Elif Nor anbaykara

ALANYA OSMANLI BATIĞINDAN ÇIKARILAN METAL ESERLERİN RESTORASYON VE KONSERVASYON YÖNTEMLERİ

ALANYA OSMANLI BATIĞINDAN ÇIKARILAN METAL ESERLERİN RESTORASYON VE KONSERVASYON YÖNTEMLERİ
Elif Nur Dönmez
Güzel Sanatlar Enstitüsü

Belge Ayrıntıları

Gönderi Kimliği
trn:oid:::1:3274682836

Gönderi Tarihi
12 Haz 2025 11:16 GMT+3

İndirme Tarihi
12 Haz 2025 13:32 GMT+3

Dosya Adı
TEZ_F_NAL_06.06.2025.docx

Dosya Boyutu
11.8 MB

145 Sayfa

25.726 Sözcük

176.789 Karakter

17% Genel Benzerlik

Her veri tabanı için çakışan kaynaklar da dâhil tüm eşleşmelerin kombine toplamı.

Ön Sıradaki Kaynaklar

17% İnternet kaynakları
11% Yayınlar
10% Gönderilen çalışmalar (Öğrenci Makaleleri)

Bütünlük Bayrakları

İnceleme için 0 Bütünlük Bayrağı

Herhangi bir şüpheli metin manipülasyonu belirlenmedi.

Sistemimizin algoritmaları bir belgede, onu normal bir gönderiden ayırabilecek her türlü tutarsızlığı derinlemesine inceler. Tuhaf bir şey fark edersek incelemeniz için bayrak ekleriz.

Bir Bayrak mutlaka bir sorun olduğunu göstermez. Ancak daha fazla inceleme için dikkatinizi vermenizi öneririz.

Ön Sıradaki Kaynaklar

17% İnternet kaynakları
11% Yayınlar
10% Gönderilen çalışmalar (Öğrenci Makaleleri)

Ön Sıradaki Kaynaklar

Gönderi içinde en yüksek eşleşme sayısına sahip kaynaklar. Çakışan kaynaklar görüntülenmeyecektir.

1	İnternet	dergipark.org.tr 2%
2	İnternet	acikbilim.yok.gov.tr 1%
3	İnternet	www.ayasofyakongresi.com <1%
4	İnternet	mimarikoruma.tumblr.com <1%
5	Öğrenci makaleleri	Cardiff University <1%
6	Öğrenci makaleleri	University College London <1%
7	İnternet	hdl.handle.net <1%
8	İnternet	acikerisim.karabuk.edu.tr:8080 <1%
9	İnternet	www.researchgate.net <1%
10	İnternet	search.trdizin.gov.tr <1%
11	İnternet	acikerisim.nevsehir.edu.tr <1%

12	İnternet	
cideteq.repositorioinstitucional.mx		<1%
13	İnternet	
iris.uniroma3.it		<1%
14	İnternet	
www.acarindex.com		<1%
15	İnternet	
bluepapers.nl		<1%
16	İnternet	
hmsjournal.org		<1%
17	Öğrenci makaleleri	
University of Queensland		<1%
18	Öğrenci makaleleri	
University of Durham		<1%
19	İnternet	
riunet.upv.es		<1%
20	Öğrenci makaleleri	
The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK)		<1%
21	İnternet	
prorestauro.com		<1%
22	Öğrenci makaleleri	
University of Oxford		<1%
23	İnternet	
businessdocbox.com		<1%
24	Yayın	
Christeen Aziz, Sabreen Abd Eljalil, Nesreen Ali. "Assessing The Implementation o...		<1%
25	İnternet	
journals.rudn.ru		<1%

26 İnternet
ebin.pub <1%

27 İnternet
es.scribd.com <1%

28 İnternet
acikerisim.erbakan.edu.tr <1%

29 İnternet
dergipark.ulakbim.gov.tr <1%

30 Öğrenci makaleleri
University of Lincoln <1%

31 İnternet
earsiv.anadolu.edu.tr <1%

32 İnternet
open.metu.edu.tr <1%

33 İnternet
www.jshsr.org <1%

34 İnternet
www2.mdpi.com <1%

35 Yayın
Demet Delibaş, N. Ezgi Altınışık, Marin A. Pilloud, M. Melis Koruyucu, Yılmaz Selim... <1%

36 Öğrenci makaleleri
Flinders University <1%

37 Yayın
Virginia Costa, Françoise Urban. "Lead and its alloys: metallurgy, deterioration an... <1%

38 İnternet
ciencia.ucp.pt <1%

39 İnternet
inart2022.sciencesconf.org <1%

40 İnternet
www.degruyter.com <1%

41 İnternet
app.trdizin.gov.tr <1%

42 İnternet
www.sanajou.ir <1%

43 Öğrenci makaleleri
Hong Kong Baptist University <1%

44 Öğrenci makaleleri
University of Southampton <1%

45 İnternet
www.sumerianz.com <1%

46 Öğrenci makaleleri
Kocaeli Üniversitesi <1%

47 İnternet
avesis.kocaeli.edu.tr <1%

48 İnternet
avesis.omu.edu.tr <1%

49 İnternet
bilselkongreleri.com <1%

50 İnternet
d-nb.info <1%

51 İnternet
ge-iic.com <1%

52 İnternet
revistas.ucp.pt <1%

53 İnternet
sapientiaes.com <1%

54 İnternet
tssf.gov.tr <1%

55 İnternet
w3.sdu.edu.tr <1%

56 İnternet
docplayer.biz.tr <1%

57 İnternet
dspace.ankara.edu.tr <1%

58 Öğrenci makaleleri
Universiti Teknologi Malaysia <1%

59 İnternet
adudspace.adu.edu.tr:8080 <1%

60 İnternet
cujos.cumhuriyet.edu.tr <1%

61 İnternet
www.gecekitapligi.com <1%

62 Yayın
Mohamed Abdelbar, Ahmed Roshdy Elsakhry. "Archaeometallurgical characteriza... <1%

63 İnternet
en.wikipedia.org <1%

64 İnternet
journals.gen.tr <1%

65 İnternet
www.repositorio.ufop.br <1%

66 Öğrenci makaleleri
Eastern Mediterranean University <1%

67 Öğrenci makaleleri
University of Derby <1%

68 İnternet
antalya.denizticaretodasi.org.tr <1%

69 İnternet
avesis.hacibayram.edu.tr <1%

70 İnternet
iupress.istanbul.edu.tr <1%

71 İnternet
nautarch.tamu.edu <1%

72 Öğrenci makaleleri
Asia Pacific University College of Technology and Innovation (UCTI) <1%

73 Öğrenci makaleleri
University of Nottingham <1%

74 İnternet
eprints.rclis.org <1%

75 İnternet
publishing.globalcsrc.org <1%

76 İnternet
www.euroasiajournal.com <1%

77 İnternet
www.gazetadefisica.spf.pt <1%

78 Öğrenci makaleleri
Victoria University of Wellington <1%

79 İnternet
archaeopresspublishing.com <1%

80 İnternet
sssjournal.com <1%

81 İnternet
www.mdpi.com <1%

82 İnternet
www.sociostudies.org <1%

83 Öğrenci makaleleri
Bitlis Eren Ãniversitesi <1%

84 İnternet
acikerisim.sakarya.edu.tr <1%

85 İnternet
core.ac.uk <1%

86 İnternet
tara.mu.edu.tr <1%

87 Öğrenci makaleleri
Boise State University <1%

88 Yayın
Hughes, Patrick. "The Impact of ESG and Its Pillars on the Performance of Ventur... <1%

89 İnternet
atauni.dergipark.gov.tr <1%

90 İnternet
clok.uclan.ac.uk <1%

91 Yayın
David A. Scott. "The deterioration of gold alloys and some aspects of their conser... <1%

92 Öğrenci makaleleri
October University for Modern Sciences and Arts (MSA) <1%

93 İnternet
acikerisimarsiv.selcuk.edu.tr:8080 <1%

94 İnternet
dspace.univ-constantine3.dz <1%

95 İnternet
www.tandfonline.com <1%

96 Öğrenci makaleleri
Özyegin Üniversitesi <1%

97 Yayın
Charles E. Orser. "Encyclopedia of Historical Archaeology", Routledge, 2002 <1%

98 Yayın
Gedik, Çiğdem Önemli. "19. yüzyılın ikinci yarısında Taşköprü kazâsında suç ve su... <1%

99 Öğrenci makaleleri
The University of Manchester <1%

100 İnternet
bgd.bg <1%

101 İnternet
europub.co.uk <1%

102 Yayın
Çıtakoğlu, Hazal. "Geç Antik Çağ ve Erken Bizans Dönemi'nde Myndos/Asar Adası"... <1%

103 İnternet
avesis.deu.edu.tr <1%

104 İnternet
dergisosyalbil.selcuk.edu.tr <1%

105 İnternet
sefad.selcuk.edu.tr <1%

106 İnternet
www.cambridge.org <1%

107 İnternet
alivedatoygurmadencilik.wordpress.com <1%

108 İnternet
emrlibrary.gov.yk.ca <1%

109 İnternet
sanattarihi.net <1%

110 İnternet
www.deepdyve.com <1%

111 İnternet
www.historystudies.net <1%

112 İnternet
www.yyu.edu.tr <1%

113 Öğrenci makaleleri
Harran Üniversitesi <1%

114 İnternet
brill.com <1%

115 İnternet
classics.arizona.edu <1%

116 İnternet
avesis.akdeniz.edu.tr <1%

117 İnternet
dspace.baskent.edu.tr:8080 <1%

118 İnternet
www.unesco.org <1%

119 Öğrenci makaleleri
University of Glasgow <1%

120 İnternet
folkloredebiyat.org <1%

121 İnternet
hal.science <1%

122 İnternet
www.aydin.edu.tr <1%

123 Yayın
Basagaç, Özge. "Conservation of Lighthouses as a Part of Maritime Heritage: The ... <1%

124 İnternet
agato.kikirpa.be <1%

125 İnternet
aregem.kultur.gov.tr <1%

126 İnternet
discovery.ucl.ac.uk <1%

127 İnternet
www.turkascihaberleri.com <1%

128 İnternet
akademikpaket.iku.edu.tr <1%

129 İnternet
dspace.akdeniz.edu.tr:8080 <1%

130 İnternet
ia802300.us.archive.org <1%

131 İnternet
iksadyayinevi.com <1%

132 İnternet
turuz.com <1%

133 İnternet
www.ancientportsantiques.com <1%

134 Yayın
Gomes, Maria Fernando da Fonseca Alves. "Conservacao Preventiva: condicoes D... <1%

135 İnternet
acikerisim.akdeniz.edu.tr <1%

136 İnternet
acikerisim.omu.edu.tr <1%

137 İnternet
agahmuzayede.com <1%

138 İnternet
archive.org <1%

139 İnternet
corpus.ulaval.ca <1%

140 İnternet
db98400a-54ef-458f-a73f-373e95d13a2b.filesusr.com <1%

141 İnternet
doaj.org <1%

142 İnternet
docobook.com <1%

143 İnternet
dspace.lib.ntua.gr <1%

144 İnternet
hal.archives-ouvertes.fr <1%

145 İnternet
research-repository.st-andrews.ac.uk <1%

146 İnternet
www.iksadinstitute.org <1%

147 İnternet
www.yumpu.com <1%

148 İnternet
www.yyusbedergisi.com <1%

149 Yayın
Duran, Evrim Kafa. "Arkeolojik Alanlarda Uygulanan Restorasyon Müdahalelerini... <1%

150 Yayın
KOÇ, Ümit. "XV. YÜZYILDAN XVII. YÜZYIL ORTALARINA DEĞİŞEN GÜMÜŞ ARZI VE Y... <1%

151 Yayın
Yılmaz, Derya. "M.Ö. III Binde Batı ve Orta Anadolu Kültürel Ilişkileri", Ankara Uni... <1%

152 İnternet

tel.archives-ouvertes.fr <1%

ALANYA OSMANLI BATIĞINDAN ÇIKARILAN METAL ESERLERİN RESTORASYON VE KONSERVASYON YÖNTEMLERİ

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR LİSTESİ
FİGÜRLER LİSTESİ
TABLOLAR LİSTESİ
ÖZET
ABSTRACT
ÖNSÖZ
GİRİŞ

BİRİNCİ BÖLÜM
DOĞU AKDENİZDE OSMANLI DENİZCİLİĞİ

1.1. Akdeniz'de Osmanlı Coğrafyası, Denizciliği ve Askeri Hâkimiyeti……
1.2. 18. yy. Osmanlı Deniz Ticareti……

İKİNCİ BÖLÜM
SUALTI ARKEOLOJİSİ VE TÜRKİYE'DEKİ OSMANLI DÖNEMİ BATIKLARINDAN ÖRNEKLER

2.1. Sualtı Arkeolojisinin Önemi
2.2. Türkiye'deki Osmanlı Dönemi Batıklarından Örnekler
2.2.1. Kızlan Osmanlı Dönemi Batığı (Datça, Muğla)
2.2.2. Yassıada 16. Yüzyıl Osmanlı Batığı

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
ALANYA OSMANLI DÖNEMİ BATIĞI

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
SUALTI METAL ESERLERİNİN RESTORASYON VE KONSERVASYON SÜREÇLERİ

125 4.1. Restorasyon ve Konservasyonun Temel Kavramları

4.1.1 Restorasyon

4.1.2. Konservasyon

4.2. Sualtı Kültür Mirasının Korunmasında Önleyici Koruma ve Uluslararası Yaklaşımlar

4.3. Sualtından Çıkan Metal Eserlerin Restorasyon ve Konservasyon Uygulamaları

4.3.1. Belgeleme

4.3.2. Teşhis (Tanı)

4.3.3. Uygulama (Tedavi Yöntemi)

4.3.4. Tuzdan Arındırma (Desalination)

4.3.5. Temizlik

4.3.5.1. Mekanik Temizlik

4.3.5.2. Kimyasal Temizlik

4.3.6. Stabilizasyon

4.3.7. Koruma

4.3.8. Depolama

4.3.9. Periyodik Bakım

4.4. Sualtı Metal Eserlerinin Korozyon Süreçleri

4.4.1. Korozyon

4.4.1.1. Metal Korozyonunun Nedenleri

4.4.1.1.1. Elektrokimyasal Reaksiyonlar

4.4.1.1.2. Oksijen ve Nem

4.4.1.1.3. Asidik ve Tuzlu Ortamlar

4.4.1.1.4. Sıcaklık ve Isı Değişiklikleri

4.4.1.1.5. Hava Kirliliği

4.4.1.2. Korozyon Türleri

4.4.1.2.1. Genel Üniform Korozyon

4.4.1.2.2. Lokal Korozyon

4.4.1.2.1.1. Çukur Korozyonu

4.4.1.2.1.2. Çatlak Korozyonu

4.4.1.2.3. Gerilim Tipi Korozyon

4.4.1.2.4. Galvanik Korozyon

4.4.1.2.5. Biyolojik Korozyon
4.4.1.2.6. Atmosferik Korozyon
4.4.1.2.7. Erozyonlu Korozyon
4.5. Arkeolojik Metal Buluntular, Korozyon Süreçleri ve Konservasyon Yöntemleri
4.5.1. Demir
4.5.1.1. Demir'in Tarihsel süreci ve Kullanım Alanları
4.5.1.2. Arkeolojik Demir Buluntular ve Korozyon Süreci
4.5.1.2.1. Toprak Altında Bozulma Süreci
4.5.1.2.2. Sualtı Ortamında Demir Eserlerin Bozulma Süreci
4.5.1.2.3. Kazı Sonrası Bozulma Süreci
4.5.1.3.Demir Eserlerin Korunması ve Konservasyon Yöntemleri
4.5.2. Altın
4.5.2.1. Altının Tarihsel Süreci ve Kullanım Alanları
4.5.2.2. Arkeolojik Altın Buluntular ve Korozyon Süreci
4.4.2.2.1. Toprak Altında Bozulma Süreci
4.4.2.2.2. Sualtı Ortamında Bozulma Süreci
4.4.2.2.3. Diğer Bozulma Türleri
4.5.2.3. Altın Eserlerin Korunması ve Konservasyon Yöntemleri
4.5.3. Gümüş
4.5.3.1. Gümüşün Tarihsel Süreci ve Kullanım Alanları
4.5.3.2. Arkeolojik Gümüş Buluntular ve Korozyon Süreci
4.5.3.2.1. Toprak Altında Bozulma Süreci
4.5.3.2.2. Sualtı Ortamında Bozulma Süreci
4.5.3.2.3. Diğer Bozulma Türleri
4.5.3.3. Gümüş Eserlerin Restorasyonu ve Konservasyonu
4.5.4. Kurşun
4.5.4.1. Kurşunun Tarihsel Süreci ve Kullanım Alanları
4.5.4.2. Arkeolojik Kurşun Buluntular ve Korozyon Süreci
4.5.4.2.1. Toprak Altında Bozulma Süreci
4.5.4.2.2. Sualtı Ortamında Bozulma Süreci
4.5.4.2.3. Kazı Sonrası Bozulma Süreci
4.5.4.3. Kurşun Eserlerin Restorasyonu ve Konservasyonu
4.5.5. Bakır ve Bronz
4.5.5.1. Bakır ve Bronzun Tarihsel Süreci ve Kullanım Alanları

4.5.5.2. Arkeolojik Bakır ve Bronz Buluntular ve Korozyon Süreci

4.5.5.2.1. Toprak Altında Bozulma Süreci

4.5.5.5.2. Sualtı Ortamında Bozulma Süreci

4.5.5.5.3. Diğer Bozulma Türleri

4.5.5.3. Bakır ve Bronz Eserlerin Restorasyon ve Konservasyon Yöntemleri

BEŞİNCİ BÖLÜM
ALANYA OSMANLI BATIĞI BULUNTUSU METAL ESERLERİN KORUMA VE ONARIM YÖNTEMLERİ

5.1.Kullanılan Yöntemler

5.1.1. Belgeleme

5.1.2. Analizler (XRF-X-Ray)

5.1.3. Suda Çözünebilir Tuzların Analizi

5.1.4. Tuzdan Arındırma

5.1.5. Temizlik

5.1.6. Stabilizasyon

5.1.7. Koruyucu Kaplama

5.1.8. Bütünleme

5.1.9. Sergileme ve Depolama

5.2. Hokka

5.2.1. Belgeleme

5.2.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi

5.2.3. Temizlik

5.3. Bilezik

5.3.1. Belgeleme

5.3.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi

5.3.3. Temizlik

5.4. Kemer Tokası

5.4.1. Belgeleme

5.4.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi

5.4.3. Temizlik

5.5. Yüzük

5.5.1. Belgeleme

5.5.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi
5.5.3. Temizlik
5.6. Makas
5.6.1. Belgeleme
5.6.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi
5.6.3. Temizlik
5.6.4. Bütünleme
5.7. Metal Kap (Sahan Kapağı)
5.7.1. Belgeleme
5.7.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi
5.7.3. Temizlik
5.8. Havan (?) Derici Muştası (?)
5.8.1. Belgeleme
5.8.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi
5.8.3. Temizlik
5.9. Bilezik
5.9.1. Belgeleme
5.9.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi
5.9.3. Temizlik
5.10. Metal Kap
5.10.1. Belgeleme
5.10.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi
5.10.3. Temizlik
5.11. Divit (Metal obje)
5.11.1. Belgeleme
5.11.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi
5.11.3. Röntgen (X-Ray) Görüntüleme Analizi
5.11.4. Temizlik

KATALOG

SONUÇ

KAYNAKÇA

ÖZGEÇMİŞ

KISALTMALAR LİSTESİ

Bkz.	Bakınız
BTA	Benzatriazol
Çev.	Çeviri
Ed.	Editör
Fig.	Figür
ICOMOS	International Council on Monuments and Sites
M.Ö.	Milattan önce
UNESCO	Subbottom Profiler Side Scan Sonar United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
vd.	ve diğerleri
XRF	X-Ray Fluoresans
yy.	Yüzyıl

FİGÜRLER LİSTESİ

Figür 1: Uniform Korozyonu.
Jones, 1996: 10, Figür, 1.4
Figür 2: Çukur Korozyonu
Jones, 1996: 10, Figür, 1.4
Figür 3: Galvanik Korozyonu
Jones, 1996: 10, Figür, 1.4
Figür 4: Fig.4: Turin Papirüs'ü
Fowler ve Hamimi, 2020: 1
Figür 5: Analiz aşaması
Figür 6: İletkenlik Ölçümü
Figür 7: Spot test analiz örnekleri
Figür 8: 18. Yüzyıl Osmanlı Dönemi'ne ait bir Hokka
Barboros, 2023: 106-113, Res.10,11
Figür 9: Hokkanın yazı takımıyla birlikte kullanımı
Barboros, 2023: 116, Res.20,21
Figür 10: Hokka'nın yüzeyindeki biyolojik oluşumlar
Figür 11: AO-35, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli
Figür 12: AO-35, XRF Ölçüm Noktaları
Figür 13: AO-35, Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli
Figür 14: Bileziğin yüzeyindeki aşınma ve korozyondan detay
Figür 15: OS-15, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli
Figür 16: OS-15, XRF Ölçüm Noktaları
Figür 17: OS-15, Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli
Figür 18: Kemer Tokası Örneği
Çişiç, 2013:167, Res.60
Figür 19: Kemer Tokasının uç kısmındaki çatlaklar ve eksiklikler
Figür 20: Kemer Tokasının yüzeyinde oluşan yoğun kekomoz tabakası
Figür 21: OS-25, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli
Figür 22: OS-25, XRF Ölçüm Noktaları
Figür 23: OS-25, Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli
Figür 24: 24: ATB2020-45, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli
Figür 25: Fig. 25: ATB2020-45, XRF Ölçüm Noktaları
Figür 26: ATB2020-45, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli

Figür 27: Makasın yüzeyindeki yoğun taşlaşmış kalker tabakasından detay
Figür 28: Makasın uç kısmındaki çatlaklar ve korozyon detayı
Figür 29: OS-24, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli
Figür 30: OS-24, XRF Ölçüm Noktaları
Figür 31: Makasın temizlik aşaması
Figür 32: Makasın ayrılan parçaları
Figür 33: OS-24, Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli
Figür 34: AO-63, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli
Figür 35: AO-63, XRF Ölçüm Noktaları
Figür 36: AO-63, Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli
Figür 37: AS-03, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli
Figür 38: AS-03 XRF Ölçüm Noktaları
Figür 39: Sertleşmiş korozyon tabakası
Figür 40: AS-03, Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli
Figür 41: Bileziğin yüzeyindeki bozulmalardan detay
Figür 42: ATB2019-26, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli
Figür 43: ATB2019-26, XRF Ölçüm Noktaları
Figür 44: ATB2019-26, Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli
Figür 45: Göbek çıkıntısının etrafındaki noksanlıklardan detay
Figür 46: AO-91, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli
Figür 47: AO-91, XRF Ölçüm Noktaları
Figür 48: AO-91, Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli
Figür 49: OS-14, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli
Figür 50: OS-14, XRF Ölçüm Noktaları
Figür 51: X-ray röntgen çekimi, üstten görünüm
Figür 52: X-ray röntgen çekimi, yandan görünüm
Figür 53: Eserin genel görünümü
Figür 54: Eserin genel görünümü
Figür 55: Eserin biyolojik, kimyasal ve fiziksel bozulmalarını gösteren detay fotoğrafları
Figür 56: Eserin kondisyonunu gösteren detay fotoğrafları
Figür 57: OS-14, Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Sualtı ve karasal ortamlarda en sık gözlemlenen korozyon ürünleri

Tablo 2: Suda Çözünebilir Tuzların Analiz Sonuçları

Tablo 3: AO-35, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 4: AO-35, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 5: AO-35, 3 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 6: OS-15, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 7: OS-15, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 8: OS-15, 3 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 9: OS-25, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 10: OS-25, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 11: OS-25, 3 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 12: ATB2020-45, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 13: OS-24, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 14: OS-24, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 15: OS-24, 3 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 16: AO-63, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 17: AO-63, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 18: AO-63, 3 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 19: AO-63, 4 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 20: AS-03, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 21: AS-03, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 22: ATB2019-26, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 23: ATB2019-26, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 24: ATB2019-26, 3 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 25: AO-91, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 26: AO-91, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 27: AO-91, 3 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 28: AO-91, 4 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 29: OS-14, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 30: OS-14, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

Tablo 31: OS-14, 3 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

ÖZET

Bu tez çalışması, Osmanlı Dönemi'ne tarihlenen Alanya Osmanlı Batığı'ndan çıkarılan arkeolojik metal eserlerin restorasyon ve konservasyon süreçlerini disiplinlerarası bir yaklaşımla ele almaktadır. Osmanlı İmparatorluğu'nun denizcilik tarihi açısından önemli bir yere sahip olan bu batık, 18. yüzyılın başlarına tarihlenmekte ve ticari deniz taşımacılığına dair önemli veriler sunmaktadır. Çalışma kapsamında çeşitli metal buluntuların restorasyon ve konservasyonları tamamlanmıştır.

Birinci bölümde, Osmanlı İmparatorluğu'nun Akdeniz'deki coğrafi varlığı, denizcilik faaliyetleri ve askeri hâkimiyeti tarihsel bir perspektifle ele alınmış; 18. yüzyıl Osmanlı deniz ticareti bağlamında deniz taşımacılığının sosyo-ekonomik boyutu irdelenmiştir.

İkinci bölümde, sualtı arkeolojisinin kuramsal temelleri ortaya konmuş; Türkiye kıyılarında gerçekleştirilen Osmanlı Dönemi batık kazılarından örnekler üzerinden, bu alandaki gelişmeler değerlendirilmiştir.

Üçüncü bölümde, Alanya açıklarında bulunan Osmanlı Dönemi batığı detaylı biçimde tanıtılmış; batığın keşfi, kazı süreci, buluntuların nitelikleri ve dönemsel bağlamı incelenmiştir.

Dördüncü bölümde, sualtından çıkarılan metal eserlerin karşılaştığı bozulma süreçleri (korozyon, tuz kristallenmesi, biyolojik etkiler vb.) bilimsel yöntemlerle analiz edilmiş; restorasyon ve konservasyon uygulamalarına dair yöntemler, önleyici koruma yaklaşımları ve uluslararası standartlarla ilişkilendirilmiştir.

Beşinci ve son bölümde ise Alanya Osmanlı Batığı'ndan çıkarılan metal eserler üzerinde uygulanan spesifik koruma ve onarım yöntemleri örnek olaylar üzerinden açıklanmış; eserlerin özgün malzeme özelliklerinin korunmasına yönelik stratejiler değerlendirilmiştir. Ayrıca benzer örnekler üzerinden eserlerin kullanım alanları ve tarihlendirilmesi yapılmıştır.

Elde edilen veriler doğrultusunda hem koruma uygulamaları gerçekleştirilmiş hem de Osmanlı Dönemi'ne ait bu eserlerin özgün dokusunu koruyan, sürdürülebilir bir konservasyon yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yönüyle tez, teknik uygulamaların yanı sıra kültürel mirasın korunmasına ilişkin etik sorumlulukları da içeren bir değerlendirme sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Koruma, Onarım, Korozyon, Osmanlı, Metal, Bronz, Bakır, Kalay

ABSTRACT

This thesis focuses on the restoration and conservation processes of archaeological metal artifacts recovered from the Alanya Ottoman Wreck, dated to the Ottoman Period, through an interdisciplinary approach. This shipwreck, which holds significant historical value in terms of the maritime history of the Ottoman Empire, is dated to the early 18th century and offers important data on commercial maritime transportation of the era. The study specifically analyzes a variety of metal finds, primarily composed of copper alloys.

In the first chapter, the Ottoman Empire's geographical presence in the Mediterranean, its naval activities, and military dominance are explored from a historical perspective, with particular attention given to the socio-economic dimensions of 18th-century Ottoman maritime trade.

The second chapter outlines the theoretical foundations of underwater archaeology and evaluates its development in Turkey through case studies of Ottoman-period shipwrecks found along the country's coasts.

The third chapter presents a detailed examination of the Alanya Ottoman Wreck, including its discovery, excavation process, characteristics of the artifacts, and their historical context.

The fourth chapter investigates the degradation processes (such as corrosion, salt crystallization, and biological effects) affecting underwater metal artifacts and elaborates on the restoration and conservation methodologies applied. It also discusses preventive conservation approaches in light of international standards.

The fifth and final chapter provides case-based explanations of the specific conservation and restoration techniques applied to the metal artifacts recovered from the Alanya Ottoman Wreck, emphasizing the importance of preserving the original material composition of these cultural assets.

Based on the data obtained, not only were conservation practices implemented, but also a sustainable conservation approach was adopted to preserve the authenticity of these Ottoman-period artifacts. In this regard, the thesis presents a comprehensive assessment that includes both technical procedures and the ethical responsibilities related to cultural heritage preservation.

Keywords: Conservation, Restoration, Corrosion, Ottoman, Metal, Bronze, Copper, Tin

ÖNSÖZ

GİRİŞ

Sualtı arkeolojisi, insanlık tarihinin önemli bir bölümünün denizler, göller ve nehirlerin altında kaldığı gerçeğine dayanarak gelişmiş, disiplinlerarası niteliğe sahip bir bilim dalıdır. Bu alan, geçmiş medeniyetlerin ticaret yollarını, savaş alanlarını ve kültürel etkileşim sahalarını anlamak açısından büyük önem taşımaktadır. Sualtında korunmuş batık gemiler, taşıdıkları yükler, ticari yön ve eserlerin yapım teknikleri gibi özellikleri dolayısıyla bulundukları dönemin sosyal, ekonomik ve teknolojik düzeyine dair önemli veriler sunar. Bu bağlamda Osmanlı İmparatorluğu gibi denizle iç içe geçmiş bir devletin denizcilik mirası, sualtı arkeolojisinin çalışma sahasında ayrıcalıklı bir yere sahiptir.

18.yüzyılın başlarına tarihlenen Alanya Osmanlı Batığı, Osmanlı'nın Akdeniz'deki ticaret faaliyetlerine dair somut örnekler sunan nadir buluntular arasında yer almaktadır. Bu batıktan elde edilen çeşitli metal buluntular, özellikle bakır alaşımları, altın, gümüş, demir ve pişmiş toprak eserler hem dönemin materyal kültürüne ışık tutmakta hem de sualtında geçirdikleri yüzyıllar boyunca maruz kaldıkları fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkilere dair önemli veriler sunmaktadır. Sualtı koşullarında gerçekleşen bu tahribat süreçleri, bu tür buluntuların hızla bozulmasına neden olabileceğinden, koruma ve onarım süreçleri özel uzmanlık ve teknik bilgi gerektirmektedir.

Bu tez çalışması, Alanya Osmanlı Batığı'ndan çıkarılan farklı metal gruplarındaki (çoğunlukla bakır alaşımlı) arkeolojik eserlerin restorasyon ve konservasyonunu disiplinlerarası bir yaklaşımla ele almayı amaçlamaktadır. Çalışmada, X-Işını Floresans (XRF) analizi, X-Ray (Röntgen), stereo mikroskopi, tuz içeriği ölçümü gibi yöntemlerden yararlanılarak eserlerin yapısı hakkında bilgi edinilmiş ve koruma-onarım süreçleri planlanmıştır. Amaç, bu eserlerin hem fiziksel bütünlüğünü korumak hem de kültürel ve tarihsel değerlerini geleceğe aktarabilecek sürdürülebilir bir konservasyon yaklaşımını geliştirmektir.

Tezin kapsamı, Alanya Osmanlı Batığı'ndan çıkarılan ve Alanya Müzesi envanterine kayıtlı olan seçili metal buluntularla sınırlıdır. Çalışmada restorasyonu gerçekleştirilen eserlerin kazı envanter numaraları sırasıyla; OS-14 (metal obje, divit), AO-35 (hokka), OS-15 (bilezik), ATB2019-26 (bilezik), ATB2020-45 (yüzük), OS-24 (makas), AS-03 (havan?ezici?derici muştası?), AO-63 (metal kap, sahan kapağı), OS-25 (kemer tokası) ve AO-91 (metal kap) gibi gündelik yaşama dair nesneleri içermektedir. Bu eserler, sualtındaki bozulma türlerine göre değerlendirilmiş ve restorasyon-konservasyon süreçleri uygulanmıştır. Tez, yalnızca teknik müdahaleleri değil, aynı zamanda kültürel mirasın korunmasına yönelik etik sorumlulukları da içeren bütünsel bir bakış açısı sunmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

DOĞU AKDENİZDE OSMANLI DENİZCİLİĞİ

1.3. Akdeniz'de Osmanlı Coğrafyası, Denizciliği ve Askeri Hâkimiyeti

Osmanlı İmparatorluğu, 14. yüzyılın ortalarından itibaren Akdeniz coğrafyasında etkin bir güç olarak yükselmeye başlamıştır. Bu süreç, İstanbul'un fethiyle (1453) birlikte daha da hız kazanmış, Osmanlılar Karadeniz ile Akdeniz arasındaki bağlantıyı kontrol altına alarak bölgedeki ticaret yollarının stratejik önemini kavramışlardır (Özveren, 2018: 3-26). 16. yüzyılda bu hâkimiyet zirveye ulaşmış ve Osmanlılar, Akdeniz'in siyasal ve ekonomik yapısını yeniden şekillendirmiştir (Bostan, 2022: 15).

Osmanlı denizciliği, yalnızca bir imparatorluğun askeri deniz faaliyetleri değil, aynı zamanda ekonomik ve jeopolitik stratejilerinin denizlere yansıması olarak değerlendirilmelidir. Bu sürecin temelleri, Anadolu'da faaliyet gösteren Türk denizci beyliklerinden miras alınan bilgi ve tecrübe ile atılmıştır. Özellikle Aydınoğulları, Menteşeoğulları ve Saruhanoğulları gibi beyliklerin donanma kurma girişimleri, Osmanlıların denizcilik faaliyetlerine başlamasında belirleyici olmuştur (Bostan, 2002: 13-14; Karaca ve Yıldırım, 2025: 577-583). Osmanlılar denizcilikteki ilk önemli adımlarını Karesi Beyliği'ni hâkimiyet altına alarak atmış, Gelibolu'da kurdukları tersane ile Ege ve Akdeniz'deki faaliyetlerine başlamışlardır (Bostan, 2009: 75-80; Ceylan, 2023: 1215-1216).

138 Fatih Sultan Mehmed'in İstanbul'u fethetmesiyle birlikte Osmanlılar, Doğu Akdeniz'e doğru genişlemeye başlamış, Memlükler'in yenilmesiyle Mısır'ı topraklarına katarak bölgenin önemli limanlarını ele geçirmiştir (Bostan, 2002: 26). Böylece Bizans, Memlük ve Venedik gibi Akdeniz'deki güçlü aktörlerin etkisi sona ermiş, bölge "Osmanlı iç denizi" hâline gelmiştir (Özveren, 2018: 3-26).

Kanuni Sultan Süleyman dönemi, Osmanlıların Akdeniz'deki askerî gücünün zirveye ulaştığı dönemdir (Bostan, 2002: 26, 27). Barbaros Hayreddin Paşa komutasındaki Osmanlı donanması, 1538'deki Preveze Deniz Muharebesi'nde Haçlı donanmasını mağlup ederek bölgedeki Osmanlı üstünlüğünü pekiştirmiştir (Bostan, 2022: 15; Aydın, 2007: 5-7). Bu zafer, Venedik, Ceneviz, İspanya ve Malta Şövalyeleri gibi büyük güçlere karşı Osmanlılara önemli bir avantaj sağlamıştır.

1571 yılında Osmanlı donanması, İnebahtı Deniz Muharebesi'nde ağır bir yenilgi almasına rağmen, kısa sürede yeni bir donanma inşa edilmiş ve denizlerdeki faaliyetler devam etmiştir (Şimşek, 2022: 240, 241). Bu süreçte kürekli kadırgalardan yelkenli kalyonlara geçiş

yaşanmış ve Osmanlı donanması yeni denizcilik teknolojilerine uyum sağlamaya çalışmıştır (Aydın, 2007: 6-20).

Denizcilikteki gelişimle birlikte Osmanlılar deniz gücünü kurumsal yapılarla da desteklemiştir:

- Kaptan-ı Deryalık: Donanmanın en yüksek yönetim makamıdır (Bostan, 2009: 121).
- Tersane-i Amire: İstanbul Haliç'te kurulmuş, savaş gemileri burada üretilmiştir (Aydın, 2007: 51).
- Deniz Askeri ve Levendler: Gemilerde görev yapan savaşçılardır ve donanmanın savaş gücüne büyük katkı sağlamışlardır (Pustu, 2019: 109).

Osmanlı deniz ticaretine yönelik en büyük tehdit korsanlık olmuştur. Malta, Ceneviz ve Kuzey Afrikalı korsanlar Osmanlı gemilerine saldırmış, ticaretin sekteye uğramasına neden olmuştur. Bu nedenle 18. yüzyıl başlarında Osmanlı donanması güçlendirilmiş, deniz güvenliği artırılmıştır (Aydın, 2007:113-351).

Aynı dönemde Avrupa'yla rekabet edebilmek amacıyla bazı önemli denizcilik reformları yapılmıştır:

- Kalyon Dönemine Geçiş: 1701 tarihli *Bahriye Kanunnamesi* ile yelkenli kalyonlar kullanılmaya başlanmıştır (Bostan,2020: 224).
- Tersane Reformları: İstanbul tersanesi genişletilerek en büyük üretim merkezi hâline getirilmiştir (Bostan, 2009: 217)
- Müstemin Tüccarlar: Yerli tüccarlar desteklenmiş ve Avrupa tüccarlarıyla rekabet etmeleri sağlanmıştır (Köse, 2013: 309-310)

Sonuç olarak, Osmanlı İmparatorluğu, 14. yüzyıldan itibaren Akdeniz'de sadece bir deniz gücü değil, aynı zamanda bölgenin siyasal, ekonomik ve kültürel yapısını belirleyen başlıca aktör hâline gelmiştir. 16. yüzyılda deniz gücünün zirvesine ulaşan Osmanlılar, yüzyıllar boyunca Akdeniz tarihine yön vermiştir. 17. yüzyıldan itibaren görülen gerilemelere rağmen, reformlarla varlıklarını sürdüren Osmanlılar, Akdeniz'in uzun bir dönem boyunca en etkili güçlerinden biri olmuştur.

1.2. 18. yy. Osmanlı Deniz Ticareti

Osmanlılar, Akdeniz'deki ticari yolları kontrol altına alarak, deniz ticaretini önemli ölçüde etkilemiştir. Osmanlı hâkimiyeti altındaki Doğu Akdeniz limanları, Hint Okyanusu'ndan gelen baharat ve Doğu Asya'dan gelen ipek ticareti açısından stratejik öneme sahipti. Osmanlılar, Venediklilerle yoğun bir ticaret ilişkisi içinde bulunmuş, Osmanlı limanları Avrupa tüccarlarının önemli uğrak noktaları haline gelmiştir. (Köse, 2017:1; Özveren, 2018: 126).

Osmanlılar, Akdeniz ticaretini düzenlemek için "Ahidnâmeler" adı verilen anlaşmalar yaparak Avrupalı tüccarlara çeşitli ayrıcalıklar tanımışlardır (Gök, 2000: 97; Kurtaran, 2006: 9). Bu anlaşmalar sayesinde Venedik, Ceneviz, Fransa, İngiltere ve Hollanda gibi devletler, Osmanlı limanlarında serbest ticaret yapma hakkına sahip olmuşlardır. Ancak Osmanlılar, aynı zamanda kendi tüccarlarını da destekleyerek yerel ekonomiyi güçlü tutmaya çalışmıştır (Köse, 2013: 307). 1783 yılında Akdeniz'de İskenderiye limanı aracılığıyla yürütülen ticaretin %77'lik kısmı, Osmanlı limanları arasında gerçekleşmiştir (Bostan, 2019: 150). Osmanlı deniz ticaretinde en çok ticareti yapılan mallar baharat, pamuk, kahve, ipek, pirinç, deri ve tahıl gibi ürünlerdi (Özveren, 2018: 123).

18. yüzyılın başlarında, Osmanlı Devleti Doğu Akdeniz'deki ticaret yollarını korumak amacıyla İskenderiye limanında bir deniz üssü kurmuş, Mısır kıyılarını korsanlardan savunmak için kalyon filosu görevlendirmiştir. Filodaki gemiler devriye ve koruma görevlerini düzenli olarak yürütmüştür (Bostan, 2019: 145-147). 18.yüzyılın ikinci yarısından sonra Osmanlı deniz ticareti, Avrupa'nın baskısı ve korsanlık faaliyetleri gibi zorluklarla mücadele ederken, kapitülasyonlar, müstemin tüccarların teşviki ve donanma reformlarıyla güçlenmeye çalışmıştır. Osmanlı, özellikle Karadeniz ve Akdeniz'deki ticaret yollarını kontrol altında tutarak ekonomik varlığını sürdürmeye devam etmiştir. (Bostan, 2009: 180-181).

İKİNCİ BÖLÜM
SUALTI ARKEOLOJİSİ VE TÜRKİYE'DEKİ OSMANLI DÖNEMİ BATIKLARINDAN ÖRNEKLER

2.1. Sualtı Arkeolojisinin Önemi

Sualtı arkeolojisi, denizler, göller, nehirler gibi su altı ortamlarında yer alan kültürel kalıntıların, bilimsel yöntemlerle incelenmesini konu alan bir disiplindir. Bu alan, sadece geçmiş uygarlıkların denizcilik faaliyetlerini anlamakla kalmaz, aynı zamanda bu uygarlıkların ekonomik, politik ve sosyal yapılarına dair önemli veriler sunmaktadır. Kara arkeolojisinin erişemeyeceği ölçüde korunmuş buluntular sayesinde sualtı arkeolojisi, tarih öncesi dönemlerden günümüze kadar uzanan çok geniş bir zaman dilimine ışık tutmaktadır (Muckelroy, 1978).

Sualtı arkeolojisi, geçmişten günümüze kadar insanlık tarihine dair süreci anlamamıza katkı sağlamaktadır. Özellikle ticaret yolları, savaşlar, göç hareketleri ve teknolojik gelişmelerin izleri çoğu zaman deniz tabanında saklı kalır. Bu bağlamda, sualtı arkeolojisi, geçmişin kültür mirasını sadece belgelerden değil, doğrudan fiziksel kalıntılardan hareketle anlamaya yönelik önemli veriler sunmaktadır.

Örneğin, Türkiye kıyılarında yürütülen sualtı kazılarında, Dünya'nın en eski batığı olan Kumluca Tunç Çağı Batığı ile Akdeniz'in Tunç Çağı dünyasına ilişkin buluntular açığa çıkarılmıştır (Öniz, 2019: 172).

Su altı arkeolojisi, 20. yüzyılın ortalarında bilimsel bir disiplin olarak kurumsallaşmıştır. Özellikle Jacques-Yves Cousteau'nun aletli dalış teknolojilerini geliştirmesi, deniz altındaki kalıntılara ulaşılabilirliği artırmıştır. Ayrıca ülkemizde de bu alandaki erken dönem girişimlerden biri, Osmanlı İmparatorluğu döneminde görülmektedir. Osman Hamdi Bey'in girişimiyle 1884 yılında hazırlanan Asar-ı Atika Nizamnamesi (Eski Eserler Tüzüğü), yalnızca kara kazılarını değil, aynı zamanda sualtında tespit edilecek kültürel varlıklarının da korunmasını kapsayan ilk yasal düzenlemelerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu nizamname, su, göl ve denizlerden çıkarılacak her türlü eserin devlet malı olarak değerlendirilmesini öngörmektedir. Böylece Osmanlı, su altı mirasını korumaya yönelik dünyadaki öncü devletlerden biri olmuştur (Öniz, 2016: 242).

Sonuç olarak, sualtı arkeolojisi yalnızca geçmişi aydınlatmakla kalmaz, aynı zamanda dünya mirasının sürdürülebilirliğine katkı sağlar. Bu yönüyle, multidisipliner iş birliklerine açık ve gelişen teknolojiyle paralel ilerleyen bir bilim alanıdır.

2.2. Türkiye'deki Osmanlı Batıklarından Örnekler

2.2.1. Kızlan Osmanlı Dönemi Batığı (Datça, Muğla)

Muğla'nın Datça ilçesi açıklarında bulunan bu batık 17. yüzyılın ortalarına tarihlenmektedir. Batığın kargosunu günlük kullanım eşyalarından, ahşap kaşıklar, metal kaseler, amphoralar, pipolar, tüfekler, çok sayıda kurşun, Çin porseleni kaseler ve daha birçok malzeme oluşturmaktadır (Özdaş ve Kızıldağ, 2024: 16-21). Dokuz Eylül Üniversitesi Sualtı Araştırmaları merkezi tarafından yürütülen batık kazısı halen devam etmektedir.

2.2.2. Yassıada 16. Yüzyıl Osmanlı Batığı

Yassıada, Türkiye'nin güneybatısında, Bodrum açıklarında yer alan, sualtı arkeolojisi açısından oldukça zengin bir bölgedir. Bu adanın güneydoğusunda, 1960'lı yıllarda yürütülen kazılar sonucu ortaya çıkarılan 16. Yüzyıla ait Osmanlı gemi batığı hem Osmanlı denizcilik tarihi hem de erken dönem ticaret yolları hakkında değerli bilgiler sunmaktadır (Bass, 1962: 8). Söz konusu batık kazısı George Bass öncülüğünde INA (Institute of Nautical Archaeology) tarafından yapılmıştır. Geminin taşıdığı yük, yapım tekniği ve buluntular üzerinden yapılan analizler, bu geminin Osmanlı döneminde ticaret amaçlı kullanılan tipik bir yelkenli olduğunu göstermektedir. Buluntular Bodrum Sualtı Arkeolojisi Müzesi'nde sergilenmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ALANYA OSMANLI DÖNEMİ BATIĞI

Türkiye, zengin kıyı coğrafyası ve çok katmanlı tarihsel geçmişiyle sualtı arkeolojisi açısından oldukça zengin bir potansiyele sahiptir. Bu bağlamda son yıllarda yürütülen kazılar, özellikle Osmanlı dönemine ait denizcilik ve ticaret faaliyetlerine dair somut veriler sunmaktadır. Özellikle Alanya Osmanlı Batığı Sualtı Kazısı, Osmanlı İmparatorluğu'nun 18. yüzyıldaki deniz ticareti ve gemicilik pratiklerini belgeleyen öncü bir çalışmadır.

Alanya açıklarındaki yaklaşık 2 km deniz içinde ve 24 metre derinlikte yer alan bu batığın varlığı 2010 yılından beri bilinmektedir. Yüksek akıntılı bir bölgede yer alan batık, denizciler tarafından bilinmesi nedeniyle kaçak dalış ve tahribat riskine açık bir konumda bulunmaktadır. Bu yüzden bilimsel kazı ve koruma faaliyetleri Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü'nün izniyle Akdeniz Üniversitesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Hakan Öniz'in Bilimsel Danışmanlığı ve Alanya Müze Müdürlüğü Başkanlığı'nda 2018 yılından itibaren yürütülmektedir (Öniz, 2019: 72-74).

Batıktan çıkarılan buluntular arasında bakır tabak, tencere, tava ve ibrik gibi mutfak eşyaları ağırlıklı olmakla birlikte, divit takımı, altın ve gümüş sikkeler ile Hagios Georgios efsanesini içeren motifli mataralar yer almaktadır. Sikkeler üzerindeki Osmanlıca yazılar doğrultusunda, geminin 1703 yılından sonra battığı düşünülmektedir. Bu eşyalar, Osmanlı döneminde Akdeniz ticaretinin günlük yaşam ve tüketim kalıplarına dair ipuçları sunmaktadır (Öniz ve Türkmen, 2022: 67-73). Ayrıca, gemide yer alan iki çift top ve yaklaşık otuz adet gülle, deniz güvenliği ve korsan tehditlerine karşı alınan askeri tedbirlerin bir göstergesi olarak yorumlanmaktadır.

Dikkat çeken bir diğer unsur ise gemicilerin tükettiği düşünülen ceviz, fındık ve iç fıstık gibi organik buluntuların, oksijensiz ortamda korunarak günümüze ulaşabilmiş olmasıdır. Bu buluntular gemi yaşamının ve uzun deniz yolculuklarının maddi kültürüne dair veri sağlamaktadır (Öniz ve Türkmen, 2022: 67-73).

Ahşap kalıntılar üzerindeki yanık izleri, batığın muhtemel bir yangın veya infilak sonucu battığını düşündürmektedir. Nitekim Osmanlı arşiv belgeleri, 18. yüzyıl başlarında gemilerde merkezi mutfak bulunmadığını ve yemek pişirme faaliyetlerinin geminin çeşitli bölgelerinde yapıldığını, bunun da yangınlara yol açabildiğini göstermektedir.

Alanya Osmanlı Batığı, sualtı arkeolojisi açısından Osmanlı deniz ticareti tarihi hakkında bilgiler vermesi konusunda da önemlidir. Özellikle 18. yüzyılın başlarında Osmanlı İmparatorluğu'nun Akdeniz'deki ticari ve askeri varlığına dair fiziksel kanıtlar içermesi bakımından bu batık, çok katmanlı bir kültürel miras sunmaktadır.

Türkiye'de Osmanlı dönemine ait çok az sayıda batık bilimsel olarak kazılmıştır. Bu yönüyle Alanya Batığı, Osmanlı donanması, ticaret yolları, denizcilik teknolojileri ve gündelik deniz yaşamı hakkında yeni bilgiler üretme potansiyeline sahiptir. Ayrıca, kazının çok disiplinli ekiplerce yürütülmesi, Türkiye'de sualtı arkeolojisinin kurumsallaşması ve bilimsel derinliği açısından önemli bir örnek teşkil etmektedir. Sualtı arkeolojisinin gelişen yöntemleriyle sürdürülen bu kazı, Osmanlı İmparatorluğu'nun Akdeniz'deki jeopolitik varlığına dair tarihsel hafızanın maddi belgelerini ortaya koyması bakımından bilimsel ve kültürel değere sahiptir.

Fotoscan fotoğrafları, kazıdan fotoğraflar, kazı arşivi olarak

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
SUALTI METAL ESERLERİNİN RESTORASYON VE KONSERVASYON SÜREÇLERİ

4.1. Restorasyon ve Konservasyonun Temel Kavramları

Kültürel miras, toplumların tarihsel sürekliliğini ve kimliğini yansıtan en önemli unsurlarındandır. Bu miras sanat eserlerinden mimari yapılara, arkeolojik kalıntılardan belge ve arşive kadar geniş bir yelpazeyi oluşturmaktadır. Kültürel mirasın gelecek nesillere aktarılabilmesi restorasyon ve konservasyon uygulamalarıyla mümkün olmaktadır (Büyükkuru, 2023: 134,135; Ahunbay, 2014: 8-20).

4.1.1. Restorasyon

Arkeolojik veya sanatsal bir değeri olan taşınır bir eserin ya da taşınmaz bir yapının zamanla zarar gören bölümlerinin, özgün kimliğine uygun şekilde onarılmasını amaçlayan bir uygulamadır (Küçük, 1997: 117). Temel hedef, eserin tarihsel bütünlüğüne sadık kalınarak eski görünümüne kavuşturulmasıdır. Bu süreçte en önemli şey müdahalenin derecesinin dikkatle belirlenmesi ve orijinal dokunun zarar görmemesine özen gösterilmesidir (Tellioğlu ve Satıcı, 2023: 37).

4.1.2. Konservasyon

Konservasyon, yalnızca bir yapı veya objeyi fiziksel olarak muhafaza etme eylemi değil; aynı zamanda onun tarihsel, kültürel, estetik ve sembolik değerlerini geleceğe aktarma sorumluluğudur. Bernard M. Feilden'in tanımına göre konservasyon, bozulmayı önleme ve değişimi yönetme amacını taşıyan bütünsel ve çok disiplinli bir müdahale sürecidir (Feilden, 2003: 363).

Günümüzde sıklıkla karıştırılan iki kavram, restorasyon ve konservasyondur. Konservasyon, kelime anlamıyla bir nesnenin koruma altına alınması sürecini ifade eder. Bu kavramda, esere doğrudan fiziksel müdahalede bulunmak yerine, çevresel koşulların kontrol altına alınarak eserin uzun süre boyunca zarar görmeden ve bozulmadan varlığını sürdürmesi amaçlanır (Aktimur, 2021: 439).

Bu yönüyle konservasyon, eserin yalnızca fiziksel bütünlüğünü değil, aynı zamanda onun sanatsal ve tarihsel değerini de korumayı hedefler (Feilden, 2003: 6). Konservasyonun temel ilkesi, minimum müdahaledir. Herhangi bir müdahale, eser üzerindeki özgün unsurları mümkün olduğunca yerinde koruyacak şekilde tasarlanmalı, müdahale gerekiyorsa bu işlemlerin geri döndürülebilir nitelikte olmasına özen gösterilmelidir. Uygulanan her müdahale, kültürel varlığın yaşam döngüsüne yapılan bir katkıdır; bu nedenle bilimsel titizlikle ve etik duyarlılıkla konservasyon süreci yürütülmelidir (Konuklar, 2023: 33; Genç, 2021). Bu nedenle,

uluslararası kabul görmüş ilke ve tüzükler, uygulayıcılara etik bir yol haritası sunar. Restorasyon ve konservasyon işlemlerini yapacak olan restoratör-konservatör, esere uygulayacağı müdahale sınırını iyi belirlemelidir. Bu nedenle müdahaleleri kontrol altında tutabilmek için uluslararası tüzükler hazırlanarak çeşitli kriterler belirlenmiştir (Ahunbay, 2014: 174-177). Bu kapsamda hazırlanan tüzükler arasında en önemlilerinden birisi 1964'te kabul edilen ve 16 maddeden oluşan ''Venedik Tüzüğü'' dür. Bu tüzük taşınır ve taşınmaz eserlerin restorasyonunda uygulanan müdahalelerin sınırının temelini oluşturmaktadır. Örneğin, tarihi yapıların belge değerinin korunmasına tüzüğün 3. Maddesinde:

> *"Anıtların korunmasında ve onarılmasındaki amaç onları hem tarihi bir belge hem de bir sanat eseri olarak korumaktır"* şeklinde dikkat çekerken, 9. Maddede "*Onarım uzmanlık gerektiren bir iştir. Amacı, anıtın estetik ve tarihi değerini korumak ve ortaya çıkarmaktır. Onarım kendine temel olarak aldığı özgün malzeme ile güvenilir belgelere saygıyla bağlıdır. Faraziyenin başladığı yerde onarım durmalıdır; yapılması gerekli herhangi bir eklemenin mimari kompozisyondan farkı anlaşılabilmeli ve gününün damgasını taşımalıdır. Herhangi bir onarım işine başlamadan önce ve bittikten sonra, anıtın arkeolojik ve tarihi bir incelemesi yapılmalıdır"* (Ahunbay, 2022: 26-41).

Şeklinde vurgulanması korumanın bir uzmanlık işi olduğunu, sınırlarını ve bu alanda özel eğitim almış kişilerin çalışması gerektiği belirtilmektedir.

4.2. Sualtı Kültür Mirasının Korunmasında Önleyici Koruma ve Uluslararası Yaklaşımlar

Toplumlar açından, kültürel mirasın geleceğe taşıması, tarihi eserlerin korunması büyük bir önem ve özveri gerektirmektedir. Özellikle üç tarafı denizlerle çevrili olan Anadolu toprakları, tarih boyunca birçok medeniyete ev sahipliği yapması nedeniyle sadece kara buluntularıyla değil sualtı arkeolojisi açısından da oldukça zengindir (Yarmacı vd., 2017: 66). Denizlerde, nehirlerde ve göllerde yer alan antik batıklar, limanlar ve sualtı yerleşimleri gibi kalıntılar; ticaret, göç, savaş ve kültürlerarası etkileşim gibi insan faaliyetlerine dair eşsiz bilgiler sunmaktadır. Ancak bu kültürel miras değerleri hem doğal süreçlerle hem de insan kaynaklı tehditlerle karşı karşıya kalmaktadır (Jarvis vd., 2023: 76-83). Bu bağlamda da sualtı kültür mirasının korunmasında sadece keşif değil, aynı zamanda koruma odaklı bir yaklaşım için de önleyici koruma kavramı oldukça önemlidir (ICOMOS, 1996).

Önleyici koruma; kültürel miras zarar görmeden önce ve gelecekte yaşanabilecek bozulmaları en aza indirgemek ya da tamamen engellemek amacıyla, taşınır ya da taşınmaz kültür varlıklarının özgün halini korumaya yönelik yapılan çalışmaların bütününü içermektedir (Beşkonaklı ve Ersen, 2011: 4; Koşan, 2020: 1). Sualtı eserleri üzerinde, ortam değişikliği nedeni ile zaman içerisinde ciddi bozulmalar meydana gelmektedir. Doğal tehditleri biyolojik

bozulmalar, kimyasal süreçlerle oluşan bozulmalar, erozyon ve fırtınalar şeklinde örneklendirebiliriz. İnsan kaynaklı tehditleri ise kaçak kazılar, kontrolsüz turistik dalışlar, liman ve yapı projeleriyle fiziksel tahribat olarak sıralayabiliriz. Sualtındaki eserler için önleyici koruma uygulamaları, ilk önce yerinde korunabiliyorsa yerinde koruma önlemlerinin alınmasıdır (Gültekin ve Kılıç, 2023: 191). Eserler yerinde korunamıyorsa, zarar görmesi muhtemel olan eserlerin uzmanlarca karaya çıkarılması ve uzman restoratör ve konservatörlere teslim edilerek koruma-onarım sürecinin başlatılması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, gerekli ise alanın dalışa yasak saha ilan edilmesi ya da mümkünse karadan kamera ile izlenmesi gibi yöntemler de tercih edilebilmektedir. Ayrıca hukuki yaptırımlar ve denetimlerle ulusal ve uluslararası iş birliği projeleri de koruma bilincinin arttırılması mümkün olabilmektedir (Dell'Erba vd., 2020: 22-26). (DALIŞ FOTOĞRAFLARI,)

Tahribatı önlemeye yönelik uluslararası hukuki ve etik standartlar, sualtı kültür mirasının korunmasında önemli bir rol oynamaktadır. Uluslararası birçok kuruluşta önleyici korumaya yönelik çeşitli tanıma yer verilmiştir (ICCROM, ICOM, UNESCO, ICON vb.). 2001 UNESCO Sualtı Kültürel Mirasının Korunması Sözleşmesi, bu alandaki temel referans belgelerinden biridir. Sözleşme, sualtı kültür mirasının korunmasını ve sürdürülebilir olmasını amaçlamaktadır. Bu sözleşme, aşağıdaki temel ilkeleri içermektedir (UNESCO, 2002):

- İş birliği ve Bilgi Paylaşımı: Sözleşmeye taraf devletler, sualtı kültürel mirasının korunması konusunda iş birliği yapacak ve bilgi paylaşımında bulunacaklardır.
- Yerinde Koruma: Sualtı kültürel mirasının yerinde korunması herhangi bir faaliyete izin verilmeden önce ilk seçenek olarak değerlendirilecektir.
- Kamu Bilinci ve Eğitim: Sözleşme, sualtı kültürel mirasının değeri ve korunmasının önemi hakkında kamu bilinci oluşturmayı ve eğitim faaliyetlerini teşvik etmektedir.
- Yasal Düzenlemeler ve Yetkili Merciler: Taraf devletler, sualtı kültür mirasının korunması için gerekli yasal düzenlemeleri yapacak ve yetkili merciler oluşturacaklardır.

ICOM-CC ise önleyici korumayı "*gelecekteki bozulma veya kaybı önlemeyi ve en aza indirmeyi amaçlayan tüm önlemler ve eylemler"* olarak tanımlamıştır (ICOM-CC, 2008). 5-9 Ekim 1996 tarihleri arasında Sofya'da gerçekleştirilen ICOMOS genel kurulunda "ICOMOS Sualtı Kültür Mirasının Korunması ve Yönetimiyle İlgili Tüzük" kabul edilmiştir. İlgili tüzüğün 7. Maddesinde yer alan;

> '' *Sualtı kültür mirasına yapılacak müdahaleli araştırmalar öncesinde sitin hassasiyetini, önemini ve potansiyelini değerlendiren bir ön bilgilenme gereklidir. Bu alan değerlendirmesi, sitin tarihi ve arkeolojik verileri hakkında mevcut temel araştırma ve yayınların gözden geçirilmesini, sitin arkeolojik*

ve çevresel özelliklerinin incelenmesini ve öngörülen araştırmaların neden olacağı müdahalelerin sitin dayanımını uzun vadede nasıl etkileyeceği konularını kapsamalıdır '' (Ahunbay, 2014: 174-177).

ön araştırma konusu ile kültürel mirasın uzun süre varlığını sürdürebilmesi ve hassas bir yaklaşım sergilenmesi gerektiği vurgulanmıştır**.**

Küresel koruma bilincini arttırmak için bazı önemli adımlar atılmıştır. Bunların en başında ülkemiz kurumlarının öncü olduğu UNESCO tarafından 2012 yılında dünya çapında akademik standartları iyileştirmek ve üniversiteler arası iş birliğini sağlamak amacıyla kurulan UniTwin Sualtı Arkeolojisi Ağı[1] gelmektedir. UniTwin ağı sualtı arkeolojisi alanında çalışan üniversiteleri ve profesyonel eğitim kurumlarını resmi bir şekilde birbirine bağlayarak su altı kültürel mirasının korunmasını ve araştırılmasını hedeflemektedir. CMAS (Dünya Sualtı Aktiviteleri Konfederasyonu) da bu konuda önemli adımlar atmıştır. TSSF (Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu) kanalıyla yapılan "Sualtı Kültür Mirasının Koruması" eğitim programı bunun en iyi örneklerinden biridir (Öniz, 2021: 213). Düzenli olarak gerçekleştirilen bu eğitimler ile yüzlerce dalgıç kültürel mirası koruma ve sahiplenme konusunda bilinçlendirilmektedir. (EĞİTİM FOTOĞRAFLARI)

4.3. Sualtından Çıkan Metal Eserlerin Restorasyon ve Konservasyon Uygulamaları

4.3.1. Belgeleme

Belgeleme, eserin korunma sürecine dair ilk ve en önemli adımını oluşturmaktadır. Bu aşamada eserin mevcut fiziksel durumu, bozulma izleri, varsa önceki müdahale izleri ve tüm özgün detayları görsel, yazılı ve dijital yöntemlerle kayıt altına alınır (Özekmekçi, 2012: 25).

Sualtı metal eserleri açısından belgeleme süreci, eser suyun dışına çıkarılmadan önce başlar. Yerinde fotoğraf ve video kayıtları, eserin bulunduğu ortam bağlamıyla olan ilişkisini anlamak açısından önemli bir bilgi sunmaktadır (Hamilton, 1996). Sualtı belgeme işlemi tamamlanan eserler uzmanlar tarafından çıkarıldıktan sonra, yüzey detayları, korozyon izleri, tortu birikimleri ve yapısal bozulmalar mikroskobik görüntüleme sistemleriyle belgelenir. 3D tarama ve fotogrametri teknikleri, eserin dijital kaydının oluşturulmasında günümüzde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Calantropio ve Chiabrando, 2024: 413; Ebolese vd., 2019: 311-317). Restorasyon ve konservasyon sürecine yön verebilecek örnek yöntemler şu şekilde sıralanabilir;

- Makro ve mikro düzeyde dijital fotoğraf arşivi, çizimler vb. (Ersen vd., 2009: 4).
- X-Ray ve UV ışık analizleri (Tuğrul, 1993: 397)

[1]bkz: underwaterarchaeology.net

- 3D lazer tarayıcılar ve fotogrametrik modelleme (Skarlatos ve Agrafiotis, 2020: 141-142) (SUALTI ROBOTLARI VE PHOTOSCAN ÖRNEKLERİ FOTO)

4.3.2. Teşhis (Tanı)

Teşhis süreci, kültürel miras objelerinde kullanılan malzemenin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesi, eserin tarihsel evrelerinin anlaşılması, bozulma süreçlerinin kaynakları ve türleri hakkında hem gözlemlerden hem de laboratuvar temelli bilimsel araştırmalardan oluşur (Ersen vd., 2009: 5-6). Bu süreç, konservasyon yönteminin belirlenebilmesi için kritik bir rol oynar.

Özellikle sualtından çıkarılan metal eserlerde, klorür iyonlarının varlığı, aktif korozyonun başlıca göstergesidir (Özdağ, 2015: 84). Bu aşamada ileri analiz tekniklerinden faydalanılması doğru müdahalelerin yapılması önemlidir. Eserler üzerinde kullanılan bazı analiz teknikleri:

- XRF (Elementel Analiz)[2]
- SEM-EDS (Mikroyapı ve yüzey etkileşimleri)[3]
- XRD (Kristal yapılar)[4]
- FTIR (Organik moleküler analiz)[5]

Eserin ihtiyacına yönelik yapılacak olan XRF analizleri ile eserin alaşım bileşimi, SEM-EDS ile mikroyapı ve korozyon türleri tespit edilebilir (Bernabale, 2025: 2; KUDEB, 2009: 76-77). Ayrıca FTIR ve XRD analizleri ile yüzeydeki organik kalıntılar veya mineralleşmiş tabakalar tanımlanır (Scott, 2002: 7). Böylece teşhisi yapılan eserlerin mevcut durumu anlaşıldıktan sonra gerekli müdahaleler için alt yapı oluşturulur.

4.3.3. Uygulama (Tedavi Yöntemi)

Belgeleme ve tanı aşamasında elde edilen bulgular doğrultusunda, esere uygulanacak müdahale yöntemleri belirlenir. Bu süreçte uygulamaların eserin tarihi ve estetik bütünlüğünü zedelemeyecek şekilde olması esastır. Uygulama yöntemleri genellikle temizleme, stabilize etme, güçlendirme, eksik parçaların tamamlanması ve koruyucu tabakaların uygulanması gibi alt başlıklarda toplanabilir (Tellioğlu ve Satıcı, 2023: 37). Her müdahale, geri döndürülebilirlik, minimum müdahale ve özgünlüğe saygı gibi etik ilkeler doğrultusunda gerçekleştirilir (ICOM-CC, 2008). Özellikle sualtı metal eserlerinde dikkatli ve kontrollü müdahale önemlidir, çünkü bu tür eserler, bünyelerinde yüksek tuz barındırmaları sebebiyle oldukça reaktiftir. Müdahaleler öncesinde laboratuvar ortamında örnek uygulamalar yapılması, yanlış ya da zararlı bir sürecin

[2] XRF için bkz: (Genç vd., 2013: 77-82)
[3] SEM-EDS için bkz: (KUDEB, 2009: 76-77).
[4] XRD için bkz: (KUDEB, 2009: 70).
[5] FTIR için bkz: (Aktimur, 2021: 441-443)

önüne geçmek adına oldukça önemlidir. Ayrıca tüm uygulamalar ayrıntılı biçimde kayıt altına alınmalı ve gerektiğinde geri alınabilir yapıda olmalıdır.

4.3.4. Tuzdan Arındırma Süreci (Desalination)

Sualtı metal eserlerinin restorasyonundaki en kritik uygulamalardan biri tuzdan arındırma işlemidir (Lois vd., 2020: 18-22). Deniz ortamında uzun süre kalmış eserler, özellikle klor iyonlarını bünyelerine emerek içsel bir korozyon tehdidi barındırırlar. Bu tuzlar uzaklaştırılmadan yapılan koruma uygulamaları, kısa sürede aktif korozyonun yeniden başlamasına neden olur. Tuzdan arındırma işlemleri belgeleme işlemlerinin tamamlanası ve yüzeye çıkarılmasından sonra hemen başlar. Eserler özel arındırma tanklarına yerleştirilir ve çözeltiler belirli oranlarda takip edilier. Tanklar ilk aşamada çeşme suyu ile doldurulurken, ihtiyaca göre sodyum karbonat, sodyum seskikarbonat veya sodyum hidroksit gibi alkali inhibitörler de çözeltiye eklenir (Akçay, 2023: 51; Oddy ve Hughes, 1970: 183; Pienimaki, 2016: 7-10). Bu inhibitörler, eserin maruz kaldığı korozyon sürecini yavaşlatmak veya tamamen durdurmak amacıyla kullanılır. Arındırma süreci boyunca tanklardaki çözelti düzenli aralıklarla yenilenmelidir. Böylece doygunluğa ulaşan çözeltinin, eserden tuz çekme işlevi yitirilmeden işlem sürdürülebilir. Bu aşamada iletkenlik (TDS) ölçümleri düzenli yapılmalı, süreç belgelenerek analiz edilmelidir. Ancak en önemli noktalardan biri, tuzdan arındırma işleminin kademeli yapılması gerektiğidir. Tuzların ani çözünmesi, eserin yapısal bütünlüğünü tehdit ederek metalin daha fazla zarar görmesine neden olabilir. Bu yüzden öncelikle kademeli olarak çeşme suyu aşamasına gelinceye kadar %75 deniz suyu- %25 çeşme suyu, %50 deniz suyu- %50 çeşme suyu, %25 deniz suyu- %75 çeşme suyu ve son olarak %100 çeşme suyu olmalıdır. Aynı aşamalar çeşme suyu ve saf su için de yapılarak saf su aşamasına kadar kontrollü bir şekilde bu arındırma işlemleri gerçekleştirilmelidir (Altınanıt-Biçer, 2017: 91). Tuzdan arındırma işlemleri bittikten sonra kontrollü kurutma işlemlerine geçilir.

4.3.5. Temizlik

Sualtı arkeolojisinde ortaya çıkarılan metal eserler, uzun süreli denizel çevre koşullarına maruz kaldıkları için yoğun derecede tortulanma, biyolojik örtü ve korozyon ürünleri ile kaplanmış şekilde gün yüzüne çıkar. Bu katmanların uzaklaştırılması, eserin özgün yüzeyinin korunarak bilimsel analizlere ve restorasyon süreçlerine hazırlanabilmesi açısından büyük önem taşır. Temizlik işlemi bu bağlamda, mekanik ve kimyasal yöntemler olmak üzere iki ana grupta değerlendirilir.

4.3.5.1. Mekanik temizlik

Eserin yüzeyinde birikmiş olan fiziksel kirlerin, deniz canlılarının oluşturduğu biyolojik katmanların ve gevşek korozyon ürünlerinin fiziksel olarak uzaklaştırılmasını içerir. Bu

yöntemler, yüzeyin hassasiyetine ve eserin genel durumuna göre seçilerek uygulanır. En yaygın uygulamalardan biri, skalpel, bistüri, iğne, fırça veya dental aletler yardımıyla yapılan el temizliğidir. Özellikle bronz ve bakır alaşımlı eserlerde, özgün yüzeye zarar vermeden korozyon tabakalarının kontrollü biçimde kaldırılması için tercih edilir (North, 1987: 212).

- **Manuel Mekanik Temizlik:** En yaygın uygulamalardan biri, skalpel, bistüri, iğne, fırça veya dental aletler yardımıyla yapılan el temizliğidir. Özellikle bronz ve bakır alaşımlı eserlerde, özgün yüzeye zarar vermeden korozyon tabakalarının kontrollü biçimde kaldırılması için tercih edilir (North, 1987: 212).
- **Hava Aşındırmalı Temizlik (Micro-abrasion):** Düşük basınçlı hava ile birlikte mikroskobik taneciklerin (örn. alüminyum oksit, cam boncuk) kullanılmasıyla yapılan bu yöntem, daha yoğun korozyonlu ya da deniz kabuklularıyla kaplı alanların temizliğinde etkilidir. Ancak yüzey pürüzlülüğüne yol açabileceği için dikkatli ve sınırlı alanlarda uygulanmalıdır (MacLeod, 1989: 4–5).
- **Ultrasonik Temizlik:** Özellikle küçük boyutlu metal objelerde tercih edilen bu yöntem, sıvı içerisinde ses dalgaları kullanılarak yüzeydeki tortuların gevşetilmesini sağlar. Ancak bu yöntemin korozyon katmanlarının altındaki yüzeye zarar verebileceği durumlar da olabilir; dolayısıyla kullanılmadan önce metalin yapısal bütünlüğü değerlendirilmelidir (Cronyn, 1990: 117).

4.3.5.2. Kimyasal Temizlik

Metal yüzeyine yapışmış çözünmesi zor klorür bileşikleri ya da korozyon ürünlerinin seçici bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlar. Bu işlemler, kontrollü ortamda ve dikkatli gözlem altında gerçekleştirilmelidir.

- **Sodyum Hidroksit (NaOH) ile Temizlik:** Özellikle demir içeren eserlerde, aktif korozyonun durdurulması ve klorür iyonlarının uzaklaştırılması amacıyla %1–5 oranında NaOH çözeltisi kullanılır. Bu bazik ortam, metal yüzeyindeki $FeCl_2$ gibi bileşenlerin çözünmesini kolaylaştırır (Hamilton, 1996: 33–34).
- **Sodyum Seskvikarbonat Banyosu:** Bakır alaşımlı eserlerde sıklıkla tercih edilen bu yöntem, “bronze disease” olarak bilinen klorür kaynaklı aktif korozyonu durdurmak için etkilidir. Uzun süreli banyolarla eser üzerindeki klorür iyonlarının difüzyon yoluyla çözeltide uzaklaştırılması sağlanır (Selwyn, 2004: 128–129).
- **Sitrik Asit ve EDTA Kullanımı:** Organik kompleks oluşturucular, metal yüzeydeki korozyon ürünlerinin çözünmesini hızlandırır. Ancak bu kimyasalların agresif doğası nedeniyle seyreltik solüsyonlar tercih edilmeli ve

işlem süresi kısa tutulmalıdır. Özellikle EDTA, kurşun içeren eserlerde dikkatle kullanılmalıdır, zira özgün yüzeye zarar verebilir (Scott, 2002: 173–175).

- **Elektrokimyasal Temizlik (Katodik Redüksiyon):** Bu teknik, metal eserin bir elektrolit çözeltisi içinde katot olarak bağlanması ve düşük voltajla indirgenmiş iyonların uzaklaştırılması esasına dayanır. Özellikle yoğun korozyonlu demir objelerde etkili olmakla birlikte, yanlış uygulandığında yapısal zayıflamalara yol açabilir (Watkinson ve Neal, 1998: 57–58).

Her bir temizlik yöntemi, eserin materyal kompozisyonuna, korozyonun niteliğine ve hedeflenen restorasyon seviyesine göre dikkatle seçilmelidir. Genel olarak, temizlik işlemleri en az müdahale ilkesine uygun yürütülmeli, eserin tarihi ve estetik değeri gözetilerek geri dönüşü olmayan işlemlerden kaçınılmalıdır. Kimyasal temizliklerde mutlaka kalıntı bırakmayan ve iyi durulanabilen reaktifler tercih edilmelidir. Ayrıca tüm süreçler detaylı biçimde belgelenmeli ve analiz sonuçları ile ilişkilendirilmelidir (North, 1987: 209; Selwyn, 2004: 17–18).

4.3.6. Stabilizasyon

Eserin bünyesindeki zararlı iyonların uzaklaştırılması veya pasif hale getirilmesiyle aktif korozyonun durdurulmasını amaçlar. Bu aşama, özellikle demir ve bakır alaşımlı eserlerde zorunlu bir koruma basamağıdır. Demir eserler genellikle sodyum hidroksit (%1–5 NaOH) ya da sodyum karbonat banyolarına alınarak klorür iyonlarından arındırılır (Watkinson ve Neal, 1998: 61–62). Bakır ve bronz alaşımlarında ise özellikle "bronze disease" olarak bilinen korozyon tipine karşı sodyum seskvikarbonat (%5) çözeltisi ile iyon değişimi sağlanır (Scott, 2002: 182; Selwyn, 2004: 128–129). Bu işlem sırasında veya sonrasında eser yüzeyine benzotriazol (BTA) uygulanarak, bakır iyonları ile kompleks oluşturması sağlanır ve böylece koruyucu bir pasivasyon tabakası oluşur (Scott, 2002: 183; North, 1987: 231). BTA uygulaması, özellikle stabilize edilmesi zor olan bronz eserlerde etkin bir çözümdür. Stabilizasyonun ardından kontrollü bir kurutma işlemi (40–60 °C'de) gerçekleştirilir ve eser koruyucu kaplama işlemine hazır hâle getirilir (Hamilton, 1996: 45; Cronyn, 1990: 139).

4.3.7. Koruma

Stabilizasyon sonrası koruma, eserin uzun vadeli çevresel etkenlerden korunmasına yönelik işlemlerin tümünü içerir. Bu süreçte esas amaç, yeniden bozulmayı önlemek ve eserin bulunduğu ortamı istikrarlı hale getirmektir (Perles vd., 2024: 1-2). Sualtı koşullarında uzun süre kalmış metal eserler, bulundukları çevrenin etkisiyle aktif korozyon süreçlerine maruz

kalmışlardır. Bu eserler, sualtından çıkarıldıktan sonra dahi bünyelerinde bulunan iyonlar (özellikle klorür) nedeniyle korozyona devam etme eğilimindedir. Bu nedenle, temizlik işleminden sonra eserin korunmasını sağlamak için koruyucu kaplama işlemleri büyük önem taşır (Selwyn, 2004: 17; Hamilton, 1996: 21–22).

- **Mikrokristalin Mumlar:** Metal yüzey üzerinde ince, saydam ve parlak bir film oluşturarak koruma sağlar. Özellikle müze ortamlarında sergilenecek eserlerde tercih edilir. Paraloid B-72 veya Renaissance Wax gibi ürünler, bu amaçla yaygın biçimde kullanılır (Scott, 2002: 198; Cronyn, 1990: 144).
- **Akrilik Reçineler:** Paraloid B-44 ve B-72 gibi termoplastik akrilik reçineler, düşük viskoziteli çözeltiler hâlinde uygulanarak eser yüzeyinde dayanıklı ve yarı geçirgen bir film oluşturur. Bu maddeler, UV ışınlarına dayanıklı ve zamanla sararmayan yapılarıyla tercih sebebidir (Selwyn, 2004: 131).

Ayrıca her eserin kendi ihtiyaç duyduğu çevresel koşullar doğrultusunda özgün bir koruma alanı oluşturulmalıdır (Pedersoli vd., 2016: 4-8).

4.3.8. Depolama

Depolama, özellikle sergilenmeyen ya da restorasyonu tamamlanmış eserlerin korunması açısından hayati öneme sahiptir. Doğru depolama koşulları sağlanmadığında, en başarılı konservasyon uygulaması bile zamanla etkisini yitirebilir ve eserdeki bozulmalar tekrarlanabilir.

Depolama İlkeleri:

- Asitsiz arşiv materyalleri kullanımı
- Yumuşak destekli kutular ve vakumlu torbalar
- Nem tutucu sistemlerin entegrasyonu
- Titreşimsiz, ışık almayan alanlar
- Dijital envanter takibi

Sualtı eserlerine özellikle metal malzemeler için depolama koşulları çok hassastır. Bu eserlerin uzun süreli korunması için genellikle %35-45 bağıl nem oranı, 19-22ºC sıcaklık önerilir (Koçak ve Eskici, 2019: 240; Logan, 2007: 1-5). Depolama alanlarında düzenli izleme ve iklim kontrolü, bozulmaların önlenmesinde belirleyicidir**.**

4.3.9. Periyodik Bakım

Restorasyon ve konservasyon işlemleri tamamlandıktan sonra, eserin korunmasının sürekliliğini sağlamak adına düzenli aralıklarla gözlem, analiz ve müdahale gerektiren

periyodik bakım süreci başlatılmalıdır (Koçak ve Eskici, 2019: 252-254). Periyodik bakım, restorasyonu tamamlanmış bir eserin pasif ortamda dahi zamanla maruz kalabileceği mikroskobik bozulmaları erken evrede tespit ederek önleyici müdahaleler yapılmasını sağlar. Bu süreç, aşağıdaki uygulamaları kapsar:

- Rutin Gözlem ve Belgeleme: Eserin yüzeyinde renk değişimi, çatlak, toz, biyolojik faaliyet, nemlenme gibi belirtilerin düzenli takibi (Michalski, 1990: 589-591). Belgeleme sürecinin yalnızca bir defalık değil, değişikliklere bağlı olarak güncellenmesi.
- Mikroklima İzleme: Bağıl nem ve sıcaklık değerlerinin günlük, haftalık ya da aylık olarak izlenmesi ve ideal koşulların devamlılığı (Michalski, 1990: 589-591; NPS, 2012: 28).
- Yüzey Temizliği: Kontrollü aralıklarla kuru asitsiz mikro fiber bezlerle yapılan yüzey temizliği.
- Koruyucu Kaplamaların Yenilenmesi: Metal eserlerde uygulanan inhibitör ya da mikro kaplamaların zamanla bozulabileceği göz önünde bulundurularak, koruyucu filmlerin yeniden uygulanması.

Periyodik bakım, sadece eser özelinde değil, tüm depo veya sergi alanı açısından da düşünülmelidir (Koçak ve Eskici, 2019: 252-254). Özellikle sualtı buluntularında, restorasyon sonrası bile devam eden içsel korozyon riskine karşı uzun süreli bir izleme sistemi kurulmalıdır. Bunun için nem ve sıcaklık ölçerler ve UV algılayıcılar gibi pasif koruma cihazları kullanılabilir.

4.4. Sualtı Metal Eserlerinin Korozyon Süreçleri

4.4.1. Korozyon

Metallerin ve metal alaşımlarının içinde bulundukları ortamın şartları sonucu kimyasal ve elektrokimyasal tepkimeye girerek metal özelliğini kaybetme olayı korozyon olarak tanımlanır. Saf bir metalin sülfürler, oksitler, hidroksitler gibi daha kimyasal olarak kararlı formlara dönüşmesine yol açar (Balangao, 2024: 79; Gilberg ve Seeley, 1981: 54). Korozyon süreci, metallerin oksijen, nem ve diğer atmosferik gazlarla temas etmesiyle başlar. IUPAC[6], korozyonu; *‘’bir materyalin (metal, seramik, polimer vb.) tükenme ya da çözünme yoluyla,*

[6] Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği

bulunduğu ortamı tamamlayıcı bir unsura dönüşmesini sağlayan ve geri dönüşü olmayan reaksiyonlar" şeklinde tanımlamaktadır (Heusler vd., 1989: 19).

Korozyon sürecinde metalin hem kimyasal hem de fiziksel özellikleri aynı anda değişmektedir. Ortamda yaşayan canlı türleri de metaller üzerinde biyolojik bozulmalara neden olabilmektedir (MacLeod, 1991: 228). Bu sebeple genel olarak, metal korozyonu kimyasal, elektrokimyasal ya da biyolojik etkenlerin, metal eserler üzerinde meydana getirdiği fiziksel ve kimyasal değişimler süreci olarak tanımlanabilir. Bu süreç, iyonların transferine olanak sağlayan bir elektrolit içerir ve bunun sonucunda anot (-) ve katot (+) reaksiyonlar meydana gelir (Jones, 1996: 6-8). İki farklı metal böyle bir elektrolit ortamında bulunduğunda, daha az soy metal anot görevi görerek korozyona uğrarken, daha soy olan metal katot olarak korunur (Balangao, 2024:79). Elektron akışı, anottan katoda doğru gerçekleşir. Bu etkileşim sonucunda ise katot alanında biriken korozyon ürünleri açığa çıkmaktadır. Ayrıca, metal korozyonu, metal yüzeyindeki hasarın morfolojisine bağlı olarak farklı biçimlerde meydana gelebilir (Özer, 2021: 1164).

Metaller, korozyona uğrayarak doğada bulundukları ilk hâle dönme eğilimindedirler. Korozyon metallerin yüzeyinde bazen koruyucu bir patina görevi görebilmesinin dışında bazen de daha fazla tahribata neden olmaktadır (Wharton ve Kökten, 2002: 1-6). Toprağın ve suyun kimyasal ve fiziksel özellikleri gibi parametreler, arkeolojik eserlerin bozulması ve korozyon hızı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Angelini vd., 2007: 203).

Korozyonun ilerlemesi, eserlerin dayanıklılığını azaltarak zaman içinde kalıcı hasarlara yol açabilir. Yüzeyde oluşan bozulmalar, renk değişiklikleri ve deformasyonlar, eserin orijinal görünümünü olumsuz etkiler. Bunun yanı sıra, metalin yüzeyinde meydana gelen mikroskobik çatlaklar ve boşluklar, malzemenin mekanik özelliklerini zayıflatır. Zamanla bu çatlaklar büyüyebilir ve eserin bütünlüğüne zarar verebilir. Korozyon, eserin orijinal yapısını, sembolik değerini ve tarihi bilgilerini kaybetmesine neden olabilir. Bu nedenle, tarihi eserlerin korunması ve restorasyonu, korozyonun önlenmesi ve etkilerinin en aza indirilmesi amacıyla dikkatle planlanmalıdır (Sansar, 2018: 2; Çetin, 2021: 936).

4.4.1.1. Metal Korozyonunun Nedenleri

4.4.1.1.1. Elektrokimyasal Reaksiyonlar

Metal korozyonunun temeli elektrokimyasal reaksiyonlara dayanmaktadır. Bu süreç, anot ve katot adı verilen iki elektrot ve elektrolit görevi gören bir iletken sıvının varlığı oluşturur (Jones, 1996: 405-407). Metal yüzeyindeki belirli bölgeler anot görevi görerek oksidasyona

uğrar ve elektronlarını kaybeder. Katot bölgesinde ise indirgeme reaksiyonu gerçekleşir. Bu elektron akışı, metalin bozulmasına neden olmaktadır (Balangao, 2024:79).

4.4.1.1.2. Oksijen ve Nem

Korozyonun en yaygın nedenleri arasındadır. Havadaki oksijen ve su buharı, metal yüzeyine temas ettiği zaman metalin oksitlenmesine yol açar (Şahin, 2018: 130). Örneğin demir gibi metaller, suyla temas ettiğinde pas adı verilen demir oksit bileşiğini oluşturur. Bu durum da metalin mukavemetini azaltır (Gürü ve Yalçın, 2006: 199).

4.4.1.1.3. Asidik ve Tuzlu Ortamlar

Asidik ve tuzlu ortam şartlarında korozyon daha hızlı gerçekleşir. Deniz suyundaki yüksek tuz konsantrasyonu, metallerin korozyona uğramasını hızlandırır (Jones, 1996: 222-223). Aynı şekilde, endüstriyel alanlarda asit buharlarına maruz kalan metallerde de hızlı bir bozulma gözlenmektedir (MEB, 2013: 5).

4.4.1.1.4. Sıcaklık ve Isı Değişiklikleri

Yüksek sıcaklık ve ani ısı değişimleri, metal yüzeyinde gerilim yaratır ve bu gerilim çatlaklara neden olabilir. Çatlaklar korozyonun daha derinlere inmesine zemin hazırlar. Ayrıca sıcaklık artışı kimyasal reaksiyon hızını da arttırarak korozyon sürecini hızlandırır (Jones, 1996: 2).

4.4.1.1.5. Hava Kirliliği

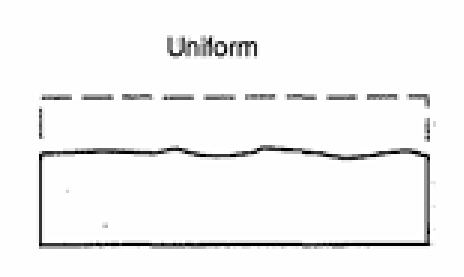
Endüstriyel bölgelerdeki hava kirliliği, özellikle kükürt dioksit (SO_2) ve azot oksitler (NO_x) gibi gazlar, metal yüzeyinde asidik tabakaları oluşmasına neden olur. Bu tabakalar, metalin daha hızlı korozyona uğramasına yol açar (Ahunbay, 2014: 57).

4.4.1.2. Korozyon Türleri

4.4.1.2.1. Genel Uniform Korozyon

Bu tür korozyon, metal yüzeyin nispeten düzgün bir şekilde bozulmasıyla karakterize edilen üniform korozyon olarak bilinir (Jones, 1996: 11) (Figür 1). Bozulma metalin tüm yüzeyinde homojen olarak ilerler. Oksijen, bu korozyon için birincil katalizör görevi görür (Balangao, 2024: 80). Bunun dışında nem ve karbondioksit gibi çevresel etkiler korozyonun oluşmasına ve ilerlemesine olanak sağlar (Jones, 1996: 11). Metalin yüzeyinde ince bir oksit tabakası gibi görünür ve demir eserlerde bu paslanma şeklinde görülür.

Fig. 1: Uniform Korozyonu



Kaynak: (Jones, 1996: 10, Figür, 1.4).

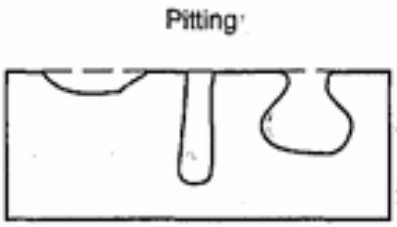
4.4.1.2.2. Lokal Korozyon

Genel Korozyondan büyük ölçüde farklıdır. Lokal korozyon, genel korozyona nispeten daha küçük bir alanla sınırlıdır (Jones, 1996: 172). Çukur ve çatlak olmak üzere iki türde ortaya çıkar (Balangao, 2024: 80-81).

4.4.1.2.1.1. Çukur Korozyonu

Metal bir malzemede küçük bir alanda başlar ve giderek genişleyerek yüzeyde daha derin çukurlar oluşturur (Jones, 1996: 15-19) (Figür 2). Korozyon bazen gözle görülemeyecek şekilde noktasal olarak başlar. Sebebi ise klorür iyonları gibi agresif iyonlar, yüksek nem ve kirliliktir.

Fig. 2: Çukur Korozyonu



Kaynak: (Jones, 1996: 10, Figür, 1.4).

4.4.1.2.1.2. Çatlak Korozyonu

Çatlak korozyonu, metal yüzeyler arasındaki çatlaklar veya birikintilerin (kum, kir, çamur vb.) altında oluşan durgun, daha az oksijenli alanlarda meydana gelen kısıtlı alanlardaki korozyonla karakterize edilir (Jones, 1996: 14-15). Çatlaklar içindeki birleşim alanı, dış alana kıyasla daha düşük bir oksijen içeriğine sahiptir ve bu da anot görevi görmesine neden olurken, dış alan katot görevi görür (Balangao, 2024: 80).

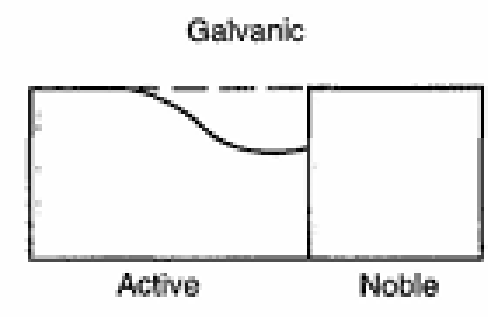
4.4.1.2.3. Gerilim Tipi Korozyon

Gerilim korozyon çatlağı, başlangıçta inert bir ortamda bulunan bir malzemeye uygulanan gerilimle tetiklenen ve aşındırıcı bir ortamda çatlakların gelişmesine yol açan bir korozyon türüdür (Jones, 1996: 336-337). Bu korozyon türü, metal içindeki kalıntı iç gerilimler veya dışarıdan uygulanan gerilimle hızlandırılabilir. Metal çatlaklara ve kırılmalara yol açar. Ağırlıklı olarak yüksek sıcaklıklarda meydana gelir ve metal alaşımlarında yaygındır (Saklakoğlu vd., 2016: 144).

4.4.1.2.4. Galvanik Korozyon

Galvanik korozyon, iki farklı metalin, elektrokimyasal bir ortamda birbirine temas etmesi sonucu meydana gelen korozyon türüdür (Figür 3) (Schweitzer, 2003: 36-37). Bu tür korozyon, metal yüzeylerinin farklı elektrot potansiyellerine sahip olmasından kaynaklanır ve bu fark, metal yüzeyleri arasındaki elektriksel bir bağlantı ile korozyon sürecini başlatır (Yalçın ve Koç, 1997). Galvanik hücrede, düşük potansiyele sahip olan metal (anot) oksitlenir ve çözünürken, yüksek potansiyelli metal (katot) korunur (Jones, 1996: 11-13). Örneğin, çelik ve alüminyum arasındaki galvanik korozyon, çeliğin düşük elektrot potansiyeline sahip olması nedeniyle daha hızlı bir şekilde oksitlenmesine yol açar. Bu durum, özellikle deniz suyu gibi elektrolit içeren ortamlarda belirgin hale gelir. Bu tür korozyon, yapısal malzemelerin ömrünü kısaltabilir ve uzun vadeli dayanıklılıklarını olumsuz etkileyebilir (Koyun ve Güven, 2017: 331-332).

Fig. 3: Galvanik Korozyonu



Kaynak: (Jones, 1996: 10, Figür, 1.4).

4.4.1.2.5. Biyolojik Korozyon

Mikroorganizmaların etkisiyle metal yüzeyinde oluşan korozyon türüdür (Jones, 1996: 372-381).

4.4.1.2.6. Atmosferik Korozyon

Nem, kükürt oksitler, azot oksitler gibi atmosferik gazlarla meydana gelen korozyon türüdür (Jones, 1996: 400-435; Schweitzer, 2003: 77-80). En büyük nedeni eserin bulunduğu ortam nemi ve hava kirliliğidir.

4.4.1.2.7. Erozyonlu Korozyon

Deniz, nehir, gelgit alanları veya yer altı su hareketlerinin bulunduğu ortamlarda görülen bir korozyon türüdür. Metal yüzeyinden sürekli geçen su akışı, zamanla yüzeyde tahribata yol açar. Bu süreç sonucunda, akış yönüne bağlı olarak metal üzerinde diş çürüğünü veya karınca oyuklarını andıran küçük çukurlar meydana gelir (North ve MacLeod, 1987: 84–85).

4.5. Arkeolojik Metal Buluntular, Korozyon Süreçleri ve Konservasyon Yöntemleri

4.5.1 Demir

4.5.1.1. Demir'in Tarihsel süreci ve Kullanım Alanları

Demir insanlık tarihindeki en önemli metallerden biri olup, işlenmeye başlamasıyla birlikte tarihsel süreçte yeni bir dönem başlamış ve bu dönem Demir Çağı olarak adlandırılmıştır (Özdemir, 2007: 502-503). Anadolu ve Yakın Doğu'da Demir Çağı'nın başlangıcının M.Ö. 2. Binyılın son çeyreğine tarihlendiği kabul edilmektedir (Yalçın, 2000: 307). Bu süre, bölgesel farklılıklar göstermekle birlikte, demirin bronzdan daha dayanıklı ve kolay erişilebilir olması nedeniyle hızla yayılmıştır. Demirin üretiminde en çok kullanılan cevherler arasında limonit, bataklık demiri, hematit, götit ve siderit yer almaktadır (Aşkın, 2011: 8-11) Bu mineraller, içerdikleri demir oranı ve üretime uygunlukları nedeniyle tarih boyunca tercih edilmiştir (Karatak ve Akyol, 2020: 312).

Demir, tarih boyunca insanlık için vazgeçilmez bir malzeme olmuş ve tarım aleti, silah ve inşaat malzemeleri gibi birçok alanda kullanım görmüştür. Doğada nadiren saf halde bulunan bu metal, genellikle Magnetit (Fe_3O_4), Hematit (Fe_2O_3), Götit ($HFeO_2$-$FeO(OH)$), Limonit ($FeO(OH).nH_2O$) ve Siderit ($FeCO_3$) gibi oksit bileşikleri halinde bulunmaktadır (Fathalizadeh, 2013: 55; Karatak ve Akyol, 2020: 312; Watkinson vd., 2013: 408). Demir üretimi, cevherin yüksek sıcaklıklarda pirometalurjik yöntemlerle indirgenmesiyle gerçekleşmekte olup, bu süreçte oksijen uzaklaştırılarak saf metal elde edilmektedir.

4.5.1.2. Arkeolojik Demir Buluntular ve Korozyon Süreci

Arkeolojik kazılarda en yaygın bulunan metallerden biri olan demir, genellikle yoğun şekilde bozulmaya uğramış halde ele geçmektedir (Karatak ve Akyol, 2020: 311; Pienimaki, 2016: 14-15). Demir bileşik halde bulunduğundan dolayı toprak altında diğer metallere kıyasla daha fazla korozyona uğramaktadır ve düşük kondisyona sahiptir (Keleş vd., 2023: 75).

Toprak altından çıkarılan demir eserlerin yüzeyinde pas ve diğer korozyon ürünleri birikmektedir (Selwyn vd., 1999: 221). Ancak bu korozyon ürünleri gözle ayırt edilemeyecek kadar benzer renklere sahip olabilmektedir. Bu nedenle demir buluntuların analiz edilebilmesi için stereo mikroskop ve ileri arkeometrik tekniklerin kullanılması gerekmektedir (Watkinson vd., 2013:409). Demir eserlerin bozulma süreçleri hem toprak altında hem sualtında hem de kazı sonrası ortamlarda devam etmektedir. Bu bozulmalar üç ana başlık altında ele alınmaktadır.

4.5.1.2.1. Toprak Altında Bozulma Süreci

Toprak altındaki demir eserlerin bozulmasını etkileyen temel faktörler arasında oksijen, bağıl nem, klorür iyonları, sıcaklık değişimleri ve mekanik etkiler yer almaktadır. Klorür iyonlarının etkisi, demir toprak altındayken klorür iyonlarını çekerek oksidasyona uğrar (Selwyn, 2004: 294). Klor iyonları, bağıl nemin varlığında oldukça agresif bir şekilde demir yüzeyinde korozyona neden olur (MacLeod, 1987: 1-3). Demir klorür tuzları, higroskopik (su çekici) özellik göstererek nemi emer ve korozyon sürecini hızlandırır (Kumar, 2018: 25). Bağıl nemin etkisinde ise toprak altındaki nem oranı arttıkça demir eserlerin korozyonu da hızlanmaktadır. Su, elektrolit görevi görerek metalin yüzeyinde iyon değişimini kolaylaştırır ve pas oluşumuna neden olur (Watkinson vd., 2013: 409). Bir diğer etki ise gömü ortamlarıdır. Arkeolojik buluntular, mezar, depo veya su altı gibi farklı gömü ortamlarında bulunabilir. Bu ortamların kimyasal bileşimi, demirin korunmasını veya bozulmasını doğrudan etkileyebilir.

Örneğin, oksijenin az olduğu ortamlar, korozyon sürecini yavaşlatabilirken, klorür açısından zengin ortamlar bozulmayı hızlandırmaktadır (Gerwin ve Baumhauer, 2000: 63-80). Toprak altındaki mekanik etkiler, tarımsal faaliyetler; kazılar ve diğer insan etkileri, demir objelerin fiziksel olarak zarar görmesine neden olabilir. Demirin mekanik direnci zamanla azaldığından, bu tür dış etkenler kırılmalara ve çatlaklara yol açabilir.

4.5.1.2.2. Sualtı Ortamında Demir Eserlerin Bozulma Süreci

Arkeolojik demir buluntular, karasal ortamlarda olduğu gibi sualtı ortamlarında da ciddi bozulmalara uğramaktadır. Ancak, sualtı ortamında gerçekleşen korozyon süreçleri, karasal ortamlardakinden farklıdır. Deniz suyu, içeriğinde bulunan klorür iyonları (Cl^-) nedeniyle demir için oldukça agresif bir ortam oluşturur (Weker ve Trojanowicz, 1987: 86). Demirin sualtında

korozyona uğrama süreci, suyun tuzluluk oranı, sıcaklık, oksijen seviyeleri ve biyolojik etkileşimlere bağlı olarak değişmektedir (MacLeod, 1987: 1). Biyolojik etkileşimler çoğu zaman bozulmaya neden olabileceği gibi bazen de eserleri koruyabilir. Avustralya'nın doğu kıyısında bulunan 200 yıllık demir topun biyolojik etkileşimlerle korunması buna bir örnek oluşturmaktadır (Pearson, 1972: 91-110). Mercan kabuğunun altındaki anaerobik koşullar, topun deniz altında bu kadar uzun süre kalmasına rağmen iyi bir şekilde hayatta kalmasına neden olmuştur (Pearson, 1972: 95). Demirin korozyonu için gerekli olan oksijenin topa ulaşması engellemiştir.

4.5.1.2.3. Kazı Sonrası Bozulma Süreci

Arkeolojik demir eserler, kazı sonrası ortam değişikliğine maruz kaldıklarında hızlı bir şekilde bozulmaya devam etmektedir (Watkinson, 1983: 85-90). Toprak altında zamanla kararlı hale gelen metal yüzeyi, oksijen ve nem ile aniden temas ettiğinde paslanma hızlanmaktadır (Selwyn, 2004: 295). Bağıl nemin ve oksijenin etkisi ile demir objelerde %20 kadar düşük bağıl nemlerde reaksiyon meydana gelmeye başlayabilir (Turgoose, 1982: 101). %40 üzerinde bağıl neme maruz kaldığında ise korozyon süreci hızla ilerler. Bu durum, klorür iyonlarının elektrolitik çözeltiler oluşturmasına ve demir yüzeyinde çukurlaşmalara neden olmasına yol açar (Patscheider ve Veprék, 1986: 29; Selwyn vd., 1999: 217).

Ani sıcaklık değişimleri, metalin genleşmesine ve büzülmesine neden olarak yapısal bozulmalara yol açabilir. Özellikle depolama alanlarında sıcaklık stabil tutulmazsa, metal yüzeyindeki gerilimler çatlakların oluşmasına sebep olabilir. Sanayi bölgelerine yakın alanlarda bulunan demir eserler, sülfür oksitler ve diğer asidik bileşenler nedeniyle kimyasal bozulmaya uğrayabilir (Gilberg ve Seeley, 1981: 54). Özellikle kömür ve fosil yakıt yanması sonucu açığa çıkan kükürt dioksit, nem ile birleşerek sülfürik asit oluşturabilir ve demirin yüzeyinde aşındırıcı etki gösterebilir (Uluengin, 2006: 17). Demir eserlerin korunması sırasında kullanılan bazı kimyasal maddeler, uygun şekilde temizlenmediğinde metal yüzeyinde kalıntı bırakarak uzun vadede bozulmaya neden olabilir. Ayrıca, eksik parçaların tamamlanması veya yapıştırılmasında kullanılan malzemelerin kimyasal uyumsuzluğu da metalin korunmasını olumsuz etkileyebilir.

4.5.1.3. Demir Eserlerin Korunması ve Konservasyon Yöntemleri

Arkeolojik demir eserlerin korunması için uygun önleyici ve müdahaleci konservasyon yöntemleri uygulanmalıdır.

Tuzdan arındırma işleminde, demir eserlerde bulunan klorür iyonlarının uzaklaştırılması için elektroliz, alkali desalinizasyon gibi yöntemler kullanılmaktadır (North ve Pearson, 1978: 174; Rees-Jones, 1972: 40; Turgoose, 1982: 100). Bu yöntemler, demir yüzeyindeki klorürleri çözücü ortamlarla uzaklaştırarak korozyon sürecini yavaşlatmaktadır (Watkinson vd., 2013: 407-434).

Mekanik ve kimyasal temizlik aşamasında korozyon tabakasının uzaklaştırılması için mekanik temizlik yöntemleri (mikro taşlama, kazıma) veya kimyasal yöntemler (asit ve alkali çözeltiler) uygulanabilir (Rees-Jones, 1972: 40). Ancak, kimyasal temizlikte kullanılan maddeler metal yüzeyine zarar vermemeli ve işlem sonrası eserler uygun şekilde nötralize edilmelidir.

Stabilizasyon ve koruyucu kaplamalarda demir eserlerde aktif bozulmaları durdurmak ve eserin stabilizasyonunu sağlamak için çeşitli kimyasallar (Sodyum Seskikarbonat vb.) kullanılmaktadır (Oddy ve Hughes, 1970: 183-188). Bu işlemler titreşimli akım ve daldırma yöntemleriyle uygulanabilir (Dalard vd., 2002: 117-121). Stabilizasyon işlemlerinden sonra ise uzun vadeli korunması için uygun inhibitörler ve koruyucu kaplamalar kullanılmalıdır. Paraloid B-72 gibi akrilik reçineler veya tannik asit bazlı kaplamalar, metal yüzeyinde koruyucu bir tabaka oluşturarak oksijen ve nem ile temasını azaltmaktadır (Pelikan, 1966: 109-116; Rees-Jones, 1972: 42).

Depolama ve çevresel kontrol olarak depolama koşullarında uygun nem ve sıcaklık sağlanmalıdır (Keleş vd., 2023: 75). Demir objeler, bağıl nemin %45'in altında tutulduğu ve sıcaklığın 18-22°C aralığında sabit olduğu ortamlarda saklanmalıdır (Selwyn, 2004: 297). Depolama sırasında eserler üst üste konulmamalı ve fiziksel baskıya maruz bırakılmamalıdır.

4.5.2. Altın

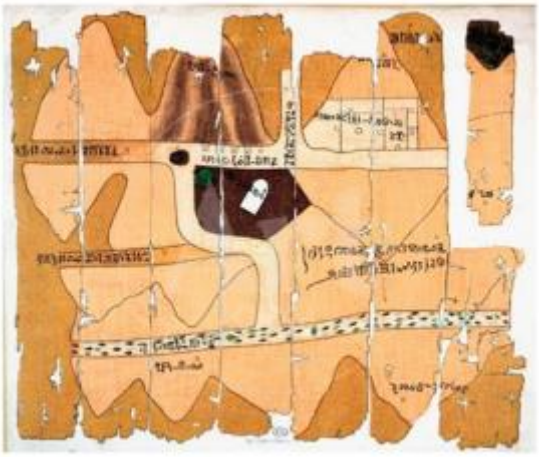
4.5.2.1. Altının Tarihsel Süreci ve Kullanım Alanları

Altın, insanlık tarihinin en eski metallerinden biri olup, M.Ö. 4000 yıllarından itibaren değişim aracı, ziynet eşyası ve sanatsal üretim malzemesi olarak kullanılmıştır (Tylecote, 1976: 5). Eski Mısır, Mezopotamya, Yunan ve Roma medeniyetlerinde altın, tanrısal gücün ve zenginliğin simgesi olarak kabul edilmiş ve tapınak süslemelerinden gömü hazinelerine kadar geniş bir kullanım alanı bulmuştur (Freeman, 2003: 202-243). Orta Çağ ve Rönesans dönemlerinde de altın hem sanat eserlerinde hem de ticari değer taşıyan paraların basımında yaygın olarak kullanılmıştır (Das e Zonderhuis, 1964: 90-97). İnsanlığın altın madenciliğine ne zaman başladığını kesin olarak belirlemek zor olsa da Kuzey İsrail'deki Nahal Qana bölgesinde M.Ö. 5500-3000 yılları arasına tarihlenen Kalkolitik döneme ait mağara mezarlıklarında altın buluntularına rastlanmıştır (Gopher vd., 1990: 436-443).

Eski Mısırlılar, M.Ö. 3500 yıllarında Hammamat Vadisi'ndeki altın madenlerinden çıkarılan cevheri işleyerek takılar ve dini objeler üretmişlerdir (El-Badry ve El-Hakim, 2021: 275-277; Mahmoud vd., 2018: 537-551; Morel vd., 2022: 34). Ayrıca, Mısır'da bulunan ve M.Ö. 1150'ye tarihlenen Turin Papirüsü, altın madenciliğine dair en eski haritalardan biri olarak kabul edilmektedir (Fowler ve Hamimi, 2020: 1-3; Harrell ve Brown, 1992: 3-18) (Figür 4). Antik Yunan ve Roma dönemlerinde altın, sadece süsleme için değil, aynı zamanda bir değişim aracı olarak da kullanılmış ve imparatorluk ekonomisinde önemli bir yer edinmiştir (Strabon, 2000).

Anadolu'da altın madenciliğinin en erken örnekleri, Geç Kalkolitik-Erken Tunç Çağı'na tarihlenen buluntularla ilişkilendirilmiştir (Gopher vd., 1990: 436-443). Hititler, altını ticari faaliyetlerinde gümüş ile kullanmış ve devlet hazinesinde saklamışlardır (Mandacı, 2016: 3202-3204). Truva'daki Priamos'un Hazinesi olarak bilinen altın eserler, M.Ö. 2500-2000 yıllarına tarihlenmiş olup, Anadolu'daki altın işçiliğinin gelişmişliğini göstermektedir (Jesus ve Dardeniz, 2015: 242). Lidyalılar, elektron adı verilen altın-gümüş alaşımından oluşan ilk madeni paraları kullanmaya başlamışlardır (Erhan vd., 2008: 135; Yükçü ve Gönen, 2014: 28). Kral Kroisos (M.Ö. 560-547), saf altından basılan ilk madeni paraları üreterek, altının ticari değerini daha da artırmıştır (Herodotos, 1991). Lidyalıların Paktolos Nehri'nden elde ettikleri altın, bölgedeki zenginliğin kaynağı olmuştur (Strabon, 2000; Yükçü ve Atağan, 2011: 89).

Fig.4: Turin Papirüs'ü



Kaynakça: (Fowler ve Hamimi, 2020: 1)

4.5.2.2. Arkeolojik Altın Buluntular ve Korozyon Süreci

Genellikle soy metal olarak kabul edilen altın, saf haldeyken kimyasal açıdan oldukça kararlı bir yapıya sahiptir (Keleş vd., 2023: 75). Ancak, tarih boyunca saf altın nadiren kullanılmış olup, dayanıklılığını artırmak veya farklı renk tonları elde etmek amacıyla bakır ve

gümüş gibi metallerle alaşımlar oluşturulmuştur (Grimwade, 1992: 373; Scott, 1980: 162). Bu alaşımlar zamanla çeşitli bozulmalara maruz kalmaktadır (Scott, 1983: 194). Altın diğer metaller ile karşılaştırıldığında en az korozyona uğrayan metaldir. Bu sebeple bakır ve alaşımlarını korozyondan korumak için kaplama olarak da kullanım görmüştür (Schweitzer, 2003: 266). Bu bağlamda korozyon süreci genellikle iki ana ortam altında incelenmektedir: toprak ortamı korozyonu ve sualtı ortamı korozyonu.

4.5.2.2.1.Toprak Altında Bozulma Süreci

Toprak altında kalan eserlerde kimyasal bozulmalar ve biyolojik bozulmalar sıkça görülmektedir. Altın içeren alaşımlar, özellikle içerdikleri gümüş ve bakır oranına bağlı olarak zaman içinde kimyasal değişimlere uğrayabilir (Grimwade, 1992: 371). Hidrojen sülfür (H_2S) gibi gazlarla uzun süreli temas, yüzeyde gümüş sülfür (Ag_2S) tabakasının oluşmasına neden olarak kararmaya yol açabilir (Christofer, 2016; Scott, 1983: 194-196). Ayrıca demir ve bronz objelerden yayılan korozyon ürünleriyle kaplanabilir ve yüzeylerinde oksit tabakaları oluşabilir (NRICH, 2012: 158). Bunun yanı sıra toprak veya sualtı ortamında uzun süre kalan altın eserler, mikroorganizmaların ürettiği organik asitler ve biyofilm oluşumları nedeniyle bozulabilir (Scott, 1983: 194). Bazı bakteriler, metal yüzeylerde biyolojik korozyona neden olarak, eserlerin yapısını zayıflatabilir.

4.5.2.2.2.Sualtı Ortamında Bozulma Süreci

Sualtı ortamında bulunan altın eserler, klor iyonları (Cl^-) ve brom bileşikleri nedeniyle kimyasal bozulmalara uğrayabilir (Merriman, 2005: 114; Rapson, 1996: 61). Bu iyonlar, bakır ve gümüş bileşenlerinin çözünmesini hızlandırarak altın yüzeyinde oksidasyon ürünlerinin birikmesine neden olabilir (Tissot vd., 1973: 15-18). Gömülü veya sualtı ortamında bulunan altın alaşımlarındaki bakır ve gümüş, elektrokimyasal reaksiyonlarla çözünerek kaybolabilir. Bu süreç, altın yüzeyinde ince gözenekli ve kırılgan bir yapı oluşturarak yapısal bütünlüğü zayıflatır (Scott, 1983: 194). Çözünen bakır ve gümüş bileşenleri zamanla yüzeyin aşınmasına ve delikli bir yapıya dönüşmesine yol açabilir. Aynı zamanda deniz ve tatlı su ortamlarında bulunan bakteriler, algler ve diğer mikroorganizmalar metal yüzeylerde biyofilm tabakaları oluşturarak biyolojik korozyona sebep olabilir. Bu organizmaların salgıladığı organik asitler ve enzimler, metallerin yapısal bütünlüğünü zayıflatabilir (Scott, 1983: 194). Sualtın da kalan eserler fiziksel aşınma ve erozyona da maruz kalırlar. Su akıntıları, dalgalar ve sualtı hareketleri, tarihi eserler üzerinde fiziksel aşınmaya neden olabilir (Dönmez, 2018: 14-17). Bu durum, özellikle koruyucu korozyon tabakalarının zarar görmesine ve metalin açığa çıkmasına yol açar.

4.5.2.2.3.Diğer Bozulma Türleri

Altın-bakır-gümüş alaşımları, mekanik stres altındayken korozyona daha yatkındır (Wanhill ve Oudbashi, 2023: 4). Zamanla, bu gerilim çatlaklara yol açarak eserin kırılgan hale gelmesine neden olabilir (Graf ve Wieling 1971: 35-46; NRICH, 2012:158; Rapson, 1996: 62; Wanhill ve Oudbashi, 2024: 20-23). Bu tür bozulmalara gerilim korozyonu ve kırılganlık adı verilir. Özellikle sert darbeler veya sıcaklık değişimleri gibi fiziksel etkiler altında daha hızlı gelişmektedir.

4.5.2.3. Altın Eserlerin Restorasyon ve Konservasyon Yöntemleri

Altın (Au), kimyasal olarak oldukça kararlı bir metal olup korozyona uğramaz (Scott, 1983: 194). Bu özelliği sayesinde tarih boyunca süs eşyaları ve mezar objelerinde yaygın olarak kullanılmıştır (NRICH, 2012: 158). Ancak kara ve sualtı kazılarında bulunan altın eserler, çevresel baskılar nedeniyle çoğunlukla ezilmiş veya çatlamış halde ortaya çıkar. Ayrıca, altın kaplama demir ya da bronz objelerde, altındaki metallerin korozyona uğraması ciddi tahribatlara neden olabilir (Doménech-Carbó vd., 2020: 2; Scott, 1983: 194).

Bu tür eserlerin korunması ve onarımı için mekanik, kimyasal ve elektrokimyasal temizlik yöntemleri kullanılır. Mekanik temizlikte küçük dişçi aletleri, yumuşak uçlu fırçalar, mikroskop altında bistüri ile müdahale ve ultrasonik temizleme gibi yöntemlerle yüzeydeki kir ve korozyon tabakaları dikkatlice uzaklaştırılır (Özdağ, 2015: 113). Kimyasal temizlikte etil alkol, EDTA veya formik asit gibi maddelerle korozyon ürünleri ve organik kirler giderilir. Elektrokimyasal temizlik ise, özellikle demir ya da bronzla birleşmiş altın objelerde düşük voltajlı elektrolitik işlemlerle uygulanır ve altın metaline zarar vermemek için dikkatle gerçekleştirilir.

Temizlik sonrası, altın yüzeyin stabilizasyonu için Paraloid B72 gibi akrilik polimerlerle koruyucu kaplamalar yapılabilir; Benzotriazol (BTA) gibi inhibitörlerle bakır alaşımlarının korozyona uğraması engellenebilir ve kırılmış parçalar mikroskobik hassasiyetle yapıştırılarak orijinal formlarına döndürülebilir (Özdağ, 2015: 169). Uzun ömürlü koruma sağlanabilmesi için eserler %40-50 bağıl nem seviyesinde, 18-22°C sıcaklık aralığında, doğrudan güneş ışığından uzak bir ortamda saklanmalı ve asitsiz kâğıt ile polietilen köpük gibi nötr malzemeler kullanılarak depolanmalıdır.

4.5.3. Gümüş

4.5.3.1. Gümüşün Tarihsel Süreci ve Kullanım Alanları

Gümüşün tarihçesi M.Ö. 4000'li yıllara kadar uzanmaktadır. Mezopotamya ve Mısır'da süs eşyaları ve dini ritüellerde kullanılan değerli bir metal olarak ortaya çıkmıştır (Özüdoğru, 1994: 128). Anadolu'da gümüşün ilk kullanım örnekleri M.Ö. 3000'lerde Alacahöyük ve Horoztepe'de görülmektedir (Dili, 2011: 5). Burada yapılan kazılarda, tunç üzerine gümüş

kakma ve kaplama teknikleriyle işlenmiş boğa ve geyik heykelcikleri bulunmuştur (Özüdoğru, 1994: 128).

M.Ö. 2000'li yıllarda Anadolu'nun Asurlu tüccarlarla yaptığı ticarette gümüş önemli bir değişim aracı olmuştur. Hititler, gümüşü altın ile birlikte ticarette kullanmış ve hazinelerinde biriktirmişlerdir (Dili, 2011: 7; Sinemoğlu, 1984: 249). Urartular ise gümüş işçiliğinde ileri teknikler geliştirmiş, granülasyon ve döküm yöntemlerini başarılı bir şekilde uygulamışlardır (Yiğitpaşa, 2016: 1001-1005).

Lidyalılar, M.Ö. 7. yüzyılda gümüşü ve altını kullanarak tarihte bilinen ilk madeni paraları basmışlardır (Koç, 2009: 269). Elektron adı verilen altın-gümüş alaşımı, ticarette büyük bir dönüşüm sağlamış ve gümüş sikkeler tüm Akdeniz bölgesinde yaygın bir para birimi haline gelmiştir (Önder, 1987: 16; Özüdoğru, 1994: 129). İmparatorlarca ve kent devletlerince gümüşe çok değer verilmiştir. Kentlerin birçoğu gümüş sikke basar ve bu çok önemli bir ayrıcalık göstergesidir (Bohigas, 2024: 4). Hatta Akdeniz bölgesinde, Perge Antik Kenti'nde bulunan bir yazıtta şu sözler yer almaktadır: '' Selam sana ey Perge, gümüş sikkeleriyle ünlü Perge!'' (Tekin, 2006: 2-3). Roma İmparatorluğu döneminde denarius adı verilen gümüş sikkeler büyük ölçekte üretilmiş ve ticarette kullanılmıştır (Howgego, 2002: 58).

Augustus döneminde (M.Ö. 15) %95-98 saf gümüş içeriği ile basılmış ve özellikle askeri ödemelerde yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak, 1. yüzyılın sonlarından itibaren artan mali baskılar nedeniyle sikkenin gümüş oranı kademeli olarak azalmış, Nero döneminde %90-95'e (Butcher ve Ponting, 2005: 175-182), Caracalla döneminde bu oran gittikçe azalmış ve 3. yüzyılın sonlarında neredeyse tamamen bakıra düşmüştür (Drinkwater, 2005: 33; İznik, 2011: 101; Urtekin, 2022: 11). Bu süreç, enflasyonu hızlandırmış, eski yüksek saf gümüş içeren sikkelerin piyasadan çekilmesine neden olmuş ve Roma ekonomisini zayıflatan temel faktörlerden biri haline gelmiştir (İznik, 2011: 102-104). Nihayetinde, M.S. 280'lerde Denarius'un değeri o kadar düşmüştür ki, Diocletianus kapsamlı bir para reformu gerçekleştirmek zorunda kalmıştır (Güney, 2024: 42-45). Roma'nın parasal çöküşü, ekonomik istikrarsızlığın ve imparatorluk içindeki mali krizlerin önemli göstergelerinden biri olarak değerlendirilmiştir (İznik, 2011: 99; Pense, 1992: 213-222; Ünver, 2023: 50).

Orta Çağ'da Avrupa'da gümüş madenciliği yaygınlaşmış, İspanya ve Almanya'daki gümüş yatakları ekonomik büyümeye katkı sağlamıştır (Koç, 2009: 271). 16. yüzyılda Amerika kıtasındaki Bolivya'daki Potosí madenlerinden çıkarılan büyük miktarda gümüş dünya piyasasına sunulmuş ve küresel ekonomide önemli bir yer edinmiştir (Barragán ve Zagalsky, 2023: 1-3; Koç, 2009: 271). Osmanlı döneminde ise gümüş, sanat eserleri, mücevher ve günlük

kullanım eşyalarında yaygın olarak kullanılmıştır. Osmanlı kuyumcuları, savat (niello), telkari ve kakma tekniklerini geliştirerek gümüş işçiliğinde ustalaşmışlardır (Örnek, 2020: 114).

Günümüzde ise gümüş, sanayi, elektronik, tıp ve kuyumculuk gibi pek çok alanda geniş bir kullanım alanına sahiptir.

4.5.3.2. Arkeolojik Gümüş Buluntular ve Korozyon Süreci

Gümüş, doğal halde yumuşak ve işlenebilir bir metal olduğu için dayanıklılığı artırmak amacıyla sıklıkla bakır ve altın gibi metallerle alaşım hâlinde kullanılmıştır. Soy metal olmasına rağmen, atmosferik etkilere ve çevresel faktörlere bağlı olarak çeşitli korozyon süreçlerine maruz kalabilir. Korozyon türleri şu şekilde sınıflandırılabilir:

4.5.3.2.1. Toprak Altında Bozulma Süreci

Gümüş eserler zamanla çeşitli kimyasal ve fiziksel etkenlere bağlı olarak bozulmalara uğrayabilir. Bu bozulmaların başında sülfürlenme (kararma) gelir; gümüş, hidrojen sülfür (H_2S) ve diğer kükürt bileşikleriyle reaksiyona girerek gümüş sülfür (Ag_2S) oluşturur ve yüzeyde siyah bir tabaka meydana getirir (MacLeod, 1991: 225; Keleş vd., 2023: 75; Vassilliou ve Gouda, 2013: 220). Bu süreç, özellikle havada kükürt içeren gazların yoğun olduğu ortamlarda daha hızlı gerçekleşir (Franey vd., 1985: 134) ve kararma, müze ortamları ile gömü alanlarındaki eserlerde sıkça gözlemlenir (Ingo vd., 2015: 232).

Oksidasyon ise gümüşün nemli ortamlarda oksijenle etkileşime girmesi sonucu ortaya çıkar; bu reaksiyonla oluşan gümüş oksit (Ag_2O) genellikle kararlı bir yapı sergiler ve yüzeyin daha fazla bozulmasını kısmen engeller (Franey vd., 1985: 133-135; Vassilliou ve Gouda, 2013: 219). Bunun yanı sıra, gümüş diğer metallerle temas ettiğinde gerilim (stres) korozyonu ve galvanik korozyon gibi elektrokimyasal bozulmalar da meydana gelebilir. Özellikle demir ve bakır gibi daha reaktif metallerle aynı ortamda bulunduğunda, bu tür reaksiyonlar gümüş yüzeyinin çözünmesine ve aşınmasına neden olabilir (Keleş vd., 2023: 75; Wanhill, 2013: 41).

4.5.3.2.2. Sualtı Ortamında Bozulma Süreci

Sualtı ortamlarından çıkarılan gümüş eserler, özellikle tuzlu suyun içerdiği klor iyonlarıyla reaksiyona girerek yüzeyde gümüş klorür (AgCl) tabakası oluşturur (MacLeod, 1991: 223; Vassilliou ve Gouda, 2013: 221). Bu tabaka zamanla mor ya da siyah renge dönüşerek eserin estetik ve yapısal bütünlüğünü bozabilir. Özellikle uzun süre deniz tabanında kalmış eserlerde klorür korozyonu metalin iç kısımlarına kadar ilerleyerek tahribatı ciddi boyutlara ulaştırmaktadır. Bunun yanı sıra, deniz ortamında bulunan sülfürlü gazlar ve oksijenin etkisiyle gümüş yüzeyinde sülfürlenme ve oksidasyon reaksiyonları da devam eder (Ingo vd., 2015: 232). Ayrıca, deniz tabanındaki bakteriler, algler ve diğer organizmalar, eser yüzeylerinde

biyofilm tabakası oluşturarak metalin yüzey yapısına zarar verir ve zamanla yapısal bütünlüğü bozar (Scott, 1983: 194).

4.5.3.2.3. Diğer Bozulma Türleri

Gümüş eserler, çevresel etkenlere bağlı olarak çeşitli fiziksel bozulmalara da maruz kalabilir. Toprak hareketleri ya da su altındaki akıntılar, eser yüzeyinde mekanik aşınmaya yol açarak koruyucu korozyon tabakasının zarar görmesine ve altındaki metalin açığa çıkmasına neden olabilir (Dönmez, 2018: 14-17). Bunun yanında, ortam sıcaklığında meydana gelen ani değişimler termal stresler oluşturarak metalin genleşip büzülmesine sebep olur; bu durum, yüzeyde mikroçatlakların oluşmasına yol açar ve bu çatlaklar üzerinden korozyonun daha hızlı ilerlemesine zemin hazırlar (Rapson, 1996: 62).

4.5.3.3 Gümüş Eserlerin Restorasyonu ve Konservasyonu

Gümüş eserlerin restorasyonu sırasında uygulanacak yöntemler, eserin hem tarihi hem de yapısal bütünlüğünü koruyacak şekilde dikkatle seçilmelidir.

Restorasyon öncesinde, eserin yüzey durumu, yapısal bütünlüğü ve mevcut korozyon ürünlerinin ayrıntılı şekilde tespit edilmesi gerekir; bu süreçte XRD, XRF, SEM-EDS ve HR-XPS gibi analitik tekniklerden faydalanılabilir (Bernabale, 2025: 2; Keturakis vd., 2016: 241-243; KUDEB, 2009: 76-77; Scott, 2002: 7).

Sualtında uzun süre kalmış gümüş eserler, klor iyonları, biyolojik organizmalar ve mikrobiyal faaliyetlerin etkisiyle ciddi korozyon süreçlerine maruz kalır; bu nedenle bu eserler tuzdan arındırma (desalinasyon), kimyasal stabilizasyon ve koruyucu kaplama gibi özel işlemlerle korunmalıdır. Temizlik aşamasında mekanik yöntemler kullanılarak yüzeydeki korozyon ürünleri ve toprak kalıntıları, yumuşak fırçalar, cam elyafı veya bistüri gibi hassas aletlerle mikroskop altında dikkatlice uzaklaştırılır. Kimyasal temizlikte ise çeşitli çözeltilerle farklı korozyon ürünleri giderilebilir: %10'luk HCl çözeltisi, gümüş sikkelerdeki korozyon ürünlerini uzaklaştırmak için kullanılabilir ve işlem süresi 24 saatten bir haftaya kadar uzayabilir; çözeltinin etkinliği günlük kontrol edilerek tazelenmelidir (Kocabaş, 1998: 137). Sertleşmiş korozyon tabakaları EDTA (%10) çözeltisi ile kontrollü şekilde temizlenebilir (Palomar, vd., 2016: 21), ayrıca düşük agresiflikte kimyasallar tercih edilmelidir (Keleş vd., 2023: 75). Gümüş klorür tabakaları thiourea (%5–%8) çözeltileriyle, küçük pamuklu çubuklar yardımıyla giderilebilir (Palomar, vd., 2016: 22). Eserin durumuna bağlı olarak %5'lik formik asit çözeltisiyle de temizlik yapılabilir (Palomar, vd., 2016: 21).

Temizlik sonrası yüzey, alkol ve talk pudrası karışımı bir macunla nazikçe parlatılabilir veya kararmalar Goddards ile giderilebilir. Elektrokimyasal temizlikte, düşük voltajlı elektroliz uygulanarak gümüş yüzeyindeki oksit ve klorür tabakaları uzaklaştırılabilir. Stabilizasyon

sürecinde, gümüş-bakır alaşımlarında BTA (Benzotriazol) gibi inhibitörlerle pasivasyon sağlanabilir (Yaralı, 2024: 65); ayrıca Paraloid B72 ya da renksiz verniklerle yapılan koruyucu kaplamalar, yüzeyi çevresel etkenlerden korur. Özellikle %2 Al_2O_3 (alümina) içeren Paraloid B72 kaplamaları, yüksek düzeyde homojenlik ve koruma sağlar (Grassini, 2011: 133-136; Molina vd., 2023: 101). Son olarak, gümüş eserlerin %35–50 bağıl nem aralığında, 18–22°C sabit sıcaklıkta ve asitsiz malzemelerle donatılmış ortamlarda depolanması ve sergilenmesi, uzun vadeli korunmaları açısından büyük önem taşır.

4.5.4. Kurşun

4.5.4.1. Kurşunun Tarihsel Süreci ve Kullanım Alanları

Kurşun, eski çağlardan itibaren madenciliği yapılan ve çeşitli alaşımlarla birlikte kullanılan önemli metallerden biridir. İlk olarak Anadolu, Mezopotamya ve Mısır'da kullanılmaya başlanmıştır. Antik Yunan ve Roma dönemlerinde kurşun, su borularında, madeni paralarda ve çatı kaplamalarında yaygın olarak kullanılmıştır bilinmemekteydi (De Keersmaecker vd., 2021: 216; Mutlu ve Türkmen, 2023: 170).

Eski Mısırlılar, kurşunu kozmetik malzemeler (örneğin, göz makyajında kullanılan sürme) ve bazı mühürlerde kullanmışlardır. Anadolu'daki Hititler, kurşunu gümüş madenciliği yan ürünü olarak elde etmiş ve metalurjik işlemlerinde değerlendirmiştir (Dönmez, 2013: 813-832). Özellikle Roma İmparatorluğu, kurşun boruları su dağıtım sistemlerinde yaygın olarak kullanmış, ancak uzun süreli maruziyetin sağlık sorunlarına yol açabileceği bilinmemekteydi (De Keersmaecker vd., 2021: 216; Mutlu ve Türkmen, 2023: 170). Orta Çağ ve Rönesans dönemlerinde kurşun, matbaa harfleri, mühimmat ve sanat eserlerinde tercih edilmiştir. Osmanlı döneminde de kurşun, cami kubbelerinin kaplanması, mühimmat yapımı ve sikkeler için kullanılmıştır (Çetin, 2020: 865). Modern dönemde ise kurşun, batarya üretimi, radyasyon koruma malzemeleri ve elektronik endüstride önemli bir rol oynamaktadır.

4.5.4.2. Arkeolojik Kurşun Buluntular ve Korozyon Süreci

Kurşun, soy bir metal olmamasına rağmen, yüzeyinde genellikle koruyucu bir oksit tabakası oluşturarak yavaş yavaş korozyona uğrar (Keleş vd., 2023: 76). Ancak, belirli çevresel koşullarda ciddi bozulmalar meydana gelebilir (Graedel, 1994: 922). Başlıca korozyon türleri şunlardır:

4.5.4.2.1. Toprak Altında Bozulma Süreci

Kurşun eserler atmosferik, kimyasal ve biyolojik etkenlere bağlı olarak çeşitli korozyon süreçlerine maruz kalabilir. Nemli hava ile temas ettiğinde kurşun yüzeyinde kurşun oksit (PbO) ve karbonat bileşikleri ($PbCO_3$, $Pb(OH)_2$) oluşur; bu birikintiler zamanla eser yüzeyinde renk değişimlerine ve kütle kaybına neden olabilir (De Keersmaecker vd., 2021: 217).

Özellikle endüstriyel bölgeler ile gömü alanlarında bulunan kurşun eserler, hidrojen sülfür (H_2S) ve kükürt dioksit (SO_2) gibi gazlarla reaksiyona girerek kurşun sülfür (PbS) oluşturur; bu da yüzeyde koyu renkli ve korozif bir tabaka meydana getirir (De Keersmaecker vd., 2018: 217; Graedel, 1994: 922; Rocca vd., 2004: 653-665). Ayrıca, toprakta bulunan mikroorganizmalar ve bakteriler kurşun yüzeyinde biyofilm oluşturarak lokal asidik ortamlar meydana getirir ve bu durum korozyon hızını önemli ölçüde artırabilir.

4.5.4.2.2. Sualtı Ortamında Bozulma Süreci

Deniz ortamına maruz kalan kurşun eserler, özellikle klorür iyonlarının etkisiyle ciddi korozyon süreçlerine uğrar. Deniz suyundaki klorür iyonları (Cl^-), kurşun yüzeyinde çözünmeyen kurşun klorür ($PbCl_2$) ve kurşun hidroksiklorür (PbCl(OH)) gibi bileşiklerin oluşumuna neden olur; bu tabakalar yeterli koruma sağlayamadığından korozyon ilerlemeye devam eder (Kutzke vd., 1997: 176-177; De Keersmaecker vd., 2018: 217).

Ayrıca, deniz ortamındaki mineraller kurşun yüzeyinde sert ve gözenekli mineral tabakalar oluşturabilir; bu mineralizasyon tabakaları bazı durumlarda koruyucu etki gösterse de çatladıklarında veya kırıldıklarında alt yüzeyin açığa çıkmasına neden olarak korozyonu hızlandırabilir (De Keersmaecker vd., 2018: 218). Bunun yanı sıra, deniz organizmalarının kurşun yüzeyinde oluşturduğu biyolojik koloniler metalin yapısına zarar vererek biyolojik korozyonun ortaya çıkmasına yol açar (Şenol, 2010: 41).

4.5.4.2.3. Kazı Sonrası Bozulma Süreci

Müze ortamlarında sergilenen veya depolanan kurşun eserler, genellikle ahşap vitrinler, formik (HCOOH) ve asetik asit (CH_3COOH) yayan depolama dolapları gibi kapalı muhafazalar içerisinde saklanmaktadır (Raychaudhuri ve Brimblecombe, 2000: 229). Bu ortamlarda, karboksilik asitler (formik, propanoik, tannik ve asetik asit), organik malzemelerin, özellikle de selülozun hidrolizi sonucu açığa çıkmaktadır (Degrigny ve Gall, 1999: 157-158). Bu asitler arasında en korozif olan asetik asittir ve uzun süreli maruziyet, kurşun yüzeyinde beyaz, hacimli korozyon bileşiklerinin oluşumuna neden olabilir. Süreç ilerledikçe, korozyon katmanları soyulma etkisiyle aşınarak eserin ciddi şekilde zarar görmesine yol açabilmektedir (Rocca vd., 2004: 654-655).

4.5.4.3. Kurşun Eserlerin Restorasyonu ve Konservasyonu

Kazı sonrası bozulma sürecinde kurşun eserlerin korunması için çeşitli restorasyon ve konservasyon teknikleri geliştirilmiştir. Bu süreçler; mekanik temizlik, kimyasal temizlik ve elektrokimyasal temizlik olarak özetlenebilir. Mekanik temizlikte, yüzeydeki gevşek korozyon tabakası ince fırçalar, bistüri ve mikro motor kullanılarak kontrollü bir şekilde temizlenir; kurşun yumuşak bir malzeme olduğu için bu aşama dikkatle yürütülmeli ve işlemler sırasında

eldiven ile koruyucu maskeler mutlaka kullanılmalıdır. Kimyasal temizlikte, zayıf asit çözeltileri (EDTA, sodyum seskikarbonat) korozyon ürünlerini çözerek uzaklaştırır (De Keersmaecker vd., 2018: 227-229; Şenol, 2010: 41). Elektrokimyasal temizlikte ise düşük voltajlı elektroliz yöntemleri kurşun yüzeyindeki klorür ve sülfür bileşiklerini ayrıştırarak yüzeyi stabilize eder (Degrigny ve Gall, 1999: 159; Şenol, 2010: 41).

Stabilizasyon ve koruma aşamasında benzotriazol (BTA) gibi kimyasal inhibitörler kullanılarak kurşunun oksidasyonu yavaşlatılır (De Keersmaecker vd., 2018: 232) ve koruyucu kaplamalar olarak Paraloid B72, mikrokristalin mum veya karboksilat bazlı katmanlar uygulanarak kurşun yüzey korunur (Davis vd., 1995: 260). Depolama ve sergileme aşamasında ise %35-45 bağıl nem oranı sağlanmalı, asitsiz kâğıt ve inert gaz ortamında muhafaza edilmesi önerilmektedir.

4.5.5. Bakır ve Bronz

4.5.5.1. Bakır ve Bronzun Tarihsel Süreci ve Kullanım Alanları

Bakır ve bronz, insanlık tarihinin en erken dönemlerinden itibaren çeşitli araç, silah, süs eşyası ve mimari unsurların üretiminde kullanılan temel metal alaşımlardandır (Scoot, 2002: 4-5). Neolitik Çağ'a tarihlenen en erken buluntular, bakırın öncelikle süs eşyaları ve basit araç gereçlerde kullanıldığını göstermektedir (Başak, 2008: 15). En eski bakır kullanımına dair kesin kanıtlar, Güneydoğu Anadolu'daki Çayönü Tepesi'nde bulunan M.Ö. 8. binlere tarihlenen doğal bakır boncuklar ve işlenmiş bakır parçalarına dayanmaktadır (Başak, 2008: 19; Özbal, 2005: 9; Özdoğan vd., 1994: 109-111; Scoot, 2002: 4-5). Bu dönemde bakırın yalnızca dövülerek işlendiği, ancak daha sonra ısıtılarak daha karmaşık şekillendirme tekniklerinin keşfedildiği anlaşılmaktadır (Özdemir, 2017: 262). MÖ. 6500 civarında Anadolu'da malahit ve azurit cevherinin ergitilmesiyle metalurjik işleme başlanmış, bu da insanlık tarihindeki ilk ergitme işlemi olarak kabul edilmiştir (Scoot, 2002: 4-5). Kalkolitik Dönem (M.Ö. 5500-3000), insanlığın bakırı daha yaygın bir şekilde kullanmaya başladığı ve ilk alaşımların ortaya çıktığı dönemdir (Roberts vd., 2009: 1012-1014; Başak, 2008: 21). Bu dönemde bakır: alet, silah, süs eşyaları ve dini objeler üretiminde yoğun olarak kullanılmıştır. M.Ö. 4000-3000 yıllarında ise bakırın kalay ile alaşımlanarak bronzun keşfedilmesi ile metal işleme alanında büyük bir devrim gerçekleşmiştir (Efe ve Fidan, 2006: 17; Özenbaş, 1996: 48-49).

4.5.5.2. Arkeolojik Bakır ve Bronz Buluntular ve Korozyon Süreci

Bakır ve bronz, arkeolojik alanlardan elde edilen buluntular arasında en yaygın metal alaşımları arasında yer almakta ve çevresel faktörlerin etkisiyle zamanla çeşitli korozyon süreçlerine maruz kalmaktadır (Tablo 1). Bu bozulmalar, özellikle ortamın kimyasal bileşimi, nem oranı, sıcaklık dalgalanmaları ve biyolojik etkenlere bağlı olarak farklılık göstermektedir

(Scott, 2002 :45). Atmosferik ortamlarda bakır yüzeyinde önce cupröz oksit (Cu_2O), daha sonra ise cuprik oksit (CuO) tabakaları oluşur. Deniz kenarı veya endüstriyel bölgelerde bulunan klorür ve sülfür bileşikleriyle bu tabakalar zayıflar. Sülfat iyonları ile brokantit ($CuSO_4 \cdot 3Cu(OH)_2$), karbonat iyonları ile malakit ($Cu_2CO_3(OH)_2$), klorür iyonları ile ise atakamit ($CuCl_2 \cdot 3Cu(OH)_2$) oluşur (Pollard vd., 1990: 148; Tuck vd., 2010: 1946–1947).

4.5.5.2.1. Toprak Altında Bozulma Süreci

Bakır toprak altında genellikle dayanıklıdır. Ancak düşük pH'lı ve sülfür bakımından zengin topraklarda, özellikle asidik ve cüruf zeminlerde, korozyon hızları artar. Toprakta klorür iyonlarının varlığı, bakırın yüzeyinde cuprit (Cu_2O) ve malakit oluşumuna neden olur (Tuck vd., 2010: 1950).

4.5.5.2.2.Sualtı Ortamında Bozulma Süreci

Deniz ortamlarında bulunan bakır ve bronz eserler, yüksek klor iyonu konsantrasyonuna maruz kaldığında bakır klorür (CuCl) bileşikleri oluşturmaktadır. Nemle temas ettiğinde hidroksiklorürler ($Cu_2(OH)_3Cl$) meydana gelerek aktif bir korozyon sürecini tetiklemektedir. Bu bozulma, "bronz hastalığı" olarak bilinmekte olup, eserin bütünlüğünü ciddi şekilde tehdit etmektedir (Scott, 2002: 78; Özdemir ve Yöndem, 2019: 22).

4.5.5.2.3. Diğer Bozulma Türleri

Bakır, atmosferik koşullara karşı genel olarak dirençli olsada, hava kirliliği (özellikle SO_2 ve NO_x) ile yoğunlaşan nem, korozyon hızını ciddi şekilde artırabilir. Kuru koşullarda korozyon yavaşken, %75'in üzerindeki bağıl nemde SO_2 ile birleşerek yüzeyde hızla asidik bir film tabakası oluşur (Schweitzer, 2003: 77-80; Tuck vd., 2010: 1947). Bu, koruyucu oksit tabakasının bozulmasına ve sürekli bir metal kaybına yol açabilir.

Tablo 1: Sualtı ve karasal ortamlarda en sık gözlemlenen korozyon ürünleri[7].

[7]Tablodaki korozyon türlerinin detayı için bkz. (North ve Pearson, 1978; Scott, 2002)

Korozyon Türü	*Mineral Adı*	*Kimyasal Formülü*	*Görünüm Rengi*
Oksitler / Hidroksitler	Cuprite/Küprit	Cu_2O	Kırmızımsı Kahverengi/ Kiremit/Turuncu
	Tenorite/Tenorit	CuO	Siyah
Karbonatlar	Malachite/Malahit	$Cu_2(OH)_2CO_3$	Yeşil / Zümrüt Yeşili
	Azurite/Azurit	$Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$	Mavi
Klorürler	Atakamite/Atakamit	$Cu_2(OH)_3Cl$	Koyu Yeşil
	Paratacamite/Paratakamit	$CuCl_2 \cdot 3Cu(OH)_2$	Yeşil-Açık Yeşil/Pudramsı
	Nantokite/Nantokit	CuCl	Renksiz - Beyaz
Sülfatlar	Brochantite/Brokantit	$Cu_4SO_4(OH)_6$	Yeşil
	Antlerite/Antlerit	$Cu_3SO_4(OH)_4$	Koyu Yeşil
Silikatlar	Chrysocolla/Kriskolla	$(Cu,Al)_2H_2Si_2O_5(OH)_4 . xH_2O$	Turkuaz
Sülfürler	Chalcocite/Kalkotit	Cu_2S	Kurşuni Siyah
	Chalcopyrite/Kalkopirit	$CuFeS_2$	Sarımsı Kahverengi
Nitratlar	Gerhardite /Gerhardit	$Cu(NO_3)(OH)_3$	Mavi – Yeşil

4.5.5.3. Bakır ve Bronz Eserlerin Restorasyon ve Konservasyon Yöntemleri

Kazı sonrası bozulma sürecinde bronz buluntuların konservasyon ve restorasyonunda, eserin toprak altından ya da sualtından çıkarılma yöntemi büyük önem taşımaktadır. Kazı sırasında yapılan dikkatsiz veya aceleci bir kaldırma işlemi, daha sonraki koruma ve onarım aşamalarında ciddi yapısal sorunlara neden olabilir. Bu nedenle, eserin fiziksel durumu dikkate alınarak uygun temizlik yönteminin belirlenmesi gerekir.

Temizlik işlemi yalnızca mekanik, yalnızca kimyasal ya da her iki yöntemin birlikte uygulanması şeklinde planlanabilir. Mekanik temizlik, genellikle bistüri, dişçi aletleri veya mikromotor gibi hassas ekipmanlarla gerçekleştirilir ve eserin yüzeyine zarar vermeden korozyon ürünleri ile kir tabakaları kontrollü şekilde uzaklaştırılabilir.

Özellikle sualtı ortamından çıkarılan bakır alaşımlı eserlerde, yüzeyde ve bünyede birikmiş olan klorür iyonlarının uzaklaştırılması öncelikli olmalıdır çünkü bu iyonlar uzun vadede metalin bozulmasına neden olabilecek kimyasal tepkimelere yol açabilir. Kimyasal temizlikte ise bronz hastalığı, özellikle eser bünyesindeki klorürlerin metal ile reaksiyona girmesi sonucu ortaya çıktığından, sitrik asit ile yapılan temizlik bu tür korozyonu önleyebilir; ancak sitrik asit kalıntıları mikro çatlaklarda hapsolabileceğinden noktasal korozyonlara neden olabilir. Bu riskleri azaltmak amacıyla daha kontrollü bir yöntem olan sodyum seskikarbonat çözeltisi ile daldırma yöntemi tercih edilir (Ganorkar vd., 1988: 97; Oddy ve Hughes, 1970: 183; Scott, 2002: 118-119).

Bu işlem için 1 litre deiyonize suya 20 gram sodyum karbonat ve 20 gram sodyum bikarbonat eklenerek hazırlanan çözelti sürekli karıştırılarak kullanılır; ilk yıkamalarda çözelti mavimsi bir renk alabilir ve süreç boyunca klorür miktarı düzenli aralıklarla test edilmelidir. Ayrıca basit su banyoları da klorür uzaklaştırışında destekleyici bir yöntem olarak kullanılabilir.

Stabilizasyon ve koruma aşamasında benzotriazol (BTA), bakır alaşımlarının oksidasyon sürecini yavaşlatan kimyasal bir inhibitör olarak bronz hastalığını önlemede kullanılır (Faltermeier, 1999: 121; Ganorkar vd., 1988: 97; Madsen, 1967). Genellikle %1 ila %3 oranında etanol içinde hazırlanan BTA çözeltisi, eserin kondisyonuna bağlı olarak vakumlu ya da vakumsuz ortamda uygulanır; ardından eser etanol ile temizlenerek kurutulur (Özdemir ve Yöndem, 2019: 512; Angelucci vd., 1978: 153; Scott, 2002: 376-380). Son aşamada dış ortam etkilerine karşı koruyucu olarak %3 ya da %5 oranında aseton veya toluen içinde çözülmüş Paraloid B-72 fırçayla yüzeye uygulanarak ince bir film tabakası oluşturulur ve bu sayede eser daha dayanıklı hâle gelir (Scott, 2002: 384). Uzun vadeli muhafaza için %35-45 bağıl nem oranı sağlanmalı ve eserler asitsiz kâğıt ile inert gaz ortamında saklanmalıdır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

ALANYA OSMANLI BATIĞI BULUNTUSU METAL ESERLERİN KORUMA VE ONARIM YÖNTEMLERİ

Bu çalışma kapsamında, Alanya açıklarında Osmanlı dönemine ait bir batıkta gerçekleştirilen sualtı kazılarında ele geçen toplam 10 adet metal eserin restorasyon ve konservasyon süreçleri yürütülmüştür. Batığın kargo yükünü büyük ölçüde mutfak eşyaları oluşturmakla birlikte, çalışmada incelenen objeler arasında farklı işlevsel alanlara ait öğelere de rastlanmıştır. İncelenen eserler; derici muştası(?), bilezik, makas, kemer tokası, yüzük, sahan kapağı, muhtemelen bir tabak, divit ve bir hokka olmak üzere hem gündelik kullanım hem de kişisel eşyalar olarak değerlendirilebilecek nitelikte nesnelerdir.

Eserler, kazı envanter numaralarına göre adlandırılmış olup, malzeme çeşitliliği açısından oldukça zengin bir grubu temsil etmektedir. Alaşım bileşimlerinde altın-gümüş, bakır-tunç (bakır-kalay), çinko-bakır, bakır-kalay-demir gibi farklı oranlarda metaller bulunmakta; zaman zaman kurşun ve demir gibi elementler de bu bileşimlere eşlik etmektedir. Bu çeşitlilik hem dönemsel üretim tekniklerine hem de kullanım amaçlarına dair önemli ipuçları sunmaktadır.

Tüm eserlerde ortak bir konservasyon yaklaşımı benimsenmiş; işlemler bilimsel ilkeler doğrultusunda sistemli bir biçimde gerçekleştirilmiştir.

5.1. Kullanılan Yöntemler;

5.1.1. Belgeleme

Tüm eserler, konservasyon sürecinin başlangıcında ve sürecin farklı aşamalarında sistematik olarak belgelenmiştir. Belgeleme çalışmaları; dijital fotoğraf çekimleri, ölçüm ve çizim kayıtları ile desteklenmiş ve her bir eserin kazı envanter numarası, malzeme türü, mevcut durumu gibi temel veriler arşivlenmiştir.

5.1.2. Analizler (XRF-X-Ray)

Eserlerin yapısal ve kimyasal bileşimlerini ortaya koymak amacıyla eserin ihtiyacına göre XRF (X-ray fluorescence) analizi, röntgen (X-ray) görüntüleme ve suda çözünebilen tuz analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu analizler, hem eserin özgün malzeme yapısının anlaşılmasını hem de uygulanacak konservasyon yöntemlerinin sağlıklı bir şekilde planlanmasını mümkün kılmıştır.

5.1.3. Suda Çözünebilir Tuzların Analizi

Bu analiz örneklerin içeriğinde bulunan suda çözünebilir tuzların niteliklerini (klor ($C\ell^-$), sülfat ($SO_4^{=}$) ve nitrat (NO_3^-) ile tuzları ve miktarlarını belirleyebilmek amacıyla gerçekleştirilmiştir (Figür 5). Analiz için basit spot testler ve iletkenlik ölçümleri uygulanmıştır (Tablo 2).

Klorür (Cl^-) Testi: Hazırlanan stok çözeltiden yaklaşık 5 ml olmak üzere iki ayrı deney tüpüne örnek alınır. Bir tüp kontrol (şahit) olarak bırakılırken, diğer tüpe 1-2 damla nitrik asit (HNO_3) ve 2-3 damla 0,1 M gümüş nitrat ($AgNO_3$) çözeltisi eklenir. Gümüş nitrat ilavesi sonucunda, klorür iyonlarının varlığı durumunda beyaz renkli gümüş klorür (AgCl) çökelmesi oluşur (KUDEB, 59). Bu reaksiyon şu şekildedir:

$$Cl^- (aq) + Ag^+ (aq) \rightarrow AgCl(k)$$

Sülfat ($SO4^{2-}$) Testi: Stok çözeltiden yine yaklaşık 5 ml örnek iki ayrı deney tüpüne aktarılır. Birisi kontrol amaçlı bırakılırken, diğerine %10'luk baryum klorür ($BaCl_2$) çözeltisinden 2-3 damla eklenir. Eğer örnekte sülfat iyonu varsa, baryum sülfat ($BaSO_4$) olarak beyaz renkli bir çökelti oluşur (KUDEB, 59). Reaksiyon denklemi şu şekildedir:

$$SO_4^{2-} (aq) + Ba^{2+} (aq) \rightarrow BaSO_4(k) \text{ (Beyaz)}$$

Nitrat (NO3-) Testi: Birkaç difenilamin kristali üzerine 1-2 damla stok çözeltenden damlatılır ve kuruması beklenir. Ardından üzerine 1-2 damla konsantre sülfürik asit (H_2SO_4) eklenir. Bu işlem sonucunda mavi renk oluşması, nitrat iyonlarının varlığını gösterir (KUDEB, 60).

İletkenlik Ölçümü: İletkenlik, çözeltilerin elektrik akımını iletebilme kapasitesidir (KUDEB, 61). Stok çözeltilerin iletkenlik değerleri, Adwa AD32 model TDS/iletkenlik ölçüm cihazı kullanılarak kondaktometre yöntemiyle belirlenmiştir (Figür 6).

Tablo 2: Suda Çözünebilir Tuzların Analiz Sonuçları

Numune No	$C\ell^-$	$SO_4^=$	NO_3^-	İletkenlik (ppt)
1	+	-	-	0,01
2	++	-	-	0,2
3	+++++	++++	±	1,55

* -: yok
±: çok az
+: az
++: orta
+++: çok
++++ ve fazlası bol miktarda

Değerlendirme; Üç farklı numuneye ait çözeltilerde suda çözünebilen iyonların (Cl^-, SO_4^{2-}, NO_3^-) varlığı ve iletkenlik değerleri analiz edilmiştir. 1 ve 2 numaralı numuneler, arındırma aşamasının büyük ölçüde tamamlandığı sualtı metal eserlerine ait çözeltilerden elde

edilmiştir. Her iki örnekte de klorür ve sülfat iyonlarının varlığına yönelik spot testler, yalnızca hafif çökelti tepkimesiyle sınırlı kalmıştır. Bu durum, eserlerin tuzdan arındırma sürecinde önemli bir ilerleme kaydedildiğini göstermektedir. Buna karşılık, 3 numaralı numune henüz hiçbir arındırma işlemine tabi tutulmamış bir esere ait olup, uygulanan spot testlerde yoğun beyaz çökelti gözlemlenmiş ve yüksek iletkenlik değeri ölçülmüştür. Özellikle klorür iyonlarının belirgin şekilde varlık göstermesi, söz konusu eserin hâlen aktif tuz içerdiğini ve bu nedenle reaktif korozyon riskinin oldukça yüksek olduğunu ortaya koymuştur (Figür 7). Bu analiz bulguları, tuzdan arındırma işlemlerinin eserlerin uzun vadeli stabilizasyonu açısından ne denli kritik olduğunu somut biçimde ortaya koymaktadır.

Fig. 5: Analiz aşaması

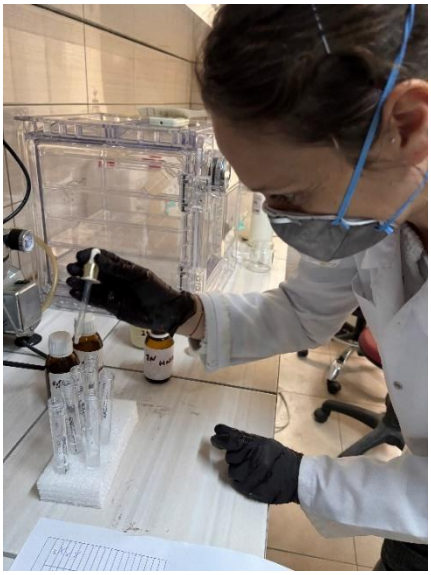
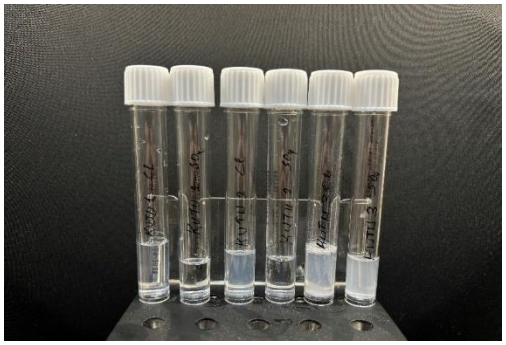


Fig.6: İletkenlik Ölçümü



Fig. 7: Spot test analiz örnekleri



5.1.4. Tuzdan Arındırma

Bu tez kapsamında incelenen sualtı kökenli metal eserlerin tümüne aynı tuzdan arındırma yöntemi uygulanmıştır. Eserlerin benzer ortam koşullarında bulunmuş olması ve

yapısal özelliklerinin arındırma süreci açısından büyük farklılıklar göstermemesi nedeniyle, yöntemsel tekrarların önüne geçmek ve bilimsel bütünlüğü sağlamak amacıyla bu süreç tüm eserler için ortak bir başlık altında ele alınmıştır. Bu yaklaşım, sürecin daha sistematik ve okunabilir bir biçimde sunulmasını mümkün kılmaktadır.

Tuzdan arındırma işlemleri, mekanik temizlik uygulamalarıyla eşzamanlı olarak yürütülmüştür. Bu süreçte, çözeltinin iletkenlik değerlerini düzenli olarak takip edebilmek amacıyla Adwa AD32 model TDS/iletkenlik ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ölçümlerde mikrosiemens (µS/cm), ppt (part per thousand) ve sıcaklık değerleri dikkate alınmış; elde edilen veriler düzenli olarak bir "Tuzdan Arındırma Takip Çizelgesi"ne kaydedilmiştir.

Eserler, daha önce müze uzmanlarınca kapsamlı bir tuzdan arındırma (desalination) protokolüne tabi tutulmuştur. Arındırma işlemi süresince distile suya geçilmeden önce, iletkenlik değerlerinin kademeli olarak çeşme suyu düzeyine indiği gözlemlenmiştir. Bu aşamada hedeflenen değer, distile suyun iletkenliğine yakın bir eşik seviyeye ulaşmaktır. Bu doğrultuda eserler, aşama aşama distile su ile dolu kaplara aktarılmış; belirli aralıklarla suyu değiştirilmiş ve her değişim sonrasında yeni iletkenlik ölçümleri gerçekleştirilmiştir. İşlem, iletkenlik değeri belirlenen eşik seviyenin altına düşene kadar sürdürülmüştür.

Tuzdan arındırma işleminin ardından, eser yüzeyinde kalabilecek olası su kalıntılarını gidermek amacıyla etil alkol ile durulama yapılmıştır. Bu işlem hem kalan nemin uzaklaştırılmasını hem de yüzey geriliminden kaynaklı kuruma lekelerinin önlenmesini sağlamıştır. Son aşamada ise eserler, düşük nem kontrollü bir ortamda yavaş kurutmaya bırakılmış ve böylece stabilizasyon sürecine geçilmiştir.

5.1.5. Temizlik

Eserlerin tamamında, yüzeydeki tortular, biyolojik birikintiler ve bozunmuş tabakaların uzaklaştırılması amacıyla temizlik işlemi uygulanmıştır. Temizlik süreci; mekanik yöntemler (mikro bistüri, fırça, spatül kullanımı) ve gerekiyorsa kimyasal destekli uygulamalar ile gerçekleştirilmiştir. Hiçbir eserde yapıya zarar verecek aşındırıcı işlemler kullanılmamış, eserin özgün dokusunun korunmasına özen gösterilmiştir.

5.1.6. Stabilizasyon

Bu tez kapsamında incelenen sualtı kökenli metal eserlerin tamamına, benzer ortam koşullarında bulunmaları ve yapısal özelliklerinin büyük farklılık göstermemesi nedeniyle aynı stabilizasyon yöntemi uygulanmıştır. Bu durum, yöntemsel tekrarları önlemeye ve sürecin daha sistematik bir şekilde sunulmasına olanak tanımıştır.

Temizlik ve tuzdan arındırma işlemleri tamamlanan eserlerde, aktif iyonların neden olabileceği ikincil bozulmaları engellemek amacıyla kontrollü kurutma ve kimyasal

stabilizasyon yöntemleri uygulanmıştır. Eserler düşük nem oranına sahip bir ortamda yavaşça kurutulmuş, bu süreçte sıcaklık ve nem gibi çevresel değişkenler düzenli olarak takip edilmiştir.

Korozyonun ilerlemesini durdurmak ve metal yapıyı stabilize etmek amacıyla bazı eserlerde benzotriazol (BTA) ile kimyasal stabilizasyon uygulanmıştır. Bu işlemde, eserler %3'lük etil alkol bazlı BTA çözeltisine yerleştirilmiş ve 48 saat süreyle bekletilmiştir. BTA, metal yüzeyinde koruyucu bir film tabakası oluşturarak, nem ve oksijenle temasın önüne geçmiş ve iyonik hareketliliği engellemiştir. İşlem sonrasında yüzeyde oluşan BTA kalıntıları etil alkol ile durulanarak temizlenmiş; bu şekilde eserler sonraki koruma adımlarına uygun hale getirilmiştir.

BTA ile stabilize edilen eserler şunlardır: AO-35, OS-15, OS-25, OS-24, AO-63, AO-91, AS-03 ve OS-14.

Bazı eserlerde ise, özellikle lokal korozyonun baskın olduğu alanlarda gümüş oksit kullanılarak yüzey pasifleştirme işlemi uygulanmıştır. Bu yöntemle mevcut korozyon ürünlerinin yeniden aktif hale geçmesi önlenmiş ve eserlerin yüzeyi kimyasal olarak dengelenmiştir.

Gümüş oksit ile lokal stabilizasyon uygulanan eserler şunlardır: OS-25, ATB2020-45 ve OS-24.

Stabilizasyon sürecinin ardından tüm eserlerin nem oranı ve iyonik içerikleri yeniden ölçülmüş; denge durumları doğrulandıktan sonra koruyucu kaplama ve sergileme aşamasına geçilmiştir.

5.1.7. Koruyucu Kaplama

Bu tez kapsamında incelenen sualtı kökenli metal eserlerin tamamına, benzer ortam koşullarında bulunmaları ve yapısal özelliklerinin büyük farklılık göstermemesi nedeniyle aynı koruyucu kaplama yöntemi uygulanmıştır. Bu durum, yöntemsel tekrarları önlemeye ve sürecin daha sistematik bir şekilde sunulmasına olanak tanımıştır.

Stabilizasyon işlemi sonrasında tüm eserlerin yüzeyine, çevresel etkilere karşı dayanım sağlamak amacıyla koruyucu kaplama yapılmıştır. Bu işlemde, metal yüzey ile ortam arasında bariyer oluşturarak oksijen, nem ve kirleticilerin etkisini azaltan Paraloid B72 tercih edilmiştir.

Tuzdan arındırılıp tamamen kurutulan eserleree, %3 oranında toluen içinde çözülmüş Paraloid B-72 fırça yardımıyla eşit şekilde uygulanmıştır. Paraloid B-72, şeffaf ve esnek bir film tabakası oluşturarak eser üzerinde gözle görülmeyen bir koruyucu bariyer meydana getirmiştir. Böylece, eserlerin doğal oksidasyon süreci yavaşlatılmış ve sergilenmeye veya depolanmaya uygun hale getirilmiştir. Tüm uygulamalar geri dönüşümlü ve eserin özgünlüğüne zarar vermeyecek şekilde gerçekleştirilmiştir.

5.1.8. Bütünleme

Bazı eserlerde ayrılmış parçalar tespit edilmiş ve bu parçalara, uygun yapıştırıcı ve destekleyici malzemeler kullanılarak birleştirme işlemi uygulanmıştır. Bu işlem, eserin orijinal bütünlüğünü yeniden kazandırmak amacıyla dikkatli bir biçimde yürütülmüş; her müdahale, eserin hem estetik hem de yapısal bütünlüğüne zarar vermeyecek biçimde planlanmıştır.

5.1.9. Sergileme ve Depolama

Koruma altına alınan eserler, müze sergileme ilkeleri ve koruma kriterleri doğrultusunda depolama ve sergilemeye uygun hale getirilmiştir. Depolanacak eserler düşük nem kontrollü, asitsiz arşiv materyalleri içinde, etiketli ve sınıflandırılmış şekilde muhafaza edilmiştir. Yöntemsel tekrarların önüne geçmek ve bilimsel bütünlüğü sağlamak amacıyla bu süreç tüm eserler için ortak bir başlık altında ele alınmıştır.

5.2. Hokka

Hokka, içinde mürekkep bulundurmak üzere tasarlanmış küçük kaplara verilen addır (Hayır, 2023: 401). Osmanlı yazı kültürünün en önemli araçlarından biri olan hokka, yalnızca bir yazı gereci olmanın ötesinde, aynı zamanda sosyal statünün de bir göstergesidir. Özellikle usta hattatlar tarafından kullanılan bazı hokkalar, sanat eseri niteliği taşımıştır (Kütükoğlu, 1998: 47; Ünver, 1963: 92–95).

Hokkalar genellikle küçük ebatlarda olup, silindirik, yuvarlak veya kare formlarda üretilmiştir (Soslu, 2022: 398) (Figür 8). Çoğunlukla menteşeli ya da vidalı kapaklara sahiptirler ve tarihsel süreçte cam, pirinç, porselen, bakır, bronz ve zaman zaman altın ve gümüş gibi değerli malzemelerden üretilmiştir (Kansoy, 2023: 426). Hokkalar, genellikle divit ve kalemdan gibi diğer yazı araçlarıyla birlikte kullanılmıştır (Barboros, 2023: 103) (Figür 9). Hattatların, divan kâtiplerinin ve eğitim kurumlarındaki öğrencilerin günlük yazışma ve ders uygulamalarında önemli yer tutmuştur (Avcı, 2021: 115, 116).

Hokkaların kullanımını işlevsel hale getirmek amacıyla içine “lika” adı verilen ham ipek yerleştirilirdi (Kütükoğlu, 1998: 48). Lika, kalemin doğrudan hokkanın tabanına çarpmasını önleyen bir tampon görevi görürken, aynı zamanda mürekkebin kaleme dengeli biçimde geçmesini de sağlamaktadır. Kullanımdan önce tiftiklenip kabartılan ham ipek, suyla yıkanıp fazla suyu sıkıldıktan sonra hokkanın içine yerleştirilir. Üzerine dökülen mürekkebi emen lika, kalem ucu batırıldığında sadece gerekli miktardaki mürekkebi kaleme geçirirdi (Barbaros, 2023: 104).

Saray çevresinde kullanılan hokkalar ise, işlevsel olmalarının yanı sıra zarafet ve gösterişin de simgesi olarak öne çıkmıştır. Bu tür örneklerde tezhip, kakma, kabartma ve mine işçiliği gibi süsleme tekniklerine sıklıkla başvurulmuş; bazı hokkalar ise zincir yardımıyla

divite sabitlenmiştir (Kütükoğlu, 1998: 47). Günümüzde birçok nitelikli hokka örneği, Topkapı Sarayı, Türk ve İslam Eserleri Müzesi ve Ankara Etnografya Müzesi ile bazı önemli koleksiyonlarda sergilenmektedir (Kara, 2021: 44; Kollektif, 2012: 250, 252, 254).

Bu çalışma kapsamında restorasyon ve konservasyon işlemleri gerçekleştirilecek olan eser, AO-35 kazı envanter numarasıyla kayıt altına alınmış bir Osmanlı dönemi hokkasına aittir. Batıktan çıkan sikkeler ışığında 18. yüzyılın ilk yarısına tarihlenen bu obje, dönemin günlük yazı kültürünün denizcilik ve ticaret yaşamındaki yansımalarını göstermesi açısından dikkat çekicidir (Öniz, 2019: 72,73). Özellikle seferlerde, gemi mürettebatı ya da tüccarlar tarafından kullanılan bu tür yazı gereçleri, yazışmaların, kayıtların ve hesapların tutulmasında işlevsel bir rol oynamıştır. 19. yüzyıla tarihlenen benzer örnekleri Afyonkarahisar Müzesinde bulunmaktadır (Çetinkaya, 2021: 98-100).

Fig.8: 18. Yüzyıl Osmanlı Dönemi'ne ait bir Hokka



Res. 10. Hokka.



Res. 11. Hokkanın kapağı kapalı halde üstten görünümü.

Kaynak: (Barboros, 2023: 106-113, Res.10,11).

Fig.9: Hokkanın yazı takımıyla birlikte kullanımı



Res. 20. Divit (üstten görünüm)



Res. 21. Divite bağlı hokkanın kapağı açık halde üsten görünümü.

Kaynak: (Barboros, 2023: 116, Res.20,21).

5.2.1. Belgeleme

İlk olarak, hokka yüksek çözünürlüklü dijital fotoğraflar ve çok açılı çekimlerle belgelenmiştir. Bu görsel belgeler, eserin yüzeyindeki korozyon yoğunluğunu, organik kalıntıları, yapısal bütünlüğü ve potansiyel çatlak bölgelerini tespit etmeye olanak sağlamıştır. Aynı zamanda, konservasyon öncesi ve sonrası ölçümler yapılmış; bunlar arasında ağırlık verileri kaydedilerek tüm gelişmeler restorasyon günlüğüne işlenmiş ve dijital ortamda arşivlenmiştir. Bu uygulama, müdahale sürecinde eserde meydana gelen tüm değişikliklerin izlenmesini mümkün kılmıştır.

Hokka, genel form itibarıyla şişkin ve pahlı bir gövdeye sahiptir. Süslemesiz ve sade bir görünüme sahip olan eser, tek haznelidir. Kapak kısmı hokkanın gövdesinden ayrılmış durumdadır. İki uzun menteşe çubuğu, kabartma tekniğiyle işlenmiş olup kapak üzerine yerleştirilmiştir. Eserin alt bölümü kayıptır; ön yüzeyinde ise kırılmış bir kilitleme mandalı yer almaktadır.

İlk gözlemler sırasında hokkanın yüzeyinde sertleşmiş kekamoz[8] tabakasının ve çeşitli tipte bozulmaların bulunduğu tespit edilmiştir. Eserin genel kondisyonu zayıftır; yapısal bozulmalar, yüzey dökülmeleri, biyolojik etkilenimler (Figür 10) ve çatlaklar gözlemlenmiştir. Kapak ve gövde kısmı yoğun korozyona maruz kalmış, bu nedenle parçalar birbirinden ayrılmıştır. Özellikle kapak bölgesinde ciddi deformasyon ve bükülme izleri dikkat çekmektedir. Muhtemelen şiddetli basınç ya da darbe etkisiyle bu yapısal deformasyonlar oluşmuştur.

Fig. 10: Hokka'nın yüzeyindeki biyolojik oluşumlar



Korozyon türleri incelendiğinde; bakır oksitlerden kuprit (Cu_2O), bakır klorürlerden paratakamit ($Cu_2(OH)_3Cl$), nantokit ($CuCl$), karbonat grubu ürünlerinden ise malahit ($Cu_2(OH)_2CO_3$) ve azurit ($Cu_3(CO_3)_2(OH)_2 \cdot H_2O$) gibi bileşikler tespit edilmiştir (Scott, 2002: 330–420; Yüceil, 2016: 51). Bu bileşikler, özellikle denizel ortamda uzun süre kalmış bakır alaşımlı eserlerde sıkça karşılaşılan tipik korozyon ürünleridir (Scott, 2002: 70-72). Eserin sualtı ortamında uzun süre gömülü kalmış olması, korozyon sürecinin hızlanmasına neden olmuştur. Deniz suyundaki yüksek klorür iyonları, metaller üzerinde agresif bir bozulmaya yol açarak özellikle paratakamit gibi aktif korozyon ürünlerinin oluşmasına neden olmuştur. Ayrıca sualtı koşullarında yaygın olan anaerobik mikroorganizmalar, metal yüzeyinde biyokimyasal reaksiyonlara neden olarak korozyonu hızlandırabilir. Kekamoz tabakası olarak adlandırılan sertleşmiş biyolojik ve kimyasal birikimler, eserin hem estetik hem de yapısal bütünlüğünü zayıflatmıştır. Deniz suyu içerisindeki tuzlar, eserin mikroskobik gözeneklerine kadar nüfuz etmiş durumdadır. Bu iyonlar, eser karasal ortama alındıktan sonra ortam havasındaki nemle reaksiyona girerek ikincil korozyon süreçlerini başlatabilir. Bu durum, konservasyon öncesi

[8] Deniz organizmalarının ve kimyasal reaksiyon ürünlerinin oluşturduğu sert tabaka.

stabilizasyon işlemlerini zorunlu kılmaktadır. Dolayısıyla eserin tuzdan arındırılması ve kontrollü kurutma işlemleri, koruma sürecinin temel adımlarından biri olmuştur.

Fig. 11: AO-35 Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli



5.2.3. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi

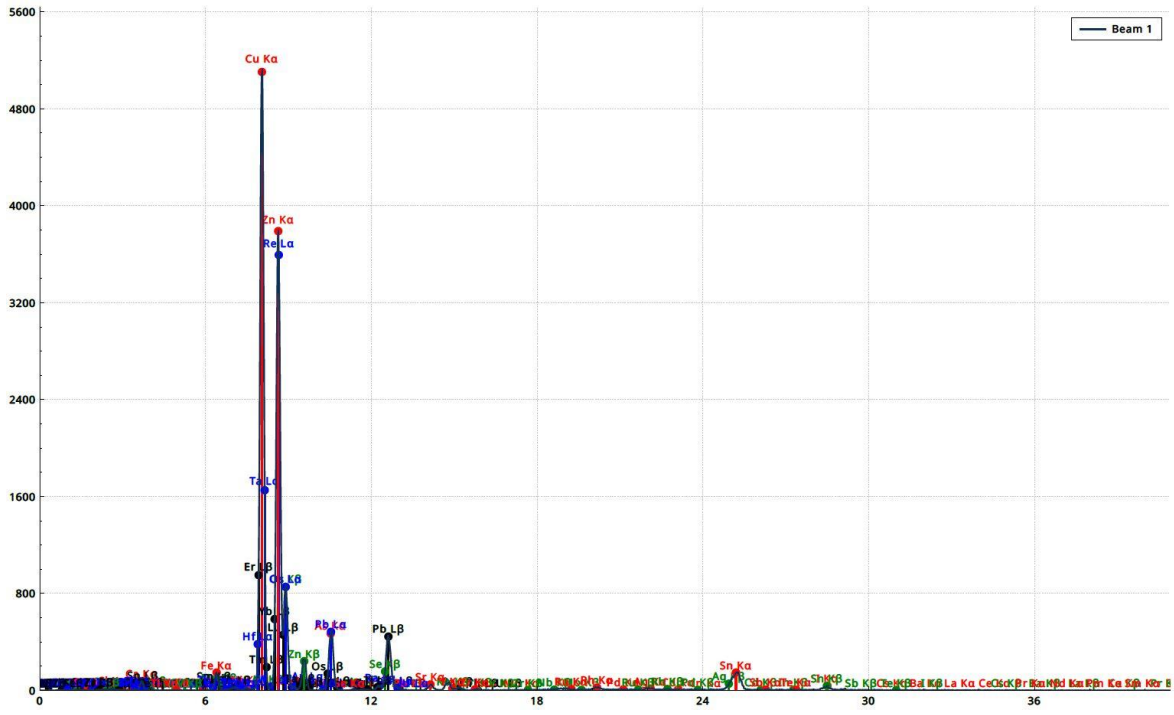
Hokkanın kimyasal bütünlüğünü değerlendirmek ve alaşım bileşenlerini tespit edebilmek amacıyla 3 ayrı noktadan XRF (X-ray Fluoresans) analizi uygulanmıştır (Figür 12). Bu analiz, konservasyon sürecinin bilimsel temellere dayandırılmasını sağlamış; aynı zamanda uygulanacak müdahalelerin eserin özgün yapısına zarar vermeyecek şekilde planlanmasına katkı sunmuştur. Bulgular, eserin koruma stratejisinin şekillenmesinde yönlendirici olmuştur.

Fig. 12: AO-35, XRF Ölçüm Noktaları



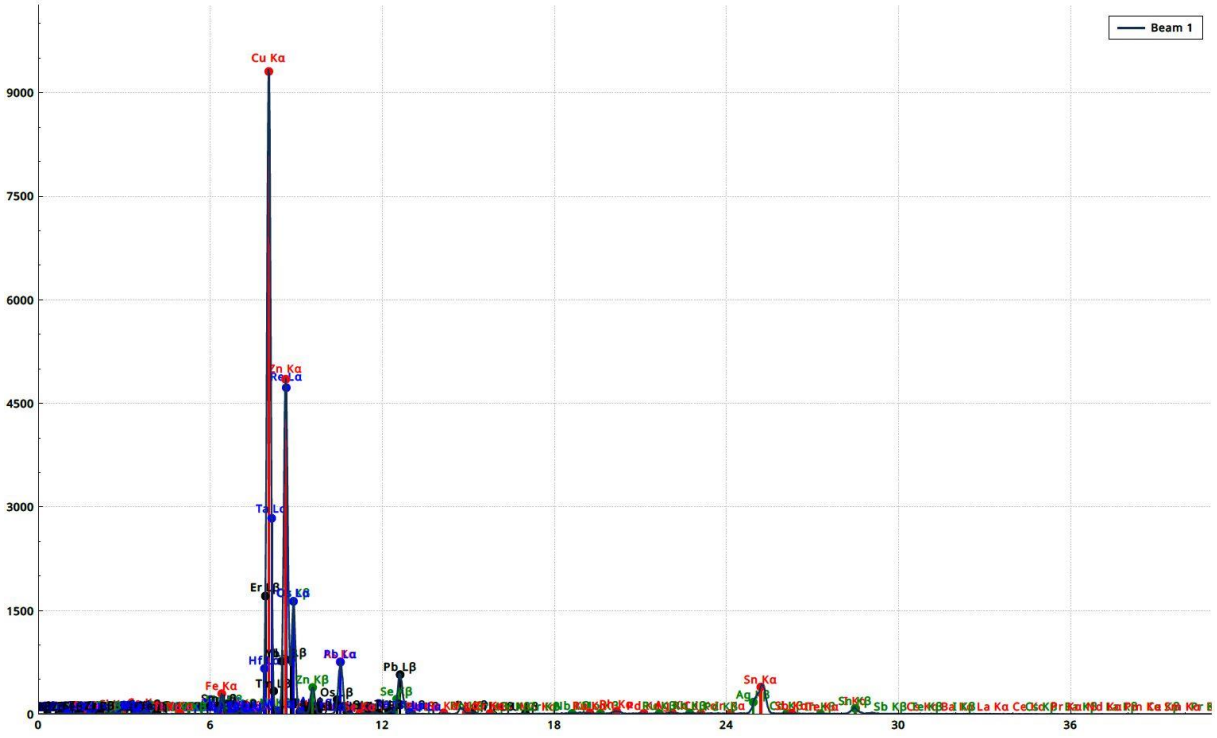
Tablo 3: AO-35, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	44.67	0.12
Zn	26.178	0.097
Pb	11.567	0.091
Fe	11.008	0.043
Sn	5.323	0.080
Sr	0.301	0.010
Ag	0.243	0.017
Bi	0.176	0.028
Sb	0.169	0.033
Ni	0.160	0.011
V	0.075	0.023



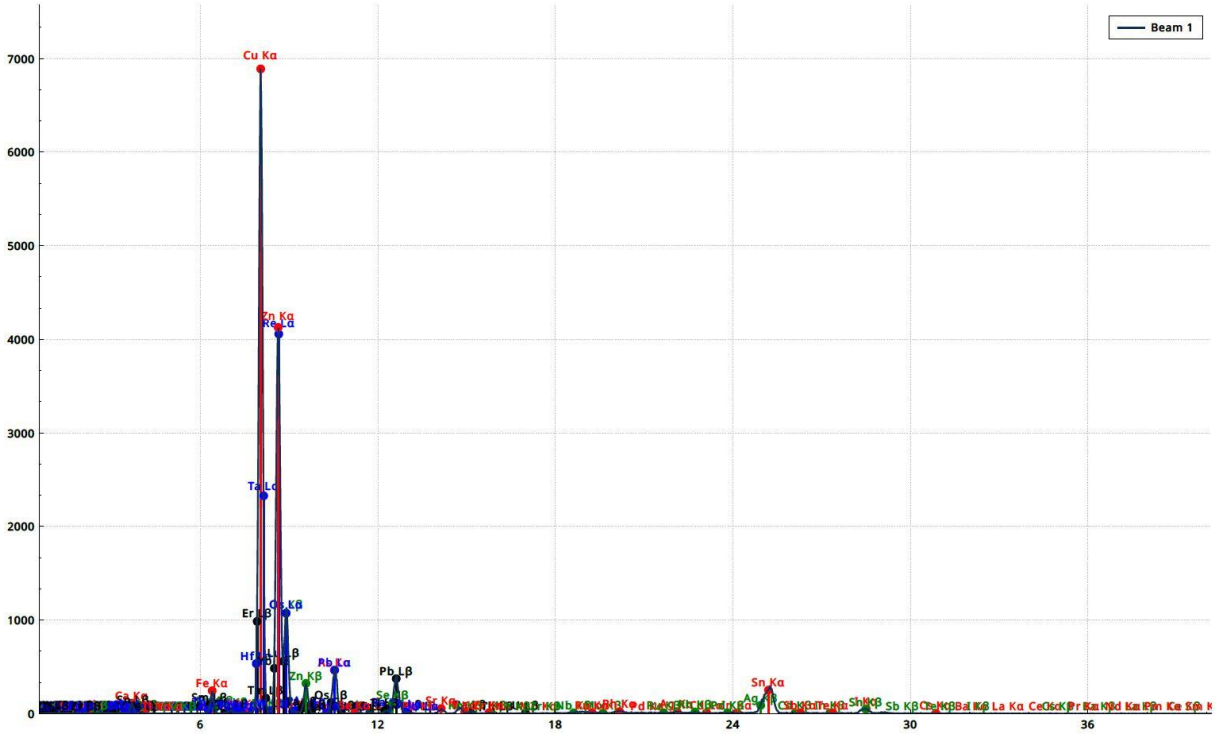
Tablo 4: AO-35, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	49.23	0.10
Zn	20.451	0.069
Fe	11.377	0.036
Sn	8.989	0.077
Pb	8.399	0.062
As	0.774	0.055
Sb	0.178	0.024
Bi	0.136	0.019
Ni	0.130	0.008
Ag	0.103	0.010
Br	0.080	0.025



Tablo 5: AO-35, 3 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	47.87	0.11
Zn	23.598	0.085
Fe	11.377	0.042
Sn	8.114	0.086
Pb	7.720	0.070
As	0.601	0.063
Sr	0.237	0.007
Ag	0.169	0.014
Ni	0.122	0.009
Sb	0.068	0.027
Bi	0.054	0.020



Analizi yapılan metal eser, esas olarak bakır (Cu) ve çinko (Zn) içeren bir alaşım olup, az miktarda kalay (Sn), kurşun (Pb), demir (Fe) ve diğer eser elementler içermektedir. Elde edilen bu bileşim, eserin büyük oranda pirinç (bakır-çinko alaşımı) olduğunu göstermektedir. Bakır (Cu) oranının %44.67- %49-23 olarak çıkması ana malzemesinin büyük oranda bakır olduğunu göstermektedir. Çinko (Zn) oranının %20.451-%26.178 çıkması malzemenin sertlik

ve dayanıklılığını arttırmak için kullanıldığını göstermektedir. Demir (Fe) normalde bronz ve pirinç alaşımlarında çok düşük seviyelerde bulunur. Bu analizde oranının %11.377 çıkması safsızlık veya kullanım sürecinde demir ile kontaminasyon ihtimalini gösterir. Eserin içeriğinde bulunan kurşunun (Pb) %7.720-%11.567 oranında çıkması ise detaylı döküm işlemi gerektiren süslemeler için alaşıma eklenmiş olabileceğini göstermektedir. Bu oranlara dayanarak eser bakır alaşımı olarak değerlendirilmiştir.

Eserin sualtında uzun süre kalması, metalin yapısında önemli değişimlere yol açmıştır. Brom (Br) varlığı deniz suyunun eser üzerindeki etkisini ve biyolojik organizmalarla etkileşimini göstermektedir. Analizde çıkan minör durumundaki elementlerin çok düşük oranda çıkması safsızlık ürünü elementler olarak değerlendirilmiştir.

5.2.3. Temizlik

Belgeleme sürecinin ardından, eser üzerinde gözlenen yoğun korozyon kalıntıları ve sualtı ortamından kaynaklı biyolojik-organik birikintilerin uzaklaştırılması amacıyla temizlik işlemlerine başlanmıştır. İlk aşamada, hokka üzerindeki yumuşak tortular ve yüzeydeki biyolojik kalıntılar yumuşak kıllı fırçalar ve distile su kullanılarak dikkatli bir şekilde uzaklaştırılmıştır. Eserin hassas ve kırılgan yapıda olmasından kaynaklı bu aşamada mekanik titreşim uygulayan ultrasonik banyo yöntemine başvurulmamıştır. Bunun yerine kontrollü manuel temizlik tercih edilmiştir. Mikroskop altında detaylı lokal temizlik yapılmıştır. Özellikle klor içeren yeşil renkli korozyon ürünleri (bronz hastalığı belirtisi) bistüri ve dişçi aletleriyle tabaka tabaka kaldırılmıştır. Gerekli görülen alanlarda kekamoz tabakasının yumuşaması ve korozyon ürünlerinin daha rahat temizlenmesi için %50 alkol, %50 saf su karışımı kullanılmıştır. Temizlik aşaması ve tuzdan arındırma aşaması tamamlandıktan sonra eser alkol banyosuna alınmış, kontrollü kurutulmuş ve bir süre izlenmiştir.

Fig. 13: AO-35 Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli



5.3. Bilezik

Osmanlı döneminde bronz ve bakır alaşımlı bilezikler önemli süs öğelerini oluşturan takılar arasında yer almaktadır. Özellikle kırsal kesimde yaşayan kadınlar tarafından kullanılan bu bilezikler, ekonomik değeri daha yüksek olan altın ve gümüşün alternatifi olarak üretilmiş; dayanıklılıkları ve işlemeye uygunlukları sayesinde yoğun bir kullanım görmüştür (Çalış ve Erk, 2020: 142). Osmanlı metal sanatında yaygın olan döküm, dövme yapım teknikleri ve kazıma, kabartma, telkâri ve savat gibi süsleme teknikleriyle şekillendirilen bu bileziklerde, stilize edilmiş bitkiler ve hayvanlar, rozetler, yıldız motifleri gibi motifler yer alabilmektedir (Çalış ve Erk, 2020: 145-147).

Bu çalışma kapsamında restorasyon ve konservasyon işlemleri uygulanacak eser, OS-15 kazı envanter numarasıyla kayıtlı bir bronz bileziktir. Söz konusu obje, batıktan çıkan sikkeler ışığında Osmanlı İmparatorluğu'nun geç dönemine, muhtemelen 18. yüzyıl başlarına tarihlenmektedir (Öniz, 2019: 72,73). Benzer örneklerine M.Ö. 6. Yüzyılda da rastlanmaktadır (Gündüz ve Tekocak, 2018: 130-145). Bu da bu tarz bileziklerin Osmanlı Dönemine kadar sık kullanım gördüğünü göstermektedir.

5.3.1. Belgeleme

Bronz bileziğin restorasyon ve konservasyon süreci, ilk olarak ayrıntılı bir belgeleme ile başlamıştır. Eserin her detayı farklı açılardan yüksek çözünürlüklü dijital fotoğraflarla belgelenmiş; boyutları, şekli ve dekoratif unsurları kaydedilmiştir. Bilezik, stilize edilmiş hayvan başı biçimli uç detaylarına sahiptir. Bu uçlardan birinde, biçimsel olarak sadeleştirilmiş yılan başı motifleri dikkat çekmektedir. Bileziğin orta kısmı açık biçimde tasarlanmış olup, iki uç arasında doğrudan bağlantı bulunmamaktadır. Bu açık form hem işlevsel kolaylık hem de estetik bir tercih olarak değerlendirilebilir. Eserin gövdesi boyunca burgu formlu, kabartmalı bir süsleme hakimdir. Bu formlar hem dönemin zanaatkârlık anlayışını hem de süsleme geleneklerini yansıtan önemli izler taşımaktadır.

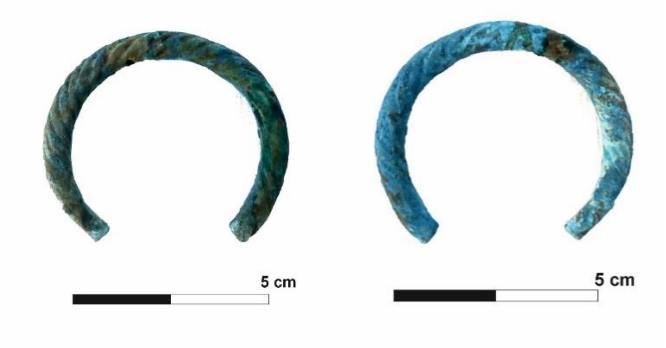
Yüzeyde gözlemlenen bozulmaların niteliğini belirlemek amacıyla mikroskobik incelemeler gerçekleştirilmiş, bu sayede hem aşınma ve dökülmeler hem de korozyon ürünleri net biçimde tespit edilmiştir (Figür 14). Yapılan incelemelerde korozyon ürünleri olarak: Bakır oksit (kuprit)- Cu_2O, Bakır klorür (paratakamit)-$Cu_2(OH)_3Cl$, Karbonatlar (malahit)-$Cu_2(OH)_2CO_3$, Karbonatlar (azurit)- $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2 \cdot H_2O$ tespit edilmiştir (Scott, 2002: 330–420; Yüceil, 2016: 51).

Fig. 14: Bileziğin yüzeyindeki aşınma ve korozyondan detay



Eserin genel kondisyonu iyi olarak değerlendirilmiştir. Ancak korozyon ürünlerinin stabil olup olmadığını belirlemek ve daha ileri koruma kararları alabilmek amacıyla XRF (X-ray Fluoresans) analizi uygulanmıştır. Bu yöntem, tahribatsız (non-destrüktif) olması sayesinde, eserin yüzeyine fiziksel zarar vermeden hızlı ve güvenilir sonuçlar sunmaktadır.

Fig. 15: OS-15 Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli



5.3.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi

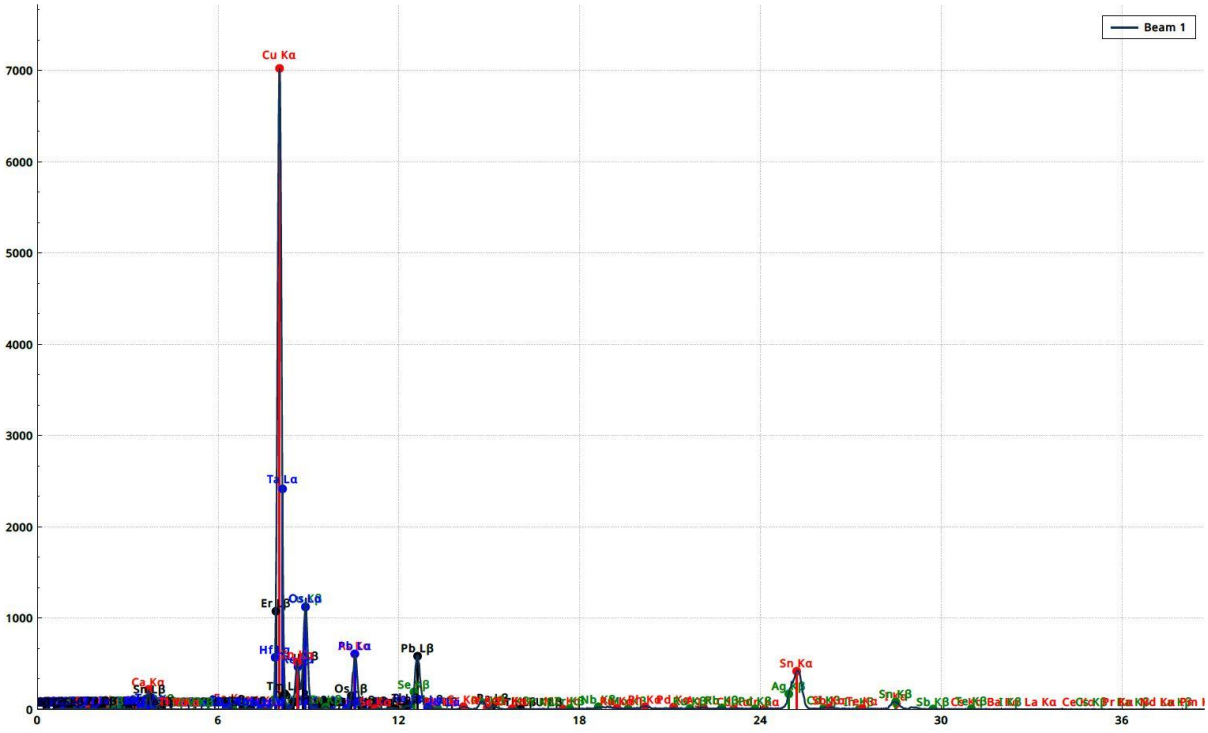
Yapılan XRF analiz bulguları, bileziğin alaşım bileşenlerini ortaya koyarken, uygulanan restorasyon stratejilerine bilimsel temel oluşturulmuştur. Ayrıca analizler sayesinde, eserin yüzeyinde olası zarar oluşturabilecek aktif korozyon riski önceden tespit edilmiş ve müdahale süreci buna göre planlanmıştır. 3 ayrı noktadan analiz yapılmıştır (Figür 16).

Fig. 16: OS-15, XRF Ölçüm Noktaları



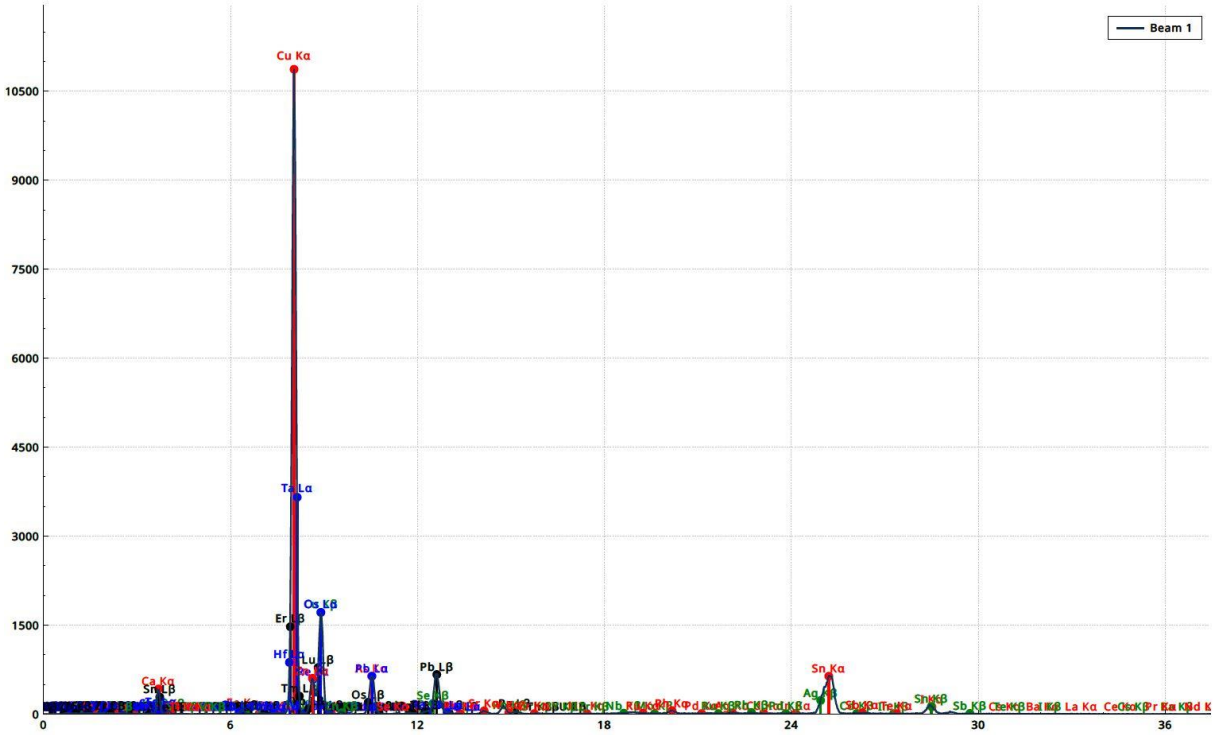
Tablo 6: OS-15, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	58.29	0.14
Sn	14.88	0.12
Pb	12.542	0.086
Fe	9.574	0.028
Zn	3.258	0.040
Sb	0.540	0.047
Br	0.266	0.025
Sr	0.179	0.007
Bi	0.155	0.026
Ni	0.105	0.012
Ag	0.104	0.017



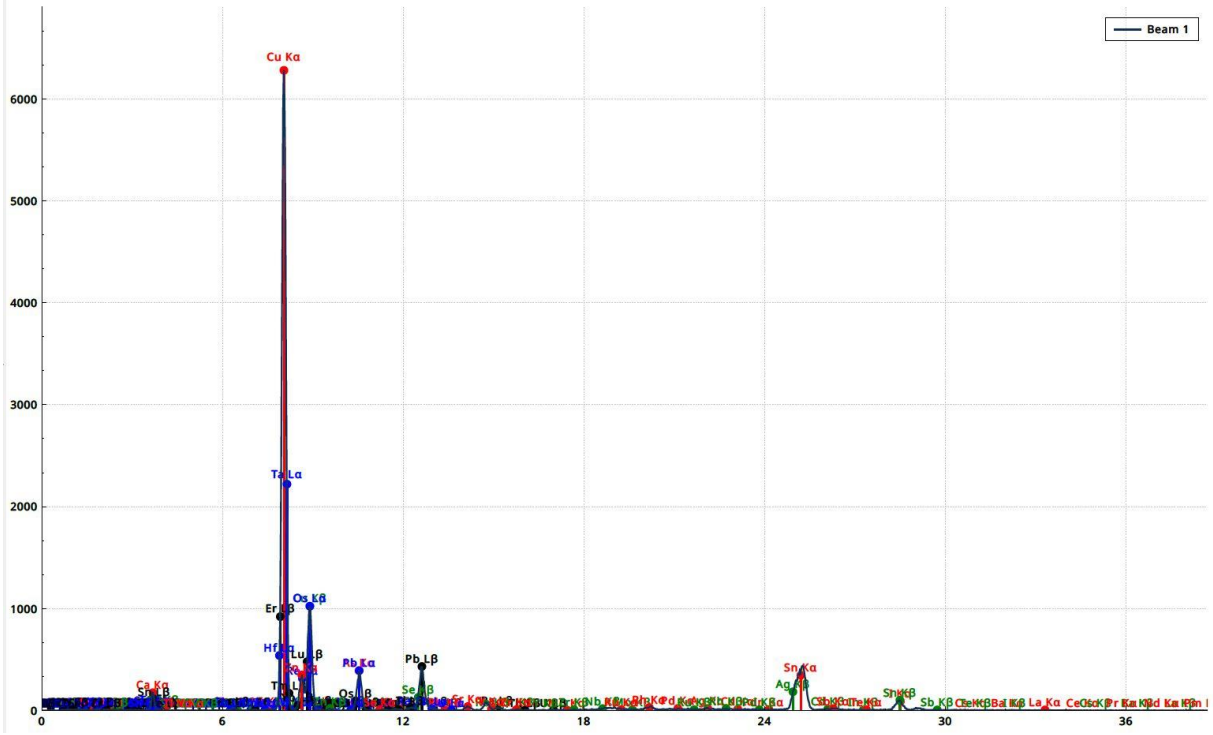
Tablo 7: OS-15, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	61.11	0.11
Sn	15.498	0.098
Pb	9.962	0.065
Fe	9.593	0.023
Zn	2.708	0.031
Sb	0.410	0.034
Br	0.258	0.019
Sr	0.197	0.006
Ni	0.112	0.010
Ag	0.102	0.012
Bi	0.046	0.019



Tablo 8: OS-15, 3 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	60.60	0.14
Sn	16.77	0.13
Pb	9.469	0.082
Fe	9.353	0.025
Zn	2.444	0.038
Sb	0.488	0.051
Br	0.276	0.024
Sr	0.232	0.008
Bi	0.168	0.025
Ag	0.121	0.018
Ni	0.063	0.012



Analiz sonuçlarına göre eserin ana bileşeni %58.29-%61.11 oranında bakır (Cu) olup, %14.88-%16.77 oranında kalay (Sn) eklenerek bronz esaslı bir malzeme oluşturulmuştur. Bu alaşım hem dayanıklılığı hem de işlenebilirliği artırmak amacıyla tercih edilmiş olabilir. %9.46-

%12.54 oranında bulunan kurşun (Pb), alaşımın döküm sürecinde akışkanlığını sağlamak ve detaylı şekillendirmeyi mümkün kılmak için eklenmiş olabileceği düşünülmektedir. %9.35-%9.59 oranında tespit edilen demir (Fe), kullanılan hammaddenin safsızlıkları veya üretim sürecindeki kontaminasyonlara işaret edebilir. Bu değerlere göre eser, demir ve kurşun katkılı bir bronz alaşımı olarak tanımlanmıştır. Eserin sualtı ortamında uzun süre kalmış olması, özellikle brom (Br) elementinin düşük oranda tespit edilmesi, deniz suyuna özgü iyonik değişimler ve korozyon süreçlerinin etkisini göstermektedir. Diğer iz elementler çevresel etkilerden kaynaklı safsızlık ürünü olarak değerlendirilmiştir.

5.3.3.Temizlik

Restorasyonun ilk aşamasında, eserin yüzeyinde birikmiş olan korozyon ürünleri, kir ve toz tabakaları temizlenmiştir. Bu işlem öncesinde yüzeyindeki kir tabakalarını yumuşatmak amacıyla %50 etil alkol ve %50 saf sudan oluşan bir çözelti uygulanmıştır. Ardından kalıntılar, yumuşak uçlu fırçalarla dikkatlice yüzeyden uzaklaştırılmıştır.

Fırçalama işleminin yetersiz kaldığı bölgelerde, daha hassas müdahaleler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla bistüri ve dişçi motoru gibi mikromekanik temizlik araçları kullanılarak, detaylı yüzey temizliği yapılmıştır. Temizlik işleminin sonunda, esere alkol banyosu uygulanmış ve bu sayede yüzeyde kalan kir partikülleri ve olası su iyonları uzaklaştırılmıştır.

Fig. 17: OS-15 Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli



5.4. Kemer Tokası

Geçmişten günümüze farklı toplumlarda ve kültürel yapılarda kullanılan kemerler, Osmanlı toplumunda hem işlevsel hem de sembolik bir değere sahipti. Kadın ve erkek giysilerinin ayrılmaz bir parçası olarak kuşak şeklinde bele dolanır ve bu sistemin birleşim noktası kemer tokaları aracılığıyla sağlanırdı (Berkol, 2019: 52). Tokalar yalnızca bir bağlama aracı değil, aynı zamanda sosyal statüyü, mesleki kimliği ve inanç sistemlerini ifade eden birer nesneydi (Çalış ve Erk, 2021: 19). Özellikle askeri, bürokratik ve dini sınıflarda yaygın olarak kullanılmış; bu sınıflar arasında form, süsleme ve teknik açısından farklılıklar göstermiştir (Berkol, 2019: 52). Osmanlı Döneminde kemer tokalarına süsleme teknikleri olarak kakma,

mıhlama, güherse, telkâri, savat ve kazıma gibi yöntemler kullanılmıştır (Baydar, 2020: 72; Çalış ve Erk, 2021: 19; Elyiğit, 2022: 747).

Bu çalışmada restorasyon ve konservasyon işlemleri gerçekleştirilecek olan eser, OS-25 kazı envanter numarasıyla kayıtlı bir kemer tokasıdır. Söz konusu obje, batıktan çıkan sikkeler ışığında muhtemelen 18. yüzyıl başlarına tarihlenmektedir (Öniz, 2019: 72,73). Kemer tokasında yer alan bezeme unsurları arasında stilize edilmiş bitkisel motifler ve rumi benzeri süslemeler yer almaktadır. Bu süslemelerin kazıma tekniğiyle verildiği düşünülmektedir (Çalış ve Erk, 2021: 19; Elyiğit, 2022: 747). Gerek formu gerekse üzerindeki bezeme unsurları, dönemin sanatsal üslubu ve üretim teknikleriyle benzerlik göstermektedir (Berkol, 2019: 52; Çişiç, 2013:167, Res.60) (Figür 18). Benzer örneklerine Kars Müzesi, Koyunoğlu Müzesi ve bazı özel koleksiyonlarda rastlanmaktadır (Çalış ve Erk, 2021: 20; Güler ve Aral, 2014: 167).

Fig. 18: Kemer Tokası Örneği



Kaynakça: (Çişiç, 2013:167, Res.60)

5.4.1. Belgeleme

Restorasyon süreci, kemer tokasının ayrıntılı bir şekilde belgelenmesiyle başlamıştır. Osmanlı dönemine ait olan bu dikdörtgen formlu toka, çeşitli açılardan çekilmiş yüksek çözünürlüklü fotoğraflarla kayıt altına alınmıştır. Ön yüzünde kazıma tekniğiyle işlenmiş stilize bitkisel motifler yer almaktadır; uç kısımlarında ise çatlaklar ve eksiklikler gözlemlenmiştir (Figür 19). Menteşe kısmı kırık, arka yüzeyde ise kemere takılmasını sağlayan bir şerit kanca bulunmaktadır.

Fig.19: Kemer Tokasının uç kısmındaki çatlaklar ve eksiklikler



Mikroskobik incelemeler sonucunda, yüzeyde yoğun bir kalker (Figür 20) ve kekamoz tabakası ile birlikte yer yer dökülmeler olduğu tespit edilmiştir. Görsel analizlerde, gümüş oksit (Ag_2O), gümüş bromür (AgBr) ve demir oksihidroksit (götit, α-FeOOH) gibi korozyon ürünlerinin varlığı tespit edilmiştir (Yılmaz, 2021: 141). Eserin genel kondisyonu zayıf olarak değerlendirilmiştir.

Fig. 20: Kemer Tokasının yüzeyinde oluşan yoğun kekomoz tabakası



Fig.21: OS-25 Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli



5.4.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi

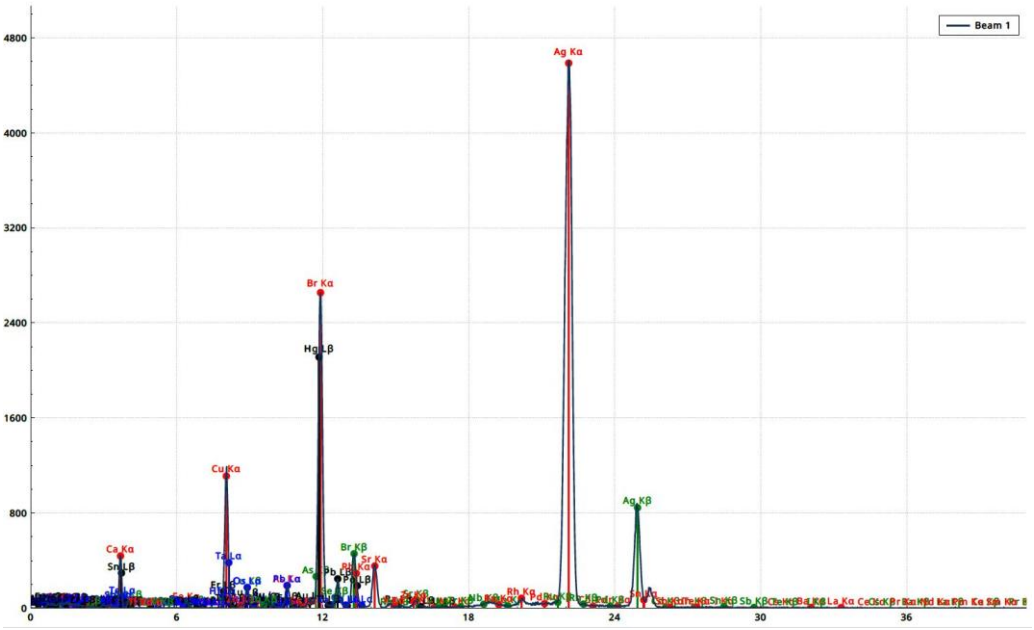
Eserin kimyasal yapısının tespiti ve müdahale yöntemlerinin doğru belirlenmesi amacıyla 3 ayrı noktadan X-ray Fluoresans (XRF) analizi yapılmıştır (Figür 22). Tahribatsız bir analiz yöntemi olan XRF, eserin yüzeyine zarar vermeden hızlı ve güvenilir sonuçlar sağlamıştır. Analiz bulguları, eser üzerindeki bozulmaların karakterini ortaya koymuş, uygulanacak koruma yöntemlerinin bilimsel temele oturtulmasını sağlamıştır.

Figür 22: OS-25, XRF Ölçüm Noktaları



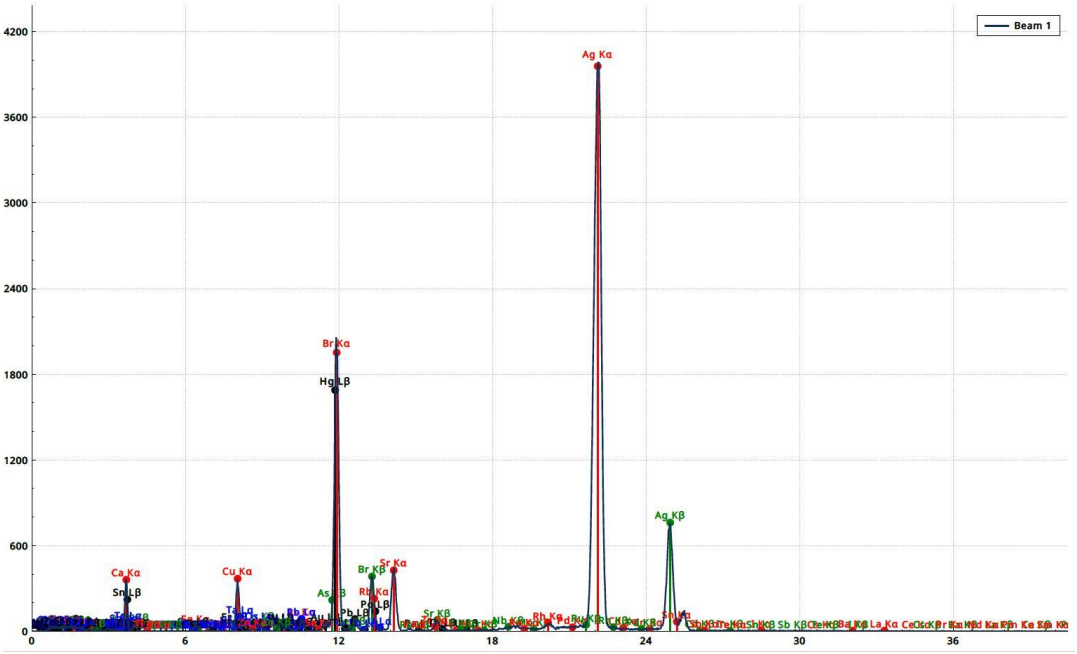
Tablo 9: OS-25, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Ag	57.14	0.11
Br	22.770	0.091
Fe	10.115	0.040
Cu	6.565	0.051
Pb	1.405	0.022
Sr	1.013	0.011
Au	0.318	0.021
Hg	0.213	0.030
W	0.201	0.046
Rb	0.109	0.030
Zn	0.080	0.009



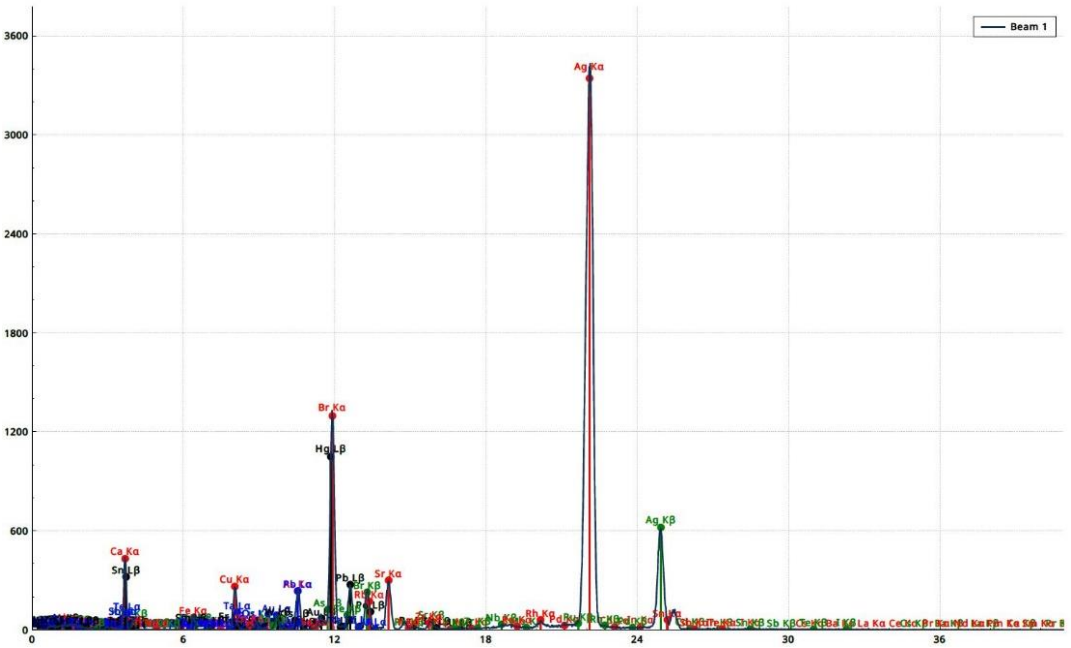
Tablo 10: OS-25, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Ag	62.91	0.12
Br	20.927	0.098
Fe	10.273	0.050
Cu	2.474	0.038
Sr	1.436	0.015
Pb	0.550	0.016
Hg	0.419	0.038
Au	0.386	0.023
W	0.301	0.054
Rb	0.135	0.032
Sn	0.127	0.072



Tablo 11: OS-25, 3 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Ag	63.25	0.14
Br	16.537	0.099
Fe	12.323	0.086
Pb	2.597	0.035
Cu	2.436	0.042
Sr	1.138	0.014
Au	0.897	0.031
Rb	0.237	0.034
W	0.211	0.078
Zn	0.189	0.013
Hg	0.105	0.044



Ölçüm sonuçlarına göre eserdeki Gümüş (Ag) oranının %63.25-%57.14 olarak çıkması ana malzemesinin büyük oranda gümüş olduğunu göstermektedir. Ancak saf gümüş genellikle çok yumuşak olduğundan, mekanik dayanıklılığını arttırmak için kullanım amacına göre genellikle metaller ile alaşım yapılarak kullanılmaktadır. Brom (Br) %22.77-%16.53 çıkması deniz ortamından kaynaklanan bir etkiyi göstermektedir. Deniz suyunda bulunan bromür iyonları, zamanla eserin yüzeyine yerleşebilirler. Bu brom konsantrasyonu, eserin uzun süre

tuzlu suya maruz kaldığını ve bu yüzden yüzeyinde brom tuzlarının biriktiğini göstermektedir. Bu bir korozyon ürünüdür eserin gerçek metalinden ziyade çevresel etkiyi göstermektedir. Demirin (Fe) %12.32 - % 10.11, varlığı iki olasığı yansıtabilir. Birincisi eserin mekanik dayanıklılığını arttırmak için demir kullanılmış olabilir. İkincisi ise deniz yatağından demir içeren oksitler esere yapışmış olabilir ve analize bu yansımış olabilir. Bakırın (Cu) % 6.56 - %2.47 varlığı eserin alaşımına katılabileceğini gösterebilir. Genellikle gümüş ile birlikte alaşımlarda kullanılmaktadır. Bu oran bize az miktarda bakır katkılı gümüş alaşım olabileceğini göstermektedir. Kurşunun (Pb) %2.59-%0.55 çıkması üretim sürecinde katkısı olabileceğini gösterir. Stronsiyum (Sr) %1.43-%1.01 varlığı çevresel etkilerden kaynaklanıyor olabilir. Stronsiyum genellikle deniz suyunda çözünmüş halde bulunur ve korozyon ile birlikte eserin yüzeyine birikebilir.

Analiz sonuçlarına göre eserin ana malzemesi büyük oranda gümüştür. Az miktarda tespit edilen bakır ve kurşun, eserin kullanım amacına bağlı olarak dayanıklılığını artırmak için alaşıma eklenmiş olabilir. Bu nedenle eser, bakır ve kurşun katkılı bir gümüş alaşımı olarak değerlendirilmektedir.

5.4.3. Temizlik

Eserin yüzeyindeki kekamoz tabakası, %50 etil alkol ve %50 saf sudan oluşan bir çözeltiyle yumuşatılmış; ardından fırça, bistüri ve dişçi motoru gibi araçlarla yüzeysel temizlik gerçekleştirilmiştir. Temizlik sırasında kekamozun altındaki metal yüzeyde dökülmeler ve yapısal eksiklikler açığa çıkmıştır. Bu aşama hem yapısal hasarları netleştirmiş hem de sonraki koruma işlemleri için hazırlık sağlamıştır.

Fig.23: OS-25 Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli



5.5. Yüzük

Yüzükler, en yaygın kullanılan ve en çok tercih edilen takı gruplarındandır. Özellikle kadınlar tarafından sıkça tercih edilmiştir. Çatalhöyük ve Çayönü kazılarında ele geçirilen yüzükler, Anadolu'daki en eski yüzük kullanımına işaret etmektedir. Bu kazıların yanı sıra, Osmanlı Dönemi'ne ait Bitlis Kalesi kazılarında da yüzüklere rastlanmıştır. Osmanlı döneminde yüzükler yalnızca birer süs eşyası değil, aynı zamanda toplumsal statü, inanç, aidiyet ve zanaatkârlık kültürünün sembolleri olarak da önemli bir yer tutmuştur. (Kütük, 2017: 199-201). Osmanlı döneminde alt sınıflar ve zanaatkârlar tarafından kullanılan yüzüklerin üretiminde ekonomik ve pratik nedenlerle bakır, çinko ve bunların alaşımları yaygın şekilde tercih edilmiştir. Gerek müze koleksiyonları gerekse arşiv kayıtları, bu tür metallerden yapılan yüzüklerin sosyal statü göstergesi olmasa da kişisel kimlik, inanç ve aidiyet sembolü olarak işlev gördüğünü ortaya koymaktadır (Yinesor Demir, 2008; 28-29; Koçak, 2022: 463; Ölmez ve Kılınç, 2015: 70-71).

Bu çalışmada restorasyon ve konservasyon işlemleri gerçekleştirilecek olan eser, ATB2020-45 kazı envanter numarasıyla kayıtlı bir yüzüktür. Söz konusu obje, batıktan çıkan sikkeler ışığında muhtemelen 18. yüzyıl başlarına tarihlenmektedir (Öniz, 2019: 72,73).

5.5.1. Belgeleme

Yüzüğün restorasyon ve konservasyon süreci, belgeleme aşamasıyla başlatılmıştır. Eserin tüm detayları farklı açılardan çekilen yüksek çözünürlüklü fotoğraflarla kayıt altına alınmıştır. Sade yapılı yüzüğün tepe kısmında hafif çıkıntılı bir yapı bulunmaktadır. Yüzeydeki korozyon ve aşınmaların derecesini belirlemek amacıyla mikroskopik incelemeler gerçekleştirilmiştir.

Fig. 24: ATB2020-45, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli



5.5.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi

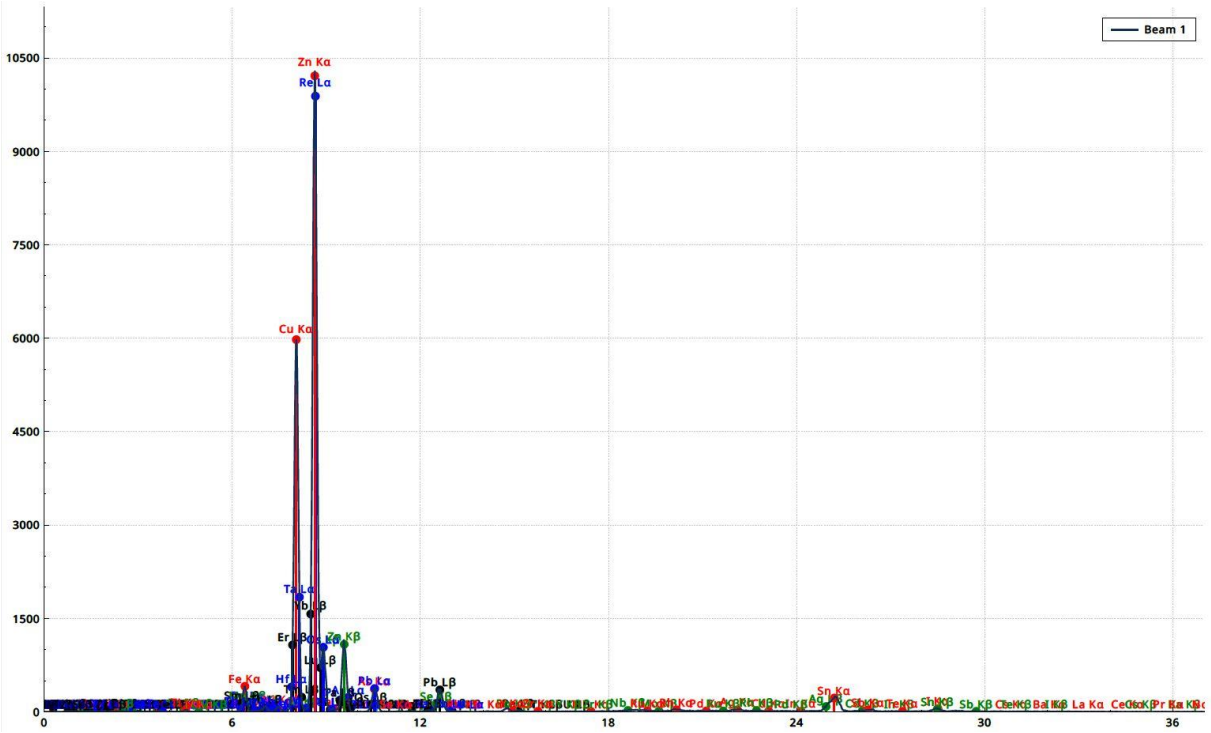
Eserin metal bileşimini belirleyebilmek ve doğru müdahale yöntemlerini planlayabilmek amacıyla XRF (X-ray Fluoresans) analizi uygulanmıştır (Figür 25). Bu analiz sayesinde yüzüğün içerdiği metal alaşımlar tespit edilmiş ve restorasyon süreci bilimsel temellere dayandırılmıştır.

Fig. 25: ATB2020-45, XRF Ölçüm Noktaları



Tablo 12: ATB2020-45, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Zn	43.914	0.093
Cu	31.496	0.086
Fe	12.130	0.039
Pb	5.397	0.054
Sn	4.685	0.060
Ti	1.028	0.056
Sb	0.587	0.035
Ni	0.320	0.010
Ag	0.252	0.014
Br	0.057	0.035
Co	0.033	0.011



Analiz verilerine göre eserde yüksek oranda çinko (Zn-%43.914) bulunması, bakırın (Cu-%31.496) oranında bulunması alaşımın esas olarak bakır-çinko bazlı bir yapı oluşturduğunu göstermektedir. Çinko, alaşıma sertlik, dayanıklılık katarken aynı zamanda işlenebilirliğini artırır. Analizde çıkan minör durumundaki elementlerin çok düşük oranda çıkması safsızlık ürünü elementler olarak değerlendirilmiştir. Bu oranlara dayanarak eser bakır alaşımı olarak tanımlanmıştır.

5.5.3. Temizlik

Tuzdan arındırma süreci tamamlanan yüzüğün yüzeyinde kalan kir ve tortu tabakası, %50 etil alkol ve %50 saf sudan oluşan çözelti ile yumuşatılmış ve ardından, mikroskop altında yapılan detaylı temizlik işlemine geçilmiştir. Temizlik işlemlerinde mikro spatül, yumuşak fırçalar ve mekanik temizlik araçları kullanılmıştır.

Eserde aktif olmayan (stabil) korozyon katmanları, korunması gereken özgün yüzeyin parçası olarak yerinde bırakılmıştır. Eserin tarihsel ve arkeolojik değeri göz önünde bulundurularak aşındırıcı müdahalelerden kaçınılmıştır. Bu yaklaşımla eserin özgün yüzeyi korunmuş, sadece yüzeyin korunmasını tehdit eden gevşek tabakalar uzaklaştırılmıştır.

Fig. 26: ATB2020-45, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli



5.6. Makas

Osmanlı döneminde makaslar, yalnızca gündelik kesim işlemlerinde değil, aynı zamanda terzilik, halıcılık, hat sanatı ve saray hizmetleri gibi özel alanlarda da kullanılan, çok yönlü araçlar olarak önemli bir yer tutmuştur (Bozcu, 2010: 68; Özgeriş, 2014: 190; Öztürk, 2024: 78-85). Özellikle saray atölyelerinde ve zanaatkâr loncalarında kullanılan makaslar, işlevlerine göre farklı formlarda ve boyutlarda üretilmiş; estetik kaygılarla süslemeli örnekleri de görülmüştür. Demir, çelik ya da tunçtan dövme veya döküm yöntemiyle yapılan bu aletlerin sap kısımları sıklıkla bitkisel motifler, hayvan figürleri ya da geometrik desenlerle bezeli olarak tasarlanmıştır. Ayrıca bazı lüks örneklerin üzerinde Osmanlıca yazılar, sahip isimleri ya da ustanın imzası yer alabilir. 17. ve 18. yüzyıla tarihlenen bazı makaslarda sap kısımları gümüş kakmalı veya savat tekniğiyle bezenmiş olup, bunlar genellikle yüksek rütbeli kişilere ait veya özel üretimdir. Fonksiyonel olduğu kadar birer zanaat eseri olarak da değerlendirilebilecek bu makaslar, Osmanlı'daki el işçiliği ve metal sanatının inceliğini yansıtır (Can, 2024: 781-787). İstanbul-Çatalca'da yürütülen Alaiye Şehitliği kazılarında Osmanlı dönemine ait bir mezarda makas buluntusuna rastlanmıştır. Aynayla birlikte ele geçen bu makasın, dönemin günlük yaşam araçlarından biri olarak mezarlarda yer aldığı anlaşılmaktadır. Her ne kadar bu buluntunun malzemesi doğrudan belirtilmese de dönemin metal işçiliği bağlamında bakır veya alaşımlarının sık kullanılması, bu tür eserlerin bakırdan yapılmış olabileceğine işaret etmektedir (Asal vd., 2022: 137).

Bu çalışmada restorasyon ve konservasyon işlemleri gerçekleştirilecek olan eser, OS-24 kazı envanter numarasıyla kayıtlı bir makastır. Söz konusu obje, batıktan çıkan sikkeler ışığında muhtemelen 18. yüzyıl başlarına tarihlenmektedir (Öniz, 2019: 72,73).

5.6.1. Belgeleme

Restorasyon süreci, eserin detaylı şekilde belgelenmesiyle başlamıştır. Sualtı kazılarında ele geçen bu makas, çeşitli açılardan yüksek çözünürlüklü fotoğraflarla görsel olarak kayıt altına alınmıştır. Mikroskop altında yapılan incelemelerde, eserin yüzeyinde özellikle tutma kısmında yoğun bir kalker ve kekamoz tabakası tespit edilmiştir (Figür 27). Uç

kısmında çatlaklar, gövde ve tutma kısmında ise noksanlıklar ve yüzey dökülmeleri gözlemlenmiştir (Figür 28). Makasın kesme bıçakları ise eksiktir. Makasın uç kısmında bazı süslemelerin izleri de tespit edilmiştir. Görsel incelemeler sonucunda bakır klorür; paratakamit ($Cu_2(OH)_3Cl$), karbonatlar; malahit ($Cu_2(OH_2)CO_3$) ve azurit ($Cu_2(CO_3)_2(OH)_2 + H_2O$) korozyon ürünlerine rastlanmaktadır (Scott, 2002: 330-420; Yüceil, 2016: 51).

Fig. 27: Makasın yüzeyindeki yoğun taşlaşmış kalker tabakasından detay



Fig. 28: Makasın uç kısmındaki çatlaklar ve korozyon detayı



Fig. 29: OS-24, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli



5.6.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi

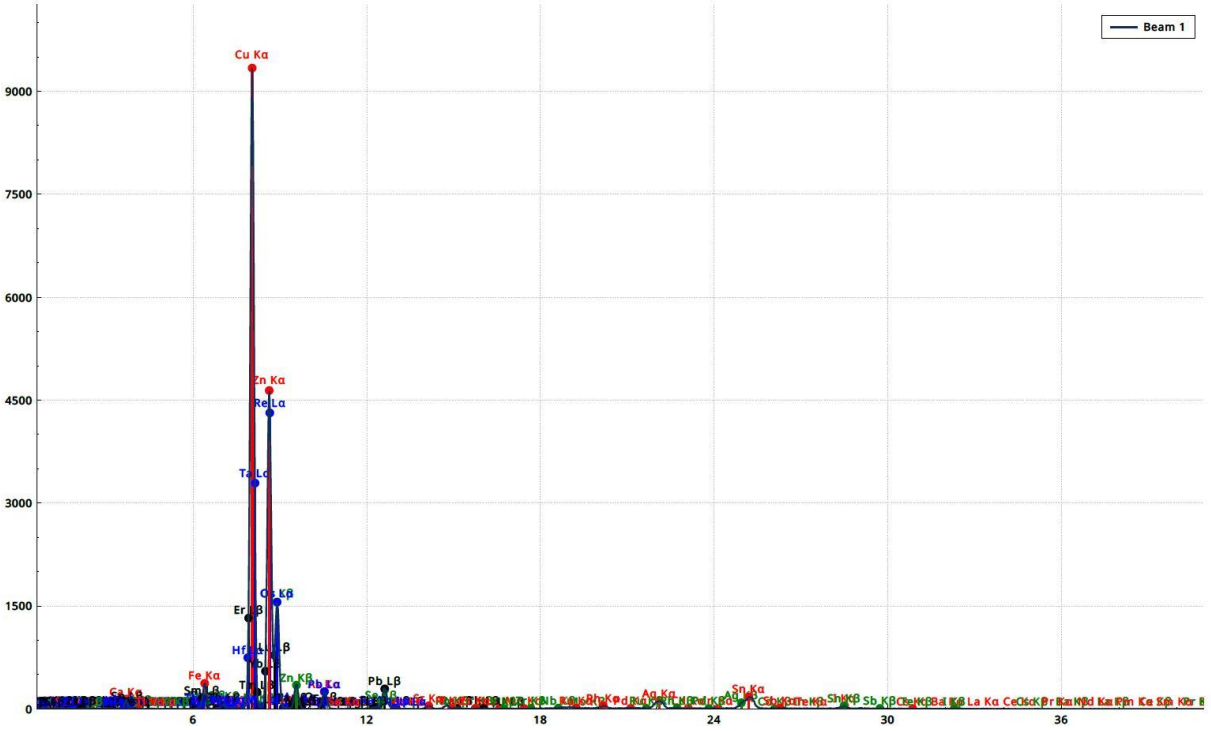
Eserin metalik yapısını, alaşım bileşenlerini ve müdahale gerektiren alanları belirlemek amacıyla XRF (X-ray Fluoresans) analizi gerçekleştirilmiştir (Figür 30). Bu non-destrüktif yöntem, eserin yüzeyine zarar vermeden hızlı ve güvenilir sonuçlar sağlamıştır. Elde edilen analiz bulguları, uygulamaların bilimsel verilere dayalı olarak planlanmasını sağlamıştır.

Fig. 30: OS-24, XRF Ölçüm Noktaları



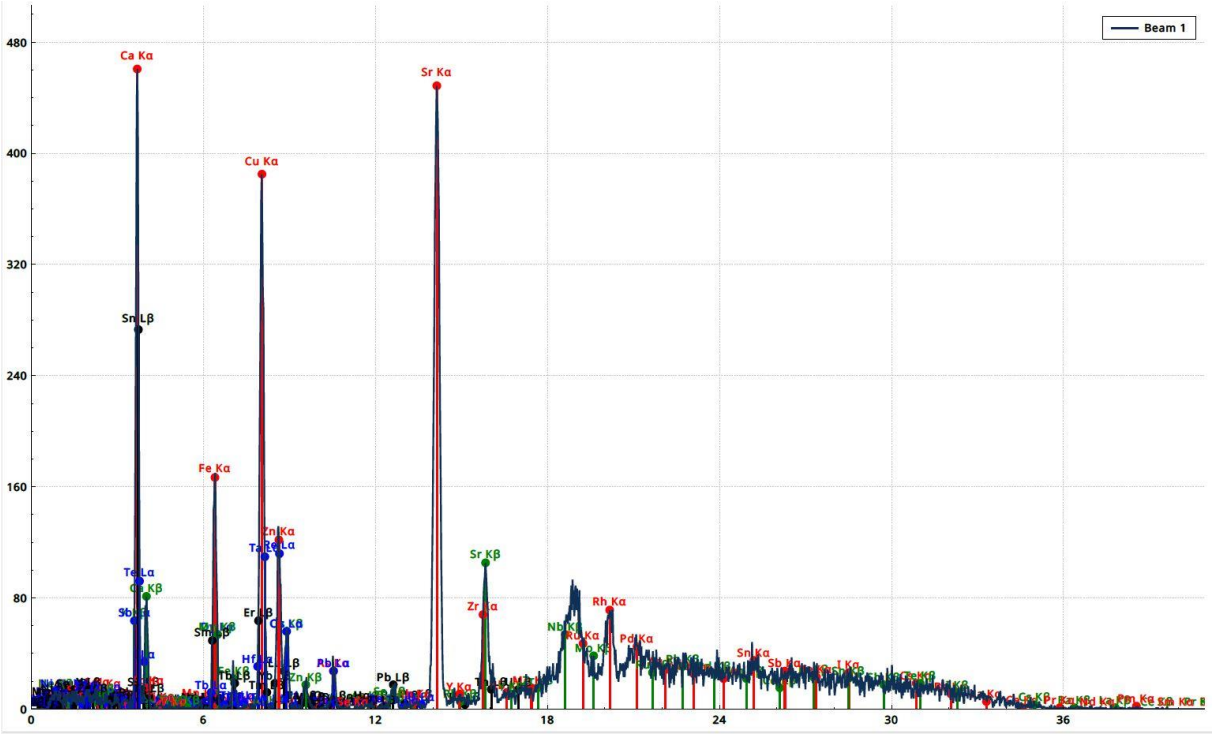
Tablo 13: OS-24, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	55.403	0.098
Zn	21.305	0.072
Fe	11.909	0.039
Pb	5.229	0.055
Sn	4.041	0.060
Ag	1.317	0.022
Sr	0.197	0.006
Sb	0.155	0.029
Ni	0.142	0.009
Ti	0.105	0.028
Bi	0.099	0.017



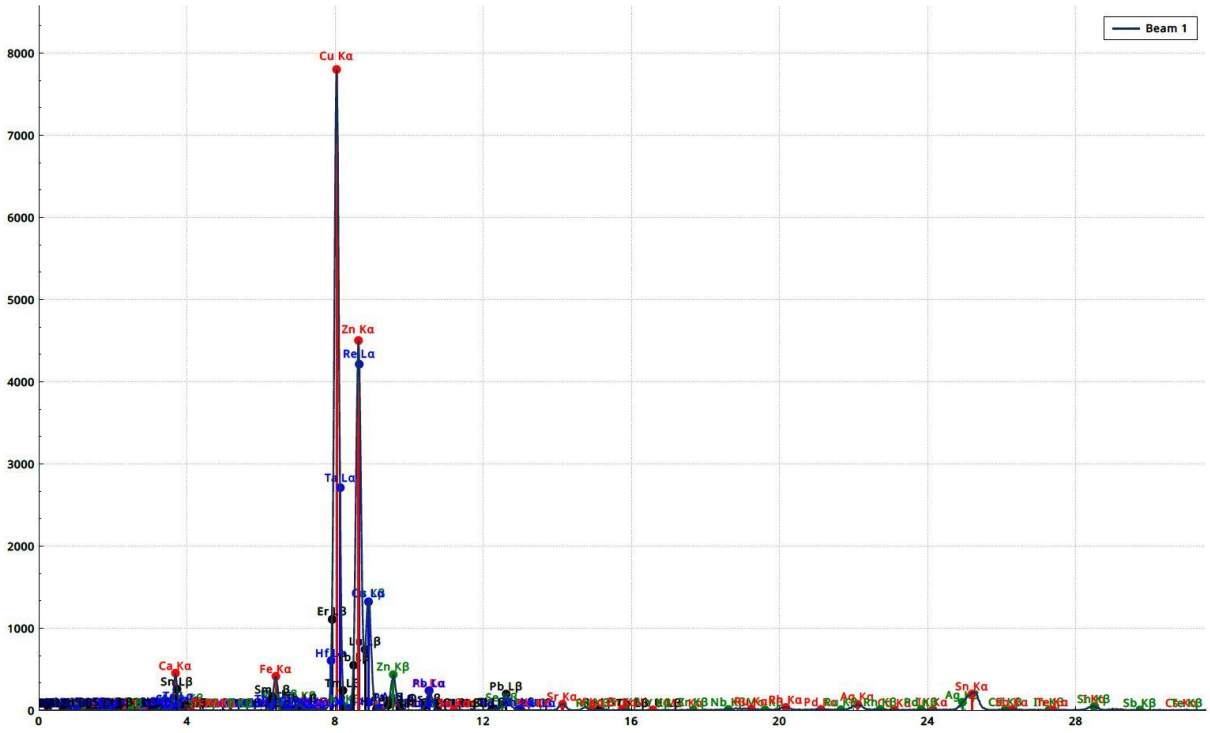
Tablo 14: OS-24, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	33.56	0.35
Fe	30.18	0.38
Sr	22.26	0.24
Zn	8.14	0.18
Pb	2.39	0.13
Ti	1.00	0.30
Zr	0.849	0.091
As	0.57	0.10
Mn	0.482	0.089
V	0.30	0.15
Br	0.266	0.090



Tablo 15: OS-24, 3 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	51.98	0.11
Zn	23.870	0.081
Fe	12.722	0.047
Sn	5.745	0.072
Pb	3.912	0.051
Ag	0.747	0.019
Sr	0.392	0.009
Sb	0.229	0.031
As	0.143	0.045
Ni	0.125	0.009
Bi	0.048	0.015



XRF analiz sonuçları, eserin büyük oranda bakır (Cu) bazlı bir alaşımdan imal edildiğini ortaya koymaktadır. Tüm analiz noktalarında Cu oranı %33 ile %55 arasında değişmektedir. Zn ve Sn elementlerinin varlığı, bu eserin pirinç veya bronz karakterli bir alaşım olduğunu düşündürmektedir. Özellikle 1. ve 3. Noktalarında yüksek Zn ve Sn oranları bu savı desteklemektedir. Fe oranının özellikle 2. noktada %30'a kadar çıkması, ya üretimde demirli bir bileşen kullanıldığını ya da bu alanın yoğun demir içeren korozyon ürünleriyle kaplandığını göstermektedir. Sr'nin 2. noktada oldukça yüksek (%22.26) çıkması, denizaltı ortamının izlerini taşımaktadır. Stronsiyum, deniz suyunda doğal olarak bulunur ve uzun süreli temas durumlarında yüzeyde birikebilir. Pb ve Ag elementlerinin düşük oranlarda da olsa varlığı, alaşımın özelliklerini iyileştirmek amacıyla veya ikincil katkı olarak eklendiklerini düşündürmektedir. Sb (antimon) ve Sn (kalay), bronz alaşımlarında sertliği arttırmak için kullanılmış olabilir.

Ti, Zr ve As gibi elementlerin yalnızca 1. ve 2. analiz noktasında tespit edilmesi, bu bölgedeki korozyon ya da yüzey kontaminasyonunun farklı olabileceğini göstermektedir. Bu durum, eserin yüzeyindeki çevresel etkilerin homojen olmadığını ve lokal kimyasal değişimlerin oluştuğunu göstermektedir.

Bu oranlara dayanarak eser, çinko ve demir katkılı bir bakır alaşımı olarak değerlendirilmiştir

5.6.3. Temizlik

Tuzdan arındırma süreci devam ederken, eserin yüzeyindeki kekamoz ve taşlaşmış kalker yapıların temizliği de başlatılmıştır. Bu amaçla, %50 etil alkol ve %50 saf sudan oluşan

çözelti ile yüzey yumuşatılmış, ardından bistüri ve dişçi motoru gibi mikromekanik aletlerle dikkatli temizlik uygulanmıştır.

Taşlaşmış kireç tabakalarının uzaklaştırılmasında ise daha etkili bir yöntem olarak mikro ölçekte kumlama tekniği kullanılmıştır (Figür 31). Bu uygulama, eserin detaylarına zarar vermeden yüzeysel temizlikte yüksek verim sağlamıştır.

Fig. 31: Makasın temizlik aşaması



5.6.4. Bütünleme

Makasın kollarını birleştiren mekanik aksamın kekamoz tabakasıyla kaplı olması nedeniyle ilk mekanik ve kimyasal temizlik işlemleri sonrasında parçalarına ayrılmıştır (Figür 32). Bu ayrılma hem kekamozun yapısal bağlantıyı zayıflatması hem de eserin mevcut durum analizinde deformasyon riskini azaltmak amacıyla kontrollü şekilde gerçekleştirilmiştir. Eserin kütlesel yapısı ve kullanım formu göz önünde bulundurularak, ayrılan bölümler epoksi reçine bazlı bir yapıştırıcı aracılığıyla yeniden birleştirilmiş ve özgün formlarına uygun şekilde sabitlenmiştir. Böylece hem yapısal bütünlük korunmuş hem de eserin sergilenebilirliği ve uzun süreli korunabilirliği sağlanmıştır.

Fig. 32: Makasın ayrılan parçaları



Fig. 33: OS-24, Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli



5.7. Metal Kap (Sahan Kapağı)

Osmanlı mutfağında hem form hem de malzeme çeşitliliği bakımından zengin kaplar kullanılmıştır. Kullanıldıkları malzemeye göre özellikle metal kaplar ön plandayken, bunun yanında pişmiş toprak, cam ve ahşap malzemeden üretilen kaplar da mevcuttur. Osmanlı saray mutfağında bakır kaplar; kazan, yuvarlak dövme helva tenceresi, kapaklı tencere, tava, fırın küreği ve maşa, büyük boy sini, ibrik ve leğen, tepsi, tabak, bakraç kazan, lenger, sefertası, kahve takımları, tas, güğüm, havan, kantar, kepçe ve kevgir gibi çeşitli formlarda karşımıza çıkmaktadır (Ak, 2007: 21). Tezde yer alan A0-63 envanter numaralı kapakta sahan kapağı olarak adlandırılmaktadır. 18 – 19. yy.'lara tarihlenen bu kapaklara Bitlis Etnografya Müzesi'nden 2005/1/E envanter numaralı kapağı ve Isparta Müzesi'nden 7.3.82 envanter numaralı örnekleri verebiliriz. (Kalay, 2018: 3; Ölmez ve Kılınç, 2015: 63).

5.7.1. Belgeleme

İncelenen eser, Osmanlı Dönemi'ne ait olduğu değerlendirilen bir bakır kapaktır. Geniş ağızlı ve yuvarlak formlu olan kapak, ince kabartma bir basamakla yukarıya doğru daralarak, düz bir daire formunda sonlanmaktadır. Üzerinde yer alan yuvarlak tutamak, özgün olarak biçimlendirilmiş olsa da günümüzde orta kısmı taşlaşmış kekamoz oluşumlarıyla birleşmiş ve bu nedenle orijinal formunu kaybetmiştir. Kapak üzerinde, uzun süreli sualtı etkisinin bir sonucu olarak demir ve bakır kökenli korozyon bozulmaları görülmektedir. Ayrıca yüzeyde, kalker birikimleri ve kekamoz oluşumları gibi çevresel etkilerle ilişkili tortular da mevcuttur.

Eserin belgelenmesi sürecinde, ilk olarak kapağın genel görünümü yüksek çözünürlüklü dijital fotoğraflar ve çok açılı çekimlerle kaydedilmiştir. Bu görsel belgeler, korozyon yoğunluğu, yüzeydeki organik kalıntılar, yapısal bütünlük ve potansiyel çatlak bölgelerin belirlenmesinde önemli bir kaynak oluşturmuştur. Ardından, kapağın ölçüleri alınmış ve ağırlığı tespit edilmiştir. Detaylı gözlemler sonucunda, eserin yüzeyinde hem metal korozyon ürünleri

hem de çevresel etkilerden kaynaklanan birikintilerle ilişkili farklı türde bozulmaların bulunduğu belirlenmiştir.

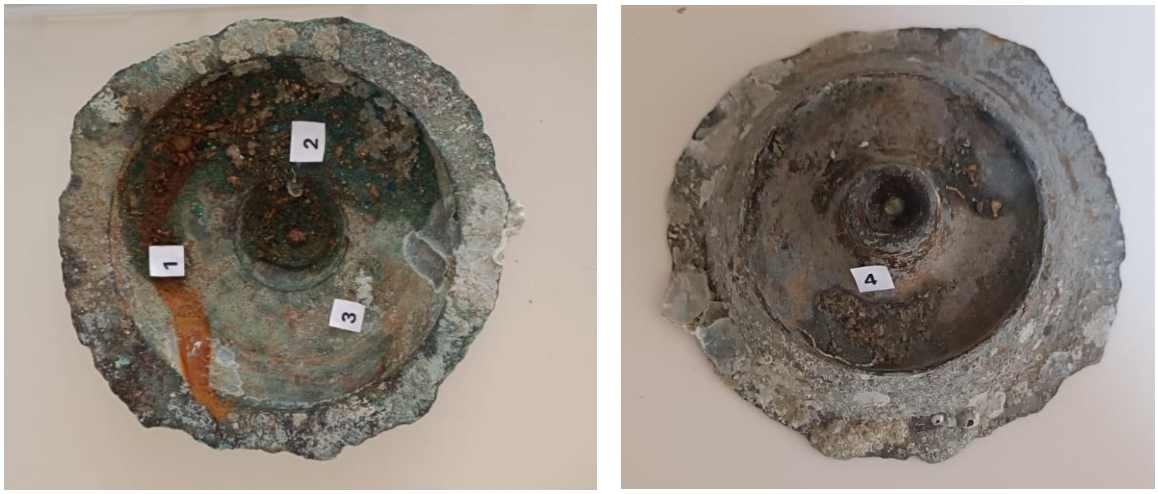
Fig. 34: AO-63, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli



5.7.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi

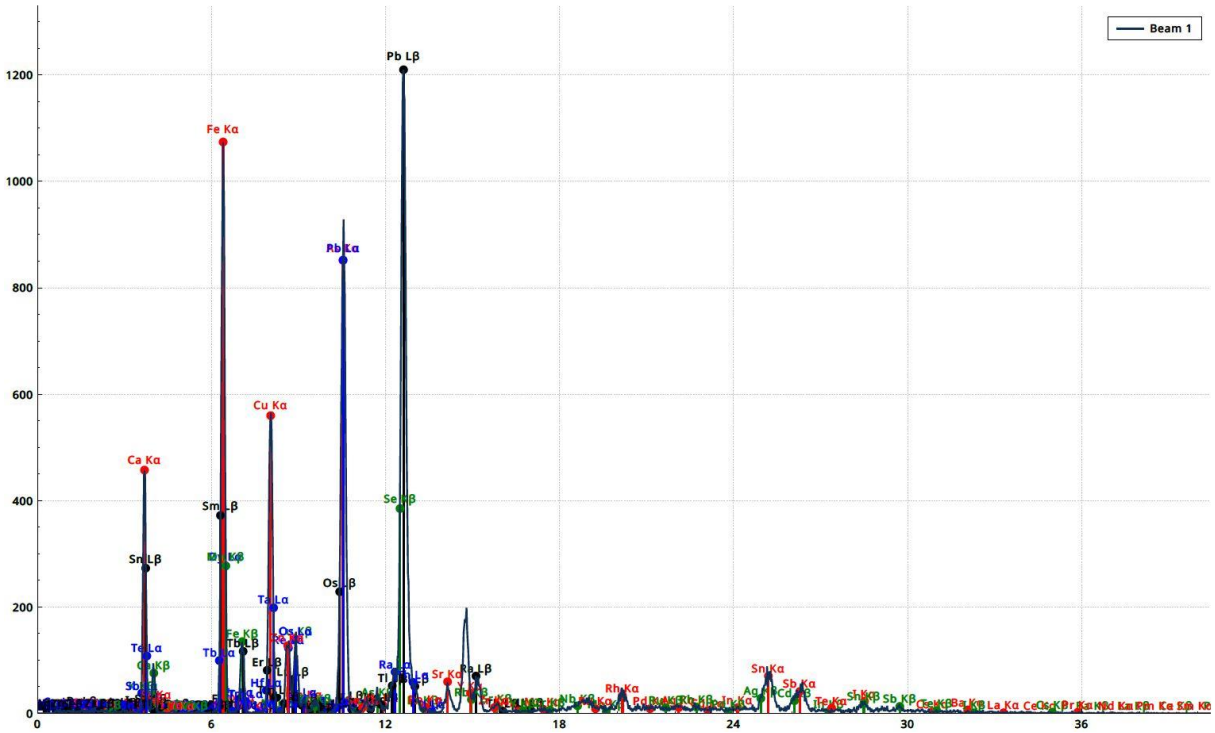
Eserin kimyasal yapısının korunması, eserin alaşım bileşenlerinin tespit edilmesi ve doğru müdahalelerin yapılması açısından XRF analizi yapılmıştır.

Fig. 35: AO-63, XRF Ölçüm Noktaları



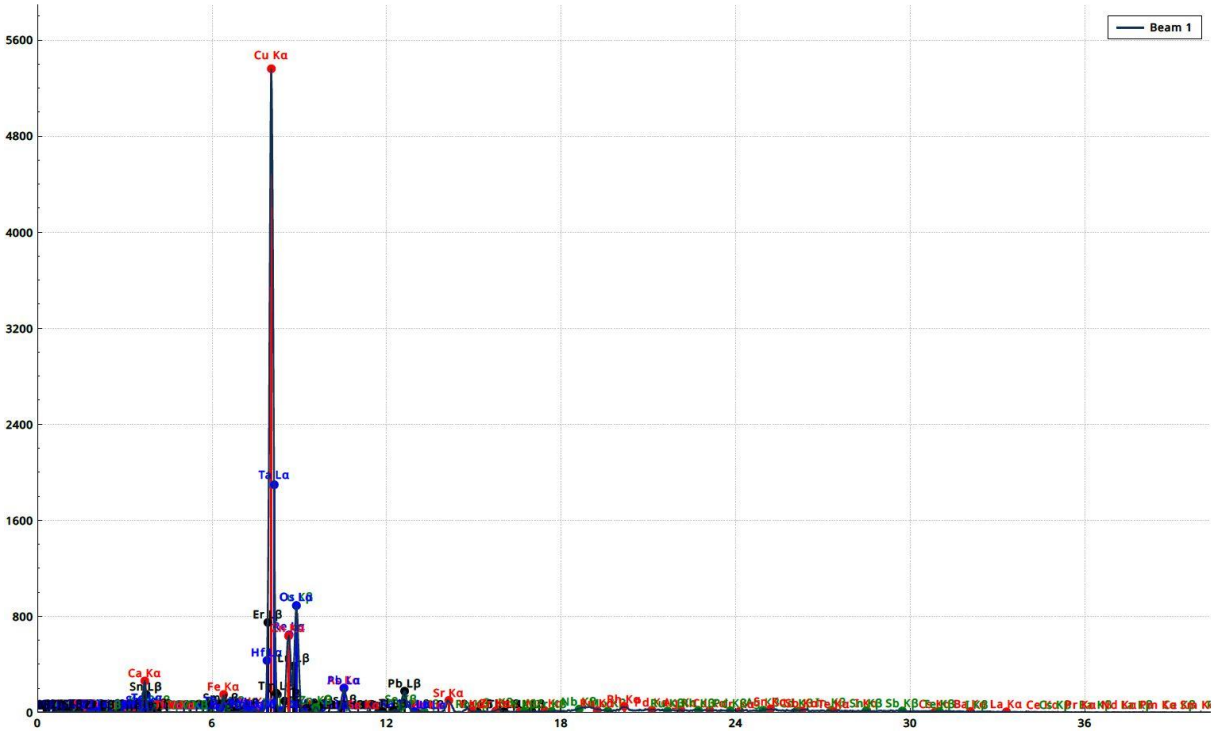
Tablo 1: AO-63, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Fe	43.95	0.23
Pb	35.27	0.16
Cu	10.42	0.12
Sn	3.747	0.091
Sb	3.02	0.11
Zn	2.177	0.050
Br	0.479	0.036
Bi	0.417	0.050
Sr	0.352	0.013
Ni	0.080	0.014
Rb	0.049	0.026



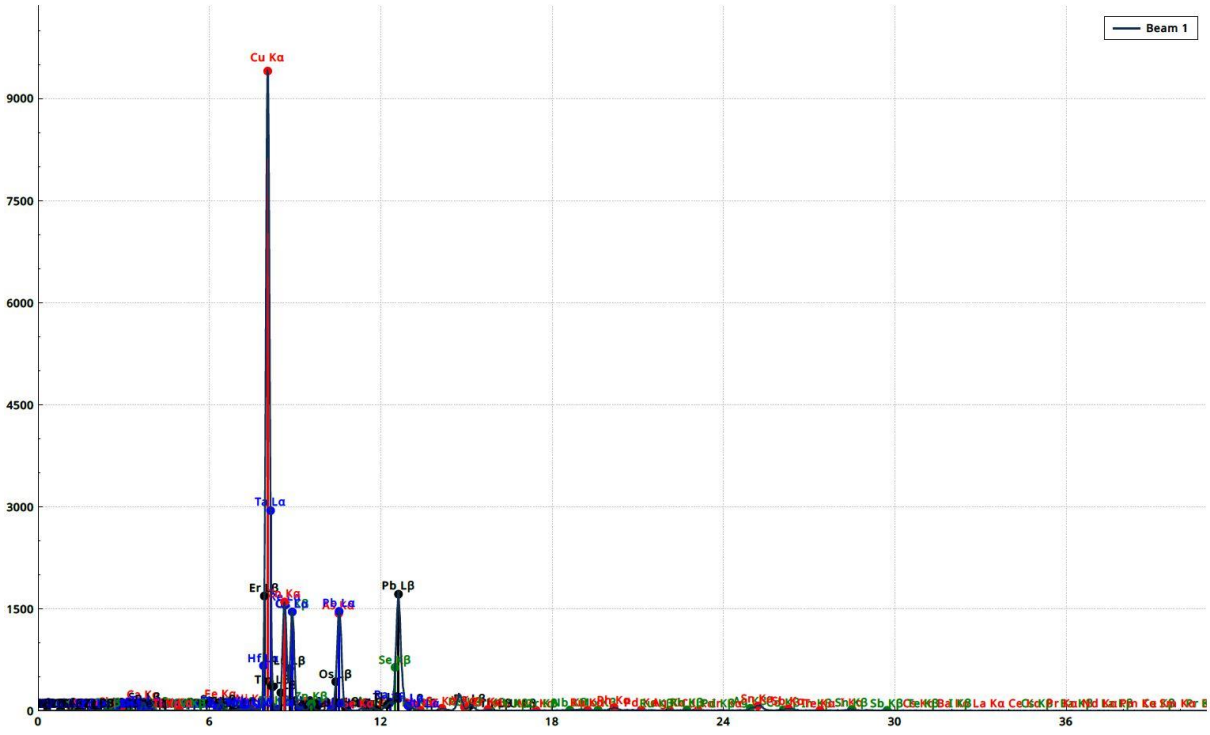
Tablo 2: AO-63, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	71.08	0.17
Fe	11.076	0.050
Pb	7.707	0.100
Zn	6.833	0.069
Sr	1.097	0.023
Sn	0.603	0.063
Sb	0.517	0.087
As	0.409	0.088
Ni	0.283	0.019
Br	0.229	0.039
Ti	0.110	0.043



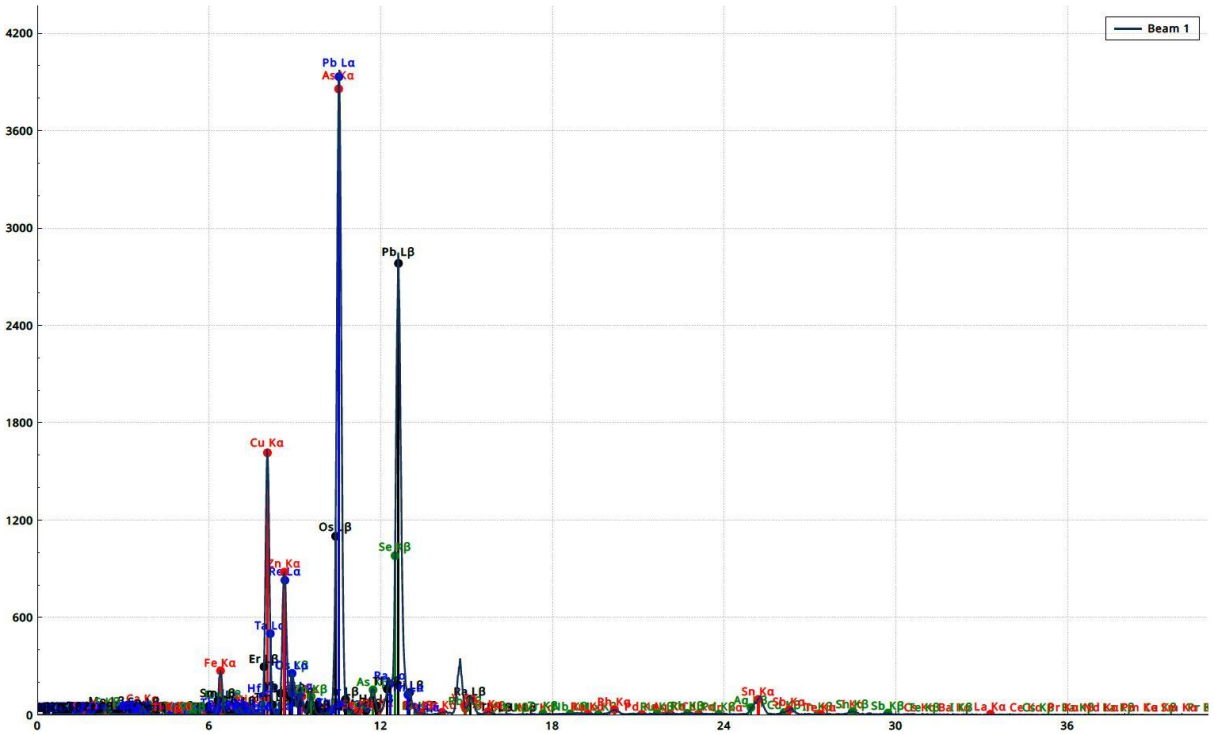
Tablo 3: AO-63, 3 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	50.58	0.11
Pb	28.192	0.097
Fe	10.378	0.033
Zn	6.816	0.046
Sn	1.900	0.042
Sb	0.829	0.040
Ni	0.340	0.014
Br	0.295	0.025
Bi	0.173	0.031
V	0.167	0.026
Sr	0.135	0.006



Tablo 4: AO-63, 4 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Pb	54.76	0.16
Fe	14.37	0.10
Cu	11.434	0.097
Zn	5.449	0.059
As	5.22	0.12
Sn	4.618	0.083
Sb	1.749	0.071
Bi	0.905	0.052
V	0.468	0.065
Ni	0.432	0.023
Ag	0.149	0.015



Yapılan XRF analizleri doğrultusunda, eserin dört farklı noktasından alınan örnekler karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, bakır (Cu) ve kurşun (Pb) temelli heterojen bir metal alaşımıyla karşılaşıldığı görülmektedir. 2. noktada yüksek Cu oranı (%71.08) orijinal metal yapıyı yansıtırken, 1. ve 4. noktalarda yüksek Pb (%35.27 ve %54.76) ve Fe (%43.95 ve %14.37) oranları gözlenmiştir; bu durum, sualtı ortamında oluşmuş olabilecek oksitlenme ve

kurşun birikimi gibi yüzey değişimlerine işaret etmektedir. 4. Noktadan tespit edilen As (%5.22) varlığı ise, çevresel kirlenme veya alaşımsal katkılara bağlı olarak değerlendirilmelidir. Diğer iz elementler çevresel etkilerden kaynaklı safsızlık ürünü olarak değerlendirilmiştir. Genel olarak eser, korozif çevresel koşullardan etkilenmiş, yüzeysel ve içsel element dağılımı farklılaşmış, özgün yapısına dair ipucu veren karma bir metal yapıya sahiptir. Bu oranlara dayanarak eser bakır alaşımı olarak değerlendirilmiştir.

5.7.3. Temizlik

Belgeleme sürecinin ardından, kap üzerinde gözlemlenen yoğun korozyon kalıntıları ile sualtı ortamına bağlı olarak gelişen biyolojik ve organik birikintilerin giderilmesi amacıyla temizlik aşamasına geçilmiştir. İlk aşamada, yüzeyde bulunan gevşek tortular ve biyolojik kalıntılar, yumuşak kıllı fırçalar ve distile su yardımıyla dikkatli bir şekilde uzaklaştırılmıştır.

Ardından, yüzeye yapışık durumda bulunan kekamoz tabakası, %50 oranında etil alkol ve %50 saf su karışımıyla yumuşatılmış ve mekanik temizlik işlemlerine geçilmiştir. Bu aşamada bistüri ve dişçi motoru gibi hassas temizlik araçları kullanılarak, tabakalar halinde dikkatli bir temizlik işlemi uygulanmıştır.

Özellikle klor içeren yeşil renkli korozyon ürünleri, mikroskop altında yapılan noktasal müdahalelerle tanımlanmış ve bistüri ile dental aletler kullanılarak uzaklaştırılmıştır. Eserin özgün yüzey dokusuna zarar verilmemesine özen gösterilmiştir.

Temizlik işlemi sonrasında eser kontrollü koşullarda kurutulmuş ve kısa süreli gözlem altına alınmıştır. Bu aşamanın tamamlanmasıyla birlikte eserin orijinal formu büyük ölçüde açığa çıkarılmış ve sonraki konservasyon aşamaları için sağlam bir zemin oluşturulmuştur.

Fig. 36: AO-63, Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli



5.8. Havan (?) Derici Muştası (?)

AS-03 envanter numaralı eserin Osmanlı Dönemi'ne ait bir derici muştası havan ya da ezici olduğu düşünülmektedir. Derici muştası; deriyi dövmek amacıyla kullanılan, üst kısmında tutma yeri bulunan ve alt kısmı yuvarlak formda olan bir alettir (Arıkan ve Akbulut, 2016: 133).

Her ne kadar akademik kaynaklarda görsel bir örneğine ulaşılamamış olsa da benzer bir örneğe bir müzayede sitesinde rastlanmıştır.[9]

5.8.1. Belgeleme

Eserin öncelikle konservasyon öncesi ve sonrası durumu detaylı fotoğraflar ile belgelenmiştir. Yukarı doğru daralan silindirik bir gövdeye sahiptir. Özellikle korozyon ve yüzey kirliliği gibi unsurlar detaylı olarak tespit edilmiştir. Görsel incelemeler sonucunda bakır oksit; kuprit (Cu_2O), bakır klorür; paratakamit ($Cu_2(OH)_3Cl$), karbonatlar; malahit ($Cu_2(OH_2)CO_3$) ve azurit ($Cu_2(CO_3)_2(OH)_2 + H_2O$) korozyon ürünlerine rastlanmıştır (Scott, 2002: 330-420; Yüceil, 2016: 51).

Fig. 37: AS-03, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli



5.8.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi

Eserin materyal bileşimini belirlemek amacıyla X-Işını Floresans (XRF) analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sayesinde eserin yüzeyinde ve derin katmanlarında bulunan elementler tespit edilmiş; özellikle korozyona neden olan klor, sülfür ve demir gibi elementlerin varlığı belirlenmiştir. XRF analiz sonuçları, eserin üretim teknolojisinin anlaşılmasına katkı sağlamış ve uygulanacak konservasyon yöntemlerinin seçiminde belirleyici olmuştur.

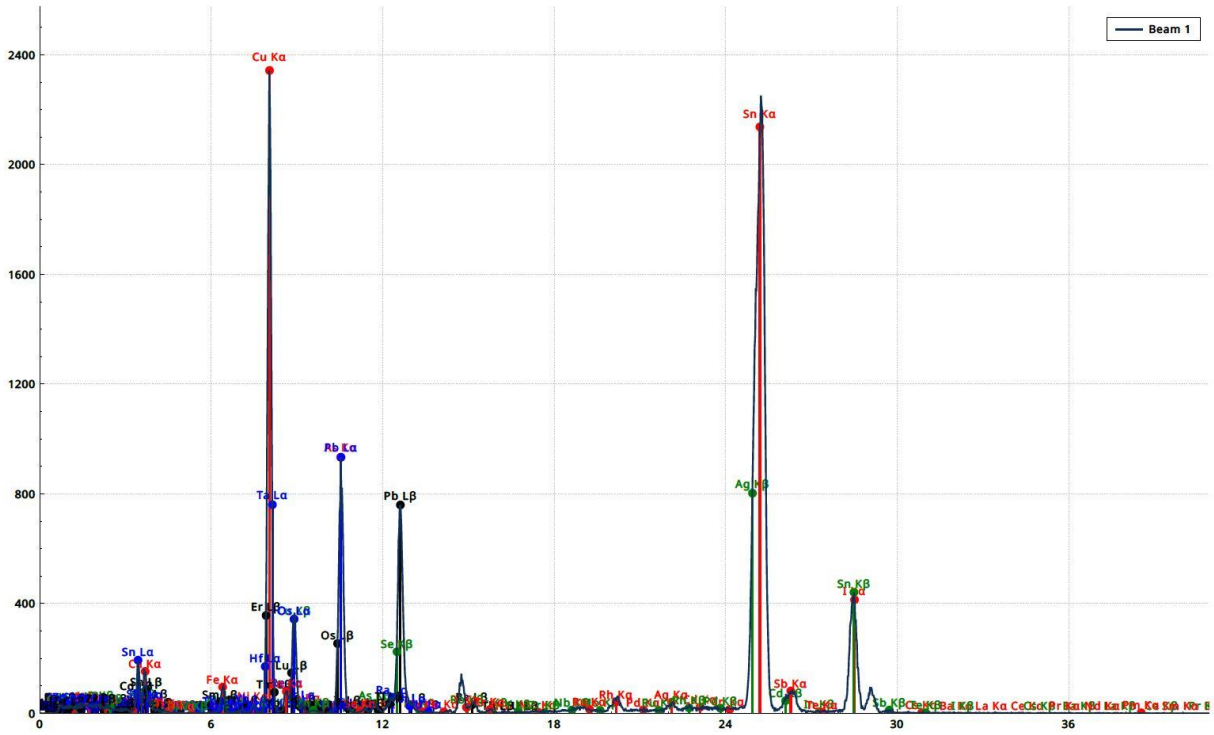
Fig. 38: AS-03 XRF Ölçüm Noktaları

[9] Muşta örneği için bkz: https://www.agahmuzayede.com/urun/6364955/osmanli-donemi-bronzdan-mamul-derici-mustasi-12-cm



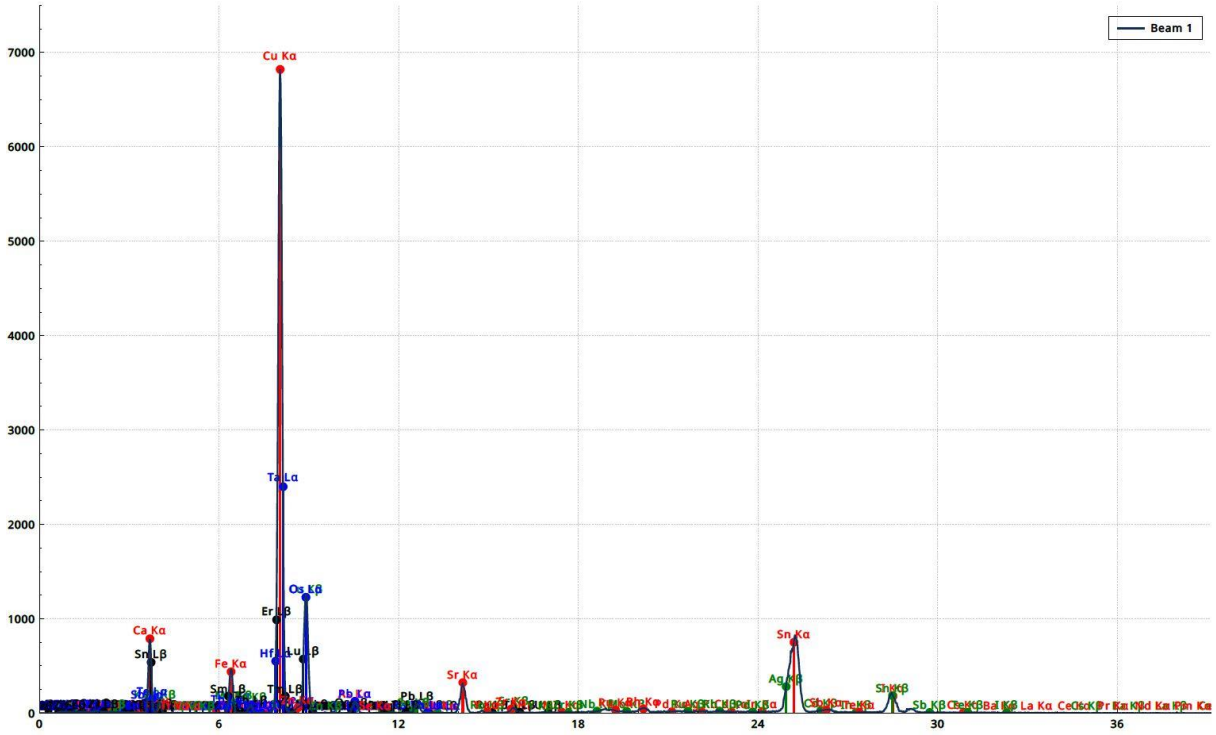
Tablo 20: AS-03, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Sn	61.64	0.13
Cu	17.006	0.098
Fe	11.512	0.065
Pb	5.364	0.050
Sb	2.975	0.067
Zn	0.502	0.018
As	0.317	0.042
Ni	0.306	0.017
Ag	0.162	0.010
Bi	0.108	0.015
Br	0.092	0.013



Tablo 21: AS-03, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	57.21	0.13
Sn	22.28	0.12
Fe	16.035	0.080
Pb	1.487	0.031
Sr	1.259	0.015
Sb	0.953	0.050
Zn	0.412	0.022
As	0.185	0.027
Br	0.072	0.013
Ni	0.043	0.011
Mn	0.029	0.012



2 ayrı noktadan analiz yapılmıştır. 2 numaralı analiz metalin ana yüzeyinden yapılmıştır. Analiz sonucuna göre, eserin yüksek oranda kalay (Sn, %22.28-%61.64) içerdiği, bakırın (Cu, %17.006-%57.21) ana alaşım bileşeni olarak kullanıldığı ve üretim sürecinde demir (Fe) gibi safsızlıkların mevcut olduğu görülmektedir. Analizde çıkan minör durumundaki elementlerin çok düşük oranda çıkması safsızlık ürünü elementler olarak değerlendirilmiştir. Bu oranlara dayanarak eser bakır alaşımı olarak değerlendirilmiştir.

5.8.3. Temizlik

Eserde gözlemlenen kekamoz ve sertleşmiş korozyon tabakalarının uzaklaştırılması amacıyla mekanik temizlik işlemleri uygulanmıştır (Figür 39). İlk aşamada, bu tabakaların yumuşatılması için %50 oranında etil alkol ve %50 oranında saf sudan oluşan çözelti yüzeye uygulanmıştır. Ancak bu yöntemle giderilemeyen inatçı ve sertleşmiş bölgeler için, %3, %5 ve %10 oranlarında hazırlanan formik asit çözeltileriyle lokal temizlik uygulamaları yapılmıştır. Formik asit müdahaleleri, mikroskop altında dikkatli ve sınırlı alanlara uygulanmış; yüzeyin metalik yapısına zarar verilmemesi için işlem kontrollü şekilde yürütülmüştür. Asit uygulamalarının ardından, olası kalıntıların giderilmesi için eser saf su banyolarına alınarak nötralizasyon sağlanmıştır.

Fig. 39: Sertleşmiş korozyon tabakası

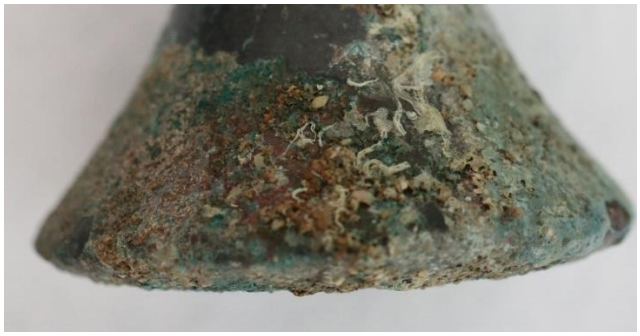


Fig. 40: AS-03, Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli



5.9. Bilezik

Osmanlı Dönemi'nde altın bilezikler, özellikle saray çevresi ve varlıklı şehirli kadınlar arasında sosyal statünün, zenginliğin ve estetik beğeninin göstergesi olarak önemli bir yere sahipti. Altın hem değerli olması hem de kolay işlenebilmesi nedeniyle dönemin kuyumculuk sanatında yaygın olarak kullanılmıştır (Çalış ve Erk, 2020 :142). Bu bileziklerde sıklıkla görülen teknikler arasında telkâri, ajur (açma işçiliği), mineleme ve kakma yer almaktadır. Süslemelerde bitkisel rumiler, çintemani gibi klasik Osmanlı motiflerinin yanı sıra tuğra ya da dua içeren hat işçiliği de dikkat çeker. Topkapı Sarayı koleksiyonunda bu türden çok sayıda örneğe rastlanmaktadır (Bozcu, 2010: 62, 151)

Bu çalışmada restorasyon ve konservasyon işlemleri gerçekleştirilecek olan eser, ATB2019-26 kazı envanter numarasıyla kayıtlı bir bileziktir. Söz konusu obje, batıktan çıkan sikkeler ışığında muhtemelen 18. yüzyıl başlarına tarihlenmektedir (Öniz, 2019: 72,73).

5.9.1. Belgeleme

İlk aşamada, eserin fotoğraflarla detaylı biçimde belgelenmesi sağlanmıştır. Sualtından çıkan eserin yüzeyinde bölgesel olarak yoğun kekamoz ve sertleşmiş kalker tabakası bulunmaktadır (Figür 41). Konservasyon öncesinde 28,6 gr olan eserin ağırlığı, işlem sonrasında 26,5 gr olarak ölçülmüştür.

Fig. 41: Bileziğin yüzeyindeki bozulmalardan detay



Fig. 42: ATB2019-26, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli



5.9.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi

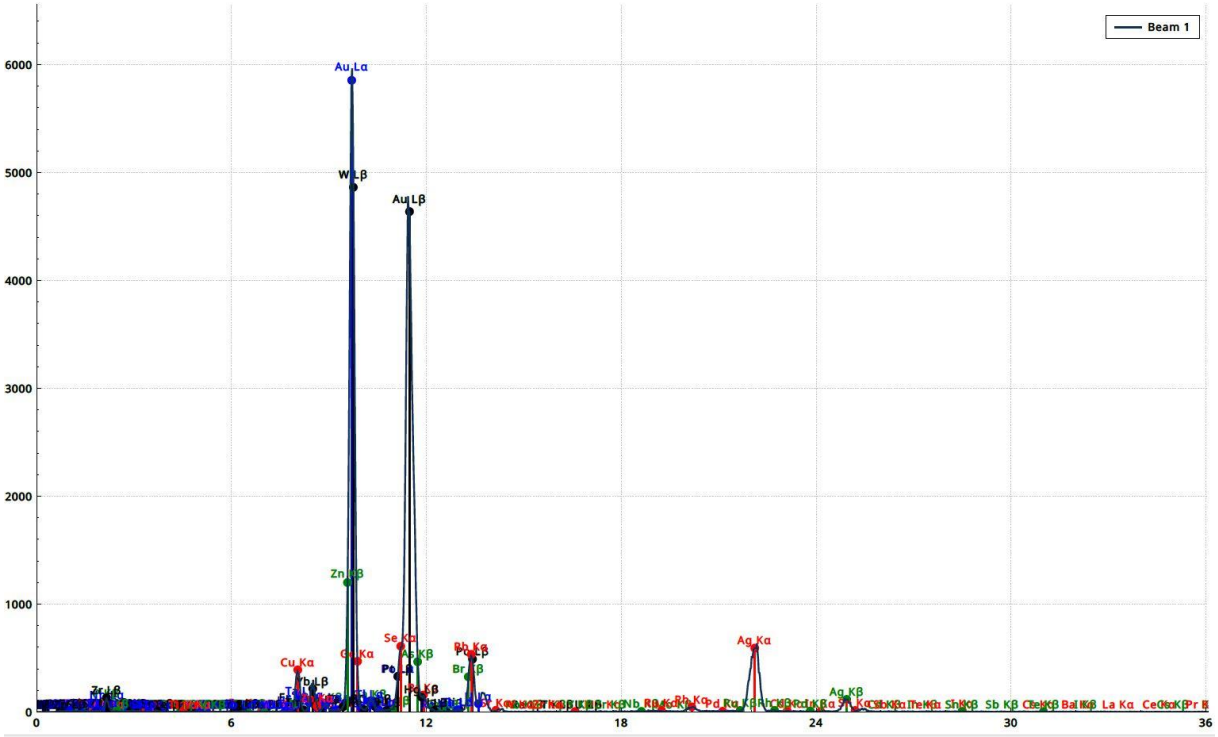
Eserin hangi metal alaşımlarından oluştuğunu anlamak buna göre bir restorasyon süreci hazırlamak için XRF analizi yapılmıştır.

Fig. 43: ATB2019-26, XRF Ölçüm Noktaları



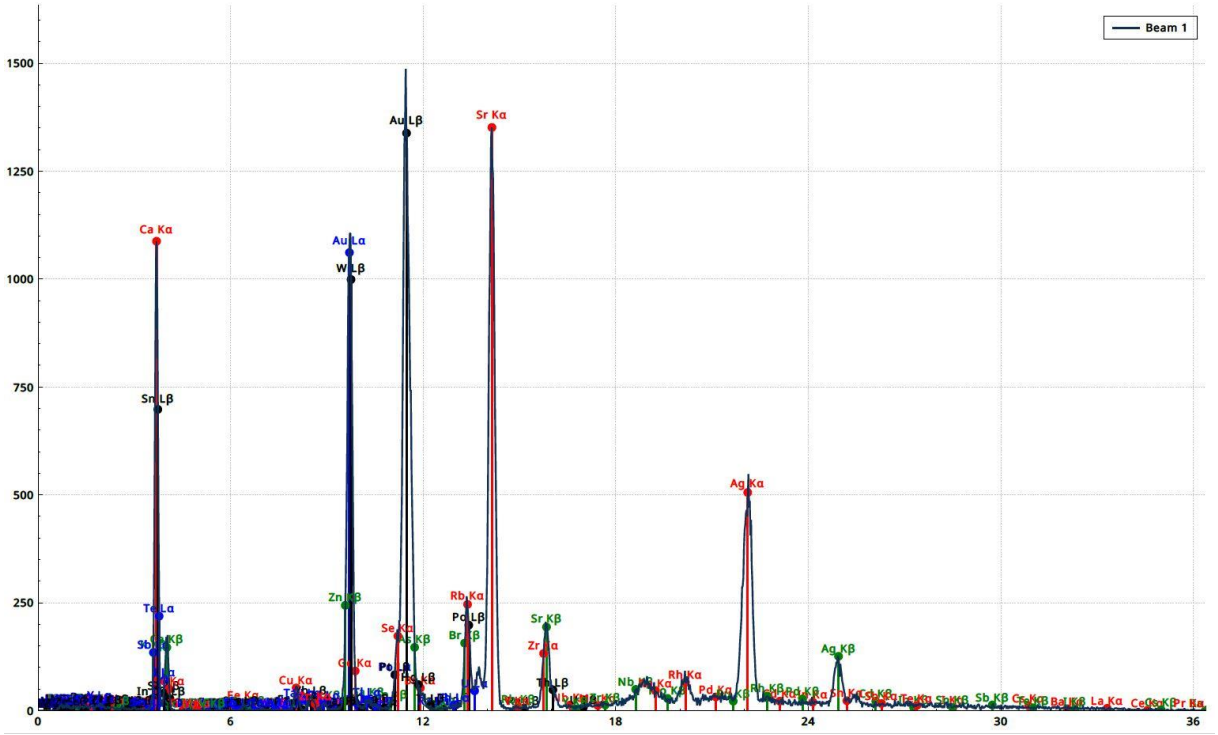
Tablo 22: ATB2019-26, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Au	76.91	0.13
Ag	10.384	0.069
Fe	9.258	0.022
Cu	2.750	0.035
Rb	0.25	0.11
Sn	0.137	0.035
Sb	0.121	0.029
Mn	0.055	0.020
V	0.042	0.041
Pb	0.037	0.011
Sr	0.031	0.009



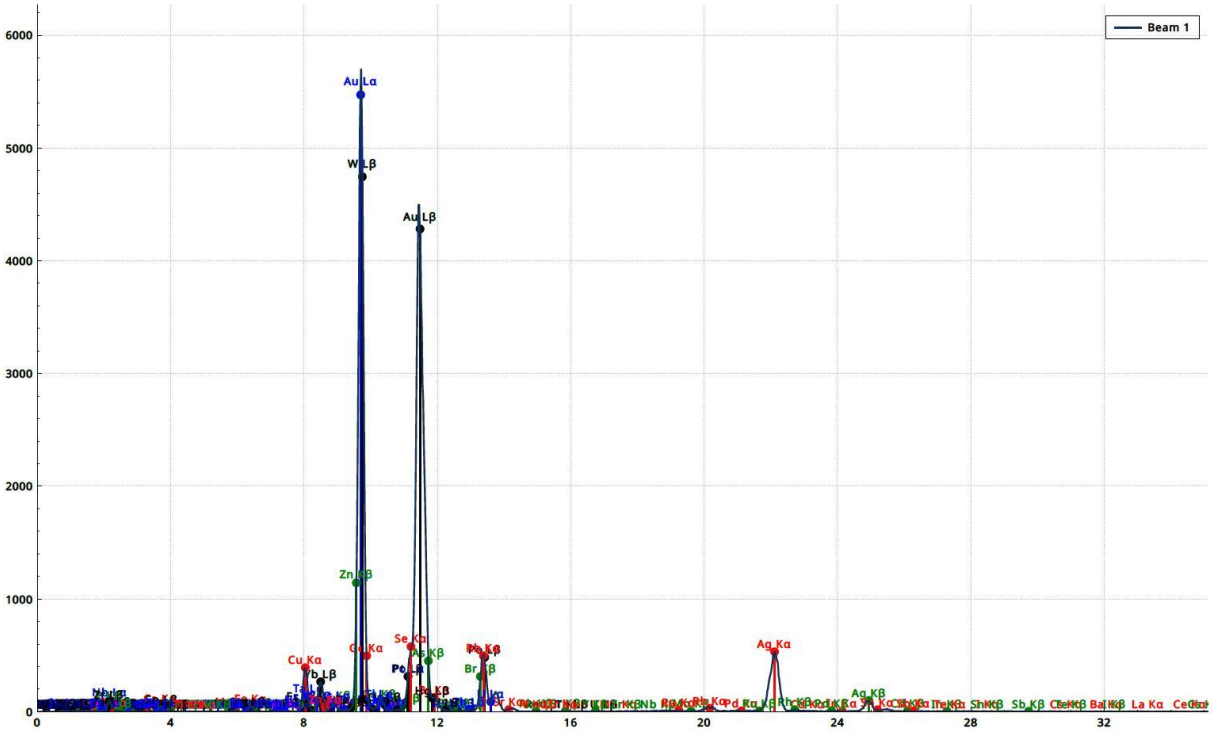
Tablo 23: ATB2019-26, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Au	49.36	0.20
Ag	19.68	0.15
Sr	15.89	0.10
Fe	9.616	0.050
Zn	1.813	0.043
Rb	1.80	0.15
Cu	1.047	0.032
Ni	0.337	0.012
Ru	0.157	0.048
Ti	0.13	0.12
Pb	0.073	0.021



Tablo 24: ATB2019-26, 3 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Au	76.94	0.14
Fe	10.025	0.041
Ag	8.961	0.066
Cu	2.921	0.037
Rb	0.46	0.11
Mn	0.332	0.031
Sb	0.128	0.028
Sr	0.104	0.010
V	0.069	0.043
Pb	0.044	0.012
Ni	0.023	0.009



Altın bilezikten elde edilen XRF verileri, eserin yüksek saflıkta altın içerdiğini göstermektedir (Nokta 1: %76.91, Nokta 3: %76.94). Ancak Nokta 2'de altın oranı %49.36'ya kadar düşmekte, buna karşılık gümüş (%19.68) ve özellikle stronsiyum (%15.89) oranı dikkate değer seviyede

artmaktadır. Bu varyasyon, eserin sualtı ortamında uzun süre kalmasının metal yüzeyinde kimyasal değişimlere ve iyon göçlerine neden olduğunu göstermektedir.

Stronsiyumun bu denli yüksek oranda sadece bir bölgede tespit edilmesi, bölgesel korozyon ürünlerinin mineralize yüzeylerde birikmesiyle açıklanabilir. Yine demir (Fe) oranlarının tüm noktalarda yüksek olması (%9–10), çevresel demir kaynaklı kontaminasyon ya da bileziğin başka bir demir içerikli eserle temas etmiş olabileceğine işaret eder.

Gümüş (Ag) oranı, altın alaşımlarının geleneksel sertleştirme bileşeni olarak Osmanlı mücevheratında yaygındır. Bakır (Cu) ise hem alaşımı sertleştirmek hem de döküm kolaylığı sağlamak amacıyla kullanılmış olabilir. Eserdeki antimon (Sb), kalay (Sn), nikel (Ni) ve rutenyum (Ru) gibi elementler, zanaatkâr üretiminde kullanılan cevherin iz safsızlıkları olarak değerlendirilebilir.

XRF analizine göre bilezikte genellikle yüksek oranda altın vardır, ancak bazı bölgelerde altın oranı düşüp gümüş oranı artmaktadır. Bu yüzden eser, altın ve gümüş karışımı bir alaşımdır.

5.9.3. Temizlik

Belgeleme sürecinin ardından, kap üzerinde gözlemlenen yoğun korozyon kalıntıları ve sualtı ortamından kaynaklı biyolojik kalıntıların uzaklaştırılması amacıyla temizlik aşamasına geçilmiştir. İlk aşamada, kap üzerindeki gevşek tortular ve yüzeydeki biyolojik kalıntılar, yumuşak kıllı fırçalar ve distile su kullanılarak dikkatli bir şekilde uzaklaştırılmıştır. Eserin yüzeyinde bulunan kekamoz yapı %50 alkol ve %50 saf su kullanılarak yumuşatılmış ve mekanik yöntemlerle (bistüri ve dişçi motoru) hassas temizliği yapılmıştır.

Fig. 44: ATB2019-26, Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli



5.10. METAL KAP

Osmanlı mutfağı, yalnızca zengin yemek çeşitliliğiyle değil, aynı zamanda mutfak kapları ve pişirme eşyalarıyla da dikkat çeken zengin bir kültürel yapıdır. Saraydan halk evine kadar geniş bir sosyal spektruma yayılan bu kaplar; üretildikleri malzeme, kullanım amaçları ve

süslemeleriyle hem işlevsel hem de estetik değer taşımaktadır. Tunç, bakır, pirinç, çini, seramik ve toprak gibi malzemelerden üretilen tencere, kazan, tabak, güğüm, ibrik ve kepçe gibi eşyalar; dövme, döküm, kalıba dökme veya çarkta şekillendirme teknikleriyle imal edilmiştir. Özellikle bakır kaplar hem dayanıklı hem de ısıyı eşit dağıtma özellikleri nedeniyle tercih edilmiş; ancak zehirlenmeyi önlemek için kalaylanmaları zorunlu olmuştur. Söz konusu kapların üzerindeki Osmanlıca yazılar, ayetler, mühürler ya da çeşitli motifler hem sahiplik ifadesi hem de estetik bir bezeme unsuru olarak değerlendirilmiştir. Günümüzde arkeolojik kazılarda özellikle saray mutfakları, hanlar ve kervansaraylar gibi alanlardan çıkan örnekler, Osmanlı toplumunun günlük yaşam pratiklerine, temizlik alışkanlıklarına ve toplumsal hiyerarşisine dair önemli bilgiler sunmaktadır.

5.10.1. Belgeleme

Restorasyon süreci, eserin ayrıntılı olarak belgelenmesiyle başlatılmıştır. Eserin çeşitli açılardan yüksek çözünürlüklü dijital fotoğrafları çekilerek, mevcut durumu kapsamlı biçimde kayıt altına alınmıştır. Kap formundaki bu eser, dışbükey bir tabana ve dışa dönük bir ağza sahiptir. Gövdenin orta noktasında yer alan omphalos (göbek çıkıntısı) etrafında bazı eksiklikler tespit edilmiştir (Figür 45).

Fig. 45: Göbek çıkıntısının etrafındaki noksanlıklardan detay



Eserin yüzeyinde homojen bir patina tabakası bulunmamaktadır. Yapılan görsel ve mikroskobik incelemeler sonucunda; malachite ($Cu_2(OH)_2CO_3$), paratacamite ($Cu_2(OH)_3Cl$), cuprite (Cu_2O), atacamite ($Cu_2(OH)_3Cl$) ve azurite ($Cu_3(CO_3)_2(OH)_2 \cdot H_2O$) korozyon ürünlerine rastlanmıştır. Yüzeydeki korozyon yapılarının bazik karakterde olduğu ve eserin ana metalinin kötü durumda bulunduğu değerlendirilmiştir.

Fig. 46: AO-91, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli



5.10.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi

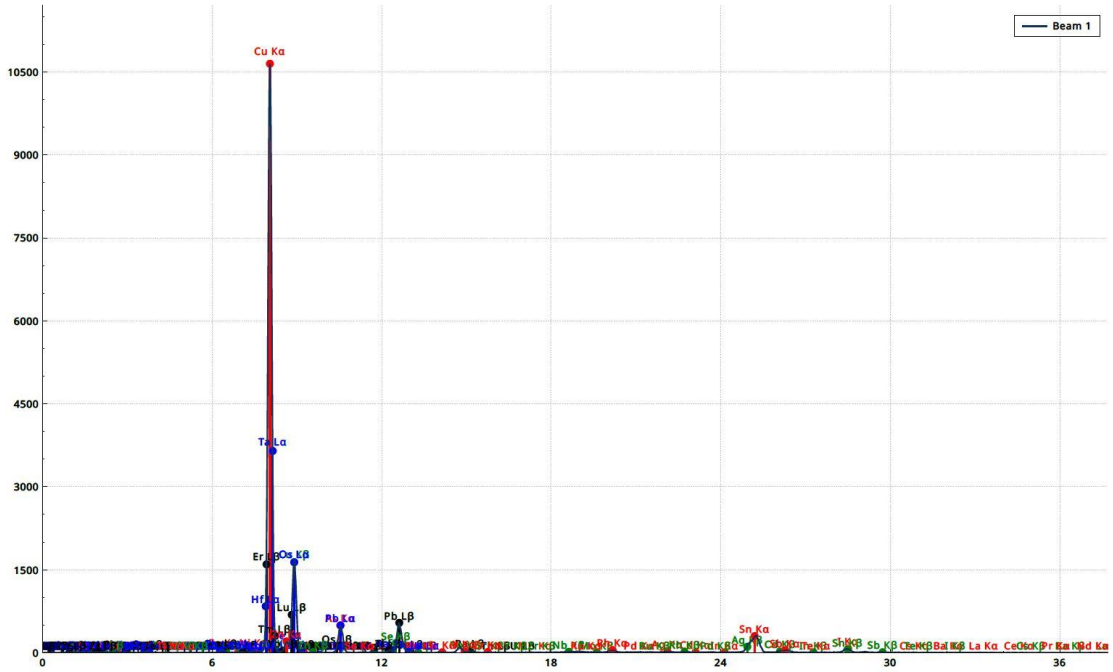
Metal bileşimini ve alaşım özelliklerini tespit etmek ve müdahale yöntemlerini belirlemek amacıyla XRF (X-ray Fluoresans) analizi yapılmıştır. Bu analiz, eserin restorasyon-konservasyon sürecinin bilimsel temele dayandırılmasını sağlamıştır.

Fig. 47: AO-91, XRF Ölçüm Noktaları



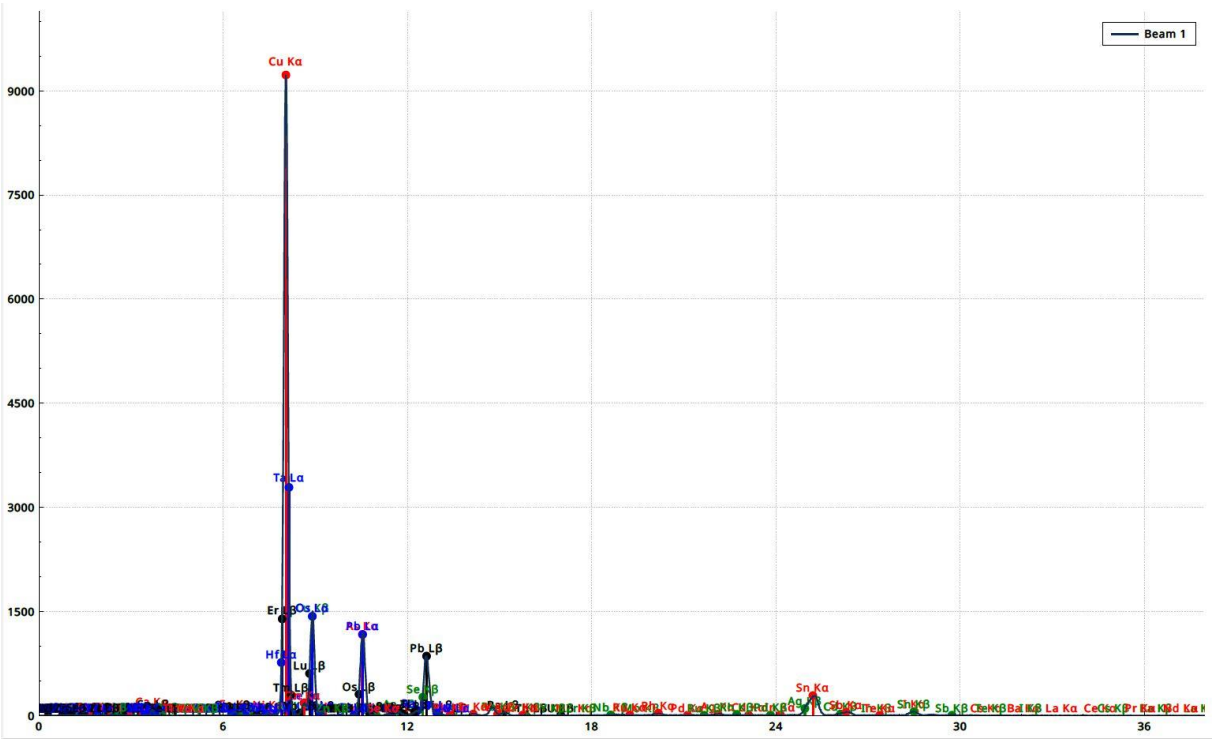
Tablo 25: AO-91, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	69.70	0.11
Pb	9.960	0.072
Fe	9.522	0.022
Sn	7.982	0.081
Sb	1.334	0.050
Zn	0.833	0.024
Ni	0.318	0.015
Bi	0.146	0.022
Ag	0.126	0.013
Sr	0.049	0.004
Zr	0.009	0.003



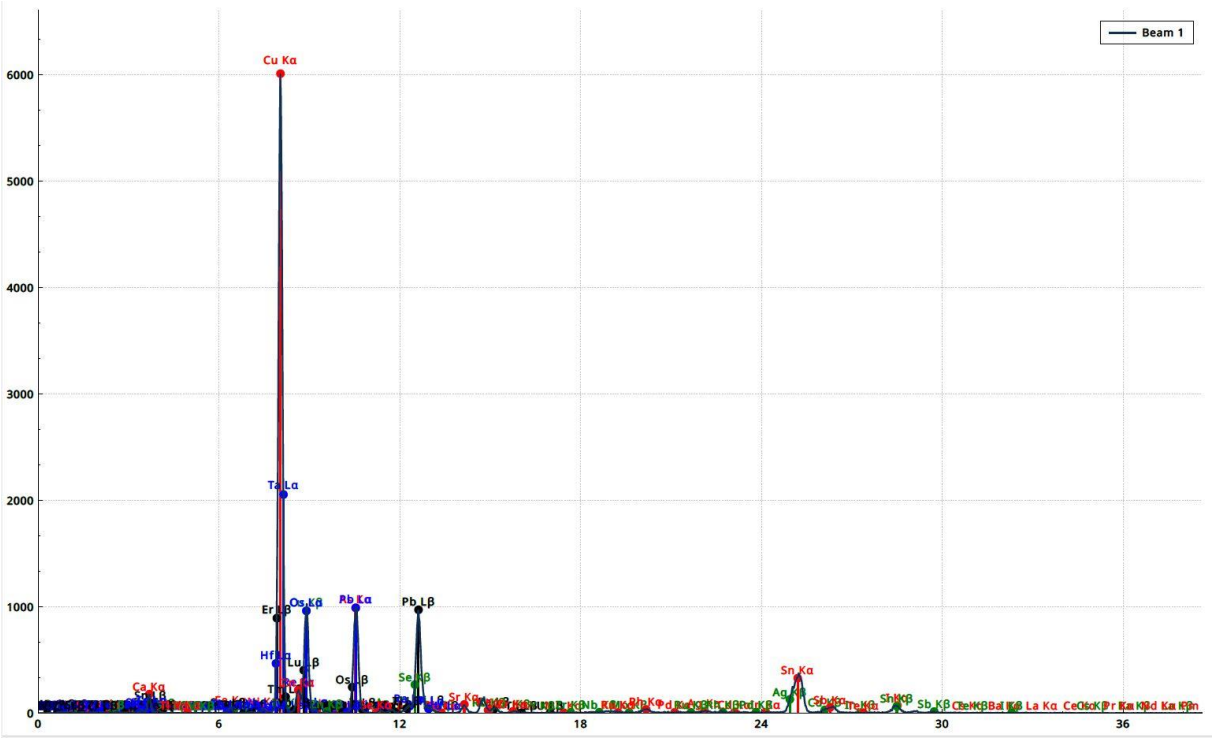
Tablo 26: AO-91, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	60.43	0.13
Pb	16.187	0.087
Fe	9.658	0.026
Sn	8.354	0.083
As	2.023	0.078
Sb	1.834	0.056
Zn	0.782	0.023
Ni	0.241	0.014
Ag	0.233	0.012
Sr	0.125	0.005
Bi	0.112	0.026



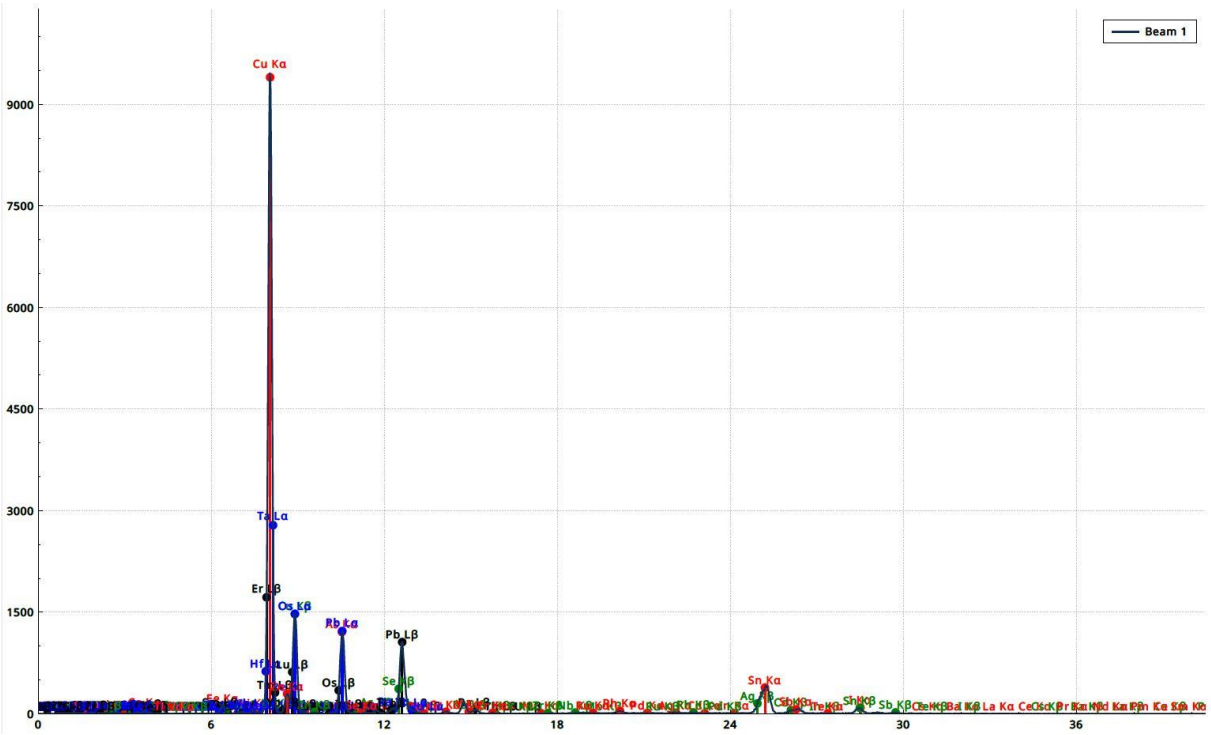
Tablo 27: AO-91, 3 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	51.18	0.14
Pb	19.53	0.10
Sn	13.63	0.12
Fe	9.848	0.036
Sb	2.668	0.076
Zn	1.496	0.032
Bi	0.411	0.033
Ni	0.409	0.020
Sr	0.355	0.010
Ag	0.233	0.016
Br	0.166	0.025



Tablo 28: AO-91, 4 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	57.11	0.12
Pb	16.649	0.083
Sn	10.467	0.087
Fe	10.395	0.035
Sb	2.281	0.058
Zn	1.405	0.026
As	0.669	0.074
Ni	0.390	0.016
Bi	0.269	0.026
Ag	0.170	0.011
Sr	0.114	0.005



Sualtından çıkarılan metal eserin yüzeyinden alınan dört farklı noktadaki XRF analiz sonuçları, eserin ana bileşeninin yüksek oranda bakır (Cu) olduğunu göstermektedir; bakır oranı %51,18 ile %69,70 arasında değişmektedir. Kurşun (Pb) içeriği %9,96 ile %19,53, kalay (Sn) oranı ise %7,98 ile %13,63 arasında ölçülmüş olup, bu veriler eserin kurşun bronz (lead bronze) alaşımı ile üretildiğine işaret etmektedir. Demir (Fe) yaklaşık %9,5–10,4 aralığında sabit bir dağılım gösterirken, antimon (Sb) %1,33–2,66, çinko (Zn) %0,78–1,49 ve nikel (Ni) %0,24–0,41 oranlarında tespit edilmiştir. Ayrıca bazı noktalarda arsenik (As), bizmut (Bi), gümüş (Ag), stronsiyum (Sr) ve brom (Br) gibi elementlere iz miktarda rastlanmıştır. Bu elementlerin varlığı hem alaşımın üretim teknolojisini hem de sualtı koşullarının kimyasal etkilerini yansıtmaktadır. Özellikle bakır oranının yüzeyden yüzeye azalması ve kurşun ile kalay oranlarının artış göstermesi, korozyon ürünlerinin ve deniz altı çevresel etkilerin bileşim üzerinde farklılık yarattığını göstermektedir. Bu oranlara göre eser, bakır alaşımı olarak değerlendirilmiştir.

5.10.3. Temizlik

Eserin yüzeyinde gözlemlenen kekamoz ve korozyon yapıları, %50 etil alkol ve %50 saf sudan oluşan çözeltiyle yumuşatılmış; ardından bistüri ve dişçi motoru gibi mikromekanik araçlarla yüzeysel temizlik gerçekleştirilmiştir. Bu işlem, özellikle eser dokusuna zarar vermeden, gevşek ve aktif korozyon katmanlarının uzaklaştırılmasına olanak sağlamıştır.

Fig. 48: AO-91, Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli



5.11. Divit (Metal obje)

Divit, Osmanlı yazı kültürünün vazgeçilmez unsurlarından biri olup, içerisinde mürekkep barındıran hokka bölümünü de içeren çok işlevli bir yazı aracıdır. Kalemlik (kalemdan), yazı için kullanılan kalemlerin taşındığı ve korunduğu bir muhafaza iken, divit bu kalemliğe entegre edilmiş mürekkep haznesiyle bütünleşmiş bir yazım gerecidir (Subaşı, 1997: 31; Acar, 1999: 63).

Divitler genel olarak dikdörtgen veya dairesel kesitli kalemliklerden oluşur. Daire kesitli kalemliklerde hokka, genellikle dibinden vidalanarak monte edilirken, dikdörtgen kesitli örneklerde hokka gövdeye perçinlenmek suretiyle sabitlenmiştir (Barboros, 2023: 104; İbrahim, 2024: 163). Hokkalar çoğunlukla tek haznelidir ve özellikle is mürekkebi için tasarlanmıştır (Çetinkaya, 2021: 66, 67). Ancak bazı divitlerde hokka ya ortadan bölünerek iki farklı mürekkep haznesi oluşturulmuş ya da tamamen ayrı kapaklı şekilde iki ya da üç hokka birden yerleştirilmiştir (Barboros, 2023: 104). Bu çeşitler, kırmızı ve siyah mürekkebin aynı anda kullanılmasını sağlamış; hattatlık gibi renkli yazım gerektiren mesleklerde işlevsellik kazandırmıştır (Derman, 1994: 451).

Divitlerin boyutları genellikle 22 cm ile 37 cm arasında değişir. Ancak yaygın uzunluk aralığı 24–32 cm'dir (Acar, 1999: 64). Malzeme bakımından oldukça çeşitlidir: abanoz, pirinç, fildişi, bakır, tunç, gümüş, altın ve demir gibi hem organik hem inorganik malzemeler kullanılmıştır.

Divitler yalnızca yazma işlevine sahip değildir; aynı zamanda kalem, kalemtıraş, makta gibi araçları taşıyan kompakt bir yazı setidir. Özellikle yaprak biçimli küçük maktalar, divitin hokkasının altına yapılan bir halka aracılığıyla zincirle sabitlenmiştir (Pakalın, 1973: 468).

Bu çalışma kapsamında restorasyon ve konservasyon işlemleri gerçekleştirilecek olan eser, OS-14 kazı envanter numarasıyla kayıt altına alınmış, Osmanlı dönemine ait bir yazı takımına ait divittir. Hokkası ayrılmış ya da kaybolmuş olan bu nesne, batıktan çıkarılan sikkeler ışığında 18. yüzyılın ilk yarısına tarihlenmektedir. Bu yönüyle, dönemin günlük yazı kültürünün yansımalarını sunması açısından dikkat çekicidir (Öniz, 2019: 72–73).

Batıktan çıkarılan ve bu çalışmada da yer alan AO-35 envanter numaralı hokka ise, OS-14 envanter numaralı divitle malzeme açısından benzerlik göstermektedir. Bu durum, söz konusu hokkayı divite ait bir bileşen olarak değerlendirme olasılığını güçlendirmektedir

5.11.1. Belgeleme

Fotoğraf ile belgeleme işlemleri yapılan eserin yüzeyinde sertleşmiş kekamoz tabakası bulunmaktadır. Sualtından çıkan eser dikdörtgen bir forma sahiptir. Yüzeyinde farklı türde bozulmalar görülmektedir. Korozyon türleri incelendiğinde; bakır oksitlerden kuprit (Cu_2O), bakır klorürlerden paratakamit ($Cu_2(OH)_3Cl$), karbonat grubu ürünlerinden ise malahit ($Cu_2(OH)_2CO_3$) ve azurit ($Cu_3(CO_3)_2(OH)_2 \cdot H_2O$) gibi bileşikler tespit edilmiştir Eserin genel kondisyonu çok kötü durumdadır. Noksanlıklar, çatlaklar ve dökülmeler vardır.

Fig. 49: OS-14, Restorasyon ve Konservasyon Öncesi Görseli



5.11.2. XRF (X-ray Fluoresans) Analizi

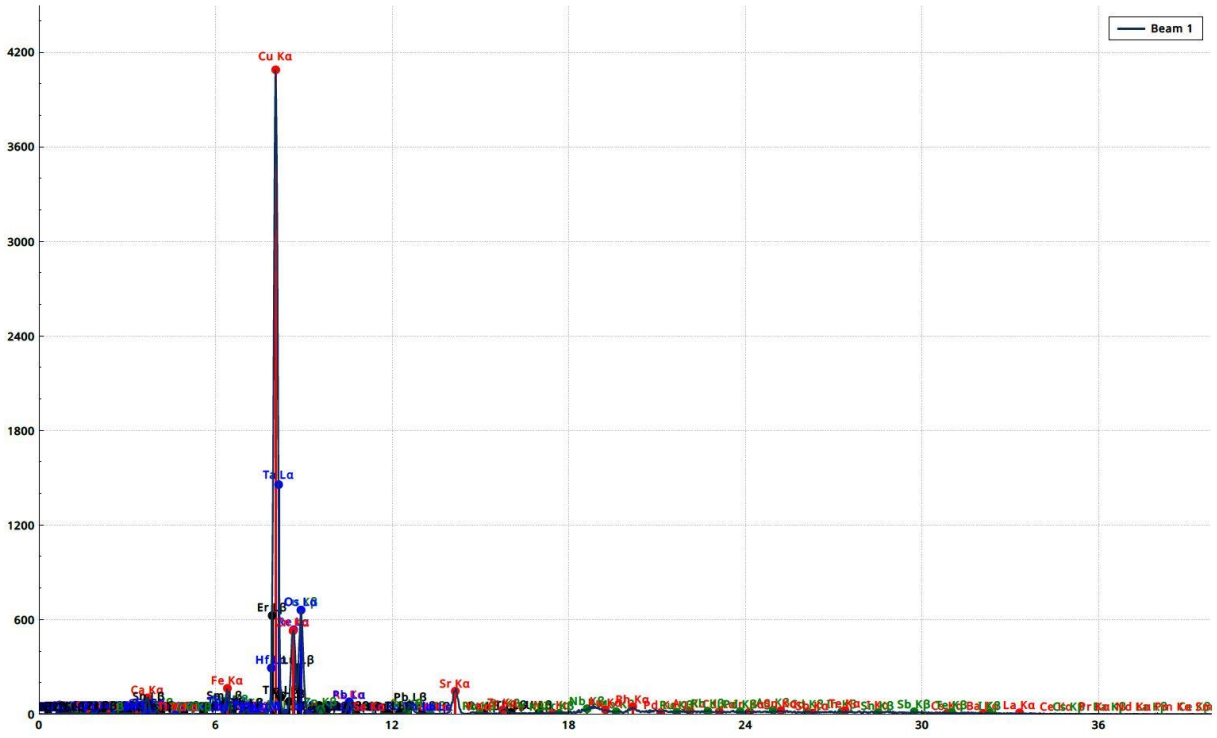
Eserin hangi metal alaşımlarından oluştuğunu anlamak buna göre bir restorasyon süreci hazırlamak için XRF analizi yapılmıştır.

Fig. 50: OS-14, XRF Ölçüm Noktaları



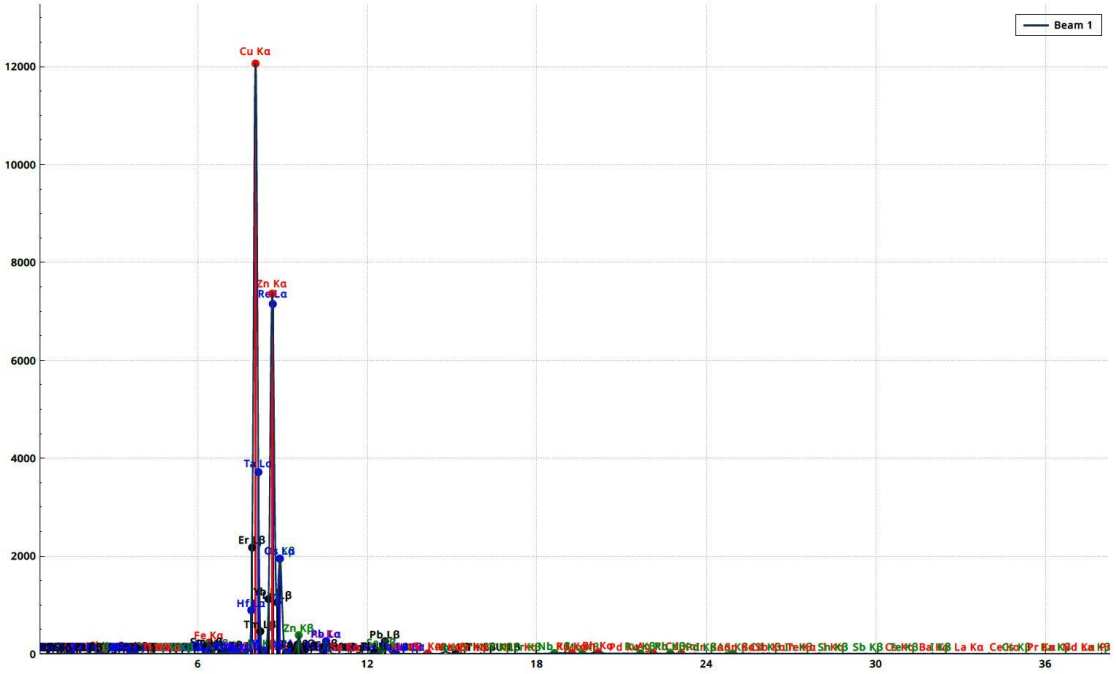
Tablo 29: OS-14, 1 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	73.68	0.16
Fe	12.070	0.065
Zn	7.653	0.082
Pb	3.508	0.083
Sr	2.374	0.040
Sn	0.273	0.074
As	0.203	0.072
Br	0.129	0.040
Zr	0.054	0.017
V	0.041	0.026
Ni	0.016	0.013



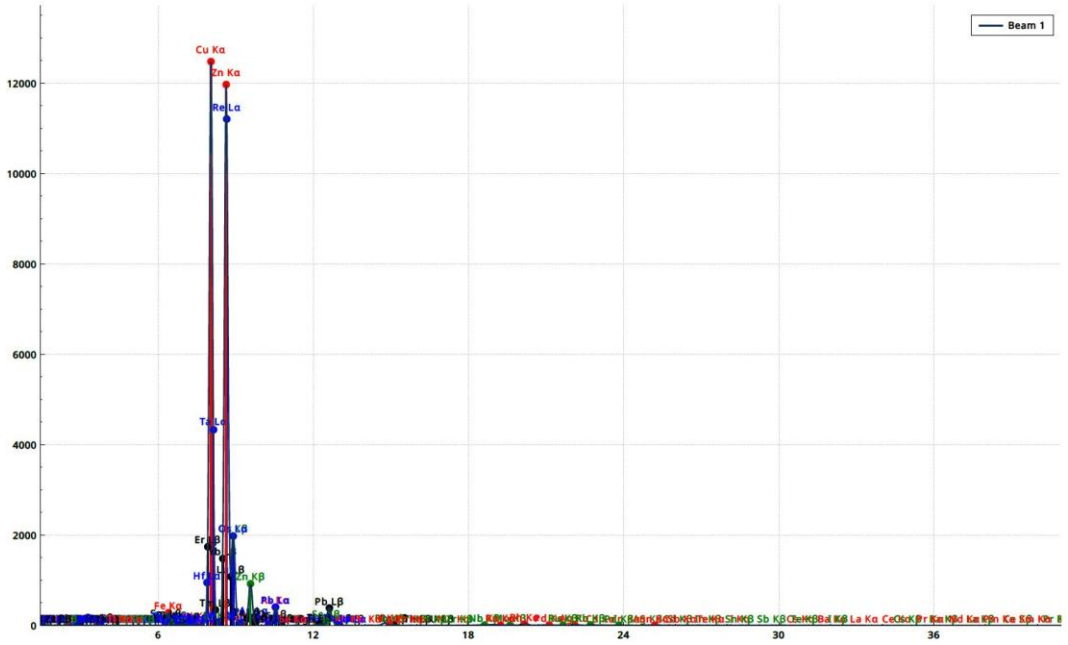
Tablo 30: OS-14, 2 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	57.468	0.076
Zn	27.657	0.069
Fe	10.233	0.021
Pb	4.513	0.050
Ni	0.110	0.006
Rb	0.019	0.008



Tablo 31: OS-14, 3 Numaralı XRF Ölçüm Verileri

El	%	+/- 3σ
Cu	47.495	0.071
Zn	36.520	0.068
Fe	10.329	0.020
Pb	5.405	0.049
Ni	0.155	0.006
Ag	0.081	0.008
Cr	0.016	0.008



Yapılan XRF analizinde, sualtından çıkarılan metal objeye ait üç farklı noktadan alınan ölçümler değerlendirildi. İlk noktada yüksek oranda bakır (%73.68) ve demir (%12.07) tespit edilmiştir, bu durum objenin esasen bakır esaslı olduğunu ve muhtemelen bronz veya pirinç alaşımı olabileceğini düşündürmektedir. Çinko (%7.65), kurşun (%3.50) ve eser miktarda kalay, arsenik ve brom gibi elementler de gözlemlenmiştir. Bu dağılım, yüzeyin deniz altı koşulları altında iyon alışverişine maruz kaldığını ve korozif süreçlerin özellikle iz elementlerde birikmelere neden olduğunu göstermektedir. İkinci noktada ise çinko oranı %27.65 ile belirgin şekilde artmış, bakır oranı ise %57.47'ye düşmüştür; bu da bu bölgede çinko zenginleşmesinin veya yüzeydeki farklılaşmanın söz konusu olduğunu gösterir. Üçüncü noktada çinko miktarı %36.52 ile en yüksek seviyeye ulaşırken bakır oranı daha da azalmış (%47.49), buna karşılık kurşun (%5.40) ve gümüş (%0.08) gibi elementlerin varlığı da dikkat çekmiştir. Üç bölgede görülen değişken kompozisyon, metalin deniz ortamında uzun süreli korozyona ve iyon difüzyonuna maruz kaldığını; buna bağlı olarak özellikle çinko gibi daha reaktif elementlerin yüzeyde zenginleştiğini ortaya koymaktadır. Sonuçlar, objenin yapısında heterojen bir element dağılımı bulunduğunu ve sualtı koşullarının hem kimyasal hem fiziksel dönüşümlere neden olduğunu ortaya koymaktadır. Bu oranlara dayanarak eser bakır alaşımı olarak değerlendirilmiştir.

5.11.3. Röntgen (X-Ray) Görüntüleme Analizi

Sualtı kazısından çıkarılan ve Osmanlı Dönemi'ne tarihlendirilen metal obje, X-ray röntgen görüntülemesiyle analiz edilmiştir. Röntgen görüntülerinde eserin taşıdığı işlevsel yapı (kalem yuvaları) ve iç doluluk göz önüne alındığında, parçalanmış da olsa bu objenin hokka haznesi kaybolmuş bir divit olduğu güçlü bir olasılıktır. Görüntüde objenin genel formunun

korunduğu ancak özellikle alt bölümde belirgin yapısal bozulmalar ve birikintilere bağlı yoğunluk tespit edilmiştir. Eserin genel kondisyonu zayıf olup; yüzeyde yer yer kırık hatlar, iç korozyon nedeniyle oluşan boşluklar ve parçalanmalar mevcuttur. Radyografideki gölge ve yoğunluk değişimleri, muhtemelen bakır alaşımının içerdiği elementlerin dengesiz korozyonuna işaret etmektedir. Hazne içinde, görüntünün ortasından alt kısma doğru daha yoğun ve keskin hatlara sahip, iki adet paralel yerleşimli obje gözlemlenmektedir. Bu objelerin; muhtemelen orijinal divit kalemleri olduğu, hafif eğilme, bükülme gibi deformasyonlar geçirdiği, aralarındaki kontrast farklarıyla biri daha az korozyona uğramış gibi göründüğü anlaşılmaktadır. Alt kısımda koyu ve düzensiz bir alan dikkat çekmektedir. Bu bölge; korozyon ürünlerinin yoğunlaştığı (özellikle klorür kaynaklı), muhtemelen organik kalıntılarla birlikte sediment birikiminin yer aldığı alan olabilir.

İleri konservasyon süreci öncesinde yapılan X-ray görüntüleme işlemi; eserin kondisyonun zayıf olması, parça kayıplarının olması ve denizel etkiden kaynaklı yoğun korozyon barındırması nedeniyle içerisindeki muhtemelen kalem olan objelerin çıkartılmadan korunması yönünde karar alınmıştır. Kalemlerin çıkartılması durumunda eserin bütününe zarar verebileceği ve orijinal formunu kaybedebileceği değerlendirilmiştir.

Fig. 51: X-ray röntgen çekimi, üstten görünüm



Fig. 52: X-ray röntgen çekimi, yandan görünüm



Fig. 53: Eserin genel görünümü



Fig. 54: Eserin genel görünümü



Fig. 55: Eserin biyolojik, kimyasal ve fiziksel bozulmalarını gösteren detay fotoğrafları





Fig. 56: Eserin kondisyonunu gösteren detay fotoğrafları



5.11.4. Temizlik

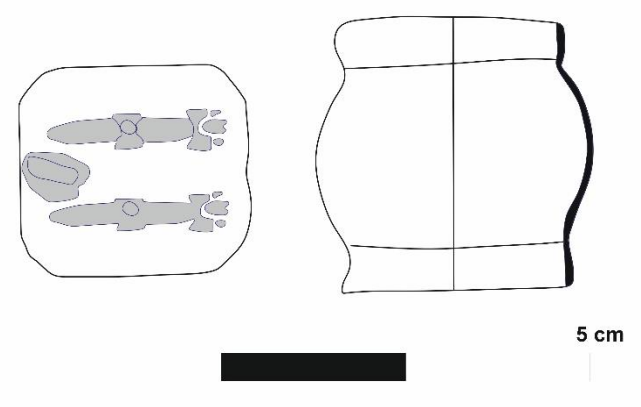
Eserin yüzeyinde gözlemlenen kekamoz ve korozyon kalıntıları, %50 etil alkol ve %50 saf sudan oluşan çözelti yardımıyla yumuşatılmış; ardından bistüri ve dişçi motoru gibi mikromekanik araçlarla dikkatli bir şekilde temizlenmiştir. Bu işlem, eserin orijinal dokusuna zarar vermeden gevşek ve aktif korozyon katmanlarının uzaklaştırılmasını sağlamıştır.

Fig. 57: OS-14, Restorasyon ve Konservasyon Sonrası Görseli

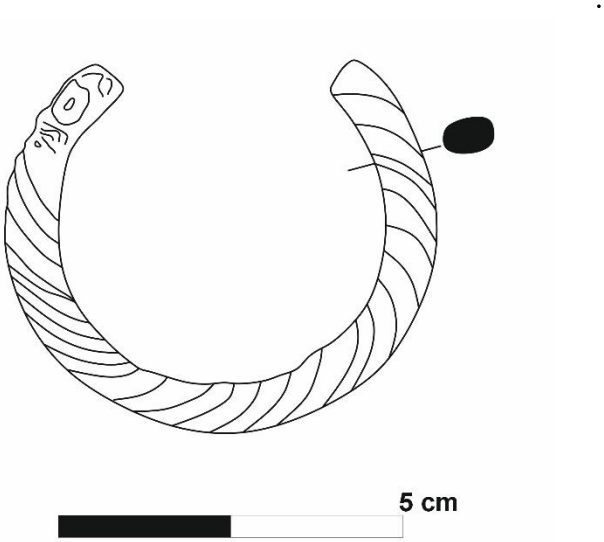


KATALOG



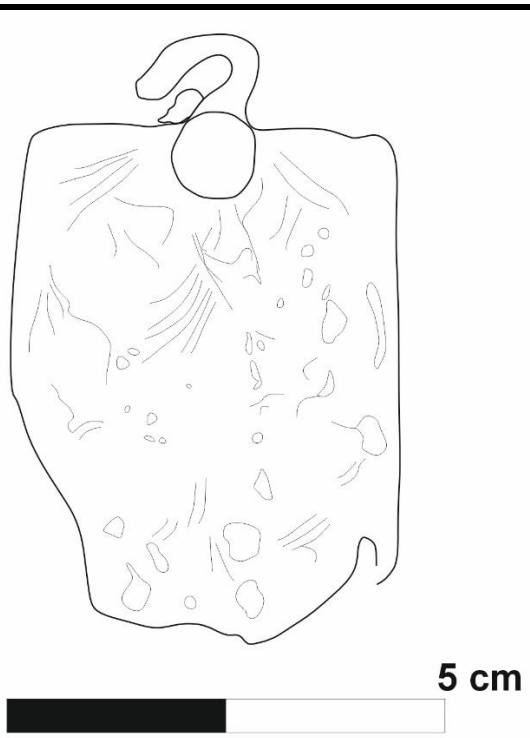


Kazı Envanter No	AO-35
Eserin Adı	Hokka
Buluntu Yeri	Alanya Osmanlı Batığı
Buluntu Tarihi	2019
Malzemesi	Bakır Alaşım
Eserin Dönemi	Osmanlı Dönemi (18. Yüzyıl)
Bugün Bulunduğu Yer	Alanya Arkeoloji Müzesi
Benzer Örnekler	Çetinkaya, 2021: 98-100;

	
Kazı Envanter No	OS-15
Eserin Adı	Bilezik
Buluntu Yeri	Alanya Osmanlı Batığı
Buluntu Tarihi	2020
Malzemesi	Bakır Alaşım
Eserin Dönemi	Osmanlı Dönemi (18. Yüzyıl)
Bugün Bulunduğu Yer	Alanya Arkeoloji Müzesi
Benzer Örnekler	Gündüz ve Tekocak, 2018: 130-145

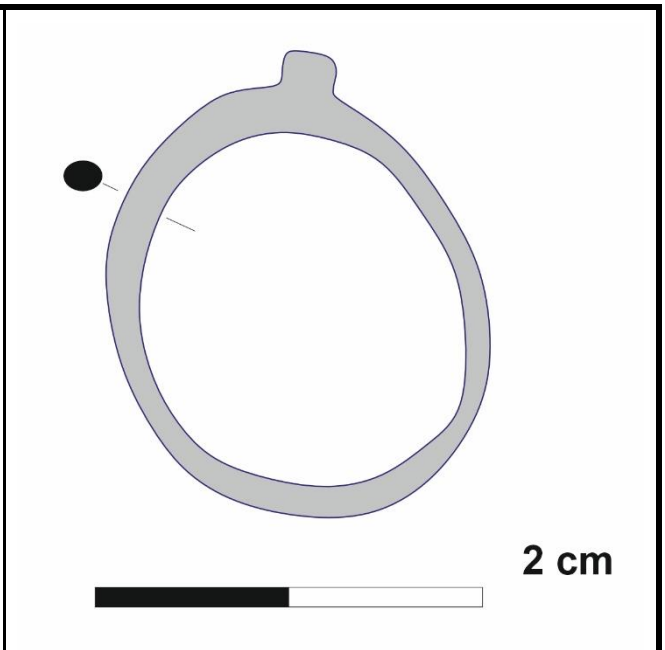
102





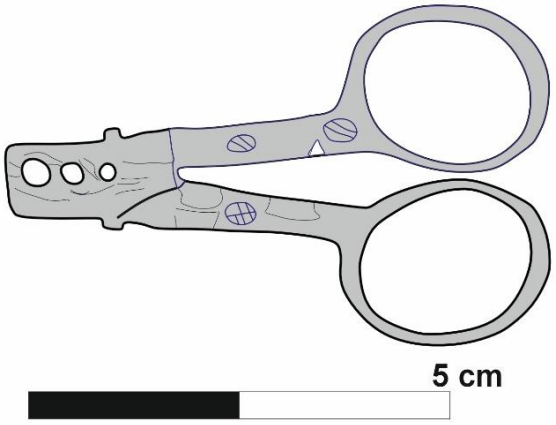
Kazı Envanter No	OS-25
Eserin Adı	Kemer Tokası
Buluntu Yeri	Alanya Osmanlı Batığı
Buluntu Tarihi	2019
Malzemesi	Gümüş alaşım
Eserin Dönemi	Osmanlı Dönemi (18. Yüzyıl)
Bugün Bulunduğu Yer	Alanya Arkeoloji Müzesi
Benzer Örnekler	Berkol, 2019: 52; Çalış ve Erk, 2021: 20; Güler ve Aral, 2014: 167





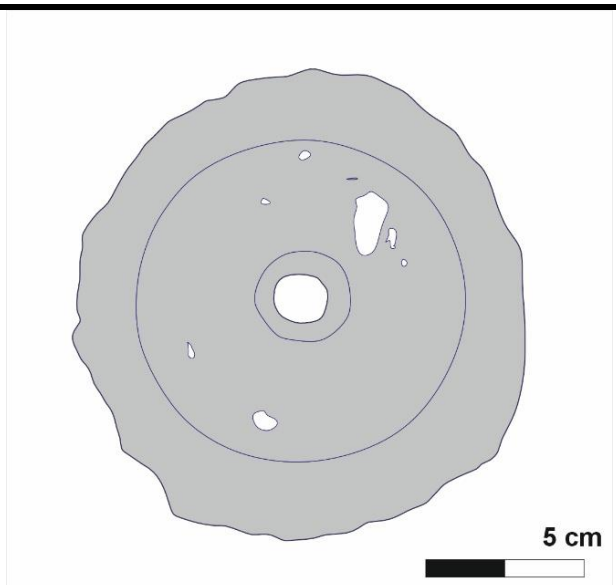
Kazı Envanter No	ATB2020-45
Eserin Adı	Yüzük
Buluntu Yeri	Alanya Osmanlı Batığı
Buluntu Tarihi	2020
Malzemesi	Bakır Alaşım
Eserin Dönemi	Osmanlı Dönemi (18. Yüzyıl)
Bugün Bulunduğu Yer	Alanya Arkeoloji Müzesi
Benzer Örnekler	





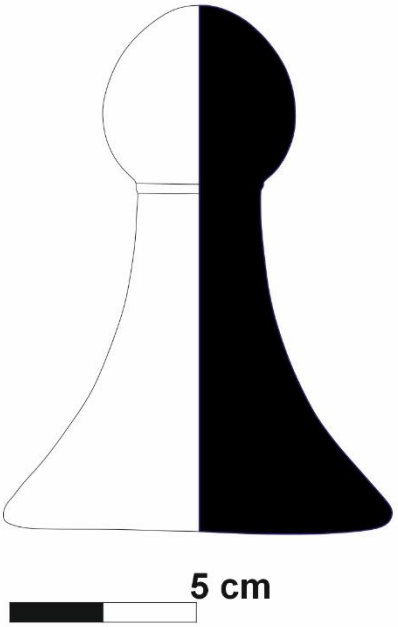
Kazı Envanter No	OS-24
Eserin Adı	Makas
Buluntu Yeri	Alanya Osmanlı Batığı
Buluntu Tarihi	2020
Malzemesi	Bakır Alaşım
Eserin Dönemi	Osmanlı Dönemi (18. Yüzyıl)
Bugün Bulunduğu Yer	Alanya Arkeoloji Müzesi
Benzer Örnekler	





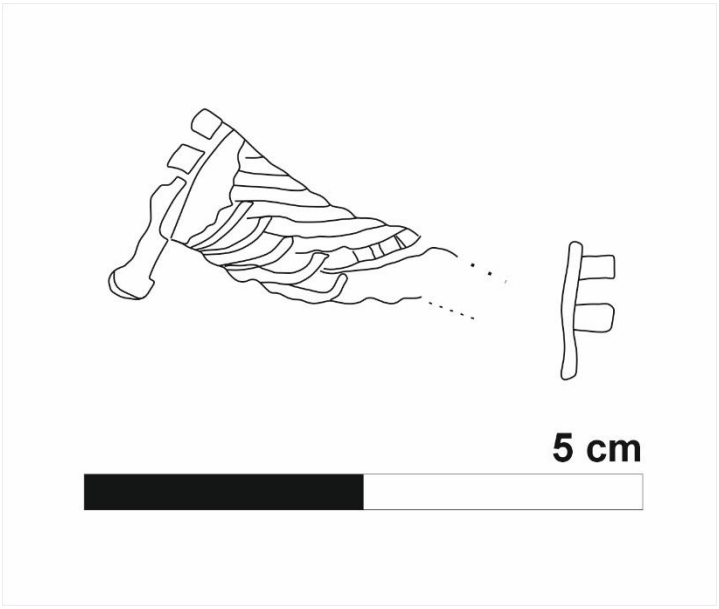
Kazı Envanter No	AO-63
Eserin Adı	Metal Kap (Sahan Kapağı)
Buluntu Yeri	Alanya Osmanlı Batığı
Buluntu Tarihi	2019
Malzemesi	Bakır Alaşım
Eserin Dönemi	Osmanlı Dönemi (18. Yüzyıl)
Bugün Bulunduğu Yer	Alanya Arkeoloji Müzesi
Benzer Örnekler	Kalay, 2018: 3; Ölmez ve Kılınç, 2015: 63





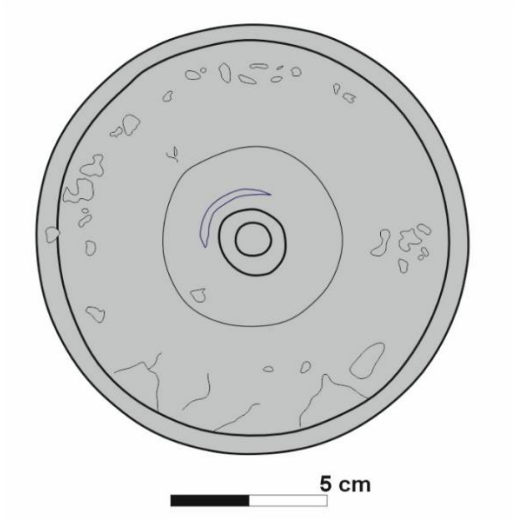
Kazı Envanter No	AS-03
Eserin Adı	Havan? Derici Muştası? Ezici?
Buluntu Yeri	Alanya Osmanlı Batığı
Buluntu Tarihi	2019
Malzemesi	Bakır Alaşım
Eserin Dönemi	Osmanlı Dönemi (18. Yüzyıl)
Bugün Bulunduğu Yer	Alanya Arkeoloji Müzesi
Benzer Örnekler	





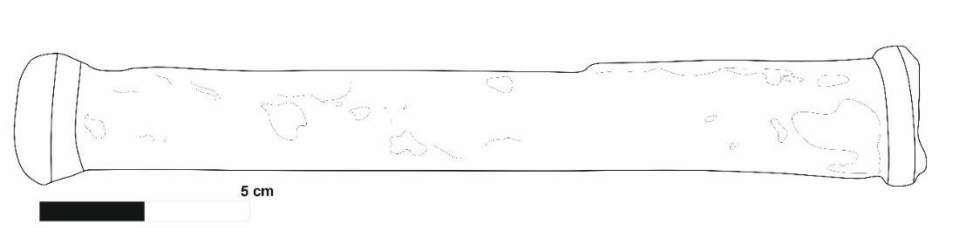
Kazı Envanter No	ATB2019-26
Eserin Adı	Bilezik
Buluntu Yeri	Alanya Osmanlı Batığı
Buluntu Tarihi	2019
Malzemesi	Altın Alaşım
Eserin Dönemi	Osmanlı Dönemi (18. Yüzyıl)
Bugün Bulunduğu Yer	Alanya Arkeoloji Müzesi
Benzer Örnekler	Bozcu, 2010: 62, 151





Kazı Envanter No	AO-91
Eserin Adı	Metal Kap (Kapak ya da kaide?)
Buluntu Yeri	Alanya Osmanlı Batığı
Buluntu Tarihi	2019
Malzemesi	Bakır Alaşım
Eserin Dönemi	Osmanlı Dönemi (18. Yüzyıl)
Bugün Bulunduğu Yer	Alanya Arkeoloji Müzesi
Benzer Örnekler	





Kazı Envanter No	OS-14
Eserin Adı	Metal Obje (Divit)
Buluntu Yeri	Alanya Osmanlı Batığı
Buluntu Tarihi	2020
Malzemesi	Bakır Alaşım
Eserin Dönemi	Osmanlı Dönemi (18. Yüzyıl)
Bugün Bulunduğu Yer	Alanya Arkeoloji Müzesi
Benzer Örnekler	Barboros, 2023: 115,116

SONUÇ

KAYNAKÇA

Acar, M. Ş. (1999). *Türk Hat Sanatı, Araç, Gereç ve Formlar: Turkish Calligraphy, Materials, Tools And Forms*. İstanbul: Antik AŞ Kültür Yayınları.

Ahunbay, Z. (2014). *Tarihi çevre koruma ve restorasyon*. İstanbul: Yem Yayın.

Ahunbay, Z. (2022). *Kültür mirasını koruma ilke ve teknikleri*. İstanbul: Yem Yayın.

Ak, K. (2015). *Osmanlı'dan günümüze Türk yemek kültüründe seramik yemek kapları.* (Yüksek Lisans Tezi). Anadolu Üniversitesi, Türkiye.

Akçay, S. (2023). *Tunç Çağı ve Osmanlı Dönemi bakır sualtı buluntuları koruma ve onarım yöntemleri.* (Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Uygarlıkları Araştırma Enstitüsü, Antalya.

Aktimur, Ö. (2021). Restorasyon-Konservasyon Eğitimi ve Atölye Sisteminin Gerekliliği. *MSGSÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, *1*(23), 437-443.

Altınanıt Biçer, E. (2017). INA-sualtı arkeoloji enstitüsü laboratuvarlarında gerçekleştirilen koruma ve onarım çalışmaları. *TINA*. 90-101.

Angelini, E., Rosalbino, F., Grassin, S., Ingo, G. M. ve De Caro, T. (2007). Simulation of corrosion processes of buried archaeological bronze artefacts. P. Dillman, G. Beranger, P. Piccardo, H. Matthiesen (Eds.), *Corrosion of Metallic Heritage Artefacts* (203-218). Woodhead Publishing.

Angelucci, S., Fiorentino, P., Kosinkova, J. ve Marabelli, M. (1978). Pitting corrosion in copper and copper alloys: comparative treatment tests. *Studies in Conservation*, *23*(4), 147-156.

Arıkan, H. K. ve Akbulut, D. (2016). Zanaat, Üretim ve Tasarım Dahilinde Kültürün Dönüşümü: Kahramanmaraş Yemenileri. *UTAK 2016 Bildiri Kitabı Sorumluluk, Bağlam, Deneyim ve Tasarım, (21-23 Eylül 2016)*.

Asal, R., Akbaytogan, T., Çurku, Y. ve Yıldırım, G. (2022). ‘’Alaiye Şehitliği Müzesi” Arkeolojik Kazıları. *Türk Arkeoloji ve Etnografya Dergisi*, (84), 133-159.

Aşkın, U. (2011). *Göksun-Kızılöz (Kahramanmaraş) demir yataklarının mineralojik ve jeokimyasal özellikleri*. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü.

Avcı, M. (2021). İslam Sanatları Bağlamında Berlin İslam Eserleri Müzesi Örneği. *İslami İlimler Araştırmaları Dergisi, (9),* 98-117.

Aydın, Y. A. (2007). *Osmanlı Denizciliği (1700-1770)*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi) İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

Balangao, J. K. (2024). Corrosion of metals: factors, types and prevention strategies. *Journal of Chemical Health Risks*, *14*(1), 79-87.

Barboros, Y. (2023). Manisa Müzesi'nden Hokka Takımı ve Divitler. C. Ünal, Z. Çakmakçı ve C. Gürbıyık (Eds.). *Manisa Müzesi Yıllığı* (103-116). Manisa: Manisa Celal Bayar Üniversitesi Rektörlük Basımevi.

Barragán, R. ve Zagalsky, P. C. (2023). *Potosí in the global silver age (16th—19th centuries)*. Brill.

Bass, G. F. (1962). Bodrum Yassıada sualtı kazıları 1961. *Türk Arkeoloji Dergisi, (18),* 8-11.

Başak, O. (2008). Taş Çağı'ndan Tunç Çağı'na Anadolu'da maden sanatın gelişimi ve kullanımı. *Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi, (21),* 15-33.

Baydar, T. (2020). *Bursa Uluumay Vakfı Osmanlı halk kıyafetleri ve takıları özel koleksiyonunda yer alan kemer, kemer tokaları, başlık ve tepelikler* (Yüksek lisans tezi) Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun.

Berkol, C. (2019). Tarihsel süreçte kemer ve kuşak kullanımı. *Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *7*(2), 42-62.

Bernabale, M., Spanu, M., Borgia, E., Buccini, L., Barbaccia, F. I., Elefante, M. ve De Vito, C. (2025). Combined use of Raman spectroscopy, cluster analysis, and SEM-EDS for the characterization of Roman bronze artifacts from Spoletino's cistern (Civitella D'Agliano, VT). *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 125885.

Beşkonaklı, J. ve Ersen, A. (2011). Tarihi mirasın korunmasında endirekt-önleyici koruma ve önleyici bakım dolmabahçe sarayı'nda endirekt-önleyici koruma. *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi, (8),* 3-19.

Bohigas, L. (2024). The economic history of silver. *Revista Econòmica De Catalunya*, (89), 1-6.

Bostan, İ. (2002). *Beylikten İmparatorluğa Osmanlı Denizciliği*. Türkler *10*, 13–31. Ankara: Yeni Türkiye Yayınları.

Bostan, İ. (2009). İlk Osmanlı deniz üssü Gelibolu, İ. Bostan ve S. Özbaran (Eds.), *Türk Denizcilik Tarihi*, 73-84, Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Yayınları.

Bostan, İ. (2020). Osmanlılar Niçin Kalyon İnşasından Bir Süre İçin Vazgeçtiler? (1656-1682). Tarih Dergisi(71), 223-238.

Bostan, İ. (2022). Mare Nostrum'dan Bahr-i Sefid'e Akdeniz'de Ticaret. *Antalya'nın Denizcilik ve Deniz Ticareti Tarihi. Fatma Şimşek (Ed.) İstanbul: İMEAK Deniz Ticaret Odası Antalya Şubesi Yayınları*, 13-19.

Bozcu, P. (2010). *Osmanlı sarayında sanatçı ve zanaatçı teşkilatı Ehl-i Hıref.* (Uzmanlık tezi), TC Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Müdürlüğü, İstanbul.

Butcher, K. ve Ponting, M. (2005). The Roman denarius under the Julio-Claudian emperors: mints, metallurgy and technology. *Oxford Journal of Archaeology, 24*(2), 163-197.

Büyükkuru, M. (2023). Kültürel mirasın aktarımında dijital teknolojilerin kullanımı. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi, 13*(İhtisaslaşma), 134-150.

Calantropio, A.ve Chiabrando, F. (2024). Underwater cultural heritage documentation using photogrammetry. *Journal of Marine Science and Engineering, 12*(3), 413.

Can, M. (2024). Osmanlı Döneminde metal ipliklerin işleme sanatında kullanımı-dival işi eserlerden örneklerle. *Folklor/Edebiyat, 30*(119), 781-800.

Ceylan, F. E. (2023). XV. ve XVI. Yüzyıllarda Ming-Osmanlı Denizciliği Üzerine Bir İnceleme. *Vakanüvis-Uluslararası Tarih Araştırmaları Dergisi, 8*(2), 1195-1238.

Christofer, L., Odnevall, W.I., Johan ve T., Thomas, G. (2016). Atmospheric gases and their ınvolvement in corrosion. *Atmospheric Corrosion* (2nd ed.), 34-45. Wiley, doi.10.1002/9781118762134.ch4

Cronyn, J. M. (1990). *The Elements of Archaeological Conservation*. London: Routledge.

Çalış, E. ve Erk, A. (2020). anadolu'da bilezik serüveninin geleneksel türk el sanatları açısından önemi: Osmanlı Dönemi'nden bir grup örnek. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *(47*), 139-156.

Çalış, E. ve Erk, A. (2021). Kars müzesi'nde bulunan bir grup kemer ve tokaları. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *10*(1), 17-28.

Çetin, A. S. (2020). Cami mimarisi ve detaylandırması. *International Journal of Social, Political and Economic Research*, *7*(4), 863-878.

Çetin, C. (2021). Açık alanlarda sergilenen heykellerin korunması*, I. İdil Sanat ve Dil Dergisi*, *10*(82), 927-941.

Çetinkaya, B. (2021). *Osmanlı maden sanatında yazı takımları (18.-19. Yüzyıl)*. (Yüksek Lisans Tezi). Sanat Tarihi Anabilim Dalı, Karabük.

Dalard, F., Gourbeyre, Y. ve Degrigny, C. (2002). Chloride removal from archaeological cast iron by pulsating current. *Studies in Conservation*, *47*(2), 117-121.

Das, H. A.ve Zonderhuis, J. (1964). The analysis of electrum coins. *Archaeometry, 7*, 90-97.

Davis, M., Hunter, F. ve Livingstone, A. (1995). The corrosion, conservation and analysis of a lead and cannel coal necklace from the Early Bronze Age. *Studies in conservation*, *40*(4), 257-264.

De Keersmaecker, M., Dowsett, M. ve Adriaens, M. (2018). How to preserve lead artifacts for future generations. *Chemical Interactions between Cultural Artefacts and Indoor Environment; Adriaens, M., Bioletti, S., Rabin, I., Eds*, 215-244.

Degrigny, C. ve Gall, R. L. (1999). Conservation of ancient lead artifacts corroded in organic acid environments: electrolytic stabilization/consolidation. *Studies in conservation*, *44*(3), 157-169.

Dell'Erba, R., Moriconi, C. ve Trocciola, A. (2020). *Can underwater robotics technology save submerged Cultural Heritage?* arXiv. https://arxiv.org/abs/2003.14149 (Erişim Tarihi: 06.05.2025)

Derman, M. U. (1994). Divit. TDV İslam Ansiklopedisi, C. 9, s. 450-451, İstanbul: TDV İslam Araştırmaları Merkezi.

Dili, Ş. (2011). *Anadolu'da antik çağ altın ve gümüş takı buluntuları: Araştırmaların aşaması hakkında bir değerlendirme*. (Yüksek lisans tezi) Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Doménech-Carbó, A., Scholz, F., Brauns, M., Tiley-Nel, S., Oliver, A., Aguilella, G., .. Doménech-Carbó, M. T. (2020). Electrochemical dating of archaeological gold based on refined peak current determinations and Tafel analysis. *Electrochimica Acta*, *337*, 135759.

Dönmez, G. (2018). Marmara Denizi'nde sualtında kalmış tarih öncesi yerleşimlere bir örnek: Avşa Adası. (Yüksek Lisans Tezi) Selçuk Üniversitesi, Konya.

Dönmez, S. (2013). Hitit Dönemi'nde değişim araçları ve ölçü birimleri. *The Journal of Academic Social Science Studies*, *6*(8), 813-832.

Drinkwater, J. (2005). Maximinus to Diocletian and the 'crisis'. *The Cambridge ancient history*, Chapter 2, 28-66.

Ebolese, D., Lo Brutto, M. ve Dardanelli, G. (2019). The integrated 3D survey for underground archaeological environment. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, *42*, 311-317.

Efe, T. ve Fidan, M. E. (2006). Pre-Middle Bronze Age metal objects from inland Western Anatolia: A typological and chronological evaluation. *Anatolia Antiqua. Eski Anadolu*, *14*(1), 15-43.

El-Badry, A.ve El-Hakim, A. (2021). Highlighting on the Eco-tourism at Wadi Hammamat Site, Eastern Desert, Egypt. *International Journal of Eco-Cultural Tourism, Hospitality Planning and Development*, *4*(2), 274-283.

Elyiğit, U. (2022). Bandırma Müzesi'nde yer alan osmanlı dönemi'ne ait bir grup kemer ve kemer tokası. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *32*(2), 737-752.

Erhan, F., Girginer, S. ve Tekin, O. (2008). Mersin Arkeoloji Müzesi'nden bir grup antik dönem etüdlük sikkesinin temizlik ve koruma çalışmaları ile tarihlendirilmesi. *Journal of the Cukurova University Institute of Social Sciences*, *17*(2).

Ersen, P. D. A., Güleç, D. D. A., Alkan, K. M. N. ve Kudde, E. (2009). Konservasyon Raporunun Önemi, İçeriği ve Hazırlanma Adımları. *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi, 1*(2), 3-16.

Faltermeier, R. B. (1999). A corrosion inhibitor test for copper-based artifacts. *Studies in conservation*, *44*(2), 121-128.

Fathalizadeh, A. (2013). Eski çağda demir üretim, teori ve teknolojisi. *Türk Mühendis Mimar Odaları Birliği Mühendisler Odası Dergisi*, *164*, 53-60.

Feilden, B. (2003). *Conservation of Historic Buildings*. Third edition, Routledge.

Fowler, A. R. ve Hamimi, Z. (2020). Turin Papyrus Map and Historical Background of Geological Work in Egypt. In *The Geology of the Egyptian Nubian Shield* (pp. 1-13). Cham: Springer International Publishing.

Franey, J. P., Kammlott, G. W. ve Graedel, T. E. (1985). The corrosion of silver by atmospheric sulfurous gases. *Corrosion science*, *25*(2), 133-143.

Freeman, C. (2003). Mısır, Yunan ve Roma. *Çev. Suat Kemal Angı, Ankara: Dost Kitabevi*.

Ganorkar, M. C., Rao, V. P., Gayathri, P. ve Rao, T. S. (1988). A novel method for conservation of copper-based artifacts. *Studies in conservation*, *33*(2), 97-101.

Genç, U. (2021). Sürdürülebilir korumanın sağlanması için temel önlemler: önleyici korumaya zihniyet boyutundan eleştirel bakış. S. Gedük ve A. H. Kuzucuoğlu (Eds.), *Kültürel miras uygulamalarında önleyici koruma* (114-116). İstanbul: Hiper Yayın.

Genç, U., Başsarı, A. ve Ekinci, Ş. (2013). Kültür varlıklarının incelenmesinde X-ışını floresans analiz tekniğinin kullanımı. *Uluslararası Istanbul Tarihi Yarımada Sempozyumu 201*.(77-82).

Gerwin, W. ve Baumhauer, R. (2000). Effect of soil parameters on the corrosion of archaeological metal finds. *Geoderma*, *96*(1-2), 63-80.

Gilberg, M.R. ve Seeley, N. J. (1981). The identity of compounds containing chloride ions in marine iron corrosion products: a critical review. *Studies in conservation*, *26*(2), 50-56.

Gopher, A., Tsuk, T., Shalev, S. ve Gophna, R. (1990). Earliest gold artifacts in the Levant. *Current Anthropology*, *31*(4), 436-443.

Gök, N. (2000). Osmanlı Diplomatikasında Bir Berat Çeşidi Olan Ahidnameler. *Türkiye Günlüğü*, *59*, 97-113.

Graedel, T. (1994). Chemical mechanisms for the atmospheric corrosion of lead. *J. Electrochem. Soc., 141*(4), 922-927.

Graf, L. ve Wieling, N. (1971). Untersuchung der spannungskorrosionsempfindlichkeit von kupfer-nickel-palladium-legierungen. *Materials and Corrosion*, *22*(1), 35-46.

Grassini, S., Angelini, E., Mao, Y., Novakovic, J. ve Vassiliou, P. (2011). İyileştirilmiş koruma verimliliğine sahip gümüş bazlı alaşımlar için estetik kaplamalar. *Organik Kaplamalarda İlerleme*, *72* (1-2), 131-137.

Grimwade, M. (1992). The metallurgy of gold. *Interdisciplinary Science Reviews*, *17*(4), 371-381.

Güler, M. ve Arral, S. (2014). Konya Kemer ve Kemer Tokaları. *Art-e Sanat Dergisi*, *7*(13), 149-173.

Gültekin, H. ve Kılıç, N. (2023). *Sualtı* arkeolojik kültür varlıklarının ın situ koruma yöntemlerinin değerlendirilmesi. *Sanat ve Tasarım Dergisi, 1*(33), 191–214.

Gündüz, R. ve Tekocak, M. (2018). Akşehir Müzesi'nde bulunan metal bilezikler. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (40), 130-145.

Güney, E. M. (2024). Nasıl Bir Kriz?: Roma İmparatorluğu'nda üçüncü yüzyıl krizi üzerine değerlendirmeler. *Lycus Dergisi*, (10) 40–58, Derleme Makale.

Gürü, M. ve Yalçın, H. (2006). *Malzeme Bilgisi.* Ankara: Palme Yayınevi.

Hamilton, D. L. (1996). *Basic methods of conserving underwater archaeological material culture*. US Department of Defense, Legacy Resource Management Program.

Harrell, J.A. ve Brown, V.M. (1992). The world's oldest surviving geological map - the 1150 bc turin papyrus from Egypt. *Journal of Geology, 100*, 3-18.

Hayır, K. (2023). Klasik Türk şiirinde hokka. *Sandık Sepet Sele Küfe Fıçı Çuval Torba Bohça Mendil Hokka Kutu* (400-417) Basım: Lale Yayıncılık.

Herodotos (1991). *Herodot Tarihi*. Remzi Kitabevi.

Heusler, K. E., Landolt, D. ve Trasatti, S. (1989). Electrochemical corrosion nomenclature. *Journal of Electroanalytical Chemistry and Interfacial Electrochemistry*, *274*(1-2), 345-348.

Howgego, C. (2002). *Ancient history from coins*. Routledge.

Ibrahim, S. A. A. (2024). Inscriptions and decorations on an Ottoman Inkwell from the 11th H./17th G. Century: An Artistic Archaeological Study. *IWNW*, *3*(1), 161-188.

ICOM-CC (2008). *Terminology to Characterize the Conservation of Tangible Cultural Heritage*. Paris: International Council of Museums.

ICOMOS. (1996). *Charter on the Protection and Management of Underwater Cultural Heritage*.

Ingo, G. M., Angelini, E., Riccucci, C., De Caro, T., Mezzi, A., Faraldi, F., ... ve Di Carlo, G. (2015). Indoor environmental corrosion of Ag-based alloys in the Egyptian Museum (Cairo, Egypt). *Applied Surface Science*, *326*, 222-235.

İznik, E. (2011). İmparator Diocletianus' un "Tavan (En Yüksek) Fiyatlar Fermanı", "Edictum de pretiis Rerum Venalium". *Tarih Araştırmaları Dergisi*, *30*(49), 97-130.

Jarvis, C., Ermida, M. P. ve Varmer, O. (2023). *Threats to underwater cultural heritage from existing and future human activities*. Blue Papers, 2(1), 76–83. https://doi.org/10.58981/bluepapers.2023.1.08

Jesus, P. de. ve Dardeniz, G. (2015). Antik madencilik hakkında arkeolojik ve jeolojik görüşler. *MTA Dergisi, 151*, 235-250.

Jones, D. A. (1996). *Principles and prevention corrosion*, *2nd ed.*

Kalay, A. H. (2018). Bitlis Etnografya Müzesi'nde bulunan Osmanlı dönemine ait bakır mutfak kaplarından örnekler. *International Journal of History*, *10*(3), 109.

Kansoy, U. (2023). Türk-İslam sanatında yazı malzemeleri ve takımlarının muhafaza edildiği kutu ve sandıklar. *Sandık Sepet Sele Küfe Fıçı Çuval Torba Bohça Mendil Hokka Kutu* (421-541.) Basım: Lale Yayıncılık.

Karaca, B. ve Yıldırım, Z. (2025). Umur Bey Dönemi Aydınoğulları Beyliği'ne Türk denizcilik tarihi açısından bakış. *Socıal Scıences Studıes Journal (SSSJournal)*, *11*(4), 577-585.

Kara, H. (2021). Hat sanatı araç gereçlerinin korunduğu hattat sandıkları: Ankara etnografya müzesinden örnekler. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (46), 42-57.

Karatak, A. ve Akyol, A. A., (2020). Genel hatlarıyla ön tarihte demir ve çelik. *Metallurgica Anatolica* (241-247), İstanbul: Ege Yayınları-Zero Production Kitap Yayın Dağıtım Ltd..

Keleş, V., Kasapoğlu, H., Oyarçin, K., Kaba, H., Yılmaz, A., Kasapoğlu, B. E., ... ve Yılmaz, Z. (2023). Parion 2020 Sezonu kazı, restorasyon-konservasyon ve antropoloji çalışmaları. *Anatolian Archaeology*, (2), 55-93.

Keturakis, C. J., Notis, B., Blenheim, A., Miller, A. C., Pafchek, R., Notis, M. R. ve Wachs, I. E. (2016). Analysis of corrosion layers in ancient Roman silver coins with high resolution surface spectroscopic techniques. *Applied Surface Science*, *376*, 241-251.

Kocabaş, U. (1998). *Arkeolojik Sualtı Kalıntılarının Konservasyonu*, İstanbul

Koç, Ü. (2009). XV. yüzyıldan XVII. yüzyıl ortalarına değişen gümüş arzı ve yansımaları üzerine bazı değerlendirmeler. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, *8*(27), 269-286.

Koçak, Z. (2022). Manastırlı kadınların takı ve aksesuar kültürü (1700-1730). *Balkan Araştırma Enstitüsü Dergisi-Trakya Üniversitesi*, *11*(2), 453-490.

Koçak, E. ve Eskici, B. (2019). Müzelerde korumaya etkiyen faktörler. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, (24), 235-259.

Kollektif. (2012). *Sakıp Sabancı Müzesi Kitap Sanatları ve Hat Koleksiyonu*. İstanbul: Sakıp Sabancı Müzesi Yayınları.

Konuklar, M. (2023). Atatürk'ün cenaze töreni fotoğraf albümü onarımının restorasyon amaç ve ilkeleri açısından değerlendirilmesi. *Journal of Humanities and Tourism Research*, *13*(1), 32-44.

Koşan, D. (2020). Taşınmaz kültür varlıklarında önleyici koruma önerisi: erken müdahale sistemi. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *13*(1), 130-143.

Koyun, T. ve Güven, Ş. Y. (2017). Galvanik korozyon ve alüminyum-bakır üzerine deneysel bir çalışma. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, *5*(1), 331-335.

Köse, E. (2013). 18. Yüzyılın İlk Yarısında İçel ve Antalya Sahillerinde Ticaret. *Cedrus*, *1*, 299-328.

Köse, S. (2017). *II. Selim Dönemi Osmanlı-Venedik ilişkileri (1566-1574)* (Master's thesis, Sosyal Biliml8er Enstitüsü).

KUDEB, İ. B. B. (2009). Restorasyon ve konservasyon laboratuvarları. *İstanbul Büyükşehir Belediyesi Koruma Uygulama ve Denetim Müdürlüğü*.

Kumar, V. (2018). Preservation Methods of Historical Iron Objects: An Overview. *International Journal of Engineering Science Invention (IJESI), 7*(3), 22-29.

Kurtaran, U. (2006). *Osmanlı -Avusturya Diplomatik İlişkileri.* (Yüksek Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tokat.

Kutzke, H., Barbier, B., Becker, P. ve Eggert, G. (1997). Barstowite as a corrosion product on a lead object from the Mahdia shipwreck. *Studies in conservation*, *42*(3), 176-180.

Küçük, C. (1997). Pişmiş toprak eserlerin restorasyon ve konservasyonu. *Türk Arkeoloji Dergisi*, (51), 117-137.

Kütük, A. (2017). İslam/Türk devlet ve toplum geleneğinde yüzük ve hukuki mahiyeti. *Türkiyat Mecmuası*, *27*(2), 195-206.

Kütükoğlu, M. S. (1998). *Osmanlı belgelerinin dili (diplomatik).* Kubbealtı Akademisi Kültür ve Sanat Vakfı, 2. Baskı, İstanbul.

Logan, J. (2007). Storage of Metals. *CCI Notes*, 9/2, 1-5.

Lois, D., Vieira, E. ve Bosetto, E. (2020). Conservation of archaeological copper alloy artifacts from Al Ain National Museum collection: the role of desalination. *Ge-conservacion*, *17*(17), 18-32.

MacLeod, I. D. (1987). Conservation of corroded iron artefacts-new methods for on-site preservation and cryogenic deconcreting. *International Journal of Nautical Archaeology*, *16*(1), 49-56.

MacLeod, I. D. (1991). Identification of corrosion products on non-ferrous metal artifacts recovered from shipwrecks. *Studies in conservation*, *36*(4), 222-234.

Madsen, H. B. (1967). A preliminary note on the use of benzotriazole for stabilizing bronze objects. *Studies in conservation*, *12*(4), 163-167.

Mahmoud, A. S., Dyakonov, V. V., Dawoud, M. I., ve Kotelnikov, A. E. (2018). Mineral composition, textures and gold habit of the Hamama mineralizations (Central Eastern Desert of Egypt). *RUDN Journal of Engineering Research*, *19*(4), 537-551.

Mandacı, E. (2016). Asur ticaret kolonileri çağı ve Hititler devrinde Anadolu'da kuyumculuk. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, *5*(8), 3193-3213.

Merriman, C. C., Bahr, D. F. ve Norton, M. G. (2005). Environmentally induced failure of gold jewelry alloys. *Gold Bulletin*, *38*, 113-119.

Michalski, S. (1990). An overall framework for preventive conservation. *Preventive Conservation: Practice, Theory and Research*.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013). *Gemilerde Korozyonu Önleme,* Ankara.

Molina, M. T., Cano, E. ve Ramírez-Barat, B. (2023). Protective coatings for metallic heritage conservation: a review. *Journal of Cultural Heritage*, *62*, 99-113.

Morel, V., Maître, J. M. ve Vanhulle, D. (2022). Landscape laboratory:(re) exploring rock art at Wadi Hammamat. *Egyptian Archaeology*, (61).

Muckelroy, K. (1978). *Maritime archaeology*. Cambridge University Press.

Mutlu, G. ve Türkmen, M. B. (2023). Antik Kaynaklarda Kas İskelet Sistemi Hastalıklarına Tedavi Yaklaşımı. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (54), 165-180.

National Park Service (NPS). (2012). *Chapter 7: Museum Collection Storage.*

National Research Institute of Cultural Heritage (NRICH). (2012). *Conservation of metal objects*. Daejeon, Korea: NRICH.

North, N. A. ve MacLeod, I. D. (1987). Corrosion of metals. *Conservation of marine archaeological objects* (68-98).

North, N. A. ve Pearson, C. (1978). Washing methods for chloride removal from marine iron artifacts. *Studies in conservation*, *23*(4), 174-186.

Oddy, W. A. ve Hughes, M. J. (1970). The stabilization of 'active'bronze and iron antiquities by the use of sodium sesquicarbonate. *Studies in conservation*, *15*(3), 183-189.

Ölmez, F. N. ve Kılınç, A. (2015). Isparta Müzesindeki Osmanlı Dönemine ait bakır eşyalar. *Arış Dergisi*, (11), 53-72.

Önder, M. (1987). Tarihi Gelişimi İçinde Para. *Antika, 28*, 16-17.

Öniz H. ve Sütçüoğlu O. (2016). *Sualtı Kültür Mirası Osmanlı İmparatorluğu ve Osman Hamdi Bey,* Arkeoloji ve Sanat Yayınları, 241-248.

Öniz, H. (2019). Antalya-Kumluca Bronze Age shipwreck 2019 studies—first analyses. *Palestine Exploration Quarterly*, *151*(3-4), 172-183.

Öniz, H. ve Türkmen, S. (2022). Alanya Osmanlı batığı sualtı k azısı. H. Öniz (Ed.). *Türkiye'de sualtı arkeolojisi* (67-73). İstanbul: Ofset Yapımevi Yayınları.

Öniz, H. (2019). Alanya Osmanlı Batığı Sualtı Kazısı 2019 Yılı Çalışmaları. *TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi*, 12, 72–78.

Öniz. H. (2021). Kıyı ve sualtı kültür mirasında önleyici koruma ve uluslararası yaklaşımlar. S. Gedük ve A. H. Kuzucuoğlu (Eds.), *Kültürel miras uygulamalarında önleyici koruma* (209-224). İstanbul: Hiper Yayın.

Örnek, D. (2020). Safranbolu'lu İzzet Mehmet Paşa'nın bakır güğüm ve maşrapaları.*The Journal of Academic Social Science,* 8(107), 112-123.

Özbal, H. (2005). MÖ. 3. bin yılda Anadolu'da bronz. *Türkiye Bilimler Akademisi Forumu,* Ankara.

Özdağ, M. (2015). *Antik metallerin restorasyonu ve konservasyonu* (Yüksek lisans tezi) İstanbul Arel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Özdaş, A. H. ve Kızıldağ, N. (2024). Shipwrecks and Maritime Activities from the Ottoman Era off the Southwest Coast of Turkey. *TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi, vol.11*, no.22, 3-27.

Özdemir, H. F. (2007). Demir Çağı: başlangıcı ve başlatanları, Anadolu'ya etkileri üzerine. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *16*(1), 501-518.

Özdemir, M. (2017). Neolitik dönem Anadolu mimarisinden bir kesit: Çayönü. *Tarih ve Gelecek Dergisi*, *3*(3), 248-265.

Özdemir, S. ve Yöndem, İ.A. (2019). Korozyon önleyici uygulanmış bakır alaşımlı objeler üzerinde sinerjistik uygulamalar ve ışığın etkisi. *34. Arkeometri Sonuçları Toplantısı,* 509-526.

Özdoğan, M., Özdoğan, A., Bar-Yosef, D. ve Van Zeist, W. (1994). Çayönü kazısı ve güneydoğu Anadolu karma projesi 30 yıllık genel bir değerlendirme. *Kazı Sonuçları Toplantısı, 15*(1), 103-122.

Özekmekçi, A. (2012). *Yazma eserlerde konservasyon ve restorasyon uygulama tekniklerinin analizi.* (Uzmanlık Tezi, Yayımlanmamış Uzmanlık Tezi). Kültür ve Turizm Bakanlığı, Ankara.

Özenbaş, M. (1996). Metal Malzemenin Tarihteki Gelişimi. *Bilim ve Teknik, 341,* 48-49.

Özer, N. (2021). Yapı malzemelerinde korozyon ve korozyondan korunma yöntemleri. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 26*(3), 1159-1178. https://doi.org/10.17482/uumfd.796947

Özgeriş, M. (2014). XVIII. yüzyıl divan şiirinde hat malzemeleri. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim (TEKE) Dergisi*, *3*(2).

Öztürk, E. (2024). Terzilik Mesleğinin Tarihsel Gelişimi Bağlamında Kocaeli Örneği. (Yüksek Lisans Tezi), 228.

Özüdoğru, Ş. (1994). Anadolu'da erken tunç çağından günümüze gümüş takıların tarihi gelişimi içinde Alpu takılarının değerlendirilmesi. *Anadolu Sanat Dergisi,* Sayı 2, 127-241.

Özveren, Y. (2018). *Akdeniz Uygarlıkları Sanatı*. Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Pakalın, M. Z. (1973). *Osmanlı tarih deyimleri ve terimleri sözlüğü I.* İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.

Palomar, T., Barat, B. R., García, E. ve Cano, E. (2016). A comparative study of cleaning methods for tarnished silver. *Journal of cultural heritage*, *17*, 20-26.

Patscheider, J. Ve Veprék, S. (1986). Application of low-pressure hydrogen plasma to the conservation of ancient ıron artifacts. *Studies in Conservation, 31*(1), 29-36.

Pearson, C. (1972). The preservation of iron cannon after 200 years under the sea. *Studies in Conservation*, *17*(3), 91-110.

Pedersoli, J, Antomarchi, C. ve Michalski, S. (2016). A guide to risk management of cultural heritage. ICCROM and CCI, available at https://www.iccrom.org/publication/guide-riskmanagement (Erişim Tarihi: 15.04.2025)

Pelikán, J. B. (1966). Conservation of iron with tannin. *Studies in conservation*, *11*(3), 109-116.

Pense, A. W. (1992). The decline and fall of the roman denarius. *Materials characterization*, *29*(2), 213-222.

Perles, A., Fuster-López, L. ve Bosco, E. (2024). Preventive conservation, predictive analysis and environmental monitoring. *Heritage Science*, *12*(1), 11.

Pienimäki, A. (2016). Desalination of iron: A comparison of fresh, wet finds and dry, storaged ones, (Thessis)

Pollard, A. M., Thomas, R. G. ve Williams, P. A. (1990). Mineralogical changes arising from the use of aqueous sodium carbonate solutions for the treatment of archaeological copper objects. *Studies in conservation*, *35*(3), 148-152.

Pustu, Y. (2019) *Mustafa Cezar, Osmanlı tarihinde levendler*. İstanbul Güzel Sanatlar Akademisi.

Rapson, W. S. (1996). Tarnish resistance, corrosion and stress corrosion cracking of gold alloys. *Gold Bulletin*, *29*(2), 61-69.

Raychaudhuri, M. R. Ve Brimblecombe, P. (2000). Formaldehyde oxidation and lead corrosion. *Studies in Conservation*, *45*(4), 226-232.

Rees-Jones, S. G. (1972). Some aspects of conservation of iron objects from the sea. *Studies in Conservation*, *17*(1), 39-43.

Roberts, B. W., Thornton, C. P. ve Pigott, V. C. (2009). Development of metallurgy in Eurasia. *Antiquity*, *83*(322), 1012-1022.

Rocca, E., Rapin, C. ve Mirambet, F. (2004). Inhibition treatment of the corrosion of lead artefacts in atmospheric conditions and by acetic acid vapour: use of sodium decanoate. *Corrosion Science*, *46*(3), 653-665.

Saklakoğlu, N., İrizalp, S. G., Gökdemir, Z. E. ve Polat, S. (2016). AISI 304 ve 316 paslanmaz çeliğinin HCl ve H2SO4 çözeltilerindeki gerilim korozyon çatlaması davranışı. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, *7*(1), 139-149.

Sansar, A. (2018). *Denizli Müze Müdürlüğü kurtarma kazılarından ele geçen bakır ve bakır alaşımı etütlük eserlerin bozulma durumlarının incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi Arkeoloji Enstitüsü, 2.

Schweitzer, P. A. (2003). *Fundamentals of corrosion: mechanisms, causes, and preventative methods* (No. 10589). CRC Press.

Scott, D. A. (1980). The conservation and analysis of some ancient copper alloy beads from Colombia. *Studies in Conservation*, *25*(4), 157-164.

Scott, D. A. (1983). The deterioration of gold alloys and some aspects of their conservation. *Studies in conservation*, *28*(4), 194-203.

Scott, D. A. (2002). *Copper and bronze in art: corrosion, colorants, conservation*. Getty Publications.

Selwyn, L. (2004). Overview of archaeological iron: the corrosion problem, key factors affecting treatment, and gaps in current knowledge. *Proceedings of metal*, 294-306.

Selwyn, L. S., Sirois, P. I. ve Argyropoulos, V. (1999). The corrosion of excavated archaeological iron with details on weeping and akaganeite. *Studies in conservation*, *44*(4), 217-232.

Sinemoğlu, N. (1984). *Sanat Tarihi*. İstanbul.

Skarlatos, D. ve Agrafiotis, P. (2020). Image-based underwater 3D reconstruction for Cultural Heritage: from image collection to 3D. Critical steps and considerations. *Visual Computing for Cultural Heritage*, 141-158.

Soslu, A. (2022). Investigation of the Historical Development of the Inkwell From Antiquity to the Present in the Light of Terracotta, Faience, Metal and Glass Artifacts. *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (30), 397-415.

Strabon (2000). *Geographika (Antik Anadolu Coğrafyası Cilt XII-XIII-XIV)*. Arkeoloji ve Sanat Yayınları.

Subaşı, H. (1997). *Geleneksel Türk el sanatlarından yazıya giriş*. İstanbul: Dersaadet Yayınları.

Şahin, M. (2018). Divriği Kalesi kazısında bulunan bir grup metal objenin konservasyon çalışması. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *42*(2), 127-144.

Şenol, F. (2010). *Ertuğrul Batığından ele geçirilen malzemelerin konservasyonu* (Yüksek Lisans Tezi), Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Şimşek, F. (2022). *Antalya'nın denizcilik ve deniz ticareti tarihi*. İMEAK Deniz Ticaret Odası Yayınları

Tekin, O. (2006). Sikkeler, devletler, hükümdarlar: eskiçağda anadolu'da paranın siyasal, kültürel ve ekonomik rolü. *Osmanlı Bankası Arşiv Araştırma Merkezi*, *22*, 1-5.

Tellioğlu, S. ve Satıcı, B. (2023). Tarihi Yapılarda Restorasyon Tekniklerine Göre Uygulanacak Malzemelerin Belirlenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, *6*(1), 37-49.

Thomson, G. (2013). *The museum environment*. Elsevier.

Tissot, P., Lothy, H., ve Monnier, D. (1973). Comportement anodique d'alliages or-cuivre en solution aqueuse de NaCl. *Chimia, 27*, 15-18.

Tuck, C. D. S., Powell, C. A. Ve Nuttall, J. (2010). Corrosion of Copper and its Alloys. Shreir's Corrosion, vol. 3, Elsevier Science, ss. 1937-1973

Tuğrul, B. (1993). Eski Eserlerin Korunmasında Radyografi Yöntemlerinin Kullanılması. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, *36*(1-2), 397-412.

Turgoose, S. (1982). Post-excavation changes in iron antiquities. *Studies in conservation*, *27*(3), 97-101.

Tylecote, R. F. (1976). A History of Metallurgy. *The Metals Society,* 205.

Uluengin, M. (2006). Atmosferik Korozyon ve Korunma Yöntemleri. ITU Yayınları.

UNESCO (2002). *Convention on Protection of Underwater Cultural Heritage.*

Urtekin, E. (2022). Antik çağ ekonomisi ve diocletianus sikke reformu. Araştırma Çalışması.

Ünver, S. (1963). Divltcîlerîmiz ve eserleri. *Türk Etnografya Dergisi*, (57), 90-97.

Ünver, T. (2023). İmparator Diocletianus'un politik iradesi. *Sinop Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 7(1), 49-85.

Vassiliou, P. ve Gouda, V. (2013). Ancient silver artefacts: corrosion processes and preservation strategies. In *Corrosion and Conservation of Cultural Heritage Metallic Artefacts* (213-235). Woodhead Publishing.

Wanhill, R. (2013). Stress corrosion cracking in ancient silver. *Studies in Conservation,* 58(1), 41-49.

Wanhill, R. J. H. ve Oudbashi, O. (2023). *Fractography of ancient metallic artifacts: archaeometallurgical fracture analysis and restoration and conservation aspects.* ASM Handbook, 12, 44073-0002.

Wanhill, R. ve Oudbashi, O. (2024). Stress Corrosion Cracking: A Brief Historical Snapshot of an Age-Old Problem. *AM&P Technical Articles, 182(8), 20-23.*

Watkinson, D. (1983). Degree of mineralization: its significance for the stability and treatment of excavated ironwork. *Studies in Conservation*, *28*(2), 85-90.

Watkinson, D., Rimmer, M. B. ve Kergourlay, F. (2013). Alkaline desalination techniques for archaeological ıron. *Corrosion and conservation of cultural heritage metallic artifacts*, 407-434, Woodhead Publishing.

Watkinson, D. ve Neal, V. (1998). *First Aid for Finds* (2nd ed.). London: RESCUE–UKIC Archaeology Section.

Weker, W. Ve Trojanowicz, M. (1987). Application of flow-injection analysis for the determination of chloride extracted from corroded iron artifacts. *Studies in conservation*, *32*(2), 86-90.

Wharton, G. ve Kökten Ersoy, H. (2002). Arkeolojik kazılarda metal buluntuların konservasyonu. *Kazı Notları Arkeolojik Konservasyon ve Antik Yerleşimlerin Korunması İçin Pratik Rehberler*, 1-6.

Yalçın, H. ve Koç, T. (1997). Mühendisler için korozyon, türk mühendis ve mimarlar odalar birliği kimya mühendisleri odası, Ankara.

Yalçın, Ü. (2000). Zur Technologie der frühen Eisenverhüttung. Arbeits- und Forschungsberichte zur Sachsischen Bodendenkmalpflege, 42, 307-316.

Yaralı, B. (2024). *Alanya Osmanlı Batığı Kazısında Bulunan Sikkelerin Restorasyon ve Konservasyon Uygulamaları.* Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Uygarlıkları Araştırma Enstitüsü, Antalya.

Yarmacı, N., Keleş, M. Ç. ve Ergil, B. (2017). Su altı dalış turizminin mevcut durumu, sorunları ve geliştirilmesine yönelik öneriler: Kaş örneği. *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, *1*(1), 66-87.

Yılmaz, Z. (2021). Arkeolojik Demir Buluntularda Karşılaşılan Sorunlar ve Nedenleri. *Ankara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi*, *3*(2), 137-144.

Yiğitpaşa, D. (2016). Arkeolojik Veriler ve Müze Buluntuları Işığında Urartu Madeni Bilezikleri. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *9*(42), 999-1017.

Yinesor-Demir, J. S. (2008). *Gaziantep Arkeoloji Müzesinde sergilenen yüzükler ve yüzük taşları*. (Yüksek Lisans Tezi) Anadolu University, Türkiye.

Yüceil, I. G. (2016). *Rezan Has Müzesi Urartu takı koleksiyonuna ait bir grup tunç eserin bozulmalarının araştırılması ve koruma-onarım uygulamaları* (Yüksek Lisans Tezi) Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Yükçü, S. ve Atağan, G. (2011). Ortadoğu'da zaman tünelinde ticaret. *Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi*, (1), 86-109.

Yükçü, S. ve Gönen, S. (2014). Anadolu'da ilk paranın ayar ve alaşımı. *Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi*, (7), 28-48.

İNTERNET KAYNAKLARI

underwaterarchaeology.net (Erişim Tarihi: 02.03.2025)

ÖZGEÇMİŞ