşap üzerindeki fazla silikon yağı kuru bir bez yardımıyla yüzeyden alındıktan sonra içerisinde FASCAT Catalyst 4200 bulunan bir kaba yerleştirilir. Süreci bitirmek için elde edilen son kap içerisinde ahşap eserle birlikte 52 ° C'ye ısıtılmış bir fırına konulur. Fırın ısısı FASCAT Catalyst' i buharlaştırırken silikon yağını sertleştirir ve konservasyon yöntemi böylelikle tamamlanmış olur. İşlem sonucunda minimum düzeylerde boyutsal deformasyon yaşanırken ahşap rengi doğala yakın kalır. Ahşap bu yöntemde oldukça stabil kaldığı için diğer konservasyon yöntemleriyle korunmuş ahşap eserler gibi depolama ve sergileme esnasında çevre koşullarından etkilenmez. Yöntemin en büyük dezavantajı ise geri dönüşümünün mümkün olmamasıdır (Hamilton, 1999: 28, Smith, 2003: 13-14).

1.2.6. Melamin Formaldehit Yöntemi

Melamin formaldehit yöntemi suya doymuş ahşap konservasyonunda kullanılmadan önce *Arigal C* markasıyla tekstil ürünlerinin çürümesine karşı bir koruma yöntemi olarak geliştirilmiştir. Suda çözünebilen ve sentetik bir reçine olan bu kimyasal suya doymuş ahşaplara daldırma metouyla emdirilerek su ve reçinenin yer değiştirmesi esasına dayanır. Kimyasalın molekül ağırlığı düşük olduğu için suya doymuş ahşaplara daha kolay penetre edebilmektedir. Ahşapları başarılı bir şekilde boyutsal olarak

stabilize eden bu yöntemle konservasyonu yapılan ahşaplar diğer yöntemlere nispeten ahşapları daha açık renkli ve daha hafif hale getirmektedir. Ahşaplara elastik özellik kazandırılabilmesi için çözelti içerisine etilenglikol eklenebilmektedir. Emdirme sonrasında uygulanan kurutma aşamasında ahşaplar ısıya maruz bırakıldığında kimyasal kendi içerisinde çapraz bağlar oluşturarak çözünemez hale gelir. Bu sebeple melamin formaldehit yöntemi konservasyonun en önemli ilkelerinden biri olan geri dönüşümlülük ilkesiyle çelişmektedir (Müller-Beck, Haas, 1960, Kılıç, 2013: 57-59).

1.2.7. Polietilen Glikol Yöntemi

Polietilen glikol (PEG), molekül ağırlıklarına göre oda sıcaklığında sıvı, vazelin kıvamlı ve granül halinde bulunan sentetik bir reçinedir. 300-600 arası molekül ağırlıklı PEG sıvı, 1000-1500 molekül ağırlıklı PEG vazelin kıvamlı ve 2000-6000 molekül ağırlıklı PEG katı halde bulunmaktadır. PEG; suda çözünmediği gibi etanol, metanol ve izopropanol gibi alkol çeşitlerinde de çözünmektedir. PEG kimyasal günümüzde, suya doymuş ahşap konservasyonunda en yaygın kullanılan yöntemdir. Çalışma prensibi, ahşap içerisindeki su ile PEG kimyasalının yer değiştirilmesini sağlamak esasına dayanır. Bu yöntemde PEG moleküllerinin su veya farklı bir çözücü ile çözülerek, daldırma veya sprey yöntemiyle ahşap hücrelerinin içerisine penetrasyonu sağlanır. Sonrasında ahşap hücrelerindeki su veya çeşitli çözücüler, kontrollü kurutma veya dondurarak kurutma yöntemleri ile uzaklaştırılarak ahşap hücreleri içerisinde PEG'in kalması sağlanır. Böylece hücre içerisindeki PEG ile ahşaba fiziksel dayanıklılık sağlamaktadır PEG'in molekül ağırlığı düştükçe ahşaplara penetre etme özelliği de artmaktadır. Fakat ahşap içerisine penetre eden düşük molekül ağırlıklı PEG'in konservasyon ve kurutma aşamasından sonraki sergileme aşamasında yine sıvı hale geçme eğiliminde olacağı göz önünde bulundurulmalıdır (Hamilton, 1999: 24).

Emdirme sonrası uygulanacak kurutma yöntemine göre PEG emdirme faslı değişiklik göstermektedir. Kontrollü kurutma uygulanmaya karar verildiğinde çözelti konsantrasyonunun 60 dereceye kadar ısıtılması ve %70 konsantrasyona kadar çıkarılması gerekmektedir. Emdirme tamamlandıktan sonra ısı, ışık ve nem değerleri

kontrol altında tutulan bir ortamda ahşaplar kurumaya bırakılmaktadır. Ancak PEG'in ısıtılması işlemi PEG'de kimyasal bozulmaya sebep olarak sergileme aşamasında higroskopikleşmeye neden olabilmektedir. Dondurarak kurutma yöntemi ile kurutulması planlanan ahşaplarda herhangi bir ısıtma işlemi yapılmaksızın %45 konsantasyonda emdirme aşaması gerçekleştirilir. Kurutma işlemi vakumlu dondurarak kurutma cihazları kullanılarak gerçekleştirilir. Bu aşamada ahşap içerisindeki PEG çözeltisi önce tamamen dondurulur, sonrasında hücre içerisindeki su süblimleştirilerek PEG'in ahşap hücre içerisinde kalması sağlanır. Bu yöntemle kurutulan ahşaplar görece daha hafif ve daha açık renkli olmaktadır (Mortensen, 2009:7).

PEG konservasyonunun önemi bir dezavantajı demir korozyonuyla tepkimeye girerek konservasyon sonrasında ahşaplar üzerinde engellenmesi mümkün olmayan bozulmalara yol açmasıdır. Bu sebeple konservasyonu yapılacak ahşaplarda demir ve demir ürünleri mevcutsa emdirme aşamasından önce mekanik ve kimyasal yollarla ahşaplardan uzaklaştırılmalıdır (Hamilton, 1999: 24).

1.3. Batıkların Rekonstrüksiyonu

Arkeolojik batıklar genellikle orijinal gövde formları bozulmuş durumda bulunurlar. Ahşap elemanlarının büyük bölümü, çoğunlukla da üst yapıları bulundukları çevre koşullarına bağlı olarak günümüze ulaşamamaktadır. Kazısı yapılan batıklarla ilgili en önemli araştırma problemlerinden biri orijinal gövde formlarının çeşitli yöntemlerle tekrar belirlenmeleridir. Bu çalışmalara rekonstrüksiyon ya da restitüsyon çalışmaları denir. Rekonstrüksiyon çalışmaları batıkların tekrar müzelerde sergilenebilmeleri için de oldukça önemlidir. Batıkların sergilenirken yerleştirildikleri taşıyıcı konstrüksiyonlar rekonstrüksiyon çalışmalarına göre şekillenmektedir.

Rekonstrüksiyon çalışmaları batıkların *in situ* ve kazı sonrasındaki belgeleme çalışmalarının en doğru biçimde yapılmasını gerektirir. Ahşap elemanlardaki deformasyonun saptanarak en uygun formun saptanabilmesi için bütün çevresel faktörler ve arkeolojik veriler dikkate alınmalıdır. Steffy (1994: 214-215) rekonstrüksiyon çalışmalarını grafik, üç boyutlu ve fiziki rekonstrüksiyonlar olmak

üzere 3 gruba ayırmıştır. Genellikle iyi korunmamış batıklar için yapılan iki boyutlu grafik rekonstrüksiyonlarda arşiv kayıtları, fotoğraf ve çizimler kullanılarak endaze çizimleri yapılır. Üç boyutlu rekonstrüksiyonlar ise aynı kaynakların yanı sıra ölçekli fiziki ve dijital modeller ve replikalar da kullanılır. Fiziki rekonstrüksiyonlar ise iyi korunmuş batıklarda ahşap elemanların tekrar biraraya getirildiği hem grafik hem de üç boyutlu rekonstrüksiyon çalışmalarını kapsayan en pahalı yöntemdir. Taşıyıcı konstrüksiyonlar da fiziki rekonstrüksiyon aşamasında üretilmektedir. Steffy'e göre (1994:216-220) ahşap elemanlarının az sayıda ele geçirildiği iyi korunmamış batıkların rekonstrüksiyon çalışmaları fazlaca varsayıma dayalı olacağından bu tip çalışmalar yardımcı rekonstrüksiyonlar (*contributory reconstructions*), iyi korunabilmiş ve gövde formunun özelliklerini gösteren bilimsel kanıtların mevcut olduğu batıkların rekonstrüksiyon çalışmaları ise “başlıca rekonstrüksiyonlar (*capital reconstructions*)” olarak adlandırılabilir. Crumlin-Pedersen & Mc Grail (2006: 56-57) ise her arkeolojik batığın bilimsel rekonstrüksiyonunun mümkün olmadığını belirterek hayalgücüne dayalı çalışmalardan kaçınılması için sadece mevcut bilimsel verilerin elverdiği ölçüde kısmi tamamlamaların yapıldığı “minimum rekonstrüksiyon” ilkesini öne sürmüşlerdir.

Günümüzde gelişen dijital teknoloji ve yazılımlar ve tam ölçekli replikalar ile rekonstrüksiyon çalışmaları test edilerek daha bilimsel sonuçlara ulaşılabilir. Ortaya çıkan orijinal gövde formları özellikle demonte edilerek kaldırılan antik batık ahşaplarının tekrar biraraya getirilerek sergilenmesinde dikkate alınmaktadır. Bilimsel rekonstrüksiyon çalışmaları taşıyıcı konstrüksiyonların orijinal formlara uygun imal edilmesinde, ayrıca konservasyon sürecinde gemi elemanlarının orijinal formlarına dönüştürülebilmesinde başlıca referans olarak önemli rol oynamaktadır.

İKİNCİ BÖLÜM

MÜZELERDE SERGİLENEN ARKEOLOJİK BATIKLAR

2.1. Türkiye Müzelerinden Örnekler

2.1.1. Serçe Limanı Cam Batığı

Serçe Limanı Cam Batığı, Türkiye'nin güneybatı kıyısında yer alan Marmaris yakınlarında, aynı zamanda batığa da adını veren korunaklı bir koyda 33 metre derinlikte bulunmuştur. MS 11. yüzyıla tarihlenen Serçe Limanı batığı, çevre koşullarının da olumlu etkisiyle nispeten iyi korunmuş bir durumdadır. Batık 1977-79 yılları arasında toplam 3 kazı sezonunda Sualtı Arkeoloji Enstitüsü (INA) tarafından kazılmıştır (Şekil 2.1). Batığın antik kabuk tekniğinden iskelet tekniğine geçiş dönemine tarihlenmesi ve kargosunda yer alan cam eserler ayırt edici özellikleri olarak ön plana çıkmıştır. Yaklaşık 3 ton hurda cam taşıyan geminin ahşap gövdesinin yaklaşık %20'lik kısmı korunmuş vaziyettedir. Rekonstrüksiyon çalışmalarına göre geminin; latin yelkeni taşıyan iki direkli, 15,6 metre boyunda, 5,3 metre eninde, yaklaşık 30 ton kapasiteli ve orta kesitinin oldukça düz formu olduğu belirlenmiştir (Bass, 2004: 3-8, Bass, 1996 37-39, Bass, Van Doorninck, 2004: 53, Steffy, 2004: 73-74).

Şekil 2. 1: Serçe Limanı Batığı'nın kazısı.



Kaynak: Bass v.d. 57.

Batık deniz tabanına iskele kısmına doğru yatmıştır. Kıç kısmının büyük bir kaya parçasının üstüne gelmesi gövdenin tamamen dibe oturmasını engellemiş, zamanla oluşan ağırlığın etkisiyle geminin orta kısmının hemen arkası ana gövdeden ayrılmıştır. Gövdenin alt orta kısmı, çapaların altında kalmış olan baş kısmı ve kargonun kapladığı dip kısmı ise kuma gömülerek günümüze ulaşabilmiştir. Fakat korunan ahşapların büyük çoğunluğu oldukça küçük parçalar halindedir. Baş ve kıç bodoslamalar gövdeden ayrılmıştır. Baş bodoslama kısmı tamamen yok olmuş fakat kıç bodoslama iskele tarafına bağlı biçimde korunmuştur. Geminin sancak tarafı güverte üzerine düşerken, iskele tarafı dışa doğru düzleşmiştir. İç kaplama tahtaları dış kaplamaların üzerini örterek iyi korunmalarını sağlamıştır. Omurganın bir kısmı ve bazı iç kaplamalar da ambar kısmındaki cam ve balans taşların altına denk gelerek korunabilmiştir (Matthews, 2004: 75-79, Matthews, Steffy, 2004: 81).

Batık ahşapları gövdeden ayrılarak ayrı ayrı yüzeye çıkarıldıktan sonra geleneksel yöntemle şeffaf asetatlar üzerine 1:1 ölçekli çizimleri yapılmıştır (Şekil 2.2) (Matthews, 2004: 75-79). Belgeleme sonrasında suya doymuş durumdaki ahşapların konservasyon işlemleri PEG 1500 ve PEG 4000 kullanılarak tam emdirme metodu ve kontrollü kurutma uygulanarak tamamlanmıştır. Bakteri saldırısına karşı çözeltiliye Dowicide A kimyasalı da eklenmiştir (Bass, Van Doorninck, 2004: 49-69).

Şekil 2. 2: Gemi elemanlarının 1:1 çizim çalışmaları.



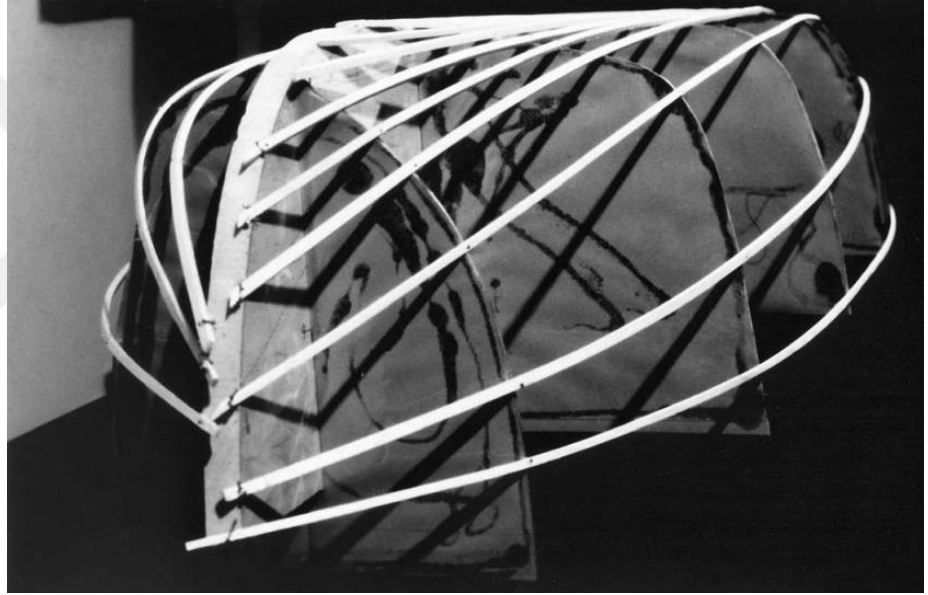
Kaynak: Bass v.d. 64.

Konservasyon sonrasında batık ahşaplarının yeniden bir araya getirilerek yeniden kurulup sergilenebilmesi için gövdenin alt kısmına bir taşıyıcı konstrüksiyon sistemi tasarlanması gerekmiştir. Bu işlemin yapılabilmesi için mevcut parçalardan yola çıkılarak batığın rekonstrüksiyon çalışmaları başlatılmıştır. Ahşap elemanların oldukça bozulmuş durumda olması bu çalışmaları zorlaştırmıştır. Batığın borda kısımları, pruvası, kık bölgesinin büyük çoğunluğu ve sancak taraftaki dip kısmı tamamen yok olmasına rağmen mevcut parçalardan önemli bilgiler sağlanabilmiştir. Çalışmaya başlanmadan önce, batığın sergileneceği salondaki hazırlıkların yapılabilmesi amacıyla bir ön rekonstrüksiyon uygulaması yapılmıştır. İlk olarak mevcut 1:1 çizimler 1:10 ölçeğe indirilmiştir. Sonrasında seçilen bazı eğrilerden gövde kesitleri alınmış, kaplama genişlikleri de not edilmiştir. Kık tarafta korunmuş kaplamalar ve kık bodoslama gözetilerek geminin kık tarafının formu belirlenmiştir. Araziden alınan notlar, fotoğraflar ve ölçümler, laboratuvarında elde edilen verilerle birlikte kullanılarak sergileme için bir taslak oluşturulmuştur (Steffy, 2004: 123-124).

Batık ahşapları ve gövde şekilleri geminin kullanım ömrü esnasında değişime uğrayabildiği gibi battıktan sonra deniz dibinde de zamanla çeşitli çevresel etkenler sebebiyle değişebilmektedir. Bu değişimlerin anlaşılabilir deformasyonların analiz edilmesi rekonstrüksiyon çalışmalarında esastır. Serçe Limanı Cam Batığı'nın deniz dibindeki formunun anlaşılabilmesi için bir *in situ* fiziki model oluşturulmuştur. Bu çalışmada batığı oluşturan ahşap elemanlar ölçekli çizimlerden faydalanılarak 1:10 ölçeğinde çam ağacı ve alçı kullanılarak imal edilmiştir. Batık alanında bulunan ve gövde şeklinin bozulmasına sebep olan kayalar vb. faktörler de göz önüne alınmıştır. İmal edilen ahşap elemanlar deniz tabanını canlandıran eğimli bir sunta üzerinde olabildiğince orijinal konumlarına yakın olacak şekilde yerleştirilerek birleştirilmiştir. Modüler parçaların rahatça hareket ettirilebilmesi sayesinde batığın deniz dibindeki dağılımı anlaşılabilmiş ardından gövde şeklinin kabaca belirlenebilmesi için kalıp ve forma modeli oluşturulmuştur (Şekil 2.3). Bu modele uygun olarak gövde hatlarını temsil eden ince ahşap formlar imal edilmiştir. Gövde şekilleri belirlendikten sonra, çam ağacından imal edilen 1:10 ölçekte yaklaşık 500 parçalı bir fiziki model elde edilmiştir (Şekil 2.4). Kazı alanından ele geçen ahşap elemanların 30 cm'den büyük olan her biri bu modele eklenmiştir. Modelin hazırlanmasının amaçlarından biri, kalıp

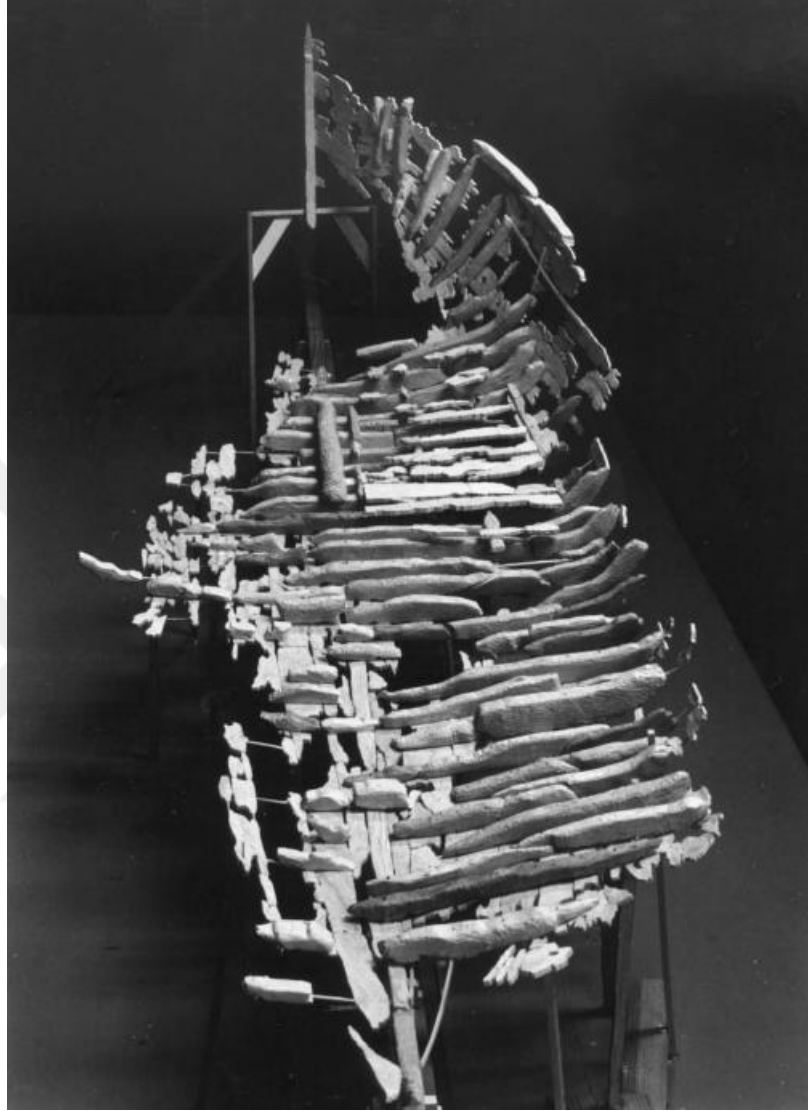
ve forma modelinden elde edilen gövde şeklinin mevcut parçalarla uyumlu olup olmadığının araştırılmasıdır. Bir diğer amaç ise müzede sergileme esnasında batığın altına yerleştirilecek olan taşıyıcı konstrüksiyon tasarımının ön çalışmasını yapmaktır. Önceden imal edilen araştırma modellerinden bir tanesi, kullanım amacı sona erdikten sonra sergileme modeli olarak da kullanılmıştır. Bu model, batık alanını canlandıran üç boyutlu modelle ve kalıp-forma modeli ile karşılaştırılarak incelendiğinde daha önce ortaya çıkmayan bazı ölçüler ve yapım tekniği detayları ortaya çıkarılabilmektedir (Steffy, 2004: 124-126).

Şekil 2. 3: Rekonstrüksiyon için oluşturulan kalıp ve forma modeli.



Kaynak: Steffy v.d. 126.

Şekil 2. 4: 500 parçadan imal edilmiş fiziki model.



Kaynak: Steffy v.d. 127.

Ölçekli fiziki model çalışmalarıyla tamamlanan ön rekonstrüksiyon sürecinden sonra batık ahşaplarının bir araya getirilerek yeniden kurulumuna başlanmıştır. Omurga düz bir zemine oturtulduktan sonra omurga parçaları birbirine birleştirilmiştir. Sonrasında baş ve kıç bodoslamaların uzunlukları ve açıları hesaplanarak omurga için geçici bir destek sistemi inşa edilmiştir. Geminin orta kısmının kıç tarafında kalan eğrilerin omurga üzerinde yaptıkları açının ve eğimin ayarlanabilmesi için, eğrilerin tam boyutlu modelleri kompozit malzemeden kesilerek omurga üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 2.5). Bu yöntemin kullanılmasıyla, orijinal eserlerin sürekli

olarak yer değiştirmelerinden kaçınılmıştır. Ayrıca kompozit malzeme daha hafif olduğu için gerekli düzenlemeleri yapmak daha kolay olmuştur. Bu aşamada orijinal parçalar yerine model kullanılması, sergileme için yapılacak destek sisteminin şeklinin ve yüksekliğinin belirlenmesinde de önemli bir rol oynamıştır (Matthews, 2004: 126-130).

şekil 2. 5: Kompozit malzemelerle yapılan yeniden kurulum çalışmaları



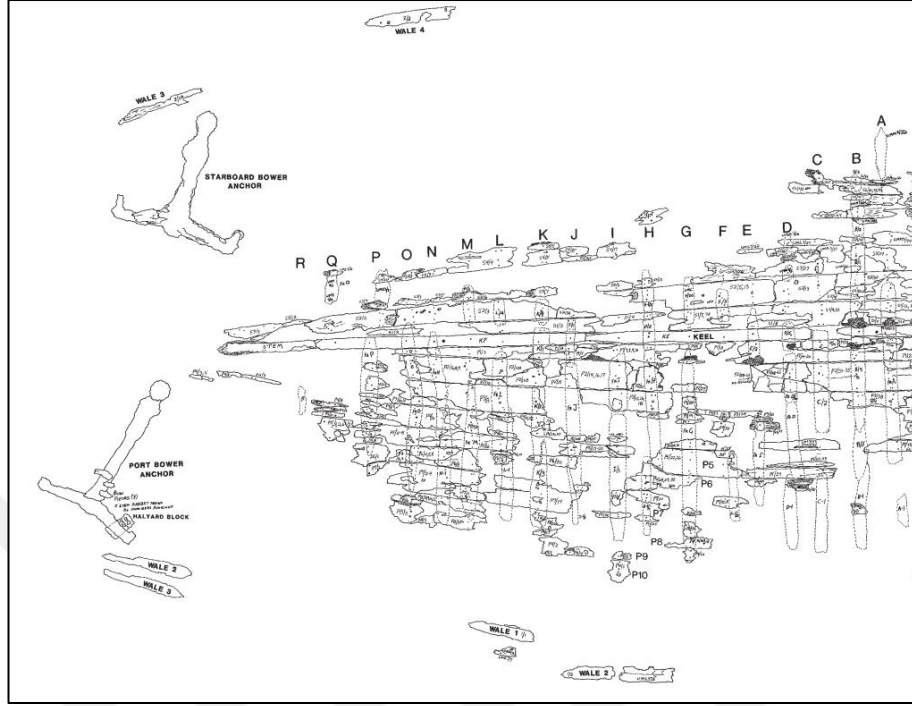
Kaynak: Steffy v.d. 129.

Batik elemanlarının montaj işlemi sırasında batığın gövde hatlarının belli edilebilmesi amacıyla 1cm^2 'lik esnek çıtalar kullanılmıştır. Başlangıçta oluşturulan ön çizimlerinden elde edilen verilere göre oluşturulan çıtalar, eğri kopyalarının ilk etapta orijinal konumlarına yakın yerleştirilmelerine olanak sağlamıştır. Bu aşamadan sonra çıtaların dışına bağlanan ikincil bir çıta gurubu da gövdenin pürüzsüz çizgisinin görselleştirilmesine ve diğer gövde elemanlarının da oluşan gövde şekline göre konumlandırılmalarını sağlamıştır. Söz konusu çıtalar, gövde şeklinin gelişimini göstermelerinin yanında gövde eğriliğinin kontrol edilebilmesi amacıyla da kullanılmıştır. Sonraki aşamalarda gövde konfigürasyonu daha kesin bir şekilde ortaya

çıktıkça, su hatları ve kaplama tahtalarının genişliklerini de tam olarak belli edecek şekilde revize edilmiştir (Matthews, 2004: 126-130).

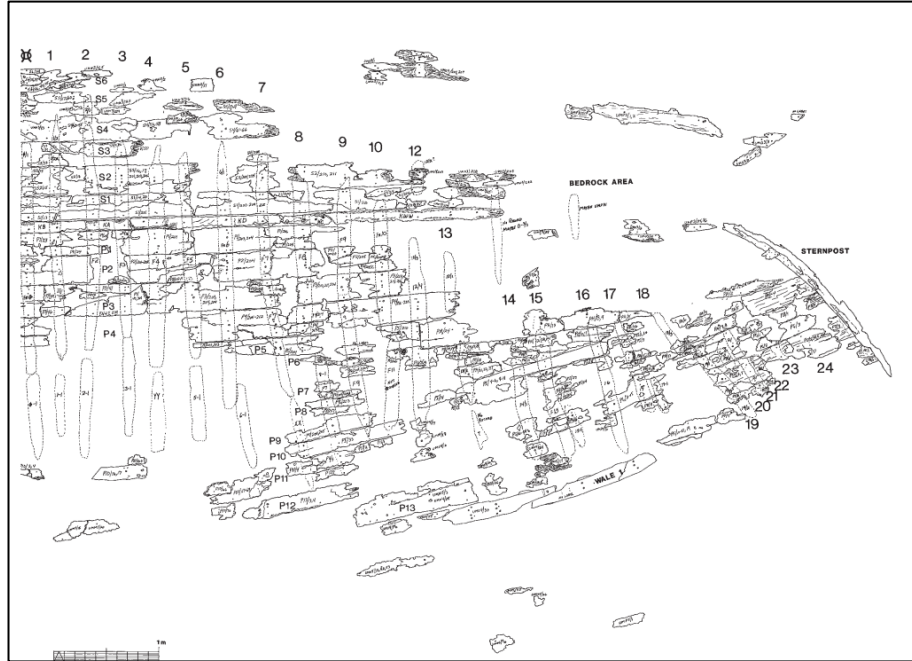
Eğri kopyalarının omurga üzerine doğru şekilde yerleştirilebilmeleri için omurga-eğri arasındaki bağlantı detayları dikkate alınmıştır (Şekil 2.6-2.7). İskele tarafındaki uçların konumuna ise endaze çizimlerinden elde edilen omurga ve karina arasındaki ölçülere göre karar verilmiştir. Bu işlem sırasında eğri kopyalarının omurgaya tutturulması için naylon ipler kullanılırken sarkan kısımlar geçici olarak ahşap payandalarla desteklenmiştir. Eğrilerin dış kısımları boyunca gerilmiş olan şeritler sayesinde eğri açıları kontrol edilmiş, gerektiğinde düzeltilmeler yapılmıştır. Bu aşamada endaze çizimleri ve ortaya çıkan fiziksel çıktılar çakışmaya başladığından endaze çizimleri sürekli olarak güncellenmiştir. Geminin orta kısmının geçici iskelesi kurulduktan sonra kopya eğriler orijinalleriyle değiştirilmiştir. Tıpkı eğrilerde uygulandığı gibi baş ve kık bodoslamaların da kompozit malzemeden kopyaları üretilmiş ve omurga uçlarına geçici olarak sabitlenmiştir. Çıtalar su hattına çekilerek baş-kık bodoslama üzerinde olması gerektiği yerlere geçici olarak sabitlenmiştir. Oluşan gövde şekli çizimlerle karşılaştırılarak gerekli mekanik ve görsel kontroller yapılmıştır. Daha düzgün bir gövde kontörünün oluşturulabilmesi için gerektiğinde eğri yükseklikleri ve açılarıyla oynanmıştır. Bu yöntem ilk olarak C eğrisinden 5 numaralı eğriye kadar uygulandıktan sonra sırasıyla 6. eğriden 8. eğriye ve 9. eğriden 12. eğriye kadar uygulanmıştır. Batığın iskeleti genel hatlarıyla oturtulduktan sonra bazı kaplamaların montaj işlemlerine başlanmıştır. Kaplama tahtaları araziden çok parçalı olarak ele geçtiği için öncelikle düz bir zeminde her bir kaplama tahtasının parçaları birbirine birleştirilmiştir. Etiketlenmemiş parçalar da kazı alanından elde edilen bilgilere başvurularak en uygun konumlara yerleştirilmiştir. Bazı durumlarda kaplamalar eğrilerdeki çivi delikleri ile de karşılaştırılarak konumları belirlenmiştir. Parçaların çivi delikleriyle düzgünce eşleştirilebilmeleri için dıştan paslanmaz çelik pimler çivi delikleri içine yerleştirilmiştir. Sonrasında naylon ip kullanılarak çözülmesi kolay bir ilmekle kaplamalar eğrilere tutturulmuştur. Kaplamaların az miktarda hareket ettirilip ince ayarlarının yapılabilmesi için naylon ipler çok gergin bağlanmamıştır. Bu detay gövdenin nihai eğiminin ve açısının belirlenebilmesi için başlangıç aşamasında oldukça önemli bir rol oynamıştır (Matthews, 2004: 126-130).

Şekil 2. 6: Batık planı



Kaynak: Matthews, Steffy, 2004: 82.

Şekil 2. 7: Batık planı



Kaynak: Matthews, Steffy, 2004: 83.

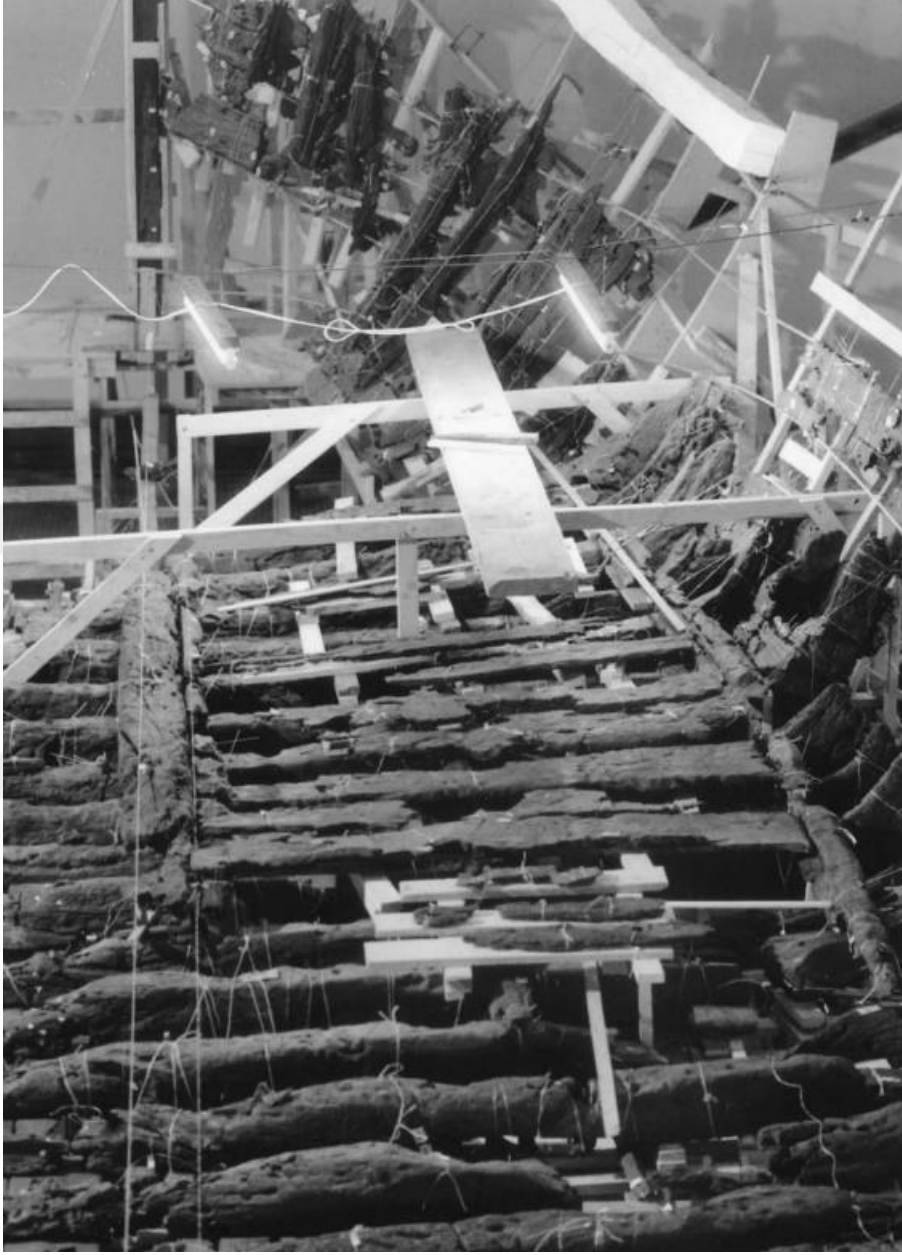
İlk üç sıra kaplamanın yerleştirilmesiyle geminin orta kısmındaki karina dönüşü daha belirgin hale gelmiştir. Kaplama tahtaları 1. eğriden 10. eğriye doğru yerleştirildiğinde kaplamaların eğimiyle eğrilerin dış yüzeyinde oluşan eğimin birbiriyle uyuşmadığı anlaşılmıştır. 8. eğride meydana gelen problem 10. eğri sırasında kaplama ve eğri arasında yaklaşık 3-4 cm açıklık olmasına sebep olmuştur. Bu problem ortaya çıktıktan sonra omurganın orijinal şeklinde olmadığı, her metresine karşılık 1 cm kadar bel verdiği fark edilmiştir. Deformasyonun sebebinin batığın deniz dibinde bir kayaya yaslandığı için orijinal formunu kaybetmesi olduğu düşünülmüştür (Steffy, 2004: 125, Matthews, 2004: 126-133). Omurganın uzunlamasına profilinin ayarlanmasıyla sorun çözülmeye çalışılmıştır. Omurga olması gereken profile getirildiğinde 8,9,10,11,12 numaralı eğrilerin gövde altı açısı hafifçe düşmüş, dış yüzey açıları düzleşmiştir. Böylelikle eğriler kaplamaların gösterdiği gövde açısına daha uygun bir hale gelmiştir. Omurga ve eğriler sökülüp tekrar takıldıktan sonra çiteler baştan kıça doğru tekrar hizalanmıştır. Oluşan yeni yapının ofsetleri alınarak daha doğru bir gövde eğimi oluşturulması için kullanılmıştır. Yeni verilerin ışığında kaplama tahtaları tekrar monte edilmiş, baş iskele kısmının rekonstrüksiyonu revize edilmiştir. P eğrisinin ön kısmındaki eğriler tekrar omurganın üzerine yerleştirilerek sabitlenmiştir. A,B,D,E,F ve I eğrileri daha fazla temizlik ve tamir gerektirdiği için montaj işlemleri ertelenmiştir (Matthews, 2004: 133).

Baş kısımdaki eğriler omurgaya sabitlendikten sonra kaplama tahtaları birleştirilmeye başlanmıştır. Orta kısımdaki işlem sırası, baş kısımda da aynen uygulanmıştır. Baş kısımdaki eğrilerin bazılarının dış yüzeyleri gövde açısını değiştirebilecek şekilde deforme olmuştur. Bu tip durumlarda montaj çalışmaları, kaplamaların gösterdiği eğime göre devam ettirilmiştir. Söz konusu eğriler, kaplamalara yalnızca bir çizgi üzerinden temas etmektedir. Ayrıca F ve I eğrileri, deniz dibinde batığın metal aksamlarının oluşturduğu korozyondan çok fazla etkilendikleri için ilk etapta montaj işlemine dâhil edilmeyerek ek bir konservasyon işlemine tabi tutulmuşlardır. Baş kısımdaki çalışmalar devam ederken, 8. Eğri istasyonuna denk gelen kaplamaların montajı da eş zamanlı olarak yürütülmüştür. Kaplamalar eğrilere monte edilmeden önce mümkün olduğunca bir sıra halinde yerleştirilerek karşılıklı gelen çivi delikleri eşleştirilmiştir. C ve 6. eğri istasyonlarına denk gelen kaplamalar

yalnızca 4. istasyona kadar korunmuş olduğu için bazı döşeklerin yerleştirilmesi işlemi görsel hizalamaya ve geminin ortaya çıkmakta olan hatlarına göre uygulanmıştır. Geminin baş ve orta kısmındaki kaplamaların çoğunun yerleştirilmesiyle birlikte P eğrisinden 12. Eğriye kadar ofsetlerin alınabileceği kesintisiz bir uzunluk elde edilmiştir. Su hatlarının belirlenmesi için kullanılan çıtaların ofset alınmasına oldukça katkısı olmuştur. Bu aşamadan sonra çizimler üzerinde ve fiziki olarak pürüzsüz bir gövde şekli oluşturulabildiğinden kış kısmının kurulum çalışmalarına başlanabilmektedir. Kış bodoslamasının mevcut kopyasının yerinin daha iyi belirlenebilmesi amacıyla, mevcut çizimlerden elde edilen bilgiye dayanarak omurgaya bir ek yapılmıştır. Kopya bodoslama bu ek kısma tutturulmuştur. Gövde yapısına dıştan destekler eklenerek bu kopyanın yeri sabitlenmiştir. Su hattını belirten çıtalar da mümkün olduğunca eğrilerin dış yüzeylerinden doğru uzatılarak kopya bodoslamalara tutturulmuştur (Matthews, 2004: 133-134).

Yapılan çalışmalar sonucunda gövde şekli hakkında net bir genel görüş ortaya çıkmış fakat ahşap elemanlarının çok parçalı olması sebebiyle kış kısmının şekli ve eğimi hakkında eksik bilgiler vardır. Bu sebeple kış kısmı desteklemek için inşa edilecek olan destek sisteminin, gerektiğinde geminin genel gövdesi haricinde yükseltilebilmesi, indirilebilmesi ve bükülebilmesini sağlamak için mevcut yapıdan bağımsız bir iskele kurulmuştur (Şekil 2.8). Güncel çizimde görülen hatlara uygun bir şekilde 13. eğri istasyonundan 22. eğri istasyonuna kadar kompozit malzemeden kalıplar oluşturularak yerleştirilmiştir. Kaplama kalınlıkları göz önünde tutularak yapılan kalıpların üzerine mevcut gemi elemanlarının kolayca sökülüp takılabilmesi için tel örgüler sabitlenmiştir. Ayrıca tüm kış destek sistemine, içerden ve dışardan çalışabilmeyi mümkün kılan bir platform inşa edilmiştir. Tüm yapı bütün olarak hareket ettirilebilir ve farklı açılarda yeniden kenetlenebilir durumda inşa edilmiştir. Önce eğriler sonra kaplamalar olacak şekilde birkaç kez monte-demonte işlemi sonucunda deneme yanılma yöntemiyle kış kısmının fiziksel yapısının eğimi ve su hattı çıtalarının eğimi uyumlu hale getirilmiştir (Matthews, 2004: 134-136).

Şekil 2. 8: Geçici destekler yardımıyla gerçekleştirilen yeniden kurulum aşaması



Kaynak: Steffy v.d. 2004: 135

Geminin kık şeklinin uygun olup olmadığının anlaşılabilmesi için eğrilerin dış yüzey açıları, kaplama tahtalarının uç kısmında bulunan pahlı yüzeyin bodoslamaya birleşme açısı ve iki büyük çapa tahtasının eğimi göz önüne alınmıştır. Çapa tahtalarının eğiminin anlaşılabilmesi için strafordan 1:1 ölçekte çapa tahtası kesilerek uygun konuma oturtulmuştur. Tüm parametrelerin uyumuyla birlikte yapıda bulunan

su hattı çıtaları güncellenmiştir. K1 kısmındaki ayarlamalar bittiğinde kaplama tahtaları eğrilere paslanmaz elik pimlerle sabitlenmiştir (Matthews, 2004: 136-137).

Bu kısma kadar yapılan çalışmalarla birlikte batığın korunmuş boyutlarıyla iskele tarafının rekonstrüksiyon ve montaj işlemleri tamamlanmiştir. İ kaplamalar ve i omurga üzerinde çalışılabilmesi için batığa yukardan erişimi mümkün kılan hareketli bir köprü inşa edilmiştir. Köprü, aynı zamanda montaj için başta uygun olmayan parçaların sonradan yerleştirilebilmesini de sağlamıştır (Matthews, 2004: 137, Piercy, Matthews, 2004: 147).

İ omurga, dış yüzeyindeki eğri izleri ve bağlantı noktalarının gerekli yerlere denk getirilmesi sayesinde tam konumuna oturtulabilmiştir. Yapılan temizlik çalışmasının neticesinde parçaların nerelere ait olduklarının anlaşılmasıyla birlikte i omurganın 12. eğri istasyonuna kadar uzandığı anlaşılmıştır. Böylece i omurganın iskele tarafına konumlanması gereken i kaplamaların dayanacağı bir destek oluşmuştur. İ kaplamaların bazılarının doğru konumu eğrilerde korunmuş olan çivi ve bağlantı noktaları sayesinde bulunabilmiş, fakat çizimler bu noktada fiziki yapıyla çelişmesi sebebiyle i kaplamalar geçici olarak yerlerine konmuştur. İ kaplama parçalarının gövde içinde kapladığı alan bilindiği için, kenar bitimlerine dikkat edilerek sert kartondan kopyalar oluşturulmuştur. Doğru aıların belirlenebilmesi için çivi deliklerine paslanmaz çelikten pimler yerleştirilmiştir. İ kaplamaların konumlarının belirlenmesinde kopyaların kullanılması, ağırlık avantajı sayesinde daha kolay olmuştur (Matthews, 2004: 137-138).

Tüm iskele tarafı yerleştirildikten sonra sancak tarafının bir kısmına replika inşa edilmeye başlanmıştır. Öncelikle sergi salonu dışında hazırlanıp montajı yapılan replika uygun hale geldiğinde demonte edilip C eğrisi istasyonundan 6. Eğri istasyonuna kadar batık üzerinde tekrar kurulmuştur. Replikanın dış kısmına orijinal kaplama tahtalarının yerleştirilebilmesi amacıyla dış kısım açık bırakılmıştır. Replikanın n tarafında kalan sancak kısmına ait hiçbir eğri parçası korunmamış olmasına rağmen yeterli miktarda kaplama parçası bulunmaktadır. Bu parçaların eklenmesi yalnızca iskele tarafındaki rekonstrüksiyonu doğrulamakla kalmamış, aynı zamanda baş kısım ile orta kısım arasında kalan replikayı görsel olarak batık

elemanlarına birleştirmiştir. Kaplamaların denk gelmediği kısımlardaki korunan eğri parçaları, metal bir levha üzerine tutturularak yerlerine sabitlenmiştir (Matthews, 2004: 138-143).

Baş tarafın sancak kısmının çalışmaları tamamlandıktan sonra tüm gövdedeki batık elamanları paslanmaz çelik pimlerle kalıcı olarak birbirine tutturulmuştur. Bu işlem sırasında mümkün olduğunca küçük takozlar ve kısa ahşap destekler yerlerinden çıkarılmıştır. Bu çalışma gövdede sarkmalar ve yanlış eğimler olmaması için büyük bir titizlikle yapılmıştır. Gövde elemanları paslanmaz çelik pimlerle uygun şekilde sabitlendikten sonra kalıcı metal desteklerin yerleştirilebilmesi için ahşap iskelelerin büyük çoğunluğu kaldırılmıştır. Daha ağır ve stabil olmayan bölgelerde metal destekler, ahşap iskelelerin arasına konumlandırılmıştır. 12 cm genişliğinde ve 8 cm kalınlığında demir şeritlerden meydana gelen destekler, sancak ve iskele kısmında eğri istasyonlarını temsili olarak gösterecek şekilde yerleştirilmiştir. Desteklerin her biri, 5 mm kalınlığında ve 5 cm genişliğinde bir demir şerit içermektedir. Bu kalıpların üst ucuna batık boyunca 1cm²'lik demir parçalar kaynaklanmıştır. Çıtalar, sallanmaya karşı gövdenin stabilizasyonu sağlarken aynı zamanda görsel açıdan genişlik, uzunluk ve derinlik izlenimi sağlayarak tam boyutlu bir gemi imajı yaratmıştır (Matthews, 2004: 138-143, Piercy, Matthews, 2004: 147).

Kalıcı destek sistemi oluşturulurken sergileme konusunda dikkat edilen birkaç özellik çalışmaya yön vermiştir. Serçe Limanı Cam Batığı'nın önceki ve sonraki dönemlerde bulunmuş olan diğer batıklarla gemi mimarisi konusundaki farklarını ortaya çıkartma fikri çalışmanın odak noktasını oluşturmuştur. Sergi salonunda izleyicinin hem batığın genel hatlarını hem de dönemin denizcilik operasyonlarına ilişkin detayları hayal edebilmesi amaçlanmıştır. Konstrüksiyon tasarlanırken salonda yüzen bir gemi izlenimi oluşturulması tasarlanmış, batık yüksekte konumlandırıldığı için gövde şekli aşağıdan daha net olarak anlaşılabilmiştir. Orijinal ahşapların üzerine sabitlendiği taşıyıcı konstrüksiyon, rekonstrüksiyon çizgilerini takip ederek devam ettirilmiştir. Bunun sonucunda yapı bütün olarak batığın orijinal boyutu ve görünümü hakkında izleyicilere fikir verici nitelikte olmuştur. Bu hedeflere ulaşılabilmesi için ince payandalardan oluşan bir taşıyıcı konstrüksiyon tasarımı seçilmiştir. Batığın ağırlığını taşıyıp mümkün olduğunca ahşapları kapatmaması için konstrüksiyon malzemesi çelik

ve paslanmaz çelik olarak tercih edilmiştir. Omurgayı tutması için kalın bir bordür yerine belli noktalardan destekleyecek payandalar kullanılması havada asılı duran bir gövde görüntüsü oluşturulmasını sağlamıştır. Modellerden elde edilen verilerden yola çıkılmasıyla birlikte gövdenin yerden 80 cm yukarıda konumlanması gerektiği sonucuna varılmıştır. Fakat taşıyıcı konstrüksiyonda yapılması zorunlu olan değişiklikler nedeniyle yerden yükseklik daha sonra 1,3 metreye yükseltilmiştir. Meydana gelen bu değişikliğin, gelecekteki araştırmalar için gövdenin altına kolay erişilmesi ve izleyicilerin gövde altını daha rahat inceleyebilmesi gibi avantajları olmuştur. Batığın kış kısmı baş kısmına göre daha iyi korunmuştur. İzleyicilerin korunmuş olan kısmını daha iyi görebilmeleri amacıyla kış kısım sergi salonu girişinin karşısına konumlandırılmıştır. Ayrıca giriş kısmında bulunan bir balkon sayesinde batığın iç detayları da izleyiciler tarafından rahatça görülebilmektedir (Piercy, Matthews, 2004: 147).

Batık ahşaplarının sabitlenmesi amacıyla oluşturulan taşıyıcı konstrüksiyon yapısı aynı anda birkaç ihtiyaca cevap verebilecek şekilde tasarlanmıştır. Taşıyıcı konstrüksiyonun birincil amacı batık ahşaplarını bir arada tutacak sağlam bir dayanak oluşturmaktır. Buna ek olarak, istasyon hatlarının her birinde karına dönüşüne kadar uzatılan taşıyıcı konstrüksiyon sistemi, izleyicilerin batığın genel hatlarını anlayabilmesine de olanak sağlamaktadır. Ayrıca gövdenin üst yapısından ele geçen bazı ahşapların sabitlenmesi ve rekonstrüksiyon detaylarının gösterilebilmesi için oluşturulan yapıya destek görevi görmektedir. Böylece örnek bir orta çağ gemisinin boyutu ve şekli hakkında sürekliliği olan bir genel yapı elde edilmiştir. Taşıyıcı konstrüksiyon büyük çoğunlukla çelikten inşa edilmiştir. Paslanmaz çelik, yalnızca konstrüksiyonun orijinal ahşaplara temas ettiği bölgelerde kullanılmıştır. Sergileme salonunun zemini yeterince sağlam olmadığı için konstrüksiyonun ağırlığını taşıyan zemin sergi salonu zemininden bağımsız bir şekilde oluşturulmuştur. Omurganın ağırlığını zemine ileten 3x3 cm boyutunda çelik payandalar aracılığıyla konstrüksiyon zemine oturtulmuştur. Buna ek olarak daha sağlam bir yapı olması amacıyla payandalar da çeşitli çelik şeritler kullanılarak belli noktalarda birbirlerine sabitlenmiştir (Piercy, Matthews, 2004: 147-149).

Batığın ağırlığını taşıyan 2 cm çapında 3 mm kalınlığındaki çelikten imal edilmiş payandaların üst kısmına 2x3 cm boyutunda ve 4 mm kalınlığında paslanmaz çelikten imal edilen T şeklinde şeritler kaynaklanmıştır. Bu T şeklindeki ara parçalar direkt olarak ahşapları veya ahşapların bağlı bulunduğu diğer aparatları taşımaktadır. Omurgayı taşıyan U şekilli profilleri, omurga boyunca uzanan 2.5 cm çapında, 3mm kalınlığında dik bir çelik boru desteklemektedir. Bu boru 2 metre uzunluklar halinde birleştirilip kaynaklanarak omurga altına monte edilmiştir. Söz konusu borunun alt kısımları, dik olarak zeminden gelen payandalara kaynaklanmıştır. U şekilli profillerin üst kısmı omurganın en geniş yerinin hizasından düz bir şekilde omurga boyunca uzatılmıştır. Omurgayla destek arasında boş kalan kısımlar takozla desteklenerek kare kalıplar oluşturulmuştur. Bu kalıplar içerisine poliüretan köpük sıkıldıktan sonra kalıplar yerlerinden çıkarılmıştır. Daha sonrasında köpükler siyaha boyanmıştır. Kıç bodoslanmanın U şekilli profil içinde durabilmesi için destek sistemine paslanmaz çelikten kısa kayışlar kaynaklanmıştır. Her kayışta paslanmaz çelik çubukların kıç direğine açılı olarak tutturulabilmesi için küçük delikler açılmıştır. Omurga hizasını geçmeyen eğriler ve eğrilerin olmadığı kısımlardaki kaplamalar da destek sistemine aynı yöntemle paslanmaz çelikten yapılmış kayışlarla birlikte sabitlenmiştir. İç kaplamaların destek sistemine sabitlenmesi için bir karelaj sistemi oluşturulmuştur. Bu sistem yerden uzatılan payandalar ve T şekilli kayışlar tarafından taşınmaktadır. Her bir karesinin boyutu 2x1 cm olan karelaj sistemine ahşaplar paslanmaz çelik pimlerle sabitlenmiştir. Gövdeye temas etmeyen fakat dışarıdan açıkça görünen payandalar mümkün olduğunca az dikkat çekmesi için siyaha boyanmıştır. Payandaların yere temas ettiği kısımlardaki destek yapıları, gömme ışıklara sahip ahşap bir platform ile kapatılmıştır. Bu platformun üst kısmı ise çakıllarla kaplanarak alan sergilemeye hazır hale getirilmiştir (Şekil 2.9) (Piercy, Matthews, 2004: 149). Batığın içerisinde sergilendiği Bodrum Kalesi'nin 2017 yılında 3 yıllık restorasyona girmesiyle sergi salonunda yeni düzenlemeler yapılmıştır. Serçe Limanı Cam Batığı 2021 yılında yeni sergi düzeninde ziyarete açılmıştır (Şekil 2.10).

Şekil 2. 9: Batığın sergi düzeni.



Kaynak: Evren Türkmenoğlu Arşivi.

Şekil 2. 10: Serçe Limanı Cam Batığının Yenilenmiş Sergi Salonu.



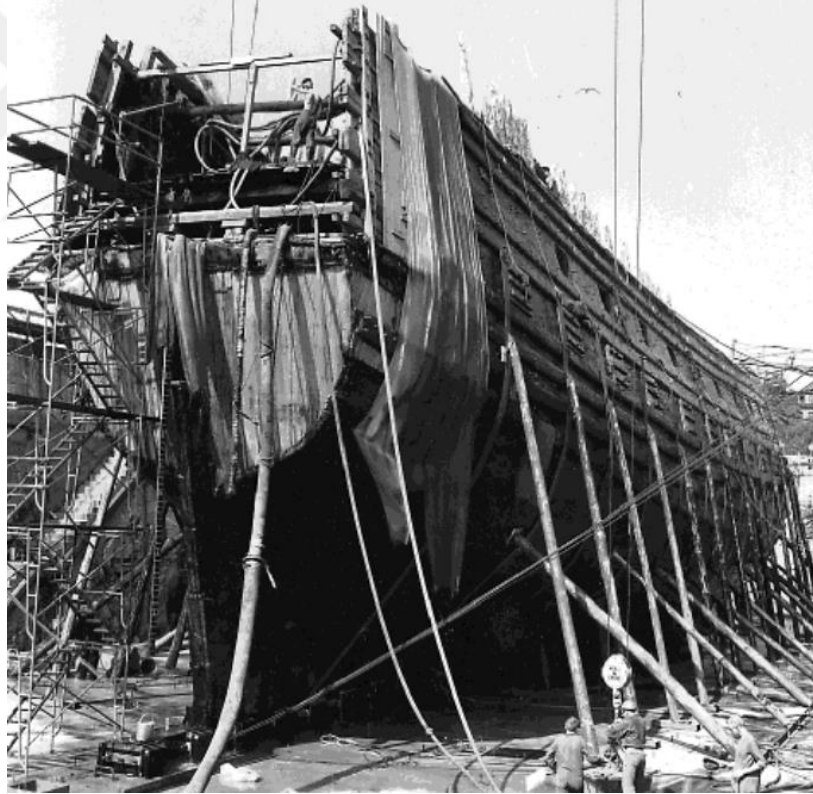
Kaynak: Osman Haktan Uygun Arşivi.

2.2. Avrupa Müzelerinden Örnekler

2.2.1. Vasa

Vasa gemisinin yapımına, 1624 yılında İsveç Kralı II. Gustav Adolf'un talimatıyla, Stockholm Donanma Tersanesinde başlanmıştır. 4 yıl süren inşaatın ardından gemi 10 Ağustos 1628 yılında suya indirilmiştir. Çoğunlukla meşe ağacından (*Quercus robur*) imal edilen, bir genel iki de top güvertesiyle birlikte toplam üç adet güverteye sahip olan gemide 64 adet bronz top bulunmaktadır. Çıktığı ilk seferde halkı selamlamak için top atışına başladığı sırada rüzgârın da etkisiyle açık olan lombarlarından su alarak Stockholm Limanı'nın çıkışında batmıştır (Hafors, 2001: 1, Hocker, 2020: 16).

Şekil 2. 11: Vasa Batığı



Kaynak: Hafors, 2001

Geminin batışını takip eden yıllarda batık gövdesinin su altından çıkarılması için yapılan çeşitli girişimler başarısız olmuştur. 1956 yılında İsveçli mühendis Anders Franzén tarafından geminin konumunun tespit edilmesine yönelik uzun süreli bir arşiv

alışması yapılmıştır. Arşiv alışmaları sonucunda konumu yaklaşık olarak tespit edilen batık alanında, bir çeşit burgu aleti kullanılarak su altından alınan ahşap örnekleri incelenmiş, bunun sonucunda batık teşhis edilebilmiştir (Hafors, 2001: 2). 1958-1961 yılları arasında sürdürölen su altı araştırmalarından sonra 1961 yılının Nisan ayında, İsveç donanması ve bir özel şirketin ortaklığıyla yapılan kurtarma operasyonunda batık gövdesi su üzerine çıkarılmıştır (Şekil 2.11-2.12). Yüzen bir şamandıra üzerine alınan gövde, sonrasında kuru bir pontonda kendi omurgası üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 2.13). Gövdenin iç basıncının hafifletilebilmesi için güvertelerde yapılan kazı çalışmalarında geminin gövde elemanları, mürettebata ait eşyalar, barut ve mermi sandıkları gibi çeşitli buluntulardan oluşun toplam 16.000 adet eser ele geçirilmiştir. Bu sırada geminin suya doymuş durumdaki ahşap gövdesi kurumaması için sprej sistemiyle su püskürtölerek ıslak tutulmuştur (Hafors, 2001: 1, Hocker, 2020: 16).

Şekil 2. 12: Batık gövdesinin yüzer şamandıra vasıtasıyla ponton üstüne taşınması.



Kaynak: Hafors, 2001: 23.

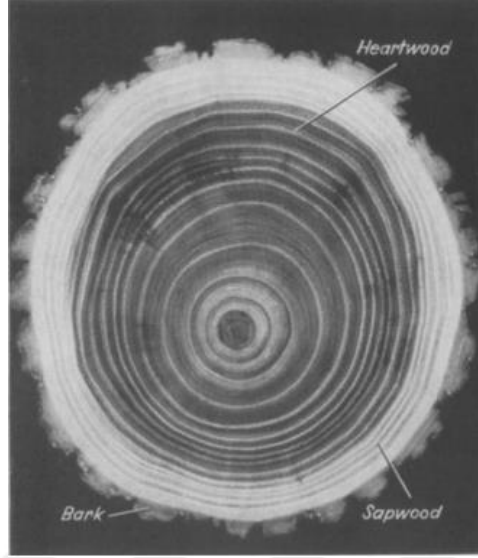
Şekil 2. 13: Batığın ponton üstüne yerleştirilmesi.



Kaynak: Hocker, 2020: 18.

Vasa gemisi 1961 yılında su üzerine çıkartıldığında, o döneme kadar bu büyüklükte hiçbir ahşap yapı bu derece iyi korunmuş durumda olmadığından, batık ahşapları üzerinde yapılan çalışmalar aynı zamanda deneysel bir nitelik de kazanmıştır. Yapılan mikroskobik incelemelerin sonucunda batık ahşaplarının meşe öz odunundan yapıldığı için iyi korunmuş olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2.14). Korunma düzeyinin iyi olmasının bir diğer sebebi ise Baltık Denizi'nin soğuk ve asidik koşullarının, Akdeniz'in tersine ahşaplara zarar veren canlılar için uygun olmamasıdır. Ahşabın nispeten daha çok bozulmuş kısmının yüzeyden içeriye doğru sadece 2 cm kalınlığındaki kısımda olduğu anlaşılmıştır. Ancak Vasa ahşaplarının en büyük dezavantajının gemi yapımında kullanılan binlerce parça metal aksamın su altında korozyona uğrayarak gemi ahşaplarına nüfuz etmesi olduğu tespit edilmiştir. Yapılan analizlere göre, ahşabın koyu renkli alanlarında ahşap ağırlığına oranla %2, açık renkli alanlarda ahşap ağırlığına oranla %0.01 oranında demir bileşikler bulunmuştur. İç kısımlarda önemli miktarlarda bulunan demir bileşikler katalizör görevi görerek ahşaplarda ciddi zararlara sebebiyet vermişlerdir. Polisakkaritler depolimerize olmuş, oluşan organik asitlerin varlığıyla birlikte oldukça asidik bir ortam oluşmuştur. Ahşapların U_{max} değerlerinin ortalaması %150 olarak ölçülmüştür (Hocker v.d. 2012: 175-176, Hocker, 2020: 17, Vorobyev v.d. 2017: 2).

Şekil 2. 14: Ahşabın öz odun (*heartwood*) ve diri odun (*sapwood*) kısımları.



Kaynak: Cote, 1968: 4.

1959 yılında batığın konservasyon yöntemine karar verilmesi ve uygulanması, gerekli kimyasalların temin edilmesi, personel ihtiyacının karşılanması, ele geçen buluntular için depolama tesislerinin inşa edilmesi gibi faaliyetler için bir bilim heyeti oluşturulmuştur. Heyet batığın gövdesi ve kazı alanından çıkan diğer ahşap buluntuların konservasyon işlemleri için farklı yöntemler kullanılmasına karar vermiştir. Başlangıçta gövdenin konservasyonu için gliserol-keten tohumu yağı, carboxy methylcellulose ve polietilen glikol yöntemlerinin dezavantaj ve avantajlarının karşılaştırmaları yapılmıştır. Sonrasında Vasa batığı için uygulanabilecek en verimli konservasyon uygulamasının polietilen glikol emdirme yöntemi, kazı alanından ele geçen küçük buluntular için ise gliserol-keten tohumu yağı yöntemi olduğuna karar verilmiştir (Hafors, 2001: 43-50).

Konservasyon için seçilen PEG kimyasalı su ile çözülerek Vasa gövdesine sprey yoluyla püskürtülerek uygulanmıştır (Şekil 2.15). PEG spreyleme yöntemi yüksek bağıl nem ortamında iyi sonuç vermesine karşın ahşaplarda oluşabilecek mikroorganizma hareketinin artmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple çözeltiye fungusit ilave edilmiştir. Gövde ahşaplarında oluşan çatlaklara %40 PEG 400 ve %3 sodyum pentaklorofenat çözeltisi uygulanmış daha sonra tatmin edici sonuç alınamaması üzerine çözelti %15 PEG 4000 ve %6 borik asit- boraks karışımı olarak

değiştirilmiştir. Başlangıçta manuel olarak yapılan spreyleme işlemi sonrasında bir püskürtme sistemi kurularak otomatik hale getirilmiştir (Şekil 2.16). Erime sıcaklığı 56°C olan PEG 4000'in, erime sıcaklığı 46°C olan PEG 1500'e göre daha az higroskopik olduğu, dolayısıyla müze ortamında daha iyi sonuç verdiği bilinmektedir. Fakat PEG 4000, PEG 1500'e göre daha viskoz olması sebebiyle otomatik spreyleme sisteminin PEG'i püskürtmesi neredeyse imkânsız hale gelmiştir. Bu sebeple PEG in molekül ağırlığı çözelti oranları aynı kalmak koşuluyla PEG 1500'e dönüştürülmüştür. Daha sonra çözeltiye kademeli olarak PEG 600 eklenmiştir. Böylece viskozitesi düşük olan düşük molekül ağırlıklı PEG'in ahşabın iç kısmına penetre etmesi sağlanırken, yüksek molekül ağırlıklı PEG'in ahşapların dış kısmını güçlendirmesi sağlanmıştır. Çözelti konsantrasyonu %45'e kadar kademeli olarak çıkartılmış ve 1979 yılında spreyleme işlemi tamamen durdurulmuştur. Ahşapların kontrollü olarak kurutulabilmesi için bina içerisindeki bağıl nem %95'ten %60'a düşürülmüştür. 9 yıllık bir kurutma sürecinin ardından PEG 4000 ısıtılarak manuel olarak ahşap yüzeylerine uygulanmış ve konservasyon tamamlanmıştır (Hafors, 2001: 50-65, Hocker v.d. 2012: 176-177, Hocker, 2020: 20-22).

Şekil 2. 15: Sprey yöntemiyle PEG uygulaması.



Kaynak: Hocker v.d. 2012: 177.

Şekil 2. 16: Sprey sistemi kurulamayan alanlarda manuel olarak PEG spreyleme işlemi.



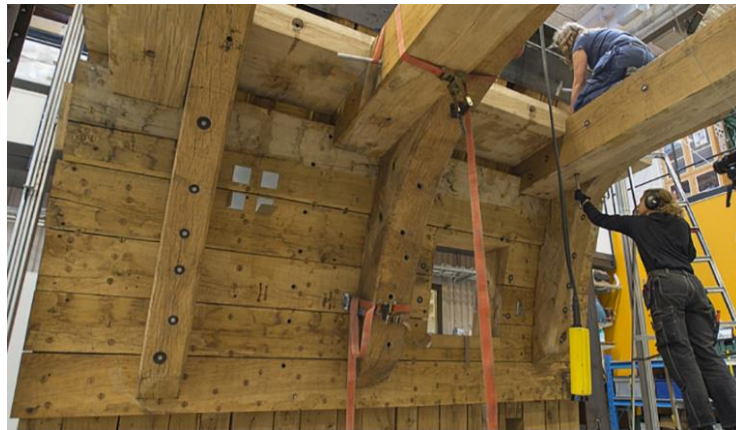
Kaynak: Hocker, 2020: 21.

Konservasyon sonrasında yapılan incelemelerde spreyleme yöntemiyle uygulanan PEG emdirme işleminin batık gövdesinin tümünde aynı etkiye sahip olmadığı, batığın alt kısımlarında erken kuruyarak çatlayan bölgelerin olduğu anlaşılmıştır. Buna rağmen genel olarak PEG ahşapların şekil ve boyutlarının korunmasında, geminin büyük çaplı bozulmadan ve çarpılmadan kaçınmasını sağlamasında PEG yönteminin başarılı olduğu kabul edilmiştir. Diğer yandan Vasa gövdesine yüzey işlemi olarak uygulanan PEG 4000'in ahşaplardaki higroskopik özelliği azalttığı, vakumlu aletlerle batık üzerinde temizlik yapmayı kolaylaştırdığı görülmüştür. Bu uygulama ahşap yüzeyini parlak, mumsu ve koyu renkli bir yüzey haline getirerek atmosferle ahşap arasında adeta bir bariyer görevi görmüştür. Yapışkan bir yüzey olmasıyla birlikte fazla toz tutması, alet izleri ve renk pigmentlerini gizlediği için doğal bir ahşap görüntüsü vermemesi ise yüzey işleminin dezavantajları olarak sıralanabilir (Hocker v.d. 2012: 178).

Vasa gövdesi farklı tipte parçaların birbirine bağlantı parçaları ile karmaşık bir şekilde birleştirilmesinden meydana gelmiştir. Gövde yapısı gereği oluşan çok yönlü yükler bağlantı parçaları aracılığıyla gövdenin çeşitli parçalarına iletilmektedir. Batık gövdesinde zamanla mukavemet kaybına bağlı bozulmalar tespit edilmiştir. Gövdenin

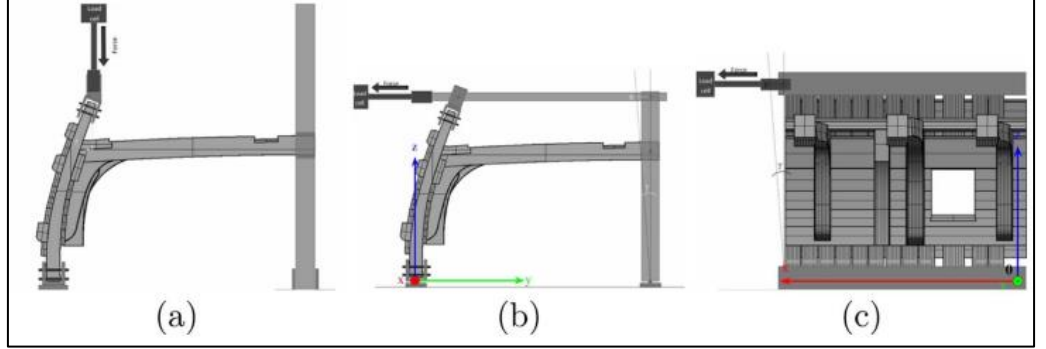
lokal ve genel deformasyonu, karmaşık halde bulunan bağlantıların sertliğinin, kırılabilirliğinin ve elastikiyetinin zamanla değişmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle gövdeyi oluşturan yapı elemanlarının davranışını anlamak oldukça önemlidir (Wu v.d. 2017: 1, Afshar v.d. 2017: 62, Hocker v.d. 2012: 180, Ljungdahl, Berglund, 2007: 279). Arkeolojik ahşaplardan oluşan yapıların sertlik derecesi kuvvet-moment dengesine dayanan testler yapılarak tespit edilebilmektedir. Bükme-sıkıştırma, dönme ve düzlem içi çekme testleri yapılan ahşaplarda oluşan yer değişimleri hesaplanarak analiz edilir (Şekil 2.18). Yapılan testler esnasında ahşaplarda meydana gelecek değişimler temaslı ve temassız ölçüm yöntemleri ile ölçülmektedir. Vasa gemisinde söz konusu testlerin orijinal ahşaplar üzerinde fazlaca stres oluşturacağı düşünüldükçe geminin bir bölümünün tam ölçekli yaklaşık 4 ton ağırlığında bir replikası inşa edilmiştir (Şekil 2.17). Replikanın gövdesi meşe kaplamalarından oluşmaktadır. Meşe ağacından oluşturulan replika parçaları yine meşeden yapılan dübellerle birbirine bağlanmıştır. Testler 20 derece ve %55 bağıl nemde kapalı bir odada testler gerçekleştirilmiştir. Yükleme işlemi 100 – 2000 kN güç üretebilen hidrolik bir cihazla uygulanmıştır. Yer değiştirme ölçümleri, hedefleri önceden belirlenmiş olan “Mitutoyo ABS Digimatic Indicator ID-C125B” cihazı ile yapılmıştır. Hata payı 0.001 mm olarak ölçülmüştür. 3D tarama için FARO Focus 3D laser scanner cihazı kullanılmıştır. Buna ek olarak bazı yerlerde çekme telli yer değiştirme sensörü olan “Selescos p-1-25” kullanılmıştır (Şekil 2.19) (Vorobyev v.d. 2018: 2-4, Wu v.d. 2017: 2, Afshar v.d. 2017: 63).

Şekil 2. 17: Dayanıklılık testlerinin gerçekleştirilebilmesi için oluşturulan tam ölçekli replika.



Kaynak: Hocker, 2020: 42.

Şekil 2. 18: Kuvvet-moment dengesine dayanarak yapılan testlerin illüstrasyonu. A) Bükme-sıkıştırma testi, B) dönme testi, C) düzlem içi çekme testleri.



Kaynak: Vorobyev v.d. 2017: 3.

Şekil 2. 19: Selescos p-1-25 cihazı ile yer değiştirme ölçümü.

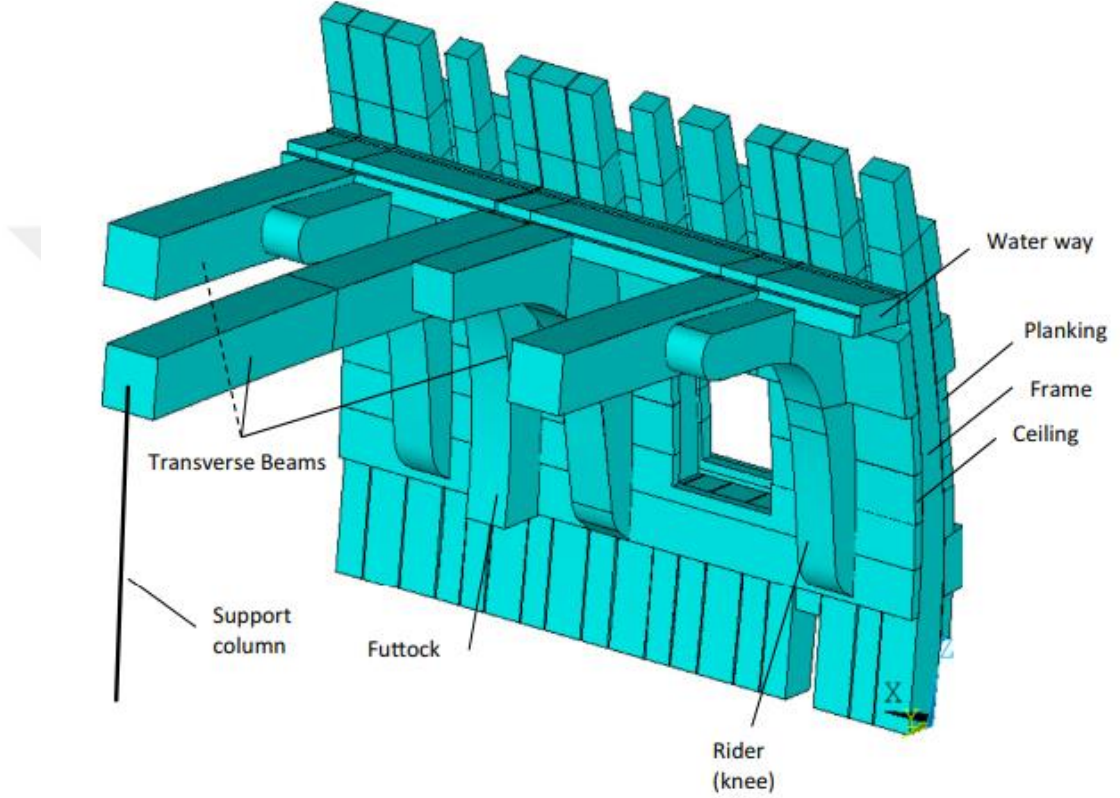


Kaynak: Vorobyev v.d. 2017: 3.

Vasa batığının tam ölçekli kesit replikasının deneysel test sonuçları, *finite element model* (FE) olarak bilinen başka bir dijital testten edinilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Replikada kullanılan taze meşe ahşabı ve Vasa'nın suya doymuş ahşaplarının fiziksel özellikleri oldukça farklı olduğundan hesaplama yapılırken doğru sonuç alınabilmesi için Vasa ahşaplarının gerçek fiziksel özellikleri programa tanıtılmıştır. Batık gövdesinin tam ölçekli replikasında yapılan testlerin sonucu FE modelinde sınır koşulları değerlerinin girilebilmesi için kullanılmıştır. FE modelinde gemiyi oluşturan yapım elemanlarının gösterilmesi için basitleştirilmiş bir model oluşturulmuştur. Modelde tam ölçekli replikayı temsil etmek üzere yalnızca gemi gövdesi, eklem kısmı ve giriş oluşturulmuştur. Yapıyı oluşturan tüm parçaların

modellenecek FE modelinde kullanılması uzun hesaplama sürelerine yol açtığından dolayı tercih edilmemiştir (Wu v.d. 2017: 2, Afshar v.d. 2017: 63).

Şekil 2. 20: FE testi için oluşturulan dijital model.



Kaynak: Afshar v.d. 2017: 62.

Yapıdaki eklem parçalarının sertliği, model üzerine yük uygulandığında kiriş ve gövde arasında oluşan açılar kullanılarak hesaplanmaktadır. Ahşapların anizotropik özelliğinden dolayı sıkıştırma, döndürme ve düzlem içi kesme testlerinde farklı açılar elde edilmektedir. Döndürme testinde gövdenin üzerine yatay bir çekme yükü uygulanmıştır. Bükme-sıkıştırma testinde enine kirişlerin alt kısmı ve gemi ortasına doğru uzanan yatay kirişin ucu sabitlenerek dikey yönde kuvvet uygulanmıştır. Düzlem içi kesme testinde ise gövdenin ve kirişlerin ucu sabitlenerek gövdenin tepesinden uzunluğu boyunca yük uygulanmıştır. Bu testler sırasında yükün uygulandığı konumlardaki mutlak yer değiştirmeler ölçülmüştür. Ayrıca seçilen bileşenler arasındaki göreceli yer değiştirmeler de kaydedilmiştir. Farklı geometrik

konfigürasyona sahip eklem parçaları kurulum aşamalarına göre sırayla test edilmiştir. Eklem kısmını oluşturan yapım elemanları sırayla teste sokulduğunda aynı yükleme koşullarında farklı tepki vermişlerdir. Buna göre posta, praçol ve kanallar (*waterway*) destek elemanı veya yük transfer merkezi olarak çalışmışlardır. Vasa gemisinin ahşaplarının bozulması ve PEG'in neden olduğu yumuşama etkisiyle Vasa bileşenleri arasındaki bağlantıların taze meşeye göre yarı sert olarak kabul edilmesi gerektiği anlaşılmıştır. Ayrıca ahşapların yük altında lineer tepki verdiği görülmüştür. Yapılan testler sonucunda gövdedeki eklem yapısını oluşturan elemanların yüksek derecede sert olduğu kanıtlanmıştır. Ayrıca ahşapların döndürme testinde, sıkıştırma testine göre 10 kat daha sert olduğu görülmüştür. Yapılan testlerde beklenenin aksine bir bileşenin yapıdan çıkarıldığında sertliğin azalması gerektiği düşünülürken bu önermeye tezat sonuç alınmıştır. Tam geometri konfigürasyonunun en sert sonucu vermesi beklenirken şaşırtıcı bir şekilde posta ve kanal (*waterway*) olmayan konfigürasyon sertlik değeri en yüksek olan sonucu vermiştir. Bu durumun nedeninin temas eden parçaların bir miktar yapışması ve kayması olabileceği düşünülmüştür (Wu v.d. 2017: 2-5, Afshar v.d. 2017: 65-75).

Yapılan çalışmalar neticesinde Vasa ahşapların taze meşe ahşaplarına göre oldukça dayanıksız olduğu tespit edilmiştir. Dayanıksız olan ahşaplar taşıyıcı konstrüksiyonun da yetersizliğiyle birlikte lokal ve genel deformasyona uğramıştır. Deformasyon görülen batık gövdesini taşıyan konstrüksiyonun ve ahşapların birbirine tutturulmasını sağlayan cıvataların iyileştirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Bu sebeple batık çelikten oluşan 36 adet “I” profil üzerine oturtulmuştur. Gövde ve profil arasında kalan boşluklara ahşap takozlar yerleştirilmiştir. Profiller gövdeyi yan kısımlarından desteklese de batığın ağırlığını halen büyük ölçüde omurga taşımaktadır (Hocker, 2020: 35).

Şekil 2. 21: Batık pontona ilk yerleştirildiğinde yapılan destekleyici payandalar.



Kaynak: Hafors, 2001: 29.

Şekil 2. 22: Batık pontona ilk yerleştirildiğinde yapılan destekleyici payandalar.

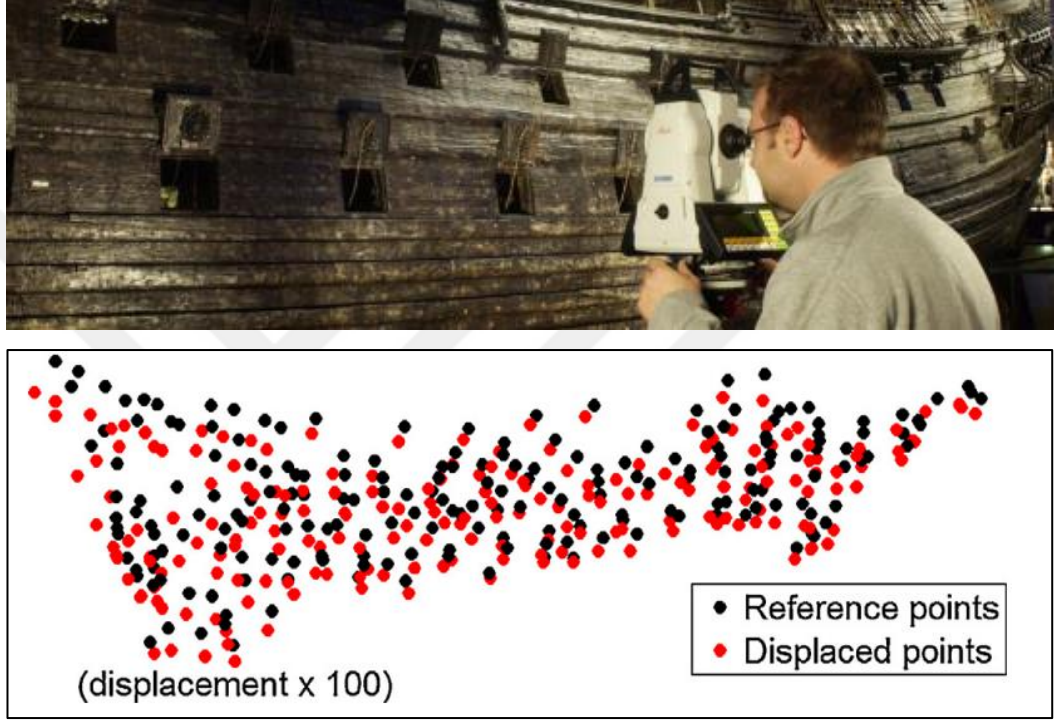


Kaynak: Hafors, 2001: 29.

Batık üzerinde zamanla oluşan deformasyonların izlenebilmesi için total station kullanılarak 400 hedef üzerinde yılda iki kez ölçüm yapılmıştır (Şekil 2.23). Bu metodla gövdenin her yıl yaklaşık 1mm aşağı yönlü hareket ederek omurgayı parçaladığı anlaşılmıştır. Ayrıca geminin üst kısımları iç tarafa doğru hareket ederken

direkler iskele tarafına doğru yatma eğilimi göstermektedir. 2004 yılında yeni iklimlendirme sistemine geçildiğinde batık ahşaplarındaki nemlilik azaltılmış böylece gövdenin hareketi kısmen de olsa engellenmiştir (Hocker, 2010, Hocker, 2020: 36).

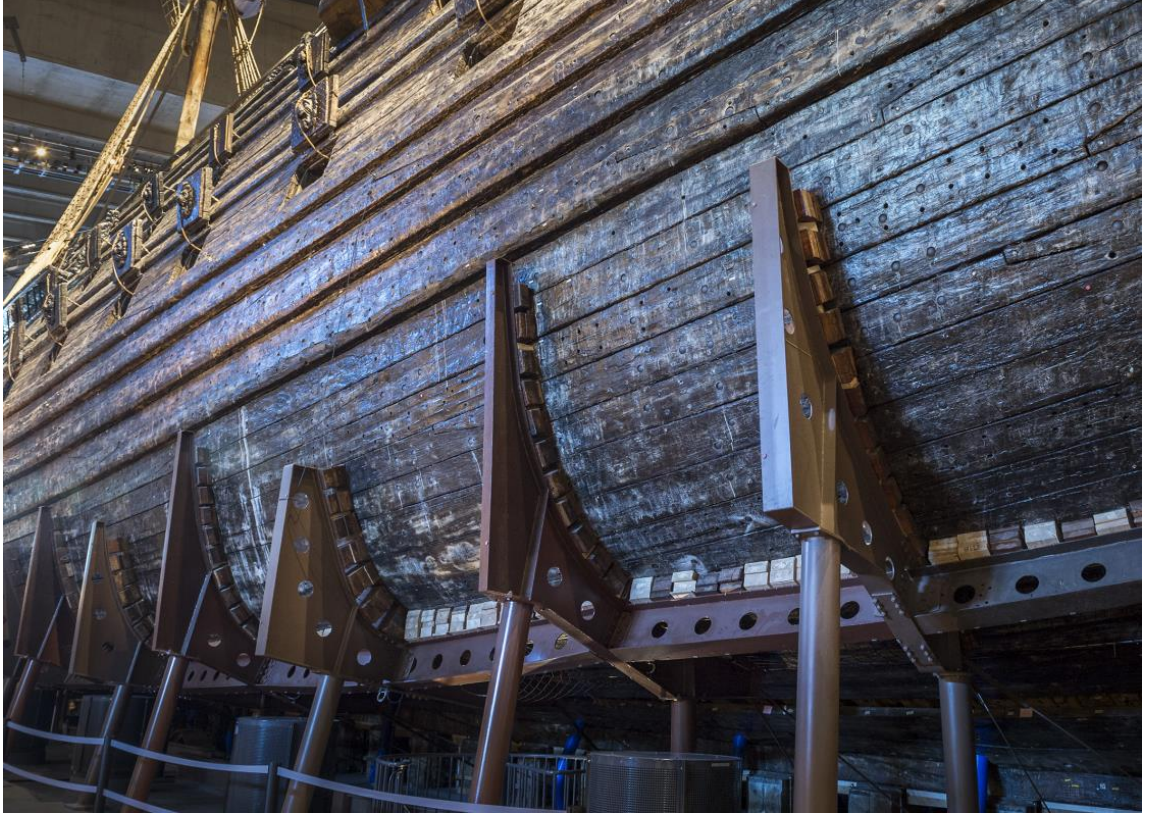
Şekil 2. 23: Gövde hareketlerinin izlenmesi.



Kaynak: Dijk v.d. 2016: 106.

Gövde hareketini büyük oranda engellemek üzere 2008 yılında gövdeye temas eden takozların sayısı artırılmıştır (Şekil 2.24). Payandaların arası gövde boyunca birbirine bağlanarak bu noktaların da gövdeyi desteklemesi sağlanmıştır. Omurganın alt kısmına yüksekliği ayarlanabilen çelik destekler yerleştirilmiştir (Şekil 2.25). Bu işlemlerin sonrasında gövdeye binen yükler nispeten daha dengeli dağıtılmıştır. İşlemlerden sonra yapılan izlemelerde gövdenin dikey hareketinin nispeten engellendiği tespit edilmiştir (Hocker, 2020: 36).

Şekil 2. 24: Payanda ve batık gövdesi arasında artırılan takozlar.



Kaynak: Hocker, 2020: 36.

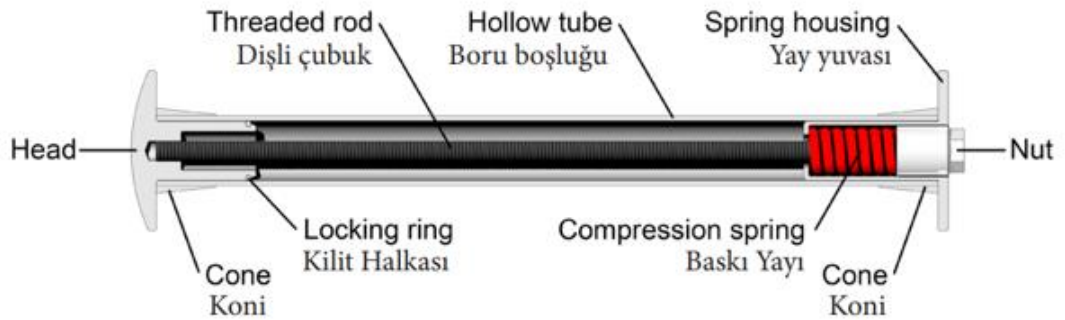
Şekil 2. 25: Omurganın alt kısmında artırılan ayarlanabilir destekler.



Kaynak: Hocker, 2020: 38.

Gemi elemanlarının birbirine sabitlenmesi için 1960'lı yıllarda takılan epoksi kaplı çelik cıvatalar düzenli aralıklarla sıkılmadığı için gövdenin deforme olmasına sebep olmuştur. Cıvataların az veya çok sıkılması ahşaplarda deformasyon yaratırken cıvataların çelik malzemeden yapılmış olması korozyon problemlerini beraberinde getirmiştir. Yaklaşık 5000 adet cıvata olduğu düşünüldüğünde cıvataların işlevini tam yerine getirmemesi gövdenin emniyeti açısından endişe verici bir hale gelmiştir. Bu sebeplerden dolayı geleneksel cıvatalar, farklı bileşenlerden meydana gelen yeni tasarım cıvatalarla değiştirilmiştir. Bu cıvatalarda pul yerine kullanılan konik biçimli uçlar ve yayların ayar gerektirmeden sürekli ideal koşullarda basınç yapması sağlanmıştır. Ayrıca cıvataların iç kısmında boylarının ayarlanabilmesi için bir dişli çubuk da yer almaktadır. Cıvatalar %27 krom ve %7 nikel içeren hiper-dubleks paslanmaz çelikten (SAF 2507® ve SAF 2707 HD®) ve diğer alaşımlardan üretilmiştir (Şekil 2.26). Malzeme kalitesi korozyon direncini artırırken hafifliği sayesinde de oldukça avantajlıdır. 28 mm çapındaki yeni cıvataların batığının 22,5 cm çapındaki özgün cıvata deliklerine takılması için bu deliklerin genişletilmesi de gerekmiştir. Tüm gövdedeki cıvatalar değiştirildiğinde gövdenin toplam ağırlığı yaklaşık 7 ton hafifletilmiştir. (Hocker, 2020: 36-38).

Şekil 2. 26: Farklı bileşenlerin bir araya getirilmesiyle üretilen yeni tip cıvataların illüstrasyonu.



Kaynak: Hocker, 2020: 39.

Yukarıda açıklanan problemlerden dolayı uzmanlar batığının taşıyıcı konstrüksiyonunun değiştirilmesi gerektiğini düşünmektedir. Yeni yapılacak olan

desteğin gövdeye binen yükleri daha dengeli dağıtabilmesi ana hedef olarak belirlenmiştir. Dıştan destekleyen yapının haricinde batık içine bir iç iskelet desteği yapılması, oluşturulan iç destek sisteminin de direklerle bağlantılı hale getirilmesi amaçlanmaktadır (Hocker, 2020: 40-41).

2.2.2. Bremen Cog

Bremen Cog Batığı 1962 yılında Bremen kenti yakınlarında Weser Nehri'nde keşfedilmiştir. Meşe ağacından yapılan gemi gövdesi sancak tarafına yatmış şekilde bulunmuştur. Dendrokronoloji yöntemiyle elde edilen verilerden yola çıkılarak geminin yapımında kullanılan ahşapların 1378 yılında kesildiği, geminin yapımının ise 1380 yılında tamamlandığı düşünülmektedir. Bremen Cog batığı 1963 yılında ahşapları demonte edilerek kaldırılmıştır. Kazı sonrası geçici depolama amacıyla tutulduğu tanklardaki suya, %1'lik flurasil mantar önleyici eklenmiştir (Colsone, 2020: 177). 1973 yılında halen yapım aşamasında olan Alman Denizcilik Müzesi'ne nakledildikten sonra beş kişilik bir ekiple yoğun nemliliğe sahip bir ortamda batığın rekonstrüksiyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. 23.27 metre uzunluğunda, 7.62 metre genişliğinde ve 4.26 metre yüksekliğindeki (omurgadan küpeşteye) batığın konservasyonunda PEG emdirme yöntemi kullanılmıştır (Şekil 2.27) (Colsone, Tamas, 2018: 122, Colsone, 2020: 177, Hoffmann, 2011: 153).

Şekil 2. 27: Bremen Cog Batığı.



Kaynak: Colstone, Tamas: 2018: 125.

Konservasyon çalışmaları kapsamında PEG kimyasalı üç aşamada tam emdirme yapılarak uygulanmıştır. PEG 1500 ile başlanan konservasyon işleminde konsantrasyon %12'ye çıkarıldıktan sonra PEG'in ahşap hücrelerine tam penetre etmediği görülerek kullanılan PEG'in molekül boyutu 200'e düşürülmüştür. PEG 200 çözeltisinin konsantrasyonu 8 sene içerisinde %40'a çıkarıldıktan sonra tekrar molekül boyutu değiştirilerek PEG 3000 ile %70 konsantrasyona çıkılmıştır. Geminin sergilenmeye başlandığı 2000 yılına gelindiğinde konservasyon çalışmaları bitirilerek ahşap yüzeylerindeki PEG kalıntıları sıcak hava tabancası ve çeşitli el aletleri kullanılarak temizlenmiştir. Bu aşamadan sonra ahşaplar yaklaşık 6 ay boyunca kontrollü kurutma işlemine tabi tutulmuşlardır. Yaklaşık 20 yıl süren konservasyon sürecinin ardından batık 2000 yılında Bremerhaven şehrindeki müzede sergilenmeye başlanmıştır (Şekil 2.28) (Colstone, 2020: 179-181, Colson, Tamas, 2018: 124).

Şekil 2. 28: Batığın ilk taşıyıcı sistemiyle sergilenişi.



Kaynak: Hoffmann, 2011: 153.

Bremen Cog pruvası kuzeye gelecek şekilde sergilenmekte olup üç farklı seviyeden erişilebilmektedir. Doğu yönünde bulunan büyük bir pencere, ziyaretçilerin batığı sancak kısmından görmelerini sağlarken, batık üzerindeki ışık değerlerini artırdığından dolayı önleyici koruma çalışmaları açısından sorun teşkil etmektedir. Geçici olarak tasarlanan metal destek hala batığın üzerinde olduğundan dolayı batığın farklı bölümlerine erişimi kolaylaştırmaktadır. Kıç kısmının arkasında bir asansör montajı yapılmıştır (Colson, Tamas, 2018: 130).

Batığın sergilenmesinde kullanılan taşıyıcı konstrüksiyon için oldukça minimalist bir tasarım seçilmiştir. Taşıyıcı konstrüksiyon tasarımında estetik ön planda tutularak taşıyıcı öğelerinin batığın görünüşünü engellememesine dikkat edilmiştir. Bu kapsamda batığın ağırlığı yaklaşık 50 çelik asma halat vasıtasıyla yan binanın çatısına taşınmıştır. Batığın ağırlık hesaplamaları yapıldıktan sonra oluşan ihtiyaç dolayısıyla omurga ve iç kaplamaları kapsayacak şekilde bir iç destek sistemi oluşturulmuştur. 2001 yılında taşıyıcı konstrüksiyon sisteminin yetersizliği sebebiyle

batık üzerinde çeşitli deformasyonlar görülmeye başlanmıştır (Hoffmann, 2011: 151). Gövdenin alt kısımlarındaki kaplamalarda boyuna uzun çatlaklar, ahşaptaki dikiş yerlerinin gevşemesi ve gövdenin sancak tarafının eğilmesi görülen deformasyonlara örnek olarak verilebilir. Konu uzmanlarıyla yapılan görüşmelerin nihayetinde, batığın sancak tarafı ve iskele tarafının eşit büyüklükte olmadığından dolayı yüklerin gövde üzerine asimetrik dağılmasının önemli bir deformasyon sebebi olduğu belirlenmiştir (Şekil 2.29-2.30-2.31). Söz konusu asimetrik yük dağılımını absorbe edebilecek kapalı bir taşıyıcı sistem olmadığından batık ahşaplarının hareketi engellenememiştir. Bu kapsamda gövdeyi stabil hale getirme amacıyla; deforme olmuş gövdenin Lahn'ın çizimlerine göre eski haline getirilerek bu halde tutulması, batık için özel tasarlanan taşıyıcı konstrüksiyonun batık etrafına yerleştirilmesi ve geminin konstrüksiyona sabitlenmesine karar verilmiştir.

Şekil 2. 29: Batığın ağırlık kaynaklı deformasyona uğramış hali.



Kaynak: Hoffmann, 2011: 156.

Şekil 2. 30: Batığın ağırlık kaynaklı deformasyona uğramış hali.



Kaynak: Hoffmann, 2011: 152.

Şekil 2. 31: Batığın ağırlık kaynaklı deformasyona uğramış hali.



Kaynak: Hoffmann, 2011: 152.

Yapılacak olan taşıyıcı konstrüksiyonun dayanıklı ve stabil kalabilmesi için yeni taşıyıcı sistem tasarlanmadan önce batığın hareketlerinin 3 boyutlu metodlar kullanılarak izlenmesi ve değerlendirilmesi gerektiğini düşünülmüştür. Söz konusu sistem uzun vadeli olarak deformasyonların izlenmesi üzerine oluşturulmuştur. Bu sistemde fotogrametri, lazer tarama, *total station*, *structure from motion* yöntemleri yıllar içerisinde tekrarlanarak gövdenin yer değiştirme ölçümleri yapılmıştır. Yöntemler uygulanırken bina içerisine kalibrasyon amaçlı sabit 22 adet kontrol noktası yerleştirilmiştir. Batık üzerine buğday nişastası kullanılarak yapıştırılan 120 adet japon kağıdı ölçüm cihazlarının batık üzerindeki referans noktalarını oluşturmaktadır. Söz konusu çalışmalardan çıkarılan sonuçlara göre batığın bel vererek sancak tarafına doğru yattığı ve 25 cm civarında yatay bir eksenle burkulduğu sonuçları çıkarılmıştır. Yapılan ölçümlerde kabul edilebilir hata payı en fazla 0.5-1mm olarak belirlenmiştir (Colson, Tamas, 2018: 122, Colson, Tamas, 2018: 129, Colson, 2020: 177, Colson, 2020:185-186).

Tasarlanacak yeni taşıyıcının, batığın dış görünüşünü kesinlikle engellememesine dikkat edilmiştir. Bu amaca yönelik olarak kendi ayakları üzerinde duran, sert ve kendini destekleyen bir paslanmaz çelik taşıyıcı tasarımı yapılmıştır (Şekil 2.32). Taşıyıcı, ahşapları dıştan desteklerken aynı zamanda dış ve iç kaplamalar arasında oluşacak boşluğa da bir dizi özel tasarlanmış destekleyici unsur yerleştirilmesine karar verilmiştir. Taşıyıcıda yer alan paslanmaz çelik çubuk gövdeye uzunlamasına destek olarak eğrileri taşımış, aynı zamanda paslanmaz çelik bantlar yardımıyla gövdenin iki yanındaki ahşap elemanlar doğru pozisyonda tutulmuştur. Böylece bir paslanmaz çelik sepet oluşturularak az sayıda payanda ile birlikte kendi ağırlığını taşıyacak hale getirilmiştir. Oluşturulan paslanmaz çelik konstrüksiyona gövde elemanları sabitlenmiş ve dışarıdan daha az dikkat çekmesi amacıyla koyu bir renge boyanmıştır. Bu işlemlerin yapılabilmesi için orijinal ahşaplara zorunlu olarak 10 x 15cm büyüklüğünde 20 adet delik açılmıştır (Hoffmann, 2011: 151-154, Colson, Tamas, 2018: 126).

Şekil 2. 32: Batığın stabil hale getirilebilmesi için hazırlanan dış destekler.



Kaynak: Hoffmann, 2011: 158.

Gövde üzerinde yapılan lazer taramadan alınan enine kesit eğimi ile 1980 yılında yapılan fotogrametri çalışmasının sonucu karşılaştırılmıştır. Böylece batığın geçen süre içerisinde ne kadar şekil değiştirdiği verisi elde edilmiştir. Buna göre 0-30 cm arası kaymalar tespit edilmiştir. Gemi, bindirme kaplama yöntemiyle inşa edildiğinden, eğrilerin kesiti için hassas bir lazer tarama çalışması da yapılmıştır. Doğrudan eğrilerden alınan şablonlara dayanarak 1:1 ölçekli bir çizim ortaya çıkarıldıktan sonra ahşaptan bir eğri replikası oluşturulmuştur (Şekil 2.33). Oluşturulan replika ile çizim karşılaştırıldıktan sonra aralarında 4 cm fark olduğu tespit edilmiştir. Dijital çizim verileri eğrilerden alınan somut verilerle güncellenerek

bilgisayar destekli lazer kesimi için veri elde edilmiştir. Yöntemin başarılı olduğu görülerek tüm eğriler için aynı işlem tekrarlanmıştır. Taşıyıcı konstrüksiyonun ayaklarının sabitlenmesi için beton temel atılmıştır. Ayrıca gövdenin kuru zemine oturduğu imajının verilebilmesi için zemin yükseltilmiştir. Çivi deliklerinde orijinal çivi görünümü yaratılabilmesi için kopya çiviler orijinal çivi deliklerine tutturulmuştur (Hoffmann, 2011: 158-160).

Şekil 2. 33: Oluşturulan eğri replikası.



Kaynak: Hoffmann, 2011: 158.

Batık üzerindeki deformasyonlar üç boyutlu izleme sistemleriyle tespit edilmiştir. Fakat bu tespitlerin sonuca ulaştırılarak taşıyıcı konstrüksiyon tasarımında kullanılması günümüzde halen devam etmektedir. Batık 2008 yılından beri iç

kaplamaları sökülmüş bir şekilde yeni bir destek sistemi oluşturulmadan sergilenmeye devam edilmektedir (Şekil 2.34) (Colsone, 2020: 186).

Şekil 2. 34: Bremen Cog Batığının günümüzdeki sergilenişi.



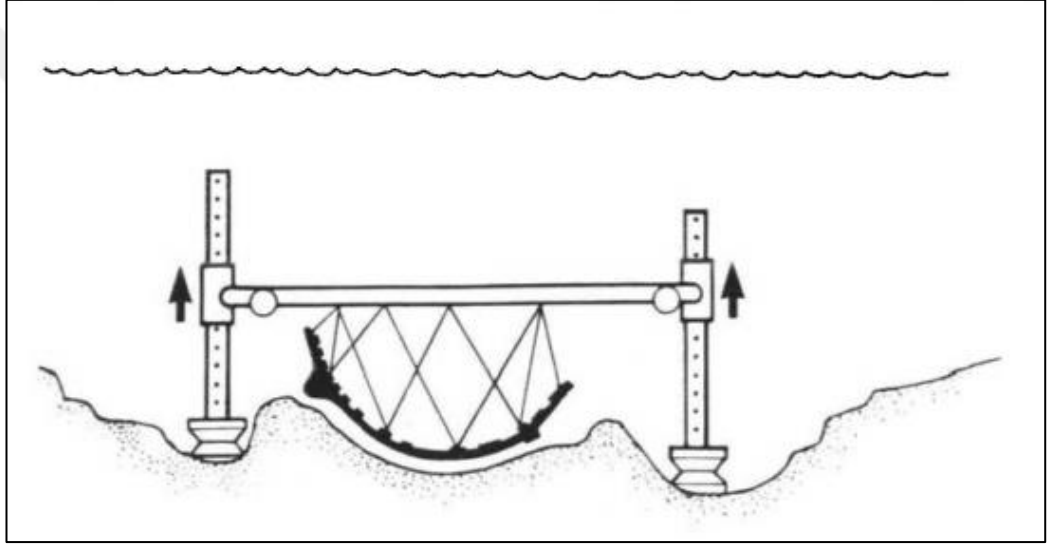
Kaynak: Hastedt v.d. 2019: 4.

2.2.3. Mary Rose

Mary Rose gemisi, 1509-1511 yılları arasında İngiltere'nin Portsmouth şehrinde inşa edilmiştir. 1545 yılında Solent'te batana kadar Kral VIII Henry'nin filosunun sancak gemisi olarak hizmet etmiştir. Omurgasının uzunluğu 32 m ve genişliği 4.6 metre olan batığın yüksekliği ise 13 metredir. 1965 yılında Alexander McKee tarafından batık alanı bulunana kadar yapılan araştırmalarda yalnızca bir dizi eşya veya silah su üzerine çıkartılabılmıştır. 1965 yılında Mary Rose batığı olduğu düşünülen bir anomali üzerinde yan taramalı sonar ve *sub-bottom profiler* çalışmaları yapılmıştır. Bu şekilde gövdenin tam konumu belirlenebilmiştir. 1971 yılında yapılan dalışlarda ilk kez batık gövdesinin eğrileri görülebilmıştır. Bunu takip eden 7 yılda yapılan kazılarla gövdenin ana hatları ortaya çıkarılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda batık gövdesinin sancak yarısının korunduğu tespit edilmiştir (Dobbs, 1995: 29-30, ESRF, 2005: 2, Kelland, Holt, 2014: 5).

Batığın iyi korunmamış olması kurtarma operasyonu için oldukça zorlayıcı bir faktör olmuştur. Bu sebeple batığın yerinden kaldırılması üç aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada deniz tabanındaki çamurlu yapının batık üzerinde vakum etkisi yapmasını engellenmiştir. Bu iş için yüzer bir vinç üzerindeki 12 hidrolik krika kullanılarak 94 ton ağırlığındaki gövde birkaç gün süreyle deniz dibinden kaldırılarak su altında serbest bir pozisyona alınmıştır (Şekil 2.35) (Dobbs, 1995: 29-30, Kelland, Holt, 2014: 24, Chow, 2016: 176).

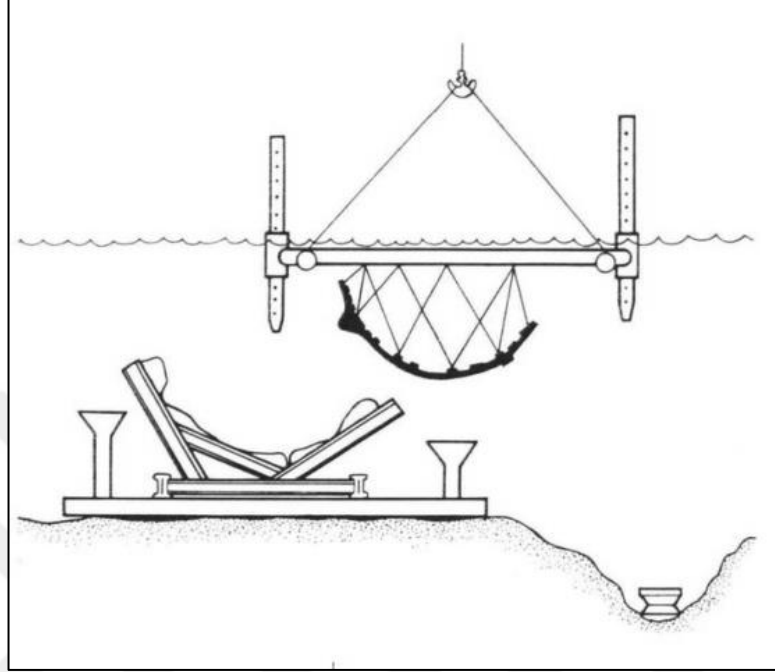
Şekil 2. 35: Batık gövdesinin kaldırılması operasyonunda ilk aşamanın illüstrasyonu.



Kaynak: Dobbs, 1995: 31.

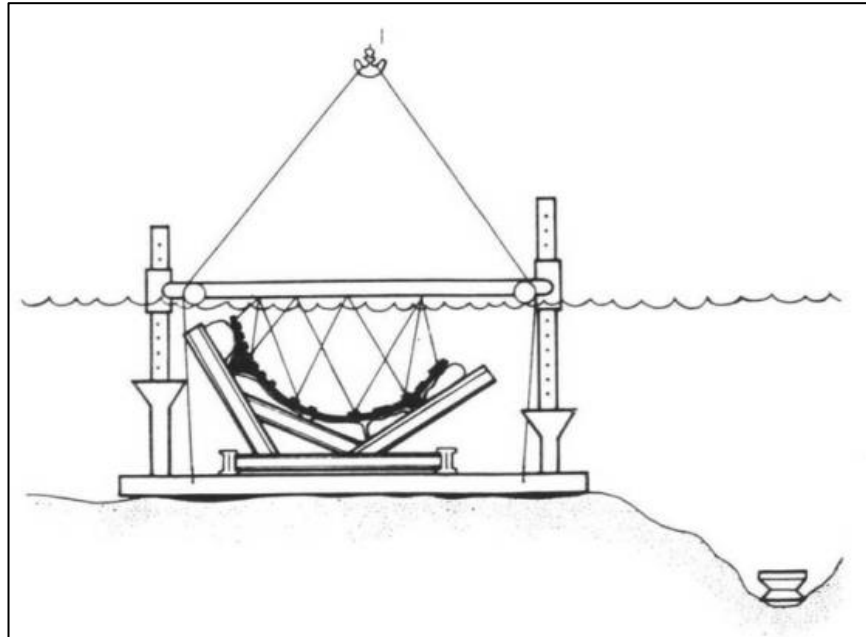
İkinci aşamada batık gövdesi, su altından kaldırılması için özel tasarlanan taşıyıcı konstrüksiyonun içine yerleştirilmiştir (Şekil 2.36) (Dobbs, 1995: 30-32). Üçüncü aşamada ise tüm yapı kaldırılmaya başlanmıştır (Şekil 2.37). Kaldırma aşamasında gövde alttan da desteklenmiş olduğu için hava ve su arasındaki tehlikeli kısımda batık gövdesi için maksimum destek sağlanmıştır (Dobbs, 1995: 30-32).

Şekil 2. 36: Batık gövdesinin kaldırılması operasyonunda ikinci aşamanın illüstrasyonu.



Kaynak: Dobbs, 1995: 31.

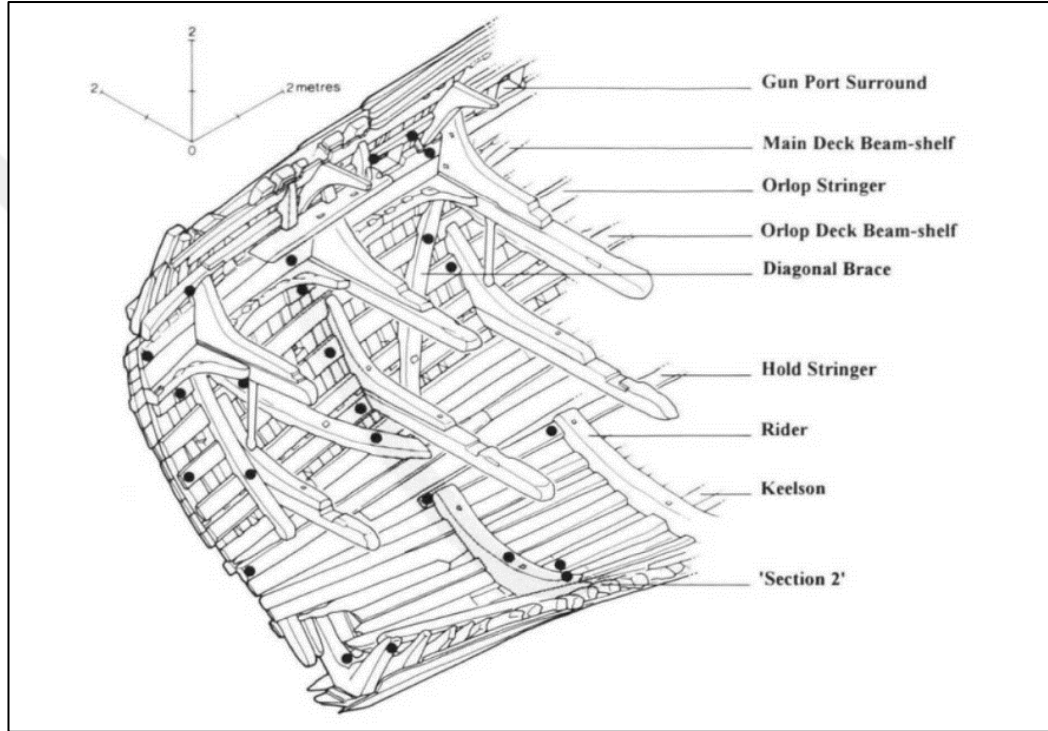
Şekil 2. 37: Batık gövdesinin kaldırılması operasyonunda üçüncü aşamanın illüstrasyonu.



Kaynak: Dobbs, 1995: 31.

Toplamda 170 adet kaldırma noktasının hepsi batık ahşaplarının orijinal cıvata deliklerinden geçerek hem konstrüksiyonun hem ahşapların ağırlığını taşımaktadır. Söz konusu kaldırma noktalarının konumları Şekil 2.38’de gösterilmiştir (Dobbs, 1995: 30-32).

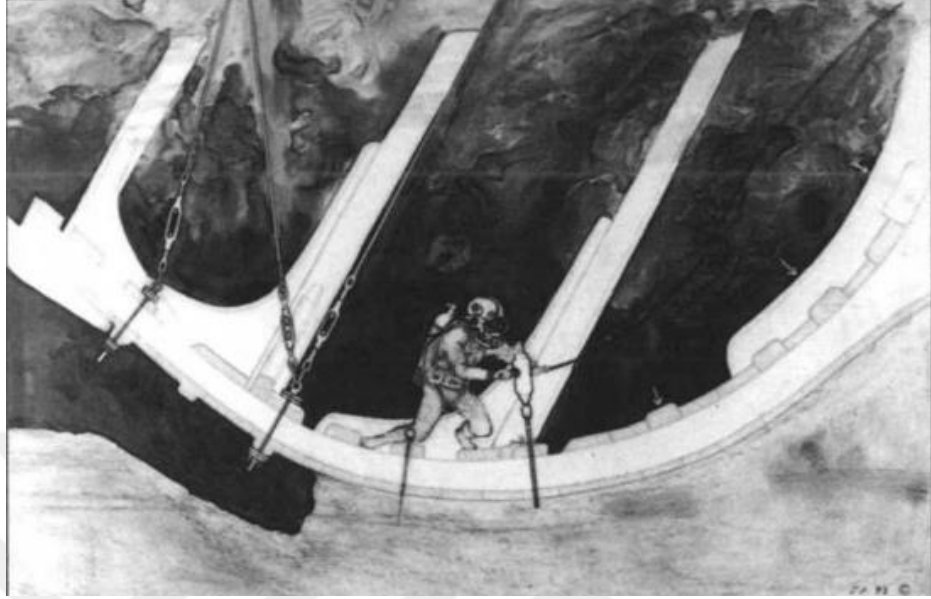
Şekil 2. 38: Gövdenin kaldırılması işleminde kaldırma halatlarının gövde üzerinde bağlandığı noktalar.



Kaynak: Dobbs, 1995: 32.

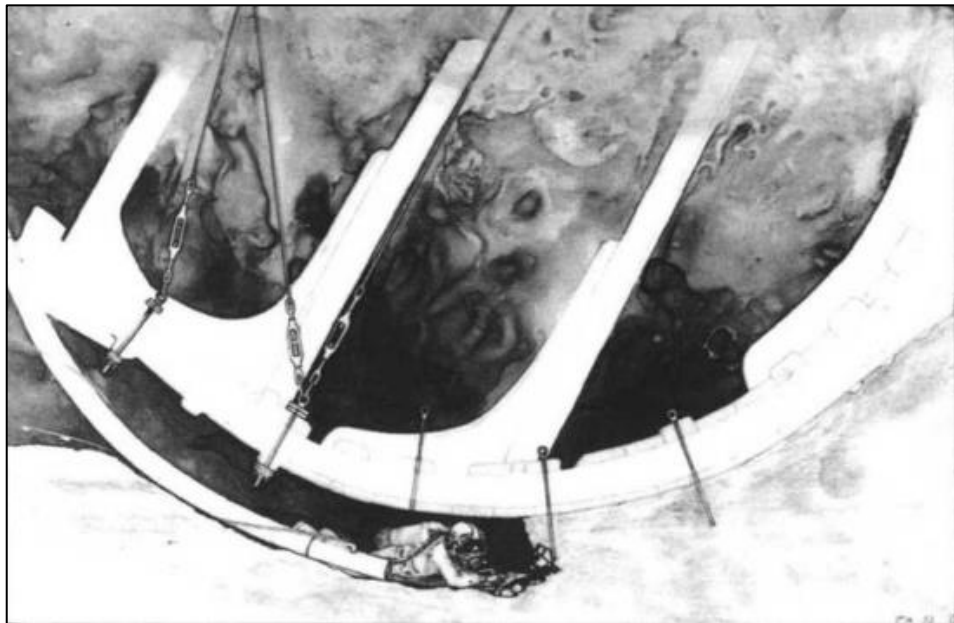
Kaldırma halatlarının orijinal ahşaplara sabitlenmesi işi dalgıçlar için oldukça zor olmuştur. Gövde üzerinde cıvata yerleri tespit edildikten sonra pnömomatik matkaplar kullanılarak gövde üzerine delikler açılmış, ardından 150 cm uzunluğundaki cıvatalar bu deliklerden geçirilmiştir (Şekil 2.39-2.40). Cıvatalar gövdenin iç kısmında yerlerine yerleştirildikten sonra dalgıçlar gövde altında kazı yaparak gövdenin dış kısmına uzanan cıvataları kilitleyip gövdeyi taşıyıcı konstrüksiyona sabitlemişlerdir (Şekil 2.41). Kazı çalışması su jeti ve 6 inçlik *airliftler* aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Cıvatalar kilitlendikten sonra orijinal ahşaplar üzerindeki cıvatalardan konstrüksiyona kadar olan mesafe hesaplanarak kaldırma halatları uygun pozisyona getirilmiştir (Şekil 2.42) (Dobbs, 1995: 33).

Şekil 2. 39: Su altında orijinal ahşaplar üzerine delinen deliklerin illüstrasyonu.



Kaynak: Dobbs, 1995: 33.

Şekil 2. 40: Su altında gövde üzerine yerleştirilen cıvataların kilitlenme işleminin illüstrasyonu.



Kaynak: Dobbs, 1995: 33.

Şekil 2. 41: Su altında gövde üzerine yerleştirilen cıvataların kilitlenme işleminin illüstrasyonu.



Kaynak: Dobbs, 1995: 34.

Şekil 2. 42: Ahşaplar üzerindeki cıvatalara bağlanan halatların uygun pozisyona getirilmesi işleminin illüstrasyonu.



Kaynak: Dobbs, 1995: 34.

Taşıyıcı konstrüksiyonlarla sabitlenen batık gövdesi 11 Ekim 1982’de başarılı bir operasyonla su üzerine çıkarılarak Portsmouth Tarihi Tersanesi’nin 3 numaralı kuru havuzuna yerleştirilmiştir (Dobbs, 1995: 34, Schofield, Dobbs, 2018: 15).

Batık ahşaplarının ıslak tutulabilmesi için bir pompalama sistemi oluşturularak ahşapların deniz suyuyla ıslatılmasına devam edilmiştir. Bir süre sonra deniz suyu yerine tatlı su püskürtülmeye başlanmıştır. Ayrıca mikrobiyal faaliyetleri engellemek amacıyla su sıcaklığı 2-5°C'ye indirilmiştir. Daha kontrollü bir ortam oluşturulabilmesi için batık üzerine bir bina inşa edilerek korumaya alınmıştır. Batık ahşaplarının konservasyonu için uzun bir araştırma sürecinin ardından PEG emdirme yöntemi tercih edilmiştir. PEG kimyasalı batık gövdesine spreyci yöntemiyle ve iki aşamalı olarak uygulanmıştır. Öncelikle oda sıcaklığında sıvı halde bulunan düşük molekül ağırlıklı PEG 200 emdirildikten sonra oda sıcaklığında katı halde bulunan yüksek molekül ağırlıklı PEG 2000 emdirilmiştir. Yüksek molekül ağırlıklı PEG emdirilirken ortam koşulları, sıcaklık 30°C bağıl nem ise yaklaşık %100 olacak şekilde ayarlanmıştır (Schofield, Dobbs, 2018: 16, Chow, 2016: 176).

PEG emdirme işleminden önce ahşaplardaki demir ürünlerinin uzaklaştırılabilmesi için taşıyıcı konstrüksiyonda bulunan demir cıvatalar titanyum cıvatalarla değiştirilmiştir. Hafif, güçlü ve korozyona uğramayan bir malzeme olması sebebiyle titanyum taşıyıcı sistemin diğer unsurları için de uygun görülmüştür. Gövdeyi destekleyen taşıyıcı kirişlerde aynı şekilde titanyum malzemesinden üretilmiştir. Üst ve ana güvertelerde batığın boyuna doğru uzanan destek sisteminin aralarına ayarlanabilir ve esnek özellikte titanyum payandalar yerleştirilmiştir. Taşıyıcı konstrüksiyon ayarlandıktan sonra batık gövdesi yaklaşık 3-5 derecelik dik bir pozisyona getirilmiştir. Gövdenin 90 derecelik dik pozisyona getirilmemesinin sebebi gövde elemanlarının daha az yüke maruz bırakılmak istenmesi olarak açıklanmıştır. 2013 yılında ahşaplarda istenilen PEG seviyesine ulaşılarak emdirme aşaması tamamlanmıştır (Schofield, Dobbs, 2018: 16).

PEG emdirme işleminin tamamlanmasıyla batık etrafının dışına yeni ve kalıcı bir müze binası inşa edilmeye başlanmıştır. Nem ve sıcaklık değerlerinin kolay kontrol edilebilmesi açısından yeni yapılacak binada batık alanı etrafındaki hacmin az olması amaçlanmıştır. Bu sebeple elips şeklinde bir bina inşa edilmesine karar verilmiştir. Kontrollü kurutma aşamasına gelindiğinde 30°C olan hava sıcaklığı 18-20°C 'ye düşürülmüştür. Kurutma aşamasında tüm gövdenin havayı eşit hız, nemlilik ve sıcaklıkta alması için batık gövdesi taranarak bir model oluşturulmuştur. Bina üzerine

kurulan havalandırma aparatlarının düzenine ve yerine bu model baz alınarak karar verilmiştir. Batık gövdesinin eş zamanlı kurumaması halinde büzülme ve çatlamların görülebileceği düşünülerek bu yöntem tercih edilmiştir (Schofield, Dobbs, 2018: 16-18).

Mary Rose batığının ahşaplarında tıpkı Vasa, Skuldelev, Batavia batıklarında görüldüğü gibi sülfür sorunu tespit edilmiştir. Bu problem, batık ahşaplarının uzun süre içerisinde kaldıkları deniz suyunun kimyasal koşullarından kaynaklanmaktadır. Sülfür, batık ahşaplarında kullanılan metal aksamalar ve ahşaplar sudan çıktığında maruz kaldığı oksijenle bir araya gelerek sülfirik asit oluşturmaktadır. Özellikle ahşap bünyesindeki demir bileşikler katalizör görevi görerek sürecin oldukça hızlanmasına neden olur. Sülfirik asit arkeolojik ahşaplar üzerinde oldukça yıkıcı bir etkiye sahip olduğundan zararın en aza indirilebilmesi için ahşapların bulunduğu ortamda doğru iklimlendirme yapılması çok önemlidir. Batığa sprej yöntemiyle PEG verildiği için asitlerin yıkandığı düşünülmektedir. Buna karşın PEG'in sprej yöntemiyle demir bileşiklerini ahşabın daha derinliklerine taşıyabilmesi de mümkündür. Sülfirik asit oluşumunu yavaşlatmak açısından ahşaplara PEG ile birlikte antioksidanlar uygulanmıştır. Oksidasyonun minimuma indirilmesi sprej yönteminden sonra ahşapların kurutulması ve iklimlendirme yapılması sayesinde gerçekleştirilmiştir. Ahşaplardaki demir-sülfürün miktarı ve kimyasal durumları x ışınları kullanılarak tespit edilmiştir (ESRF, 2005: 4-5, Schofield, Dobbs, 2018: 16).

Mary Rose Batığı kendisi için hazırlanmış eliptik bina içerisinde oldukça pahalı ve komplike iklim kontrol cihazlarıyla 18-22 °C'de, düşük ışık değerleri altında sürekli gözetim altında sergilenmektedir (Şekil 2.43-2.44) (Chow, 2016: 434).

Şekil 2. 43: Mary Rose Batığı'nın güncel sergi hali



Kaynak: Evren Türkmenoğlu Arşivi.

Şekil 2. 44: Mary Rose Batığı'nın güncel sergi hali



Kaynak: Evren Türkmenoğlu Arşivi.

2.2.4. Skuldelev Batıkları

Skuldelev batıkları, 1960 yılında Roskilde Fiyordu'nda kazıları yapılan, iki savaş gemisi, iki yük gemisi ve bir balıkçı teknesi olmak üzere toplam 5 batıktan oluşmaktadır. Batıkların korunmuşluk durumları %15'ten %80'e kadar değişiklik göstermektedir. Batıkların gövdesini oluşturan yapım elemanları meşe, çam ve dişbudak ağaçlarından imal edilmiştir (Petersen, Strættern, 2020: 48).

Su altında keşfedilen batıkların etraflarına batardo yapılarak yarı kuru bir ortamda kazıları gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.45). Kazı sırasında istenmeyen çekme, çökme ve çatlamların engellenmesi amacıyla su püskürtme sistemi oluşturularak gövde elemanlarının kuruması engellenmiştir. Gemi elemanlarının kazı alanında belgeleme çalışmaları fotogrametri yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Gemi gövdesi kazı alanında demonte edilerek su dolu kasalarda geçici olarak depolanmıştır. Ahşap kasalara yerleştirilen gövde elemanları Brede Şehri'nde bulunan Danimarka Ulusal Müzesi konservasyon laboratuvarına taşınarak, konservasyon ve laboratuvarında belgeleme süreçleri başlatılmıştır (Petersen, Strættern, 2020: 50-51).

Şekil 2. 45: Skuldelev batıklarının yarı kuru ortamda yapılan kazısı.



Kaynak: Petersen, Strættern, 2020: 51.

Ahşaplar laboratuvara getirildiğinde, şeffaf folyolar üzerine, ahşapların farklı özellikleri belirtilecek şekilde renk kodları kullanılarak 1:1 ölçekte çizim işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.46) (Petersen, Strætkvern, 2020: 54).

Şekil 2. 46: Laboratuvar ortamında yapılan 1:1 ölçekli çizim işlemi.



Kaynak: Petersen, Strætkvern, 2020: 54.

Skuldelev gemilerinin ilk konservasyon işlemleri, o dönemde sıkça kullanılan alum yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Sonrasında konservasyon yönteminin Vasa Batığı'nda ilk kez kullanılan PEG emdirme yöntemiyle değiştirilmesine karar verilmiştir. Skuldelev gemileri kazı alanında demonte edilerek laboratuvara getirildiği için PEG emdirmenin püskürtme yerine daldırma yöntemiyle yapılmasının daha uygun olacağı düşünülmüştür (Şekil 2.47). Bu kapsamda başlangıçta 60°C sıcaklıkta %10 konsantrasyonda PEG 4000 emdirilmeye başlanmıştır. Konservasyon çözeltisi, aralıklarla %15 artırılarak %95 konsantrasyona kadar çıkarılmıştır. Uygulama fazla bozulmuş ahşaplarda nispeten iyi sonuç verirken az bozulmuş ahşaplarda çeşitli çökme

ve çatlamaların oluşmasına sebep olmuştur. Bu sebeple az bozulmuş ahşaplara ısı uygulanmadan %50 konsantrasyona kadar PEG emdirilmiştir. Her iki emdirme metodundan sonra kontrollü kurutma uygulanmıştır. Ahşaplar kurutulduktan sonra koyu renkli, ağır ve kırılgan hale gelmiştir (Petersen, Strætkvern, 2020: 57-59).

Şekil 2. 47: Isıtma fonksiyonlu PEG tankında daldırma işlemi.



Kaynak: Petersen, Strætkvern, 2020: 58.

Bazı büyük ahşap elemanlarda PEG yöntemi TBA (tersiyer bütanol) kullanılarak uygulanmıştır. Bu yöntemde TBA içinde dehidrasyon işleminden sonra %40 konsantrasyonda TBA/PEG 4000 çözeltisi 54°C’de emdirilmiştir. Konsantrasyon %66’ya çıkarıldıktan sonra plastiklerle sarılarak çözeltinin 0°C’nin biraz üzerinde katı hal alması sağlanmıştır. Daha sonrasında ahşaplar vakuma tabi tutularak bünyelerindeki TBA süblimleştirilmiştir. Bu metodla, buharlaşma esnasında suyun ahşap hücrelerinde meydana getirdiği yıkıcı etkiden kaçınılmıştır (Petersen, Strætkvern, 2020: 59).

Konservasyon işlemlerinden sonra Roskilde Viking Gemi Müzesi’nde ahşapların sergilenme işlemlerine başlanmıştır. Ahşapların 1:1 ölçekteki çizimlerinden yola çıkılarak gemilerin rekonstrüksiyonları yapılmıştır. Rekonstrüksiyon detayları baz alınarak her batık için özel olarak metal taşıyıcı konstrüksiyonlar oluşturulmuştur (Şekil 2.48) (Petersen, Strætkvern, 2020: 61).

Şekil 2. 48: Rekonstrüksiyon detayları baz alınarak hazırlanmış taşıyıcı konstrüksiyon üzerinde yapılan yeniden kurulum işlemi.



Kaynak: Petersen, Strætkvern, 2020: 62.

Kurutma işleminden sonra batık ahşaplarının formlarında görülen değişimler nedeniyle ilk tasarlanan konstrüksiyonun konservasyonu yapılan gövde elemanlarıyla uyumsuz olduğu görülmüştür. Ahşapların konstrüksiyona uygun forma getirilebilmesi için rekonstrüksiyon baz alınarak özel, nemli kalıplar hazırlanmış ve batık ahşapları bu kalıplar içerisine yerleştirilmiştir. Kalıp içerisine alınan ahşaplar 60°C' ye ısıtılarak kalıpların şeklini alması sağlanmıştır. Kalıp ve ahşaplar aynı şekle geldiğinde çeşitli yöntemlerle ahşaplar sabitlenerek soğumaya bırakılmıştır. İstenilen şekle getirilen ahşaplar orijinal çivi delikleri kullanılarak kendileri için hazırlanmış taşıyıcı konstrüksiyonlara monte edilmiştir (Petersen, Strætkvern, 2020: 61). Metal taşıyıcı konstrüksiyonlar batıkların günümüze ulaşmayan kısımlarını da temsil ederek, yapılan rekonstrüksiyon çizimlerine dayanan orijinal gövde formlarını ziyaretçilerin algılamasını sağlayacak ince şeritler şekilde tasarlanmıştır (Şekil 2.49).

Şekil 2. 49: Roskilde Viking Gemileri Müzesi'nde Skuldelev Batıkları'nın sergilenmesi.



Kaynak: (Petersen, Strætkvern, 2020: 66).

2.2.5. Roskilde Batıkları

Roskilde Batıkları, Danimarka'nın Roskilde kentinde yapılan Viking Gemi Müzesi'nin inşaatı sırasında keşfedilmiştir. Bir adet savaş gemisi ve yedi adet yük gemisinden oluşan batık grubu Kuzey Avrupa'nın en büyük arkeolojik gemi buluntusu topluluğu olarak literatürdeki yerini almıştır. Batıkların korunmuşluk durumları %30-

60 arasında değişiklik göstermektedir. M.S 1030-1335 yıllarına tarihlendirilen batıkların ahşapları meşe ve çam ağaçları kullanılarak imal edilmiştir. 1996-1997 yıllarında yapılan kazıların 7 tanesi karada yapılırken 1 batığın kazısı su altında yapılmıştır. Batıklar kazı alanından demonte edilerek ahşap kasalar içinde kaldırılmış ve geçici ıslak depolama alanlarına taşınmıştır (Şekil 2.50) (Petersen, Strætkevner, 2020: 47-57).

Şekil 2. 50: Roskilde 6 Batığı'nın omurgasının araziden kaldırılması.



Kaynak: Petersen, Strætkevner, 2020: 50

Su altında kazılan batık *total station* cihazı kullanılarak dijital belgelenirken kara ortamında kazısı yapılan batıkların arazide belgeme işlemleri geleneksel çizimlerle gerçekleştirilmiştir. Laboratuvarında yapılan belgeme çalışmaları Skuldelev gemilerinin belgeleme metodolojisine benzerdir. Fakat gelişen teknolojiyle birlikte Roskilde batıkları ayrıca *Faro Arm* cihazı kullanılarak 3 boyutlu ve dijital olarak da belgelenmiştir (Şekil 2.51). Çizim çalışmalarının dışında her batık elemanı önce analog sonra dijital olacak şekilde detaylı olarak fotoğraflanmıştır (Petersen, Strætkevner, 2020: 47-57).

Şekil 2. 51: Batık ahşaplarının Faro Arm cihazı ile 3 boyutlu belgelenmesi.



Kaynak: Petersen, Strætkevæn, 2020: 50

1998 yılında başlatılan konservasyon çalışmalarında ahşaplara PEG ön emdirmesi sonrasında dondurarak kurutma yöntemi uygulanmasına karar verilmiştir. Bu kapsamda ahşaplara ısıtma işlemi yapılmaksızın %10 konsantrasyonda PEG 2000 emdirilerek 3 yıl içerisinde çözelti konsantrasyonu %40'a çıkarılmıştır. Emdirme aşaması tamamlandıktan sonra dondurarak kurutma sürecine başlanmıştır. Bu süreçte ahşaplar PEG çözeltisinden çıkarılarak dondurarak kurutma makinesi içerisine yerleştirilmiştir. Kurutma işlemleri 4-6 ay süren ahşapların süreç sonunda, Skuldelev gemilerinde uygulanan tam emdirme metoduna göre daha hafif renkli ve daha az ağırlıkta olduğu gözlenmiştir (Şekil 2.52) (Petersen, Strætkevæn, 2020: 58).

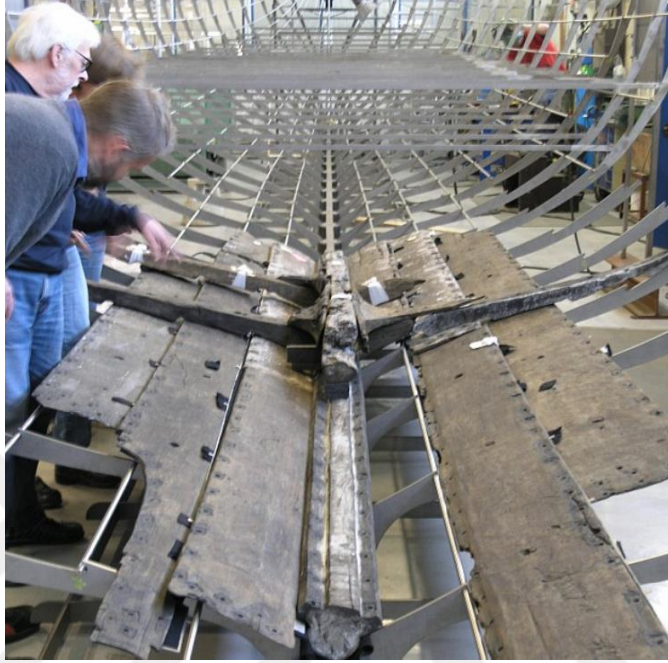
Şekil 2. 52: Roskilde 6 Batığı'nın omurgasının dondurarak kurutma cihazına yerleştirilmesi.



Kaynak: Petersen, Strætø, 2020: 59.

Ahşapların dondurarak kurutma yöntemiyle kurutulmasının ardından esnekliğini büyük ölçüde kaybedeceği öngörüldüğü için her parça cihaz içerisine sergilemeye hazır şekle getirilerek kalıplar içerisinde yerleştirilmiştir. Laboratuvarda gerçekleştirilen 1:1 çizimler ve rekonstrüksiyon çalışmaları baz alınarak şekillendirilen ahşaplar cihaz içerisinde çelik parçalarla sabitlenmiş ve ahşap kırıkları doğru pozisyonda birleştirilerek kurutulmuştur. Bu çalışmalar sayesinde yeniden kurulum aşamasında ahşapların, genellikle tam emdirme yapılan batıklarda görüldüğü gibi yeniden şekillendirilmesi gerekmemiştir (Petersen, Strætø, 2020: 60-62).

Şekil 2. 53: Roskilde 6 Batığı ahşaplarının taşıyıcı konstrüksiyon içerisine yerleştirilmesi.



Kaynak: Toby Jones arşivi.

Şekil 2. 54: Roskilde 6 Batığı ahşaplarının taşıyıcı konstrüksiyon içerisine yerleştirilmesi.



Kaynak: Toby Jones arşivi.

Roskilde gemilerinin bir tanesi hariç diğerkleri halen müze depolarında tutulmaktadır. 2013 yılından itibaren sergilenen Roskilde 6 batığı, modüler paslanmaz çelik taşıyıcı konstrüksiyonu sayesinde gezici olarak dünyanın çeşitli yerlerinde sergilenmektedir (Şekil 2.53-2.54-2.55-2.56) (Petersen, Strætkvern, 2020: 60-62).

Şekil 2. 55: Roskilde 6 Batığı'nın modüler olarak tasarlanan taşıyıcı konstrüksiyonu.



Kaynak: Toby Jones arşivi.

Şekil 2. 56: Roskilde 6 Batığı'nın modüler olarak tasarlanan taşıyıcı konstrüksiyonun detayı.



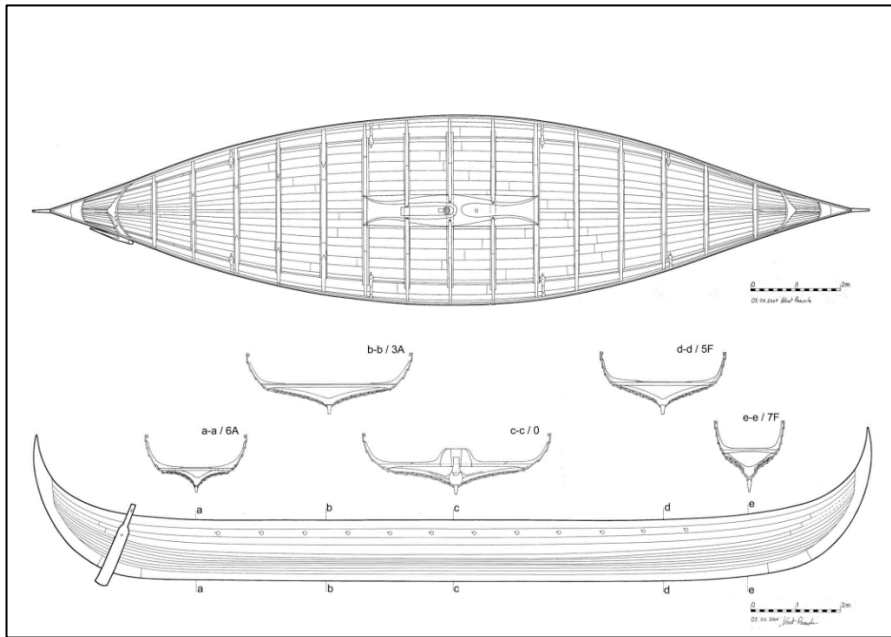
Kaynak: Toby Jones arşivi.

2.2.6. Tune Gemisi

M.S 900 yılına tarihlenen Tune gemisi, 1867’de Oslo fiyort bölgesinde bir mezar gömüsü olarak bulunmuştur. Geminin kazısı 14 günde tamamlanırken ahşaplar Oslo kentine taşınmıştır. Kazı alanı 1860 yılında kazılmaya başlanarak geminin içinde bulunduğu kararlı ortam bozulmuştur. Bu sebeple hava ile temas eden ahşaplarda önemli deformasyonlar olduğu tahmin edilmektedir (Paasche, 2020: 29).

Geminin baş ve kıç kısmı, bodoslamaları yelken donanımları bulunamamış olsa da gövdenin her iki tarafında 10 sıra kaplamayla birlikte orta kısmı, omurgası ve iç omurgası korunmuştur (Şekil 2.57). Bunun haricinde yelken ıskası, 13 adet döşek, kemere ve praçol parçaları da ele geçen buluntular arasında yer almaktadır. Bindirme kaplama yöntemiyle inşa edilmiş olan geminin T şekilli omurgası bulunmaktadır. Geminin dümeni kıç kısmında bulunmuştur. Kaplamalar, döşeklere perçinler aracılığıyla sabitlenirken praçol parçalarında ahşap çiviler kullanılmıştır. Gemi bulunduğu yerde kabaca çizilerek kaldırılmıştır. (Paasche, 2020: 29-31).

Şekil 2. 57: Tune Batığı’nın planı.



Kaynak: Paasche, 2020: 35.

Höyükten çıkarıldıktan sonra ahşaptan yapılmış bir taşıyıcı konstrüksiyona yerleştirilerek atlar yardımıyla Visterflo nehrine getirilen gemi bir mavna üstüne yerleştirilmiştir. Mavna aracılığıyla yüzdürülen gövdesi Oslo'ya götürülmüştür (Şekil 2.58). Gemi ahşaplarına *carbolineum*, keten tohumu yağı ve terebentin malzemeleriyle muamele dışında başka herhangi bir konservasyon yöntemi uygulanmamıştır (Paasche, 2020: 30-31, Paasche, 2020: 41).

Şekil 2. 58: Tune Gemisi'nin ahşap konstrüksiyon üstünde Oslo Üniversitesi'ne getirilişi.

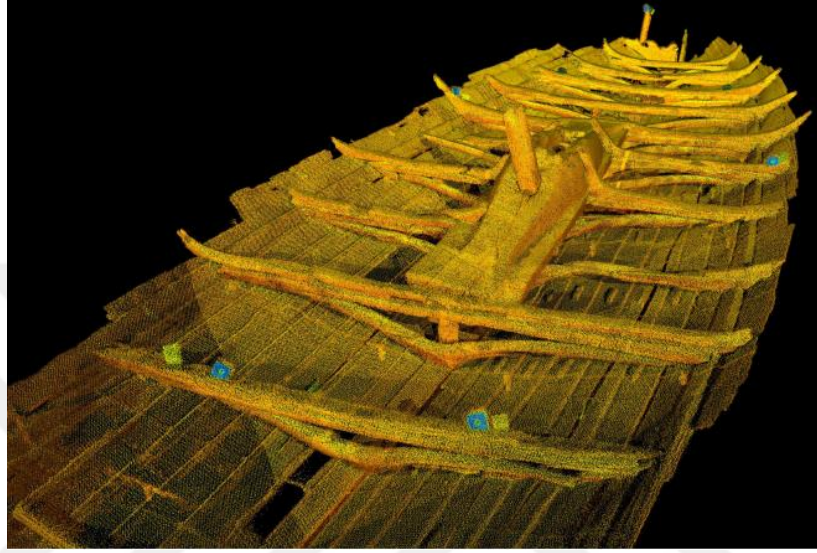


Kaynak: Paasche, 2020: 30.

Gemi kaldırıldıktan sonra ahşaplar üzerine birkaç farklı el çizimi yapılmıştır fakat hiçbiri rekonstrüksiyon çizimi için uygun doğrulukta görülmemiştir. Gövdenin deforme olan parçaları rekonstrüksiyonda farklı yorumlara izin verdiği için doğru şekil belirlenememiştir. Sonrasında geminin detaylı belgeleme işlemleri lazer tarama verisi üzerinden *AutoCad* programı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 2.59). Dijital veriler kullanılarak batığın planı 1:1 ölçülerde elle hazırlanmıştır. Gemi omurgasının korunmuş boyu 13.49 metredir. Bu veriden yola çıkılarak geminin bozulmadan önceki

uzunluğunun 21.97 metre, genişliğinin ise 4.22 metre olabileceği tahmin edilmektedir (Şekil 2.60) (Paasche, 2020: 30-31, Paasche, 2020: 41).

Şekil 2. 59: Tune Gemisinin lazer tarama çalışmasından sonra elde edilen nokta bulutu.



Kaynak: Paasche, 2020: 34.

Şekil 2. 60: Tune Gemisinin Oslo Viking Gemi Müzesi'nde sergilenişi.

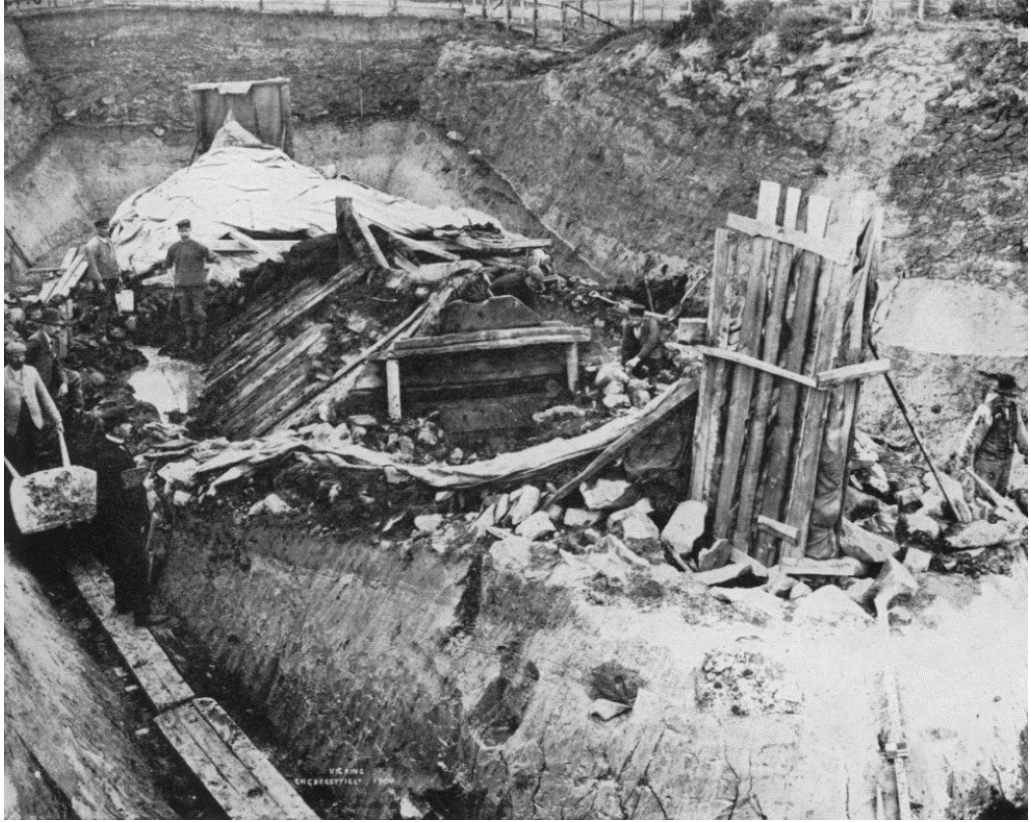


Kaynak: Evren Türkmenoğlu Arşivi.

2.2.7. Oseberg Gemisi

M.S 820 yılına tarihlenen Oseberg Gemisi, 1904 yılında, Norveç'in Oslo fiyordunun batı kıyısında Slagen bölgesinin Oseberg şehrinde bir höyük içerisinde mezar gömüsü olarak keşfedilmiştir (Şekil 2.61). Höyükte; 1 yetişkin birey, 15 at, 1 öküz ve yiyecek kalıntıları da ele geçirilmiştir. Gemi ahşapları ve diğer buluntular iyi derecede korunmuştur (Rosenqvist, 1959: 13).

Şekil 2. 61: Oseberg Gemisinin höyük içerisinde bulunuşu.



Kaynak: Rosenqvist, 1959: 13.

Gemi killi bir toprak içerisinde, üzerini kaplayan oldukça büyük taş yığınları içerisinde yosunla kaplı halde bulunmuştur. Gemi 21.6 metre uzunluğunda, 5.1 metre genişliğindedir. Höyük içerisinde, üzerinde bulunduğu toprağın yarattığı basınç etkisiyle birlikte geminin omurgası ikiye bölünmüş ve pek çok ahşap parça deforme olmuştur (Şekil 2.62) (Rosenqvist, 1959: 14).

Şekil 2. 62: Höyük içerisindeki basıncın etkisiyle ahşapların deforme olması.



Kaynak: Rosenqvist, 1959: 14.

Gemi ahşapları kazı alanında demonte edilerek ıslak halde Oslo’da bulunan laboratuvara taşınmıştır. Tüm gövde elemanları ve orijinal bağlantı parçalarının çoğu kullanılarak yeniden montaj işlemi yapılmıştır. Gövde elemanlarının konservasyon işlemleri için yalnızca kreozot, keten tohumu yağı ve *white spirit* kullanılmıştır (Rosenqvist, 1959: 15). Gemi, kaplamaların dış formuna uygun olarak üretilmiş, gövdeyi dıştan enine destekleyen payandalar üzerinde sergilenmektedir (Şekil 2.63).

Şekil 2. 63: Oseberg Gemisi'nin sergi hali.



Kaynak: Evren Türkmenoğlu Arşivi.

2.2.8. Gokstad Gemisi

Gokstad, 1880 yılında Norveç'in Sandefjord yakınlarındaki bir mezar höyüğünde keşfedilen, 9. yüzyıla tarihlenen bir Viking gemisidir (Şekil 2.64). Geminin meşe ağacından inşa edilmiş 16 sıra kaplamadan meydana gelen gövdesi, bindirme kaplama yöntemiyle inşa edilmiştir. Her iki tarafında 16 adet kürek deliği bulunan gemiyi 32 mürettebatın idare ettiği düşünülmektedir. 24 metre uzunluğunda, 5 metre genişliğinde yüksek hızlarla seyahat edebileceği düşünülen, esnek ve okyanus seyri için elverişli olan gemi, günümüzde Oslo'da bulunan Norveç Gemi Müzesi'nde sergilenmektedir. Gemi ahşapları iyi korunmuş durumda bulunmuştur (Bill, 2011: 75-76).

Şekil 2. 64: Gokstad gemisinin kazısı.



Kaynak:

Çevrimiçi,

[https://www.lifeinnorway.net/gokstadship/#:~:text=In%201880%2C%20the%20Gokstad %20ship,attraction%20for%20Oslo%20and%20Norway](https://www.lifeinnorway.net/gokstadship/#:~:text=In%201880%2C%20the%20Gokstad%20ship,attraction%20for%20Oslo%20and%20Norway), Erişim Tarihi: 09.08.2022.

Kazı alanı arazisinin sahipleri tarafından geminin korunmuş pruva kısmı bulunduğundan sonra, uzmanların desteğiyle höyük iki yandan kazılarak 2 gün içerisinde gemi gövdesine erişilebilmiştir. Geminin yanında 40 yaşlarında olduğu tahmin edilen güçlü bir erkek iskeletinin yanında höyük içerisinde at, köpek ve tavus kuşu iskeleti, 3 küçük tekne, bir kızak ve binicilik ekipmanları da bulunmuştur. Geminin üst kısımları, pruva ve kış direkleri kazı sırasında bulunamamıştır. Gemi ahşapları iyi derecede korunmuş durumda olduğundan, konservasyon işlemleri yapılmadan sergilenmeye başlanmıştır (Şekil 2.65-2.66).

Şekil 2. 65: Geminin ahşap taşıyıcı konstrüksiyon üzerinde ilk sergilenmesi.



Kaynak:

Çevrimiçi,

<https://www.lifeinnorway.net/gokstadship/#:~:text=In%201880%2C%20the%20Gokstad%20ship,attraction%20for%20Oslo%20and%20Norway>, Erişim Tarihi: 09.08.2022.

Şekil 2. 66: Geminin ahşap taşıyıcı konstrüksiyon üzerinde ilk sergilenmesi.



Kaynak:

Çevrimiçi,

https://penelope.uchicago.edu/~grout/encyclopaedia_romana/britannia/anglo-saxon/maldon/gokstad.html, Erişim Tarihi: 09.08.2022.

Sonrasında gövde ahşapları demonte edilerek buharla ısıtılarak ahşaplar tekrar eski haline getirilerek yeniden kurulmuştur. Gövdenin eksik kısımları güncel ahşaplarla tümlenmiş, gövde minimal bir taşıyıcı sistemi ile alt kısmından ince metal payandalarla desteklenerek yeniden sergilenmeye başlanmıştır. 1892 yılında Gokstad gemisinin ilk replikası inşa edilerek 12 kişilik bir mürettebatla Norveç'in Bergen şehrinde Kanada'nın Newfoundland şehrine sefer yapılmıştır (Şekil 2.67) (Bill, 2011: 76, Cotell, 1984: 129).

Şekil 2. 67: Gokstad gemisinin replikası.



Kaynak: Çevrimiçi, <https://www.lifeinnorway.net/gokstad-ship/#:~:text=In%201880%2C%20the%20Gokstad%20ship,attraction%20for%20Oslo%20and%20Norway>, erişim tarihi: 09.08.2022.

2019 yılında yapılan çalışmalarda geminin son 5 yıl içerisinde kendi ağırlığı altında ezildiği anlaşılmıştır. Geminin pruva ve kıç kısmı ortaya doğru, orta kısmındaki kaplamalar ise dışa doğru eğilmeye başlamıştır. Sergi salonundaki nem ve sıcaklık dalgalanmalarının hızlandırdığı deformasyonun ana sebebinin, destek sisteminin yükleri gövdenin geneline dağıtamaması olduğu düşünülmektedir. 4.2 ton ağırlığında olduğu anlaşılan geminin 2024-25 yıllarında taşınacağı yeni sergi salonuna götürülmeden önce destek sistemi 1 mm yükseltilmiştir (Şekil 2.68-2.69) (çevrimiçi,

https://penelope.uchicago.edu/~grout/encyclopaedia_romana/britannia/anglosaxon/maldon/gokstad.html, erişim tarihi: 09.08.2022).

Şekil 2. 68: Gokstad güncel sergi düzeni.



Kaynak: Evren Türkmenoğlu Arşivi.

Şekil 2. 69: Gokstad güncel sergi düzeni.



Kaynak:https://penelope.uchicago.edu/~grout/encyclopaedia_romana/britannia/anglo-saxon/maldon/gokstad.html, Erişim Tarihi: 09.08.2022

2.2.9. Arles Rhône Batığı

Arles Rhône batığı, Fransa'nın Arles şehrinin içinden geçen Rhône nehride, 2004 yılında yapılan araştırmalarda keşfedilen 15 batıktan biridir. M.S 1. yüzyıla tarihlenen batık su altında 4-9 metre derinlikte bulunmuştur. Nispeten iyi korunmuş durumda olduğundan, su altından çıkarılarak sergilenmesine karar verilmiştir. Batığın kış iskele kısmı dışında, gövde içindeki elemanlar dâhil neredeyse tamamı korunmuş durumda ele geçmiştir. 2005-2007 yılları arasında su altı araştırmaları ve sonar çalışmaları gerçekleştirilen batığın kazısına 2008 yılında başlanmıştır. 31 metre uzunluğundaki batığın kazısı 3 sene sürmüştür. Batık su altında 10 parçaya bölünerek 3'er metrelik kütleler halinde su üzerinde çıkarılmıştır (Şekil 2.70).

Şekil 2. 70: Batığın üçer metrelik aralıklarla bölünerek kaldırılması.



Kaynak: Marlier, Bernard-Maugiron, 2020: 70.

Gövde parçaları çıkarıldıktan sonra makro ve mikro olarak sınıflandırılan belgeleme yöntemleriyle kaydedilmiştir. Bölünen gövde parçaları öncelikle kablosuz lazer tarayıcı *Créaform C-Track* ile belgelenmiştir (Şekil 2.71-2.72). Cihaz arkeolojik amaçlarla ilk defa bu projede kullanılmıştır. Bu yöntem makro belgeleme yöntemi olarak tanımlanmıştır. Makro belgeleme aşaması batık elemanları demonte edilmeden önce gerçekleştirilmiştir. Mikro belgeleme yöntemi ise, gemi elemanlarının demonte edilerek laboratuvara getirilmesinden sonra her parçanın ayrı olarak 2 boyutlu ve 3 boyutlu belgelenmesiyle meydana gelmektedir. Belgeleme çalışmalarının ardından

batık gövdesi *ARC-Nucléart* laboratuvarına götürülerek konservasyon çalışmalarına başlanmıştır (Marlier, Bernard-Maugiron, 2020: 62-69, Marlier v.d. 2017: 383-386).

Şekil 2. 71: Gövde üzerinde gerçekleştirilen makro belgeleme çalışması.



Kaynak: Marlier v.d. 2017: 384.

Şekil 2. 72: 3 boyutlu belgeleme çalışmaları baz alınarak oluşturulan gövde modeli.



Kaynak: Marlier v.d. 2017: 386.

Batık ahşaplarının konservasyonu için PEG ön emdirme sonrası dondurarak kurutma yöntemi seçilmiştir (Şekil 2.73). Toplamda 8 ay süren emdirme aşamasında, PEG'in ahşap hücrelerine daha hızlı penetre edebilmesi için düşük molekül ağırlıklı PEG 2000 tercih edilmiştir. Emdirme sürecinde çözeltisi konsantrasyonu ilk 4 ay %20,

sonraki 4 ay %35 olacak şekilde uygulanmıştır. Çözelti tanker vasıtasıyla hazır olarak geldiğinden dolayı kademeli artırım yoluna gidilmemiştir (Marlier, Bernard-Maugiron, 2020: 73-77).

Şekil 2. 73: Gövde ahşaplarının dondurarak kurutma aşaması.



Kaynak: Marlier, Bernard-Maugiron, 2020: 74.

Emdirme aşaması tamamlandıktan sonra iki adet dondurarak kurutma cihazıyla kurutma sürecine başlanmıştır. Cihazların boyutlarının kısıtlı olması sebebiyle kurutma süreci 30 etapta tamamlanmıştır. Her kurutma etabı 6-8 hafta sürmüştür. Kurutma işleminin ardından yüzeyde kalan fazla PEG sıcak hava tabancası, yumuşak fırçalar ve az miktarda su ile temizlenmiştir. Daha sonra ahşaplara *Paraloid B72* ve *Plextol 500* kimyasalları uygulanarak kırılğan durumdaki ahşaplar daha dayanıklı hale getirilmiştir (Marlier, Bernard-Maugiron, 2020: 73-77).

Konservasyondan sonra yapılan analizlerde, gemide kullanılan demir çiviler sebebiyle demir sülfür meydana geldiği tespit edilmiştir. Sülfür probleminin önüne geçilebilmesi için demir çiviler çıkarılarak çivi etrafındaki ahşapların 5 mm kadar temizlenmesine karar verilmiştir (Marlier, Bernard-Maugiron, 2020: 74).

Pruva ve direklerde demir ve ahşap malzemeler karışık biçimde kullanılmıştır. Estetik kaygılar sebebiyle bu kısımlardaki demir elemanların gövdeden çıkarılmamasına karar verilmiştir. Fakat gövde üzerindeki demir varlığı,

konservasyonu yapılmış ahşaplarda sülfür problemine yol açtığından dolayı, dondurarak kurutma sürecinden sonra ahşapları daha hidrofobik hale getirecek radyo-kürlenmiş stiren/polyester yöntemi uygulanmıştır. Metal gövde elemanlarının konservasyonu için parçaların yüzeyine tannik asit, koruyucu bir akrilik reçine ve mikrokristalin vax uygulanmıştır (Marlier, Bernard-Maugiron, 2020: 76-77).

Konservasyon süreci sona erdikten sonra batık gövdesinin deforme olan kısımları düzeltilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda uzun süre nehir suyuna maruz kalarak açısını kaybetmiş yan kaplamalar özgün açılarına döndürülmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde yan kaplamaların 92 derece açıda durması gerektiği anlaşılmıştır (Şekil 2.74). Bu işlemin haricinde, kış kısmında eksik olan yapının tümlenmesi uygun görülmüştür (Şekil 2.75). İsviçre’de bulunan Gallo-Roma mavnasına bakılarak, dümen küreği ve dümencinin batık üstündeki pozisyonu hesaplanarak tek parça halinde bir ayna kış yapılması uygun görülmüştür (Marlier v.d. 2017: 383-386).

Şekil 2. 74: Batığın yan kaplamalarının vinç yardımıyla özgün açılarına getirilme işlemi.



Kaynak: Marlier, Bernard-Maugiron, 2020: 78.

Şekil 2. 75: Gövdenin eksik kısımlarının tümlenme işlemi.



Kaynak: Marlier, Bernard-Maugiron, 2020: 74.

Yapılan restorasyon-konservasyon çalışmalarının ardından sergilenmeye hazır hale gelmiş olan elemanların yeniden montaj süreci başlamıştır. Üç boyutlu çizimler ve rekonstrüksiyon çalışmalarından elde edilen veriler baz alınarak boyanmış çelikten üretilmiş yatay plaka şeklinde yekpare bir taşıyıcı konstrüksiyon inşa edilmiştir. Taşıyıcı konstrüksiyonun enine destek elemanları özel olarak üretilerek yapıdaki konumlarına yerleştirilmiştir. Ayrıca konstrüksiyonda yan kaplamaları, dümen küreğini ve gövde üzerindeki diğer parçaları desteklemek üzere yerleştirilmiş çelik parçalar da mevcuttur. Yeniden montaj işlemine gövdenin alt kısmındaki kaplama parçaları polietilen levhalar vasıtasıyla taşıyıcı konstrüksiyonun üzerine getirilerek doğru konumlarına yerleştirilmiştir (Şekil 2.76). 200-350 kilogram arasında ağırlıkları değişen yarı kütük formundaki yan kaplamaların taşıyıcıya yerleştirilebilmesi tekerlekli vinçler ve zincirlerden yardım alınmıştır. Konservasyonu yapılmış ahşaplar ve çelik destek sistemi arasına köpükler yerleştirilmiştir (Şekil 2.77) (Marlier, Bernard-Maugiron, 2020: 76-79).

Şekil 2. 76: Gövde ahşaplarının taşıyıcı konstrüksiyon üzerinde yeniden montaj  alışmaları.



Kaynak: Marlier, Bernard-Maugiron, 2020: 78.

Şekil 2. 77: Gövde ahşaplarının taşıyıcı konstrüksiyon üzerinde yeniden montaj  alışmaları.



Kaynak: Marlier, Bernard-Maugiron, 2020: 80.

3.70 metre uzunluğundaki 10 parçaya bölünmüş olan direk parçası, ıskaçadan ve kaplamadan geçirilerek sergi salonunda dik pozisyona getirilmiştir. Alt kısmı taşıyıcı konstrüksiyona sabitlenen direğin parçalarının her biri, eksenleri yönünde delinmiş ve içerisine 18 mm çapında paslanmaz çelikten üretilmiş bir çubuk yerleştirilmiştir. İşlem sonrasında tam dik konuma getirilen parça 1 mm çapındaki paslanmaz çelik kablolarla gerilerek duvarlara sabitlenmiştir (Şekil 2.78). 7.60 metre uzunluğundaki kürek kış bölümünde denge noktasına getirilerek bir noktadan gövde üzerine monte edilmiştir (Marlier, Bernard-Maugiron, 2020: 79-81). Batık halen Arles Müzesinde (Musée départemental Arles Antique) sergilenmektedir.

Şekil 2. 78: Direğin gövde üzerine yerleştirilerek taşıyıcı konstrüksiyona sabitlenmesi.



Kaynak: Marlier, Bernard-Maugiron, 2020: 82.

Şekil 2. 79: Arl Rhone Batğı'nın Sergilenmesi.



Kaynak: Evren Türkmenoğlu Arşivi.

2.2.10. Mainz Batıkları

Mainz Batıkları, 1981-82 yıllarında yapılan kurtarma kazısı sonucunda Almanya'nın Mainz kentinde bulunan ve MS. 89 yılına tarihlendirilen 5 adet Roma Dönemi savaş gemisinden oluşmaktadır (Şekil 2.79) (Wittköpper, 2022).

Şekil 2. 80: Mainz Batıklarının kazısından bir görüntü.



Kaynak: Markus Wittköpper arşivi.

Batıkların konservasyonları düşük viskoziteye sahip, küçük molekül boyutlu ve ahşap içerisine penetrasyonu PEG yöntemine nispeten daha kolay olan Melamin Formaldehit yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. %25 konsantrasyonda hazırlanan Melamin Formaldehit çözeltisine, çözeltinin %0.5' i kadar trietanolamin ilave edilmiştir. Geri dönüşümü olmayan melamin formaldehit yöntemiyle konservasyonu yapılan ahşapların gözeneklerinin %85'inin açık olduğu, dolayısıyla ileriki yıllarda ahşapların daha fazla sağlamlaştırılması gerektiği takdirde bu kimyasal geri almadan sağlamlaştırılabileceği ifade edilmektedir (Wittköpper, 2022).

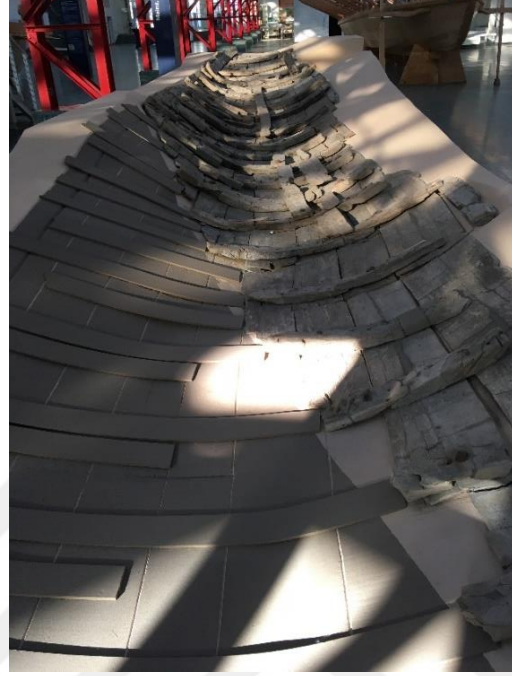
1,2 ve 4. batıklar Mainz Antik Denizcilik Müzesi'nde 2900m2 alanda *in-sitü* pozisyonlarında sergilenirken (Şekil 2.80-2.81), 3 ve 5. batıklar rekonstrüksiyon çalışmaları yapılarak aynı müzede minimum rekonstrüksiyon düzeninde sergilenmektedir (Şekil 2.82-2.83) (Wittköpper, 2022).

Şekil 2. 81: Exportit malzemesinden üretilmiş taşıyıcı üstünde *in-sitü* halde sergilenen batık.



Kaynak: Markus Wittköpper arşivi.

Şekil 2. 82: Export malzemesinden üretilmiş taşıyıcı üstünde *in-sitü* halde sergilenen batık.



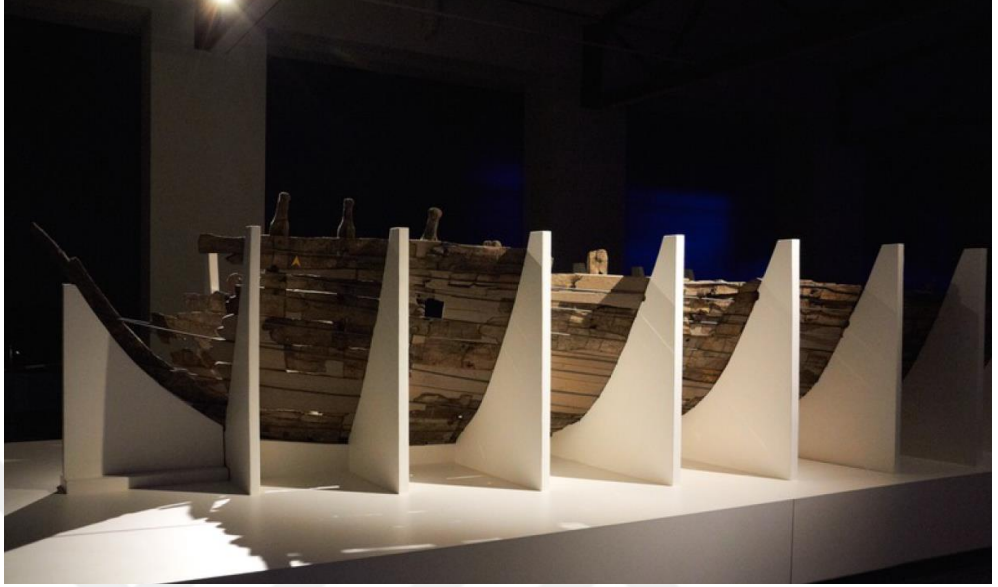
Kaynak: Markus Wittköpper arşivi.

Şekil 2. 83: Export malzemesinden üretilmiş taşıyıcı üstünde minimum rekonstrüksiyon halinde sergilenen batık.



Kaynak: Markus Wittköpper arşivi.

Şekil 2. 84: Export malzemesinden üretilmiş taşıyıcı üstünde minimum rekonstrüksiyon halinde sergilenen batık.



Kaynak: Markus Wittköpper arşivi.

In-situ pozisyonda sergilenen batıklar kazı sırasında iş makineleri nedeniyle ağır tahribata uğrayarak parçalandıkları için rekonstrüksiyon çalışmaları gerçekleştirilememiştir. 3 ve 5. batığın kazıları ise iş makineleri sahaya girmeden önce yapılmıştır. *In-situ* pozisyonda sergilenen batıklar normalde endüstriyel döküm işlemlerinde kullanılan ve export malzemesinden üretilerek şekillendirilmiş köpükler üzerinde sergilenmektedir. Batıklar taşıyıcı üstündeyken gövdelerinin iç kısmı görünür haldedir fakat gövdenin dış kısımları köpükle kapatıldığından dolayı çok sınırlı bir görüş vardır. Parçaların kırık kısımları birbirine bir akrilik reçine olan *Henkel Sista F 130* kimyasalıyla yapıştırılarak koruma altına alınmıştır. Rekonstrüksiyonları yapılarak sergilenen batıklar aynı malzeme üzerinde fakat eğri şekli verilerek tasarlanan destekleyiciler üzerinde sergilenmektedir (Şekil 2.84) (Wittköpper, 2022).

Şekil 2. 85: Mainz Antik Denizcilik Müzesi’nde sergilenen batıkların genel görünüşü.



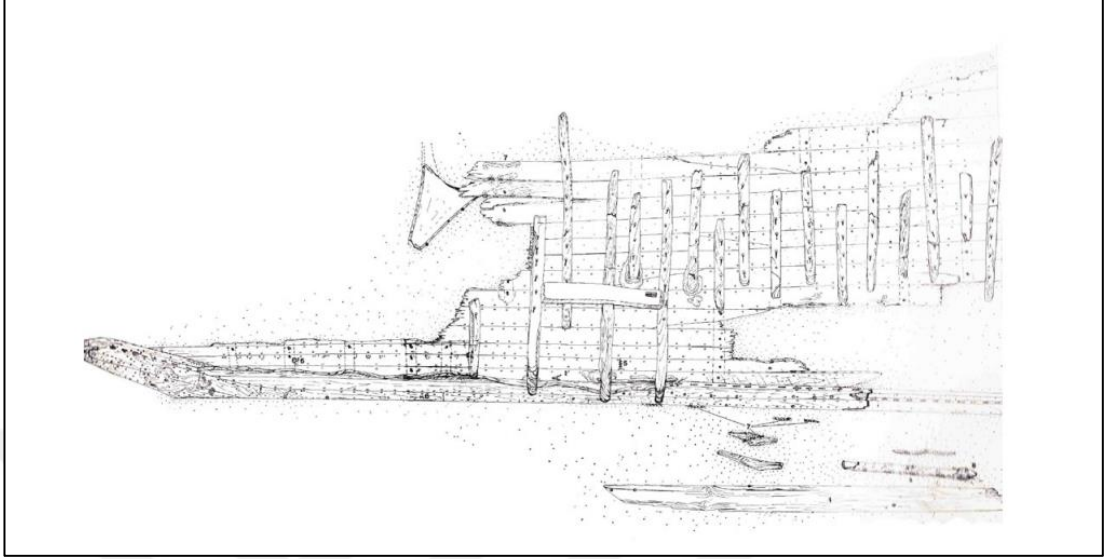
Kaynak: Markus Wittköpper arşivi.

2.2.11. Marsala Batığı

Marsala Batığı, 1969 yılında, İtalya’nın Sicilya kıyılarında tesadüfen keşfedilmiştir. M.Ö 235 yılına tarihlendirilen batığa ait ahşapların 2.4 metre derinlikte, kullanım dışı kalmış bir kanalın getirdiği alüvyonların etkisiyle sediment altına gömüldüğü için korunarak günümüze ulaştığı anlaşılmıştır. Araştırma sırasında gemi gövdesi üzerinde bulunan sahra taşları batığın geçmişte bir savaş gemisi olabileceğinin göstergesi olarak düşünülmüştür (Frost, 1972: 113-114, Morneau 1986, Alagna, 1977: 158).

İki yıl süren su altı araştırmalarının ardından geminin kış kısmının bulunmasıyla birlikte Honor Frost liderliğinde başlatılan kazı süreci toplam 4 sezonda tamamlanmıştır. Su altında posedonia örtüsüyle kaplanmış olan batık üzerinde düzenli bir şekilde temizlik yapılmak zorunda kalınmıştır. Kış kısmına ek olarak batık gövdesinin omurgası, iskele tarafının su hattına kadar olan kaplama parçaları ve gövde üst yapısına ait birkaç parça kazı sırasında ele geçirilmiştir (Şekil 2.85) (Morneau 1986).

Şekil 2. 86: Batık gövdesinin planı.



Kaynak: Pomey, 2020: 32.

Palermo Müzesi'ne taşınan ahşapların tuzdan arındırma çalışmaları laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Musluk suyu kullanımıyla tuzdan arındırma çalışmaları esnasında su içerisine %0.01 sodyum pentaklorofenat eklenmiştir. Tuzdan arındırma işleminin ardından gövde ahşaplarına PEG 4000'in 60°C'de ısıtılarak uygulanmasına karar verilmiştir. Nihai çözelti konsantrasyonu %80 olarak belirlenmiştir (Alagna, 1977: 158-159, Frost, 1972: 113-114).

Kazı sırasında ele geçirilen gövde parçaları baz alınarak batığın kabuk-önce yapım tekniğiyle yapıldığı tespit edilmiştir. Kıç kısmından gövdenin ortasına kadar rekonstrüksiyon ve model çalışmaları yapılmıştır. Batığın baş kısmının rekonstrüksiyon çalışmaları kazı alanının yakınında bulunan ve Punic batığıyla benzer olduğu düşünülen başka bir batığın baş kısmının detayları kullanılarak tamamlanmıştır. Dolayısıyla Marsala Batığının elde edilen rekonstrüksiyonun, aynı sınıftaki genel bir gemi tipini ifade eden doğru bir rekonstrüksiyon olduğu düşünülmektedir. Rekonstrüksiyon çalışmalarından elde edilen sonuçlara göre batık gövdesinin uzunluğunun 35 metre, genişliğinin ise 4.8 metre olduğu düşünülmektedir. Geminin iki tarafında toplam 68 kürekçinin kürek çektiği 17'şer tane kürek olduğu tahmin edilmektedir. Gövde üzerindeki izler ve işaretlerin detaylıca incelenmesinden sonra, işaretlerin gemi yapım sırasıyla ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bu durum savaş

gemilerinin kısa bir süre içerisinde inşa edilebilmesi için sistematik bir yapım tekniği olduğunu ortaya koymuştur (Frost, 1972: 116, Morneau 1986, Pomey, 2020: 36, Adam, 2013: 35).

Marsala’da bulunan Regional Archaeological Museum Lilibeo’da sergilenen batığın taşıyıcı konstrüksiyonu tabandan demir payandalarla desteklenen, rekonstrüksiyon hatlarını temsil eden ince metal şeritler halinde tasarlanmıştır (Şekil 2.86-2.87-2.88). 2018 ve 2019 yılında Arc-Nucléart ve Southampton Üniversitesi’den uzmanların yaptığı analiz ve fotogrametrik ölçüm çalışmalarıyla batıkta yüksek derecede kayma ve bozulma tespit edilmiştir. Bu deformasyonların büyük ölçüde taşıyıcı konstrüksiyonda bulunan demir desteklerin yetersizliğinden kaynaklandığı sonucuna varılmış ve taşıyıcının güçlendirilmesine karar verilmiştir (Polakowski&Tanner, 2020).

Şekil 2. 87: Marsala Batığının sergilenmesi.



Kaynak: Toby Jones Arşivi.

Şekil 2. 88: Marsala Batığının sergilenmesi.



Kaynak: Toby Jones Arşivi.

Şekil 2. 89: Marsala Batığının sergilenmesi.



Kaynak: Toby Jones Arşivi.

2.3. Amerika Müzelerinden  rnekler

2.3.1. La Belle Batığı

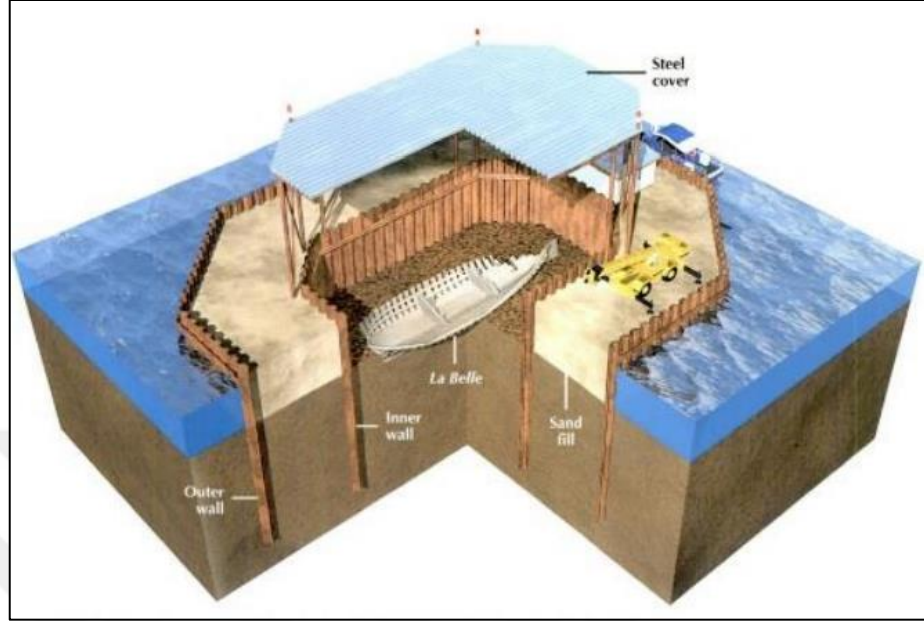
La Belle Gemisi, 1684 yılında La Salle yönetimindeki diğer üç gemi ile birlikte Mississippi nehri ağzında bir Fransız kolonisi kurma amacıyla 300 s m rgeciyle Fransa'dan yola çıkmıştır. 1995 yılında J.Barto Arnold III tarafından Matagorda Körfezi'nde, magnometre cihazı kullanılarak, içerdiği XIV Kral Louis'e ait tanımlanabilir dört adet bronz toptan birinin su altında bulunmasıyla keşfedilmiştir. Keşiften sonra, su altında görüş oldukça elverişsiz olduğu için, Teksas Tarih Komisyonu tarafından alınan bir kararla batık alanının etrafına batardo döşenmiştir (şekil 2.89-2.90). Böylece batığın kazısı su altında değil 1996-1997 yıllarında ıslak kara ortamında yapılmıştır (Arnold, 1996a, Arnold, 1996b, The INA Quarterly, 1999: 25).

şekil 2. 90: Batık alanına batardo yapılması.



Kaynak: <http://www.pilebuck.com/marine/cellular-cofferdams-vital-marine-construction/> erişim tarihi: 15.07.2022.

Şekil 2. 91: Batardonun illüstrasyonu.



Kaynak: Bruseth, Turner: 2005: 53.

Oluşturulan batardonun içerisindeki deniz suyunun tahliye edilmesiyle birlikte ele geçen ahşap kalıntıların, batığın yaklaşık %35'ini oluşturduğu öngörülmüştür. Çoğunluğunu çam ve meşe ağaçlarının oluşturduğu ahşapların özellikle dış kısımları Terodo Navalis saldırısına uğramış şekilde ele geçmiştir. Gemi yapımında kullanılmış olan metal parçalar zaman içerisinde korozyona uğrayarak ahşapların derinlerine nüfuz etmiştir. 15.8 metre uzunluğunda ve 4.6 metre genişliğindeki batık demonte edilerek kazı sahasından kaldırılmıştır (Şekil 2.91). Demonte sıralaması gemi yapım sıralamasının tersi olacak şekilde uygulanmıştır (Hamilton, 2006: 2-3, Fix, 2015: 167, Fix, 2015: 259).

Şekil 2. 92: Gövde elemanlarının demonte edilerek vinç yardımıyla taşınması.



Kaynak: Fix, 2015: 167.

Demonte çalışmalarına bölme perdeleri (*bulkhead*) ve yelken ıskaçasının sökümüyle başlanmıştır. Gövdenin içi temizlendikten sonra sancak kuşakları ve iç kaplamaların kaldırılmasıyla demonte işlemine devam edilmiştir. Sonrasında ahşapları bir arada tutan demir ve ahşap çiviler kesilerek tüm parçalar el gücü veya vinç yardımıyla temizlik ve belgeleme işlemleri için ıslak bir alana taşınmıştır (Fix, 2015: 167-168).

Batık ahşaplarının fiziksel kondisyonlarının anlaşılmasıyla birlikte, gelecekte gövdeyi taşıması için imal edilecek taşıyıcı konstrüksiyon tasarımının kapsamlı bir şekilde değerlendirilebilmesi için gövde elemanlarının ağırlık merkezi hesaplanmıştır. Ölçüm ve çizimler için Total Station cihazı kullanılmıştır. Sonuç olarak tüm gövdenin ağırlık merkezinin gemi ortasından kıç kısma doğru 0.7115 m, sancak tarafına doğru 0.6065 m ve omurgadan yüksekliği 0.7449 m olacak şekilde hesaplanmıştır (Fix, 2015: 261-264).

Taşıyıcı konstrüksiyon tasarlanmadan önce diğer projelerde yapılan uygulamaların avantajları ve dezavantajları karşılaştırılmıştır. Daha sonra La Belle Batığı'nın taşıyıcı sistemi için bazı parametreler belirlenmiştir. Öncelikle hiçbir orijinal ahşabın fazladan yüke maruz kalması istenmemiştir. Yapılacak olan taşıyıcı konstrüksiyonun, batık ahşaplarını hem PEG emdirme sırasında hem de sergi salonunda sergilenirken desteklemesi istendiğinden dolayı her iki ortama da uyum sağlayabilecek şekilde modifiye edilebilmesi, konstrüksiyonun istenen diğer özellikler arasında yer almaktadır. Son olarak batığın omurgası kara ortamında tüm gövdenin yükünü taşıyabilecek kadar sağlam olmadığından yükü omurgaya vermeyecek bir taşıyıcı tasarlanması istenmiştir. Taşıyıcı konstrüksiyona binen yüklerin sergi salonunda başka bir noktaya taşınması, binanın fiziksel şartlarından dolayı mümkün gözükmemiştir. Bu sebeple güçlendirilmiş fiber polimer malzeme kullanılarak bir iç iskelet oluşturulması fikri tartışılmıştır. La Belle Batığı için ahşapların bozulma düzeyine uygun bir kompozit malzeme seçilmiştir (Fix, 2015: 264-273).

Batık ahşapları konservasyon işlemleri için 18.3 x 6.1 x 3.7 metre boyutlarında, 25.4 cm duvar kalınlığına sahip beton bir havuz içerisinde kendisine özel hazırlanmış 4 adet vinç konsolu tarafından kontrol edilen taşıyıcı konstrüksiyona yerleştirilmiştir (Şekil 2.92-2.93). Ahşapları taşıyan vince bağlı çelik konstrüksiyon çeşitli ayarlamaların yapılabilmesi ve ahşapların kontrol edilebilmesi için havuz içerisinden istendiği takdirde çıkarılabilecek şekilde tasarlanmıştır. Havuz içerisine kurulan bir pompalama sistemi sayesinde PEG çözeltisi 24 saats içinde iki kez devir daim edilmiştir. Devir daim sırasında konsantrasyon ayarlamaları yapılabilmiş ve 10 mikronluk filtreler sayesinde çözelti temizlenmiştir (Fix, 2015: 273-275, The INA Quarterly, 1999: 25).

Şekil 2. 93: Batık gövdesinin, oluşturulan beton havuz içerisindeki taşıyıcı konstrüksiyona yerleştirilmiş hali.



Kaynak: Fix, 2015: 249.

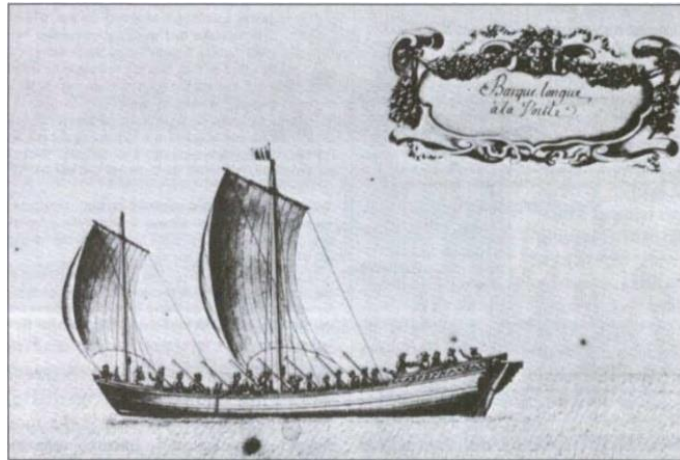
Batığın rekonstrüksiyon işlemlerine başlanmadan önce hangi tipte bir gemi olduğu araştırılmıştır. Yapılan araştırmaların sonucunda La Belle gemisinin *barque longue* tipinde bir gemi olduğu anlaşılmıştır. *Barque longue* terimi, ilk olarak Fransız donanması tarafından 1675 yılında bir dizi küçük gemi için tanımlanmıştır (Şekil 2.94). Bu sınıfın adı, 1676 yılında resmi olarak korvet sınıfı olarak değiştirilmiştir. 18.yy'a doğru bu sınıf gittikçe büyüyerek hafif firkateyn olarak kabul edilen bir sınıfa dönüşmüştür İlk örneklerinde yalnızca birkaç basit silah taşıyabilen gemi sonradan bir güverte eklenmesiyle birlikte 4 librelilik silah taşımaya başlamışlardır (Grieco, 2003: 3).

Şekil 2. 94: Batık gövdesinin, oluşturulan beton havuz içerisinde taşıyıcı konstrüksiyona yerleştirilmiş hali.



Kaynak: Fix, 2015: 254.

Şekil 2. 95: Jean Jouve'nin 1679 tarihli albümünden bir *barque longue*'nin erken temsili.



Kaynak: Grieco, 2003: 2

Gövdenin yeniden montaj işlemi omurga parçası ile başlamıştır. Omurga parçasının alt kısmında ciddi yüzey kayıpları olmasının yanı sıra eğri istasyonlarından birine denk gelen kısmında çatlağı da mevcuttur. Bu sebeple alt yüzeyin kalıbı alınarak bu bölge omurga boyunca polyester-epoksi ile doldurulmuştur. Omurga hazır olduktan sonra eğrilerin özgün formlarının anlaşılabilmesi için kaplama parçaları ve eğriler geçici olarak birleştirilmiştir. Omurga yerleştirildikten sonra döşekler ve iç omurga yerleştirilmiştir. Tüm ahşaplar orijinal bağlantı noktaları kullanarak birleştirildiği için ahşapların yanlış hizalanması söz konusu olmamıştır (Fix, 2015: 275-287).

Yeniden montaj tamamlandığında gövdenin üst yapısındaki ahşapların omurgaya baskı yapmasının önüne geçebilmek için iki yapının arasına enine gelecek ve ağırlığı absorbe edebilecek elemanlar konması gerekmiştir. La Belle batığında bunun önüne geçilebilmesi için omurganın orijinal cıvata deliğine 1 inçlik fiberglas çubuklar yerleştirilmiştir. Fiberglas çubuklar, omurganın üst kotunun yaklaşık 1 inç üstünde durarak üst yapının ağırlığını taşımıştır. Eğrilerin münferit olarak yükselen dış kısımlarının desteklenmesi amacıyla doğrudan eğri parçasından kalıplar alınarak enine laminantlar oluşturulmuştur. Oluşturulan laminantların hem ahşapları yeterince desteklemesi hem de ince olması gerekmektedir. Bu işlemi gerçekleştirmek için seçilen birkaç laminant üzerinde kırılma gerilimi testi yapılmıştır (Şekil 2.95). Laminantlara belirli bir uçla orta yerinden baskı yapılarak uygulanan test bir formülün matematiksel sonuçları basit bir denklem aracılığıyla çıkarılmıştır. Bu denkleme göre;

$$“F = 3 PS/2W \times t \times t”$$

- F: kırılma anında yüzeye uygulanan maksimum stres değeri (pound-inç veya psi)
- P: terazide okunan pound cinsinden yük,
- S: baskı uygulanacak örneğin köprü oluşturduğu aralık,
- W: numunenin inç cinsinden genişliği,
- T: numunenin inç cinsinden kalınlığıdır.

Şekil 2. 96: Seçilen örnek üzerinde yapılan kırılma gerinimi testi.



Kaynak: Fix, 2015: 292.

Laminantların eğrilerin üstünde dökülüp şekillendirilebilmeleri için eğri parçalarının boyutsal deformasyona uğramadan 24 saat kuru ortamda kalmaları gerekmiştir. Bu işlem için havuzdan çıkarılan ahşaplar selofan plastikle sarılmıştır (Şekil 2.96).

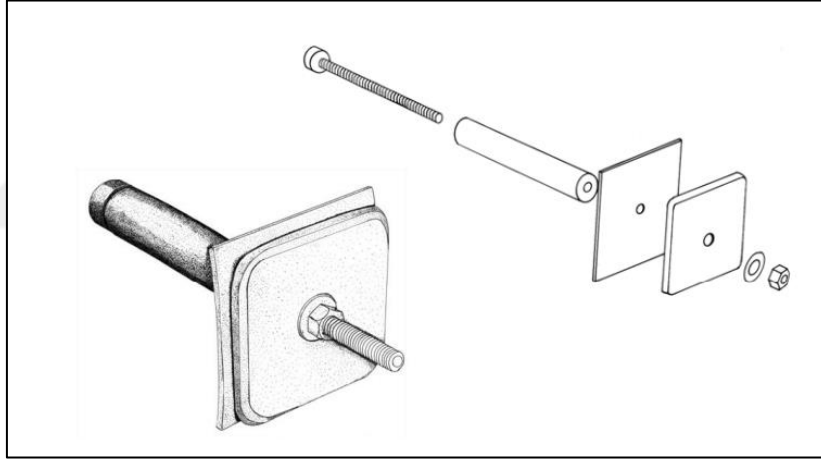
Şekil 2. 97: Ahşapların demonte edilerek selofan plastiklerle kaplanma işlemi.



Kaynak: Fix, 2015: 296.

28 eğri için tam dış destek laminantlar döküldükten sonra laminant kenarlarının kırılması, zımparalanması ve düzensiz yüzeylerin doldurulması işlemi tamamlanmıştır. Bu aşamalardan sonra laminant su yalıtımı ve sünmeye karşı koruma için iki kat iki parçalı Amercoat ürethan boya ve iki kat epoksi reçine ile kaplanmıştır. Kaplama parçalarını güvenli bir şekilde geçici sabitlemek için bir cıvata sistemi oluşturulmuştur. Gövdenin müzede tekrar kurulabilmesi için kalıcı birleştirme yapılmamıştır. Bu sistem için fiberglastan yapılmış cıvata, neopren malzemeden yapılmış bir borunun içinden geçirilmiştir. Bu kısımda neopren malzeme kullanılmasının sebebi, çivi delikleri içerisinde neoprenin genleşmesini sağlayarak sürtünmeyi minimuma indirmektir (Şekil 2.97) (Fix, 2015: 299).

Şekil 2. 98: Ahşapların bağlantı elemanların illüstrasyonu.



Kaynak: Fix, 2015: 300.

Gövde elemanları taşıyıcı konstrüksiyona sabitlendikten sonra oluşturulan havuz içerisinde konservasyon işlemlerine başlanmıştır. Batık ahşapları, PEG çözeltisi içine yerleştirilerek emdirme yöntemi uygulanacağından havuzun üstü güneş ışınlarından ve kontrolsüz buharlaşmadan kaçınmak amacıyla kapatılmıştır. Batık ahşaplarının %90'ının U_{max} değeri %500'ün üzerinde olduğundan yeniden kurulum işlemleri konservasyondan önce tamamlanmak istenmiştir. Bu durumun sebebi; kurutma işleminin, dikkatli yapılmış olsa da ahşaplar üzerinde boyutsal değişikliklere sebep olacağının düşünülmesidir. Uzmanlar konservasyon sonrasında ahşapların birbirine birleştirilirken kaplama ve eğri üzerlerindeki bağlantıların birbiriyle

uyuşmayabileceğini öngörmüşlerdir (Hamilton, 2006: 3, Fix, 2015: 240-243, Fix, 2015: 259, Fix, 2015: 300).

2004 yılının sonunda 14 tonluk havuz %5'lik PEG 200 çözeltisiyle doldurulmuştur. Ahşapların nispeten az bozulmuş kısımlarında daha iyi empenye sonuçları elde edilmesi için çok düşük molekül ağırlıklı PEG seçilmiştir. Çözelti konsantrasyonu yavaş yavaş artırılarak 2007 senesinde %32'ye çıkarılmıştır. %40'lık PEG 200 emdirmesinden sonra PEG 3350 ile %80 konsantrasyona kadar çıkılıp ahşapların kontrollü kurutulması planlanmıştır. Fakat mali sebepler dolayısıyla bu yöntemden vazgeçilmiştir. PEG kimyasalı oldukça pahalı olduğundan daha az PEG gerektiren dondurarak kurutma yöntemiyle konservasyon yapılmasına karar verilmiştir. Bu yöntemin estetik açıdan daha iyi sonuç vermesi de bir diğer avantajı olmuştur. Dondurarak kurutma yöntemi seçildiğinde öncelikle havuz içerisindeki PEG 200 konsantrasyonu 13 ay içerisinde %5'e geri düşürülmüştür. Bunun haricinde dondurarak kurutma cihazına sığması için ahşaplar yeniden demonte edilerek PEG 3350 emdirilmeye hazır hale getirilmiştir. Dondurarak kurutma sonrasında ahşaplarda boyutsal değişiklik olmaması için önceden hazırlanmış olan destekleyiciler kullanılmıştır. Bu aşamada demonte işlemi tüm ahşapların Total Staton ile 3 boyutlu belgelenmesiyle başlamıştır (Şekil 2.98) (Fix, 2015: 301-306).

Şekil 2. 99: Total Station cihazı ile ahşapların belgelenmesi.



Kaynak: Fix, 2015: 307.

Gövde elemanları, havuz dışındaki ayrı kasalarda PEG 3350 emdirmesine tabi tutulmadan önce, sergileme esnasında yaşanabilecek problemlerden kaçınmak için 8 ay süre ile %2'lik amonyum sitrat banyosuna yatırılarak demir ürünlerinden arındırılmıştır (Fix, 2015: 309). Bu işlemten sonra PEG 3350 emdirme işlemine geçilmiştir. Ozmotik basıncın etkisinden kaçınmak için çözelti 18-23 ay süreyle %40 konstantrasyona çıkarılmıştır (Fix, 2015: 310).

Emdirme basamağının tamamlanmasının ardından, La Belle batığı için özel hazırlanmış 12m x 2.4m boyutlarındaki dondurarak kurutma cihazında kurutma süreci başlatılmıştır. İlk aşamada küçük ve nispeten ince parçalar kullanılmıştır. Bu parçalar PEG'i kalın parçalardan önce emdiğinden dolayı kurutma işleminde öncelik verilmiştir. Bir başka sebep ise kurutma işleminden sonra boyutsal deformasyon olup olmadığının görülmesi açısından test parçası niteliğinde olmuşlardır. Daha büyük ahşaplar dondurarak kurutma makinesine yerleştirilmeden önce mdf levhalar üzerinde sabitlenmiştir. Kurutma işleminin sonucunda ahşapların %95'inin boyutsal deformasyonu %2'nin altında çıkmıştır. Kurutma sonrası ahşapların birleştirilmesinde problem yaşanmamıştır. Dondurarak kurutma işleminin ardından yüzeyde görülen fazla PEG kalıntıları temizlenmiştir. Ahşaplar paketlenerek koruma laboratuvarından 100 mil uzaklıktaki müzeye taşınarak 7 aylık bir çalışma sonrasında yeniden birleştirilmiş bir şekilde sergilenmeye açılmıştır (Şekil 2.99) (Fix, 2015: 310-313, Fix, 2015: 241).

Şekil 2. 100: Batığın Bullock Museum’da sergilenmesi.



Kaynak: Çevrimiçi, <https://www.thestoryoftexas.com/la-belle/educational-resources/family-activities>, Erişim Tarihi: 15.07.2022.

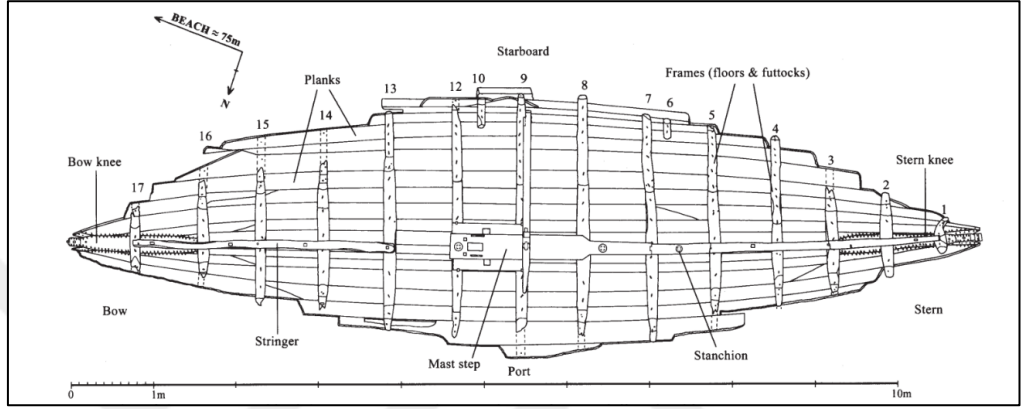
2.4. Asya Müzelerinden Örnekler

2.4.1. Ma’agan Mikhael Batığı

Ma’agan Michael Batığı 1985 yılında İsrail’in Ma’agan Michael Kibbutz bölgesinde kıyıdan 70 metre uzaklıkta 1.5 metre derinlikte ve 1.5 metre sediment altında kıyıya dik şekilde gömülü halde bulunmuştur. 1988-1989 yıllarında yapılan kazı çalışmaları Dr. Elisha Linder ve Jay Rosloff yönetiminde gerçekleşmiştir (Kahanov, 2011: 161-162, Kahanov, 1997: 316). Batık radyokarbon analizi ve seramik buluntuların tipolojisinden yola çıkılarak MÖ. 4.yy başlarına tarihlendirilmektedir (Artzy, Lyon, 2003: 197, Kahanov, 2011: 163). Buluntular ışığında geminin yaklaşık 14 metre uzunluğunda bir ticaret gemisi olduğu düşünülmektedir. Geminin içerisinde yiyecek

kalıntıları; mürettebatın günlük kullanımı için yaklaşık 70 seramik tabak, kase, sürahi vb. buluntular keşfedilmiştir. 11.5 metre korunmuş boyu olan batığın 3.11 metre genişliği ve 1.5 metre yüksekliği bulunmaktadır (Şekil 2.100) (Kahanov, 2011: 162-163, Kahanov, 1997: 316).

Şekil 2. 101: Ma'agan Mikhael batığının planı.



Kaynak: Kahanov, Pomey, 2004: 7.

Karina kısmı tamamen korunan batığın birçok parçası da günümüze ulaşmıştır. Omurga, kontra omurga, merkezi kiriş iç kuşak, 14 eğri parçası, sancak tarafında 12 iskele tarafında 7 adet kaplama sırası, ıskaç, baş ve kık kısmında praçoller ve gemide kullanılan tek kollu ahşap çapa günümüze ulaşan yapı elemanlarıdır. Gemi elemanlarının yapımında kullanılan ahşapların cins-tür analizlerine göre geminin Türkiye'nin kuzeybatı sahillerinde yapılabilmiş olabileceği öne sürülmüştür (Kahanov, 2011: 162–163, Kahanov, Pomey, 2004: 6–13).

Kadeh biçimli gövde yapısına sahip batığın, kilitli kama zıvanalı kenar bağlantıları bulunduğu, kabuk-önce yapım tekniğiyle inşa edildiği düşünülmektedir. Kama zıvanalı kenar bağlantıları birbirine çok yakındır. Antik gemi inşa geleneğine uygun şekilde kaplamalar, geminin baş ve kık kısımlarında omurga, paraçol ve bodoslamalara dikilmiştir. Kaplama parçaları gövde formunu oluşturduktan sonra eğriler gövde içerisine yerleştirilerek bakır çivilerle sabitlenmiştir (Kahanov, Pomey, 2004: 24, Kahanov, 2011: 164–165).

Batık gövdesi su altında demonte edilerek kaldırılmıştır. Söküme puntellerden başlanarak sırasıyla merkezi kiriş, ıskaça ve eğrilerle devam edilmiştir. İç iskelet sisteminin sökümü tamamlandıktan sonra keskin aletler yardımıyla zıvanalar kesilmiş ve gövdeyi oluşturan kaplamalar ayrılmıştır. Kaplamalar daha sonrasında konservasyon sürecinde kullanılacak plastik kasalara sığdırılabilmesi için uzunlukları 1.8 metre olarak şekilde kesilmiştir. 8.26 metre uzunluğundaki omurga parçasına özel 10 metre uzunluğunda paslanmaz çelikten tank inşa edilerek denizden tek parça halinde çıkarılması sağlanmıştır (Şekil 2.101) (Kahanov, 1997: 316-317).

Şekil 2. 102: Batık omurgasının su altından çıkarılması.



Kaynak: Cvikel, 2020: 103.

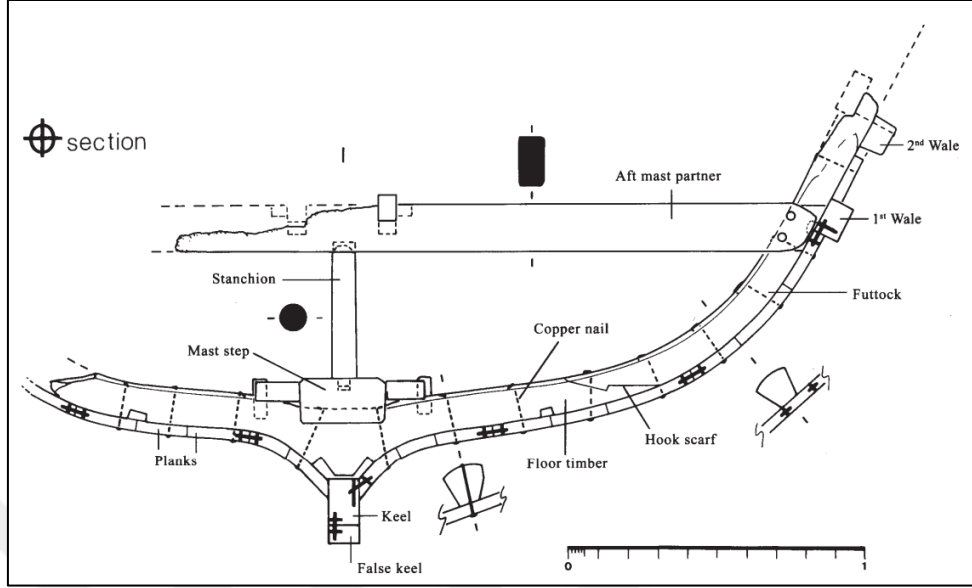
Su altından çıkarıldıktan sonra ahşaplar üzerinde yapılan analizlerde U_{max} değeri %709 olarak tespit edilmiştir. Ahşapların yalnızca üst kısımlarında *terodo navalis* deformasyonları görülmüştür. Ahşaplar fazlaca kırılgan ve yumuşak durumda olduğundan, ayrıntılı çizim işlemleri konservasyon aşamasının sonrasına ertelenmiştir. Konservasyon öncesinde sadece basit belgeleme adımları yapılmış ve ahşaplar kalınlıklarına göre iki farklı sınıfa ayrılmıştır. Aynı sınıfta yer alan yapım elemanları konservasyon tanklarına beraber yerleştirilmiştir. Musluk suyu ile yapılan tuzdan arındırma işlemi 2 yıl sürmüştür. Tank içerisindeki su 7 kez sirküle edilerek ortamın

tuzluluğu 100 ppm'e kadar düşürülmüştür. Tuzdan arındırma işleminden sonra ahşapların konservasyon işlemlerine başlanmıştır. Konservasyon için PEG kimyasalının iki aşamalı emdirilme yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntemle önce PEG 400 sonra PEG 3350 ahşaplara emdirme yoluyla uygulanmıştır. En kalın parça olan omurga parçasının konservasyonunda ilk 6 ay PEG 400 20°C sıcaklıkta %25 konsantrasyona kadar çıkıldıktan sonra çözelti sıcaklığı 40°C'ye konsantrasyon ise %45'e çıkarılmıştır. İkinci aşamada 3.5 yıl süre ile PEG 3350 ile %100 konsantrasyona çıkarılmıştır (Cvikel, 2020: 104, Kahanov, 2011: 164-165).

Diğer ahşaplar için başta 20°C'de %5 konsantrasyonda PEG 400 emdirilmeye başlanmıştır. Çözeltiye haftada 1 kere %1'lik PEG 400 ilave edilmiştir. PEG 400 konsantrasyonu %60'a ulaştığında %100 konsantrasyona ulaşana kadar PEG 3350 emdirilmeye devam edilmiştir. İnce parçalarda 2.5 yıl, kalın parçalarda 3.5 yıl süren emdirme işlemi boyunca çözelti sıcaklığı 62°C'de sabit tutulmuştur. Ahşaplar üzerinde yapılan analizlerde hücrelerin %94-99 aralığında PEG ile dolu olduğu görülmüştür. Ahşap yüzeyindeki PEG kalıntıları 70°C suyla ıslatılmış süngerler kullanılarak temizlenmiştir. 30°C ve %70 bağıl nem içeren bir ortamda ahşapların kontrollü kurutma süreci tamamlanmıştır. Konservasyon sonrasında ahşaplarda %2.8-4.9 arasında boyutsal deformasyon gözlenmiştir (Kahanov, 1997: 320-321, Kahanov, 2011: 166).

1999 yılında Hayda Üniversitesi bünyesindeki Hecht Müzesi'nde batık için özel tasarlanan sergi salonunda rekonstrüksiyon çalışmalarına başlanmıştır. Rekonstrüksiyonun başında kabul edilebilir hata maksimum 1 cm olarak belirlenmiştir. Yeniden kurulum aşaması 3 sene sürmüştür. Bu süreçte ahşaplar ve bağlantı elemanları detaylıca belgelenmiştir. Batık ahşapları yeniden kurulurken parçalar birbirine yapım tekniği ile benzer sırada birleştirilmiştir. Buna göre öncelikle omurga ve bodoslama parçaları geçici ayarlanabilir destekler üzerinde yerleştirildikten sonra burma tahtaları oluşan yapıya eklenmiştir. Kilitli kama zıvana bağlantıları yeniden kurulumda işlevsel rol oynamamış fakat kurulumun doğruluğunun sağlanması açısından fayda sağlamıştır (Şekil 2.102) (Kahanov, 2011: 166-167, Votruba, 2004: 211-218, Cvikel, 2020: 107-109).

Şekil 2. 103: Batık gövdesinden bir kesit.



Kaynak: Kahanov, Pomey, 2004: 8.

Yeniden kurulum sırasında iç iskelet sisteminin batığın özgün formunu daha iyi yansıttığı anlaşılmıştır. Böylece orijinal pozisyonunu kaybettiği anlaşılan bazı kaplama parçaları 62°C de PEG 4000 içeren tanklarda 24-48 saat aralığında tekrar ısıtılarak özgün şekillerine getirilmiştir. Kontra omurganın ahşaplarının ağırlığını taşıyabilecek durumda olmadığı düşünülerek aynı boyutta taze ahşap parçası kesilerek monte edilmiştir. Kaplama parçaları gövdenin dış kısmından uzunlamasına ahşap çitalarla desteklenmiştir. Çitalar ayarlanabilir sürgülü aparatlar aracılığıyla enine desteklere bağlanmıştır. Her bir ahşap çita batığın başından sonuna kadar uzanarak kaplama parçalarını ve iç iskeletin kaplama tahtalarına verdiği yükü taşımıştır. İç iskelet sistemi kaplamalara, kaplamalar ise dış desteklere taşıtılmıştır. Kaplama parçaları birbirlerine sabitlenmemiştir (Şekil 2.103-2.104) (Kahanov, 2011: 166-167, Votruba, 2004: 211-218, Cvikel, 2020: 107-109).

Şekil 2. 104: Yeniden kurulum çalışmaları.



Kaynak: Votruba, 2004: 216.

Şekil 2. 105: Yeniden kurulum çalışmaları.



Kaynak: Votruba, 2004: 213.

Ma'agan Mikhael Batığı 2002 yılından itibaren Hecht Müzesinde sergilenmeye başlanmıştır. 2006 yılında batığın geçici taşıyıcı konstrüksiyonu metal ve kalıcı bir konstrüksiyonla değiştirilmiştir. Taşıyıcı konstrüksiyonda geminin rekonstrüksiyon

hatlarının ziyaretçilere aktarılabilmesi için eğri istasyonlarının 7 cm dış kısmından küpeşte seviyesine kadar ince çelik çıtalar kullanılmıştır. Kontra omurganın yan kısımlarına “I” profil çelik kirişler yerleştirilmiştir. 3 cm genişliği olan çelik çubukların kesiti “T” şeklindedir (2.105). Metal ve orijinal ahşaplar arasındaki temasın engellenebilmesi için araya EPDM malzemesi yerleştirilmiştir. Doğru sonuç elde edilene kadar gövde dört kez sökülüp tekrar monte edilmiştir. Hedeflendiği gibi 1 cm hata payı ile yeniden kurulum çalışması sonlandırılmıştır (Şekil 2.106) (Cvikel, 2020: 107-112, Kahanov, 2011: 166-167).

Şekil 2. 106: Taşıyıcı konstrüksiyon detayı.



Kaynak: Cvikel, 2020: 111.

Şekil 2. 107: Batığın sergilenmesi ve taşıyıcı konstrüksiyonu.



Kaynak: Cvikel, 2020: 112.

2.4.2. Girne Batığı

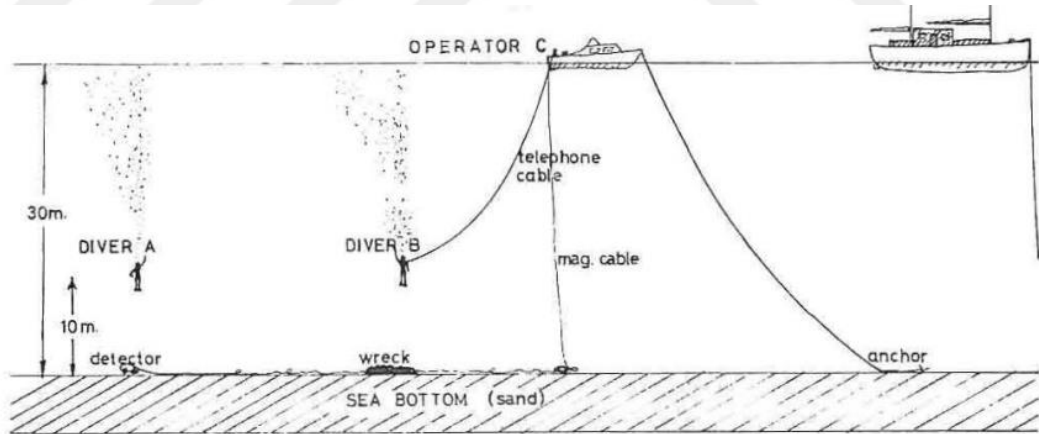
Girne Batığı, 1965 yılında, Kıbrıs'ın kuzeyinde 30 metre derinlikte, 19 x 10m genişliğinde bir alana yayılmış vaziyette, kargosunu oluşturan yaklaşık 100 amfora ile birlikte bulunmuş bir ticaret gemisidir (Şekil 2.107). 1968-1969 yıllarında Michael L. Katzev başkanlığındaki bir ekip tarafından kazısı gerçekleştirilmiştir. Geminin kargosundan ve laboratuvar analizlerinden elde edilen verilere dayanılarak gemi M.Ö 4. yüzyıl sonlarına tarihlendirilmiştir. Gemi gövdesinin yarısından fazlası korunmuş halde bulunmuştur (Şekil 2.108-2.109).

Şekil 2. 108: Girne Batığı'nın *in-situ* görünüşü.



Kaynak: Katzev, 2008: 81.

Şekil 2. 109: Magnometre yöntemiyle yapılan su altı araştırmalarının illüstrasyonu.



Kaynak: Green v.d. 1967: 48

Şekil 2. 110: Girne Batığı'nın su altında gerçekleştirilen kazısı.

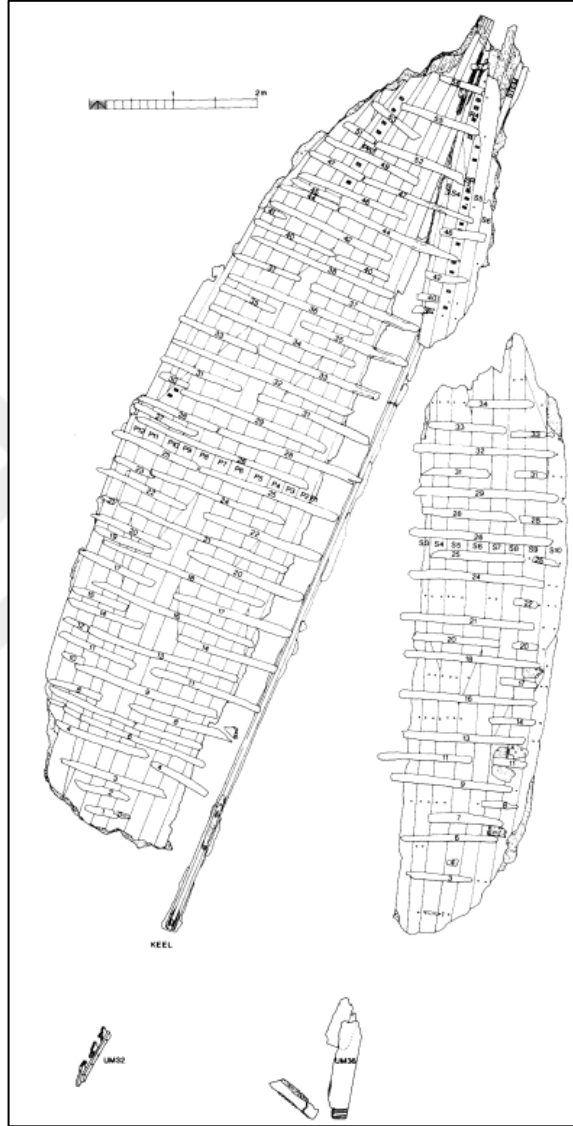


Kaynak: Steffy, 1985: 102.

Omurga ve 22 sıra kaplama parçası korunan geminin kabuk-önce yapım tekniğiyle inşa edildiği tespit edilmiştir. Su hattının üzerinde iki adet büyük yumru bulunan gövdenin kaplama kenarlarında yakın aralıklarla bulunan kama zıvanalı geçmeler olduğu görülmüştür. Gövdede bulunan eğrilerin omurgaya bağlanmadığı fakat bronz çiviler vasıtasıyla kaplamalara tutturulduğu tespit edilen başka özelliktir. Gövde içinde iç kaplamalar, kemereler ve yelken ıskaçası korunmuş durumdadır. Ayrıca kullanıldığı dönemlerde gemi üzerinde yapılan birkaç tamir işlemi ve tüm dış

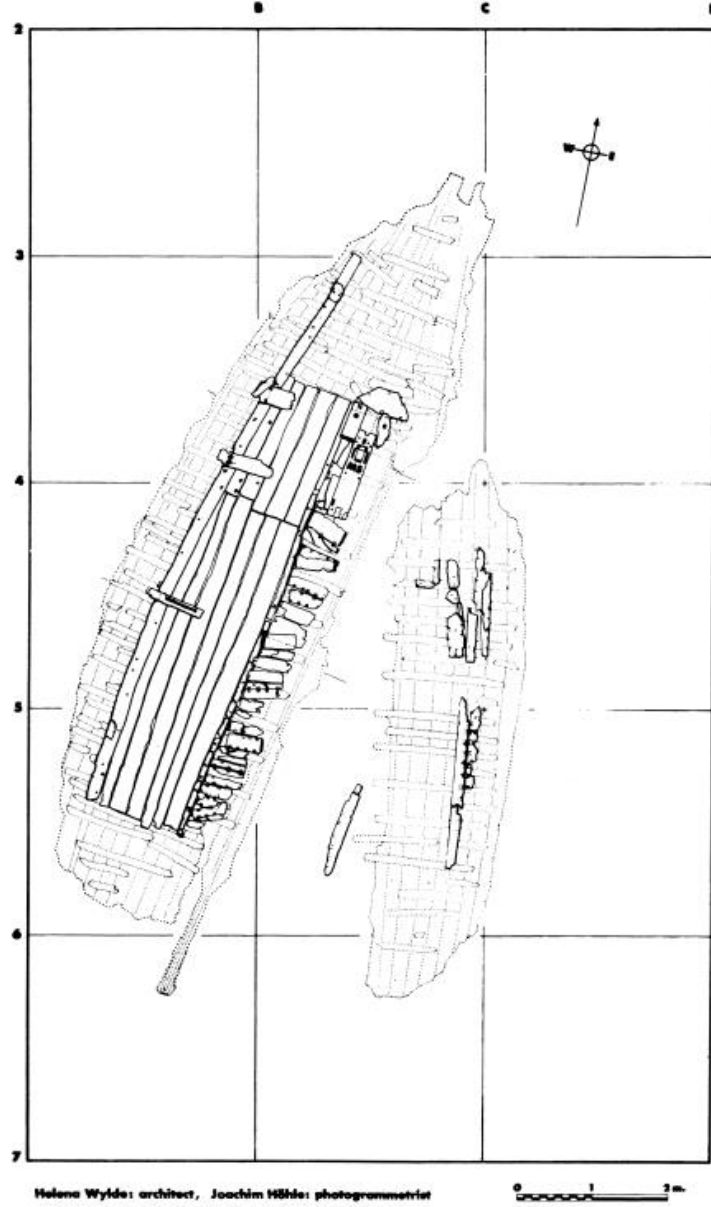
gövdenin kurşunla kaplanmış olduğu anlaşılmıştır (Şekil 2.110-2.111) (Steffy, 1985: 71-72, Green v.d. 1967, çevrimiçi, nauticalarch.org, erişim tarihi: 25.07.2022).

Şekil 2. 111: Batığın eğri, kaplama ve omurgasının planı.



Kaynak: Steffy, 1985: 74.

Şekil 2. 112: Batık gövdesinin içinde bulunan elemanların planı.



Kaynak: Steffy, 1985: 73.

Batık ahşapları demonte edilerek kazı alanından kaldırılmıştır. Yaklaşık 6000 adet ahşap parça fotoğraflanmış, kataloglanmış ve 1:1 ölçekte çizim işlemleri gerçekleştirilmiştir. 1969-1974 yılları arasındaki konservasyon çalışmalarında gemi ahşaplarına PEG 4000 emdirilmiş, ardından uygun koşullar altında kontrollü kurutma işlemi uygulanmıştır. Konservasyon işlemlerinden sonra 14m x 4.2m boyutlarındaki gövdenin yeniden kurulum işlemleri gerçekleştirilmiştir. Güney Kıbrıs ve Kuzey

Kıbrıs arasındaki savaş durumu sebebiyle batık üzerindeki çalışmalar durmuş, süreç sonrasında önleyici koruma çalışmaları devam ettirilmiştir (şekil 2.112-2.113) (Harpster, 2015, Steffy, 1985: 71-72, evrimii, nauticalarch.org, erişim tarihi: 25.07.2022).

şekil 2. 113: Uzun süre önleyici koruma çalışmaları yapılamayan batığın tozlarından arındırılması.



Kaynak: Harpster, 2015: 159.

Şekil 2. 114: Batığın yeniden monte edilmesinin ardından görünüşü.



Kaynak: Steffy, 1985: 102.

2.5. Avustralya Müzelerinden Örnekler

2.5.1. Batavia Batığı

Batavia Batığı 1629 yılında Avusturalya'nın batı kıyısında yer alan Perth Şehri'nin 400km kuzeyinde kayalıklara çarparak batmıştır. Batık gövdesi 5 metre derinlikte olduğundan dalgalardan ve biyolojik aktivasyondan kötü etkilenecek deformasyona uğramıştır. 1963 yılında keşfedilen batığın kazı çalışmalarına 1970'li yılların başında başlanmıştır. Yaklaşık %10'luk kısmı ele geçen batık gövdesinin kış bölümü ve iskele tarafının alt kısımları korunarak günümüze ulaşmıştır. Günümüze ulaşan gövde parçalarının taş bloklar ve demir topların altında kalması sebebiyle korunmuş olduğu düşünülmektedir. Fakat ahşapların su altında uzun süre boyunca demir ürünleriyle temas etmesi, oluşan anaerobik ortamın da etkisiyle sülfat indirgeyen bakterilerin oluşmasına sebep olmuştur. Oluşan sülfid iyonları korozyona uğrayan demir ürünleriyle reaksiyona girerek pirit ve demir sülfid oluşumuna yol açmıştır. Kazı aşamasında gövde elemanları demonte edilmiş ve yüzeye çıkarılmadan önce 5 metre uzunluklarla kesilmiştir (Şekil 2.114). Yalnızca batığın kış aynalık kısmı rekonstrüksiyon çalışmaları için oldukça önemli olduğundan, kesilmeden su üzerine çıkarılmıştır (Richards, Godfrey, 2020: 89).

Şekil 2. 115: Batık ahşaplarının su altında 5 metre uzunlukta parçalar haline getirilmesi.



Kaynak: Richards, Godfrey, 2020: 91.

Geçici depolama işlemi, batık alanına yakın olan Houtman Abrolhos adalarında açılan çukurlara muşamba serilerek deniz suyu doldurulmasıyla yapılmıştır. Geçici depolama işlemi bittikten sonra ahşaplar, Panacide isimli fungusla ıslatılmış kaba kendir bezine sarılarak sızdırmaz büyük plastik poşetler içerisinde Fremantle’de bulunan konservasyon laboratuvarına taşınmıştır. Konservasyon laboratuvarında yaklaşık 2 yıl boyunca 140-240 ppm değerindeki musluk suyu kullanılarak ahşapların tuzdan arındırma çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Richards, Godfrey, 2020: 90).

Yapılan U_{max} analizleri sonucuna göre ahşapların konservasyon işlemlerinin PEG 1500 ile yapılması uygun görülmüştür. Emdirme işlemi 60°C ısıtılmış tanklar içerisinde daldırma metoduyla uygulanmıştır. Her ay bir kez nitrojen kullanılarak temizlenen emdirme çözeltisinin konsantrasyonu 2-3 yıl içerisinde %5-10’dan %90’a yükseltilmiştir. Emdirme işlemi tamamlanan ahşaplar 2-8°C sıcaklıkta %85-95 bağıl nem ortamında kontrollü kurutmaya tabi tutulmuştur. Ahşap içerisindeki PEG’in stabil hale getirilmesi amacıyla ahşapların yüzeyine %70 konsantrasyonda daha az higroskopik olan PEG 6000 uygulanmıştır. Konservasyon sürecinden sonra ahşapların boyuna yönde %1-2, radyal yönde %2, teğetsel yönde %3-4 boyutsal değişikliğe uğradığı tespit edilmiştir (Richards, Godfrey, 2020: 91-92).

Batığın 20-24°C’de %55-65 bağıl neme sahip sergi salonunda yeniden kurulum çalışmaları, batığa özel tasarlanan çinko silikat kaplı çelik taşıyıcı konstrüksiyonunun üzerinde orijinal bağlantı noktaları kullanılarak inşa edilmiştir. Taşıyıcı konstrüksiyon, ileriki yıllarda ahşaplar üzerinde yeniden çalışılabilmesi için kolay sökülebilecek şekilde tasarlanmıştır (Richards, Godfrey, 2020: 92).

Yeniden kurulum ilk olarak kış kısmındaki son eğriyi temsil eden *fashion piece* ile başlamıştır. 1:1 ölçekli çizime göre parçayı destekleyecek 0,01 m kalınlığında çelik bir levha inşa edilmiştir (Şekil 2.115). Ayna şeklindeki kış kısmın formunu verdiği için görsel açıdan önemli olan parça metal levhaya saplamalarla sabitlenmiştir. Daha sonra konservasyonu tamamlanan diğer parçalar sergi salonunda batık alanında bulunan konumlarına göre düzenlenmiştir. Parçaların destekleneceği özel yapım çelik çerçevenin 5 çelik payanda ile desteklenmesine karar verilmiştir. Bu payandalar beton desteklerin içine ve sergi salonunun duvarına saplamalarla sabitlenmiştir. Payandalar

yapının ağırlığını taşıırken, gemi elemanları dış kısmı açık metal çerçeveye yerleştirilmiştir. Metal çerçeve her bir gemi elemanını taşıyan ayrı ayrı raflar şeklinde tasarlandığı için gerektiğinde gemi ahşaplarının yerinden alınıp tekrar yerine yerleştirilebilmesi mümkün olmuştur. Bu yönüyle benzersiz olan tasarımda ayrıca metal çerçeve gemi elemanlarına hiçbir şekilde penetre etmeyerek ahşaplara zarar vermemektedir. Eğriler ve iç kaplamanın kaplamalara birleştirilmesinde de orijinal bağlantı deliklerinden geçirilen galvanize saplamalar kullanılmıştır (Şekil 2.118). Geminin kaplamaları genişlikleri 0,025 -0,05 metre genişliğinde, 0,01 -0,012 metre kalınlığında metal şeritler üzerine oturtulmuş kaplamalar arasına kaymayı engelleyecek tapalar yerleştirilmiştir (Şekil 2.117). Bazı eğriler ise gövde formunda kesilen metal kalıplar içine alınmıştır (Şekil 2.116). Vinçle yerleştirilen parçalar geçici olarak çelik askılarla duvara sabitlenmiştir. Bütün konstrüksiyonun duvara sabitlenmesinde diyagonal yerleştirilen 7 adet metal çubuk askı kullanılmıştır. Bütün operasyon 1981-91 yılları arasında 10 yıllık bir süreçte tamamlanabilmiştir (Şekil 2.119) (van Duivenvoorde; 2008: 101-111).

Şekil 2. 116: Kıç eğri için inşa edilen metal levha ve yerine yerleştirilmesi.



Kaynak: van Duivenvoorde; 2008: 113.

Şekil 2. 117: Eğrilerin metal kalıplara yerleştirilmesi.



Kaynak: van Duivenvoorde; 2008: 113.

Şekil 2. 118: Gövdeyi taşıyan dikey metal şerit ve tapalar.



Kaynak: van Duivenvoorde; 2008: 113.

Şekil 2. 119: Ahşap elemanları birleştiren saplamaların montajı



Kaynak: van Duivenvoorde; 2008: 113.

Şekil 2. 120: Batık gövdesinin taşıyıcı konstrüksiyon üzerinde sergilenmesi.



Kaynak: van Duivenvoorde; 2008: 113.

2.6. Afrika Müzelerinden  rnekler

2.6.1. Khufu Gemisi

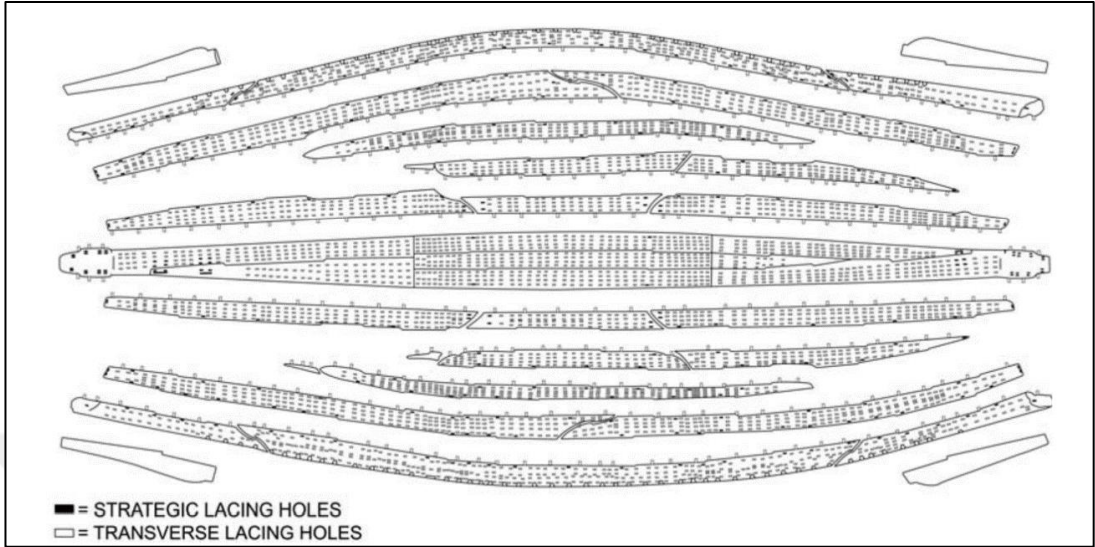
Khufu Gemisi 1954 yılında Mısır’da firavun Khufu için inşa edilmiş piramitin yanında kayaya oyulmu  bir çukur içerisinde demonte halde gömülü olarak bulunmuştur ( ekil 2.120). 1954-57 yılları arasında kazısı yapılan gemi, korunmuş halde bulunan en eski gemi olarak literatürde yerini almıştır. 1957-74 yılları arasında Mısır Arkeoloji Servisi tarafından toplam 38 tonluk ahşap elemanlar bir araya getirilerek geminin yeniden kurulum çalışmaları tamamlanmıştır. Lübnan sediri türündeki ağaçlardan yapılmış gemi 43.63 metre boyunda, 5.66 metre geni li inde, 1.82 metre y ksekli indedir (Mark, 2009, Yoshimura, 2017: 19-20).

Şekil 2. 121: Khufu gemisinin demonte halde keşfi.



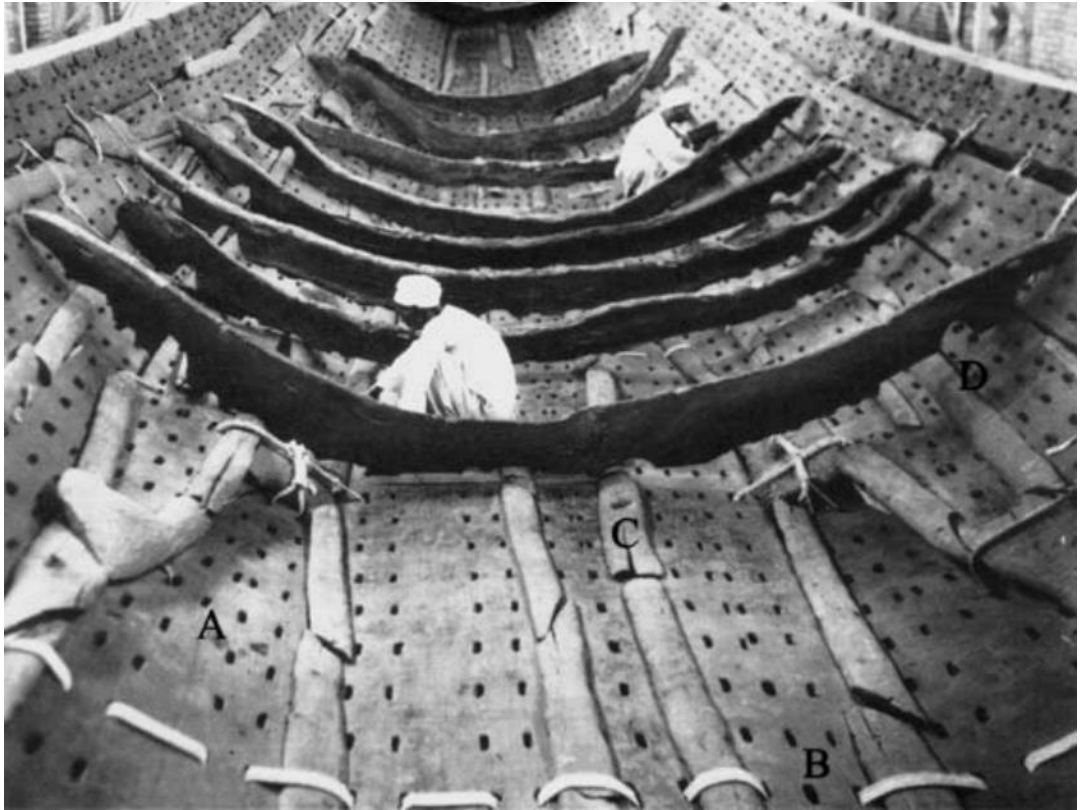
Kaynak: https://en.wikipedia.org/wiki/Khufu_ship#/media/File:Barque_solaire-Decouverte2.jpg Erişim Tarihi: 10.08.2022.

Şekil 2. 123: Gövde ahşaplarının birleştirilebilmesi için açılmış olan kayış delikleri.



Kaynak: Mark, 2009: 135.

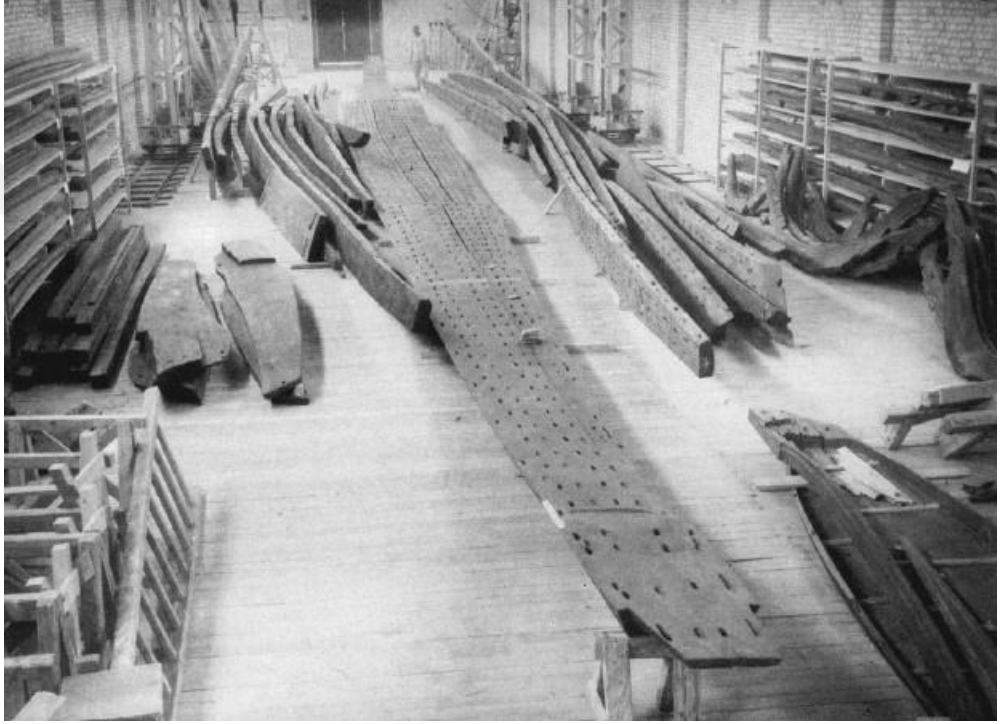
Şekil 2. 124: Gemi gövdesinin iç görünümü.



Kaynak: Mark, 2009: 135.

Gemi demonte halde bulunduğu ve orijinal formu ile ilgili ikonografik kaynaklar haricinde bilgi bulunmadığı için rekonstrüksiyon sürecinde parçaların yeniden bir araya getirilmesi oldukça zorlu bir süreç olmuştur (Şekil 2.124). Geminin bugün sergilendiğı hale getirilmesi için rekonstrüksiyon çalışmaları deneme-yanılma yöntemiyle beş kez tekrarlanmıştır (Jenkins, 1980: 108).

Şekil 2. 125: Rekonstrüksiyon öncesi demonte parçaların görünümü.



Kaynak: Jenkins,1980: 86.

Rekonstrüksiyonla ilgili en önemli ipuçlarından biri ahşap elemanlar üzerindeki yön belirten hieratik sembollerdir. Bu semboller parçaların yeniden birleştirilmesinde rehber olarak kullanılmıştır. İlk denemelerde geçici ahşap destekler ve iskelelerle parçalar biraraya getirilmeye çalışılmıştır. Bir araya getirme işleminde ahşapların zarar görmemesi için gemi elemanları çelik kirişlere battaniyeler üzerinden bağlanarak vinçlerle kaldırılmıştır (Şekil 2.125) (Jenkins, 1980: 93).

Şekil 2. 126: Gemi monte edilirken çelik kirişlere bağlanarak kaldırılan kaplama.



Kaynak: Jenkins,1980: 93.

Geminin deneme kurulumları sonunda gövde kesitinin kabaca belirlenmesinden sonra yeniden birleştirmede ahşap kalıpların kullanılmasına karar verilmiştir (Şekil 2.126). Form belirlendikten sonra parçalar orijinaline uygun olarak dışarıdan görünmeyen iplerle dikilmiş, güvertenin desteklenmesi için iç kısımlara metal dikmeler yerleştirilmiştir (Şekil 2.127). Geminin üst yapısını oluşturan kabin bölmesi ve kürekler yerleştirildikten sonra yeniden kurulum tamamlanmıştır. Taşıyıcı çerçeveye oturtulmayan geminin ağırlığını altına yerleştirilen çelik payandalar taşımaktadır (Şekil 2.128) (Jenkins, 1980: 93-109).

Şekil 2. 127: Gemi monte edilirken kullanılan ahşap kalıplar.



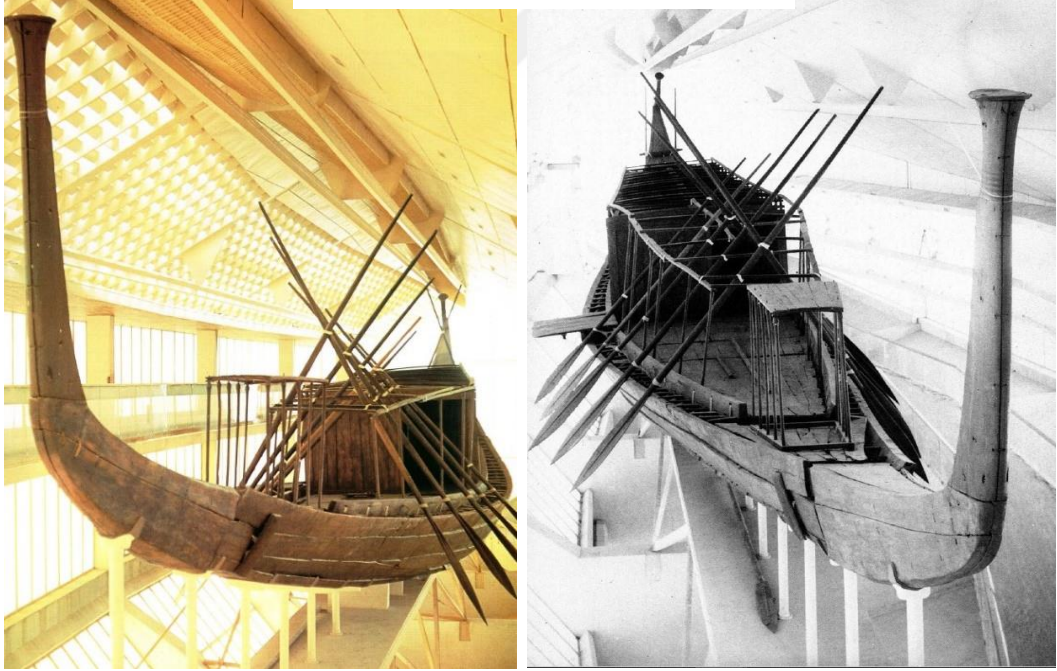
Kaynak: Jenkins,1980: 97.

Şekil 2. 128: Geminin iç görünümü ve kabinin montajı.



Kaynak: Jenkins,1980:101-102.

Şekil 2. 129: Geminin iç görünümü ve kabinin montajı



Kaynak: Jenkins,1980:53, 99.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TAŞIYICI KONSTRÜKSİYONLARIN TASARIMI

Arkeolojik batıkların müzelerde sergilenmesinde kullanılan taşıyıcı konstrüksiyonlar belirli koşullar dikkate alınarak tasarlanır. Bu taşıyıcıların özellikleri, her batığın kendisine özgü yapılan çalışmalar neticesinde şekillenmektedir. Tasarımlarda yeniden kurulum metoduna, sergi temasına, ahşapların taşıyıcıya sabitlenme detaylarına, maddi ve fiziksel imkânlarla dayalı belli kriterlerin göz önüne alınması gerekir. Her tasarımın bazı avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Çalışılan vakaya göre bu kriterlerin değerlendirilip ideal bir taşıyıcı konstrüksiyon tasarımı geliştirilmesi, batık ahşaplarının korunması ve ziyaretçilerin müzede batığı daha iyi anlayabilmeleri için gereklidir.

Tasarım esnasında taşıyıcı konstrüksiyonun minimal veya karmaşık olması, modüler veya sabit olması, malzeme seçimi gibi birçok parametre mevcut vakaya göre değerlendirilip seçilerek uygulanmaktadır. Her batığın büyüklüğüne, ahşapların korunmuşluk durumuna, sergileme ortamına göre farklı çözümler üretilmektedir. Birbirine tezat oluşturabilen bu seçeneklerin her birinin sonuçları yıllar sonra ortaya çıkmakta, alınan sonuçlara göre taşıyıcılar revize edilebilmektedir (Stein, 2017: 11-13).

Taşıyıcı konstrüksiyonların tasarlanması ve üretilmesinde çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. En yaygın yöntem, öncelikle geçici destekler kullanılarak yeniden kurulumun gerçekleştirilmesi ve ardından yapının altına kalıcı konstrüksiyon yerleştirilmesiyle uygulanmaktadır. Bu yöntem genelde tam emdirme ve kontrollü kurutma işlemi yapılan projelerde tercih edilmiştir. PEG ön emdirmesi sonrası dondurarak kurutma işlemi yapılan batıklarda ise ahşapların esnekliği az olduğundan daha önce yapılan rekonstrüksiyon çalışmaları baz alınarak, geçici destekler kullanılmadan önceden hazırlanmış taşıyıcı konstrüksiyonlar kullanılmaktadır (Stein, 2017: 11-13).

Taşıyıcı konstrüksiyon tasarımlarında genel olarak iki yapıdan bahsedilebilir. Birincil yapı orijinal eğrilerin ve kaplamaların ağırlıklarını omurgaya ileten yapıdır.

İkincil yapı ise omurgaya gelen kuvvetleri sergilemenin yapılacağı binanın zeminine veya taşıyıcılarına iletme görevini yerine getirmektedir. Birincil yapının geometrisi batığın fiziksel özelliklerine göre belirlenebilirken ikincil yapı sergilemenin yapılacağı binanın zemin özelliklerine veya taşıyıcılarına göre tasarlanmaktadır. Dünya üzerindeki batık projeleri incelendiğinde, sergileme aşamasında minimum veya maksimum rekonstrüksiyon detaylarının ziyaretçilere yansıtıldığı görülmektedir. Maksimum rekonstrüksiyonun sergi salonuna yansıtılması, sergi salonunun fiziksel imkânlarıyla sınırlıdır. Batık, sergi salonunda tüm rekonstrüksiyon çizgileriyle sergilenebileceği gibi; sanal yansıtımlar, kazı ve konservasyon çalışmalarını içeren çeşitli görseller ve çeşitli bilgi metinleriyle birlikte de ziyaretçiyle bir bütün olarak aktarılabilir. (Stein, 2017: 11-13, Özsaıt-Kocabaş, 2020: 145).

Bu bölümde taşıyıcı konstrüksiyonların tasarımında dikkat edilmesi gereken kriterler sunulmuştur.

3.1. Malzeme Seçimi

Taşıyıcı konstrüksiyonlarda malzeme seçimine karar verilirken bir dizi kriter göz önünde bulundurulmalıdır. Batığın ağırlığına göre maliyet, dayanıklılık, geometri, kolay işlenebilirlik ve kurulum gibi birçok faktör malzeme seçimini doğrudan etkilemektedir. Malzemenin kullanılacağı alanın UV ışınları, nem değişiklikleri, sıcaklık değişiklikleri, mekanik etkiler veya dinamik yüklerin oluşturacağı agresif etkiler de mutlaka göz önüne alınmalıdır.

3.1.1. Çelik

Çelik, arkeolojik batıkların müzede sergilenmesinde kullanılan taşıyıcı konstrüksiyonların üretilmesinde en sık kullanılan malzemedir. Mekanik ve kimyasal özelliklerinin iyi bilinmesi ve uzun vadeli davranışlarının öngörülebilmesinin yanında iyi bir mukavemete, kolay işlenebilirliğe ve görece düşük maliyete sahip olması çeliğin tercih edilmesinin başlıca sebepleri olarak sıralanabilir. Bunların haricinde rekonstrüksiyona uygun olarak ahşabın korunmadığı kısımlarda ince şeritler ya da

formalar halinde kullanılarak ziyaretçilerin gemi formunu algılayabilmesi açısından avantajlıdır. Bu durum aynı zamanda etrafında birleşebileceği başka bir gemi elemanı olmayan ahşapların bir bağlam içerisinde sergilenebilmesini sağlamaktadır (Stein, 2017: 14-15).

Çelik kullanmanın birçok avantajının yanında dezavantajları da mevcuttur. Konservasyon sonrasında bir miktar ağırlaşan gemi elemanlarının her birinin desteklenmesi için konstrüksiyonun birincil yapısında oldukça fazla çelik malzeme kullanılması gerekmektedir. Birincil yapıda fazla çelik kullanımının getirdiği çok miktardaki ağırlığın ikincil yapıya taşıtılabilmesi için daha büyük miktarlarda çelik kullanılması zorunlu hale gelmektedir. Çok miktarda çeliğin arasında batık ahşaplarının ikincil planda kalması mümkündür. “Minimal taşıyıcı konstrüksiyon” ilkesine tezat oluşturan bu durumun yanısıra PEG ile konservasyonu yapılmış ahşaplar çelik malzemesiyle reaksiyona girerek bozulmaya uğrayacağı için gemi elemanlarına temas eden kısımlarda paslanmaz çelik kullanımı gerekeceği için tasarımın maliyeti önemli ölçüde artmaktadır. Çelik malzemesinin farklı batıklarda galvanize edilerek veya boyanarak kullanıldığı da görülmektedir. Boyanmış çeliğin kullanıldığı taşıyıcı konstrüksiyonlarda yıllar geçtikten sonra boya içerisindeki elementlerin batık ahşapların bünyesine geçerek bozulmaya sebep olması da mümkündür. Ayrıca çok miktarda çelik kullanımının konstrüksiyonun kurulumu sırasında makine gücü gerektirmesi yine maliyeti artıran bir başka etkidir (Stein, 2017: 14-15).

3.1.2. Polystyrol Köpük

Polystyrol malzemesi sanayi tipi döküm için export malzemesinden yapılan kalıplarda kullanılan endüstriyel bir malzemedir. Küçük ve tekli parçaların dökümü için kullanılsa da genel olarak büyük ölçekli dökümler için elverişli bir malzeme olan polystyrol 1300 dereceye kadar ısıya dayanıklıdır. Ağırlıklı olarak otomotiv, baskı aletleri gibi alanlarda sac parçaların dökümünde kullanılmaktadır. Kalıpların kalınlıkları taşıyacakları modelin ağırlığına dayanacak şekilde artırılabilir. İhtiyaca göre modifiye edilebilen kalıplar elle şekillendirilmeye de oldukça uygundur. Bu malzeme batık gemilerin müzede, gövde formlarına uygun şekilde işlenerek,

minimum rekonstrüksiyon veya *in situ* hallerinde sergilenmesinde de kullanılmıştır (Wittköpper,2022, çevrimiçi, <https://www.modellbau-nassal.de/gie%C3%9Fereimodelle.html>).

3.1.3. FRP (Güçlendirilmiş Lifli Polimerler)

Güçlendirilmiş Fiber Polimerler İkinci Dünya Savaşı sırasında havacılık ve deniz savunma endüstrisi için geliştirilmiştir. Yüksek dayanıklılık, tuzlara karşı yüksek direnç ve işletme maliyetlerinin düşük olması sebebiyle özellikle altyapı güçlendirmelerinde kullanılmıştır. Günümüzde cami kubbelerinde, köprülerde ve asma köprü halatları gibi kendini destekleyen yapılarda da kullanılmaktadır. Lifli polimerler batıkları destekleyen taşıyıcı konstrüksiyonlarda hiç kullanılmamıştır. Newport Orta Çağ Batığı'nda ilk kez kullanılması düşünülen lifli polimerler; cam, karbon veya aramid liflerinin polimer matrisiyle birleşiminden oluşan heterojen bir malzemedir. Malzeme içeriği değiştirilerek fiziksel özellikleri değiştirilebilmektedir. Lif içeriği istenen özelliklere göre %30-70 arasında değişim göstermektedir. Liflerin farklı konfigürasyonda kullanımına göre malzeme anizotropik etki göstermektedir. Malzemenin cam, karbon veya aramid katkılı olmasına göre özellikleri değiştiğinden, avantaj-dezavantaj karşılaştırması yapılarak amaca göre malzeme içeriğine karar verilmektedir (Stein, 2017: 15-18).

Cam lifi içerikli polimer kullanımının avantajları;

- Yüksek çekme mukavemeti,
- Yüksek basınç dayanımı,
- Geleneksel polimerler ile uyumlu olmaları,
- İyi işlenebilir,
- Hafif,
- Düşük maliyetli olmalarıdır.

Tüm bu avantajların yanında düşük elastikiyet ve beton gibi alkali yapılarda yüksek hassasiyetli davranması olumsuz yönleri olarak gösterilebilir.

Karbon lifi içerikli polimerlerin kullanımının avantajları;

- Yüksek sertlik,
- Cam lifli polimerlere göre daha hafif,
- Ağırlık-performans oranı oldukça yüksek,
- İyi termal kararlılık,
- UV ışınları ve nem gibi çevresel etkenlere karşı yüksek direnç,
- Yüksek dayanıklılıktır.

Karbon lifli polimerler Cam lifli polimerlere göre malzeme özellikleri bakımından çok daha avantajlıdır fakat yüksek maliyetler sebebiyle genelde tercih edilmezler.

Aramid lifi içerikli polimer kullanımının avantajları;

- Düşük yoğunluk,
- Yüksek tokluk,
- Yüksek mukavemettir.

Aramid lifli polimerler oldukça hafif ve sert olmalarına rağmen UV radyasyonu, neme karşı yüksek hassasiyet, statik yorgunluk ve asidik ortamlara duyarlılık sebebiyle tercih edilmezler. Tüm bunların yanı sıra üretim süreci oldukça komplikedir ve agresif kimyasalların kullanımını gerektirmektedir (Stein, 2017: 15-18).

3.2. Esneklik

Batık ahşaplarının konservasyonu sırasında veya sonrasında yaşadığı anizotropik boyutsal değişimler sebebiyle montaj sırasında karşılaşılabilecek birtakım zorluklar oluşmaktadır. Bu sebeple taşıyıcı konstrüksiyon tasarımında, yapının mümkün olduğunca esnek olması tavsiye edilmektedir. PEG'in tam emdirilmesinden sonra ahşapların ısıtılarak yeniden şekillendirilmesinde PEG'in bozulmaya uğraması, PEG ön emdirmesi sonrası dondurarak kurutma yöntemi ve melamin formaldehit yöntemiyle konservasyonu yapılmış ahşapların esneklik payının oldukça düşük olması

ve yeniden şekillendirilmesinin pratikte oldukça zor olmasından dolayı, oluşacak problemleri taşıyıcı konstrüksiyon sisteminin telafi edebilmesi projenin doğru tamamlanması için çok önemlidir (Fix, 2015: 269, Stein, 2017: 9).

3.3. Ahşabın Korunması

Taşıyıcı konstrüksiyon sistemi gemi ahşapları üzerine binen noktasal yükleri absorbe edebilecek kadar sert ve dayanıklı olmak zorundadır. Özellikle büyük boyutlu ve ağırlığı fazla batıklarda seçilen minimal tasarımlı taşıyıcılar batık gövdesi üzerinde lokal bozulmalara sebep olmaktadır. Oluşan lokal bozulmalar, zamanla gövdenin ağırlık dağılımını doğrusal olmayan bir biçimde değiştirerek ahşaplarda plastik bozulmaya ve daha da ileri boyutlarda yapının yıkılmasına sebep olmaktadır. Bu problem, konservasyonu tam emdirme yapılan ve kontrollü kurutma uygulanan ahşapların olduğu batıklarda daha çok görülmektedir (Fix, 2015: 269, Stein, 2017: 9).

3.4. Sıkıştırma

Gemiler, bulunduğu ortamın doğası gereği, suda oluşan yanal kuvvetlerin etkisine dayanacak şekilde tasarlanmıştır. Gemi su üzerindeyken, oluşan hidrostatik basınç dolayısıyla gövdeye dengeli bir şekilde yük bindiğinden uzun süreler boyunca dayanıklılıklarını korumaktadırlar. Fakat kara ortamında bu durum farklıdır. Ahşapları bozulmaya uğrayarak konservasyona tabi tutulan ve dayanıklılığını büyük ölçüde yitiren batık ahşapları müzelerde sergilenirken genelde omurgaları üzerine oturtularak sergilenmektedir. Bu durumda geminin üst yapısının ağırlığı büyük ölçüde fiziki dayanıklılığını kaybetmiş olan omurga tarafından taşınmaktadır. Böylelikle omurgada sıkışmaya bağlı olarak batık gövdesinde lokal ve genel deformasyonlar görülebilmektedir. Söz konusu problemlerin engellenebilmesi amacıyla taşıyıcı konstrüksiyon sisteminin noktasal yükleri gövde elemanlarına olabildiğince eşit dağıtması gerekmektedir (Fix, 2015: 266-269, Stein, 2017: 9).

3.5. Dönüşüm

Ahşapların uzun vadeli korunabilmesi ve oluşacak ihtiyaç doğrultusunda yeniden çalışılabilmesi için demonte edilebilecek şekilde bir taşıyıcı konstrüksiyon tasarlanması daha etkili bir koruma sağlamaktadır. Konservasyon yöntemleri teknolojinin sürekli gelişmesiyle paralel olarak geçmişten günümüze kadar değişiklik göstermiştir. Günümüzde en gelişmiş konservasyon yöntemlerinin bile oldukça büyük dezavantajları vardır. Konservasyon yöntemlerinin gelecek yıllarda gelişeceği ön görüşüyle daha önce uygulanan yöntemlerin geri dönüştürülerek, güncel yöntemlerin uygulanabilmesi korumanın en önemli ilkelerinden biri olarak kabul edilmiştir. Oluşturulan taşıyıcı konstrüksiyonunda bu ilkeye uygun olarak kolay sökülebilir şekilde tasarlanması idealdir (Fix, 2015: 269, Stein, 2017: 9).

3.6. Ulaşılabilirlik

Müzelerde sergilenen batıklarda konservasyon yöntemlerinden, sergileme koşullarından veya Girne Batığı'nda görüldüğü gibi olağanüstü sebeplerle ahşapların uzun süre bakımsız kalmasından kaynaklanan çeşitli bozulmalara rastlanmaktadır. Bu problemleri engellenebilmesi veya geciktirilebilmesi için ahşapların önleyici koruma çalışmalarının düzenli olarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla taşıyıcı konstrüksiyon sistemleri önleyici koruma çalışmalarının kolay gerçekleştirilebileceği şekilde tasarlanmalıdır (Fix, 2015: 269, Stein, 2017: 9).

3.7. Korozyon Direnci

Batık gemilerin uzun yıllar içinde bulunduğu deniz ortamının sülfür içermesi, demir korozyonunun ve demir ürünlerinin de etkisiyle sülfirik asit oluşuma yol açarak ahşaplarda engellenmesi mümkün olmayan ciddi bozulmalara sebep olmaktadır. Özellikle PEG ile konservasyonu yapılan ahşaplarda, PEG'in bu bozulmada katalizör etkisi yaptığı bilinmektedir. Bu bozulma türü engellenemese de demir korozyonunun uzaklaştırılması ve sergileme ortamındaki bağıl nemin kontrol edilmesiyle yavaşlatılabilmektedir. Metal malzemelerle üretilen taşıyıcı konstrüksiyonlarda oluşabilecek korozyonların bu bozulmayı hızlandıracağı göz önünde bulundurularak

korozyona direnci yüksek bir metal türüyle konstrüksiyonların üretilmesi gerekmektedir. Korozyon direnci yüksek metallerin maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle alternatif olarak galvaniz veya boyanmış çelik ile inşa edilen taşıyıcı konstrüksiyonlar da çeşitli projelerde sıkça kullanılmaktadır (Fıx, 2015: 269, Stein, 2017: 9, Özsait-Kocabaş, 2020: 158).

3.8. Kurulum

Taşıyıcı konstrüksiyonlarda maliyet, tasarım ve malzeme seçimi ile doğrudan ilişkilidir. Oluşturulacak konstrüksiyon sisteminin basit kurulum gerektirecek şekilde tasarlanması ve malzeme seçiminin görece hafif malzemelerden tercih edilmesi yapının el gücüyle kurulabilmesine olanak sağlamaktadır. Böylece maliyet açısından da en etkili sonuç alınabilmektedir (Fıx, 2015: 269, Stein, 2017: 9).

3.9. Estetik

Batıkların müze ortamında sergilenirken gövdenin maksimum rekonstrüksiyon detaylarının ziyaretçilere aktarılabilmesi, gemi yapım detaylarının açıkça görülebilmesi ve gemi yapımı sırasında kullanılan çeşitli aletlerin izlerinin orijinal ahşaplar üzerinde seçilebilmesi sergilemede istenilen özellikler arasında yer almaktadır. İdeal bir taşıyıcı konstrüksiyon, ziyaretçilerin bu detayları rahatlıkla görebilmesine olanak sağlamalıdır. Estetik konusunda dikkat edilmesi gereken başka bir husus da çok detaylı hazırlanmış ve batığın maksimum rekonstrüksiyonunu yansıtan bazı taşıyıcı konstrüksiyonlarda, taşıyıcı sistemin fazla dikkat çekerek orijinal ahşapları ikinci plana atmasıdır. Bu durum ideal bir taşıyıcı konstrüksiyon tasarımında istenmeyen durumlar arasında yer almaktadır (Fıx, 2015: 269, Stein, 2017: 9).

3.10. Dayanıklılık

Özellikle tam emdirme yapılan batık ahşaplarının konservasyon süreçlerinden sonra oldukça ağırlaştığı bilinmektedir. Büyük boyutlu batıklarda bu ahşaplar çok ciddi ağırlık oluşturarak bazı statik problemlere sebep olmaktadır. Bu durumda, tasarlanan

taşıyıcı konstrüksiyondan, uzun yıllar boyunca esnemenen stabil kalarak ahşapları desteklemesi ve deformasyona uğramalarını engellemesi beklenmektedir. Gövde ahşapları ve taşıyıcının ağırlığıyla ortaya çıkan büyük kütle taşıyıcı konstrüksiyonlardaki ikincil yapı tarafından mutlaka iyi desteklenmelidir (Fix, 2015: 269, Stein, 2017: 9).

3.11. Taşıyıcı Konstrüksiyon Tasarımında Statik Hesaplamalar

Yapısal *Eurocode* standartlarına göre bir yapının yeterli yapısal dirence, hizmete elverişliliğe ve dayanıklılığa sahip olması gerekmektedir. Bu standartların yakalanabilmesi için malzeme özellikleri ve tasarım öğeleri belli hesaplamalar yapılarak oluşturulmalıdır. Bu aşamada iki sınır değerinin analiz edilmesi gerekmektedir. Bunlardan ilki yapının çökmesini engelleyecek nihai sınır olarak tanımlanırken, ikincisi yapının hizmete elverişlilik durumunu gösteren sınır değeridir.

Bu hesaplamalar ticari bir yazılım olan ANSYS programı kullanılarak yapılabilir. ANSYS programı genel olarak “sonlu elemanlar modeli” vasıtasıyla uçak, bina ve köprülerde meydana gelen stres ve deformasyonların hesaplamasında kullanılır. Bu modelde, yapı üzerine binen yükler ve malzeme özellikleri programa tanıtılarak yapının davranışları incelenebilmektedir (Stein, 2017: 24-26).

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

İdeal taşıyıcıda olması gereken özellikler referans alınarak, dünya üzerindeki batık müzelerinde sergileme aşamasında yaşanan problemler incelendiğinde, her batığın kendine özgü bir taşıyıcı konstrüksiyon sistemi tasarlanması gerektiği anlaşılmıştır. Kazılmadan önce uzun süreler içerisinde bulunduğu ortamlardan etkilenmesi, ahşapların bozulmuşluk durumları, konservasyon yöntemleri, batıkların boyutları, ağırlıkları, gövde bütünlükleri, ağırlık merkezleri, gemi yapım yöntemleri, taşıyıcı konstrüksiyon tasarımları ve sergileme koşulları gibi faktörler batık gövdesinde sergileme aşamasında meydana gelebilecek deformasyonlara sebep olabilecek faktörler olarak sıralanabilir. Bu parametreler her batıkta farklı derecelerde bulunduğundan taşıyıcı konstrüksiyon sistemi tasarlama ve sergileme aşamasında her vakada geçerli standart bir uygulama geliştirmek olanaksızdır. Bunun yerine her vaka için belli kriterler göz önünde bulundurularak batık gövdesine en az zarar verecek tasarım batığa göre uyarlanmalıdır.

Günümüz örnekleri incelendiğinde, taşıyıcı konstrüksiyon sistemlerinde görülen en büyük problemlere, büyük boyutlu batıklarda kullanılan minimal taşıyıcıların sebep olduğu söylenebilir. Vasa ve Bremen Cog batıkları gibi gövdenin üst yapısının ağırlığını, büyük ölçüde gövdenin alt elemanlarının taşıdığı minimal taşıyıcıların batıkları tam olarak destekleyemeyerek ahşaplarda sünme ve kırılmaya sebep olduğu görülmüştür. Bu durumun birkaç sebebi tespit edilmiştir. En önemli sebep bu batıklarda PEG'in tam emdirme metoduyla uygulanması ve kontrollü kurutulmasıyla ahşapların oldukça ağır hale gelmesi olarak açıklanabilir. Ayrıca yukarıdaki bölümlerde açıklandığı gibi su altı koşullarında oluşan metal ürünlerinin ahşap hücreleri tarafından emilmesiyle batık ahşaplarının konservasyon sonrası kırılma eğilimi görülmektedir. Bir diğer sebep olarak da PEG'in ahşap hücrelerine kaydırıcılık özelliği kazandırması gösterilebilir. Mikro ölçekte görülen bu bozulmalar ahşapların fiziksel özelliklerini kötü yönde etkileyerek, makro ölçekte rotasyonel ve translasyonel deformasyonlara sebep olmaktadır. Tam emdirme yapılan ve kontrollü kurutma uygulanan Mary Rose örneği incelendiğinde, taşıyıcı konstrüksiyon sisteminin Vasa ve Bremen Cog'ta kullanılan taşıyıcılara göre daha destekleyici

nitelikte olmasına rağmen, özellikle geminin iç kaplamalarında sünmeye sebep olduğu bilinmektedir. Bu deformasyonun önüne geçilebilmesi için ahşaplar, ana taşıyıcının haricinde belli aralıklarla yerleştirilen alüminyum payandalar aracılığıyla desteklenmiştir. Fakat Mary Rose batığında yapılan analizler sonucunda ahşaplarda çinko olduğu tespit edilmiştir. Uzmanların bu konu üzerinde yaptığı araştırmaların nihayetinde çinkonun sarı renge boyanan ana taşıyıcıdan ahşaplara geçtiği tespit edilmiştir. Bu durum ahşapları destekleyen taşıyıcı konstrüksiyonların boyanmasıyla ilgili soru işaretleri doğurmuştur.

Minimal taşıyıcıların desteklediği büyük boyutlu batıklar üç boyutlu izleme yöntemleriyle incelenmekte ve sonuçlar batıkların dönemsel hareketleri ile karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırmada ziyaretçi sayılarının arttığı dönemlerde sergi salonu içerisindeki nem hareketlerinin artarak batık ahşaplarını daha da ağırlaştırdığı ve bozulmaların bu dönemlerde arttığı tespit edilmiştir. PEG'in higroskopik özelliği nedeniyle ortamdaki nemi çekmesi bu durumun temel sebebi olarak görülmüştür. Söz konusu deformasyonların engellenebilmesi için Vasa örneğinde görüldüğü gibi müzelerde sergi salonu hacmi düşük tutularak gelişmiş iklimlendirme sistemleri kurulmalıdır.

İdeal bir taşıyıcı konstrüksiyon batık ahşaplarının yeniden kurulumu sırasında yaşanabilecek problemleri absorbe edebilecek kadar esnek olacak şekilde tasarlanmalıdır. Kazı alanından demonte halde kaldırıldıktan sonra PEG'in tam emdirilmesiyle konservasyon işlemleri gerçekleştirilen Serçe Limanı, Skuldelev, Ma'agan Mikhael ve Girne batıkları ahşaplarının kurutma işleminden sonra boyutsal değişikliklere uğradıkları tespit edilmiştir. Bazı durumlarda gemi ahşaplarında konservasyon sonrasında oluşan biçimsel değişiklikler sebebiyle taşıyıcı sistem ve ahşaplar arasında açılabilir uyumsuzluklar yaşanmıştır. Uyumsuzlukların giderilebilmesi için yeniden kurulum aşamasında ahşaplar PEG tankları içerisinde yeniden ısıtılarak şekillendirilmiş ve taşıyıcıya yerleştirilerek soğumaya bırakılmışlardır. Tam emdirme metoduyla konservasyonu gerçekleştirilen ahşaplarda bu yöntem uygulanarak esnek olmayan taşıyıcı konstrüksiyona göre ahşapların şekillendirilmesi sağlanmıştır. Aynı yöntemin, PEG ön emdirmesi sonrası dondurarak kurutma yöntemiyle veya melamin formaldehit yöntemiyle konservasyonu yapılan ahşaplar için uygulanması teknik

açından mümkün değildir. Bu iki yöntemle konservasyonu yapılan ahşaplarda esneklik minimum düzeyde olacağından ve yeniden şekillendirme işlemi pratikte mümkün olmayacağından yeniden kurulum sırasında oluşabilecek uyumsuzluklar taşıyıcı konstrüksiyonların esnekliği veya ayarlanabilir olmasıyla telafi edilebilir. Taşıyıcı konstrüksiyonla ahşapların uyumsuz olacağı düşünülüyorsa, taşıyıcı konstrüksiyonun imalatı yeniden kurulum işlemiyle eşzamanlı olarak yürütülebilir. Buna ek olarak tam emdirme sonrası kontrollü kurutulan ahşapların tekrar şekillendirilmesi için yapılan ısıtma işleminde PEG'in bozulmaya uğradığı anlaşıldığından tekrar ısıtma işleminden olabildiğince kaçınılması gerekmektedir.

Taşıyıcı konstrüksiyonlar, gemi ahşaplarının en iyi şekilde korunması ilkesi gereği uzun süreler boyunca ahşapları stabil durumda tutarak destekleyebilecek kadar sağlam tasarlanarak inşa edilmelidir. Bremen Cog batığında taşıyıcı konstrüksiyonun ikincil yapısında meydana gelen deformasyonlar sebebiyle batık ahşaplarının ciddi zarar görerek sergilenemez hale geldiği görülmüştür. Bu durumda günümüzün gelişen teknolojisi kullanılarak dijital yöntemlerle batık ahşapları modellenerek ağırlıkları ve ağırlık merkezleri hesaplanabilmektedir. Elde edilen veriler referans alınarak, konstrüksiyon sisteminin birincil ve ikincil yapısında daha çok bozulma beklenen bölgelerde daha stabil tasarımlar ve malzeme seçimleri yapılmalıdır.

Batık gemi ahşapları konservasyon sonrasında kazı alanında bulunduğu duruma nispeten fiziksel olarak daha dayanıklı hale gelseler de taze ahşaplar kadar dayanıklı değildir. Bu durum konservasyonu yapılmış batıkların sergilenmesinde en temel problemlerden biridir. Gemiler su üzerindeyken, hidrostatik basıncın etkisiyle, gövdeleri üzerine dengeli bir şekilde yük binmektedir. Fakat müzelerde sergileme aşamasında zaten dayanıklılığını kaybetmiş olan ahşaplar dengeli bir şekilde desteklenmediğinde gövde üst yapısının alt kısımdaki gövde elemanlarını sıkıştırdığı örnekler mevcuttur. Bu deformasyonun engellenebilmesi için La Belle batığında FRP malzemesinden üretilmiş parçalar kullanılarak omurga üzerindeki yük taşıyıcı konstrüksiyonun ikincil yapısına taşınmıştır. Bir başka çözüm ise Newport Orta Çağ batığında uygulanması planlanan sistemdir. Buna göre omurganın altına, tüm omurgayı boylamasına kesintisiz destekleyecek bir tabanın taşıyıcı sistem içerisine yerleştirilmesi düşünülmektedir.

Suya doymuş ahşaplarda uygulanan konservasyon yöntemleri dezavantajları sebebiyle geçmişten günümüze doğru değişiklik göstermiştir. Günümüzün en yaygın yöntemi olan PEG ön emdirmesi sonrası dondurarak kurutma yönteminde bile yukarıdaki bölümlerde detaylı açıklanan dezavantajlar mevcuttur. Gelecekte daha etkili konservasyon yöntemlerinin geliştirileceği düşünülerek batık ahşaplarının ikinci bir konservasyon işlemine tabi olabileceği göz önüne alınarak taşıyıcı konstrüksiyonlarının tasarımı modüler çözümler tercih edilmelidir. Ayrıca tasarımın detaylarını açıklayan kılavuzların oluşturularak arşivlerde yer alması sağlanmalı, mümkünse üç boyutlu yöntemlerle yapının hareketleri belirli aralıklarla izlenmeli ve elde edilen veriler yapılan diğer önleyici koruma çalışmalarıyla birlikte düzenli olarak kayıt altına alınmalıdır.

Taşıyıcı konstrüksiyonların üretildiği malzemenin seçimi, yapılan projeyi birkaç açıdan etkilemektedir. Sülfür, demir ürünleri, PEG ve yüksek bağıl nem bir araya geldiğinde ahşaplarda geri dönüşümü mümkün olmayan sülfirik asit oluşumuna sebep olmaktadır. Sülfirik asit problemi zamanla ahşap içerisine yayılarak bozulmayı lokalden genele doğru büyötmektedir. Bunun önüne geçilebilmesi için konservasyon önce ahşaplar demir ürünlerinden kimyasal ve fiziksel yollarla temizlenmelidir. Sergileme aşamasında ise ortamdaki nem hareketliliği kontrol altına alınmalıdır. Taşıyıcı konstrüksiyonda korozyon direnci düşük metallerin kullanımının bu bozulma türünü tetikleme riski gözden kaçırılmamalıdır. Maliyet açısından yüksek olan korozyon direnci yüksek metaller yerine demir gibi korozyona uğraması daha kolay olan metaller tercih edilirse, taşıyıcının batık ahşaplarıyla temas eden noktaları mutlaka paslanmaz malzeme ile yalıtılmalıdır. Malzeme seçiminin batıklara olan bir diğer etkisi ise, özellikle metal taşıyıcılarda görülen ağırlık problemidir. Konstrüksiyonun birincil yapısında kullanılan metaller ahşapların ağırlığıyla birleştiğinde oldukça büyük bir kütle haline gelmektedir. Bu kütlenin ikincil yapı tarafından stabil bir şekilde taşınabilmesi için ikincil yapıda daha fazla miktarda destekleyici unsur kullanılması gerekmektedir. Ancak taşıyıcıda fazla destekleyici kullanımı ideal bir taşıyıcı konstrüksiyondaki minimallik ve estetik ilkelerine ters düşmektedir.

Tasarım ve malzeme seçimi ile bağlantılı olan bir diğer konu ise taşıyıcı konstrüksiyonların kurulum kolaylığıdır. Özellikle büyük yapılarda, ağırlığın taşınabilmesi için görece büyük kütleli taşıyıcı konstrüksiyon öğeleri imal edilir. Bu öğeler çelik, paslanmaz çelik veya demir gibi özgül ağırlığı yüksek olan malzemelerden imal edildiğinde kurulum zorlaşmaktadır. Makine kullanımı gerektiren taşıyıcı konstrüksiyonların maliyeti yüksek olacağından bu tipteki taşıyıcılar için FRP gibi özgül ağırlığı düşük fakat direnci yüksek malzemeler tercih edilmesi hem maliyet açısından hem estetik hem de kurulum kolaylığı açısından daha etkin sonuç verebilir.

Batıklar müze ortamında sergilenirken; Serçe Limanı, Skuldelev ve Roskilde 6 batıklarında görülebileceği gibi rekonstrüksiyon çalışmaları sonucunda belirlenen gövde hatlarının ziyaretçiler tarafından algılanması istenerek tamamlayıcı konstrüksiyonlar tasarlanmıştır. Batıkların günümüze ulaşmayan gövde hatlarının taşıyıcı konstrüksiyonlardan faydalanılarak vurgulanmasının ziyaretçiler üzerinde daha etkileyici bir izlenim yaratacağı düşünülmüştür. Buna ek olarak batıkların gövdesinin hem içinden hem dışından görülebilmesi de, ziyaretçilerin gemi yapım detaylarını ve batık gövdesinin bütünlüğünü anlamaları için büyük önem taşımaktadır. Mainz batıkları örneğinde görüldüğü gibi sergilenen batık gövdesinin dış kısmı ziyaretçiler tarafından çok sınırlı olarak görülebilmektedir. Batıkların taşıyıcı sistemlerinde kullanılan malzeme sebebiyle, rekonstrüksiyon detaylarının ziyaretçilere yansıtılamaması estetik açıdan olumsuz etki bırakmaktadır. Az sayıda ahşap elemanı korunmuş Roskilde 6 batığı örneğinde görülen paslanmaz çelik malzemeden üretilmiş taşıyıcı konstrüksiyon ise sergileme sırasında ziyaretçilere tüm gövde hatlarını vermektedir. Gövde elemanlarının tamamını destekleyecek şekilde tasarlanmış konstrüksiyonun kurulumu ise oldukça kolay ve modülerdir. Ancak tüm bu avantajlarına rağmen göz alıcı taşıyıcı konstrüksiyonun az sayıdaki ahşap elemanların önüne geçerek orijinal batık gövdesini ikinci planda bırakması etik açıdan tartışılması gereken bir konudur.

Arkeolojik batıkların sergilenmesinde kullanılan taşıyıcı konstrüksiyonların tasarımları ve gemilerin yeniden kurulum işlemleri vakalar bazında kronolojik sırayla incelendiğinde; konservasyon yöntemleri, malzeme seçimi ve tasarımları, yeniden kurulum süreçleri ve iklimlendirme koşullarıyla ilgili problemlerin, teknolojinin

gelişimine paralel şekilde, özellikle de dijital yöntemlerin arkeolojik batık çalışmalarına entegre edilmesiyle giderek daha etkili bir şekilde teşhis edilerek çözümler üretilebildiği görülmektedir. Günümüzde batıkların üç boyutlu çizimleri, dijital modelleri, ağırlık hesaplamaları ve dijital rekonstrüksiyonları yüksek doğrulukla geleneksel yöntemlere nispeten daha hızlı bir şekilde yapılabilmektedir. Batıkların üç boyutlu dijital belgeleme ve rekonstrüksiyon çalışmaları tamamlandıktan sonra, yine dijital ortamlarda üç boyutlu taşıyıcı konstrüksiyon önerileri test edilebilmektedir. Hem batık gövdelerini oluşturan ahşap elemanların hem de önerilen taşıyıcı konstrüksiyon sistemlerinin dayanıklılıkları, statik hesaplamaları, stabiliteleri, elastik ve plastik özellikleri çeşitli programlar kullanılarak, inşa edilmeden önce hesaplanabilmektedir. Günümüz teknolojisinin sunduğu olanaklar, yeni çıkan veya daha önce kullanılmamış malzemeler ile bir arada kullanılarak, ideal bir taşıyıcı konstrüksiyonun oluşturulmasına katkı sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

ADAM, P., 2020

“An Attempted Reconstruction of the Marsala Punic Ship”, **The Mariner's Mirror**, 63:1, 35-37.

AFSHAR, R., VAN DIJK, N.P., BJURHAGER, I, GAMSTEDT, E.K. 2017

“Comparison of experimental testing and finite element modelling of a replica of a section of the Vasa warship to identify the behavior of structural joints,” **Engineering Structures**, 147, 2017, 62-76.

ALAGNA, P., 1977

“The Construction of the Treatment Tanks Used in the Conservation of the Wood of the Marsala Punic Ship”, **Studies in Conservation**, Vol. 22, 3: 158-160.

ARNOLD, J. B., 1996a

“Magnetometer survey of La Salle’s ship the Belle”, **The International Journal of Nautical Archaeology**, 25.3, 4:243-249.

ARNOLD, J. B., 1996b

“The Texas Historical Commission's Underwater

Archaeological Survey of
1995 and the Preliminary
Report on the Belle, La Salle's
Shipwreck of 1686",
Historical Archaeology,
30(4):66-87.

BASS G.F., 1996

George F. Bass, **Shipwrecks
In The Bodrum Museum Of
Underwater
Archaeology**, Dönmez Ofset.

BASS G.F., VAN DOORNINCK JR, F. H., 2004

"Discovery, Excavation, and
Conservation", G.F. Bass,
S.D. Matthews, J.R. Steffy,
F.H. van Doorninck Jr. (eds.),
**Serçe Limanı, An
Eleventh Century
Shipwreck, Volume 1: The
Ship and Its Anchorage,
Crew, and Passengers**, Texas
A&M University Press,
College Station: 49-70.

BASS, G.F., 2004

"Introduction and
explanations", G.F. Bass, S.D.
Matthews, J.R. Steffy, F.H.
van Doorninck Jr. (eds.),
**Serçe Limanı, An
Eleventh Century
Shipwreck, Volume 1: The**

- BILL, J., 2011
- Ship and Its Anchorage, Crew, and Passengers**, Texas A&M University Press, College Station: 3-9.
- “Revisiting Gokstad Interdisciplinary investigations of a find complex excavated in the 19th century”, **Conference: Fundmassen. Innovative Strategien zur Auswertung frühmittelalterlicher Quellenbestände**, 75-86, Esslingen.
- BRUSETH, E. J., TURNER, S. T., 2005
- From a Watery Grave: The Discovery and Excavation of La Salle’s Shipwreck, La Belle**, Texas A&M University Press.
- CHOW, J. H. K., 2016
- Passive Conservation in Archaeological Practice – The Design, Trial and Results of an Experiment with Marine Waterlogged Wood from the Mary Rose**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, School of Arts, Languages

and Cultures, University of Manchester.

COLSON, A., 2020

“Bremen Cog: Konservasyon Tarihçesi (1962-2019)”, Ed. U. Kocabaş, M. Bezdán, **Tina Türkiye Denizcilik Arkeolojisi Dergisi**, S.14, s.177-190, İstanbul.

COLSON, A., TAMAS, L., 2018

“Bremen Cog: Three Recording Techniques for One Object”, Ed. A. Bentkowska-kafel, L. MacDonald, **Digital Techniques for Documenting and Preserving Cultural Heritage**, Archumanities press, S. 121-139, Croydon.

COTTELL, G. A., 1984

“The Gokstad Viking Ship: Some New Theories Concerning the Purpose of Certain of its Constructional Features” **The Mariner’s Mirror**, 70:2, 129-142.

CRUMLIN-PEDERSEN, O., MCGRAIL, S., 2006

“Some Principles for the Reconstruction of Ancient Boat Structures” ,

- CVIKEL, D., 2020
"Ma‘agan Mikhael Gemisinin Kazısı ve Konservasyonu", Ed. U. Kocabaş, M. Bezdin, **Tina Türkiye Denizcilik Arkeolojisi Dergisi**, S.13, s.100-117, İstanbul.
- DOBBS, C. T. C., 1995
"The Raising of the Mary Rose: Archaeology and Salvage Combined", **Journal of the Royal Society of Arts**, 129, 332-343.
- ESRF, 2005
"Preserving the Mary Rose", **European Synchrotron Radiation Facility**.
- FIX, P.D., 2015
"Archaeological Watercraft: A Review And Critical Analysis Of The Practice. Dissertation,"
Yayınlanmamış Doktora Tezi, Texas, 2015.
- FORS, Y., 2008
"Sulfur-Related Conservation Concerns for Marine Archaeological Wood the

- Origin, Speciation and Distribution of Accumulated Sulfur with Some Remedies for the Vasa**, Department of Physical, Inorganic and Structural Chemistry Stockholm University, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- FROST, H., 1972 “The discovery of a Punic ship”, **The International Journal of Nautical Archaeology**, 1: 113-164.
- GREEN, J. N., HALL, E. T., KATZEV, M. L., 1967 “Survey of A Greek Shipwreck Off Kyrenia, Cyprus”, **Archaeometry**, 10-1, 47-56.
- GRIECO, P. G., 2003 Modeling La Belle: A Reconstruction of A Seventeenth Century Light Frigate, Master of Arts, Submitted to the Office of Graduate Studies of Texas A&M University.
- HÅFORS, B., 2001 **Conservation of the Swedish Warship Vasa from 1628**, Yayınlanmış Doktora Tezi, Stockholm.

HAMILTON, D.L.,1999

**Methods of Conserving
Archaeological Material
from Underwater Sites,**
Revision Number 1 January 1,
Anthropology 605
Conservation of
Archaeological Resources I,
22-30, Texas.

HAMILTON, D. L., 2006

**“La Belle, Louis XIV’s Flag
Ship: Excavation,
Conservation, Display”,**
Texas A&M University,
Institute of Nautical
Archaeology, College Station,
USA.

HARPSTER, M. 2015

“Protecting Maritime Heritage
in Disputed Territory: The
Kyrenia Shipwreck Collection
Restoration Program”,
**Journal of Eastern
Mediterranean Archaeology
& Heritage Studies**, 3-2, 156-
165.

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**, Atina.
- HIGUCHI, T. 1997
- Biochemistry and Molecular Biology of Wood**, Springer.
- HOCKER, E., 2010
- “Maintaining a Stable Environment: Vasa’s New Climate-Control System,” **Bulletin of the Association for Preservation Technology**, 41(2-3), 2010, 5-7.
- HOCKER, E., 2020
- “Kimyasal ve Fiziksel Dayanıklılığa Doğru: İsveç Savaş Gemisi Vasa’nın Koruma ve Araştırma Çalışmalarına Dair Bir Özet”, Ed. U. Kocabaş, M. Bezdin, **Tina Türkiye Denizcilik Arkeolojisi Dergisi**, S.13, s.14-45, İstanbul.
- HOCKER, E., ALMKVIST, G., SALHSTEDT, M., 2012
- “The Vasa experience with polyethylene glycol: A conservator’s perspective”, **Journal of Cultural Heritage**, 13(35), 175-182.

HOFFMANN, P., 2011

“Correction, Stabilisation and Presentation: the fourth phase of Bremen Cog Project”, **International Journal of Nautical Archaeology**, 40, 151–161.

JELIC, A., 2011

“Organic Material”, Ed. L. Bekić, Č. Martina, J. Jelic, A. Antonija, M. Mladen, P. Tanja, P. Mladen, **Conservation of Underwater Archaeological Finds Manual**, International Centre for Underwater Archaeology, 55-56, Zadar.

KAHANOV, Y., 1997

“Wood Conservation of the Ma’agan Mikhael Shipwreck”, **The International Journal of Nautical Archaeology**, 26.4: 316–329.

KAHANOV, Y., 2011

“Ship Reconstruction, Documentation and In situ Recording”, Ed. A. Catsambis, B. Ford, D.L. Hamilton, **The Oxford Handbook of Maritime Archaeology**, 2011, 161–181, Oxford.

KAHANOV, Y., POMEY, P., 2004

“The Greek Sewn Shipbuilding Tradition and the Ma‘agan Mikhael Ship: A Comparison With Mediterranean Parallels From the Sixth to the Fourth Centuries BC”, **The Mariner’s Mirror**, 90:1, 6-28.

KATZEV, S., 2008

“The Kyrenia Ship: Her Recent Journey”, **Near Eastern Archaeology**, 71:1-2, 76-81.

KELLAND, N. C., HOLT, P., 2014

Surveying, Excavating and Raising The Mary Rose, Sonardyne International Ltd.

KILIÇ, N., 2013

Yenikapı 12 Batığında Kullanılacak Konservasyon Yönteminin Araştırılması ve Koruma Uygulaması, Yayınlanmamış Doktora Tezi, 57-59, İstanbul.

LJUNGDAL, J., BERGLUND, L., 2007

“Transverse mechanical behavior and moisture absorption of waterlogged archaeological wood from the

- Vasa ship,” **Holzforschung** 61(3), 279-284.
- MARK, S., 2009 “The Construction of the Khufu I Vessel: A Re-Evaluation” **The International Journal of Nautical Archaeology**, 38.1: 133–152.
- MARLIER, S., BERNARD-MAUGIRON, H., 2020 “Nehirden Müzeye Arles-Rhône 3 Mavnası”, Ed. U. Kocabaş, M. Bezdin, **Tina Türkiye Denizcilik Arkeolojisi Dergisi**, S.14, s.56-85, İstanbul.
- MARLIER, S., POVEDA, P., RANCHIN, N., 2017 “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”, **13th International Symposium on Boat and Ship Archaeology**, Amsterdam, s.283-289.
- MATTHEWS S. D., 2004 “Recording the Hull”, G.F. Bass, S.D. Matthews, J.R. Steffy, F.H. van Doorninck Jr.

- (eds.), **Serçe Limanı, An Eleventh Century Shipwreck, Volume 1: The Ship and Its Anchorage, Crew, and Passengers**, Texas A&M University Press, College Station: 75-79.
- MATTHEWS S.D., J.R. STEFFY, 2004
- “The Hull Remains”, G.F. Bass, S.D. Matthews, J.R. Steffy, F.H. van Doorninck Jr. (eds.), **Serçe Limanı, An Eleventh Century Shipwreck, Volume 1: The Ship and Its Anchorage, Crew, and Passengers**, Texas A&M University Press, College Station: 81-122.
- McKERRELL, H., E. ROGER, A. VARSANYI, 1972
- “The Acetone/Rosin Method for the Conservation of Waterlogged Wood”, **Studies in Conservation**, 17: 111-125.
- MORNEAU, D., 1986
- “The Punic Warship”, **Saudi Aramco World**, vol. 37, 6.
- MORTENSEN, M.N., 2009
- Stabilization of Polyethylene glycol in Archaeological Wood**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Technical

- University of Denmark,
Department of Chemical and
Biochemical Engineering,
Danish Polymer Centre,
Denmark.
- MÜLLER-BECK, H., A. HAAS, 1960
“A Method for Wood
Preservation using Arigal C”
Studies in Conservation, S:4:
150-158.
- NILSSON, T., 2009
“Biological Wood
Degradation”, **Wood
Chemistry and
Biotechnology**, Ed.
Henriksson, G., Stockholm.
- ÖZSAİT-KOCABAŞ, I., 2020
“Yenikapı 12 Batığının
Yeniden Kurulum ve
Sergileme Önerileri”, Ed. U.
Kocabaş, M. Bezdin, **Tina
Türkiye Denizcilik
Arkeolojisi Dergisi**, S.14,
s.133-175, İstanbul.
- PAASCHE, K., 2020
“The Tune Viking Ship
Reconsidered”, **International
Journal of Nautical
Archaeology**, 49:1, 29-48.

PETERSEN, A. H., STRÆTKVERN, K., 2020

“Atalarımızın Omuzlarında Yükselmek – Bir Altyapı ve Bir Bakış Açısı. Danimarka’da Suyu Doymuş Arkeolojik Gemi Batıklarının Konservasyon Çalışmalarıyla Geçen elli yıl”, Ed. U. Kocabaş, M. Bezdan, **Tina Türkiye Denizcilik Arkeolojisi Dergisi**, S.14, s.46-68, İstanbul.

POLAKOWSKI, M., TANNER, P., 2020

“3D Documentation of the Marsala Punic Ship: Digital Conservation and Archiving”, Çevrimiçi, honorfrostfoundation.org, Erişim Tarihi: 02.08.2022.

POMEY, P., 2020

“Naval Architecture. The Hellenistic Hull Design” **Sailing From Polis to Empire**, Ed. Nantet, E., 27-53.

RICHARDS, V., GODFREY, I., 2020

“Batavia Batığının Konservasyon Öyküsü”, Ed. U. Kocabaş, M. Bezdan, **Tina Türkiye Denizcilik Arkeolojisi Dergisi**, S.14, s.86-109, İstanbul.

ROSENQVIST, A. M., 1959

“The Stabilizing of Wood Found in the Viking Ship of Oseberg: Part I”, **Studies in Conservation**, Vol. 4, No. 1, 13-22.

SCHOFIELD, E., DOBBS, C. T. C., 2018

“Raising and Conserving the Mary Rose”, **Ingenia**, 74, 12-18.

SMITH, C.W., 2003

Archaeological Conservation Using Polymers Practical Applications for Organic Artifact Stabilization, Texas A&M University Press, Texas.

STEFFY, J. R. 1985

“The Kyrenia Ship: An Interim Report on Its Hull Construction”, **American Journal of Archaeology**, 89-1, 71-101.

STEFFY, J. R. 1994

Wooden Shipbuilding and the Interpretation of Shipwrecks, Texas A&M University Press, College Station.

STEFFY, J. R. 2004

“Introduction to Ship Studies”, G.F. Bass, S.D. Matthews, J.R. Steffy, F.H. van Doorninck Jr.

- (eds.), **Serçe Limanı, An Eleventh Century Shipwreck, Volume 1: The Ship and Its Anchorage, Crew, and Passengers**, Texas A&M University Press, College Station: 73-74.
- STEFFY, J. R., MATTHEWS S. D., HOCKER, F. M., PIERCY, R. C. M., 2004 “Reconstruction, Reassembly, and Display”, G.F. Bass, S.D. Matthews, J.R. Steffy, F.H. van Doorninck Jr. (eds.), **Serçe Limanı, An Eleventh Century Shipwreck, Volume 1: The Ship and Its Anchorage, Crew, and Passengers**, Texas A&M University Press, College Station: 123-151.
- STEIN, E., 2017 “**Design and Analysis of a Cradle Structure for the Newport Medieval Ship**”, Swansea University,
- The Ina Quarterly*, 1999 “The Reconstruction of La Belle”, Ed. Powell, C. A., **The INA Quarterly**, 26-3, 25.
- VAN DIJK, N. P., GAMSTEDT, E.K., BJURHAGER, I. 2016 “Monitoring Archaeological Wooden Structures: Non-Contact Measurement Systems and Interpretation as Average Strain Fields”, **Journal of**

Cultural Heritage, 17 (2016)
102–113

VAN DUIVENVOORDE, W., 2008

The *Batavia* Shipwreck: an archaeological study of an early seventeenth-century Dutch East Indiaman, Doktora tezi, Office of Graduate Studies of Texas A&M University.

VOROBYEV, A., ALMKVIST, G., VAN DIJK, N.P., GAMSTEDT, E.K., 2017
“Relations of density, polyethylene glycol treatment and moisture content with stiffness properties of Vasa oak samples”, **Holzforschung**, 71 (4), 327-35.

VOROBYEV, A., GARNIER, F., VAN DIJK, N.P., HAGMAN, O, GAMSTEDT, E.K, 2018
“Evaluation of displacements by means of 3D laser scanning in a mechanically loaded replica of a hull section of the Vasa ship,” **Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage**, 11, 2018, 1-8.

VOTRUBA, G. F., 2004

“Reassembly of the Hull”, in Kahanov, Y., Linder, E., **The Ma‘agan Mikhael Ship. The Recovery of a 2400-year-old Merchantman: Final Report**

Volume 2, 211–220,
Jerusalem.

WITTKÖPPER, 2022

Markus Wittköpper ile Kişisel
Görüşme.

WU, D., AFSHAR, R., GAMSTEDT, K., 2017

“Calculation of Joint Stiffness
Parameters of the Section
Replica of the Vasa Ship”
**Proceedings of the 18th
International Conference on
Experimental Mechanics
and Applications**, The Royal
Institution of Naval Architects,
Madrid.

YOSHIMURA, S., 2017

“The Khufu Vessels” **The Sea
in World History**, Ed. Stein,
K. S., 19-21.

Çevrimiçi, nauticalarch.org, Erişim Tarihi: 25.07.2022

Çevrimiçi, <https://www.modellbau-nassal.de/gie%C3%9Fereimodelle.html>, Erişim
Tarihi: 29.07.2022

Çevrimiçi, [https://penelope.uchicago.edu/~grout/encyclopaedia_romana/britannia/a
nglo-saxon/maldon/gokstad.html](https://penelope.uchicago.edu/~grout/encyclopaedia_romana/britannia/anglo-saxon/maldon/gokstad.html), Erişim Tarihi: 09.08.2022.