



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**PARİON ANTİK KENTİ BRONZ SİKKE
BULUNTULARINDA ANALİZ VERİLERİNE GÖRE,
KORUNMA SORUNLARI, MÜDAHALELERİN
TESPİTİ VE KORUMA ONARIM UYGULAMALARI**

ZEYNEP YILMAZ

KÜLTÜR VARLIKLARINI KORUMA ANABİLİM DALI

TEMMUZ 2019



**PARİON ANTİK KENTİ BRONZ SİKKE BULUNTULARINDA
ANALİZ VERİLERİNE GÖRE, KORUNMA SORUNLARI,
MÜDAHALELERİN TESPİTİ VE KORUMA ONARIM
UYGULAMALARI**

Zeynep YILMAZ

DANIŞMAN Prof. Dr. Y. Selçuk ŞENER

**YÜKSEK LİSANS/TEZİ
KÜLTÜR VARLIKLARINI KORUMA ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ**

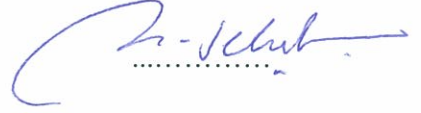
TEMMUZ 2019

Zeynep YILMAZ tarafından hazırlanan “PARİON ANTİK KENTİ BRONZ SİKKE BULUNTULARINDA ANALİZ VERİLERİNE GÖRE KORUNMA SORUNLARI, MÜDAHALELERİN TESPİTİ VE KORUMA ONARIM UYGULAMALARI ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kültür Varlıklarını Koruma Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Yaşar Selçuk ŞENER

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi,
Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum



Başkan : Doç. Dr. Ali Akın AKYOL

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi,
Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum



Üye : Dr. Öğr.Üyesi Hazar KABA

Sinop Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi,
Arkoloji Bölümü

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum



Tez Savunma Tarihi: 03/07/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Unvanı Adı SOYADI
Prof. Dr. Figen ZALF
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.


Zeynep YILMAZ
03.07.2019

PARİON ANTİK KENTİ BRONZ SİKKE BULUNTULARINDA ANALİZ
VERİLERİNE GÖRE, KORUNMA SORUNLARI, MÜDAHALELERİN TESPİTİ
VE KORUMA ONARIM UYGULAMALARI
(Yüksek Lisans Tezi)

Zeynep YILMAZ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2019

ÖZET

Parion kazılarında ele geçen 17 adet bakır alaşımlı sikkenin odak alındığı tez çalışmasında öncelikle kazı malzemesi metal buluntuların korunma durumları, bozulmaları ve koruma onarım yaklaşımları araştırılarak derlenmiştir. Bronz buluntuların malzeme özelliklerinin, bozulmalarının tespiti ve koruma onarım yaklaşımlarının doğrultusunda Parion kazı buluntusu 17 adet bronz sikke üzerinde analizler ile tespitler yapılarak koruma onarım yöntemine karar verilmiştir. X- ışını floresans spektrometresi (P-XRF) ile sikkelerin element içerikleri ve oranları belirlenmiştir. X- ışını kırınım yöntemi (XRD) ile 7 adet sikkeden alınan korozyon numuneleri üzerinde mineral kaynaklı bozulmaların tespiti yapılmıştır. X-ışını Radyografisi kullanılarak sikkelerin taraması yapılmış ve film görüntüleri üzerinden metal özlerinin korunma durumları hakkında fikir sahibi olunmuştur. Sikkelerin ele geçtiği alanlardan alınan toprak numuneleri üzerinde pH, tuzluluk, iletkenlik ve nem oranlarına bakılarak Parion kazı toprağı hakkında bilgi sahibi olunmuş ve toprağın bozulmaya etkisi üzerinde durulmuştur.

Analizlerden elde edilen verilere göre tanımlanan sikkelere uygulanacak olan koruma onarım yöntemine karar verilmiştir. Seçilen yöntem dâhilinde temizlik, sağlamlaştırma ve sikkelerin depolanması konusundaki uygulamalar anlatılarak tespit ve koruma onarım üzerine kazılarda kullanılmak üzere basit bir rapor önerisi geliştirilmiştir ve örnek olarak sunulmuştur.

İncelemeler ve tespitler sonucunda Parion kazılarında ele geçen bronz sikkelerde karşılaşılan sorunlar ve sorunların çözüm önerileri tez kapsamında analizler ile desteklenerek aktarılmıştır.

Bilim Kodu : 41304
Anahtar Kelimeler : Parion, sikke, arkeolojik kazılarda koruma onarım, demir koruma onarım, bronz koruma onarım, hh-XRF, XRD, Analiz,
Sayfa Adedi :162
Danışman : Prof. Dr. Y. Selçuk ŞENER

IN LIGHT OF ANALYSIS DATA FROM THE ANCIENT CITY OF PARION
PRESERVATION PROBLEMS, DETERMINATION OF INTERVENTIONS AND
CONSERVATION RESTORATION APPLICATIONS OF BRONZE COIN FINDS
(Master's Thesis)

Zeynep YILMAZ

GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF FINE ARTS

July 2019

ABSTRACT

In the thesis study, which focuses on 17 copper alloy coins recovered from the Parion excavations, the protection status, deterioration and conservation - restoration approaches of the metal finds, the excavation material, were investigated and compiled in the first place. In line with the determination of the material properties, deterioration of the bronze finds and the conservation - restoration approaches, 17 bronze coins recovered from the Parion excavations were analyzed to determine the conservation - restoration method. X-ray fluorescence spectrometry (P-XRF) was used to determine the elemental content and ratios of the coins. The X-ray diffraction method (XRD) was used to determine the deterioration of mineral origin on corrosion samples taken from 7 coins. Using X-ray radiography, the coins were scanned and information was obtained about the conservation status of metal extracts through film images. On the soil samples taken from the fields where coins were recovered, pH, salinity, conductivity and humidity ratios were examined to obtain information about the excavation soil in Parion and the effect of soil on deterioration was discussed.

According to the data obtained from the analyses, the conservation - restoration method which would be applied to the defined coins was decided. A simple report suggestion was developed and presented as an example to be used for determination and conservation - restoration in the excavations by explaining the applications of cleaning, strengthening and storage of coins in line with the selected method.

As a result of the examinations and determinations, the problems encountered in the bronze coins recovered from the Parion excavations and the solution suggestions for the problems were supported with the analyses within the scope of the thesis and transferred.

Science Code : 41304

Keywords : Parion, coin, preservation - conservation in archaeological excavations, iron conservation - restoration, bronze conservation - restoration, hh-XRF, XRD, Analysis,

Number of pages :162

Advisor : Prof. Dr. Y. Selçuk ŞENER

TEŞEKKÜR

İnsanlığın ortak değeri olan kültür varlıklarını, koruma ve gelecek nesillere doğru bilimsel yöntemlerle aktarma konusunda aldığım eğitim doğrultusunda hazırlamış olduğum bu çalışmamda, tez konusunun belirlenmesinden tezin son aşamasına gelene kadar yoğun iş temposu arasında, değerli vaktini çalışmama ayıran, beni yönlendiren, deneyimlerini paylaşan ve çalışmamın her aşamasında desteğini aldığım değerli hocam Prof. Dr. Y. Selçuk Şener'e içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Parion Kazıları'na başladığım 2014 yılından bu zamana kadar Parion Antik Kenti restorasyon ve konservasyon laboratuvarını bana emanet eden ve çalışma özgürlüğü sağlayan, bunun yanında; tez malzememizi oluşturan bronz sikkelerin çalışma iznini veren ve nümismatik bilimi kousundaki bilgi birikimiyle bana desteklerini sunan, başkanı olduğu Parion Kazı ekibinin bir parçası olduğumu hissettiren sevgili hocam Prof. Dr. Vedat Keleş'e teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmamızı değerlendiren ve olumlu katkılarıyla yönlendiren Doç. Dr. Ali Akın Akyol'a ve Dr. Öğr. Üyesi Hazar Kaba'ya teşekkürlerimi sunarım.

Parion Kazısı koruma onarım laboratuvarının oluşturulmasında ve koruma onarım ekipmanlarının kazıya kazandırılmasında destek veren Parion Kazıları ana sponsoru İÇDAŞ A.Ş.'nin genel müdürü Sayın Bülent Engin'e ve Sayın Fuat Erkan Tekin Bey'e, Sayın Suat Karataş'a ve radyografi çekimlerini yapan Atalay Keskin'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca; Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma laboratuvarında XRD ve toprak analizleri konusunda yönlendiren Dr. Öğr. Üyesi U. Ümit Güder'e ve analizleri yapan Mert Akgün'e teşekkürlerimi sunarım. İstanbul Konservasyon ve Restorasyon Merkez Laboratuvarı'nda P-XRF ile tez konusu sikkelerin analizlerini gerçekleştiren Irmak Güneş Yüceil'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamızın konusu olan Parion bronz sikkelerinin laboratuvara ulaştırılması konusunda özveriyle çalışan Parion Kazısı değerli hocaları ve kazı ekibine, ayrıca, tez konusu sikkelerin arkeolojik tanımlaması konusunda yardım aldığım Dr. Öğr. Üyesi Kasım Oyarçin'e, Parion Kazısı koruma onarım laboratuvarında beraber çalıştığım arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Beraber aynı çalışma ofisini paylaştığım arkadaşlarım Arkeologlar A. Levent Keskin'e, Selman Tamyürek'e, Salih Pekgöz'e, ve Yunus Özdemir'e ayrıca literatüre ulaşmam konusunda yardımcı olan Halil Özkan'a ve ofiste eksikliğini hissettiğimiz ama çalışmamda desteğini gördüğüm Sadık Sulan'a ve çalışmamda beni fikirleriyle destekleyen Atalay Karatak'a teşekkürü borç bilirim.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca eğitim bursu aldığım Tadımla ve Nuray Karaçam'a teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, çalışmam konusunda her anlamda bana destek olan sevgili eşim Araş. Gör. Alper Yılmaz'a ve vaktimin çoğunluğunu tez çalışmama vermem dolayısıyla uzak kalmış olduğum çok sevgili kızım Ayşe Gökçe Yılmaz'a, bu süreçte kızımın bakımını üstelenen ve büyük bir sabır ve emek gösteren sevgili annem Suzan Çapa'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ	xiv
1.GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	1
1.2. Çalışmanın Önemi.....	2
1.3. Sınırlılıklar	2
1.4. İlgili Araştırmalar	3
1.5 Yöntem ve Metot.....	5
2.PARİON ANTİK KENTİ.....	9
2.1. Lokalizasyon	9
2.2. Kuruluş ve Tarihçe	10
2.3. Arkeolojik Araştırmaların Tarihi.....	11
2.4. Kazı Çalışmalarında Ele Geçen Bronz Sikkeler ve Buluntu Yerleri.....	12
2.4.1. Tiyatro	12
2.4.2. Roma Hamamı.....	14
2.4.3. Odeion	16
2.4.4. Yamaç Hamamı.....	17
3. ARKEOLOJİK KAZI BULUNTUSU METALLERDE KORUMA ONARIM ÜZERİNE	19
3.1. Kazı Alanından Koruma Onarım Uygulamalarına Kadar Takip Edilen Süreç.....	19

3.2 Metal Buluntuların Koruma Onarımı	23
3.2.1. Demir buluntularda karşılaşılan sorunlar.....	23
3.2.2. Bronz buluntularda karşılaşılan sorunlar	29
3.3. Metal Buluntularda Koruma Onarım Yöntemleri	41
3.3.1. Tespit ve belgeleme uygulamaları	41
3.3.2. Koruma ve Onarım Uygulamaları	45
3.3.3. Depo Ortamına Hazırlanması ve Depolama İşlemi	63
4. ANALİZ VERİLERİ İLE PARİON ANTİK KENTİ BRONZ SİKKELERİNİ, BOZULMALARINI TANIMA VE TESPİT ÇALIŞMALARI	69
4.1. Tanıma ve Teşhis.....	69
4.1.1. Gözlemsel İnceleme.....	69
4.1.2. Aletli Analizler.....	70
4.2. Yapım Teknikleri.....	70
4.3. Fiziksel Bozulmalar	71
4.3.1. Yüzeysel bozulmalar	71
4.3.2. Aşınma.....	71
4.3.3. Çatlak/Kırık	72
4.3.4. Parça kaybı.....	72
4.4 Mineral Kaynaklı Bozulmalar	72
4.4.1. Malahit.....	73
4.4.2. Atakamit / Paratakamit / Klinoatakamit.....	73
4.4.3. Küprit.....	73
4.4.4. Nantokit.....	74
4.5. Bronz Sikkelerin Bozulma ve Onarım Süreçlerini İçeren Basit Kazı Raporunun Hazırlanması	74

5. PARİON ANTİK KENTİ BRONZ SİKKELERİNDE ANALİZLERLE ULAŞILAN TESPİTLER VEBUNA GÖRE SEÇİLEN KORUMA ONARIM UYGULAMALARI (KATALOG).....	78
5.1. Uygulanan Analiz Yöntemleri.....	78
5.1.1. CDV 31 bul. no.lu sikke (Katalog 1).....	80
5.1.2. CFJ 15 bul. no.lu sikke (Katalog 2).....	82
5.1.3. CFJ 17 bul. no.lu sikke (Katalog 3).....	84
5.1.4. CFJ 5 bul. no.lu sikke (Katalog 4).....	86
5.1.5. CFJ 7 bul. no.lu sikke (Katalog 5).....	88
5.1.6. CFJ 14 bul. no.lu sikke (Katalog 6).....	90
5.1.7. CDM 11 bul. no.lu sikke (Katalog 7).....	92
5.1.8. CDS 1 bul. no.lu sikke (Katalog 8)	94
5.1.9. CEJ 1 bul. no.lu sikke (Katalog 9).....	96
5.1.10. CFB 7 bul. no.lu sikke (Katalog 10)	98
5.1.11. CFB 9 bul. no.lu sikke (Katalog 11)	100
5.1.12. CFB 14 bul. no.lu sikke (Katalog 12)	102
5.1.13. CFD 1 bul. no.lu sikke (katalog 1)	104
5.1.14. CER 35 bul. no.lu sikke (Katalog 14).....	106
5.1.15. CER 82 bul. no.lu sikke (Katalog 15).....	108
5.1.16. CER 17 bul. no.lu sikke (katalog 1)	110
5.1.17. CER 78 bul. no.lu sikke (Katalog 17).....	112
5.2. Koruma Onarım Uygulamaları.....	113
5.2.1. Yöntem Seçimi.....	114
5.2.2. Temizlik uygulamaları	114
5.2.3. Sağlamaştırma uygulamaları	116
5.2.4. Depolama	117
6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ.....	118

KAYNAKLAR	124
EKLER.....	134
Ek-1. XRD analiz Verileri.....	136
Ek-2. Toprak Analizleri	140
Ek-3. CFJ 5 bul. No.lu Sikkenin P-XRF Verileri	144
ÖZGEÇMİŞ.....	162



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge 3.1 Demir üzerinde görülen bazı korozyon ürünleri	27
Çizelge 3.2 Korozyon oluşum, form ve bozulmalar	32
Çizelge 3.3 Arkeolojik bronzlarda görülen korozyon ürünleri	40
Çizelge 5.1. Bronz sikkelerin X-Ray çekim süreleri	79
Çizelge 6.1.El Tipi XRF verileri tablosu	119



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 2.1. Parion Antik Kenti (Parion kazı arşivi).....	10
Şekil 2.2. 2016 Yılı Bronz Sikkelerinin Sayısal Dağılımı	14
Şekil 3.1. Demir korozyonunu gösteren şematik çizim (Einarsdóttir, 2012, s. 19).....	26
Şekil 3.2. Elektrokimyasal hücrenin şematik gösterimi (Perez, 2004, s. 2).....	30
Şekil 3.3. Genel olarak korozyon katmanlarını gösteren şematik çizimi Organ'dan (1963, s.6) düzenlenmiştir.....	32
Şekil 3.4. Bronzlarda korozyon katmanlarının basit dizisi.....	35
Şekil 3.5. Korozyona uğramış metal anahtarın elektrolitik temizliği 60Cronyn'dan(1990, s. 174) düzenlenmiştir.....	51
Şekil 3.6. Deney Cihazı Patscheider and Vepşek'den (1986 s. 30) düzenlenmiştir	54
Şekil 3.7. Marvelseal 360 ve Aclar Filmlerin katmanları 104Burke'den (1992, s. 13-17) düzenlenmiştir	67
Şekil 4.1. Parion antik kenti sikke koruma onarım raporu örneği.....	75

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim 3.1. Kemik saplı demir obje (Parion kazı arşivi)	42
Resim 3.2. Escal/Rp sistem paketleme (Brown, 2010, s.138)	66
Resim 5.1. CDV 31 Bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali	80
Resim 5.2. CDV 31 mikroskop görüntüsü	80
Resim 5.3. CDV 31 mikroskop görüntüsü	80
Resim 5.4. CDV 31 radyografisi	80
Resim 5.5. CFJ 15 Bul. no.lu bronz sikke, ön ve arka yüz temizlik öncesi ve sonrası hali	82
Resim 5.6. CFJ 15 mikroskop görüntüsü	82
Resim 5.7. CFJ 15 mikroskop görüntüsü	82
Resim 5.8. CFJ 15 radyografisi	82
Resim 5.9. CFJ 17 Bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali	84
Resim 5.10. CFJ 17 mikroskop görüntüsü	84
Resim 5.11. CFJ 17 mikroskop görüntüsü	84
Resim 5.12. CFJ 17 radyografisi	84
Resim 5.13. CFJ 5 Bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali	86
Resim 5.14. CFJ 5 mikroskop görüntüsü	86
Resim 5.15. CFJ 5 mikroskop görüntüsü	86
Resim 5.16. CFJ 5 radyografisi	86
Resim 5.17. CFJ 7 Bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali	88
Resim 5.18. CFJ 7 mikroskop görüntüsü	88
Resim 5.19. CFJ 7 mikroskop görüntüsü	88
Resim 5.20. CFJ 7 radyografisi	88
Resim 5.21. CFJ 14 Bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali	90
Resim 5.22. CFJ 14 mikroskop görüntüsü	90
Resim 5.23. CFJ 14 mikroskop görüntüsü	90

Resim 5.24. CFJ 14 radyografisi.....	90
Resim 5.25. CDM 11 Bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali.....	92
Resim 5.26. CDM 11 mikroskop görüntüsü	92
Resim 5.27. CDM 11 mikroskop görüntüsü	92
Resim 5.28. CDM 11 radyografisi	92
Resim 5.29. CDS 1 Bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali.....	94
Resim 5.30. CDS 1 mikroskop görüntüsü.....	94
Resim 5.31. CDS 1 mikroskop görüntüsü.....	94
Resim 5.32. CDS 1 radyografisi	94
Resim 5.33. CEJ 1 Bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali	96
Resim 5.34. CEJ 1 mikroskop görüntüsü.....	96
Resim 5.35. CEJ 1 mikroskop görüntüsü.....	96
Resim 5.36. CEJ 1 radyografisi.....	96
Resim 5.37. CFB 7 Bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali	98
Resim 5.38. CFB 7 mikroskop görüntüsü.....	98
Resim 5.39. CFB 7 mikroskop görüntüsü.....	98
Resim 5.40. CFB 7 radyografisi.....	98
Resim 5.41. CFB 9 Bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali	100
Resim 5.42. CFB 9 mikroskop görüntüsü.....	100
Resim 5.43. CFB 9 mikroskop görüntüsü.....	100
Resim 5.44. CFB 9 radyografisi.....	100
Resim 5.45. CFB 14 Bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali	102
Resim 5.46. CFB 14 mikroskop görüntüsü.....	102
Resim 5.47. CFB 14 mikroskop görüntüsü.....	102
Resim 5.48. CFB 14 radyografisi.....	102
Resim 5.49. CFD 1 Bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali.....	104
Resim 5.50. CFD 1 mikroskop görüntüsü.....	104

Resim 5.51. CFD 1 mikroskop görüntüsü.....	104
Resim 5.52. CFD 1 radyografisi	104
Resim 5.53. CER 35 Bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali.....	106
Resim 5.54. CER 35 mikroskop görüntüsü.....	106
Resim 5.55. CER 35 mikroskop görüntüsü.....	106
Resim 5.56. CER 35 radyografisi	106
Resim 5.57. CER 82 Bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali.....	108
Resim 5.58. CER 82 mikroskop görüntüsü.....	108
Resim 5.59. CER 82 mikroskop görüntüsü.....	108
Resim 5.60. CER 82 radyografisi	108
Resim 5.61. CER 17 Bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali.....	110
Resim 5.62. CER 17 mikroskop görüntüsü.....	110
Resim 5.63. CER 17 mikroskop görüntüsü.....	110
Resim 5.64. CER 17 radyografisi	110
Resim 5.65. CER 78 Bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali.....	112
Resim 5.66. CER 78 mikroskop görüntüsü.....	112
Resim 5.67. CER 78 mikroskop görüntüsü.....	112
Resim 5.68. CER 78 radyografisi	112
Resim 5.69. Stereo Zoom Mikroskop	114
Resim 5.70. Stereo Zoom Mikroskop kullanarak mekanik temizlik uygulaması	114
Resim 5.71. Nem göstergeli havasız kabin	116
Resim 5.72. Vakumlu desikatörde BTA uygulaması.....	117

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

g
L
m
mm

Açıklamalar

Gram
Litre
Metre
Minimetre

Kısaltmalar

bul.
bkz.
MÖ
MS
PE
X-ray
XRD
XRF
YY

Açıklamalar

Buluntu
Bakınız
Milattan önce
Milattan sonra
Polietilen
X-ışını radyografisi
X-ışını difraktometresi
X-ışını floresans spektrometresi
Yüzyıl

1.GİRİŞ

Son yıllarda koruma alanında hem akademik anlamda hem de pratikte çalışmalar artarak devam etmektedir.

Türkiye’de metal koruma onarım konusu üzerinde mevcut bilimsel yayınlar daha çok demir ve bronz buluntuları kapsayacak şekilde oluşturulmuştur. Toprak altında veya üstünde dayanımı oldukça zayıf olan arkeolojik demir ve bronz buluntuların sorunları ve korunma önerileri kapsamında deneysel ve/veya uygulamaya yönelik çalışmalar ile Türkiye’nin kültürel mirasını korumaya ve arkeoloji tarihi hakkında doğru bilgi sahibi olmaya çalışılmaktadır. Bu doğrultuda bronz sikkelerin korunması alanında seçilen araştırma konusuyla, koruma alanında eğitim alan ve/veya koruma faaliyetlerinde bulunan kişilere kaynak oluşturabilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamızda Parion Kazılarında ele geçen bronz sikkelerden seçilen örneklerde korunma sorunları ve toprak altında sikkelerde meydana gelen bozulmalar incelenmiştir. Çalışmanın odak noktasını, bronz sikkelerin bozulma süreci, bozulmaların tanımlanması ve koruma onarım uygulamaları oluşturmaktadır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Parion kazılarında ele geçen bronz sikkelerde, belirlenen aletli aletsiz analizler ile veriler elde edilmesi, sikkelerin alaşım metallerinin ve bozulma tiplerinin belirlenmesi ve bozulma nedenlerinin incelenmesi, ulaşılan sonuçlar üzerinden koruma onarım yöntemlerinin belirlenmesi ve kullanılacak olan malzemelerin (kimyasal, mekanik) seçilmesi, yöntem ve malzeme seçiminde buluntuların mekanik direnci ve kimyasal özellikleri de dikkate alınarak koruma onarıma başlanması ve devamında uygun koşullarda depolanmasını sağlamak çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır.

Bunun yanında analizlerle elde edilen veriler ışığında toprak altında bozulmaya uğramış olan sikkelerin belirgin farklılar göstermesi halinde, bu farkların nedenlerinin açıklanması da çalışmanın ikincil amacını oluşturmaktadır.

Sikkelerin bulunduğu anki durumunu, toprak altında oluşan bozulmalarını, yapılması gerekli analizleri ve planlanan çalışma yöntemlerini kapsayan çalışma öncesindeki mevcut korunma durumları ile yapılmış ise analiz sonuçlarıyla birlikte çalışma sonrası durumlarını gösteren genel rapor oluşturulacaktır. Oluşturulması planlanan bu rapor tez çalışmalarını kapsayan konuların genel hatlarını oluşturacak ve arkeolojik alanlarda veya laboratuvarlarda yapılan koruma onarım çalışmalarında da kullanılabilecek nitelikte bir rehber olacaktır.

1.2. Çalışmanın önemi

Sikkelerde yapılan koruma ve onarım çalışmaları, buluntularla ilgili tarihlendirme yapılmasına ve dönemin önemli gelişmelerinin sikkeler üzerinden okunabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle yapılan koruma onarım müdahalesinin niteliği, belge özelliği taşıyan buluntunun doğru koşullar altında çalışılmasını ve elde edilen verilerin geleceğe aktarılmasında önemli rol oynar.

Koruma ilk olarak belgeleme ile başlar ve elde edilen tüm veriler çalışmanın tüm basamaklarında tekrarlanarak arşıvlenir. Parion Kentinin tarihsel verilerin yeterince değerlendirilebilmesi için, diğer tüm çalışmalarda olduğu gibi, kazılarda ele geçen sikkelerin en doğru yöntemler ile korunması ve onarımlarının gerekli, yeterli ve uygun yöntemlerle yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu noktada uygun koruma onarım yönteminin belirlenmesi için, sikkelerin yüzyıllardır adapte olduğu toprak altı koşullarından, en son depolanacağı koşullara kadar her ayrıntının titizlikle belirlenmesi gereklidir.

1.3. Sınırlılıklar

Çalışmada, ele alınan bronz sikkelerin mukavemetleri, toprak altı bozulmaların tespiti, korozyon tipleri ve bunlara yol açan olumsuzlukların belirlenmesi; bu doğrultuda korozyona uğramış örneklerde belirlenecek analizlerin yaptırılması, korozyona neden olan toprak altı (gömu) ortamından alınan toprak örneklerinde de analizlerinin yapılması ve verilerin değerlendirilmesi, elde edilen tüm veriler ışığında uygun koruma onarım yöntem ve malzemelerin seçilerek konservasyon çalışmasının tamamlanması ve uygun koşullarda depolanması hedeflenmektedir.

Bu kapsamda çalışılacak bronz sikkelerin seçiminde analizler için yeteri miktarda korozyon örneğinin sikke yüzeyinden alınması gerekliliği ve sikkelerin bozulma tiplerinin çeşitlilik ihtiva etmesi gözetilmiştir. Çalışmanın bütününe etki edecek bu gereklilikler göz önünde bulundurularak 17 adet sikke seçilerek belirlenmiştir.

Yapılması gerekli ileri analizlerin tahribatsız olması zorunluluğuyla; bronz sikkeler üzerinde X- ışını floresans Spektrometresi (XRF)¹ ve X- ışını radyografisi (X-ray)² gibi yöntemlerle araştırmalar yapılması uygun görülmüştür.

Korozyon ve toprak örneklerinde böyle bir zorunluluk bulunmadığı için, sikkelerden alınan korozyon numuneleri üzerinde X- ışını difraktometresi (XRD) ile analizler yapılarak korozyon ürünleri tanımlanmıştır. Toprak örnekleri üzerinde, spot testler yapılarak nemi değerleri, pH değerleri, iletkenliği ve tuzluluk oranları incelenebilmiştir³.

1.4. İlgili Araştırmalar

Çalışmalarımızda literatür taramasını koruma onarım yaklaşımları, demir ve bronz buluntuların bozulmaları ve koruma onarımları, bronz buluntular üzerinde bozulmaların tespiti ve analiz yöntemleri olarak dört grupta toplamak mümkündür.

Çalışmamızın başlangıcında ana kaynak ve yönlendirici kaynak olarak değerlendirilmek üzere yurt içi ve yurt dışı süreli yayınlar taranmış, koruma onarım ile ilgili kaynaklar kütüphaneler ve internet aracılığı ile araştırılmıştır. Ayrıca konusunda uzman akademisyenler ile görüşülerek genel biçimlenişte destek sağlanmıştır.

Koruma onarım konularında Cronyn (1990), Sease (1990), Snow (1996) incelenmiştir. Cronyn ve Sease'den buluntuları yapım malzemelerine göre ayrılmasında yararlanılmıştır. Snow ise doktora tezinde farklı malzeme grupları

¹ Bu tür analizler İstanbul Restorasyon ve Konservasyon Merkez ve Bölge Laboratuvar Müdürlüğü bünyesinde yapılmıştır.

² Bu tür analizler İÇDAŞ Çelik Enerji Tershane ve Ulaşım Sanayi A.Ş. Değirmencik tesislerinde yapılmıştır.

³ XRD ve toprak örneklerinin analizi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi ÇOBİLTUM – Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesinde yapılmıştır.

üzerinden koruma onarım yaklaşımlarını değerlendirmiştir. Demir ve bronz buluntuların bozulmaları ve koruma onarım uygulamalarının derlenmesinde H. Kökten (1994) tarafından hazırlanan doktora tezinden yararlanılmış; seçilmiş olan demir ve bronz buluntular üzerinde yapmış olduğu uygulamaları ayrıntılı aktarımları ve uygulamalar öncesinde koruma onarım yöntemlerinin belirlenmesi yol gösterici olmuştur. Kökten'nin çalışması Türkiye'de metal koruma onarım uygulamaları açısından yapılmış en kapsamlı bilgi kaynağı olarak yararlanılabilecek nitelikte bulunmuştur.

Metal koruma ve onarım ile ilgili Watkinson'nun (2010) Shreir's Corrosion adlı kitap bölümü yol gösterici niteliktedir.

Uygulamalar içerisinde yer alan buluntuların sağlamlaştırılması ve yapıştırılması, bu işlemlerde kullanılan malzemeler, kullanımı ve kimyasal içerik ve uyumlulukları ile ilgili Horie'nin (2010) Materials for Conservation, Organic Consolidants, Adhesives and Coating adlı kitap çalışması yönlendirici olmuştur.

Bronz buluntular bozulmaları tanıma ve analiz yöntemlerinde Scott'ın (2002) Copper and Bronze in Art Corrosion, Colorants, Conservation adlı kitabı ana kaynak olarak kullanılmıştır. Bu çalışma metallerde koruma onarım yaklaşımları konusunda da yönlendirici olmuştur.

Bronzu oluşturan minerallerin fiziksel ve kimyasal olarak incelenmesinde Habashi'nin (1997) Handbook of Extractive Metallurgy Volume II: Primary Metals, Secondary Metals, Light Metals adlı kitabı yardımcı kaynak olarak kullanılmıştır. Bronz buluntularda korozyon oluşum reaksiyonları, çalışmamızda kapsamında kullanılması amacıyla Faltermeier'in (1995) doktora tezinden ve Özen'in (1999) Anadolu kitap bölümü ve Barthelot'un (1895) yayınından faydalanılmıştır.

Bazı makale tez ve kitap türü çalışmalara özellikle yurt dışı çalışmalara internet üzerinden ulaşılabilmiştir. Bu doğrultuda Kanada Konservasyon Enstitüsü'nün (Canadian Conservation Institute [CCI]) internet üzerinden yayınladığı makaleler incelenmiş ve tez konusu ile ilişkilendirilen yayınlar değerlendirilerek kullanılmıştır. Kanada Konservasyon Enstitüsü yayınları belli periyotlarda kontrol ederek güncel

bilgiye erişimi kolaylaştırmıştır. Kolay erişilebilir olmaları, ilk yazar sahiplerinin belli oluşu, güncellemeyi yapan yazarların da tarihleri ile birlikte sayfada yer alması gibi özellikleriyle bu yayın grubu, güvenilir kaynak olarak kabul etmemizde etkili olmuştur.

1.5 Yöntem ve Metot

Çalışma planı, Parion Kazısı bronz sikkelerini odak alacak şekilde oluşturulmasının yanında sikkelerin basıldığı bronzun açıklanmasını zorunlu kılmıştır. Bronz buluntuların toprak altındaki bozulmaları, korunma sorunları, alanda yapılması gerekli müdahaleler ve koruma onarım yöntem ve uygulamaları incelenmiştir.

Söz konusu kazı buluntusu olduğunda, kazı alanında en sık ele geçen buluntu grubu olan bir diğer metal grubu demir de göz ardı edilememiştir. Bu nedenle demir buluntuların da çalışmamıza dâhil edilmesine karar verilmiştir.

Bronz ve demir buluntular toprak üstüne çıkarıldığı andan itibaren aktif koruma uygulamalarına kadar, benzer aşamalardan geçmektedir. Koruma onarım aşamasında da uygulanan yöntemlerin birçoğu aynı yaklaşım içerisinde değerlendirilmektedir.

Kazı buluntusu diğer metaller; kurşun, gümüş ve altın da çalışmamız kapsamında değerlendirmek istenmiştir; ancak tez kapsamını genişleteceği ve kısıtlı zaman nedeniyle en çok karşılaşılan ve toprak altı ortamında yüksek oranda bozulmaya uğrayan iki metal türü tercih edilmiştir. Bu doğrultuda; kazı buluntusu metaller başlığının demir ve bronzla sınırlandırılmasına karar verilmiştir.

Konu her ne kadar kazı buluntusu metaller, sınırlandırma ise bronz ve demir buluntular şeklinde tutulmuş olsa da çalışmada ağırlık Parion kazı buluntusu bronz sikkelerine verilmiştir. Bu yaklaşımla konu ikinci kez sınırlamaya tabi tutulmuştur. Ancak hemen belirtilmelidir ki, bunun en temel nedeni, buluntular üzerinde tespitlerimizi analizlerle desteklemek ve kararları verirken de bu desteklerin imkânlarından da yararlanmak olmuştur. Ancak takdir edilir ki bu tür analiz çalışmaları maddi olarak imkânı da gerektirmektedir. Bu doğrultuda hem çalışılan türlerde sınırlama hem de örneklerin seçiminde itidalli davranılmıştır. Bu doğrultuda

malzeme, sorunların açıklamasında daha geniş ancak analiz sonuçları açısından yapılan inceleme ise bronz sikkelerle sınırlı tutulmak zorunda kalmıştır.

Bronz sikkelerle, Sikkeler üzerinde yapılacak analiz yöntemleri belirlenirken tahribatsız olması zorunluluğundan; element içeriklerinin belirlenmesinde El tipi XRF (hh-XRF) analiz yöntemi seçilmiştir. Element içeriklerinin belirlenmesinde amacımız, bronz olarak adlandırılan bakır alaşımlarının hangi elementlerden oluştuğunu ve bunların hangi oranlarda olduğunu tespit etmektir. Element içeriklerinin bronzlar üzerinde gerçekleşen bozulmalara etki eden parametrelerden biri olduğu bilindiği için mikroskopta görünen korozyon tabakalarını destekleyici sonuçlar alınması amaçlanmıştır. Nitekim çalışmamızda amaçlanan sonuçlarla veriler örtüşmüştür.

Mikroskop ile yapılan incelemelerde tanımlanan korozyon tabakalarının analizler ile desteklenmesi amacıyla ise XRD yöntemi ile sikkelerin yüzeyinden alınan korozyon ürünleri incelenmiştir. XRD yöntemi, tahribatlı bir analiz yöntemidir; fakat numunelerin sikkelerdeki korozyon ürünlerinden alınacak olması ve kültür varlığı olan sikkeler üzerinde özgün malzemede herhangi bir hasar oluşturmayaacağı gibi nedenlerle, kullanımında bir sakınca görülmemiştir. Bu yöntemde de kısıtlarla karşılaşmıştır. Nitekim, sikkeler küçük çapta buluntular olması ve numune olarak alınan korozyon ürünlerinin 17 adet sikkeden sadece 7 adet sikkede yeterli yoğunlukta olması yöntem uygulamasını sınırlamıştır. Korozyon analizi yapılamayan 10 adet sikkede bozulmalarının tanımlanması Stereo Zoom mikroskop kullanılarak yapılmıştır. Tanımlamalar, konu üzerinde yetkin araştırma yayınlarında kabul edilen yaklaşım ve yöntemlerden yararlanılarak, minerallerin renk ve yayılımları gözlenerek ve/veya sertlik derecelerinin mekanik olarak kontrol edilmesiyle yapılmıştır. İşleme tabi tutulan sikkelerde analiz verilerinden elde edilen sonuçlar ile gözlemsel tespit sonuçlarının karşılaştırılmasında korozyon ürünleri tanımlamalarındaki örtüşme, diğerlerindeki incelemelerimizin güvenilirliğini de arttırmıştır.

Bronz sikkelerde X-ray taramasıyla radyografileri çekilerek filmlere aktarılmıştır. Bu sayede sikkelerin metal özleri, toprak altındaki korunma durumları ve korozyon ile metal özü hakkında açıklayıcı bilgi imkânına sahip olunmuştur. Ayrıca bu işlem

sayesinde sikkeler üzerindeki özgün lejant ve figürlerin filmlere yansması, temizlik öncesinde korumacıya yönlendirici referans sağlamış; etkili ve uygun karaların alınmasına ve uygulanmasına imkân sağlamıştır.

Sikkelerin bulunduğu alandan toprak örnekleri alınarak metalde tespit edilen bozulmalara olan etkisi üzerine araştırma yapılması planlanmıştır. Bu doğrultuda toprak örneklerinde pH dereceleri, nem değeri, iletkenliği, çözünebilir tuz oranları ve organik madde oranları gibi tespitler yapılması amacıyla spot testler yapılmıştır. İncelenen toprak numunelerde pH derecelerinin, orta ve şiddetli asidik yapı belirlenmiştir. Ancak; nem ve tuzluluk değeri beklenenin oldukça altında sonuç vermiştir. Bronz sikkelerin bozulmasında daha çok etken olduğu bilinen nem değeri ve tuzluluk oranlarının düşük olması toprağın sikkeler üzerindeki bozulma etkisini açıklamaya yeterli olmamıştır.

İncelenen örneklerin ve analiz sonuçlarının açıklandığı katalog bölümümüzde, tespit edilen malzeme, bozulma türü, yöntem tercihi, seçimi yanında tekrardan kaçınmak adına özellikle koruma onarım uygulamalarına kısa bilgiler şeklinde yer verilmiş; tüm uygulamaların tek bir metin ve daha detaylı olarak açıklanması ikinci bir bölüm altına toplanmıştır.

Sonuçların değerlendirildiği bölümde analiz sonuçları, ortaya çıkardığı tespit ve bulguları ve uygulamaya yansıyan uzantılarıyla ele alınmıştır.

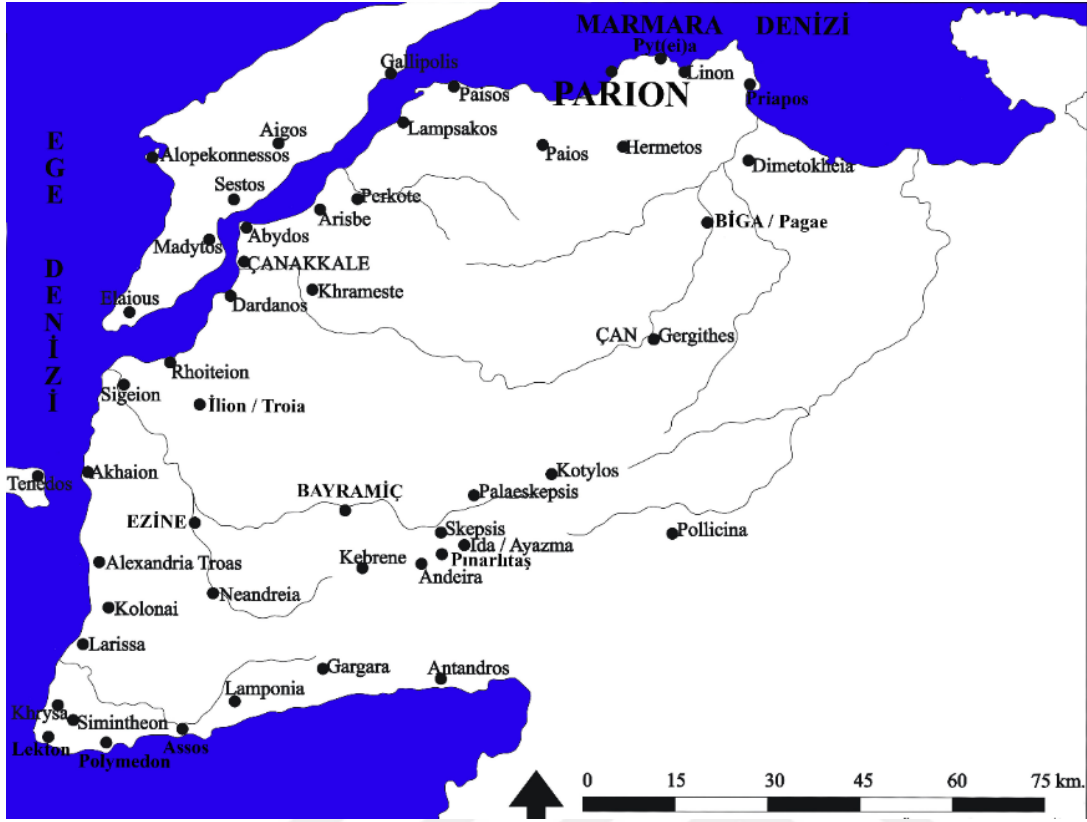
Sonuçta, arkeolojik alanlarda önemli buluntu türü oluşturan ve taşıdığı bilgiye bir an önce ulaşmak adına daha çok kazı alanında müdahale edilmesi tercih edilen metal buluntularda ve bunlar içerisinde önemli yeri olan sikkelerde, tespitten uygulamaya varan süreçte ileri arkeometrik incelemenin sonuçları değerlendirilmiştir. Bu tür çalışmalarda örnek olması adına gerçekleştirilen çalışmamızla, kesinleşen sonuçlar için ise benzer araştırmaların artarak ve kapsamı genişletilerek devam etmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

2.PARİON ANTİK KENTİ

Parion Antik Kenti'nin konumlandığı coğrafi bölgeye, kentin tarihi ve kuruluşuna ve kentin kazılmaya başladığı andan günümüze kadar gerçekleştirilen arkeolojik araştırmalara; ayrıca çalışma kapsamında incelenen bronz sikkelerin buluntu yerlerine ve bozulmaya etki eden olası durumlarına ilişkin bilgiler aşağıdaki başlıklara şu şekilde verilebilir.

2.1. Lokalizasyon

Marmara (antik dönem adı Propontis) Denizi'nin güney sahiline konumlanan Parion Antik Kenti günümüzde Çanakkale ili, Biga ilçesi, Kemer Köyü sınırları içerisinde bulunmaktadır (**Şekil 2.1**). Antik kent ile ilgili kalıntılar köyün kuzeydoğusunda, denize doğru uzanan Bodrum Burnu üzerinde yoğunlaşmaktadır (Başaran, 1999, s. 349-364). Parion Antik Kent, Bodrum Burnu üzerinde kurulu olmasından dolayı coğrafi ve stratejik olarak öneme sahip bir liman kenti olma özelliği taşımaktadır (Başaran, 2007, s.185). Antik yazar Strabon (XIII.1, 13-15; Başaran, 2008, s. 133) Parion ile ilgili ilk coğrafi bilgileri vermiş ve Kentin Pitya, Adrasteia, Linus, Paisos, Priapos, Lampsakos topraklarıyla çevrili olduğunu belirtmiştir. Parion'nun hangi antik bölge sınırlarına girdiği konusunda ise farklı görüşler mevcuttur, fakat kentin Hellenistik Dönem'de Büyük İskender'in kurduğu İlion Birliği'nin üyesi olduğu (Lloyd, s. 172); bu bilgiye dayanılarak da Parion'un bir Troas kenti olduğu kabul edilmektedir (Keleş, 2012, s. 21).



Şekil 2.1. Parion Antik Kenti (Parion kazı arşivi)

2.2. Kuruluş ve Tarihçe

Antik yazar Eusebius (Keleş, 2008, s. 47) Parion'un kuruluş tarihini MÖ 709 olarak ifade etmişse de, kentte yapılan kazı çalışmalarında, en erken tarih veren buluntular, MÖ 625 - 600 yıllarına kadar ine bilmiştir (Kasapoğlu, 2013, s. 66).

Modern kaynaklardan Frisch (1983, s. 60) Parion isminin Paros'tan geldiğini ve bundan dolayı da Parion'un Paroslular tarafından kurulmuş olabileceğini belirtmiştir. Antik kaynaklardan Strabon (XIII. I., 14), Parion'u Miletli'lerin kurduğunu söylerken, Pausanias (IX, 27, I) ise Erythrae'li'lerin kurduğunu söylemiştir. Bunların yanında Kenti Thasos adasından gelenlerin kurduğuna yönelik bilgiler de bulunmaktadır (Avram, 2004, s. 991). Anlaşıldığı üzere Parion'un kolonizasyonuna dair net bir bilgi bulunmamaktadır. Devam eden kazı çalışmalarının ortaya koyacağı veriler ile birlikte ileriki yıllarda bu konu hakkında sağlıklı değerlendirmeler yapılması muhtemeldir.

Parion MÖ. 7. ve 6. yy.'larda, Anadolu Grek kentlerinin Lidya Krallığı ile yakın ilişkilerinden dolayı, Lidya Krallığı ile ilişki içinde olmalıdır (Keleş ve Çelikbaş, 2014, s.76). Daha sonra MÖ.546 yılında Pers Kralı Kyros'un Lidya Krallığı'na son vermesiyle, tüm Batı Anadolu'daki Grek kentleriyle birlikte Parion'un da Pers egemenliğine girdiği kabul edilmektedir (Mansel, 1999, s. 253; Başaran, 2002, s. 16; Keleş ve Çelikbaş, 2014, s. 76; Keleş, Yılmaz, Oyarçin, 2015, s. 54).

Klasik ve Hellenistik Dönemde birçok kez el değiştiren Parion en son Bergama Kralı III. Attalos'un vasiyeti ile Roma hakimiyetine girmiştir (Magie, 1950, s. 326; Yılmaz, 2012, s. 7; Keleş ve Çelikbaş, 2014, s. 76; Keleş vd., 2015, s. 54) Parion'un M.Ö. 88-85 ve M.Ö. 74-64 yılları arasında meydana gelen Mithridates savaşlarından etkilendiği görülmektedir. Savaş sonrasında Parion stratejik önemi Roma için son derece önemli olmuş ve devam eden süreçte iki kez koloni statüsü verilmiştir (Keleş ve Çelikbaş, 2014, s.77). Bunlardan ilki Julius Caesar veya Augustus, ikincisi de Hadrianus Dönemi'nde olmak üzere iki kez koloni kenti olarak ilan edilmiştir (Magie, 1950, s. 614; Keleş, 2011, s. 241). Parion'da ele geçen sikkelerde yer alan CGIP (Colonia Gemalla Iulia Pariana) ve CGIHP (Colonia Gemella Iulia Hadriana Pariana) lejantları bu durumu doğrulamaktadır (BMC Mysia, s.104, 94-123 PL XXII; Mac Donald, 1901, s.275; Laffi, 2001, s. 153; Keleş, 2011, s. 241; Keleş ve Çelikbaş, 2014, s. 77-78). Parion, Roma Döneminde olduğu gibi Bizans Dönemi'nde de önemli bir yerleşim olmaya devam etmiştir. Ayrıca Parion İmparator Constantine Porphyrogenetos zamanında (M.S. 911-959) baş piskoposluk merkezi olmuştur (Keleş vd., 2014, s. 25)

2.3. Arkeolojik Araştırmaların Tarihi

1949 yılında İ. Kılıç Kökten (1949, s. 817-829) Parion ve çevresinde prehistorik araştırmalar yapmıştır. 1970 yıllarında ise İ. Akşit Çanakkale Müzesi adına Parion'da yüzey araştırmaları ve kazılar yapmıştır (Başaran, 2013, s. 27). 1991 ve 1996 yıllarında E. Küçükefe ve O. Bilgin tez çalışmaları kapsamında Parion'a geziler yapmışlardır (Başaran, 2013, s. 27).

C. Başaran'ın başkanlığında 1997 (Başaran, 1999, s. 349-364), 1999 (Başaran, 2000, s. 225-236) ve 2002 (Başaran, 2003, s. 185-192) yıllarında Kuzey Troas ve Parion'a yönelik yüzey araştırmaları yapılmıştır.

2004 yılında Kemer Köyü girişinde yapılmaya başlanan ilkököl inşaatı temel kazısında antik mezarlara rastlanmıştır; bunun üzerine Çanakkale Müzesi tarafından kurtarma kazısı⁴ yapılmıştır (Kozanlı, 2006, s. 28-29). Yapılan çalışmalar sonucunda antik kent nekropol'ü ortaya çıkmış ve kentte bilimsel kazı çalışmalarının yapılması zorunlu hale gelmiştir. T.C. Bakanlar Kurulu'nun 29.07.2004 tarih ve 2004/7699 sayılı kararıyla Atatürk Üniversitesi adına Prof. Dr. Cevat Başaran'a kazı izni verilmiş ve 2005 yılında Bakanlık kazı programına alınarak bütçelendirilmesiyle birlikte Parion Kazılarına başlanmıştır (Başaran, 2013, s. 28; Başaran, 2014, s. 102-103). Prof. Dr. Cevat Başaran başkanlığında 2005-2014 yılları arasında sürdürülen kazılar 2015 yılından itibaren ise Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nden Prof. Dr. Vedat Keleş başkanlığında yürütülmektedir. Kazı araştırmaları Tavşandere Nekropol'ü, Tiyatro, Odeion, Agora ve Dükkânlar, Roma Hamamı, Yamaç Hamamı, Su Kemer, Su Kuyuları, Toprak Kuleler, Kuzey Sur Duvarı ve çeşitli sondaj çalışmaları ile devam etmektedir.

2.4. Kazı Çalışmalarında Ele Geçen Bronz Sikkeler ve Buluntu Yerleri

Çalışma konumuzu oluşturan bronz sikkeler Parion Antik Kentinde yürütülen ve ana çalışma alanlarından Tiyatro, Odeion, Roma Hamamı ve Yamaç Hamamı'ndan ele geçen sikkeler arasından seçilmiştir.

2.4.1. Tiyatro

Kentin tiyatrosu, Parion kuzey surlarının yanında, eğimli bir tepe üzerinde doğu-batı yönünde konumlanmıştır (**Resim 2.1**). Parion Tiyatrosu kazı çalışmaları 2006 yılında başlamıştır. Gerçekleşen kazılardan edinilen bilgilerin değerlendirilmesi sonucunda,

⁴ Ayrıca bkz: “Çeşitli özel ve kamu yapılarının inşası sırasında sık sık arkeolojik kalıntılara rastlanır. Bu kalıntılar tümüyle yok olmadan, geçmişe ilişkin maddi belgeleri kurtarmak için ivedi kazılar yapılır. Bu kazılara “Kurtarma Kazısı” adı verilir” (Başaran, 1998, s.13).

tiyatronun Roma Dönemi'ne ait olabileceği veya bu devirde bazı eklemeler yapılmış olabileceği söylenmektedir (Keleş, 2008, s.45).

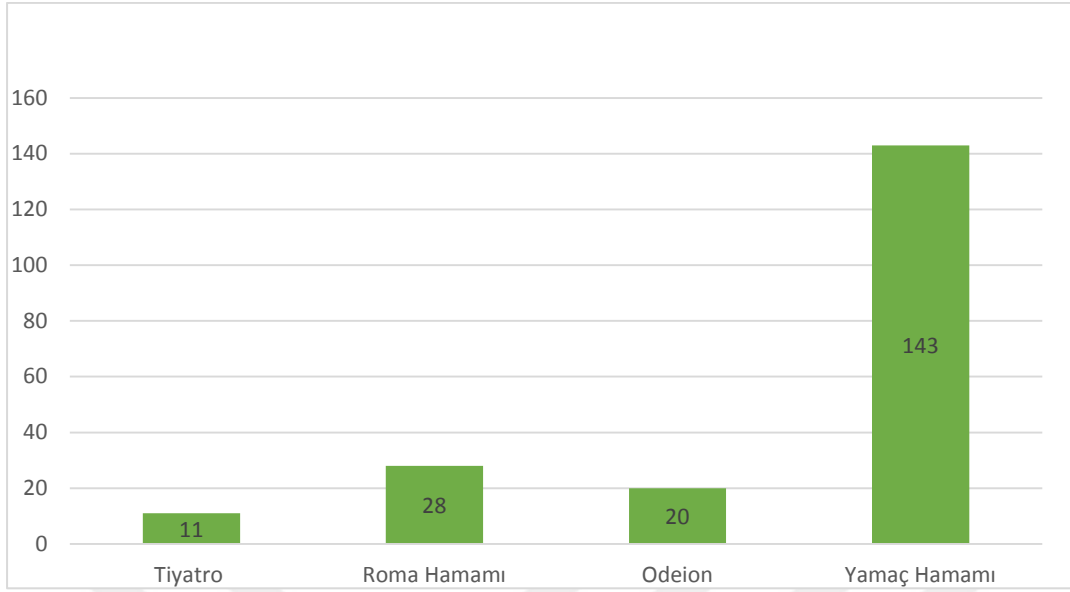
Genel olarak tiyatroların manzaraya konumlu yerler olmasına dikkat edilmiştir. Böylece izleyiciler gösteriyi izlerken manzaradan da faydalanır (Keleş, 2008, s. 49-51).



Resim 2.1. Parion Tiyatrosu (Parion Kazı Arşivi)

Parion Tiyatrosu 2016 kazılarında ele geçen bir adet bronz sikke çalışmamız kapsamına alınmıştır. Buluntunun aletli ve aletsiz analizleri yapılmış, koruma ve onarım çalışmaları tamamlanmıştır. 2016 yılı kazılarında ele geçen bronz sikkelerin dağılımına baktığımızda, en az sayıda bronz sikkenin tiyatrodan olduğunu görmekteyiz (**Şekil 2.2**).

Tiyatrodan ele geçen sikkelerin genel olarak korunma durumu diğer alanlara göre daha iyidir. Sikkeler üzerindeki korozyon tabakaları toprak içerisinde bulunan kuvartz ile bitişik durumda ele geçmektedir bu nedenle oldukça sert bir bozulma tabakası oluşmaktadır. Tez kapsamına alınan bir adet sikke Tiyatro'dan ele geçen diğer sikkeler ile karşılaştırıldığında yoğun bir deformasyona sahip olduğu görülmektedir. Araştırma konusu bozulmaları da içerdiğinden incelenecek olan sikkenin bu şekilde olması tercih edilmiştir.



Şekil 2.2. 2016 Yılı Bronz Sikkelerinin Sayısal Dağılımı⁵

2.4.2. Roma Hamamı

Roma Hamamı, Tiyatro'nun 70 m kadar kuzey doğusunda, “Taş Kule” olarak adlandırılan kentin kuzey surlarına 200 m uzaklıkta ve konum itibariyle sosyal yaşam alanı olarak kentin önemli bir noktasında bulunmaktadır (**Resim 2.2**). Tamamı toprak altında olan yapıdaki ilk kazı çalışmaları 2006 yılı kazı sezonunda başlamıştır (Yılmaz, 2013, s. 57).

Yıkanma ile ilgili yapıların varlığı çok erken dönemlerden itibaren görülmeye başlansa da Roma Dönemi'nde her açıdan kusursuz bir yapı kompleksi olarak karşımıza çıkmaktadır. Antik Dünya'da Özellikle Roma Dünyasında hamamlar yıkanma işlevinin temizlikle ilgili zorunluğunu yerine getiren özeliğinin çok ötesinde anlamlar taşımaktadır. Hamamlar, temelde yıkanma faaliyeti için inşa edilmişlerdir. Roma dünyasında yıkanma toplumsal bir faaliyet olarak karşımıza çıkmaktadır. Bundan dolayı hemen hemen her Roma kentinde bir veya birden çok hamam yapısı ile karşılaşmak mümkündür. Roma günlük yaşamı içinde çok önemli bir yere sahip olan hamamlarda sadece yıkanma faaliyetleri değil birçok sosyal faaliyet alanı da bulunmaktadır (Yegül, 2006, s.15). Tüm bu uygulamaların bir örneği olan Parion

⁵ Parion Kazıları 2016 sezonunda Nekropol, Tiyatro, Roma Hamamı, Odeion, Yamaç Hamamı, Oda Mezarlar, Su Kemer ve Su Kuyusu-1, alanlarında çalışmalar yürütülmüş fakat yalnızca Tiyatro, Roma Hamamı, Odeion ve Yamaç Hamamı'ndan ele geçen bronz sikkeler arasından teze konu olan örnekler seçilmiştir.

Roma Hamamı, henüz bütünüyle kazılmamış olmasına rağmen plan ve işlev açısından Roma mimarlığının ve mühendisliğini yansıtan bir uygulaması olarak karşımıza çıkmaktadır (Yılmaz, 2013, s. 57-67; Keleş, Yılmaz, 2014, s. 159-175; Yılmaz, 2018, s. 209-219).



Resim 2.2. Parion Roma Hamamı (Parion Kazı Arşivi)

Çalışmamız kapsamına Parion Roma Hamamı 2016 kazılarında üç adet bronz sikke alınmıştır. Bu buluntularda aletli ve aletsiz analizleri yapılmış koruma ve onarım çalışmaları tamamlanmıştır. Roma Hamamından ele geçen sikkelerin kondisyonu kendi alanı içerisinde mekândan mekâna farklılıklar göstermektedir, bunun sebebinin temelde topraktaki nem oranları olduğu düşünülse de bronz sikkelerin alayım metallerinin ve oranlarının da rol oynadığı anlaşılmaktadır.

2.4.3. Odeion

Parion Antik Tiyatro'sunun yaklaşık olarak 190 m güneydoğusunda, kentin agora olabileceği düşünülen yapısının 100 m güneyinde yamaç üzerinde yer alan (**Resim 2.3**) Odeion'nun kazıları ilk kez 2010 yılında başlamıştır (Başaran ve Ergürer, 2012, s. 251).

Odeion yapıları, Roma'nın günlük yaşamında önemli bir yere sahip olmuşlardır. Sosyal, kültürel ve politik yaşamı etkileyen, bunlara yön veren yapılar arasında yer almaktadırlar. Genel anlamda müzik gösterileri ve resmi toplantıların yapılmasının yanı sıra farklı amaçlar için de kullanılmışlardır (Oyarçin, 2017, s. 54). Tüm halk tarafından kullanılamayan odeion yapıları, yalnızca elit tabakaya hizmet eder; bu nedenle kent halkının sosyal statüsünün bir göstergesi kabul edilirler (Başaran ve Ergürer, 2012, s. 251).



Resim 2.3 Parion Odeionu (Parion Kazı Arşivi)

Çalışmamız kapsamına Parin Odeonu 2016 yılı kazı çalışmalarından ele geçen yedi adet bronz sikke alınmıştır. Buluntuların aletli ve aletsiz analizleri yapılmış, koruma ve onarım çalışmaları tamamlanmıştır. Bahse konu bronz sikkeler yoğunlukla,

yapının kuzeyinde oturtulduğu topoğrafya nedeniyle inşa edilen tonozlardan ortada yer alan 2 no.lu tonoz içerisindeki kullanım evresi ve sonrası dolgusu ile orijinal evre temel seviyesine ait dolgu içerisinde ele geçmiştir. Odeion'nun orijinal kullanım evresi olan MS 2. – 4. yy sonları aralığındaki süreçte bahse konu tonoz ve iki yanında kalan diğer tonozların üzeri sağlam ve kapalı halde bulunmalarının yanı sıra, yapının batısındaki yamaçtan gelebilecek suyu drene edebilecek bir drenaj kanalı ile hem tonozlar hem de yapının tamamı su izolasyonu anlamında korunaklı bir halde olmasına karşın; MS 5. yy itibarı ile orijinal evre kullanımının da sona erdiği, tahribatın ardından bahse konu tonozlar korunaksız kalmış olmalıdır. Yaklaşık MS 9. yy sonlarına kadar, basit nitelikte depolama amaçlı kullanıldığı anlaşılan tonozların iç kısımları, sağlam kalmış durumdaki iç-dip kısımları dışında hava şartlarından ve gelebilecek yağmur sularına oldukça dirençsiz bir yapı kazanmışlardır. Orijinal evre kullanım amacı sonrasındaki depolama amaçlı kullanım süreci sonrasında, olasılıkla yapı toprakla kaplanmış ve drenaj kanalları da tamamen işlevini yitirmiştir. Bundan dolayı yamaçtan akarak doğrudan tonozlar içerisine dolan su, bu bölümlerdeki toprağın neminin artmasında büyük rol oynamıştır. Bu yoğun suya maruz kalma süreci ile birlikte, nem oranının artması ve hem yapının hem de toprak altındaki buluntuların bozulma durumlarında oldukça önemli bir etkiye sahip olmuştur. Tonozlardan ele geçen bronz sikkelerin kondisyonu genelde oldukça düşüktür. Sebebinin ise yukarıda açıklanan değişime bağlı gelişen yüksek orandaki nemlilik olduğu düşünülmektedir (Kasapoğlu, 2018).⁶

2.4.4. Yamaç Hamamı

Parion Antik Tiyatrosu'nun 300 m doğusunda ve Sedat-Naciye Nurova Kazı Evi'nin 100 m kuzeydoğusundaki yükseltinin batı yamacında yer almaktadır (**Resim 2.4**). Yamaç Hamamı'nda kazı çalışmaları 2008 yılında başlamıştır (Çelikbaş, 2015, s.43).

⁶ Dr. Öğretim Üyesi Hasan Kasapoğlu ile birebir görüşme.



Resim 2.4 Parion Yamaç Hamamı (Parion Kazı Arşivi)

Çalışmamız kapsamında Parion Yamaç Hamamı 2016 kazılarından ele geçen on adet bronz sikke incelenmiştir. Buluntuların üçü hamamın kuzeyinde kalan apsis bölümünü içinde barındıran açmada yer alan su kanalından ele geçirilmiştir. Su kanalı içerisinde kurşun borunun da bulunmuş olması, bronz sikkelerdeki kurşun oranının yüksekliğini açıklamaktadır. Üç adet sikkenin bozulma oranlarına baktığımızda kanal içerisinde oluşan nem nedeniyle olduğunu düşündüğümüz yüksek tahribat görmekteyiz. Yamaç Hamamı içerisinde kazılan diğer açmalardan ele geçen sikkelerdeki bozulma oranları ise diğerlerine göre nispeten daha kabul edilebilir ölçülerdedir.

3.ARKEOLOJİK KAZI BULUNTUSU METALLERDE KORUMA ONARIM ÜZERİNE

Kazı alanında ele geçen metal buluntularda, alandaki müdahalelerden laboratuvar/atölye ortamına taşınmasını kapsayan süreci, önleyici koruma ilişkin önerileri ve çeşitli disiplinlerden uzmanların ve akademisyenlerin ortak çalışma içerisinde olmasının koruma onarım sürecindeki etkisi ve Söz konusu metal buluntuların koruma onarım uygulamaları aşağıda başlıklar halinde incelenmiştir.

3.1. Kazı Alanından Koruma Onarım Uygulamalarına Kadar Takip Edilen Süreç

Arkeolojik alanlarda yürütülen kazı çalışmalarda ele geçen taşınabilir buluntular, belli kurallar çerçevesinde, kazı evinde bulunan koruma onarım laboratuvarlarına taşınır ve konusunda eğitim almış, deneyimli kişilere teslim edilir. Laboratuvarda bulunan, koruma alanındaki yetkin kişi veya kişiler buluntuları teslim aldıkları andan itibaren, mevcut durumlarını titizlikle inceleyerek belgeleme çalışmaları yapar ve koruma onarım yöntemine karar vererek müdahaleye başlar.

Buluntuların toprak altından çıktığı andan itibaren belgelenmesi büyük önem taşır. Belgeleme buluntunun durumunu ve konumu göstermesi açısından önemlidir. Arkeologlar tarafından yapılan bu belgelemede ilk olarak buluntu anı fotoğrafı çekilir ve buluntulara, bulundukları tabaka ve karelaj sistemine göre kod verilir. Verilen kod bilgisayar ortamına ve kod defterine işlenir (Başaran, 1998, s. 23). Belgelemeden sonra alan toprağı ile birlikte alınan buluntu boyutuna göre Polietilen (PE)⁷ kutu veya poşet içerisine tamamen ağzı kapatılmayacak şekilde yerleştirilir.

Buluntunun alan toprağı ile birlikte alınmasının nedeni, bulunduğu ve alıştığı toprak altı koşullarının olabildiğince devam ettirilmesinin sağlanmasıdır. Nitekim toprak altındaki (gömmü ortamı) nem ve sıcaklık değerleri ile kazı sonrası bulunduğu ortamın nem ve sıcaklık değerleri birbirinden farklıdır. Toprak altından çıkartılan buluntu ani bir ortam değişimine maruz kalır ve bu değişimden korunmadığı sürece, toprak altında başlayan bozulma döngüsü, yeni ortama ait (atmosferik) şartlarda hızlanarak

⁷ Kimyasallara karşı dayanıklı olan bir tür plastiktir. Düşük veya yüksek yoğunluklu olabilir. Pe kısaltması kullanılır.

devam eder. Toprak altında uzun yıllar kalan buluntunun zamanla ortam koşullarına uyum sağlayarak stabil duruma geçtiği kabul edilir; ancak koşullara uyum sağlama sürecinde, bir taraftan da ortama, malzeme özelliklerine ve koşullara bağlı bozulmalar da meydana gelmektedir. Zamanla oluşan bu bozulmalar toprak altı ortamında oksijen azlığına bağlı olarak yavaş ilerler, yüzeye çıkarılan buluntu, yeni ortam (atmosfer) koşullarına maruz bırakılmış olur ve bu duruma tepki geliştirir (Sease, 1994, s.1; Angelini, Rosalbino ve Grassini, 2007, s.209-214; Gerwin, Baumhauer, 2000, s.63-80). Metallerde korozyon artışları gözle görülebilirken yüzeyde oluşan mikro çatlakları ancak mikroskop ile incelemek mümkündür. Değişen ortam koşullarını kontrol ederek buna bağlı bozulmaları en aza indirmenin yolu buluntuyu alan toprağı ile birlikte koruma uzmanlarına teslim etmek gerekmektedir.

Buluntu, eğer ki alanda bir süre muhafaza edilecekse, boyutuna ve durumuna göre Polietilen (PE) poşetlerde veya Polietilen (PE) kutularda, hava sirkülasyonu sağlanarak ve güneş ışığından korunarak bekletilmelidir. Ele geçen toprak altı buluntular oldukça hassas yapıda olabilirler; gözle görülen veya görülmeyen (olduğu ön görülen) çatlaklar, kırıklar, yüzeysel dökülmeler varsa veya buluntu hassasiyeti söz konusu ise Polietilen kutu içerisinde, asitsiz kâğıt ya da nötr kumaş türleri (tyvek gibi) ile tampon yapılarak muhafaza edilmesi, taşıma esnasında buluntuyu olası darbelerden koruyarak daha fazla deforme olmasının önüne geçecektir. Metal buluntuların, kazı-laboratuvar arası süreçlerinde üst üste konulmadan saklanması ve taşınması, birbirinden ayrı tutulması, mekanik dirençsizlik sorunlarıyla oluşabilecek fiziksel bozulmaların da önüne geçilmesinde önemli bir konu oluşturacaktır. Buluntuların kazı alanından koruma onarım laboratuvarına taşınana kadar geçirdiği bu süreçteki yaklaşımlar, aslında önleyici koruma konusunun pratik uygulamalarını kapsamaktadır.

Nitekim önleyici koruma, “yapı malzemelerinin ve objelerin bozulma hızı ve oranının yavaşlatılması, malzemelerin istikrarın sağlanması ve bozulmaya neden olan faktörlerin azaltılması için alınması gereken koruyucu önlemler bütünü” olarak tanımlanmaktadır (Beşkonaklı, 2010 s.1; Doğruer ve Şener, 2017, s.240).

Buluntu topraktan çıktığı andan itibaren koruma başlar ve kimi zaman topraktan çıkma/çıkarılma aşamasını koruma uzmanlarının yürütmesi gerekebilir. Örneğin kimi mezar buluntularında, in situ halde kemikler ile diğer buluntular kısa mesafede ya da bütünleşik durumda olabilir. Bu durumdaki kırılğan nesnelerin toprakla bağlantılarının kesilmesi koruma uzmanı tarafından yapılması daha doğru olacaktır. Metaller için nadiren rastlansa da, kırık halde olan seramik buluntular topraktan alınırken eğer bir bütünlük oluşturma ihtimali gözetiliyorsa numaralandırma yapılarak kaldırılması, uygun olacak; sonrasında buluntu onarılırken parçaların eşleştirilmesinde kolaylık sağlayacaktır.

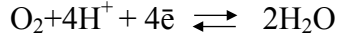
Kazı alanını ve buluntu ortamını tanımak koruma onarım çalışmaları için oldukça önemlidir. Alanın koruma onarım açısından incelenmesinde bazı öncelikli hususlar maddeler halinde şu şekilde sıralanabilir; (Sease, 1994, s.4)

- Toprağın yapısı
- Bölgenin iklim şartları
- Kazılan tabakanın derinliği
- Buluntu çeşitliliği

Alanda çalışan arkeologlar yukarıda belirtmiş olduğumuz konularda ön çalışma yapmalı ve pratikte bu konular hakkında bilgi sahibi olmak durumundadırlar. Arkeologlar eğer çalışma zeminini (toprağı) iyi tanırlarsa hem zamanı daha verimli kullanılabilir, hem topraktan ele geçen buluntular daha az hasarlı şekilde kazı laboratuvarına taşınabilir ve hem de koruma onarım yöntemleri en doğru biçimde belirlenebilir. Bu durumda aynı alanda çalışan arkeologlar, koruma uzmanları ve arkeometristler her zaman etkileşimde olmak zorundadırlar. Arkeologlar ve koruma uzmanları özellikle toprağın yapısı hakkında bu konuda bilgi edinmiş olması gerekli koruma meslek elemanlarından bilgi almalıdırlar.

Konu üzerine, killi toprakta bulunan objelerin fiziksel olarak hasar görmüş olsa da kimyasal olarak daha az hasara uğradıkları tespit edilmiştir. Killi topraklarda korozyon oluşum hızının düşük olduğu; bu durumun, oksijen geçirgenliğinin daha az olmasından kaynaklandığı bilinmektedir (Gerwin ve Baumhauer, 2000: 74).

Havalandırma durumu iyi olan topraklarda oksijen bir elektron alıcısı veya oksitleyici olarak davranmaktadır. Reaksiyon şu şekildedir;



Topraktaki gözeneklerin bir kısmının ya da tamamen su ile dolması halinde oksijenin toprağa girmesi zorlaşır ve topraktaki oksijen miktarı azalır veya tamamen biter. Böyle durumlarda oksidasyon olaylarının devamı için diğer elektron alıcı bileşiklerin bulunması gerekir (Oruç ve Gür, 1976, s. 70-71).

Toprağın pH derecesi ve tuzluluk oranı da toprak altındaki buluntuların bozulmasında ve bozulmalarının hızında etkili olmaktadır. Zeminin iyi tanınması, kazı alanından ele geçen buluntularda yüzeye çıktığı andan itibaren öngörülebilir hasarların oluşmamasına ve de koruma onarım planlama ve uygulamasında doğru karar alma sürecine olumlu katkı sağlar. Bu durum, ancak ortak çalışma kültürüyle hareket eden arkeologlar ve koruma uzmanlarının, çalışmaların tüm süreçlerinde kesintisiz bir etkileşimde olmasıyla mümkün olabilir.

Bölgenin iklim şartları buluntuların toprak altında ve/veya toprak üstünde bozulmasından koruma onarım esnasında kullanılacak malzemelere kadar geniş bir etkiye sahiptir. Çalışılan alandaki mevsimlik nem değerleri, yağış miktarı ve yağışın niteliği, havanın sıcaklık değerleri ve donma erime döngüsü, bozulmaların iklimsel nedenleri arasında gösterilebilir.

Özellikle bağıl nem değerleri, çözünebilir tuzlar üzerinde etkili seviyelere ulaşabilir ve korozyonun bozucu etkisini hızlandırabilir. Örneğin sodyum klorür (NaCl) %75 bağıl nemde özölür (Michalski, Canadian Conservation İnstitute [CCI], 2019). özünen tuzlar korozyon oluşumunu hızlandırır. Bölgeye yağan yağmur miktarı toprağın niteliğini etkilemektedir, Yağışlar toprağın neminde ve nem değerlerinde rol oynamaktadır ve yağışların seyrek olduğu dönemlerde toprakta nemin azalmasından bahsetmek doğru olacaktır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğu [MGM], 2019a).

Yağışların niteliği, toprağın asitlik seviyesinde değişkenlik yaratır. Asit yağmurları toprağın kimyasal yapısını ve biyolojik koşullarını etkilemektedir. Toprağın asitleşmesine en çok katkıda bulunan maddeler, atmosferde birikim sonucu toprağa geçen kükürt bileşikleridir’’ ([MGM], 2019b).

İklim şartlarının yarattığı bir diğer olay, erime donma döngüsüdür; daha çok toprak üstü mimari eserlere vermiş olduğu zararlar üzerinde durulmaktadır. Ancak yüzeye yakın buluntular için de risk oluşturmaktadır. Erime ve donma olayları maddede genleşme ve büzölmelere bağılı bozulmalar oluşturmaktadır.⁸

Kazılan tabakanın derinliğı korumacı tarafından bilinirse eğer buluntu çeşitliliğı ve niteliğı hakkında önceden bazı tahminlerde bulunmak muhtemeldir. Bu tespitler ışığında hazırlık yapmak müdahale seçiminde avantaj sağlayacağı gibi gerekli ön çalışmalar içinde zaman kazandıracaktır.

Kazı yapılan alandaki buluntu çeşitliliğine hâkim olmak koruma onarım çalışmalarında kullanılacak malzemelerin belirlenmesi ve koruma onarım basamaklarının oluşturulması açısından önemlidir.

3.2. Metal Buluntuların Koruma Onarımı

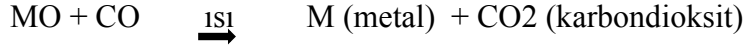
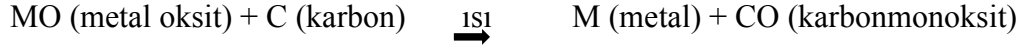
Parion Antik Kenti Kazılarında ele geçen metal buluntuların yoğunluğuna baktığımız zaman demir ve bronz yoğunlukta olduğunu görmekteyiz. Bu durum sadece Parion Antik Kenti özelinde olmayıp birçok antik kent kazılarında da geçerlidir.

3.2.1. Demir buluntularda karşılaşılan sorunlar

Doğada nadiren saf halde bulunan demiri (Fe), “...pirometalurji (ısı ile) metodu ile üretebilmek için ana madde olarak çıkartılan cevherin oksit halinde olması gereklidir. Demir içeren, Magnetit (Fe_3O_4), Hematit (Fe_2O_3), Götüt ($HFeO_2 - FeO (OH)$), Limonit ($FeO(OH).nH_2O$) ve siderit ($FeCO_3$) gibi oksijen içeren cevherlerden metal üretimi, genel olarak kömürde bulunan karbonun kendisi ve ondan hasıl olan

⁸ Daha detaylı bilgi için bkz: (Y. S. Şener, 2000, s.13-30)

karbonmonoksit metal ile bileşik halde bulunan oksijeni ondan ayırma temeline dayanır ve reaksiyonu (Fathalizadeh, 2012, s.55) şu şekilde gerçekleşir.”



Arkeolojik kazılarda en çok karşılaşılan metallerden biri olan demir bileşik halinde bulunduğundan dolayı toprak altında oldukça fazla bozulmaya uğrar.

Bozulmaları iki ana başlık altında toplamak mümkündür.

-Toprak altı bozulmalar ve bozulmalara etki eden sebepler

-Kazı sonrası oluşan bozulmalar ve bozulmalara etki eden sebepler.

Demir buluntuların toprak altında bozulmalarına sebep olan etkileri şu şekilde sıralayabiliriz;

- Klorür iyonlarının etkisi
- Bağlı nemin etkisi
- Gömü (mezar/toprakaltı) ortamlarının etkisi
- Oksijenin etkisi
- Demiri oluşturan bileşiklerinin etkisi
- Toprak altında oluşan mekanik etki

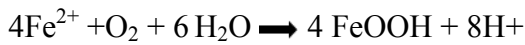
Bozulma etkilerini çeşitlendirmek mümkündür. Bunlara, objenin gömülü olduğu bölgedeki toprağın yapısı, iklim şartları ve insanlar tarafından toprak üstünde yapılagelmiş faaliyetler (en yaygın olarak tarım) örnek verebiliriz. Sonuncusunda, özellikle tarım ilaçlarının kullanımı, toprağın yapısını etkileyebilecek ve bölgeden bölgeye farklılık gösterebilecek bozulmaların oluşmasına da sebep olabilmektedir.

Oluşabilecek bozulmaların en önemli sebeplerinden biri çözünabilir tuzlardır. Bağlı nem ile birlikte harekete geçen tuzlar oldukça aşındırıcı (agresif) bozulmalara neden olmaktadır. Demir toprak altındayken klorür iyonlarını çeker, oksidasyon sonucunda iyonların elektron alışverişi korozyona sebebiyet verir ve korozyonun özellikleri

ortam koşullarına göre değişkenlik gösterir (Watkinson, Rimmer, Kergourlay, 2013, s. 409). Bağıl nem ile etkileşime giren tuz, korozyon hızının da artmasına sebep olmaktadır (Kumar, 2018 s.23). Kazı buluntuları üzerinde korozyon sorunlarının diğer bir belirtisi ise düşük oranlarda mikroskop altında görülebilen, nesne yüzeyi üzerindeki ıslak asidik sıvı damlası veya kuru ve kırmızı yuvarlak zarların oluşumudur. Damlaların oluşumu demir klorür tuzlarının higroskopik doğası (su emici yapısı) ile ilgilidir. Nem nispeten yüksek olduğunda ve tuz suyu absorbe ettiğinde demirde çözünmeler ve sıvı damlaları oluşur, oluşan bu damlaların kenarlarında demir hidroksitler birikir ve yuvarlak bir kabuk oluştururlar. (Kumar, 2018, s.25)

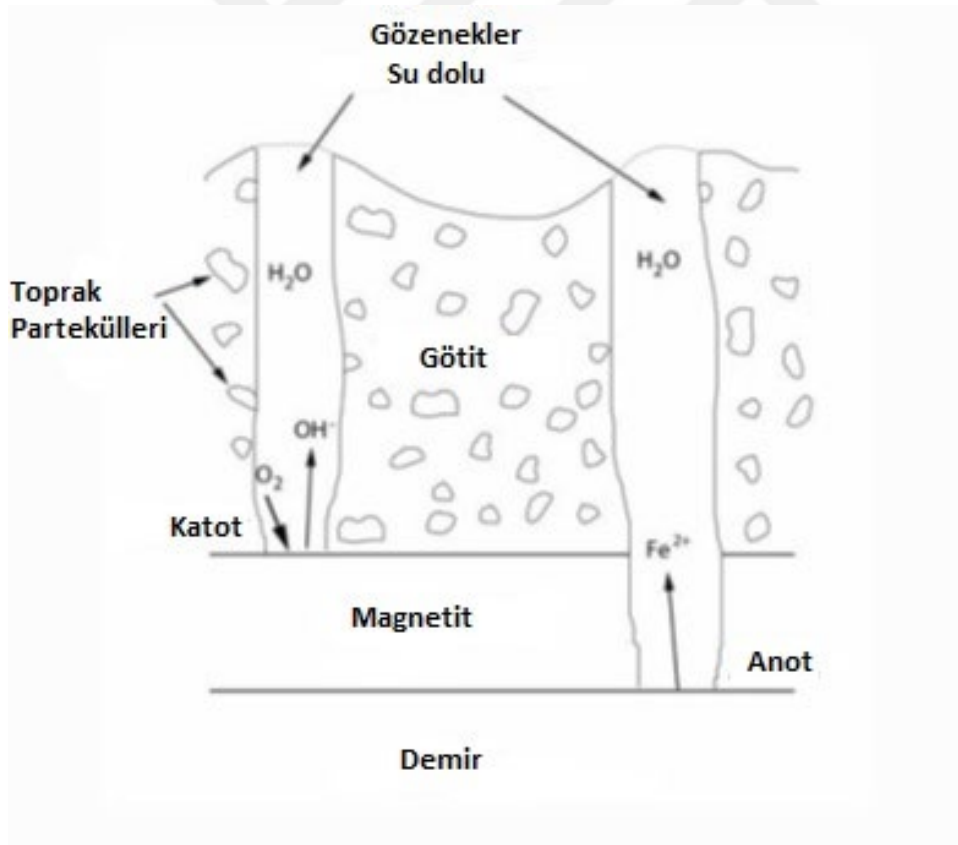
Bağıl nem değişimi, havanın sıcaklık ve soğuk dengesiyle de bağlantılıdır; “sıcak hava soğuk havadan daha çok su tutar. bu nedenle kapalı alanlarda sıcaklık azaldığında bağıl nem artar”. Buna örnek olarak gömü (mezar) ortamlarını gösterebiliriz. Gömülerde indirgenmiş sülfür de bozulma sebeplerindendir (Kumar, 2018, s.23).

Vimal Kumar (2018, s.24-25) asil metaller hariç diğer tüm metallerin kimyasal olarak kararsız olduğunu belirtmiştir. Metaller oksijenle birleştiğinde metal oksit oluşumları gözlenmektedir. Oksijene erişme hızı da önem taşıdığından hızlı şekilde oksijene maruz kalan bir demirde oksidasyon oluşur. Fe^{2+} iyonları ise aşağıdaki çözeltide oluşur:



Korozyon; metallerin çevresi ile yaptığı kimyasal ve elektrokimyasal reaksiyonlar sonucu metalik özelliklerini kaybetmesi olayıdır. Metaller doğada genellikle oksit ve sülfür mineralleri halinde bulunur. Bu bileşikler metallerin en kararlı halidir. Metaller bu bileşikler halinde iken serbest enerjileri en düşük durumdadır. Mineralleri metal haline dönüştürmek için enerji harcanması gerekir. Ancak metaller üretilirken almış oldukları bu enerjiyi geri vererek kendiliğinden doğada bulundukları hale dönmek eğilimdedirler. Örneğin demir doğada genelde oksit mineralleri halinde bulunur. Bu minerallerden yüksek fırınlarda enerji harcanarak üretilen demir metali, zamanla korozyona uğrayarak doğada bulunan demir oksit mineraline benzeyen pası oluşturur (Gürü ve Yalçın, 2006, s.199).

Klorür iyonlarının demir korozyonunu hızlandırdığı bilinmektedir (Kumar, 2018, s.25). Sülfat iyonları ise korozyon döngüsünden yavaş olarak ayrılırlar; çünkü çözünmeyen demir (III) hidroksil sülfatları oluştururlar. Fe^{2+} iyonlarının oksidasyona uğraması sonucunda sülfürik asit (H_2SO_4) salınımı oluşur bu da daha fazla korozyona sebebiyet verir. Fe^{2+} iyonlarının oksidasyonu aynı zamanda götit (α - $FeOOH$), lepidokrosit (γ - $FeOOH$) ve akagenit (β - $FeOOH$) gibi birçok farklı oksihidroksitin birikmesine sebep olur. Akagenit sıklıkla havaya maruz kalan fakat işlem görmemiş olan arkeolojik buluntularda görülür. Demir buluntularda akagenitin varlığı korozyon tabakasının altında aktif demir korozyonu belirtisidir (T. Graedel, R. Frankenthal, 1990, s.2385-2394; Kumar, 2018, s.25). Korozyon profillerinin bileşimleri çeşitlilik gösterebilir fakat demirde ağırlıklı olarak götit (α - $FeOOH$), magnetit (Fe_3O_4) ve magemit (Fe_2O_3) oluşumları gözlenir (Watkinson vd., 2013, s. 408).⁹



Şekil 3.1. Demir korozyonunu gösteren şematik çizim (Einarsdóttir, 2012, s. 19)

⁹ Daha detaylı bilgi için bkz. (Neff, Vega, Dillmann, Descostes, Bellot, Gurlet and Béranger, 2007, s. 41-76)

Görsel olarak demir üzerindeki bozulmaları eksiksiz ve doğru olarak tanımlamak pek mümkün değildir, ancak ileri analiz teknikleri ile bozulmaların tespiti daha sağlıklı şekilde yapılabilir.

Çizelge 3.1 Demir üzerinde görülen bazı korozyon ürünleri (Bloom and Smith, 1969, s. 2; Kumar, 2018, S. 24)

Kimyasal isim	Mineral ismi	Kimyasal formül	Renk
Demir oksit	Magnetit	Fe_3O_4	Siyah
Demir oksit	Hematit	$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$	Kırmızı ya da siyah
Demir karbonat	Siderit	FeCO_3	Sarı-kahverengi
Demir oksihidroksit	Götite	$\alpha\text{-FeOOH}$	Sarı-kahverengi
Demir oksihidroksit	Akagaenit	$\beta\text{-FeOOH}$	Kırmızı-kahverengi
Demir oksihidroksit	Lepidokrokit	$\gamma\text{-FeOOH}$	Turuncu
Demir sülfat tetrahidrat	Rozenite	$\text{FeSO}_4\text{H}_2\text{O}$	Yeşil
Demir sülfat pentahidrat	Sideritil	$\text{FeSO}_4\text{H}_2\text{O}$	Beyaz
Demir sülfat heptahidrat	Melanterite	$\text{FeSO}_4\text{H}_2\text{O}$	Mavi-yeşil
Demir hidroksit sülfat dihidrat	Butlerit	$\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4\text{H}_2\text{O}$	Turuncu

Toprak altında demir objelerde görülen bozulmalar yalnızca kimyasal yapıda olmazlar aynı zamanda fiziksel bozulmalar da gözlemlenmektedir. Fiziksel bozulmalar kimi zaman kimyasal kaynaklı olurken kimi zamanda mekanik kaynaklı olabilmektedir. Toprak altında uzun yıllar kalan demir metali kimyasal kaynaklı bozulmalara uğramasını fiziki olarak gözlemlemek mümkündür. Objede korozyonun sebep olduğu şekilsel bozulmalar veya minerallerin tepkimeye girerek oluşturduğu renk skalasını buna örnek verebiliriz. Korozyona uğrayan demirin zayıfladığı ve kırılganlaştığı bilinmektedir. Bu zayıflık ve kırılganlık fiziksel bozulma olarak adlandırılan kırılmalara ve/veya çatlaklara sebep olmaktadır. Toprağın yarattığı mekanik baskı da kırılmalara ve çatlaklara neden olabilmektedir.

Toprak altında başlayan bozulma süreci objeler toprak üstüne çıktığında da devam etmektedir. Hatta toprak altında bir süre sonra yavaşlayan bozulma döngüsü stabil hale gelirken toprak üstüne çıkartılan objelerde bozulma oldukça hızlı şekilde devam etmektedir. 2000 yıl kadar toprak altında kalan ve nispeten daha az korozyona

uğrayan bir obje yüzeye çıkartıldıktan 40-80 yıl sonra tamamen tahrip olabilmektedir. Toprak üstüne çıkartıldıktan sonraki korozyon artışının topraktakine kıyasla birçok nedeni vardır. Topraktaki stabilitenin temel nedeni, nispeten düşük oksijen içeriği ve inhibe edici katmanların oluşumu gibi görünmektedir. Toprak üstüne çıktıktan sonra obje %40'dan fazla nispi neme maruz kaldığında klorit iyonları demir çekirdeği ile korozyon tabakası arasındaki ara yüzde nem oluşturan sıvı elektrolitleri çeker. Klorürlerin katalitik etkisiyle birlikte yüksek oksijen konsantrasyonu yukarıda belirtilen toprak üstüne çıkartıldıktan sonraki korozyon artışının hızının artmasına sebep olarak gösterilmektedir (Patscheider and Vepşek, 1986 s. 29).

Demir buluntuların toprak üstünde bozulmalarına sebep olan diğer etkileri şu şekilde sıralayabiliriz;

- Bağlı nemin etkisi
- Oksijenin etkisi
- Atmosferik kirliliğin etkisi
- Yanlış koruma uygulamalarının etkisi

Bağılı nem ve oksijenin etkisinden yukarıda bahsedilmiştir, buna ek olarak demir objelerin arazi şartlarında, laboratuvar ortamında ve uzun süreli depolama alanlarında maruz kaldığı yüksek bağılı nem bozulmanın ana etkilerindendir. Objeler kazı alanında toprak altı (gömmü ortamından) çıktıktan sonra, arazi şartlarında kazı laboratuvarına teslim edilene kadar belli bir süre muhafaza edilecekse mümkün olduğu kadar toprak altı koşullarına benzer şartlar sağlanmaya çalışılmalıdır. Laboratuvarda koruma onarım işlemleri sonrası gerekli stabilizasyon işlemlerinin tamamlanıp depolama alanına aktarılan objelerin muhafaza edileceği alanın bağılı nem oranlarının gerekli seviyelerde tutulması, objelerin tekrar korozyona uğrama risklerini azaltacaktır. Aksi durumda toprak altından daha hızlı bir şekilde korozyon döngüsü devam edecektir.

Bir diğer etken olan atmosferik etki endüstriyel atıkların bulunduğu atmosferde, özellikle kömürün yanmasıyla ortaya cüruf, kül ve sülfür bileşenleri, deniz suyunda

bulunan klorürler ve toprakta bulunan asit metalleri atmosferik korozyona uğrattır (Uluengin, 2006, s. 17). Bu etkiler daha çok dış ortamda sergilenen objelerde veya mimari kalıntılar üzerindeki metallere görülmektedir.

Demirlerin bozulmasında yanlış koruma uygulamalarının etkisi oldukça sık rastlanan bir sorun olabilmektedir. Özellikle koruma konusunda uzman olmayan kişi veya kişilerce gerçekleştirilen (hatalı) koruma onarım uygulamaları, sadece demir objeler üzerinde değil tüm arkeolojik objeler üzerinde geri dönülmesi imkânsız hasarlar bırakabilmektedir. Metal objelerde bu hasarlar görece daha fazla olabilmektedir. Özellikle demir objelerde bozulmanın tespiti ve bu tespit ışığında koruma onarım yöntemine karar verilmesi aşamasında oldukça titiz davranılması gerekmektedir. Demir objelerde bozulan kısımları ve metalin kendisini birbirinden ayırmak güç olabilmektedir. Bu nedenle topyekûn uygulanan ve kontrolü güç olan kimyasal temizlik yöntemlerindense, bölgesel uygulamanın mümkün olduğu ve kontrolün sağlanabildiği mekanik yöntemleri tercih etmek, daha doğru olacaktır. Bunlarla birlikte kırık olan objelerin yapıştırılmasında veya eksik olan objelerin tamamlanmasında kullanılacak olan kimyasal maddeler, objeye verebilecekleri zararlar gözetilerek seçilmelidir.

3.2.2. Bronz buluntularda karşılaşılan sorunlar

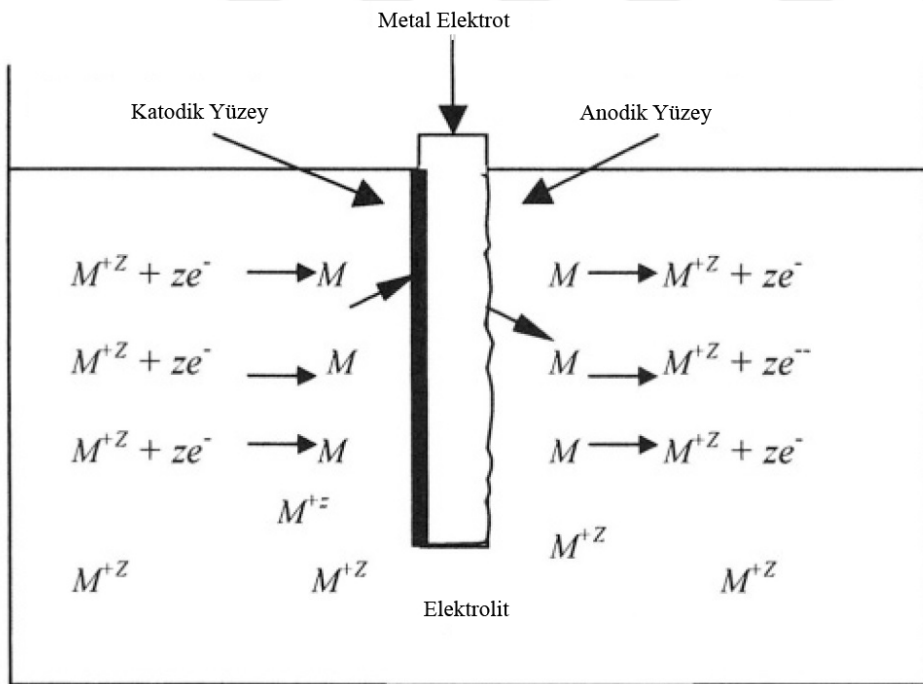
Bir alaşım metali olan bronz, kalay (Sn) ile bakırın (Cu) bileşiminden meydana gelmektedir; fakat bronz sertlik, esneklik, renk gibi malzeme özellikleri kazandırmak adına farklı metallerle de alaşımı sağlanmıştır.

Geleneksel bronzlar bakır-kalay alaşımlarıdır. Bunlara kalay bronzu da denmektedir; ancak günümüzde kalay olup olmadığına bakılmaksızın bakırın diğer metallerle yaptığı alaşımlara da bronz adı verilmektedir (Gürü ve Yalçın, 2006, s.154).

Antik dünyada kalay nispeten pahalı olduğundan kurşun da (Pb) bakır alaşımlarında kullanılmıştır ve bakır-kalay-kurşun alaşımı üretilmiştir, bu alaşım daha düşük erime sıcaklığına sahiptir ve bakırın dökümünü daha kolay hale getirmiştir. Geleneksel bakır-kalay alaşımlı bronzların üretimi MÖ 4. ve 3. bin yıl arasında yapılmaya başlanmıştır (Scott, 2002, s. 3-4).

Arkeolojik kazılarda en çok karşılaşılan metallerden birisi bronzdur. Kazılarda bulunan bronz buluntular her zaman bir korozyon katmanıyla birlikte ele geçerler. Toprak altında uzun yıllar kalan buluntularda, oksijenin, nemin ve klorürlerin etkisiyle veya anaerobik ortamlarda mikroorganizmaların etkisiyle çeşitli tip ve seviyelerde bozulmalar meydana gelir. Kısaca korozyon dediğimiz bozulmalar, bir metalin çevresiyle yaptığı etkileşimlerin sonucu olarak karşımıza çıkar (Faltermeier, 1995, s. 15).

Toprak altında korozyon oluşumları kimyasal ve elektrokimyasal reaksiyonlar olarak incelenebilir. Kimyasal korozyon oluşumları, tek başına kimyasal türlerin baskın olduğu reaksiyonlardır. Metalin kendisinin doğrudan ortam ile reaksiyona girmesiyle kimyasal korozyon oluşur. Elektrokimyasal korozyon oluşumları ise bir bölgeden veya bir yüzeyden diğerine iyon akışının olduğu reaksiyonları içerir (Şekil 3.2). Reaksiyon metal ara yüzeyinde meydana gelir. Çoğu korozyon oluşumu elektrokimyasaldır (Scott, 2002, s. 14-15).



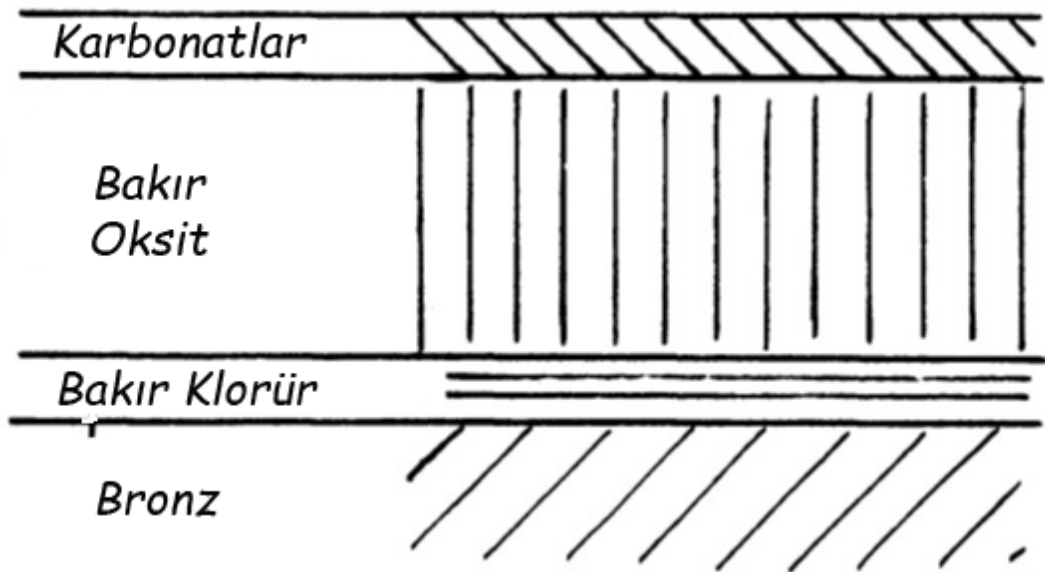
Şekil 3.2. Elektrokimyasal hücrenin şematik gösterimi¹⁰ (Perez, 2004, s. 2)

¹⁰ Metalin oksidasyonu ve indirgenmesi kavramları şematik olarak gösterilmiştir. Metal elektrot üzerindeki kalın çizgi, metal iyon azalmasının bir sonucu olarak metal birikimini gösterir ve metal oksidasyonu elektrotun sol tarafında gösterilir (Perez, 2004, s. 2).

Metallerin korozyona uğraması için belli koşulların sağlanması gerekmektedir. Yukarıda da belirtildiği gibi metalin kendisi, anot ve katot bölgeler ve bölgeler arasındaki iyon alışverişini sağlayacak olan çözünmüş iyonların (elektrolitik) olması gerekmektedir. Anotta başlayan çözünme iyonlar sayesinde katotta toplanır ve korozyon ürünü meydana gelir. Bu sürece korozyon oluşum reaksiyonu denir.

Bronzlar üzerindeki reaksiyonlar sonucu yüzeyde patina ile karşılaşırız. Patina dediğimiz yüzey bir oksit tabakasıdır. Kararlı haldeki bu pasif tabaka, metalin yüzeyini koruyucu özellik gösterir. Faltermeier (1995), patinayı ikiye ayırmış ve ayrıca klorür içeren, zararlı olarak nitelendirdiği dengesiz ve kırılgan bir patina tabakasından bahsetmiştir. Klorür içeren bu oksit tabakasının toprak altında belli bir denge oluşturduğunu fakat yüzeye çıktığı andan itibaren nem ve oksijen ile etkileşime girerek metale saldıracağını belirtmiştir.

Bakır oksitler, karbonatlar ve klorürler arkeolojik kazıda ele geçen içeriği bakır alaşımı buluntuların yüzeyinde bulunan en yaygın bileşiklerdir (Faltermeier, 1995, s. 15). Bakır klorürler, bakır oksitler ve bazik bakır karbonatlar metal yüzeyinde birbirini takiben bulunur ve bunlar bronz korozyonu tabakaları olarak tanımlanır (Organ, 1963, s. 6). Bakır klorür genellikle metal ile bakır oksit arasındaki tabakada bulunur (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Genel olarak korozyon katmanlarını gösteren şematik çizimi Organ'dan (1963, s.6) düzenlenmiştir

Alaşımli bakırlar üzerinde ortam koşulları dâhilinde oluşan bozulmaları fiziksel olarak buluntular üzerinde görmek mümkündür. Bunları korozyon formları olarak sınıflandırmak mümkündür (**Çizelge 3.2**).

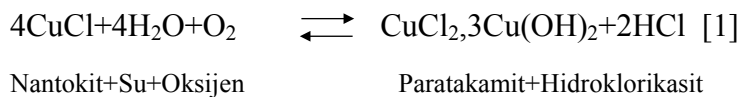
Çizelge 3.2 Korozyon oluşum, form ve bozulmalar

Korozyon Oluşumları	Korozyon formları	Mineral bozulmaları
Toprak altı	Genel Lokal	Malahit Azurit
Su altı	Galvanik Seçmeli	Küprit Tenorit
Atmosferik	Gerilme (stres) Çukurcuk	Nantokit Atakamit
İnsan kaynaklı	Tepecik Çatlak	Paratakamit Bollakit

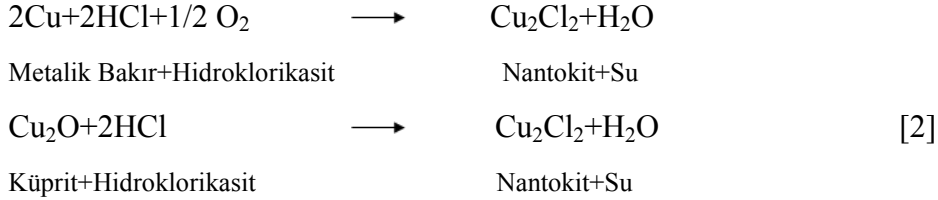
Toprak altı korozyon oluşumları: Toprak altında oksijenli, oksijensiz ya da kısmi oksijenli ortamlarda bozulma dediğimiz, minerallerin özüne dönme olayı reaksiyonlar zinciri halinde gelişir.

Sıcak havanın çevrelediği nemdeki bakır, oksijenle reaksiyona girerek bakır oksiti yani küprit'i (Cu_2O) (küprit tabakasını) oluşturur. Toprak altında bu reaksiyon hızlıdır fakat sonradan gelişecek olan reaksiyonların oluşum hızı oldukça yavaş ilerler (MacLeod, 1981, s. 16).

Serbest klor iyonları bulunan ortamlarda bakır iyonları klorürler ile tepkimeye girerek bakır (I) klorürü yani nantokit'i (CuCl) oluşturur. Toprak altında oluşan korozyon reaksiyonların aerobik ve anaerobik ortamlarda gelişen reaksiyonlar olarak iki grupta incelenebilir. Aerobik ortamlarda klorürlerin varlığında metalin hemen üstünde oluşan nantokit (CuCl) tabakası nem ile birlikte bazik (II) klorüre (atakamit ya da paratakamit) dönüşür (Özen, 1999, s.178).

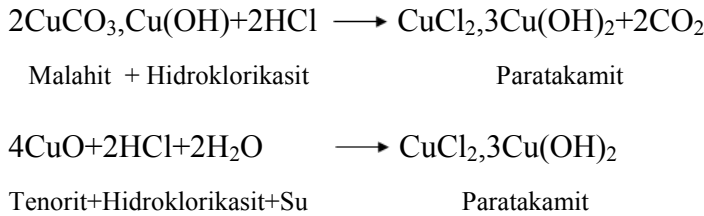


Reaksiyon [1] sonucunda ortaya çıkan hidroklorik asit (HCl) aerobik ortamda hızlı bir şekilde bakıra ve diğer korozyon ürünlerine etki ederek tersinir bir reaksiyon oluşturur ve tekrar nantokit'i (CuCl) oluşturur (Özen, 1999, s.179).



Aerobik ortamda tek yönlü ve hızlı ilerleyen bir reaksiyondur. Bu reaksiyonlar nantokit (CuCl) reaksiyonun içerdiği denklemin sol tarafına madde yüklemesi yapar ve sağ tarafında tekrar bazik (II) klorür oluşturur. Reaksiyonlar [2] sonucunda ortaya çıkan su [1] reaksiyonunun hız kazanmasına sebep olur ve her iki reaksiyonda birbirini tetikleyerek bozulma döngüsünü başlatmış olur. (Özen, 1999, s. 179).

Ayrıca [1] reaksiyon sonucu açığa çıkan hidroklorik asit stabil haldeki küprit ve +2 değerli bakır korozyonu ürünleriyle de tepkimeye girerek paratakamite ($\text{CuCl}_2, 3\text{Cu}(\text{OH})_2$) dönüşür (Özen, 1999, s. 180). Reaksiyon aşağıdaki gibidir;



Anaerobik ortamda ise klorürlerin oluşturduğu nantokit (CuCl) suyla tepkimeye girerek nüpriti (C_2O) oluşturur (Özen, 1999, s. 180).

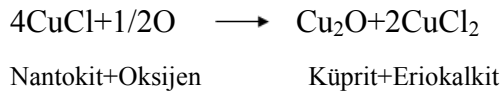


Anaerobik ortamda reaksiyon yavaş ilerler. Ortamdaki neme göre denklemin sağına ya da soluna doğru (yani biri diğerine dönüşerek) ilerleme olabilir. Eğer ortamda oksijen yoksa reaksiyon gerçekleşmez. Fakat toprak altı koşullarda az da olsa oksijen bulunur. Oksijen seviyesi arttıkça;

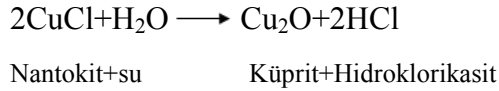


Metalik bakır+Hidroklorik asit+Oksijen Nantokit+su
 reaksiyonu oluşur (Özen, 1999, s. 181).

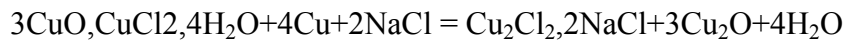
Ayrıca oksijenle tepkimeye giren nantokit (CuCl) küprit (Cu₂O) ve Bakır (II) Klorür olarak bilinen erioalkiti (CuCl₂) oluşturur. Eriokalkit ise bakır ile tepkimeye girerek daha fazla nantokit oluşturur. Reaksiyonlar şu şekildedir; (Faltermeier, 1995, s. 22; Yüceil, 2018, s. 65).



Döngüsel olarak devam eden bu reaksiyonlar küprit (Cu₂O) ve nantokit (CuCl) miktarını sürekli olarak arttırmaktadır ve nantokitin nem ile reaksiyonu sonucunda daha fazla küprit (Cu₂O) ve hidroklorik asit (2HCl) oluşumu meydana gelmektedir. Reaksiyon aşağıdaki gibidir; (Faltermeier, 1995, s. 22; Yüceil, 2018, s. 65).



Scott (1990) makalesinde Berthelot'un (1895) bronzlar üzerindeki korozyonların reaksiyonları hakkında bilgi verdiğini yazmıştır. Buna göre; az miktarda sodyum klorür, atakamit (CuCl₂, 3Cu(OH)₂) ve bakır metali (Cu) ile reaksiyona girer ve çiftli bir bakır klorür (Cu₂Cl₂) ve sodyum klorür (NaCl) bileşiği meydana gelir; bakırın kalan kısmı ise bakır oksite dönüşür:

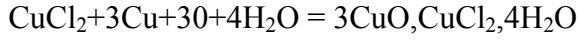


Bu döngüsel reaksiyon oksijen ve nemin varlığında tekrarlanır.

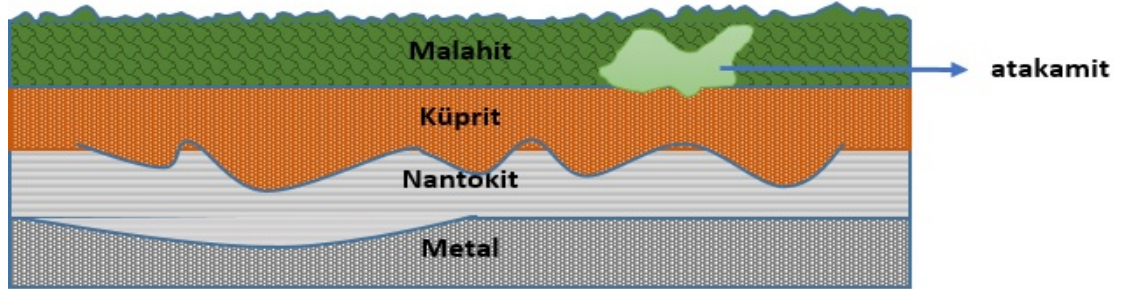
Çiftli bakır klorür (Cu₂Cl₂) ve küprük klorür (CuCl₂) oksijen ile tepkimeye girerek atakamiti (CuCl₂, 3Cu(OH)₂) oluşturur:



Oksijen ve bakır ile ya da bakır oksit ile temasta kalan bakır klorür (CuCl) oksiklorüre ($\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$) dönüşür:



Bu döngü, bakır, oksijen, bakır oksit ve atakamiti dönüştüren reaksiyon serisini tamamlar fakat nem ve oksijenin varlığında reaksiyon tekrarlanır (Berthelot, 1895). Döngüsel reaksiyonların varlığı kabul edilse bile bronzdaki bozulmaların temel sebebi olarak bakır klorür gösterilmektedir (Scott, 1990, s.194). Reaksiyonlardan da anlaşılacağı üzere, ortam şartları metal buluntuların korozyon reaksiyonlarının döngüsünde oksitleyici görevindedir. Oksijen, nem ve klorürlerin bir araya gelmesiyle başlayan korozyon oluşumu, reaksiyonlar zinciri halinde birbirlerini tetikleyerek devam eder ve sonucunda eğer gerekli önlemler alınmazsa eserin yok olmasına kadar süreç devam eder. Karmaşık reaksiyon zincirleri içerisinde korozyon katmanları aslında belli bir sırayla dizili haldedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Bronzlarda korozyon katmanlarının basit dizisi

Bozulma olarak tanımlanan korozyon tabakalarının en üst tabakası olan patina katmanında, bakır minerali olan malahit yüzeyi kaplar şekilde metal üzerinde yerleşiktir. Toprak altındaki aşınmaya bağlı oluşan önemli bir patina oluşumu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Malahit genellikle ilk korozyon ürünü olan küprit tabakasının oluşmasında rol oynayan bir korozyon kabuğudur ve düzgün bir şekilde büyüyerek patinayı oluşturmaktadır (Scott, 2002, s. 106).

Diğer bir bakır minerali olan azurit de malahit gibi korozyon ürünü olarak yüzey patinasında karşımıza çıkmaktadır. Bakır alaşımı toprak suları veya yüzeydeki

yoğunlaşma nedeniyle oluşan karbondioksit ile yüklü su molekülleriyle temas ettiğinde esas korozyon ürünleri olarak adlandırılan malahit ve azurit oluşmaktadır (Gettens, 1963 s. 551; Scott, 2002, s. 108).

Azuritin nadiren kararlı bir patina oluşturduğu bilinmektedir fakat yine de kararlı patina örneklerine rastlanmaktadır. Bununla birlikte daha yaygın olarak malahit ve küprit ile bağlantılı olarak ayrı kristaller veya azurit lekelerine bronzlar üzerinde rastlanmaktadır (Scott, 2002, s. 108).

Korozyon ürünü olarak sık karşılaşılan mineraller ve öne çıkan özellikleri şu şekilde sıralanabilir;

Küprit:

Bazik bakır bileşiklerden olan küprit kimyasal olarak bakır (I) oksit olarak isimlendirilmektedir. Doğada kübik ve oktahedral kristal yapısına sahip olarak bulunmaktadır (Habashi, 1997, s. 548). Küprit turuncu - kırmızıdan koyu kırmızıya kadar uzanan bir renk skalasına sahip olmasının yanında bazen de pırıltılı elmas gibi gözükmetedir. Mohs sertliği¹¹ 3,5-4 arasındadır ve suda çözünmez. Küprit mineralinin iç içe geçmiş olan kübik yapısı korozyona uğramış bronzun yüzeyinde gözükmetedir.

Tenorit:

Bazik bakır bileşiklerden olan tenorit kimyasal olarak bakır (II) oksit olarak isimlendirilmektedir. Doğada kübik kristal formunda bulunmaktadır. Su ya da alkolde çözünmeyen tenorit oda sıcaklığınca stabil olan bir mineraldir (Habashi, 1997, s. 549). Eski yayınlarda melakonit olarak da isimlendirilen tenorit donuk siyah renktedir. Tenorit ilk korozyon ürünü olarak kabul edilen küpritin altında küçük ve

¹¹ Sertlik: Yüzeylerin aşınmaya olan direncini sertlik olarak ifade edilmektedir (Balkabad, 2015, s. 45). Minerallerin sertliği genel olarak çizilebilme kabiliyetlerine göre tayin edilmektedir ve mohs cetveli de bu kabiliyeti ölçme yöntemlerinden biri olarak kullanılmaktadır. Cetvelde on ayrı mineral bulunmaktadır, bu mineraller 1 ile 10 derece arasındaki sertlik değerlerine göre sıralanmaktadır. Test edilmek istenen yüzey hazırlanan bu iğneler ile fiziksel olarak baskılanır ve sonrasında mikroskop yardımıyla çizilip çizilmediği kontrol edilerek eğer çizildiyse hangi mineralden yapılan iğne ile çizildiyse o minerale verilen sayısal değer ile sertlik derecesi belirlenmiş olur (Göymen ve Koç, 2000, s. 25-26).

siyah noktalar olarak ortaya çıkmaktadır (Evans, 1960; Scott, 2002, s. 95). Sertlik derecesi 3,5’dir (Scott, 2002, s. 82).

Azurit:

Bazik bakır karbonat, bakır (II) karbonat hidroksit ya da bazik (II) karbonat olarak isimlendirilen azurit minerali eğri eksenli kristal formundadır (Habashi, 1997, s. 552). Sertlik derecesi 3,5-4 olan azurit malahitten daha az kararlıdır ve nem varlığında karbondioksit kaybıyla dönüşebilir. Korozyon ürünü olarak malahite nazaran daha az karşılaşılan bir mineraldir. Genellikle mavi renktedir ve eski yayınlarda kesilit olarak isimlendirilmiştir (Scott, 2002, s. 108).

Malahit:

Bazik bakır karbonat olan malahit eğri eksenli kristal formundadır (Habashi, 1997, s.552). Kullanım alanı oldukça geniş olan malahit bozulmaya uğramış olan bronzlarda korozyon ürünü olarak karşımıza çıkmasının yanı sıra yeşil renk veren pigmentleri nedeniyle sırlarda ve camlarda da kullanılmıştır. Bronz objeler üzerinde gelişen küçük bir patina bileşeni olmasına rağmen toprak altında gelişen önemli bir patina bileşenidir. Malahit genellikle ilk korozyon ürünü olan küprit tabakasını oluşturmaktadır. Malahitin homojen olarak büyümesi bronz objeler üzerinde gelişen patina tabakasını açıklamaktadır. Sertlik derecesi 3,5-4’dür (Scott, 2002, s. 102).

Nantokit:

Bakır klorür olarak isimlendirilen nantokit Kübik kristal formundadır. Doğada renksiz, gri renkte ya da soluk yeşil olarak bulunmaktadır (Habashi, 1997, s. 553; Scott, 2002, s. 123). Bronzlar üzerinde yarı saydam ve balmumu katısı formunda oluşmaktadır, sertlik derecesi 2,5’dir. Düşük bir sertlik derecesine sahip olduğundan kolayca sıyrılabilir özelliktedir (Scott, 2002, s. 123). Metal yüzeyine yakın olarak oluşan nantokit metalin derinliklerine kadar ilerleyip genişleyebilir. Oksijen ve nem ile tepkimeye girerek bakır trihidroksit olarak bilinen atakamite ya da paratakamite dönüşebilmektedir (Scott, 2002, s. 125).

Atakamit:

Bakır trihidroksit, bakır (II) oksiklorür ve bazik bakır klorür olarak adlandırılan atakamit yeşil renkte ve dörtgen kristal formundadır (Habashi, 1997, s. 556). Atakamit asla metal yüzeyine doğrudan bitişik, sürekli bir tabaka olarak bulunmadığından ve zümrüt yeşili renkten siyahımsı yeşil renklerde diğer korozyon ürünlerinden ayırt edici bir şekilde bulunduğundan orijinal patina ile karıştırılmaz (Scott, 2002, s. 124). Sertlik derecesi 3-3,5 arasındadır (Scott, 2002, s. 123).

Paratakamit:

Paratakamitte atakamit gibi bazik bakır klorür olarak adlandırılır. Daha çok patina yüzeyinde, açık yeşil bir toz halinde ve ikincil korozyon tabakası olarak bulunmaktadır. Sertlik derecesi 3'tür. Kristal yapısı üzerine yapılan çeşitli incelemeler sonucunda paratakamitin yeni bir mineral olarak adlandırılan klinoatakamit (clinoatacamite) ile birlikte bulunduğu paratakamitin eşkenar dörtgen kristal formuna sahip olduğu fakat klinoatakamitin ise eşkenar dörtgen yapısına sahip olmadığı anlaşılmıştır. Fakat paratakamit ve klinoatakamit birçok açıdan benzerlik taşımaktadır. Bu bilgiler ışığında daha önceden yapılmış olan parakamit tanımlarının bazıları ya da birçoğu klinoatakamit olabilir (Scott, 2002, s. 124). Bu iki mineral optik ve X ışını metotları dışında kolayca ayırt edilemezler. Parakamit tek eksenli, negatif iken klinoatakamit çift eksenli, negatiftir (Jambor, Dutrizac, Roberts, Grice, Szymański, 1996, s. 61).

Botallakit:

Trioksiklorürler arasında en az kararlı olandır. Solgun mavimsi yeşil renkte ve eğik eksenli kristal yapısına sahiptir. Botallakit bir korozyon ürünü olarak ortaya çıkmasına nadiren rastlanmaktadır. (Scott, 2002, s. 125). Sertlik derecesi 3'tür (Scott, 2002, s. 123).

Sülfat ve fosfat mineralleri:

Sülfatlar kentlerde kirli atmosfer ortamına maruz kalan bronzlarda ortaya çıkan açık yeşil renkteki korozyon ürünleridir. Son yıllarda artış göstermiş olan asit yağmurları ve sisin içerisinde geliştiği bilinmekle birlikte bronz üzerindeki patina yapısına da zarar verdiği düşünülmektedir (Scott, 2002, s. 145). Dış ortam koşullarına maruz kalmış olan bronzlar üzerinde korozyon ürünü olarak sıkça gözlemlenmiş olan brokonit camsı yeşil renkte ve 2,5-4 sertlik derecesine sahiptir, antlerit camsı yeşil renkte ve 3,5 sertlik derecesine sahiptir, posnjakite yoğun mavi renkte ve 2-4 sertlik derecesine sahiptir. (Scott, 2002, s. 147-148). Ayrıca toprak altındaki oksijen azlığına bağlı olarak anaerobik mikroorganizmaların oluşmasıyla ortaya çıkan sülfat indirgeyici bakteriler metallerde ciddi aşınmalara sebep olabilir (Gu, Ford, Mitchell, 2011, s. 356-357).

Mezar-gömmü ortamlarında ayrışan kemik, boynuz veya başka bir fosfor kaynağı ile birlikte gömülen bakır ya da bronz eserler üzerinde korozyon ürünü olarak sıklıkla bakır (II) fosfatlar ile karşılaşmaktadır. Korozyon ürünü olarak karşılaşılan minerallerden libetenit koyudan açığa doğru zeytin yeşili renkte ve sertlik derecesi 4'tür, sampleit parlak açık mavi renkte sodyum – kalsiyum – bakır – fosfat klorürdür ve sertlik derecesi 4'tür, zapalit olarak adlandırılan alüminyum – bakır – fosfat 1,5 sertlik derecesine sahip ve yarı saydam mavi renktedir (Scott, 2002, s. 242-244).

Sülfürler:

Su altında gömülü olan veya oksijensiz toprak altı koşullarda gömülü olan nesneler üzerinde bakır sülfürler yaygın korozyon ürünleri olarak bulunmaktadırlar. Bakteriler tarafından indirgenen sülfür iyonları oksidasyonu sağlamak için oksijenden faydalanır ve hidrojen ile birleşip su altında veya sedimentlerde hidrojen sülfür ürünü olarak ortaya çıkar. Hidrojenin katodik alanlardan uzaklaştırılması katodun depolarizasyonuna neden olarak oksijen yokluğunda korozyon oluşumuna sebep olmaktadır. Hidrojen sülfitin serbest kalması ise bronz nesnelerdeki korozyon reaksiyonlarının hızlanmasına neden olmaktadır (Scott, 2002, s. 228). Sülfürler metal yüzeyi tarafından absorbe edilerek yüzeyde bir korozyon katmanı oluştururlar (Papavinasam, s. 1022). Ayrıca sülfür korozyonu bio-kirlenmenin yaygın bir sonucu olarak görülmektedir, kükürt bileşikleri sanayileşmiş olan dünyada her yerde yaygın

olarak bulunmaktadır. Sülfat indirgeyen bakteriler çeşitli kükürt içeren ortamlardaki anaerobik bakteri gurubudur ve sülfat ve oksitlenmiş kükürt türlerini sülfürlere indirgeyebilirler (McNeil ve Little, 1999, s.187). Scott (2002, s. 229) kitabında Duncan ve Ganiaris (1987) tarafından MS. I. yy Roma dönemi bronzları üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda opak pirinç sarısı kalkopirit (CuFeS_2) ya da piritit ($\text{Fe}_{(1-x)}\text{S}$) oluşumu gözlemlendiğini belirtmiştir. Bakır levhalar üzerindeki siyah kabuklarda ise siyahımsı yeşil renkte kalsosit (Cu_2S), yarı metalik mavi renkte kovelit (CuS) ve nadiren metalik mavimsi beyaz renkte geerite ($\text{Cu}_{1.6}\text{S}$) oluşumlarına rastlandığını belirtmiştir. Yapılan XRD analizleri ile objeler üzerindeki bazı yeşil tabakalarda antlarit ($\text{Cu}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})4\text{H}_2\text{O}$) oluşumlarına rastlandığını belirtmiştir.

Çizelge 3.3 Arkeolojik bronzlarda görülen korozyon ürünleri

	kimyasal isim	mineraller	formül	renk
Bazik bakır bileşikler	Bakır (I) oksit	küprit	Cu_2O	kırmızı ya da kırmızımsı kahverengi
	Bakır (II) oksit	tenorit	CuO	metalik gri siyah
Bazik bakır karbonatlar	Bakır (II) karbonat	azurit	$2\text{CuCO}_3, \text{Cu}(\text{OH})_2$	camsı mavi
	Bakır (II) karbonat	malahit	$\text{CuCO}_3, \text{Cu}(\text{OH})_2$	solgun yeşil
Tuzlar	Bakır (I) klorür	nantokit	CuCl	rensiz ya da gri ya da solgun yeşil
	Bakır (II) klorür	eriokalkit	CuCl_2	mavi ya da yeşil
	Bazik küprük klorür	atakamit	$\text{CuCl}_2, 3\text{Cu}(\text{OH})_2$	cam yeşili
	Bazik bakır klorür	paratakamit	$\text{CuCl}_2, 3\text{Cu}(\text{OH})_2$	solgun yeşil
	Bazik bakır klorür	botallakit	$\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$	solgun mavimsi yeşil
Sülfatlar	Bazik bakır sülfat	brokanit	$\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$	camsı yeşil
	Bazik bakır sülfat	antlerit	$\text{Cu}_3\text{SO}_4(\text{OH})_4$	camsı yeşil
	Bazik bakır sülfat	posnjakite	$\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6, \text{H}_2\text{O}$	camsı yeşil
Fosfatlar	Bakır fosfat	libetenit	$\text{Cu}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})$	koyudan açığa zeytin yeşili
	Bakır fosfat klorür	sampleit	$\text{NaCaCu}_5(\text{PO}_4)_4\text{Cl}, 5\text{H}_2\text{O}$	parlak açık mavi
	Alüminyum bakır fosfat	zapalit	$\text{Cu}_3\text{Al}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_9, 4\text{H}_2\text{O}$	yarı saydam solgun mavi
Sülfürler	Bakır (I) sülfür	kalsosit	Cu_2S	metalik siyahımsı gri
	Bakır sülfür	kovelit	CuS	yarı metalik mavi
	Bakır sülfür	geerite	$\text{Cu}_{1.6}\text{S}$	metalik mavimsi beyaz
	Bakır demir sülfür	kalkopirit	CuFeS_2	pirinç sarısı

3.3. Metal Buluntularda Koruma Onarım Yöntemleri

Metal buluntularda koruma ve onarım uygulamalarının gerçekleştirilmesi için özel bir durum olmadıkça genellikle aşağıdaki süreç takip edilmektedir;

- Tespit ve belgeleme çalışmaları
 - Metal objelerde malzeme özelliklerinin belirlenmesine yönelik incelemeler
 - Bozulma ve sorunların tespiti
 - Belgeleme amaçlı fotoğraf ve ölçekli fotoğraf işlemleri
 - Durum raporunun hazırlanması ve bilgilerinin işlenmesi
 - Koruma onarım yönteminin seçilmesi
- Koruma ve onarım uygulamaları
 - Temizleme
 - Stabilizasyon/tuzdan arındırma
 - Yapıştırma
 - Sağlamlaştırma
- Depo ortamına hazırlanması ve depolama işlemi

3.3.1. Tespit ve belgeleme uygulamaları

Koruma onarım uygulamalarından önce metal buluntulara müdahaleyi gerektirecek durumlar ve hangi müdahalenin seçileceğine yönelik çalışmalar yapılmakla birlikte yapılan çalışmaların belgelenmesi gerekmektedir. Tespit ve belgeleme çalışmaları kapsamında yapılması gerekli incelemeler ve uygulamalar aşağıda ayrı başlıklar halinde aktarılmıştır.

Malzeme özelliklerinin belirlenmesi:

Malzeme özelliklerinin belirlenmesi müdahale öncesi buluntuyu tanıma konusunda yüksek öneme sahiptir. Öncelikle metal buluntunun, tek başına veya başka bir metalle veya başka bir materyal ile birlikte (kompozit) olup olmadığına bakılması gerekmektedir. Parion kazılarında 2016 yılında ele geçen kemik saplı demir obje (**Resim 3.1**) kompozit tanımına verilebilecek uygun bir örnektir.

Genel olarak metal buluntuların mekanik direnci, toprak altındaki bozulmaların yoğunluğu, buluntuların boyutları, mümkün ise kimyasal bileşenleri incelenmelidir. Kimi zaman kabuk korozyon oluşumu objenin tamamını kaplayarak belirsiz bir bütünlük ortaya çıkarabilir ve objenin asıl şeklini gizleyebilir. Böyle durumlarda objenin şeklinin belirlenebilmesi için -eğer imkân var ise- X-ray ile görüntüleme yapılmalıdır. Metal özünün görüntülenmesi konusunda X-ray çıktısı yeterli sonuca ulaşmayı sağlayacaktır ve temizlik öncesi iyi bir referans sağlayacaktır. Fakat özellikle arkeolojik kazı ortamlarında ileri teknik analiz sağlayan aletleri bulundurmanın maliyeti yüksek olduğundan ve genelde X-ray cihazına ulaşmak mümkün olmadığından bu konuda metal eser alanında uzmanlaşmış arkeologlardan yardım almak yararlı olacaktır.



Resim 3.1. Kemik saplı demir obje (Parion kazı arşivi)

Bozulma ve sorunların tespiti

Metal buluntularda tespit çalışmaları gözlemsel metotlar ile ya da ileri teknik analizler ile yapılmaktadır. Bozulmaların tespit edilmesi beraberinde buluntulara yaklaşım sürecini de olumlu yönde etkilemektedir.

Demir buluntular için bozulma ve sorunların tespiti:

Çoğu zaman demir buluntular üzerindeki bozulmaları eksiksiz şekilde tanımlamak mümkün olmayabilir. Demir minerallerinin bozulmaları renk ve biçim bakımından benzerlik gösterebilir. Bu durumda demir özünü ve bozulmaları birbirinden ayırmak yeterli olacaktır. Gerekli durumlarda stereo mikroskop kullanılarak incelemeler yapmak mümkün olacaktır. İleri teknik cihazlar ile de yapılacak analizler ise eksiksiz olarak demir korozyonlarının tespitini mümkün kılan bir diğer yöntemdir. Kimyasal kaynaklı bozulmaların yanı sıra buluntunun üzerindeki çatlak oluşumların da incelenmesi özellikle önemlidir. Nitekim çatlaklar gerekli sağlamlaştırma önlemler alınmaz ise ilerleyen zamanlarda yeni kırıklara yol açabilmesi nedeniyle öncelikle gzlemelidir.

Bronz buluntular için bozulma ve sorunların tespiti:

Bronz buluntuların bozulmalarını ve korozyon tabakalarını birbirinden ayırt etmek demir buluntulara göre nispeten daha kolaydır. Özellikle renk ve form bakımından birbirlerinden ayırt edilebilen korozyon tabakalarını mikroskop altında incelemek oldukça verimli bir yöntemdir. Bozulmaların tespitinde eğer imkân var ise ileri teknik analizlerin kullanılması kesin doğru tespitlere ulaşılmasına olanak sağlamaktadır. Tüm buluntularda olduğu gibi bronz buluntularda da fiziksel bozulmaların gözlenmesi ilerideki daha büyük sorunların önüne geçebilmek adına ayrıca gözetilerek incelenmelidir.

Belgeleme amaçlı fotoğraf ve ölçekli fotoğraf işlemleri

Buluntuların, alanda bulunduğu ilk hli, fotoğrafları çekilerek kayıt altına alınmalıdır. Buluntu laboratuvar veya atölye ortamına getirildikten sonra, müdahale

öncesi genel hatlarıyla fotoğrafları çekildikten sonra, tespit edilen bozulmalarının fotoğrafları da çekilerek belgelenir.

Fotoğraflar gerçek boyutu yansıtmadığı için uygun boyutlarda ölçek kullanılması yararlı olacaktır. Buluntu rengini olduğu gibi yansıtmak adına özel filtreler kullanılmamalıdır. Gün ışığından yararlanılmalı fakat güneş altında fotoğraflama yapılmamalıdır. Buluntu izdüşümü fotoğrafa yansımamalıdır. İmkâna göre kazı evlerinde yapay ışıklardan yararlanılarak fotoğraf odası yapılabilmektedir. Fotoğraf odasında kullanılacak olan aydınlatma sisteminin profesyonel fotoğrafçılar tarafından belirlenerek kurulumunun yapılması daha doğru olacaktır. Boyut olarak küçük olan buluntularda (sikke gibi) ayrıntıları fotoğrafa net bir şekilde aktarmak için makro lens denen, büyütme oranı 1:1 olan objektifler kullanılmalıdır. Bu şekilde buluntuları gerçek boyutları ile fotoğraflama avantajına sahip olunabilir.

Durum raporunun hazırlanması ve bilgilerinin işlenmesi

Buluntular üzerinde yapılan incelemeler sonucunda edinilen bilgiler rapor halinde düzenlenmelidir. Raporlar, konusunda uzman korumacılar tarafından, anlaşılır ve basit şekilde düzenlenmelidir. İlerleyen yıllarda, buluntuların periyodik kontrolleri yapılırken başvurulacak olan raporların başka uzman korumacılar tarafından değerlendirilmesi konusunda zorluklar yaşanmaması için açık bir dil kullanılmalıdır. Raporda buluntuların topraktaki konumu, ele geçtikleri tarih, buluntu kodu, buluntunun ağırlık ve uzunluk ölçüleri, bozulma durumları, incelemeler sonucu karar verilen koruma onarım yöntemi, yöntem uygulanırken kullanılacak materyaller ve koruma onarım uygulamaları sonrasında ortaya çıkan sonuç yer almalıdır. Gerekli görülen durumlarda uzmanın görüşü de raporda yer almalıdır.

Koruma Onarım Yöntemlerinin Belirlenmesi

Yapılan incelemeler sonucunda, buluntunun bozulma durumuna ve malzeme özelliklerine göre en uygun koruma onarım yöntemi belirlenmelidir. Yöntem seçiminde buluntunun kendi durumunun yanı sıra yöntemin uygulanmasından sonra depolanacağı alanın da yeterliliklerinin göz önüne alınması gereklidir. Özellikle depolanacak alanın bağıl nem değerlerinin bilinmesi, stabilizasyon ve sağlamlaştırma

yöntemlerini belirlerken kullanılacak olan kimyasal maddelerin seçiminde gereklidir. Uygulamanın maliyeti ve zamanı da düşünülmesi gereken parametrelerdendir. Arkeolojik kazıların laboratuvarlarında yürütülen koruma onarım çalışmalarında zaman, oldukça önemlidir; çünkü genellikle sezonluk (daha çok yaz aylarını kapsayan) çalışmalar süresince topraktan ele geçen buluntuların pasif ve aktif korumalarının öncelikle yapılması gerekliliği tartışılmaz bir konudur. Kısa zaman dilimini kapsayan kazılarda buluntu için seçilecek olan yöntemin yeterli zaman, yüksek koruma ve az maliyet ekseninde olması beklenmektedir.

Seçilen yöntemlerin uygulanması birkaç adımı kapsar. Yukarıda maddeler halinde bahsedilen uygulamalar ‘‘genellikle’’ uygulanması öngörülen yöntemlerdir. Beklenmedik durumlarda ek yöntemler geliştirilebilir veya zaman kapsamı içerisinde buluntuların korunması için gerekli görülen yöntemlere başvurulabilir.

3.3.2. Koruma ve Onarım Uygulamaları

Kazı buluntusu metallere koruma onarım kapsamında uzun yıllardır çeşitli müdahaleler yapılmaktadır ve olumlu veya olumsuz sonuçlarıyla birlikte değerlendirilmektedir. Bu bölümde en sık başvurulanan yöntemler aşağıda başlıklar halinde açıklanmıştır.

Temizlik

Tüm uygulamaların öncesinde buluntuları toprak ve korozyon vb. gibi birikinti, tortu ve tabakalarından arındırılması işlemine temizlik adı verilmektedir. Temizlik için şu yöntemlerden bahsedilebilir;

- Mekanik temizlik
- Kimyasal temizlik
- Elektrolitik temizlik ve Elektrokimyasal temizlik

Her temizlik işleminden önce korumacı mutlak suretle işleme uygun maske, eldiven ve gözlük kullanmalıdır.

Mekanik temizlik

Mekanik temizlik işlemi fırça ve benzeri gibi aletler ile yapılan ön temizlik sonrasında çeşitli kesici (bisturi gibi) el aletleri ve/veya ince uçlu ahşap ve çelikten dışçı aletleri ile yapılabildiği gibi, mikro (spiral) motor olarak bilinen, elektrikle çalışan ve çeşitli aşındırıcı uçların kullanıldığı aletler ile de yapılabilir fakat basit yapıdaki spiral motorların kontrolü oldukça zor olduğundan objenin zarar görme ihtimali vardır bunun yerine hassas çalışan mikro motorlar tercih edilebilir.

Demir buluntularda mekanik temizlik: Mekanik temizlik işlemi fırça ve benzeri aletler ile yapılan ön temizlik sonrasında, detaylı temizlik gerekiyorsa mikroskop altında veya büyüteç kullanılarak yapılabilir. Aletli mekanik temizlikte yöntemin kontrol edilebilir olması ve uygulamanın şiddetinin korozyon tabasına göre ayarlanabilmesi avantaj sağlarken objenin boyutlarının büyük olması veya korozyon tabakasının sertliğine göre uygulama zamanının uzaması da dezavantaj sağlayabilmektedir (Kökten, 1994, s. 208). Demir oksit tabakalarının mekanik temizliğinde öncelikle tabakaların sertlik ve boyutlarına göre seçilen kesici aletler (bisturi ve uçları) tercih edilebilir. Eğer bu uygulama temizlik işlemini gerçekleştirmekte yetersiz kalıyor ise mikro motor türleri ile temizlik yapmak mümkündür. Temizlik esnasında demir metali ile bozulmaları birbirinden ayırmak oldukça önem arz etmektedir aksi durumda metalin kendisine zarar verme ihtimali yüksek olacaktır.

Bronz buluntularda mekanik temizlik: Bakır bileşiklerinin mekanik temizlik işlemleri esnasında buluntuya fiziksel zarar verilmesi ihtimali daha yüksektir. Nispeten aşınmaya ve çizilmeye daha müsait olan bronzlarda, mekanik temizlik işlemlerini mikroskop altında yapmak daha doğru olacaktır.

Bronz buluntuların temizliğinde genellikle bisturi ve uçları tercih edilmektedir. Bunların yanında ince uçlu aletler de kullanılmaktadır (Cronyn, 1990, s. 224). Buluntular üzerinde tespit edilen bozulmalar mekanik yöntemler ile uzaklaştırılırken dikkat edilmesi gereken bazı noktalar bulunmaktadır. Üst kabuk tabakasında bulunan korozyon ürünleri metalin kendisine fiziksel zarar vermeden kolaylıkla alınabilir.

Oysa metalin hemen üstünde bulunan veya iç kısımlarına kadar ilerlemiş durumda olan küprit veya nantokit bozulmalarını uzaklaştırırken belirli bir seviyede işlem, risk unsurundan kaçınmak adına sonlandırılmaktadır. Küprit veya nantokit türü bozulmalarının buluntular üzerinden tamamen uzaklaştırılması çoğu zaman mümkün olmayabilir. Bu durumda buluntunun stabilizasyon işlemleri ile ve sonrasında uygun ortam koşulları sağlanarak bozulmalar sabit tutulabilmektedir.

Mekanik temizlikte ayrıca mikro bıçaklar, ince uçlu dişçi aletleri, cam elyaf kalemler ve fırçalar da kullanılmaktadır (Scott, 2002, s. 359). Mekanik temizlik, kesinlikle ve en güvenilir yöntem olduğunu söylemek doğru olmayacaktır. Önemli olan uygulamayı yapacak olan korumacının doğru yaklaşımı sergilemesidir. Hassas olan bakır bileşik buluntuların mekanik yöntemlerle aşınması olası olduğundan –stereo-mikroskop altında ayrıntılara hâkim olunarak çalışılması gerekmektedir. Çeşitli kesici el aletlerinin yanında motor gücüyle çalışan spiral motorlar ve mikro motorlar da bronz temizliğinde sıkça kullanılmaktadır fakat kontrolü zor olan bu türdeki aletler ile bronz üzerinde çalışmak riskli de olmaktadır. Aşındırıcı özellikte uçlar ile kullanılan spiral motorun devir gücünün manuel olarak ayarlanabilir olması çalışmadaki güçlüğünü arttırmaktadır. Bezemeli bronz buluntuların ya da sikkelerin temizliğinde önerilmemektedir; çünkü buluntular üzerindeki belge niteliği taşıyan bezeme ve yazıtları tahrip edebilmektedir. Bunun yanında yüksek devir gücü ve aşındırıcı uçlar ile kullanıldığında korozyon tabakalarını uzaklaştırmanın yanında koruyucu nitelikteki patinaya da zarar vererek metalin kendisini aşındırmaktadır.

Kimyasal Temizlik

Kimyasal temizlik işlemleri mekanik temizlik işlemine göre kontrolsüz olduğundan tercih edilmemelidir. Geçirimsiz bir kabın içindeki solüsyona daldırılarak yapılan işlemlerde kimyasal ürünler korozyon üzerinde olumlu etki sağlarken metal objenin kendisiyle de etkileşim halinde olduğundan zarar verme ihtimali yüksektir.

Demir buluntular için kimyasal temizlik: Demir buluntuların kimyasal temizlik işlemlerinde kullanılan maddeleri şu şekilde sıralayabiliriz;

EDTA (etilendiamin tetra asetik asit – (C₁₀ H₁₆ N₂ O₈))

Organik Asitler – oksalik asit (C₂ H₂ O₄), sitrik asit (C₆ H₈ O₇)

Fosforik/Ortofosforik asit (H₃ PO₄)

EDTA demir objeler üzerinde sodyum hidroksit (NaOH) bileşiği ile birlikte % 5’lik çözelti olarak kullanıldığında etkili bir ajan olabilmektedir. İşlemi gerçekleştiren korumacının işlem sırasında kontrollü davranması gerekmektedir.

Yapılan çalışmalar oksalik asitin korozyon üzerindeki etkisinin zayıf olduğunu göstermiştir, sitrik asit ise korozyonlar üzerinde etkilidir fakat demire verdiği zararlardan dolayı kullanılması sakıncalı görülmüştür.

Fosforik asit ile temizlik öncesi işleminden önce demir obje üzerindeki kolay temizlenebilir kalın korozyon veya toprak tabakaları mekanik olarak kaldırılmalıdır. Fosforik asit ile birlikte Zn (çinko) ve Mn (manganez) iyonları içeren çözeltiler uygulanır. İşlem sırasında korozyon tabakası temizlenir ve Zn ve Mn iyonları demir obje üzerinde koruyucu bir tabaka oluşturur fakat arkeolojik buluntular için bu koruyucu tabaka yetersizdir. Kimyasal temizlik yöntemleri metal yüzeyini aşındırdığı için kullanılması riskli görülmüştür (Kökten, 1994, s. 192-193).

Bronz buluntular için kimyasal temizlik: Bronz buluntularda kimyasalların temizlikte kullanımı sakıncalı durumlar yaratabilmektedir. Cronyn (1990, s. 224) geçmişte birçok uygulamanın yapıldığını fakat patinayı metal üzerinden tamamen uzaklaştırıp metali çıplak bıraktığından ya da metal üzerine oyuklar oluşturduğundan dolayı memnun edici sonuçlar alınamadığını belirtmiştir.

Bronz buluntularda kimyasal temizlik için kullanılmış ya da kullanılmakta olan kimyasal yöntemler kontrolsüzdür yani lokal temizlik için uygun olmadığı gibi hedef tabaka seçmekte başarısızdırlar dolayısıyla kolaylıkla, uygulanabilir yöntemler olmadıkları söylenebilir. Ayrıca bakır bileşikleri ile etkileşime girme olasılığından dolayı bronz buluntulara zarar veren yöntemler olarak anılmaktadırlar (Jedrzejewska, 1964, s. 23-31). Scott’ın (2002, s. 354) aktardığına göre Jaeschke (1988) %10’luk sodyum seskikarbonat çözeltisinde tedavi edilmiş bir grup bronz üzerinde yapmış

oldukları inceleme üzerine tespitlerini paylaşmışlardır. Buna göre; bronzlar üzerinde sodyum seskikarbonat ile muamele sonucu oluştuğunu düşündükleri sarı bakır partiküllerin rastlamışlardır, bunun da yüksek alkali ortam nedeniyle oluşmuş olabileceğini aktarmışlardır. Bunun yanında sodyum polifosfat (calgon) ve alkalin rochella tuzu da geçmişte sıklıkla başvurulmuş kimyasal yöntemler arasında sayılmaktadırlar (Scott, 2002, s. 355). Ayrıca Oddy ve Hugges (1970) yapmış oldukları deneyler ile %5 lik sodyum seskikarbonat çözeltisinin klorür iyonlarını uzaklaştırarak korozyon oluşumunu engellediğini ortaya koymuşlardır; fakat uygulama sonrası bronzlar üzerinde ikincil bir malahit tabakası oluşumu gözlemlenmiştir. Malahit tabakasının oluşumunun çözelti içerisindeki klorür iyonlarının konsantrasyonu ile ilgisinin olmadığı söylenmiş ise de kesin olarak nedeni belirtilmemiştir. Formik asit ve asetik asit geçmişte başvurulmuş kimyasal temizlik yöntemleridir, distile su ile seyreltilen asitler içerisinde belli periyotlarda bekletilen bronzlar korozyonlarından arınmış şekilde çıkartılır fakat kuvvetli asit barındıran bu yöntemin kullanılması oldukça sakıncalıdır. Geleneksel temizlik yöntemi olarak adlandırılan limon asidi (sitrik asit) kullanımı da geçmişte başvurulmuş ve zararlı olan yöntemlerden biridir (Scott, 2002, s. 358). Scott (2002 s. 366) geçmiş yıllarda birçok kimyasal uygulamanın denendiğini belirtmiştir. En yaygın olanlar;

- Alkali Rochelle tuzu
- Alkali gliserol
- Sitrik asit
- Formik asit
- Amonyum hidroksit
- Amonyum trikitrat
- Tetrasodyum etilen diamin-tetra asetik asit

Bu kimyasalların tümünün bronz yüzeyini kabartma özelliğine sahip olduğunu aktarmıştır. Alkali gliserol ve alkali Rochelle tuzu istenen biçimde, yavaşça klorürleri çözer ve küpriti giderirken, sodyum polifosfat (calgon) ve sitrik asit küpriti katmanına şiddetli bir şekilde saldırır. Ayrıca diğer bazı reaktifler ile çözünmüş olan bakır klorürlerin çökme tehlikesi vardır, çökelen bakır klorürler bakır üzerinde

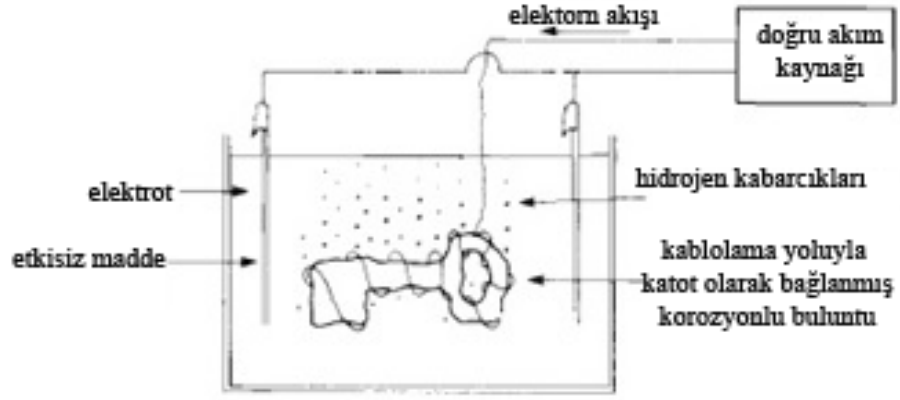
yeniden konumlanır ve buluntunun gözeneklerinden çıkartılması için ciddi kimyasal veya mekanik müdahalelere sebep olabilirler(Scott, 2002, s. 366).

Demir buluntular için elektrolitik/elektrokimyasal temizlik: Elektrolitik temizlik voltajın bir voltaj kaynağı tarafından beslendiği elektrik akımını içerir. Pil gibi harici bir kaynak ile işlem gerçekleştirilir. Benzer bir etki elektrik kaynağı olmaksızın kimyasalların karıştırılmasıyla da elde edilebilir, buna elektrokimyasal temizlik adı verilir (Cronyn, 1990, s. 174-175; Einarsdóttir, 2012, s. 29).

Elektrokimyasal temizleme hidrojenin mekanik etkisine dayanır. Genellikle çinko (Zn) ve sodyum hidroksit (NaOH) veya alüminyum ve sodyum hidroksit (NaOH) kullanılır. Alüminyum (Al) ya da çinko metalleri demir objenin etrafına sarılarak uygulanan yöntem pil sistemi gibi çalışır. Demir obje katot, etrafına sarılı olan metal ise anot durumdadır. İşlem sırasında demir üzerindeki klorür iyonları objeden anot metale doğru hareket eder. İndirgenme sırasında anot metal, yüzeyin oksitlenmesi sonucunda pasif hale gelir.

Elektrokimyasal temizlik hafif korozyon tabakaları üzerinde etkili bir yöntem olarak kabul edilebilir fakat işlem sırasında hidrojen çıkışı olduğundan ve işlem üzerindeki kontrolün sınırlı olmasından dolayı sıklıkla tercih edilen bir yöntem olmaktan uzaktır (Kökten, 1994, s. 192).

Elektrolitik temizleme yöntemi de elektrokimyasal temizlik yöntemine benzer şekilde anot ve katot arasındaki indirgeme metoduyla çalışır (**Şekil 3.5**). Bu yöntemde bir güç kaynağı kullanılır. Burada voltaj batarya veya transformatör gibi harici bir kaynaktan beslenir. Temizlenecek metal düşük voltajlı bir doğru akım kaynağının negatif terminaline bağlanırken paslanmaz çelik gibi tepkimeye girmeyen bir metal pozitif terminale bağlanır. Akım açıldığında etkileşime girmeyen metal anot haline gelirken, temizlenecek olan obje katot elektronla beslenir (Cronyn, 1990, s. 174).



Şekil 3.5. Korozyona uğramış metal anahtarın elektrolitik temizliği 60Cronyn'dan(1990, s. 174) düzenlenmiştir

Bahsi geçen temizlik işlemleri arasında mekanik temizlik; kontrol edilebilirlik, düşük maliyet ve temizlik için gerekli olan ekipmanlara kolay ulaşımın sağlanabilmesi açısından avantajlıdır. Kimyasal temizlik yöntemleri ve elektrolitik veya elektrokimyasal temizlik yöntemleri obje yüzeyine verdikleri zarardan dolayı günümüzde tercih edilmezler (Cronyn, 1990, s. 191). Temizlik işlemi sona erdikten sonra tuzdan arındırma metodu uygulanabilir.

Bronz buluntular için elektrolitik /elektrokimyasal temizlik: Bronz buluntularda elektrolitik temizleme yöntemi günümüzde tercih edilmeyen yöntemlerden biridir çünkü; uygulama sırasında çözülen bakır kolayca metalik bakıra indirgenir ve metal çekirdeği pembe renk alan bir metalle kaplamaktadır (Cronyn, 1990, s. 227).

Geçmişte elektrolitik temizlik yöntemleri bronzlar üzerinde denenilen yöntemlerden biriydi ve en göze çarpanı Fink'in elektrolitik tekniği olarak bilinen yöntemdir. Yöntem, koroziv asitler veya mekanik yollarla korozyon kabuğunu tamamen ortadan kaldırmak yerine metalin içinden geçerek katodik olarak yerini almaya dayanmaktaydı (Fink ve Eldridge, 1926, s. 172-173). Yöntemin amacı, buluntunun kabuğunda yer alan bileşiklerin metale indirgenmiş, sertleştirilmiş ve sağlamlaştırılmış iken karbonik asit, klor ve kükürt bileşiklerinden uzaklaştırılması idi. Katot olarak ince silika kumu ile birlikte içinde buluntunun da olduğu elektrolitik bir banyo uygulaması yapılmıştır. Çözelti olarak %1'lik sodyum hidroksit kullanılan yöntem düşük yoğunluklu bir akım ile iki hafta veya daha uzun süreyle uygulanmıştır. Sonuç olarak buluntunun ayrıntılarının ortaya çıktığını ve aşınmış

olan bölümlerinin metale geri döndüğü aktarılmıştır; fakat daha sonra buluntular üzerinde yapılan incelemelerde uygulama öncesi aktif korozyon belirtisi olmayan bölgelerde bakır karbonat bozulmalarına rastlanmıştır (Weisser, 1994, s. 141-152). Elektrolitik ve elektrokimyasal temizlik yöntemleri üzerinde yapılan araştırmalar günümüzde de devam etmektedir.

Stabilizasyon/tuzdan arındırma:

Tuzdan arındırma, objenin absorbe etmiş olduğu, çözünen iyonları çözmek için uygulanan yıkama metodudur. (Watkinson, 2010, s. 3318).

Tuzdan arındırma aşaması metal objeler için oldukça önemli gözükmemektedir. Klorür iyonlarının etkileşimi nedeniyle oluşan korozyon reaksiyonlarına bronz ve demir bozulmalarının anlatıldığı bölümlerde değinilmiştir. Temizlik yöntemlerinin anlatıldığı bölümde kimyasal ve elektrokimyasal/elektrolitik temizlik yöntemleri aynı zamanda tuzdan arındırma işlemleri olarak da uygulanmaktadır.

Demir buluntular için tuzdan arındırma: Koruma onarım çalışmalarında klorür iyonlarının demir üzerinden uzaklaştırılması işlemi son yıllarda yaygın biçimde uygulanmaya başlamıştır. Klorür iyonlarının korozyonu hızlandırıcı etkisi olduğundan çeşitli tuzdan arındırma yöntemleri uygulanmıştır (Rimmer and Wang, 2010, s. 79).

- Alkalın sülfat metodu
- Hidrojen plazma metodu
- Sodyum seskikarbonat metodu

Temizleme yöntemlerinde açıklanmış olan elektrolitik temizlik yöntemi aynı zamanda tuzdan arındırma yöntemi olarak uygulanabilmektedir. Çözünebilir tuzlar üzerinde etkin olabilen yöntem difüzyon yoluyla klorür iyonlarını objeden uzaklaştırmayı hedefler (Watkinson, 2010, s. 3321). Tuzdan arındırma yöntemleri arasında en çok kullanılanı alkali sülfat metodudur. Çalışma prensibi çözünebilir tuzları demir üzerinden difüzyon yöntemi ile ayrıştırmaya dayanır (Turgoose, 1982, s. 100). North ve Pearson (1975, s. 1-14) denizden çıkartılan objeler üzerinde alkali

sülfat yöntemi uygulamış ve başarılı sonuçlar almışlardır. Objeler üzerinde mekanik stres oluşmadığı için hassas objeler üzerinde de güvenle uygulanabileceğini belirtmişlerdir. Hamilton (1999, s. 67) uygulama metodunu şu şekilde aktarmıştır;

-0,5M¹² sodyum hidroksit ve 0,5M¹³ sodyum sülfat çözeltisi cam bir kap içinde hazırlanır,

-Demir obje çözeltiye daldırılır ve kabın ağzı hava almayacak şekilde kapatılarak 60°C sıcaklığındaki fırına yerleştirilir.

İşlem, obje klorür iyonlarından arındırılana kadar tekrarlanır. Birkaç hafta veya birkaç ay sürebilir. Objeye çözelti içerisinde iken demir korozyon bileşikler manyetite dönüşür ve klorürler çözeltiye aktarılır. Objeye çözeltiden yüzeyi siyahlaşmış şekilde çıkartılmaktadır. Çözelti güçlü alkali olduğundan cilt ile temas etmemelidir. İşlem tamamlandıktan sonra,

-De iyonize su içerisinde 1 saat veya daha fazla süre yıkama gerçekleştirilmelidir. Sonrasında obje 0,1 M'lik¹⁴ baryum hidroksit çözeltisine yerleştirilir. Objeye bu şekilde alkali sülfat çözeltisi sonrası stabilize edilmiş olur. Stabilizasyon işlemi sonrasında obje de iyonize su ile birkaç kez durulanır ve baryum hidroksit kalıntılarından arındırılır.

- Kurutma işlemi için alkol kullanılabilir. Objeye alkol doldurulmuş bir kabın içerisinde bekletilir ve sonrasında çıkartılarak kurumaya bırakılır. Tamamlanan işlemler sonrasında obje kimyasallar yardımıyla sağlamlaştırılır ve uygun şekilde paketlenerek depoya kaldırılır.

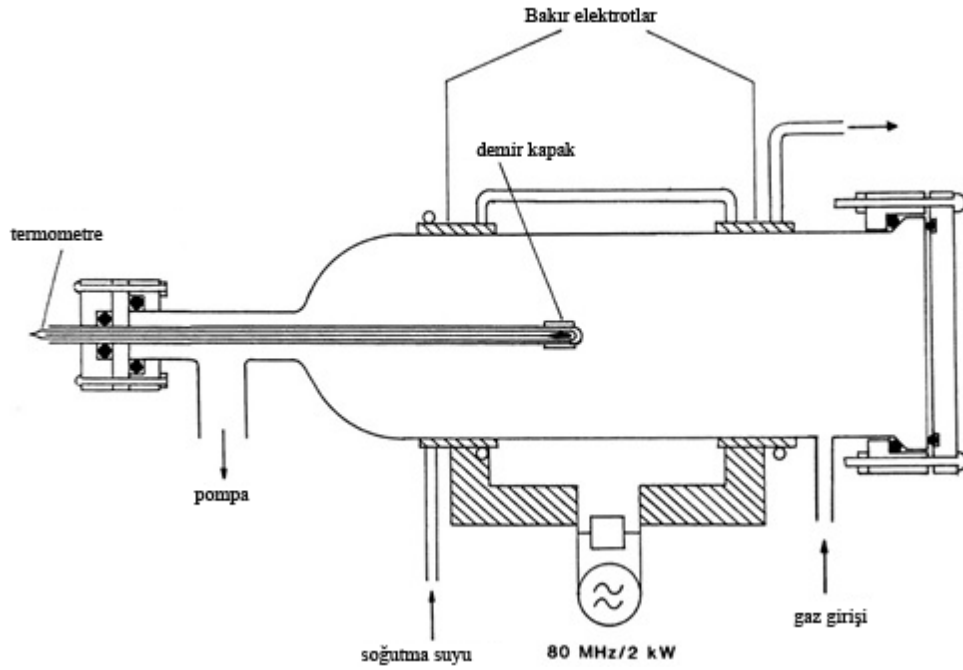
Bir diğer tuzdan arındırma yöntemi hidrojen plazma metodudur. Düşük basınçlı hidrojen plazma uygulaması klorürleri verimli bir şekilde uzaklaştırmaktadır. Patscheider ve Vepşek (1986 s. 29-37) arkeolojik 50 den fazla arkeolojik demir obje üzerinde plazma yöntemini kullanarak tuzdan arındırma deneyleri

¹² 1L su için 20g.

¹³ 1L su için 126g.

¹⁴ 1L su için 32g.

gerçekleştirmişlerdir. Plazma işlemi 35 cm uzunluğunda ve 10 cm çapındaki kuvarz deşarj tüpünde gerçekleştirilmiştir. Tüpün etrafını saran 6 cm genişliğinde ve birbirinden 15 cm uzaklığında su soğutmalı bakırdan yapılmış iki elektrot bulunmaktadır. Tüpe gerekli olan güç 80 MHz/2 kW jeneratör tarafından sağlanmıştır. Muamele edilecek objeler boşaltma borusunun ortasına uygun şekilde yerleştirilmiştir. İşlem ~03 ila 2 torr arasında seçilen bir hidrojen basıncında ve dakikada birkaç on cm³ akış hızında gerçekleştirilmiştir. İşlem sonrası boşaltım iki aşamalı bir döner pompa ile sağlanmıştır ve gaz akışı bir iğne valf tarafından kontrol edilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Deney Cihazı Patscheider and Vepşek'den (1986 s. 30) düzenlenmiştir

Klorürlerin çıkartılması iyon kromatografisi kullanılarak analitik olarak ölçülmüştür ancak yöntem çözünemeyen tuzları ölçemediğinden sonrasında uzun dönem korozyon davranışları gözlenerek ek deneyler yapılmıştır. Korozyon katmanındaki klorür iyonu konsantrasyonu tipik olarak 100 ppm'dir ve plazma uygulaması sonrası konsantrasyon 10 ppm'e hatta bazı durumlarda ağırlıkça 2 ppm'e düşmüştür.

Yöntem 300°C - 400°C'yi aşmayan sıcaklıklarda düşük basınçlı bir hidrojen tahliyesinde klorür iyonlarının uzaklaştırılması ve korozyon tabakasının azaltılmasından oluşmaktadır. Geleneksel yıkama yöntemlerine göre güvenli ve hızlı

yöntem olarak kabul edilmektedir. İşlem maliyetinin nispeten düşük olduğu bildirilmektedir (Patscheider and Vepşek, 1986 s. 29-37).

Ancak Schmid-Ott'un (1997, s. 45-50) 8 yıl sonra yaptığı gözlemler sonucunda uygulanan plazma yönteminin uzun vadede istikrar sağlayamadığı kanıtlanmıştır. Buluntuların aktif korozyondan objelerin parçalanmasına kadar dereceli olarak hasara uğradığı tespit edilmiştir. Yöntem çözünen-çözünmeyen toplam klorürlerin uzaklaştırılmasında da başarılı kabul edilmemiştir. Arnould-Pernot'a (1994, s. 232-240) göre ise akagenit (-FeOOH) yapılarına hapsolmuş klorürlerin uzaklaştırılması için 300°C 400°C sıcaklıklar ve 190 saate (8 gün) varan işlem süreleri gerekliydi.

1989'a kadar tipik hidrojen plazma yöntemi ile yapılan işlemlere devam edildi bu işlemler kısaca;

- Neşter ya da ultrasonic scaler ile mekanik temizlik
- 18-20 saat ve ~400°C'de hidrojen, metan, azot ve argon ile plazma yöntemi işlemi,
- Son olarak mikro kristal yapıdaki balmumu ile kaplama idi.

Sonrasında bazı değişiklikler yapıldı;

- Buluntular işlem öncesi 75°C'lik vakumlu fırında kurutulmuş,
- Hidrojen, metan, azot ve argon kullanılarak uygulanan plazma yöntemi kademeli olarak 190°C - 260°C'lere düşürülerek işleme 7-8 saat devam edilmiştir.
- Neşter veya ultasonic scaler ile mekanik temizlik yapılmıştır.
- Micro kristal yapıdaki balmumu ile kaplanmıştır.

Uygulanan her iki plazma yöntemi de yapılan gözlemler sonucunda başarısız olarak kabul edilmiştir. Azot ve metan gazının geri dönüşümü olarak yarattığı renk değişimlerinin yanı sıra uygulanan yöntem demir metalinin yapısının değişmesine de sebebiyet verebilirdi. Yapılan incelemeler sonrasında deneye konu olan buluntuların korozyon duyarlılığının devam ettiği bildirilmektedir. Ayrıca tuzdan arındırma yeteri kadar iyi sonuçlar vermediği için,

1994 yılında da yöntem üzerinde değişikliğe gidilmiştir, buna göre;

- Buluntular 75°C'lik vakumlu fırında kurutulmuş
- ~120°C'lik sıcaklıkta ~7 saat argon ve hidrojen kullanılarak plazma yöntemi uygulanmıştır
- Azot ile soğutma yapılmıştır
- Neşter ve mikro kumlama ile temizlik işlemi gerçekleştirilmiştir
- Alkali sülfat yöntemi ile tuzdan arındırma işlemi uygulanmıştır
- Mekanik temizlik mikro kumlama ile tamamlanmıştır
- Obje akrilik reçine (Paraloid B-72) ile kaplanmıştır
- Kuru depolama ile işlem sona erdirilmiştir (Schmid-Ott, 1997, s. 45-50).

Süregelen yıllarda yapılan deneyler tuzdan arındırmanın korozyon oluşumunu yavaşlattığını göstermiştir. Fakat karbon ve nitrojenin eser yüzeyine uygulanmasının hem görüntüde hem de demir metalinin yapısında olumsuz etkilere neden olduğu tespit edilmiştir. Günümüzde, plazma yöntemi için uygulanmış olan gaz karışımları yerine saf hidrojen uygulaması tercih edilmektedir.

Sonuç olarak hidrojen plazma uygulaması ufak birkaç değişiklikle uygulanabilir ve etkili bir yöntem haline gelmiştir.

- Sıcaklık 80-90°C'ye düşürülmüştür,
- Gaz basıncı 15 ila 40 pascal arasında değişmektedir.
- Genel olarak 1 kW'lık bir RF gücü ile birlikte uygulama 6 saat sürmüştür.
- Paraloid B-44 ile kaplama yapılarak işlem sonlandırılmıştır.

Hidrojen plazma yöntemi tek başına tuzdan arındırmada başarılı sonuçlar vermediği için yöntem dâhilinde alkali sülfat uygulaması yapılmaktadır (Schmidt-Ott, 2008, s. 66-67).

Alkalin yıkama ve plazma teknikleri dışında soxhlet yıkama (havasızlandırılmış), sodyum hidroksit (havasızlandırılmış), sodyum hidroksit (havalandırılmış), sodyum sülfat (nötr ve havasızlandırılmış), sulu yıkama (dinamik olmayan ve oksijensiz),

havalandırılmış sulu yıkama (kontrollü) gibi teknikler denenmiş ve olumlu olumsuz sonuçlar alınmıştır (detay için bkz Watkinson ve Al Zahrani (2008, 75-86); Al Zahrani'nin (1999) doktora çalışması).

Bronz buluntular için tuzdan arındırma: Bronz buluntuların tuzdan arındırılması yöntemleri arasında distile su ile basit yıkama ve suda aseto-nitril uygulaması zaman açısından daha uygulanabilir yöntemler olarak düşünülebilir. Distile su ile basit yıkama yöntemi oldukça kolay uygulanabilen bir yöntemdir. Geçirimsiz bir kabın içerisindeki distile suya buluntuların daldırılması yöntemi ile uygulanmaktadır. Periyodik olarak iyon kondiktivite metre ile ölçümler yapılır ve çözünen klorürlerin ölçümü yapılır (Kökten, 1994 s. 181). Yıkama sonrası alkol buluntulara alkol banyosu yaptırılarak suyun uzaklaştırılması gerekmektedir. Klorür iyonlarını %60 oranında çözdüğü aktarılan yöntem orta derece etkili olarak tanımlanmıştır ve klorür etkili korozyon oluşumlarının devam etmekte olduğu aktarılmıştır (Umunski and Guidetti, 1995, s. 276). Sease (1994, s. 57) kuru olarak ele geçen nesnelerin su ile yıkanmaması gerektiğini çünkü suyun korozyon döngüsünü başlatabileceğini belirtmiştir. Umunski ve Guidetti'nin (1995) yapmış oldukları araştırmanın karşılaştırılmalı verilerine göre aseto-nitril uygulamasının %100 etkinlik gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Yapıştırma

Toprak altından kırık/parçalı ya da çatlak olarak çıkan ve işlem sırasında kırılabilen buluntuların bütünlüğünün sağlanabilmesi amacıyla yapıştırılması önerilmektedir. Toprak altında kırılmış olan buluntuların kesit yerleri zamanla aşınmış veya yoğun korozyona uğramış olabilir bu sebeple kesitler tam olarak örtüşmeyebilir ve birbirini tutmayabilir. Bu gibi durumlarda metal objeler konusunda uzmanlaşmış arkeologlardan objenin tam şekli üzerinde bilgi alınmalıdır ve birleştirme bu görüş ışığında sağlanmalıdır. Eğer kesitlerdeki kayıp çok fazla ise, obje yapıştırıldığında şeklin bütünü doğruluktan sapıyor ise yapıştırılmaması daha doğru olacaktır. Bu durumda sergilenmesi planlanan objeler uygun malzemeler ile tümlenebilir veya tümlenmeden kırık şekilde obje dışardan desteklenerek sergileme yapılabilir.

Yapıştırma işlemi öncesinde kesit yüzeyleri yapıştırıcının iyi tutunmasını sağlamak amacıyla korozyondan ve toprak, toz birikintilerinden arındırılmalıdır.

Demir ve Bronz buluntular için yapıştırma: Yapıştırıcı olarak kullanılması planlanan malzemenin bazı temel özelliklere sahip olmalıdır, bunlardan en önemlisi; geri dönüşüme uygun olmasıdır. İlerleyen yıllarda onarımı tamamlanmış nesnelerin tekrar parçalara ayrılması gerektiğinde yapıştırıcının kolay bir şekilde çözünebilir olması ve çözülürken nesneye zarar vermemesi gerekmektedir. Uygulamada kullanılacak olan yapıştırıcının nesneden daha güçlü olmaması fakat iyi yapışma yeteneğine sahip olması gerekmektedir. Pürüzsüz yüzeylerde daha iyi bir yapışma gerekiyorsa eğer yapıştırıcıyla nesnenin moleküler yükü eşleşmelidir, bu nedenle; polar bir malzeme polar bir yapıştırıcı gerektirmektedir. Metal nesnelerin yapıştırılmasında termoplastik akrilik reçineler olan Paraloid® B-44 ve Paraloid® B-72 ve Paraloid® B-48N yaygın olarak kullanılmaktadır. Organik solventlerden olan alkol, aseton ve tolüende çözülebilirler, suda çözülmezler. Geri dönüşme kabiliyetine sahiptirler. İyi yaşlanma özellikleri gösterirler (Cronyn, 1990, s. 89-91). Paraloid® B-72'nin camsı geçiş sıcaklığı¹⁵ 40°C (Room and Haas Company, 2019) iken Paraloid® B-44'nin 60°C'dir 12(Room and Haas Company, 2019). Paraloid® B-48N'nin camsı geçiş sıcaklığı 50°C'dir (Room and Haas Company, 2019). Paraloid® B-48N metal objelerde kullanıldığında dayanıklı ve uzun süreli bir tutuculuk sağlamaktadır(Kökten, 1994, s. 212). Yapıştırıcı reçine uygulanan buluntuların korunacağı ya da sergileneceği ortamın sıcaklığının ve bağıl neminin kontrol altında olması gerekmektedir.

Akrilik reçinelerin çözücünün buharlaşmasıyla serbest kaldığı bilinmektedir ve uygun işlenebilirlik elde etmek için uygun çözücü ve yeterli miktarda katı madde seçimi gereklidir. Ek olarak bu faktörler yapıştırıcının ıslanabilirliğini¹⁶, yapışmasını ve prizlenme süresini etkiler. Çözücünün buharlaşması çok hızlıysa ve katı içeriği çok fazlaysa yapıştırıcı yapışmayı geliştirmek ve güçlü ve sürekli bir film oluşturmak için yeterince uzun bir yapıştırma aralığına sahip olmayacaktır. Çok yavaş bir

¹⁵ Camsı geçiş sıcaklığı: "...Bir polimerin camsı geçiş sıcaklığı camsı haldeki polimer ısıtılarak ya da erimiş haldeki polimer soğutularak belirlenebilir. Amorf ve yarı kristalin polimerler camsı geçiş sıcaklığı üzerinde yumuşarlar. Bu ısı geçişler sırasında polimerlerin özgül hacim gibi bazı özellikleri değişir. Bu nedenle ısıtılmakta olan bir polimer örneğinin özgül hacmi izlenerek, camsı geçiş sıcaklığı (T_g) belirlenebilir"(Bayrak, 2005, s. 12).

¹⁶ Bir sıvının katı bir malzeme üzerinde yayılabilme kabiliyeti.

buharlaşma hızı ise uzun bir açıklığa neden olur ve ıslanabilirlik artar, ancak yapışkanlık azalır ve yapıştırıcı gereksiz yere uzun bir prizlenme süresine sahip olur. Çok az katı madde içeriği yapıştırıcının aşırı gerilmesine ve zayıf bir bağın oluşmasına sebep olur (Koob, 1986, s. 8). Akrilik reçineler kadar yaygın olmasa da kullanılan bir diğer yapıştırıcı termoset epoksi reğinelerdir (Watkinson, 2010, s. 3330). Araldit® 2020 bu metal buluntular için tercih edilebilir. Camsı geçiş sıcaklığı 39,5°C, kürlenme süresi 40°C’de 16 saattir⁷⁸(Huntsman Advanced Materials, 2019). Uzun alışma saatleri avantajlı görünse de geri alınamaz olması bir problemdir. Fakat uygulanacak olan buluntunun kesitlerine aseton ile seyreltilmiş Paraloid® B-72 sürölerek bir ara yüzey oluşturulmasıyla birlikte araldit kullanımı mümkündür. Epoksi kullanımı koruma alanında etik dışı olarak tanımlanmaktadır bunun en belirgin sebebi ise geri dönüşümü olmamasıdır fakat nesnenin ömrünü uzatmaya yönelik bir alternatif olarak görölabilir ve kullanımına alanında uzmanlaşmış korumacıların karar vermesi, bu kararı verirken birçok açıdan değerlendirmesi gerekmektedir (Watkinson, 2010, s. 3330).

Sağlamlaştırma

Arkeolojik metal buluntuların sağlamlaştırılması ya da korozyon inhibisyonun sağlanması koruma onarımında önemli bir adımdır. Nesne üzerinde yapılmış olan tüm işlemlerin korunması, nesnenin gelecek yıllardaki durumunu doğrudan etkilemektedir. Koruma onarımın sağlamlaştırma basamağına gelirken uygulanmış olan tüm işlemler aslında nesnenin sağlamlaştırılması üzerinedir. Korozyonlardan arındırılması, tuzlardan arındırılması, yapıştırma ve kimi dolgu işlemleri nesnenin bütünüünün gelecek yıllara sağlıklı bir şekilde aktarılmasını sağlayan sağlamlaştırma işlemleridir. Nesne üzerindeki bu işlemlerin ve nesnenin kendisini koruma amacıyla, yüzeyde bir koruyucu tabaka oluşturulması gerekmektedir. Bu tabaka nesneyi, dışarıdan gelmesi muhtemel risklere karşı da koruyucu bir kalkan görevi üstlenerek korumaktadır.

Demir ve bronz buluntular için sağlamlaştırma uygulaması olarak akrilik reçine: Akrilik reçineler seyreltik olarak hazırlandığında koruyucu kaplama olarak görev yaparlar.

Koruma alanında kullanılan akrilik reçine türleri mevcuttur (Watkinson, 2010, s. 3328). Paraloid® B-72¹⁷ arkeolojik metallerde en uygun ve doğru yapıştırıcı ve sağlamlaştırıcı olduğu kabul edilmektedir (Kökten,1993, s. 418; Baykan, 2018, s. 4). Paraloid® B-72'nin %5 oranında aseton ile seyreltilerek kullanılması; eğer imkân var ise vakumlu desikatör içerisine, çözeltinin dolu olduğu kaplara buluntunun yerleştirilmesi önerilmektedir. Bu uygulamada kap içerisine yerleştirilen demir/bronz objelere, çözeltinin vakum etkisi altında nüfuz etmesi sağlanır. Aynı işlem Paraloid® B-44 ve Paraloid® B-48N ile de uygulanabilir. Uygulanacak akrilik reçinenin seçimi iklim ve depo koşullarına bağlıdır.

Demir ve bronz buluntular için sağlamlaştırma uygulaması olarak balmumu: Arkeolojik demir/bronz buluntuları sağlamlaştırmada kullanılan bir diğer koruyucu balmumudur. Uzun yıllardır daha çok demirler üzerinde koruyucu kaplama olarak kullanılmış olan parafin balmumu daha iyi nitelikleri olduğundan yerini mikro kristalli balmumuna (cosmolloid 80H) bırakmıştır (Horie, 2010, s. 128).

Yöntem eritilmiş balmumu içerisine buluntuların daldırılmasıyla uygulanmaktadır. Daldırma vakum altında uygulanırsa nesne üzerinde daha iyi penetrasyon sağlanabilir. Sıcak hava üfleyici veya spatula yardımıyla da uygulama yapılabilir (Jeager, 2008, s.218).

Yöntemde balmumunun korozyon koruması için etkili bir su buharı bariyeri olmadığı belirtilmektedir (Horie, 2010, s. 128). Nitekim Parafin balmumunun tozları çektiği (Jeager, 2008, s. 218) ve zamanla gevrekleşme ve renk değişimleri görülür, birçok organik çözücüye karşı etkisizdir. Mikro kristalli balmumu parafin balmumuna göre

¹⁷ Bkz: Metal Buluntularda Koruma Onarım başlığı altında incelenen yapıştırma ile ilgili paragrafta Paraloid B-72'nin özelliklerine değinilmiştir.

bu konularda daha iyi bir koruyucu olduğu, fakat mumun foto oksitlenmeye¹⁸ uğraması ve düşük cam geçiş sıcaklığına sahip olması nedeniyle günümüzde ideal olarak kabul edilmezler (Horie, 2010, 126). Aynı zamanda balmumu kaplamalar nesnelerin detaylarını örten (Moffett, 1996, s. 6) ve yapıştırıcıların etkisini azaltan özelliklere sahiptirler (Horie, 2010, s. 259). Yapılan çalışmalar balmumu kaplamaların demirin stabilize edilmesinde etkisiz olduğunu göstermiştir (Johnson, 1984, s. 107).

Demir buluntular için sağlamlaştırma uygulaması olarak tannik asit: Arkeolojik demirlerin kondisyonunun sağlanması için yıllardan beri değişik birçok yöntem denenmiştir. Bunlardan biri de tannik asit tedavisi olarak bilinen tanen uygulamasıdır.

Tannik asit bitkilerde bulunan bir organik asittir. Farklı tanik asit türleri elde edildikleri bitkilerle tanımlanır (Logan, CCI Notes, 9/5, 2013). Demire uygulandığında demir, az miktarda çözünür ve tannik asit demir iyonlarıyla reaksiyona girerek amorf ferrik tanat kompleksine dönüşür (Iglesias, García De Saldana, Jean, 2001, 109; Logan, CCI Notes, 9/5, 2013). Toz formunda olan asit kahverengiden altın kahverengiye kadar değişen renklerde olabilir, polimer¹⁹ karışımı olduğu için tek tip bir formülü mevcut değildir ve markadan markaya değişebilir. Tannik asit nesne yüzeyinde mavi-siyah renklerde koruyu bir tabaka oluşturur. Uygulama öncesinde nesne korozyonlardan ve kirlerden arındırılmalıdır.

%10'luk tanen çözeltisi hazırlamak için;

- 100 gram tannik asit
- 900 ml deiyonize su
- 50 ml alkol
- 2 ml fosforik asit kullanılır

¹⁸ Polimer yüzeyinin oksijen veya ozon varlığında bozulmasıdır. Polimerlerin ayrışmasında en önemli faktördür.

¹⁹ Monomer olarak adlandırılan basit moleküllerin kimyasal bağlarla bağlanması sonucu oluşan yüksek molekül ağırlıklı maddelerdir.

Çözelti hazırlandıktan sonra pH kâğıtları ile pH değeri kontrol edilmelidir. Eğer 2,4'ten büyükse seyreltik fosforik asit ile değer düşürülebilir. Çözelti 50°C'ye kadar ısıtılmalı ve uygulama esnasında rengi kararan asit çözeltisi yenilenmelidir (Logan, CCI Notes, 9/5, 2013). Uygulama, nesne çözeltiye daldırılarak veya fırça ile çözelti nesne yüzeyine sürülerek yapılabilir (Watkinson, 2010, s. 3334). Demir nesne üzerinde oluşan tanat tabakası su buharını engellemediğinden etkisi süresiz değildir, koruma sağlanmak isteniyorsa uygulamaya periyodik olarak devam edilmesi gerekmektedir (Logan, CCI Notes, 9/5, 2013; Watkinson, 2010, s. 3334).

Bronz buluntular için sağlamlaştırma uygulaması olarak BTA ve AMT: Benzotriazole (BTA), bakır alaşımlı buluntularda sağlamlaştırma yöntemi olarak kullanılan ve bir denge mekanizması yaratan, en yaygın kullanıma sahip inhibitördür. Nitrojen bazlı olan BTA'nın formülü $C_6H_5N_3$ olarak tanımlanmaktadır (Cronyn, 1990, s.228; Faltermeier, 1998, s. 123). 1,2,3,-Benzotriazol veya BtaH olarak isimlendirilmektedir. Yapılmış olan birçok çalışmayla BTA'nın buluntular üzerinde etkin bir koruyucu film tabakası oluşturduğu sonucuna varılmıştır (Scott, 2002, s. 377). BTA moleküllerinin küprit tarafından absorbe edildiği ve nantokit üzerinde birikerek etkisiz hale getirdiği belirtilmektedir. Solüsyonun nantokit ve metal çekirdeğe kadar nüfuz etmesini sağlamak için vakum altında uygulanmaktadır (Cronyn, 1990, s. 229). Alkol içerisinde %3'lük çözelti halinde 24 saat süreyle daldırma metoduyla uygulanmaktadır. BTA düşük pH altında buluntu üzerinde kalın film tabakası oluşturabilir ve pH düştükçe çözünmez hale gelir. Çözeltiden kısmi olarak çökelen BTA molekülleri, uygulama esnasında sıcaklığın artırılmasıyla buluntu üzerinde daha iyi bir birikim sağlayabilir. Küprit ve nantokit ile reaksiyonu sonucu güçlü bir etkisi vardır ve diğer korozyon ürünleri ile de reaksiyona girebilmektedir (Scott, 2002, s. 377-380). Uygulama sırasında kimi zaman reaksiyon tamamlanamayabilir özellikle yüksek nantokit seviyesine sahip olan buluntularda bu durum gözlenmektedir, bu gibi durumlarda uygulama birkaç kez tekrarlanabilir. BTA uygulaması yapılmış olan buluntuların periyodik kontrolleri yapılarak etkinliğini kaybetmiş olan buluntular üzerinde işlem tekrarlanmalıdır.

BTA'nın UV ışığa karşı koruma sağlamadığı ve ayrıca %7 bağıl neme kadar etkinlik sağlamakta olduğu da bilinmelidir (Cronyn, 1990, s. 229).

2-amino-5-merkaptio-1,3,4-tiadiazol olarak isimlendirilen AMT, bakır alaşımları üzerinde korozyon inhibitörü olarak test edilmiştir. Sülfür temelli AMT'nin formülü $C_2H_3N_3S_2$ olarak tanımlanmaktadır. Alkol içerisinde 0,1M çözelti olarak hazırlanan AMT'de uygulama daldırma metoduyla yapılmaktadır. BTA uygulaması ile sonuçlar karşılaştırıldığında AMT'nin etkinlik oranının BTA'ya göre düşük olduğu gözlemlenmiştir. BTA %99 etkinlik gösterirken AMT %84 etkinlik göstermiştir. Yapılan araştırmada BTA'nın buluntular üzerinde kararına yapabildiği, özellikle birkaç kez tekrarlanan uygulamalarda bu durumla karşılaşıldığı sonucuna ulaşılmıştır (Faltermeier, 1998, s. 121-128).

3.3.3. Depo Ortamına Hazırlanması ve Depolama İşlemi

Objeler üzerindeki aktif uygulamalar sonrasında depolama aşaması son derece önemlidir. Ancak kazı alanlarında objelerin depolanması ve gerekli depo koşullarının yaratılmasında bazı güçlüklerle karşılaşılabilir. Müze veya laboratuvar depolarında sürekli kontrol mümkün olurken kazı alanlarında, kazıların yapılmadığı aylarda depo mühürlü olacağından kontrolü sağlamak mümkün olmayacaktır. Bu nedenle objeler üzerinde yapılan sağlamlaştırma işlemleri kazı alanının iklim koşulları gözetilerek yapılmalı ve obje üzerindeki gerekli stabiliteyi kazı çalışmalarının bir sonraki başlangıç dönemine kadar gözetilmesi gerekir.

Kazı alanları sit kapsamına girdiğinden depo binaları temelsiz yapılar olmaktadır. Bu sebeple çoğu zaman beton yapılar inşa edilemeyebilir ve sit alanı kapsamında yapımına izin verilen uygunlukta yapılar depo olarak kullanılır. Binanın iklimlendirmesi kazı çalışmalarının yapılmadığı dönemlerde elektrikli cihazlarla sağlanamayabilir. Bu nedenle onarımı tamamlanmış buluntular için ön görülen bağıl nem ve sıcaklık değerleri yaratılamayabilir. Yeterli bir çözüm olarak görünmese de binanın uygun bir dış kaplama ile depo içi iklim koşullarının daha stabil kalması sağlanabilir. Buluntuların depo için hazırlanması;

- Paketleme
- Nem kontrolü
- Bariyer film ve diğer paketleme seçenekleri

ile sağlanabilmektedir.

Demir ve bronz buluntular için paketleme: Onarımı tamamlanmış olan nesnelerin depo hazırlık sürecinde paketlenmesi gerekmektedir.

Paketleme işleminde nesnelerin boyutlarına göre polietilen kutular ve polietilen köpük (ethafoam) kullanılmaktadır (Sease, 1994, s. 33-37). Nesnenin boyutlarına göre kesilen polietilen köpük üzerine nesne yerleştirilir ve kaymasını önlemek için pamuklu bir bez ile baskı yapmayacak şekilde sabitlenebilir veya polietilen köpük üzerinde nesnenin şekline uygun bir yuva açılarak nesne köpük içerisine yerleştirilir. Fakat açılan yuvanın nesneden büyük olması gerekmektedir aksi halde baskı yaparak buluntuya zarar verebilir. Her iki paketleme şeklinde de ara yüz olarak tyvek veya asitsiz kâğıt kullanılarak objenin kendisine zarar vermeyecek bir yüzeye teması sağlanmalıdır. Köpük içerisine yerleştirilen nesne dış mekanik koşullardan korunması için polietilen bir kutu içerisinde muhafaza edilebilir veya depo da metallerin depolanması için özel olarak hazırlanmış olan çekmeceli dolaplarda muhafaza edilebilir.

Demir ve bronz buluntular için nem kontrolü: Mekanik baskı riskinden kurtarılmış olan demir/bronz nesneleri depo içerisinde oluşması muhtemel bağıl nemden korumak için silika jel boncukları tercih edilebilir. Su buharını absorbe eden bu boncuklar nesne ile fiziksel olarak temas etmeyecek şekilde nesnenin yanına yerleştirilir⁹⁸(Snow, 1990, s. 103-104). Bu şekilde basit önlemler olarak bağıl nem kontrolü sağlanabilir ve geçici önlem alınmış olur. Silika jellerin periyodik olarak kontrol edilip değiştirilmesi gerekmektedir. Gerekli olan silika jel miktarını belirlemek için objenin boyutları, ortamdaki bağıl nem değerleri, ortamın sıcaklık dereceleri ve bu değerlerin +/- değişkenlikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Canada Koruma Enstitüsü (2018) silika jellerin kullanımı ile ilgili ayrıntılı testler yapmışlar ve sonuçlarını Teknik Bülten 33 sayısında yayınlamışlardır.

Demir ve bronz buluntular için bariyer film: Son yıllarda metal buluntuların korunmasında, paketleme sistemleri kullanılmaktadır.

Şeffaf ya da opak filmler içerisinde buluntuların oksijensiz olarak saklanmasını sağlar. Oksijen ve buna bağlı olarak oldukça düşük nem içeren paketler hazırlanarak uzun yıllar buluntuların korozyona uğramadan depolanmasını sağlayan bu sistemler başlangıçta pahalı olarak görünse de sürdürülebilir bir sistem olduğundan maksimum koruma ve az maliyet döngüsü yaratır.

Escal Film ile kullanılan RP ajanları(revolutionary preservation), Marvelseal 360 ve EVOH bu paketleme sistemlerinden birkaçıdır.

Demir objelerin onarım ve stabilizasyon işlemlerinden sonra korozyon sürecinin tekrar etmemesi için %15 bağıl nemin altında ve oksijensiz ortamda saklanması gerekmektedir. Bu mikro koşullardaki ortamı RP sistem ile sağlamak mümkün olacaktır. RP-A: metal nesnelerde kullanılmak üzere, RP-K: metal olmayan nesnelerde kullanılmak üzere iki çeşit paket sistemi mevcuttur.

Farklı boyutları da bulunan escal film paketleri ile %10'un altında bağıl nem ve 0,1'in altında oksijen konsantrasyonuna sahip bir mikro klima ortamı yaratılabilir (Mathias, Ramsdale, Nixon, 2004, s.34). RP-A tipi ajan korozyona neden olan oksijeni, korozyon yapıcı gazları ve nemi emer. Paketleme escal film ile yapılır. Escal filmin dış tabakası polipropilen, iç bariyeri PVA, alt tabakası ise vakumla çökeltilmiş seramiktir. Buluntunun boyutuna göre yapılan hesaplamalar sonucunda uygun ölçülerde escal film bir paket formunda hazırlanır içerisine buluntu yerleştirildikten sonra paket içi hacim hesaplanarak belirlenen miktarda RP-A tipi ajan paketin içine konur. Hazırlanan paketin içerisine takibi kolaylaştırmak için nem ve oksijen indikatörleri de eklenebilir. Paketin ağzı sıcak pres ile kapatılır (**Resim 6**). Presleme 10 mm. ve 5 mm. arası olmalıdır (Özdemir, 2015, s. 434-437).

Escal film ve RP sistemi ile yapılan paketlemede sistemin aktif ömrünün 5-6 yıl olduğu bildirilmiştir (Brown, 2010, s. 143; Özdemir, 2015, s. 434; Paterakis and Hickey-Friedman, 2011, s. 186). Escal/RP sistemin maksimum seviyede koruyuculuğu olduğu yapılan testler sonucunda anlaşılmıştır.

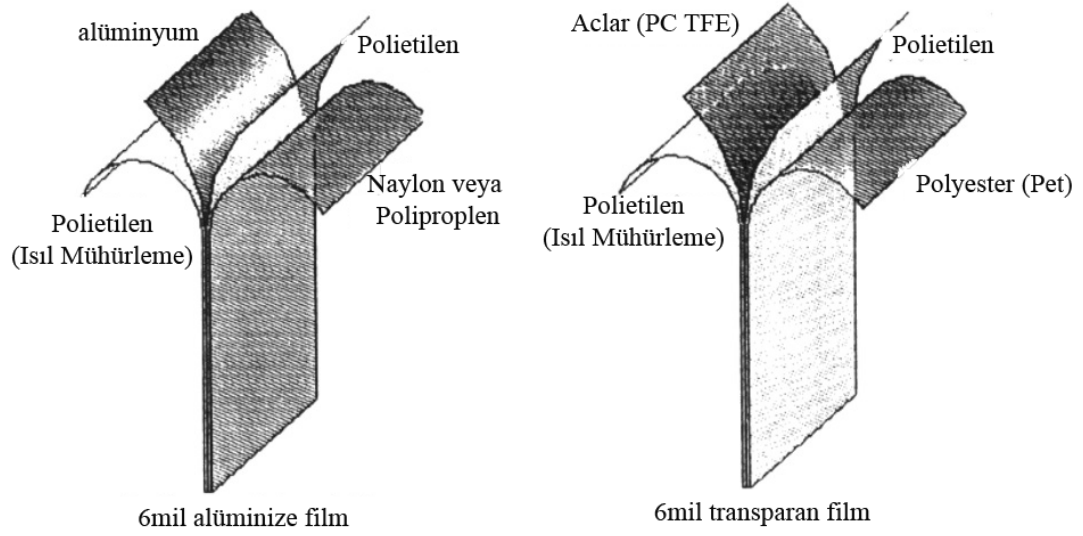


Resim 3.2. Escal/RP sistem paketlenme (Brown, 2010, s.138)

Marvalseal 360 alüminyum film alüminize edilmiş polietilen ve naylon bariyerden oluşur. Su buharı bariyer katmanı genellikle iki polietilen katmanı arasında sıkıştırılır. Su buharı bariyeri olarak alüminyum kullanan en basit yapıdaki filmde, polipropilen²⁰ ve naylonun dış tabakası, kırılğan metal tabakanın kolayca gerilmesini ve kırılmasını önler ayrıca oksijen, azot ve karbondioksit geçirgenliğini de azaltır. Bu tarz bariyer filmlerde polietilen iki tabaka arasında alüminyum yerine bir poliklorotrifloroetilen (PCTFE)²¹ olan Aclar gibi şeffaf bir polimer filmde sıkıştırılabilir. Bu filmlerin 0,02gr su buharı geçirgenliğine sahip olmaları beklenir. Filmler %90 bağıl nemde ortalama 37°C’de test edilmiştir ve Marvalseal 360 bu gereksinimleri karşılamıştır (Burke, 1992, s. 13-17).

²⁰ Polietilene kimyasal olarak benzeyen, kimyasal direnci yüksek olan bir tür plastiktir ve(pp) kısaltması ile kullanılır.

²¹ Klorotrifloroetilen polimerizasyonu ile oluşan sentetik reçinedir. Kalıplanabilir, sıcaklığa ve kimyasallara karşı dayanıklı, gazlara karşı geçirimsiz bir plastiktir. Kısaltması (PCTFE) olarak kullanılır.



Şekil 3.7. Marvelseal 360 ve Aclar Filmlerin katmanları 104Burke'den (1992, s. 13-17) düzenlenmiştir

Marvelseal 360 ve escal film birlikte kullanım için uygundur (Özdemir, 2015, s. 435). Marvelseal opak olduğundan tek başına kullanımda paket içeriğinin görünmemesi bir dezavantajdır fakat escal film ile kullanıldığında paket içeriği de gözükeceğinden daha kontrollü bir paketlenme sistemi oluşturulmuş olur.

EVOH (etilen vinil alkol) filmi EVAL markasıyla bilinir. İyi bir oksijen bariyeri sağlar ve performansı arttırmak için bir kompozit plastik film veya kap içinde bir katman olarak kullanır. Kısa süreli etkinlik sağlar (Tétreault, 2017, s. 57). Önceki yıllarda sıklıkla kullanılan polietilen paketler ise yine bahsi geçen bariyer film sistemlerine benzer fakat buluntu öncelikle hava geçirgenliği olan bir kutuya yerleştirilir ve içinde silika jel olan polietilen paket içine konarak muhafazası sağlanır (Sease, 1994, s. 35). Sease (1994, s. 35) kitabında bir diğer seçeneğin cam kavanozlarında paketlenme olacağını belirtmiştir. Cam kavanozun tabanına silika jeller yerleştirilir ve silika jeller ile buluntuların fiziksel olarak bağlantıda olmaması için buluntunun yerleştirileceği bir yükselti kavanoza konur ve üzerine buluntular yerleştirilerek kapağı kapatılır.

Demir ve bronz objeler yukarıda da değinildiği gibi bozulmaya oldukça meyillidirler. Toprak altında başlayan bozulmalar buluntuların toprak yüzeyine çıkarılmasıyla

artarak devam eder. Gerekli görülen koruma onarım aşamalarından geçmeleri gerekmektedir. Koruma onarımı yapılmamış olan demir/bronz buluntular oksijen, nem ve kirletici gazların etkisiyle zamanla dağılıp yok olma eğilimindedirler. Koruma uzmanı genel geçer koruma basamaklarına bağlı kalmaksızın buluntuyu ve iklim şartlarını değerlendirip, buluntunun kendi özelinde koruma onarım yöntemleri geliştirebilir. Arkeolojik metal objelerin koruma onarım aşamalarında aceleci tavırlardan kaçınılmalı fakat seri bir çalışma temposuna sahip olunmalıdır. Uygulama aşamasında kullanılan kimyasalların toksit etkilerinden kaçınmak için uygulamayı yapacak olan kişi veya kişiler koruyucu kıyafetler giyerek çalışmalıdırlar.



4. ANALİZ VERİLERİ İLE PARİON ANTİK KENTİ BRONZ SİKKELERİNİ, BOZULMALARINI TANIMA VE TESPİT ÇALIŞMALARI

Tez çalışmasına konu olan bronz sikkeler üzerinde tanımlama ve tespit amacıyla çeşitli analizler yapılmıştır. Gözlemsel analiz yöntemleri içerisinde yer alan gözlemsel inceleme Parion Antik Kenti Kazı Buluntularını Koruma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İleri teknik analiz yöntemleri içerisinde yer alan hh-XRF ile bronz sikkelerin element içerik ve oranları blirlenmiş, XRD ile korozyon ürünlerinin tespiti yapılmış, X-ray ile radyografileri çekilen sikkelerin metal özlerinin yoğunluğu tespit edilmiştir. Sikkelerin ele geçtiği yerlerden alınan toprak örneklerinin analizleri yapılarak toprağın pH'ı, nem derecesi, tuzluluk oranları, iletkenliği ve organik madde tayini tespitleri yapılmıştır.

4.1. Tanıma ve Teşhis

Parion Antik Kenti bronz sikkeleri üzerinde yapılan çalışmalar ile koruma onarım uygulamalarından önce sikkelerin metal bileşikleri, toprak altı bozulma durumları, fiziksel hasarları yapılan analiz verilerine göre değerlendirilmiştir. Korozyon ürünlerinin tanımlanmasında gözlemsel metotlardan ve ileri analiz tekniklerden yararlanılmıştır.

4.1.1. Gözlemsel İnceleme

Stereo mikroskop altında Parion bronz sikkelerin korozyon oluşumları, mineral bozulmaları ve fiziksel bozulmaları incelenmiştir. Mikroskoba bağlı olan kamera sayesinde mikroskop fotoğrafları çekilerek bozulmalar belgelenmiştir. Gözlemsel analizde Olympus Stereo Zoom SZ 61 marka ve modele ait, 0,67X – 4,5X²² büyütme kapasitesine sahip, üç mercekli mikroskop kullanılmıştır.

²² Sz61 modelinin oküleri 10X olduğundan 4.5X ile çarpımından 45 kat büyütme yaptığı sonucuna ulaşabiliriz.

4.1.2. Aletli Analizler

Parion bronz sikkelerin alaşım metallerinin ve alaşım oranlarının belirlenmesinde taşınabilir X - ışını floresans spektrometresi (hh-XRF) kullanılmıştır. Korozyon ürünlerinin tanımlanabilmesi için gözlemsel analizin yanı sıra ileriz analiz tekniklerinden de yararlanılmıştır. Yeterli miktarda numune alınabilen yedi adet sikkenin korozyon ürünleri tayini X- ışını kırınım yöntemi (XRD) ile tanımlanmıştır. Aynı zamanda sikkelerin ele geçtiği alandan alınan toprak numunelerinin nem, pH, iletkenlik, tuzluluk oranlarıyla birlikte organik madde tayini analizleri yapılmıştır. Koruma onarım uygulamaları öncesinde sikkelerin korunmuş olan metal oranlarını görsel olarak belirlemek üzere X-ışını Radyografisi yöntemi (X-ray) kullanılmıştır.

4.2.Yapım Teknikleri

Mal değişimini kolaylaştırmak için, belirli ağırlık standartlarına göre üretilip bir aygıt ile damgalanan metal, para birimini oluşturmuştur (Seltman, 1955, s. 1). Bu bilgiler ışığında sikke; resmi değişimde değeri olan, içerdiiği maden miktarına ve niteliğine göre ağırlıkça değişken olan, kolay taşınabilmesi amacıyla disk şeklinde üretilmiş ve ana maddesinin maden olduğu bir satın alma aracıdır (Oyarçin, 2017, s. 5; Tekin, 1994, s. 22). Ön ve arka yüzünde yazılar ve resimler bulunmaktadır. Bu sayede hangi toprakların egemenliği altında basıldığı bilgisine ulaşılmakla birlikte sikkeyi bastıran otorite hakkında da bilgiler içermektedir (Morkholm, 2000, s. 26).

İlk sikkelerin basılma amacının askerlerin ücretlerini ödemek için ve devlete yapılan standart ödemeleri karşılamaya yönelik olduğu düşünölmektedir (Oyarçin, 2017, s. 7; Kraay, 1976, s. 328).

İlk sikkelerin MÖ 700’lerde Lidyalılar tarafından basıldığı bilinmektedir¹⁷⁹ (Seltman, 1955, s. 15). Bronz sikkeler ise diğer değerli metallerle basılmış olan sikkelerden daha geç bir tarih olan MÖ 500’lerde kullanılmaya başlanmıştır (Tekin, 1997, s. 34).

Sikkeler darphane olarak adlandırılan basit atölyelerde, örs, çekik, ocak, tartı, kalıplar ve kalıpcı aletleri kullanılarak basılmaktaydı (Klawans ve Bresset, 2012, s. 11-12).

Eritilen metal ve alaşımları çubuk haline getirilerek ve kesilerek sikke pulları elde edilmekteydi fakat daha sonra pullar ısıtılıp kalıplara dökülerek daha düzgün şekilde sikkeler üretilmeye başlanmıştır. Metal pul ısıtılarak örs üzerindeki sıg kalıba konduktan sonra kalıp ıstampası ile pulun üstüne denk gelecek şekilde tutulup ıstampanın üstüne çekiçe vurularak pulun kalıbın şeklini alması ve kalıp resminin ve yazılarının dış bükey olarak sikke üzerinde yer alması sağlanmaktaydı. Alt ve üst kalıp kullanılarak tek seferde çift yönlü olarak sikkeler darp edilebilmekteydi. Tedavülden kalmış olan ya da başka bir kente ait olan sikkeler de üzerindeki tip silinmek kaydıyla tekrar basıma girip kullanılmıştır (Tekin, 1997, S. 22-23). Teze konu olan sikkeler metinde anlatılmış olan basım tekniği ile darp edilmişlerdir.

4.3. Fiziksel Bozulmalar

Fiziksel bozulmalar kapsamında sikkelerin yüzeysel bozulmaları, aşınmaları, çatlakları, kırıkları ve parça kayıpları incelenmiştir. Stereo zoom mikroskop altında tez çalışmasında detaylı olarak incelenen sikkelerde yoğun olarak yüzeysel bozulmalar dikkat çekmektedir. Kırık veya parça kaybı bulunmayan sikkelerde aşınma ve çatlaklar bulunmaktadır.

4.3.1. Yüzeysel bozulmalar

Yüzeysel bozulmalar sikkelerin tanımlanmasını güçleştiren sebeplerden biridir. Sikkelerin ön ve arka yüzünde bulunan yazılar, imparator büstleri veya çeşitli anıtsal yapıların yüzeyde meydana gelen bozulmalar sonucunda tanımlanamayacak hale gelmektedir. Söz konusu Parion bronz sikkelerinde tanımlamayı güçleştiren hatta imkânsız hale getiren yüzeysel kayıplar oluşmuştur. Yüzeysel kayıpların oluşmasının en büyük nedeni ise; mineral kaynaklı bozulmaların metali fiziksel olarak deforme etmesidir.

4.3.2. Aşınma

Aşınma olarak adlandırılan çizikler, patina olarak bilinen metalin üst kısmında, sikkenin yüzeyinde meydana gelen düzgün yüzey kaplamasının oluşmaması ya da yapılan onarımlar sonrası niteliğini yitirmesi sonucunda toprak altında mekanik

nedenlerden dolayı fakat onarım sırasında da mekanik nedenlerin de yanı sıra kimyasal müdahalelerden kaynaklı oluşmaktadır. İncelenen bronz sikkelerin birçoğunda toprak altı bozulmaları nedeniyle aşınma mevcuttur.

4.3.3. Çatlak/Kırık

Toprak altında mekanik baskı nedeniyle ve metalin ilk üretildiği zamanki dayanıklılığını kaybetmesinden dolayı çatlak ve kırıklar meydana gelmektedir. Toprak altında oluşan korozyonlar metalin mekanik olarak dayanımını azaltmaktadır ve bunun sonunca toprak altında oluşan baskı sikke yüzeyinde mikro çatlaklara, derin çatlaklara veya kırıklara yol açmaktadır. Bronz sikkelerde üretimde kullanılan alaşım metallerinin oranları da bozulmaları ve mekanik dayanımı etkilemektedir. Mikroskop altında incelenen Parion bronz sikkelerinde kırıklar bulunmamakla birlikte çatlaklar yüzeysel olarak tespit edilmiştir.

4.3.4. Parça Kaybı

Mikro çatlakların derinleşmesiyle veya kırıkların oluşması sebebiyle parça kayıplarına rastlanmaktadır. Parça kayıpları küçük boyutlarda olabildiği gibi sikke buluntularının dairesel görüntüsünü zedeleyecek şekilde büyük oranlarda da olabilmektedir. İncelenen bronz sikkelerde küçük parça kayıpları oluşmuştur fakat sikkelerin dairesel şeklini bozacak boyutta kayıplara bir adet sikkede rastlanmıştır.

4.4 Mineral Kaynaklı Bozulmalar

Toprak altında kalan bakır alaşımlı sikkelerin minerallerinin özlerine dönmesi sırasında gerçekleşen reaksiyonlar sonucunda korozyon ürünleri olarak tanımladığımız bozulmalar meydana gelmektedir. Tez kapsamında incelenen bronz sikkelerde malahit, atakamit, paratakamit, tenorit, klinoatakamit, küprit ve nantokit bozulmalarına rastlanmıştır.

4.4.1. Malahit

Bronz sikkelerin üst korozyon kabuğunda oluşan malahit gözlemsel olarak mikroskop altında incelenen sikkelerde en sık rastlanan bozulmalardan biridir. Bakır içeriği %57,48 olan malahit bakır açısından zengin bir mineraldir (Ünal, Tuncel, Yücel, Yoleri, Arslan, 2016, s.1). İçerdiği bakır oranları göz önüne alındığında bronz sikkelerde sıkça karşılaşılan bozulmalardan biri olması beklenen bir durumdur. İncelenen bronz sikkelerde gözlemsel metotlara dayanarak malahit varlığından söz edilebilir.

4.4.2. Atakamit / Paratakamit / Klinoatakamit

Zümrüt yeşili renkte olan atakamit ve yine yeşil renkte olan fakat sikkeler üzerinde toz halinde bulunan paratakamit bakır klorürler grubundan olmakla birlikte atakamitin bakır içeriği %59,5 olarak tespit edilmiştir (Kökeş, 2013, s. 9). Klinoatakamitin ise paratakamit ile bitişik halde bulunduğu bilgisine tezin bronz bozulmalarını anlatan metninde değinilmiştir. Benzer kristal yapılarına sahip olan bu minerallerden atakamit ve paratakamitin gözlemsel olarak birbirinden ayırt edilmesi mümkün olsa da klinoatakamit tespiti için ileri teknik analizlerden yararlanılmaktadır. İleri teknik analizler ile ve gözlemsel metotlar kullanılarak yapılan incelemelerde atakamit, paratakamit ve klinoatakamitin Parion bronz sikkelerinde karşılaşılan korozyon ürünlerinden olduğunu söyleyebiliriz.

4.4.3. Küprit

Bakır içeriği en yüksek olan mineral küprittir. %88,8 bakır içerğine sahip olan küprit (Kökeş, 2013, s. 9), bronz sikkelerde korozyon ürünü olarak karşımıza çıkmaktadır. Bronz sikkelerde sık karşılaşılan bir bozulma olmasının yanında metali yüksek oranda tahrip etmektedir. Tez kapsamında incelenen Parion bronz sikkelerinde yoğunluklu olarak küprit tespiti yapılmıştır.

4.4.4. Nantokit

Metalin hemen üstünde konumlanan nantokit Parion bronz sikkelerinde küprit, ve malahit kadar yaygın olmamakla birlikte nispeten karşılaşılan bir bakır bileşiğidir.

4.5. Bronz Sikkelerin Bozulma ve Onarım Süreçlerini İçeren Basit Kazı Raporunun Hazırlanması

Kazılarda buluntuların raporlarının tutulmasının temel amacı yapılan uygulamaların verilerinin depolanmasıdır. Geçmişte yapılan uygulamaların bilinmesi ilerleyen süreçte yapılacak olan periyodik kontrollerde ilk müdahalelerin göz önünde bulundurularak mevcut durumun değerlendirilmesi konusunda yarar sağlamaktadır. Rapor buluntunun;

- Ele geçtiği tarihi
- Buluntunun adını ve ölçülerini
- Koruma onarıma başlama ve bitirme tarihlerini
- Üretiminde kullanılan ham maddeyi
- Mevcut fiziksel ve mineral kaynaklı bozulmalarını
- Uygulanan koruma onarım yöntemlerini ve kullanılan malzemeleri
- Yapılmış olan analiz yöntemlerini²³
- Tespitleri ve uygulamaları gerçekleştiren korumacının önerilerini içermelidir.

Kazı buluntuları genelinde bozulmaların istatistiksel verilerini elde etmeninde mümkün olacağı şekilde hazırlanacak olan rapor anlaşılması kolay şekilde hazırlanmalıdır. Yaz aylarında yoğun bir çalışma içerisinde olan Parion Antik Kenti Kazısı sikke buluntularının koruma onarım raporu hazırlanırken etkili ve ana bilgileri içeren bir rapor hazırlanması amaçlanmıştır. Bronz sikkeler özelinde hazırlanan raporda kazı genelinde ele geçen bronz sikkelerin içerdiği bozulmalar göz önüne alınarak rapora işlenmiştir. Buluntunun özel bir bozulma ve koruma onarım yöntemi gerektirmesi de düşünülerek öneriler ve açıklamalar kısmı eklenmiştir (**Şekil 4.1**).

²³ İleri analiz teknikler raporda yer almayabilir, analizlere başvurulması halinde ekler halinde rapora eklenebilir.

PARİON ANTİK KENTİ SİKKE KORUMA ONARIM RAPORU 2019

Buluntu no: CDV 31 Buluntu yeri: Odeion Materyal: Bronz Lab. Giriş tarihi: 20.07.2019 Lab. Çıkış tarihi: 23.07.2019	
--	--

Fiziksel Bozulmalar

Tüm ✓	Kırık	Parçalı	Parça sayısı
-------	-------	---------	--------------

Mineral Kaynaklı Bozulmalar

Malahit ✓	Atakamit/Paratakamit	Küprit ✓	Azurit	Nantokit	Tenorit
-----------	----------------------	----------	--------	----------	---------

Kimyasal İçerikli Temizlik

Alkol ✓	Aseton	Distile su	Diğer
---------	--------	------------	-------

Mekanik İçerikli Temizlik

Bisturi ✓	Cam elyaf uç ✓	Mikro bıçak	Bambu çubuk	Diğer
Mikro motor				
Elektrolitik/Elektrokimyasal				

Tuzdan Arındırma

Suyla basit yıkama	Elektrolitik/Elektrokimyasal
--------------------	------------------------------

Yapıştırma

Paraloid B72	Paraloid B44	Paraloid N48	Araldit 2020	Araldit 5min.
--------------	--------------	--------------	--------------	---------------

Sağlamlaştırma

BTA ✓	Paraloid B72 ✓	Paraloid B44
-------	----------------	--------------

Analizler

P-XRF ✓	XRD ✓	Raman	X-Ray ✓	ICP-OES
pH	Tuzluluk	İletkenlik	Nem	Organik Madde

Öneriler ve Açıklamalar: Bulutunun ilk bir yıl periyodik olarak gözlemlenmesi ve %20-22 pH aralığında tutulması önerilmektedir.

Konservatör Zeynep Yılmaz

Şekil 4.1 Parion antik kenti sikke koruma onarım raporu örneği





5. PARİON ANTİK KENTİ BRONZ SİKKELERİNDE ANALİZLERLE ULAŞILAN TESPİTLER VEBUNA GÖRE SEÇİLEN KORUMA ONARIM UYGULAMALARI (KATALOG)

Tez konusu kapsamında çalışılan 17 adet bronz sikkenin kataloglar halinde analiz sonuçlarının sıralanacağı bölümde sikkelerin kazı kod numaraları kullanılmıştır. Kataloglarda, bronz sikkelerin tespit edilen elementlerine ve oranlarına, bozulmalarına, bozulmaların mikroskop fotoğraflarına, sikkelerin ele geçtiği alandan alınan toprak numunelerinin nem, tuzluluk, iletkenlik ve pH oranlarıyla birlikte toprakların organik madde oranlarına yer verilmiştir.

Elde edilen verilere göre belirlenmiş olan temizlik yöntemi ve koruma yöntemlerinin uygulamaları bölümde anlatılmıştır.

5.1. Uygulanan Analiz Yöntemleri

Parion bronz sikkelerinin korozyon analizlerinin yapılması amacıyla XRD yöntemi tercih edilmiştir. Seçilen bronz sikkelerden mekanik yöntem ile korozyon numuneleri alınmıştır. Alınan numune miktarlarının analizin yapılabilmesi için yeterli olması gerekmektedir. 17 adet bronz sikkeden 7 adet sikkenin korozyon numunesi miktarı XRD yöntemi ile bozulma tespiti için yeterli olmuştur. Buna göre söz konusu 7 adet sikkenin korozyon tanımlaması XRD yöntemi ile yapılmış olup 10 adet sikkenin korozyon tanımlaması ise gözlemsel olarak mikroskop altında yapılmıştır.

XRD Analizi Yöntemi: Panalytical marka Empyrem model XRD cihazı kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Analizlerin başlangıç-bitiş açısı 5° - 70° (2θ)'dir. Datalar X'Pert High Score Plus software programında işlenmiştir.

Bronz sikkelerin elementlerinin ve element oranlarının belirlenmesinde kullanılan hh-XRF yöntemi tahribatsız olması nedeni ile tercih edilmiştir. Sikke buluntularından yasal olarak kesit almak veya analiz malzemesi olarak kullanmak mümkün olmadığından bu yöntem uygun görülmüştür.

XRF Analizi Yöntemi: Olympus marka, INNOV-X DS 2000 model el tipi taşınabilir X-ray Floresans cihazı kullanılarak her sikke üzerinde iki ayı modda analiz gerçekleştirilmiştir. Alaşımın tespiti için Alloy mod'da tek ışın (40 kV) kullanılmıştır. Safsızlıklar ve diğer toprak kirleticilerinin tespiti için Soil mod'da tek ışın (15kV) kullanılmıştır. Işınlama süresi her ölçüm için 45sn olacak şekilde ayarlanmıştır.

Metallerin bozulma oranlarının görsel olarak tanımlanabilmesi amacıyla X-ray yöntemi ile çekilmiş görüntüleri kataloglarda yer almıştır.

X-ray Tarama Yöntemi: Balteau NDT marka CF2000/2 model endüstriyel radyografi cihazı kullanılarak metalik malzemelerin film ve X-ışınlarıyla radyografik muayenesi gerçekleştirilmiştir. Tarama 180kV 2mA ve 2,9D yoğunlukta yapılmıştır.

Çizelge 5.1. Bronz sikkelerin X-ray çekim süreleri

Tanım	Et Kalınlığı (mm)	Çekim Mesafesi	Süre (dk/sn)	Film
CFJ 7	2,7mm	580mm	1dk 25sn	1
CER 78	2,4mm		1dk 25sn	
CER 82	2,5mm		1dk 25sn	
CFB 7	2,5mm		1dk 25sn	
CEJ 1	2,5mm		1dk 25sn	
CDM 11	2,5mm		1dk 25sn	
CDV 31	1,8mm		1dk 25sn	2
CFB 9	1,8mm		1dk 25sn	
CFD 1	3,2mm		1dk 35sn	3
CFB 14	3,1mm		1dk 35sn	
CER 17	4mm		1dk 45sn	4
CER 35	3,8mm		1dk 45sn	
CFJ 5	3,9mm		1dk 45sn	
CDS 1	4,5mm		1dk 50sn	5
CFJ 14	4,5mm		1dk 50sn	
CFJ 15	4,6mm		1dk 50sn	
CFJ 17	6mm		2dk	6

5.1.1. CDV 31 bul. no.lu sikke (Katalog 1)

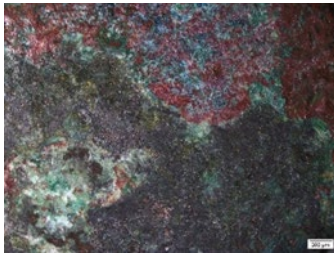
CDV 31		
Buluntu yeri: Odeion		
Buluntu seviyesi: : 11,55m		
Çap: 27 mm		
Gram: 5,28		
Dönemi: Roma MS 1.yy		

Resim 5.1. CDV 31 bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali

Element Tespiti: CDV 31 kodlu sikkenin element tayini El tipi XRF (hh-xrf) ile yapılmıştır. Buna göre; %34,4 bakır, %22,25 kalay, %41,69 kurşun içermektedir. %1,66 diğer elementleri içermektedir.

Mineral Kaynaklı Bozulmaların Tespiti: Gözlemsel incelemeye göre, malahit, azurit, paratakamit ve küprit korozyonları tespit edilmiştir.

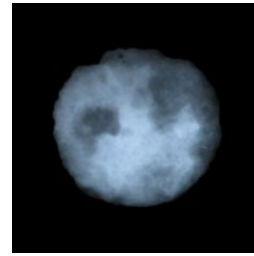
Toprak Analiz Sonuçları: Nem %2.87, pH (20°C) 9.115, iletkenlik 208 µS/cm tuzluluk 0,1g/L organik madde %0,83



Resim 5.2. CDV 31 mikroskop görüntüsü



Resim 5.3. CDV 31 mikroskop görüntüsü



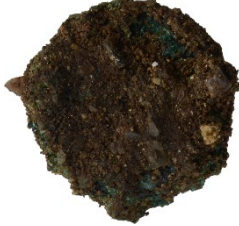
Resim 5.4. CDV 31 radyografisi

Koruma ve Onarım Yönteminin Seçimi: Tipik korozyon ürünleri nedeniyle mekanik yöntemler tercih edilmiştir. Korozyonlar üzerindeki pasivize etme etkisi nedeniyle BTA kullanımı sağlamlaştırma aşamasında ve koruyucu yüzey oluşturmada ise Paraloid B-72 kullanımı tercih edilmiştir.

Gerçekleştirilen Koruma ve Onarım Uygulaması: Mekanik olarak stereo zoom mikroskop kullanılarak temizlenen sikke BTA (%3 alkol içerisinde çözdürülmüştür) çözeltisinde 24 saat vakum altında bekletilmiştir. Paraloid B-72 (%5 aseton içerisinde çözdürülmüştür) daldırma tekniği ile uygulanarak koruyucu yüzey tabakası oluşturulmuştur.

Depolama: 20-22°C sıcaklıkta ve %30-35 bağıl nem değerleri aralığında depolanmıştır

5.1.2. CFJ 15 bul. no.lu sikke (Katalog 2)

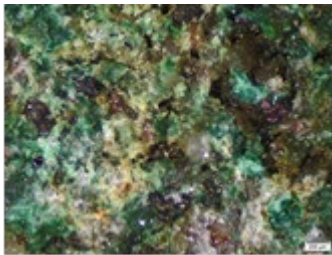
CFJ 15		
Buluntu yeri: Odeion		
Buluntu seviyesi: : 9,0 m		
Çap: 21 mm		
Gram: 6,33		
Dönemi: Geç Roma MS 4.yy		

Resim 5.5. CFJ 15 bul. no.lu bronz sikke, ön ve arka yüz temizlik öncesi ve sonrası hali

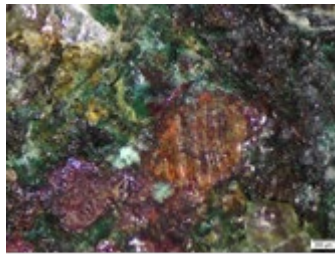
Element Tespiti: CFJ 15 kodlu sikkenin element tayini El tipi XRF (hh-xrf) ile yapılmıştır. Buna göre; %80,80 bakır, %10,40 kalay, %7,49 kurşun içermektedir. %1,31 diğer elementleri içermektedir.

Mineral Kaynaklı Bozulmaların Tespiti: Gözlemsel incelemeye göre, malahit, küprit ve nantokit korozyonları tespit edilmiştir.

Toprak Analiz Sonuçları: Nem %1,87, pH (20°C) 8,67, iletkenlik 150,8 µS/cm tuzluluk 0,8g/L organik madde %0,86



Resim 5.6. CFJ 15 mikroskop görüntüsü



Resim 5.7. CFJ 15 mikroskop görüntüsü



Resim 5.8. CFJ 15 radyografisi

Koruma ve Onarım Yönteminin Seçimi: : Tipik korozyon ürünleri nedeniyle mekanik yöntemler tercih edilmiştir. Korozyonlar üzerindeki pasivize etme etkisi

nedeniyle BTA kullanımı sağlamlaştırma aşamasında ve koruyucu yüzey oluşturmada ise Paraloid B-72 kullanımı tercih edilmiştir.

Gerçekleştirilen Koruma ve Onarım Uygulaması: Mekanik olarak stereo zoom mikroskop kullanılarak temizlenen sikke BTA (%3 alkol içerisinde çözdürülmüştür) çözeltisinde 24 saat vakum altında bekletilmiştir. Paraloid B-72 (%5 aseton içerisinde çözdürülmüştür) daldırma tekniği ile uygulanarak koruyucu yüzey tabakası oluşturulmuştur.

Depolama: 20-22°C sıcaklıkta ve %30-35 bağıl nem değerleri aralığında depolanmıştır.

5.1.3. CFJ 17 bul. no.lu sikke (Katalog 3)

CFJ 17		
Buluntu yeri: Odeion		
Buluntu seviyesi: : 9,55 m		
Çap: 22 mm		
Gram: 5,59		
Dönemi: Roma ?		

Resim 5.9. CFJ 17 bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali

Element Tespiti: CFJ 17 kodlu sikkenin element tayini El tipi XRF (hh-xrf) ile yapılmıştır. Buna göre; %46,59 bakır, %33,72 kalay, %5,26 kurşun içermektedir. %14,43 diğer elementleri içermektedir.

Mineral Kaynaklı Bozulmaların Tespiti: Gözlemsel incelemeye göre, küprit ve nantokit korozyonları tespit edilmiştir. XRD analiz verilerine göre; %15,0 küprit, %31,0 klinoatakamit tespit edilmiştir.

Toprak Analiz Sonuçları: Nem %1,87, pH (20°C) 8,67, iletkenlik 150,8 µS/cm tuzluluk 0,8g/L organik madde %0,86



Resim 5.10. CFJ 17 mikroskop görüntüsü



Resim 5.11. CFJ 17 mikroskop görüntüsü



Resim 5.12. CFJ 17 radyografisi

Koruma ve Onarım Yönteminin Seçimi: Tipik korozyon ürünleri nedeniyle mekanik yöntemler tercih edilmiştir. Korozyonlar üzerindeki pasivize etme etkisi nedeniyle BTA kullanımı sağlamlaştırma aşamasında ve koruyucu yüzey oluşturmada ise Paraloid B-72 kullanımı tercih edilmiştir.

Gerçekleştirilen Koruma ve Onarım Uygulaması: Mekanik olarak stereo zoom mikroskop kullanılarak temizlenen sikke BTA (%3 alkol içerisinde çözdürülmüştür) çözeltisinde 24 saat vakum altında bekletilmiştir. Paraloid B-72 (%5 aseton içerisinde çözdürülmüştür) daldırma tekniği ile uygulanarak koruyucu yüzey tabakası oluşturulmuştur.

Depolama: 20-22°C sıcaklıkta ve %30-35 bağıl nem değerleri aralığında depolanmıştır.

5.1.4. CFJ 5 bul. no.lu sikke (Katalog 4)

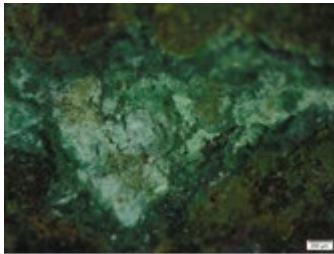
CFJ 5		
Buluntu yeri: Odeion		
Buluntu seviyesi: : 9,55 m		
Çap: 12 mm		
Gram: 1,46		
Dönemi: Roma MÖ 1.yy		

Resim 5.13. CFJ 5 bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali

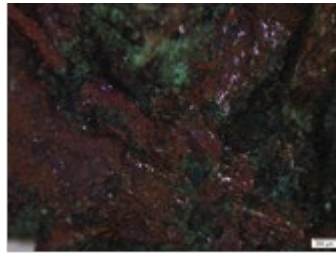
Element Tespiti: CFJ 5 kodlu sikkenin element tayini El tipi XRF (hh-xrf) ile yapılmıştır. Buna göre; %92,80 bakır, %3,79 kalay, %2,13 kurşun içermektedir. %1,28 diğer elementleri içermektedir.

Mineral Kaynaklı Bozulmaların Tespiti: Gözlemsel incelemeye göre, malahit, küprit ve atakamit korozyonları tespit edilmiştir.

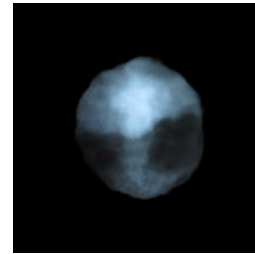
Toprak Analiz Sonuçları: Nem %1,87, pH (20°C) 8,674, iletkenlik 150,8 µS/cm tuzluluk 0,8g/L organik madde %0,86



Resim 5.14. CFJ 5 mikroskop görüntüsü



Resim 5.15. CFJ 5 mikroskop görüntüsü



Resim 5.16. CFJ 5 radyografisi

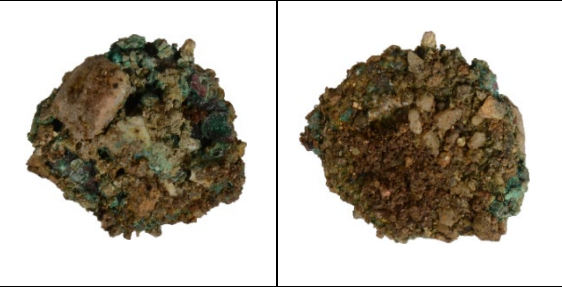
Koruma ve Onarım Yönteminin Seçimi: Tipik korozyon ürünleri nedeniyle mekanik yöntemler tercih edilmiştir. Korozyonlar üzerindeki pasivize etme etkisi nedeniyle

BTA kullanımı sağlamlaştırma aşamasında ve koruyucu yzey oluşturmada ise Paraloid B-72 kullanımı tercih edilmiştir.

Gerçekleştirilen Koruma ve Onarım Uygulaması: Mekanik olarak stereo zoom mikroskop kullanılarak temizlenen sikke BTA (%3 alkol içerisinde zdzrlmştir) zeltisinde 24 saat vakum altında bekletilmiştir. Paraloid B-72 (%5 aseton içerisinde zdzrlmştir) daldırma tekniği ile uygulanarak koruyucu yzey tabakası oluşturulmuştur.

Depolama: 20-22°C sıcaklıkta ve %30-35 bağıl nem değerleri aralığında depolanmıştır.

5.1.5. CFJ 7 bul. no.lu sikke (Katalog 5)

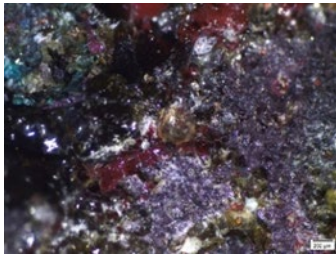
CFJ 7		
Buluntu yeri: Odeion		
Buluntu seviyesi: : 9,75 m		
Çap: 21 mm		
Gram: 3,53		
Dönemi: Hellenistik MÖ 2.yy		

Resim 5.17. CFJ 7 bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali

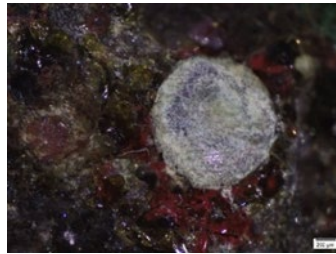
Element Tespiti: CFJ 7 kodlu sikkenin element tayini El tipi XRF (hh-xrf) ile yapılmıştır. Buna göre; %62,36 bakır, %11,33 kalay, %24,60 kurşun içermektedir. %1,71 diğer elementleri içermektedir.

Mineral Kaynaklı Bozulmaların Tespiti: Gözlemsel incelemeye göre, malahit ve küprit korozyonları tespit edilmiştir.

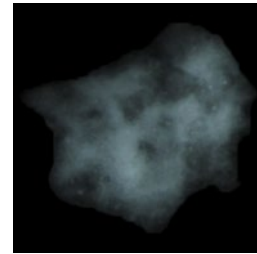
Toprak Analiz Sonuçları: Nem %1,87, pH (20°C) 8,674, iletkenlik 150,8 µS/cm tuzluluk 0,8g/L organik madde %0,86



Resim 5.18. CFJ 7 mikroskop görüntüsü



Resim 5.19. CFJ 7 mikroskop görüntüsü



Resim 5.20. CFJ 7 radyografisi

Koruma ve Onarım Yönteminin Seçimi: Tipik korozyon ürünleri nedeniyle mekanik yöntemler tercih edilmiştir. Korozyonlar üzerindeki pasivize etme etkisi nedeniyle

BTA kullanımı sağlamlaştırma aşamasında ve koruyucu yzey oluşturmada ise Paraloid B-72 kullanımı tercih edilmiştir.

Gerçekleştirilen Koruma ve Onarım Uygulaması: Mekanik olarak stereo zoom mikroskop kullanılarak temizlenen sikke BTA (%3 alkol içerisinde zdzrlmştir) zeltisinde 24 saat vakum altında bekletilmiştir. Paraloid B-72 (%5 aseton içerisinde zdzrlmştir) daldırma tekniği ile uygulanarak koruyucu yzey tabakası oluşturulmuştur.

Depolama: 20-22°C sıcaklıkta ve %30-35 bağıl nem değerleri aralığında depolanmıştır.

5.1.6. CFJ 14 bul. no.lu sikke (Katalog 6)

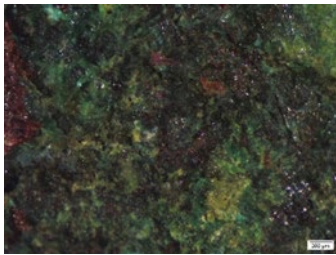
CFJ 14		
Buluntu yeri: Odeion		
Buluntu seviyesi: : 9,50 m		
Çap: 18 mm		
Gram: 5,06		
Dönemi: Roma MS 1-2.yy		

Resim 5.21. CFJ22 14 bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali

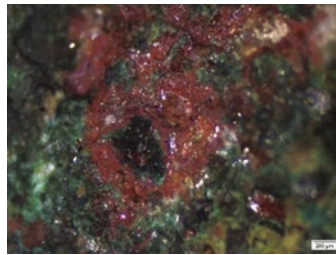
Element Tespiti: CFJ 14 kodlu sikkenin element tayini El tipi XRF (hh-xrf) ile yapılmıştır. Buna göre; %62.91 bakır, %8.66 kalay, %26.53 kurşun içermektedir. %1.9 diğer elementleri içermektedir.

Mineral Kaynaklı Bozulmaların Tespiti: Gözlemsel incelemeye göre, malahit küprit ve atakamit korozyonları tespit edilmiştir.

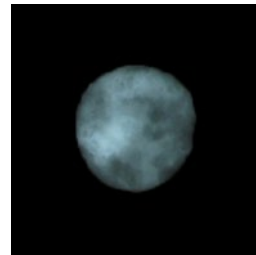
Toprak Analiz Sonuçları: Nem %1,87, pH (20°C) 8,67, iletkenlik 150,8 µS/cm tuzluluk 0,8g/L organik madde %0,86



Resim 5.22. CFJ 14 mikroskop görüntüsü



Resim 5.23. CFJ 14 mikroskop görüntüsü



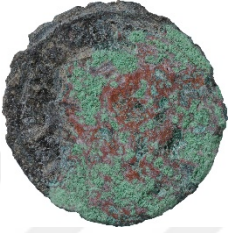
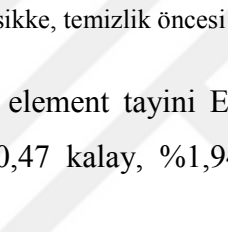
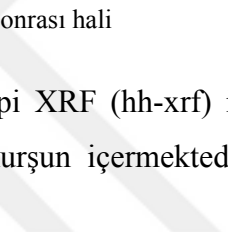
Resim 5.24. CFJ 14 radyografisi

Koruma ve Onarım Yönteminin Seçimi: Tipik korozyon ürünleri nedeniyle mekanik yöntemler tercih edilmiştir. Korozyonlar üzerindeki pasivize etme etkisi nedeniyle BTA kullanımı sağlamlaştırma aşamasında ve koruyucu yüzey oluşturmada ise Paraloid B-72 kullanımı tercih edilmiştir.

Gerçekleştirilen Koruma ve Onarım Uygulaması: Mekanik olarak stereo zoom mikroskop kullanılarak temizlenen sikke BTA (%3 alkol içerisinde çözdürülmüştür) çözeltisinde 24 saat vakum altında bekletilmiştir. Paraloid B-72 (%5 aseton içerisinde çözdürülmüştür) daldırma tekniği ile uygulanarak koruyucu yüzey tabakası oluşturulmuştur.

Depolama: 20-22°C sıcaklıkta ve %30-35 bağıl nem değerleri aralığında depolanmıştır.

5.1.7. CDM 11 bul. no.lu sikke (Katalog 7)

CDM 11		
Buluntu yeri: Roma Hamamı		
Buluntu seviyesi: : 5.90m		
Çap: 21mm		
Gram: 5.45		
Dönemi: Geç Roma İmp. MS 4.yy		

Resim 5.25. CDM 11 bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali

Element Tespiti: CDM 11 kodlu sikkenin element tayini El tipi XRF (hh-xrf) ile yapılmıştır. Buna göre; %94,46 bakır, %0,47 kalay, %1,94 kurşun içermektedir. %3,13 diğer elementleri içermektedir.

Mineral Kaynaklı Bozulmaların Tespiti: Gözlemsel incelemeye göre, küprit ve atakamit korozyonları tespit edilmiştir.

XRD analiz verilerine göre; %63,9 atakamit, %30,4 klinoatakamit tespit edilmiştir.

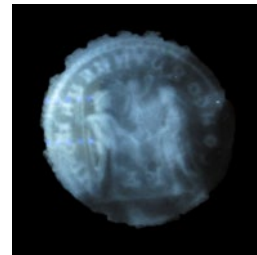
Toprak Analiz Sonuçları: Nem %1,56, pH (20°C) 8,32, iletkenlik 223 µS/cm tuzluluk 0,1g/L organik madde %0,71



Resim 5.26. CDM 11 mikroskop görüntüsü



Resim 5.27. CDM 11 mikroskop görüntüsü



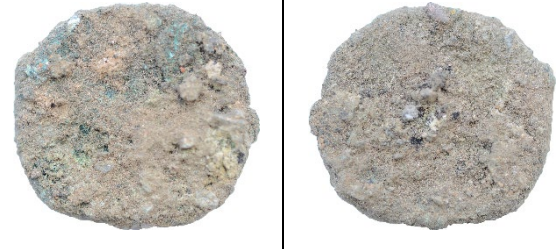
Resim 5.28. CDM 11 radyografisi

Koruma ve Onarım Yönteminin Seçimi: Tipik korozyon ürünleri nedeniyle mekanik yöntemler tercih edilmiştir. Korozyonlar üzerindeki pasivize etme etkisi nedeniyle BTA kullanımı sağlamlaştırma aşamasında ve koruyucu yüzey oluşturmada ise Paraloid B-72 kullanımı tercih edilmiştir.

Gerçekleştirilen Koruma ve Onarım Uygulaması: Mekanik olarak stereo zoom mikroskop kullanılarak temizlenen sikke BTA (%3 alkol içerisinde çözdürülmüştür) çözeltisinde 24 saat vakum altında bekletilmiştir. Paraloid B-72 (%5 aseton içerisinde çözdürülmüştür) daldırma tekniği ile uygulanarak koruyucu yüzey tabakası oluşturulmuştur.

Depolama: 20-22°C sıcaklıkta ve %30-35 bağıl nem değerleri aralığında depolanmıştır.

5.1.8. CDS 1 bul. no.lu sikke (Katalog 8)

CDS 1		
Buluntu yeri: Roma Hamamı		
Buluntu seviyesi: : 5,45 m		
Çap: 33 mm		
Gram: 17,16		
Dönemi: Bizans MS 5.yy sonu 6.yy başı		

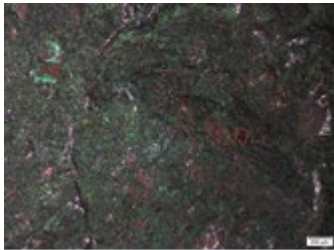
Resim 5.29. CDS 1 bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali

Element Tespiti: CDS 1 kodlu sikkenin element tayini El tipi XRF (hh-xrf) ile yapılmıştır. Buna göre; %97,58 bakır, %0,051 kalay, %1,63 kurşun içermektedir. %0,74 diğer elementleri içermektedir.

Mineral Kaynaklı Bozulmaların Tespiti: Gözlemsel incelemeye göre, küprit ve malahit tespit edilmiştir.

XRD analiz verilerine göre: %2,5 küprit, %0,9 nantokit tespit edilmiştir.

Toprak Analiz Sonuçları: Nem %2,65, pH (20°C) 8,455, iletkenlik 204 µS/cm tuzluluk 0,1g/L organik madde %1,63



Resim 5.30. CDS 1 mikroskop görüntüsü



Resim 5.31. CDS 1 mikroskop görüntüsü



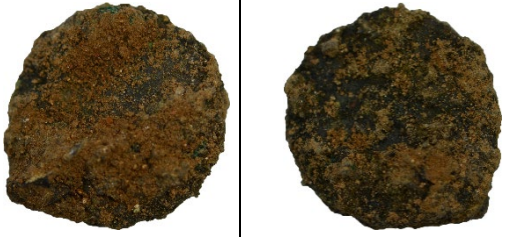
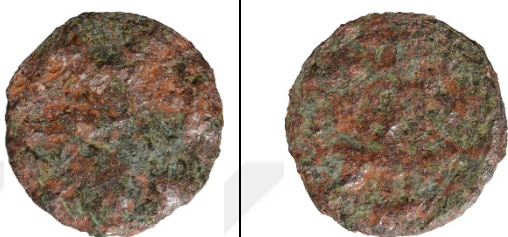
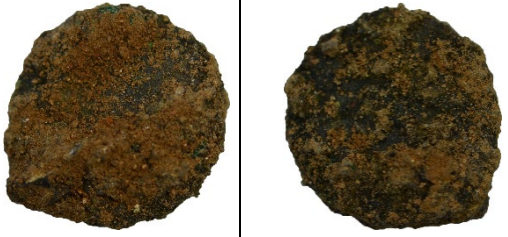
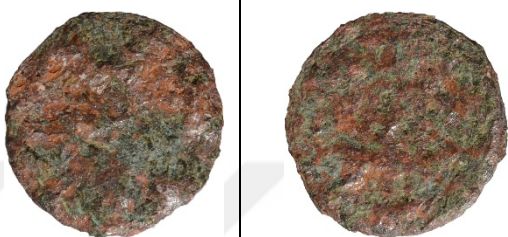
Resim 5.32. CDS 1 radyografisi

Koruma ve Onarım Yönteminin Seçimi: Tipik korozyon ürünleri nedeniyle mekanik yöntemler tercih edilmiştir. Korozyonlar üzerindeki pasivize etme etkisi nedeniyle BTA kullanımı sağlamlaştırma aşamasında ve koruyucu yüzey oluşturmada ise Paraloid B-72 kullanımı tercih edilmiştir.

Gerçekleştirilen Koruma ve Onarım Uygulaması: Mekanik olarak stereo zoom mikroskop kullanılarak temizlenen sikke BTA (%3 alkol içerisinde çözündürülmüştür) çözeltisinde 24 saat vakum altında bekletilmiştir. Paraloid B-72 (%5 aseton içerisinde çözündürülmüştür) daldırma tekniği ile uygulanarak koruyucu yüzey tabakası oluşturulmuştur.

Depolama: 20-22°C sıcaklıkta ve %30-35 bağıl nem değerleri aralığında depolanmıştır.

5.1.9. CEJ 1 bul. no.lu sikke (Katalog 9)

CEJ 1		
Buluntu yeri: Tiyatro		
Buluntu seviyesi: : 9,20 m – zemin altı		
Çap: 15 mm		
Gram: 1,85		
Dönemi: Roma MS 1.yy ?		

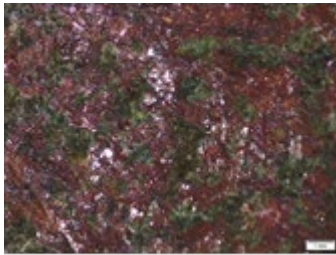
Resim 5.33. CEJ 1 bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali

Element Tespiti: CEJ 1 kodlu sikkenin element tayini El tipi XRF (hh-xrf) ile yapılmıştır. Buna göre; %59,63 bakır, %1,06 kalay, %38,13 kurşun içermektedir. %1,18 diğer elementleri içermektedir.

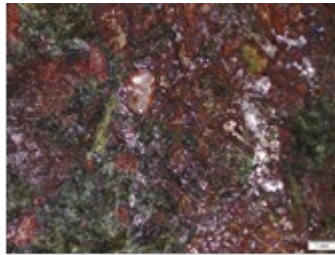
Mineral Kaynaklı Bozulmaların Tespiti: Gözlemsel incelemeye göre, malahit küprit ve nantokit korozyonları tespit edilmiştir.

XRD analiz verilerine göre: %6,4 küprit tespit edilmiştir.

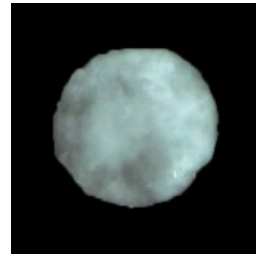
Toprak Analiz Sonuçları: Nem %1,07, pH (20°C) 9,81, iletkenlik 267 µS/cm tuzluluk 0,1gr/lt organik madde %0,80



Resim 5.34. CEJ 1 mikroskop görüntüsü



Resim 5.35. CEJ 1 mikroskop görüntüsü



Resim 5.36. CEJ 1 radyografisi

Koruma ve Onarım Yönteminin Seçimi: Tipik korozyon ürünleri nedeniyle mekanik yöntemler tercih edilmiştir. Korozyonlar üzerindeki pasivize etme etkisi nedeniyle BTA kullanımı sağlamlaştırma aşamasında ve koruyucu yüzey oluşturmada ise Paraloid B-72 kullanımı tercih edilmiştir.

Gerçekleştirilen Koruma ve Onarım Uygulaması: Mekanik olarak stereo zoom mikroskop kullanılarak temizlenen sikke BTA (%3 alkol içerisinde çözündürülmüştür) çözeltisinde 24 saat vakum altında bekletilmiştir. Paraloid B-72 (%5 aseton içerisinde çözündürülmüştür) daldırma tekniği ile uygulanarak koruyucu yüzey tabakası oluşturulmuştur.

Depolama: 20-22°C sıcaklıkta ve %30-35 bağıl nem değerleri aralığında depolanmıştır.

5.1.10. CFB 7 bul. no.lu sikke (Katalog 10)

CFB 7		
Buluntu yeri: Yamaç Hamamı		
Buluntu seviyesi: : 16,65		
Çap: 16 mm		
Gram: 2,91		
Dönemi: Geç Roma İmp. MS 4-5.yy		

Resim 5.37. CFB 7 bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali

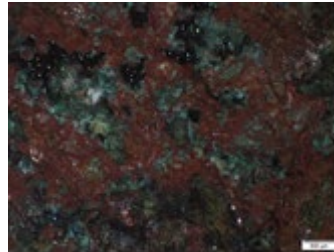
Element Tespiti: CFB 7 kodlu sikkenin element tayini El tipi XRF (hh-xrf) ile yapılmıştır. Buna göre; %39,91 bakır, %3,51 kalay, %55,84 kurşun içermektedir. %0,74 diğer elementleri içermektedir.

Mineral Kaynaklı Bozulmaların Tespiti: Gözlemsel incelemeye göre, küprit, atakamit korozyonları tespit edilmiştir. Sikkede görülen metalik siyah rengin yüksek kurşun katkısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

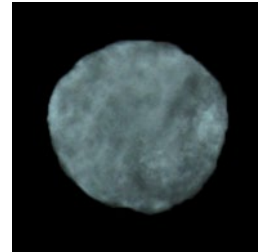
Toprak Analiz Sonuçları: Nem %2,93, pH (20°C) 8.95, iletkenlik 127,4 µS/cm tuzluluk 0,7g/L organik madde %0,65



Resim 5.38. CFB 7 mikroskop görüntüsü



Resim 5.39. CFB 7 mikroskop görüntüsü



Resim 5.40. CFB 7 radyografisi

Koruma ve Onarım Yönteminin Seçimi: Tipik korozyon ürünleri nedeniyle mekanik yöntemler tercih edilmiştir. Korozyonlar üzerindeki pasivize etme etkisi nedeniyle BTA kullanımı sağlamlaştırma aşamasında ve koruyucu yüzey oluşturmada ise Paraloid B-72 kullanımı tercih edilmiştir.

Gerçekleştirilen Koruma ve Onarım Uygulaması: Mekanik olarak stereo zoom mikroskop kullanılarak temizlenen sikke BTA (%3 alkol içerisinde çözdürülmüştür) çözeltisinde 24 saat vakum altında bekletilmiştir. Paraloid B-72 (%5 aseton içerisinde çözdürülmüştür) daldırma tekniği ile uygulanarak koruyucu yüzey tabakası oluşturulmuştur.

Depolama: 20-22°C sıcaklıkta ve %30-35 bağıl nem değerleri aralığında depolanmıştır.

5.1.11. CFB 9 bul. no.lu sikke (Katalog 11)

CFB 9		
Buluntu yeri: Yamaç Hamamı		
Buluntu seviyesi: : 17.40m-15.90m		
Çap: 22mm		
Gram: 2.86		
Dönemi: Geç Roma İmp. MS 3.yy		

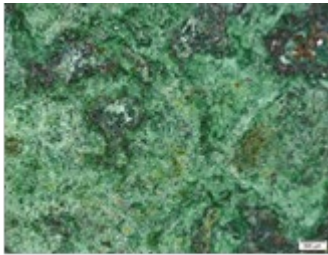
Resim 5.41. CFB 9 bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali

Element Tespiti: CFB 9 kodlu sikkenin element tayini El tipi XRF (hh-xrf) ile yapılmıştır. Buna göre; %91.99 bakır, %0.60 kalay, %6.54 kurşun içermektedir. %0.87 diğer elementleri içermektedir.

Mineral Kaynaklı Bozulmaların Tespiti: Gözlemsel incelemeye göre, küprit ve atakamit korozyonları tespit edilmiştir.

XRD analiz verilerine göre %61,1 atakamit, %33,2 paratakamit tespit edilmiştir.

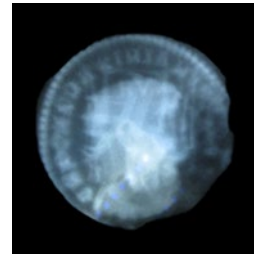
Toprak Analiz Sonuçları: Nem %2,93, pH (20°C) 8,95, iletkenlik 127,4 µS/cm tuzluluk 0,7gr/lt organik madde %0,65



Resim 5.42. CFB 9 mikroskop görüntüsü



Resim 5.43. CFB 9 mikroskop görüntüsü



Resim 5.44. CFB 9 radyografisi

Koruma ve Onarım Yönteminin Seçimi: Tipik korozyon ürünleri nedeniyle mekanik yöntemler tercih edilmiştir. Korozyonlar üzerindeki pasivize etme etkisi nedeniyle BTA kullanımı sağlamlaştırma aşamasında ve koruyucu yüzey oluşturmada ise Paraloid B-72 kullanımı tercih edilmiştir.

Gerçekleştirilen Koruma ve Onarım Uygulaması: Mekanik olarak stereo zoom mikroskop kullanılarak temizlenen sikke BTA (%3 alkol içerisinde çözdürülmüştür) çözeltisinde 24 saat vakum altında bekletilmiştir. Paraloid B-72 (%5 aseton içerisinde çözdürülmüştür) daldırma tekniği ile uygulanarak koruyucu yüzey tabakası oluşturulmuştur.

Depolama: 20-22°C sıcaklıkta ve %30-35 bağıl nem değerleri aralığında depolanmıştır.

5.1.12. CFB 14 bul. no.lu sikke (Katalog 12)

CFB 14		
Buluntu yeri: Yamaç Hamamı		
Buluntu seviyesi: : 16 m-15,60 m		
Çap: 19 mm		
Gram: 4,62		
Dönemi: Roma MS 1-2.yy		

Resim 5.45. CFB 14 bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali

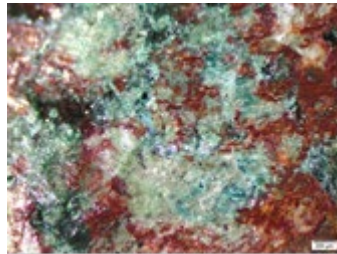
Element Tespiti: CFB 14 kodlu sikkenin element tayini El tipi XRF (hh-xrf) ile yapılmıştır. Buna göre; %69,67 bakır, %8,69 kalay, %20,52 kurşun içermektedir. %0,12 diğer elementleri içermektedir.

Mineral Kaynaklı Bozulmaların Tespiti: Gözlemsel incelemeye göre, küprit, nantokit ve atakamit korozyonları tespit edilmiştir.

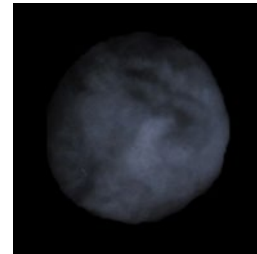
Toprak Analiz Sonuçları: Nem %2,93, pH (20°C) 8,95, iletkenlik 127,4 µS/cm tuzluluk 0,7g/L organik madde %0,65



Resim 5.46. CFB 14 mikroskop görüntüsü



Resim 5.47. CFB 14 mikroskop görüntüsü



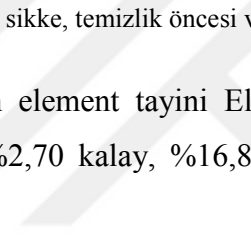
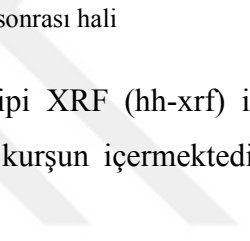
Resim 5.48. CFB 14 radyografisi

Koruma ve Onarım Yönteminin Seçimi: Tipik korozyon ürünleri nedeniyle mekanik yöntemler tercih edilmiştir. Korozyonlar üzerindeki pasivize etme etkisi nedeniyle BTA kullanımı sağlamlaştırma aşamasında ve koruyucu yüzey oluşturmada ise Paraloid B-72 kullanımı tercih edilmiştir.

Gerçekleştirilen Koruma ve Onarım Uygulaması: Mekanik olarak stereo zoom mikroskop kullanılarak temizlenen sikke BTA (%3 alkol içerisinde çözdürülmüştür) çözeltisinde 24 saat vakum altında bekletilmiştir. Paraloid B-72 (%5 aseton içerisinde çözdürülmüştür) daldırma tekniği ile uygulanarak koruyucu yüzey tabakası oluşturulmuştur.

Depolama: 20-22°C sıcaklıkta ve %30-35 bağıl nem değerleri aralığında depolanmıştır.

5.1.13. CFD 1 bul. no.lu sikke (katalog 1)

CFD 1		
Buluntu yeri: Yamaç Hamamı		
Buluntu seviyesi: : 15,30 m		
Çap: 23 mm		
Gram: 5,30		
Dönemi: Roma MS 1-2.yy		

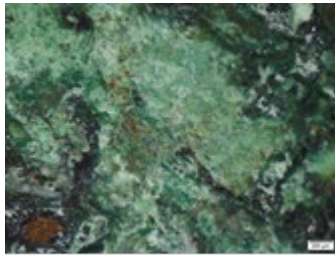
Resim 5.49. CFD 1 bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali

Element Tespiti: CFD 1 kodlu sikkenin element tayini El tipi XRF (hh-xrf) ile yapılmıştır. Buna göre; %72,93 bakır, %2,70 kalay, %16,85 kurşun içermektedir. %7,6 diğer elementleri içermektedir.

Mineral Kaynaklı Bozulmaların Tespiti: Gözlemsel incelemeye göre, malahit küprit, nantokit ve atakamit korozyonları tespit edilmiştir.

XRD analiz verilerine göre; %18,8 klinoatakamit, %66,3 atakamit tespit edilmiştir.

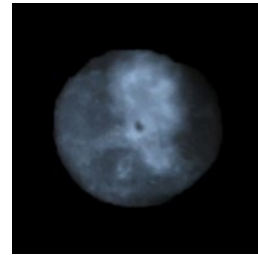
Toprak Analiz Sonuçları: Nem %2,93, pH (20°C) 8,95, iletkenlik 127,4 µS/cm tuzluluk 0,7g/L organik madde %0,65



Resim 5.50. CFD 1 mikroskop görüntüsü



Resim 5.51. CFD 1 mikroskop görüntüsü



Resim 5.52. CFD 1 radyografisi

Koruma ve Onarım Yönteminin Seçimi: Tipik korozyon ürünleri nedeniyle mekanik yöntemler tercih edilmiştir. Korozyonlar üzerindeki pasivize etme etkisi nedeniyle BTA kullanımı sağlamlaştırma aşamasında ve koruyucu yüzey oluşturmada ise Paraloid B-72 kullanımı tercih edilmiştir.

Gerçekleştirilen Koruma ve Onarım Uygulaması: Mekanik olarak stereo zoom mikroskop kullanılarak temizlenen sikke BTA (%3 alkol içerisinde çözdürülmüştür) çözeltisinde 24 saat vakum altında bekletilmiştir. Paraloid B-72 (%5 aseton içerisinde çözdürülmüştür) daldırma tekniği ile uygulanarak koruyucu yüzey tabakası oluşturulmuştur.

Depolama: 20-22°C sıcaklıkta ve %30-35 bağıl nem değerleri aralığında depolanmıştır.

5.14. CER 35 bul. no.lu sikke (Katalog 14)

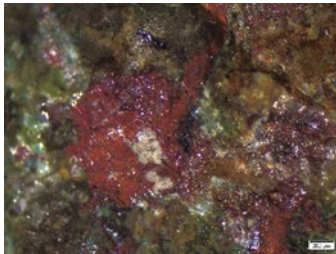
CER 35		
Buluntu yeri: Yamaç Hamamı Su Kanalı		
Buluntu seviyesi: : 8,60 m		
Çap: 17 mm		
Gram: 4,30		
Dönemi: Roma MS 2-3.yy		

Resim 5.53. CER 35 bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali

Element Tespiti: CER kodlu sikkenin element tayini El tipi XRF (hh-xrf) ile yapılmıştır. Buna göre; %62.62 bakır, %0.86 kalay, %33.76 kurşun içermektedir. %2.76 diğer elementleri içermektedir.

Mineral Kaynaklı Bozulmaların Tespiti: Gözlemsel incelemeye göre, malahit ve küprit, korozyonları tespit edilmiştir.

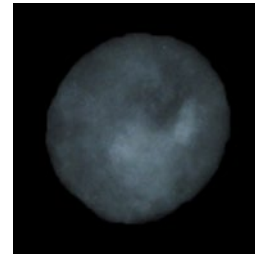
Toprak Analiz Sonuçları: Nem %2,93, pH (20°C) 8,95, iletkenlik 127,4 µS/cm tuzluluk 0,7g/L organik madde %0,65



Resim 5.54. CER 35 mikroskop görüntüsü



Resim 5.55. CER 35 mikroskop görüntüsü



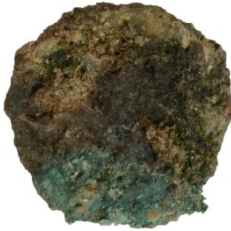
Resim 5.56. CER 35 radyografisi

Koruma ve Onarım Yönteminin Seçimi: Tipik korozyon ürünleri nedeniyle mekanik yöntemler tercih edilmiştir. Korozyonlar üzerindeki pasivize etme etkisi nedeniyle BTA kullanımı sağlamlaştırma aşamasında ve koruyucu yüzey oluşturmada ise Paraloid B-72 kullanımı tercih edilmiştir.

Gerçekleştirilen Koruma ve Onarım Uygulaması: Mekanik olarak stereo zoom mikroskop kullanılarak temizlenen sikke BTA (%3 alkol içerisinde çözdürülmüştür) çözeltisinde 24 saat vakum altında bekletilmiştir. Paraloid B-72 (%5 aseton içerisinde çözdürülmüştür) daldırma tekniği ile uygulanarak koruyucu yüzey tabakası oluşturulmuştur.

Depolama: 20-22°C sıcaklıkta ve %30-35 bağıl nem değerleri aralığında depolanmıştır.

5.1.15. CER 82 bul. no.lu sikke (Katalog 15)

CER 82		
Buluntu yeri: Yamaç Hamamı Su Kanalı		
Buluntu seviyesi: : 8,50 m		
Çap: 17 mm		
Gram: 2,23		
Dönemi: Geç Roma İmp. MS 3-4.yy		

Resim 5.57. CER 82 bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali

Element Tespiti: CER 82 kodlu sikkenin element tayini El tipi XRF (hh-xrf) ile yapılmıştır. Buna göre; %61,42 bakır, %1,88 kalay, %35,08 kurşun içermektedir. %1,62 diğer elementleri içermektedir.

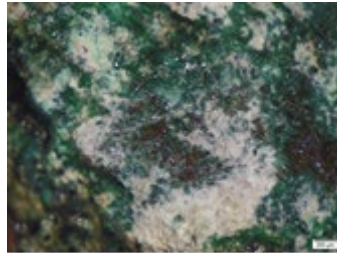
Mineral Kaynaklı Bozulmaların Tespiti: Gözlemsel incelemeye göre, malahit küprit ve paratakamit korozyonları tespit edilmiştir.

XRD analiz verilerine göre; %1,4 küprit tespit edilmiştir.

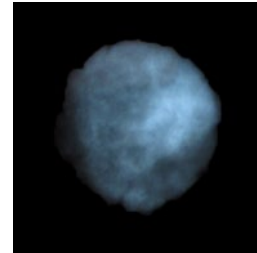
Toprak Analiz Sonuçları: Nem %6,03, pH (20°C) 9,1, iletkenlik 254 µS/cm tuzluluk 0.1g/L organik madde %0,65



Resim 5.58. CER 82 mikroskop görüntüsü



Resim 5.59. CER 82 mikroskop görüntüsü



Resim 5.60. CER 82 radyografisi

Koruma ve Onarım Yönteminin Seçimi: Tipik korozyon ürünleri nedeniyle mekanik yöntemler tercih edilmiştir. Korozyonlar üzerindeki pasivize etme etkisi nedeniyle BTA kullanımı sağlamlaştırma aşamasında ve koruyucu yüzey oluşturmada ise Paraloid B-72 kullanımı tercih edilmiştir.

Gerçekleştirilen Koruma ve Onarım Uygulaması: Mekanik olarak stereo zoom mikroskop kullanılarak temizlenen sikke BTA (%3 alkol içerisinde çözdürülmüştür) çözeltisinde 24 saat vakum altında bekletilmiştir. Paraloid B-72 (%5 aseton içerisinde çözdürülmüştür) daldırma tekniği ile uygulanarak koruyucu yüzey tabakası oluşturulmuştur.

Depolama: 20-22°C sıcaklıkta ve %30-35 bağıl nem değerleri aralığında depolanmıştır.

5.1.16. CER 17 bul. no.lu sikke (katalog 1)

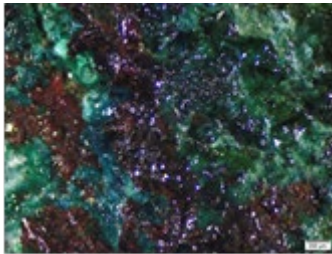
CER 17		
Buluntu yeri: Yamaç Hamamı Su Kanalı		
Buluntu seviyesi: 8,35 m		
Çap: 24 mm		
Gram: 4,35		
Dönemi: Geç Roma MS 4-5.yy		

Resim 5.61. CER 17 bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali

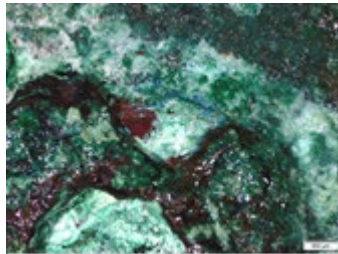
Element Tespiti: CER 17 kodlu sikkenin element tayini El tipi XRF (hh-xrf) ile yapılmıştır. Buna göre; %79,87 bakır, %13,94 kalay, %5,34 kurşun içermektedir. %0,85 diğer elementleri içermektedir.

Mineral Kaynaklı Bozulmaların Tespiti: Gözlemsel incelemeye göre, malahit, küprit, azurit, atakamit ve paratakamit korozyonları tespit edilmiştir.

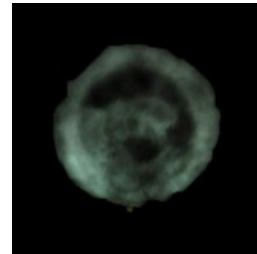
Toprak Analiz Sonuçları: Nem %6,03, pH (20°C) 9,1, iletkenlik 254 µS/cm tuzluluk 0,1g/L organik madde %0,65



Resim 5.62. CER 17 mikroskop görüntüsü



Resim 5.63. CER 17 mikroskop görüntüsü



Resim 5.64. CER 17 radyografisi

Koruma ve Onarım Yönteminin Seçimi: Tipik korozyon ürünleri nedeniyle mekanik yöntemler tercih edilmiştir. Korozyonlar üzerindeki pasivize etme etkisi nedeniyle BTA kullanımı sağlamlaştırma aşamasında ve koruyucu yüzey oluşturmada ise Paraloid B-72 kullanımı tercih edilmiştir.

Gerçekleştirilen Koruma ve Onarım Uygulaması: Mekanik olarak stereo zoom mikroskop kullanılarak temizlenen sikke BTA (%3 alkol içerisinde çözdürülmüştür) çözeltisinde 24 saat vakum altında bekletilmiştir. Paraloid B-72 (%5 aseton içerisinde çözdürülmüştür) daldırma tekniği ile uygulanarak koruyucu yüzey tabakası oluşturulmuştur.

Depolama: 20-22°C sıcaklıkta ve %30-35 bağıl nem değerleri aralığında depolanmıştır.

5.1.17. CER 78 bul. no.lu sikke (Katalog 17)

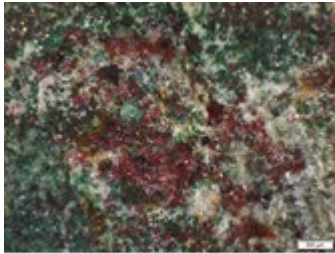
CER 78		
Buluntu yeri: Yamaç Hamamı Su kanalı		
Buluntu seviyesi: 8,50 m		
Çap: 19 mm		
Gram: 2,72		
Dönemi: Geç Roma İmp. MS 4-5.yy		

Resim 5.65. CER 78 bul. no.lu bronz sikke, temizlik öncesi ve sonrası hali

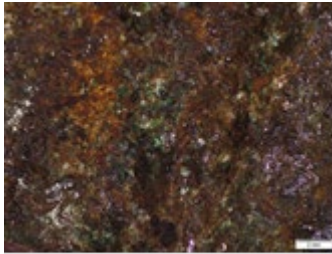
Element Tespiti: CER 78 kodlu sikkenin element tayini El tipi XRF (hh-xrf) ile yapılmıştır. Buna göre; %40,67 bakır, %0,95 kalay, %31,47 kurşun %26,31 demir içermektedir. %0,6 diğer elementleri içermektedir.

Mineral Kaynaklı Bozulmaların Tespiti: Gözlemsel incelemeye göre, küprit ve atakamit korozyonları tespit edilmiştir.

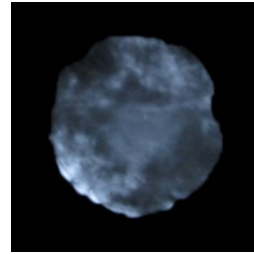
Toprak Analiz Sonuçları: Nem %6,03, pH (20°C) 9,1, iletkenlik 254 µS/cm tuzluluk 0,1g/L organik madde %0,65



Resim 5.66. CER 78 mikroskop görüntüsü



Resim 5.67. CER 78 mikroskop görüntüsü



Resim 5.68. CER 78 radyografisi

Koruma ve Onarım Yönteminin Seçimi: Tipik korozyon ürünleri nedeniyle mekanik yöntemler tercih edilmiştir. Korozyonlar üzerindeki pasivize etme etkisi nedeniyle

BTA kullanımı sağlamlaştırma aşamasında ve koruyucu yüzey oluşturmada ise Paraloid B-72 kullanımı tercih edilmiştir.

Gerçekleştirilen Koruma ve Onarım Uygulaması: Mekanik olarak stereo zoom mikroskop kullanılarak temizlenen sikke BTA (%3 alkol içerisinde çözündürülmüştür) çözeltisinde 24 saat vakum altında bekletilmiştir. Paraloid B-72 (%5 aseton içerisinde çözündürülmüştür) daldırma tekniği ile uygulanarak koruyucu yüzey tabakası oluşturulmuştur.

Depolama: 20-22°C sıcaklıkta ve %30-35 bağıl nem değerleri aralığında depolanmıştır.

5.2. Koruma Onarım Uygulamaları

Koruma onarım uygulamaları öncesinde elde edilen veriler bronz sikkelere yapılacak olan müdahalelerde belirleyici olmuştur. Öncelikle X-ray verileri kontrol edilmiş, sikkelerdeki metal ve korozyon tabakaları ayrımı belirlenmiş, kırık, eksik ve zayıflıklar gözlemlenmiş, metalin korunma durumundan emin olunduktan sonra çalışma yöntemlerine karar verilmiştir.

Sikkeler üzerinde gözlenen korozyon tabakaları ilk olarak mikroskop altında incelenmiş ve yeterli numune alınabilen korozyon numuneleri XRD yöntemi ile tanımlanarak gözlemsel olarak tespit edilemeyecek olan bozulmalar saptanmıştır. El tipi XRF (hh-XRF) yöntemi ile yapılan element tayinleri ve oranlarına göre sağlamlaştırma yöntemine karar verilmiştir.

Bronz sikkeler üzerindeki korozyon tabakalarını uzaklaştırmak amacıyla temizlik yöntemi olarak mekanik müdahale tercih edilmiştir. X-ray görüntülerinden elde edilen veriler sayesinde, sikkeler üzerindeki yazı, şekil ve figürlerin ortaya çıkartılması için mekanik yöntemin kullanılabileceği, kimyasal müdahalelerin risklerinden dolayı kullanılmasına gerek olmadığı kararı verilmiştir.

5.2.1. Yöntem Seçimi

Parion bronz sikkeler üzerinde yapılan analizler sikkelerin küprit, nantokit, malahit, atakamit, paratakamit ve klinoatakamit gibi tipik denilebilecek bozulmalara sahip olduğunu göstermiştir. Buna göre; temizlik yöntemi olarak mekanik müdahale söz konusu bozulmaları sikkeler üzerinden uzaklaştırmada yeterli görüldüğü için tercih edilmiştir. Ayrıca koruma onarımı yapılacak olan buluntunun sikke olması nedeniyle de mekanik temizlik müdahalesinin gerekli olduğu düşünülmüştür. Çünkü; sikkeler kullanım itibari ile küçük çapta olan buluntulardır ve üzerlerinde bulunan lejant ve figürler çeşitli ayrıntılar ile donatılmıştır. Kimyasal bir işlemin sonucunda ayrıntıları kaybetme riski olacağından dolayı, sikkelerin bütünlüğünde herhangi bir zarar gelmesi tanımlamayı güçleştireceği için mekanik temizlik yöntemi tercih edilmiştir.

5.2.2. Temizlik uygulamaları

Parion bronz sikkeleri üzerindeki korozyon tabakaları, mekanik temizlik uygulamasıyla temizlenmiştir. Çalışmada stereo Zoom Mikroskop altında 15 numara bisturi ucu kullanılmıştır (**Resim 5.18, 5.19**).



Resim 5.69. Stereo Zoom Mikroskop



Resim 5.70. Stereo Zoom Mikroskop kullanarak mekanik temizlik uygulaması

Sikkeler üzerindeki ayrıntıların ortaya çıkarılmasında, birturi ile yapılan temizlik dışında, 3 mm.'lik cam elyaf kalem, yüzeyi çizmeyecek biçimde dairesel hareketler ile kullanılmıştır.

Sikkeler üzerindeki küprit ve nantokit tabakaları mevcut ise, bu bozulma oluşumlarının tamamen kaldırılması yerine özgün yüzey seviyesine kadar temizlenecek biçimde uygulama yapılmıştır. Malzeme üzerindeki küprit ve sonrasında oluşan nantokit, metalde etkileri devam bozulmalar olduğundan mekanik olarak tamamen kaldırılması istenmemiştir Nitekim, sikkenin yüzeyini aşan ve daha derine giden bir temizlik uygulaması yapılması halinde yüzeyde kayıplar oluşturarak çukurluklu görüntüye sebep olacak; böylece malzemenin temel özelliklerini oluşturan yazı ve figürler de kaybedilmiş olacaktır. Çalışmada karşılaşılan bu tür durumda, sadece bozulmayı değil bozulmanın özgüne ne derecede işlediği konusuna dikkat edilmiş ve kontrollü çalışma yapılmıştır. Çalışmanın bu aşamasında kazı ekiplerinden de destek alınmıştır. Temizlik işlemi biten bronz sikkeler bünyesindeki nemin uzaklaştırılması amacıyla alkol içerisinde kısa bir süre bekletildikten sonra ve sağlamlaştırma uygulamasına geçmeden önce, arkeolojik olarak belgeleme çalışmaları nümismatlar tarafından yapılmıştır. Geçen bu sürede sikkeler laboratuvardaki ortam koşullarından etkilenmemesi için içinde silika jel bulunan havasız kabinde bekletilmiştir.



Resim 5.71. Nem göstergeli havasız kabin

5.2.3. Sağlamaştırma uygulamaları

Belgeleme işlemleri ardından havasız kabinden alınan bronz sikkelerde malzemenin sağlamaştırma işleminde alkol içerisinde %3'lük oranda çözündürülmüş BTA, yüzey koruma işlemleri için ise Paraloid B 72 türü akrilik reçine çözeltisi kullanılmıştır.

Uygulamada her bir sikke, küçük cam bardaklara konarak BTA (Benzotriazol; %3 Alkol içerisinde) solüsyonu emdirilmek üzere vakumlu desikatör içerisine alınmışlardır (**Resim 5.21**). Havası alınmış desikatör içerisinde 24 saat süreyle bekletilen sikkeler bu süre sonunda desikatörden çıkartılarak kuruması için bırakılmışlardır.

BTA solüsyon emdirilmesi işlemi tamamlanan sikkelerde, yüzeye akrilik reçine türü olan Paraloid B-72 uygulanarak koruma tabakası oluşturulmuştur. Paraloid B-72 %5'lik oranda aseton içerisinde çözündürülmüş, sikkelere daldırma yöntemi ile uygulanmıştır.



Resim 5.72. Vakumlu desikatörde BTA uygulaması

5.2.4. Depolama

Parion bronz sikkelerinde, yapılan koruma onarım müdahaleleri sonrasında, iyileştirilerek sağlamlaştırılmaları tamamlanmış eserlerin mevcut durumlarını korumaları amacıyla, uygun şartlarda depolanmışlardır.

Parion kazı deposu 2,50 m. en 12.25 m. boy ölçülerine sahiptir. Depo yapısının dış duvarları nem ve sıcaklığı dengede tutmak amacıyla yalıtım malzemesiyle kaplanmıştır. Kazı evi içerisinde konumlanmış olan buluntu deposu içerisinde, RETY RNK 200 marka nem alma cihazı bulunmaktadır. Cihaz günlük 35 lt su toplama kapasitesinde, maksimum 400 m³ alanda kullanım özelliğine ve otomatik olarak kendini kapatma-yeniden çalışma fonksiyonuna sahiptir.

Kazı buluntu deposu nem alma cihazı sayesinde 20-22°C sıcaklıkta ve % 30-35 bağıl nem değerleri aralığında tutulmaktadır. Bu ortam koşullarında depolanan bronz sikkelerin periyodik kontrolleri kazı sezonlarında yıllık olarak yapılmaktadır. Kış aylarında kazı deposu ortam koşullarını istenen değerlerde tutmak mümkün olmadığından teze konu olan bronz sikkelerin bazılarında atakamit görülmüştür. Bozulma reaksiyonlarının tekrarlandığı sikkelere laboratuvar ortamında mekanik temizlik ve sağlamlaştırma çalışmaları yapılmıştır.

6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Parion kazılarında ele geçen 17 adet bronz sikke üzerinde yapılan incelemeler sonucunda, malzeme ve bozulmaları tanımlanmış, bozulmaların yoğunluğu ve niteliği hakkında tespit yapılmıştır.

Parion kazılarında, farklı çalışma alanlarından ele geçen bronz sikkelerin, bulundukları ortam şartları incelenmiş ve bu şartlar altında bozulmaları değerlendirilmiştir.

Bronz sikkeler üzerinde yapılan El tipi XRF (hh-XRF) analiz yöntemi ile tespit edilen element içerikleri ve oranlarına incelendiğinde Geç Hellenistik - Erken Roma Dönemi'nden Geç Roma Dönemi'ne doğru sikkelerde kullanılan bakır oranında artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca Geç Hellenistik - Erken Roma Dönemi'nde sikkelerde kurşun alaşımı oranlarının yüksekliği dikkat çekmektedir. Ancak istisnai olarak bu tespit dışında kalan sikkelerde mevcut olduğundan kesin olarak bir yargıda bulunmak doğru olmayacaktır. Yapılan analizler dikkate alınarak ileriki dönemlerde farklı gruplandırmaların yapılması, element içerikleri ve dönemsel geçişler hakkında daha detaylı bilgi sahibi olmak mümkündür. İncelenen bronz sikkelerden CFJ 14, CFJ 15, CFJ 17, CER 17 kalay alaşımlı bronzlar, CDV 31, CDV 33, CFD 1, CFB 7, CFB 14, CFJ 7, CFJ 14, CEJ 1, CER 78 kurşun alaşımlı bronzlardır. CFB 9, CDM 11, CDS 1 ve CFJ 5 kodlu sikkelerde ise %90'dan fazla bakır oranı tespit edilmiştir.

Çizelge 6.1. El tipi XRF verileri tablosu

Alloy Plus	Cu (bakır) %	Pb (kurşun) %	Sn (kalay) %
CFD-1	72,93	16,85	2,70
CDV-31	34,44	41,69	22,25
CFB-7	39,91	55,84	3,51
CEJ-1	5,63	38,13	1,06
CER-78	40,67	31,47	0,95
CER-35	62,62	33,76	0,86
CFB-14	69,67	20,52	8,69
CFJ-5	92,80	2,13	3,79
CDS-1	97,58	1,63	0,051
CDM-11	96,46	1,94	0,47
CFB-9	91,99	6,54	0,60
CER-82	61,42	35,08	1,88
CFJ-7	62,36	24,60	11,33
CFJ-15	80,80	7,49	10,40
CER-17	79,87	5,34	13,94
CFJ-17	46,59	5,26	33,72
CFJ-14	62,91	26,53	8,66

Bronz sikkelerde, tespit edilen element içeriklerinin bozulmaya etkisi değerlendirildiğinde; toprak altında bulundukları ortamla birlikte ele alınması ve sadece element içeriklerine bakılarak bozulmaların nedenlerini araştırmanın yeterli olmayacağı ortaya çıkmıştır

Örneğin Odeion'dan ele geçen sikkelerde yüksek oranda tahribat tespit edilmiştir. Odeion'da tonozlu alanda ele geçen bronz sikkelerin nemden etkilendiğini, kış aylarında yağın yağmurun eğimden dolayı tonozun içine dolduğu, yaz aylarında sıcakla birlikte yükselen nem oranları da göz önüne alındığında sikkelerdeki yoğun bozulma ve yüzey tahribatlarının nedeni anlaşılmaktadır.

Yüksek nem ihtiva eden Yamaç Hamamı su kuyusundan ele geçen CER kodlu sikkelerdeki yoğun bozulma Odeion'dan ele geçen sikkelerdeki bozulmaların nedenini destekler niteliktedir.

Roma Hamamı'nda ve Yamaç Hamamı'nda bulunan ve çalışma kapsamında incelenen bronz sikkeler, Odeion, Tiyatro ve Yamaç Hamamı su kuyusunda bulunanlara göre toprak altında daha iyi korunmuş olup, yüzeydeki deformasyona rağmen yazı ve figürleri tanımlanabilir niteliktedir.

Yamaç Hamamından ele geçen CFB 7 kodlu sikkede yüksek oranda (% 55,84) kurşun katkısı tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında incelenenlerden farklı tipte bir bozulmaya sahip olan bu sikke üzerinde metalik siyah-gri renkte bir bozulma belirgin şekilde göze çarpmaktadır. Yeterli korozyon numunesi miktarına ulaşamadığı için XRD analizi yapılamamıştır. Gözlemsel olarak incelendiğinde metalik siyah-gri renk tenorit veya bakır sülfür bileşiğine işaret etmektedir. Ancak sikkedeki kurşun alaşımının yüksek oranda olduğu düşünüldüğünde metalik siyah-gri rengin kurşun katkıdan kaynaklandığı da düşünülebilir. İleri analiz teknikleriyle ve daha kapsamlı araştırılma gerektiren bu durumda, tam kesinleşmeden yanılgıya yol açacağından bozulma tanımlanmadan bırakılmıştır.

İncelenen bronz sikkelerdeki bozulmalar, genel itibariyle birbirine benzerdir. Gözleme ve analizlerle yapılan incelemelere göre, sikkelerde tipik olarak küprit korozyonu görülmektedir. Diğer korozyon ürünleri atakamit, paratakamit, nantokit ve klinoatakamit'tir. Klinoatakamit yalnızca XRD ile yapılan incelemeler sonucunda tanımlanabilmiştir. Doğada atakamit ile bitişik halde bulunan klinoatakamit mineralini gözlemsel olarak atakamitten ayrı bir şekilde tanımlamak mümkün değildir. Sikkelerin metal özünün kaybı az olmakla birlikte kırıklar ve çatlaklar mevcuttur.

Bronz sikkelerin ele geçtiği alanlardan alınan toprak numunelerinde yapılan analiz verilerine bakıldığında Parion kazı alanı toprağının orta ve şiddetli derecede alkali bir toprak yapısı olduğu tespit edilmiştir. Konuyla ilgili yapılan çalışmalarla birlikte değerlendirildiğinde; genellikle asidik yapıdaki toprakların bronzlar üzerinde şiddetli bozulmalara sebep olduğu bilinmekle birlikte, yapılan analizler sayesinde, orta ve şiddetli derecede alkali olduğunu ortaya çıkan Parion kazı alanı toprağının bronz sikkeler üzerindeki olumsuz etkisi de ortaya konmuştur. Kazı alanlarının, Ayrıca kullanım itibariyle kazı çalışmaları öncesinde tarım yapılan topraklar olması

nedeniyle kullanılan ilaçların, toprağın yapısını etkilediğini ve buluntular üzerinde dolaylı yollardan tahribata yol açtığını söylemek mümkündür.

Toprak numunelerinden elde edilen tuzluluk oranlarına bakıldığında oldukça düşük yüzdelerde olduğu ortaya çıkmıştır. Liman kenti olan Parion için beklenmeyen bir sonuç oluşturan bu veriler, topraklardaki tuzluluk oranlarının daha farklı yöntem ve belki de yerinde yapılması gereken analizler ile tekrar araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Benzer şekilde nem yüzdeleri de sikkeler üzerinde görülen bozulmaları destekleyecek verilere sahip değildir. Ancak nem oranları kendi içine değerlendirmeye alındığında, Yamaç Hamamı su kuyusundan ele geçen sikkelerin yakınından alınan toprak numunelerindeki nem oranlarının diğer alanlardan alınanlardan belirgin şekilde daha yüksek oranlarda olduğu tespit edilmiştir. Topraktaki nem oran yüksekliğine bağlı gelişen sorunlar, sikkeler üzerinde de gözlemlenebilmektedir.

Söz konusu bronz sikkelerin bozulma yoğunluğu, basit gözlemsel analiz ile tespit edilebilmektedir; fakat X-ray ile tarama yapılarak elde edilen görüntüler sikkelerin metal yoğunluğu ve kaybı hakkında destekleyici veriler ortaya koymuştur.

Verilere göre Odeion'dan ele geçen CFJ 17 buluntu kodlu sikkede yüksek oranda metal kaybı gözlemlenmiştir. X-ray taraması da bu gözlemi destekler niteliktedir. Genel olarak değerlendirildiğinde bronz sikkelerin metal özlerinden fazla kayıp olmadığı sonucuna varılmıştır.

Analiz sonuçları değerlendirilen 17 adet sikke, mekanik olarak temizlenmiş ve ardından BTA (%3 alkol içerisinde) ile sağlamlaştırılmıştır. Paraloid B-72 (%5 Aseton içinde) kullanılarak yüzeyde koruyucu bir tabaka oluşması sağlanmıştır. Kimyasal temizlik yöntemleri kontrolsüz olması nedeniyle tercih edilmemiştir. Sikkelerin temizlik işlemleri Stereo Zoom mikroskop kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Korozyon tabakalarının net bir şekilde ayırt edilebilmesi ancak mikroskop altında sağlanmıştır. Mikroskop kullanımı ayrıca temizlik çalışmasının metale zarar vermeden gerçekleştirilebilmesine imkân sağlamıştır.

Sağlamlaştırmada yöntem ve kullanılacak malzemeye karar verme aşamasından önce konuyla ilgili literatür çalışması yapılmış, incelenen yayınlar doğrultusunda stabilizasyonu sağlamak amacıyla BTA, ve yüzey koruyucu akrilik reçine olarak ise Paraloid-72 kullanımına karar verilmiştir.

Yapılan koruma onarım uygulamaları sonrasında bronz sikkelerin depolanması işleminde, %30-35 bağıl nem aralığında ve 20-22°C sıcaklıktaki ortam şartları esas alınmıştır.

Bronz sikkeler konu seçilerek yaklaşık üç yıllık bir süreyi kapsayan çalışmamızda, seçilen sikkelerde fiziksel ve kimyasal tanımlama yapılarak bozulmaları hakkında bilgi verilmiştir. Bozulmalara etki eden faktörler ele alınmış ve analiz verileriyle desteklenmiştir.

Yapılan bu çalışmanın sonuçları yalnızca sikkeler için değil arkeolojik kazı buluntusu bronzlar buluntular için de değerlendirilebilir niteliktedir. Ancak hemen söylenmesi gerekir ki incelenen buluntularda tespit edilen alaşım elementlerinin bozulmalara etkisinin belirlenmesi, ancak farklı bölgelerden ele geçen sayıca çok daha fazla sikke üzerinde çalışılarak, detaylı analiz ve gözlemlerle ve daha kapsamlı çalışmalarla ortaya konulabilecektir.



KAYNAKLAR

- Al-Zahrani A. A. (1999). *Chloride Ion Removal From Archaeological Iron and β -FeOOH*, Unpublished Doctoral Thesis, University of Wales Cardiff, England.
- Angelini, E., Rosalbino, F., Grassini, S. (2007). Simulation of Corrosion Processes of Buried Archaeological Bronze Artifacts., P. Dillmann, G. Béranger, P. Piccardo and H. Matthiessen. (Edited by). *Corrosion of Metallic Heritage Artifacts Volume 48*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, s. 203-218.
- Avram, A. (2004). The Propontic Coast of Asia Minor., M.H. Hansen and T. H. Nielsen. (Editörler). *An Inventory of Archaic and Classical Poleis*. New York: Oxford University Press, s. 974-999.
- Balkabad, A. M. (2015). *Açık Ocaklarda Kullanılan Delik Delme Makinelerinin Performansını Etkileyen Parametrelerin Araştırılması*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Başaran, C. (1998). *Arkeolojiye Giriş*. Erzurum: Akademik Araştırmalar Yayınevi.
- Başaran, C. (1999). *Parion 1997 Araştırmaları*. 16. Araştırma Sonuçları Toplantısı, 1, Ankara: T.C. Kültür Bakanlığı Milli Kütüphane Basımevi. s. 349-364.
- Başaran, C. (2001). *Kuzey Troas Parion Yüzey Araştırmaları 1999*. 18. Araştırma Sonuçları Toplantısı (AST), 2, Ankara: T.C. Kültür Bakanlığı Milli Kütüphane Basımevi, s. 225-236.
- Başaran, C. (2002). *Geçmişten Günümüze Bayramiç Tarihi Coğrafyası ve Arkeolojisi*. Ankara: T.C. Kültür Bakanlığı Milli Kütüphane Basımevi.
- Başaran, C. (2004). *Kuzey Troas Parion Yüzey Araştırmaları 2002*. 21. Araştırma Sonuçları Toplantısı (AST), 1, Ankara: T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Döşüm Basımevi, s. 185-192.
- Başaran, C. (2006). Parion: Karanlıktan Gün Işığına., T. Takaoğlu. (Editör). *Anadolu Arkeolojisine Katkılar 65. Yaşında Abdullah Yaylalı'ya Sunulan Yazılar*. İstanbul: Hitit Color, s. 185-200.
- Başaran, C. (2008). Parion'dan Persia'ya Yol Gider., İ. Delemen, S. Çokay, A. Özdizbay, Ö. Turak. (Editörler). *Prof. Dr. Haluk Abbasoğlu'na 65. Yaş Armağanı*. 1. Cilt. İstanbul: AKMED, s. 133-137.
- Başaran, C., Ergürer H. E. (2012). Parion Odeion'u (Bouleuterion ?) 2010 Çalışmaları ve Odeion'da Bulunan Seramikler. *OLBA*, XX, 245-289.
- Başaran, C. (2013). Araştırmalar., C. Başaran. (Editör). *Antik Troas'ın Parlayan Kenti Parion 1997-2009 Yılları Arası Yüzey Araştırmaları Kazı ve Restorasyon Çalışmaları*. İstanbul: Ege Yayınları, s. 27-28.

- Başaran, C. (2014). Parion Kazı ve Sondaj Çalışmaları 2005-2013., H. Kasapoğlu ve M. A. Yılmaz. (Editörler). *Anadolu'nun Zirvesinde Türk Arkeolojisinin 40. Yılı*. Ankara: Bilgin Kültür Yayınları, s. 97-116.
- Baykan, C. (2018). Arkeolojik Buluntuların Koruma ve Onarımında Paraloid B-72. *MASROP E-Dergi*, 12(1), 1-9.
- Bayrak, İ. (2005). *Polyvinylpyrrolidone Serbest Radikal Polimerizasyonunun Dielektrik Spektroskopisinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Berthelot, M. P. E. (1895). Etude sur les Metaux qui composent les objets de cuivre de bronze, d'étain, d'or, et d'argent, découverts dans les fouilles de Dahchour, on provenant du Musée de Gizeh., J. De Morgan. (Editör). *Fouilles à Dachour*. Vienna. A. Holzhausen, s. 131-146.
- Beşkonaklı, J. (2010). *Dolmabahçe Sarayı'nda Endirekt Koruma Yöntemleri*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bloom, M. C., Smith, Jr. S. H. (1969). *The Corrosion Products of Iron and Their Relation to Corrosion in Steam Generating Equipment*.
- British Museum. Catalogue of Greek Coins (BMC)*, 29 cilt.
- Brown, J. P. (2010). The Field Museum Archaeological Metals Project: Distributed, in Situ Micro – Environments for the Preservation of Unstable Archaeological Metals Using Escal Barrier Film. *Objects Specialty Group Postprints*, 17, 133-146.
- Boccia, A., Friedman, L. H. (2011). Stabilization of Iron Artifacts from Kaleböyük: A Comparison of Chemical and Environmental Methods. *Studies in Conservation*, 56(3), 179-190.
- Burke, J. (1992). Vapor Barrier Film. *Western Association for Art Conservation (WAAC) Newsletter*, 14(2), 13-17.
- Cronyn, J. M. (1990). *The Elements of Archaeological Conservation*. London: Routledge.
- Çelikbaş, E. (2015). Parion'dan Bir Trapezophoros (= Masa Ayağı), C. Başaran ve V. Keleş. (Editörler). *Parion Kazıları 10. Yıl Armağanı*. Ankara: Bilgin Kültür Sanat Yayınevi, s. 43-48.
- Doğruer, F. S., Şener, Y. S. (2017). Efes Müzesi'nin Mekânsal ve Yapısal Özelliklerinin Önleyici Koruma Açısından İncelenmesi. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 20, 239-255.
- Duncan, S., Ganiaris, H. (1987). Some Sulphide Corrosion Products on Copper and Lead Alloys from London waterfront Sites., J. Black (Edited by). *In Recent*

- Advances in the Conservation and Analysis of Artifacts*. London. Summer Schools Press, University of London, s. 109-118.
- Einarsdóttir, S. S. (2012). *Mass Conservation of Archaeological Iron Artifacts A Case Study at the National Museum of Iceland*. Göteborgs Universitet Institutionen för Kulturvård, Sweden.
- Evans, U. R. (1960). *The Corrosion and Oxidation of Metals: Scientific Principles and Practical Applications*. London: Edward Arnold LTD.
- Faltermaier, R. B. (1995). *The Evaluation of Corrosion Inhibitors for Application to Copper and Copper Alloy Archaeological Artifacts*, Unpublished Doctoral Thesis, University of London, Department of Conservation and Museum Studies Institute of Archaeology, London.
- Faltermeier, R. B. (1998). A Corrosion Inhibitor Test for Copper-Based Artifacts. *Studies in Conservation*, 44, 121-128.
- Fathalizadeh, A. (2012). Eski Çağda Demir Üretim, Teori ve Teknolojisi. *Metalurji*, 164, 53-60.
- Fink, C. G., Eldridge, C. H. (1926). The Restoration of Ancient Bronzes. *Scientific American*, 134(3), 172-173.
- Frisch, P. (1983). *Die Inschriften von Parion*. Bonn: Rudolf Habelt.
- Gerwin, W., Baumhauer, R. (2000). Effect of Soil Parameters on the Corrosion of Archaeological Metal Finds. *Geoderma*, 1-2, 63-80.
- Gettens, R. J. (1963). The Corrosion Products of Metal Antiquities, *In Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institute*. Washington. US Government Printing Office, s. 547-568.
- Gu, J. D., Ford, T. E., Mitchell, R. (2011). Microbial Degradation of Materials: General Processes., Revie, R. W. (Edited by). *Uhlig's Corrosion Handbook*, (Third Edition). Canada. Wiley A John Wiley & Sons, INC. Publication, s. 351-364.
- Gürü, M., Yalçın, H. (2006). *Malzeme Bilgisi*. Ankara: Palme Yayınevi.
- Graedel, T. E., Frankenthal, R. (1990). Corrosion Mechanisms for Iron and Low Alloy Steels Exposed to the Atmosphere. *Journal of the Electrochemical Society*, 137(8), 2385-2394.
- Göymen, G., Koç, Ş. (2000). *Cevher Mikroskobisi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları.
- Habashi, F. (1997). *Handbook of Extractive Metallurgy Volume II: Primary Metals, Secondary Metal, Light Metals*. Germany: Printed in the Federal Republic.

- Horie, V. (2010). *Materials for Conservation Organic Consolidants, Adhesives and Coatings*. (2. Edition). Oxford: Butterworth – Heßnemann.
- Iglesias, J., De Saldaño, E. G., Jaén, J. A. (2001). On the Tannic Acid Interaction with Metallic Iron. *Hyperfine Interactions*, 134, 109-114.
- İnternet: Hamilton, D. L. (1999). Methods for Conserving Archaeological Material from Underwater Sites. <http://www.webcitation.org/78fNU2WtY>: adresinden 26 Mayıs 2019’da alınmıştır.
- İnternet: Huntman Advanced Materials. (2007). http://www.farnell.com/datasheets/1640467.pdf?_ga=2.107480962.144234452.9.1554279574-113661660.1554279574: adresinden 26 Mayıs 2019’da alınmıştır.
- İnternet: Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2019). Toprak Nem Ölçümü. <http://www.webcitation.org/75JjuykwG>: adresinden 10 Ocak 2019’da alınmıştır.
- İnternet: Meteoroloji Genele Müdürlüğü. (2019). Asit Yağmurlar ve Etkileri. <http://www.webcitation.org/75LECuprh>: adresinden 11 Ocak 2019’da alınmıştır.
- İnternet: Michalski, S. (2009). Incorrect Relative Humidity, Ten Agents Deterioration. <http://www.webcitation.org/75Jl7NIQ3>: adresinden 10 Ocak 2019 tarihinde alınmıştır.
- İnternet: Room and Haas Company. (2007). Paraloid™ B-72. <http://www.webcitation.org/77KmntPcs>: adresinden 2 Nisan 2019’da alınmıştır.
- İnternet: Room and Haas Company. (2007). Paraloid™ B-44. <http://www.webcitation.org/78fMdQyQh>: adresinden 26 Mayıs 2019’da alınmıştır.
- İnternet: Room and Haas Company. (2007). Paraloid™ B-48N. <http://www.webcitation.org/78g89WsHU>: adresinden 27 Mayıs 2019’da alınmıştır.
- Jaeger, T. (2008). Removal of Paraffin Wax in the Re-Treatment of Archaeological Iron. *Journal of the American Institute for Conservation*, 47(3), 217-223.
- Jaeschke R., Jaeschke, H. (1988). Early Conservation Techniques in the Petrie Museum., S. C. Watkins and C. E. Brown. *In Conservation of Ancient Egyptian Materials*. London. Institute of Archaeology Publications, s. 17-23.
- Jambor, J. L., Dutrizac, J. E., Roberts, A. C., Grice, J. D., Szymanski, J. T. (1996). Clinoatacamite, a New Polymorph of $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ and its Relationship to Paratacamite and “Anarakite”. *The Canadian Mineralogist*, 34, 61-72.

- Jedrzejewska, H. (1964). The Conservation of Ancient Bronzes. *Studies in Conservation*, 9(1), 23-31.
- Johnson, R. (1984). The Removal of Microcrystalline Wax from Archaeological Ironwork. *Studies in Conservation*, 29(1), 107-109.
- Kasapoğlu, B., E. (2013). *Parion Korinth Aryballosları*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Keleş, V. (2008). İlk Bulgular Işığında Parion Tiyatrosu. *Arkeoloji ve Sanat Dergisi*, 128, 45-56.
- Keleş, V. (2011). *Parion History From Coins*. XIV International Numismatic Congress Proceedings, Gloaskow: s. 237-245.
- Keleş, V. (2012). Giriş., C. Başaran. (Editör). *Antik Troas'ın Parlayan Kenti Parion 1997-2009 Yılları Yüzey Araştırmaları Kazı ve Reatorasyon Çalışmaları*. İstanbul: Ege Yayınları, s. 19-26.
- Keleş, V., Çelikbaş, E. (2014). Parion Roma Kolonizasyon Sikkeleri. *Arkeoloji ve Sanat Dergisi*, 145, 75-84.
- Keleş, V., Yılmaz, A. (2014). Parion Roma Hamamı., H. Kasapoğlu ve M. A. Yılmaz. (Editörler). *Anadolu'nun Zirvesinde Türk Arkeolojisinin 40. Yılı*. Ankara: Bilgin Kültür Yayınları, s. 159-175.
- Keleş, V., Yılmaz, A., Oyarçin, K. (2015). Parion Roma Hamamı 2013 Kazıları ve Sikke Buluntuları. *Arkeoloji ve Sanat Dergisi*, 150, 53-67.
- Klawans, Z. H., Bresset, K. E. (2012). *Handbook of Ancient Greek and Roman Coins: An Official Whitman Guidebook*. Atlanta: Whitman Publishing.
- Koob, S. P. (1986). Adhesive: It's Application for Archaeological Ceramics and Other Materials. *Studies in Conservation*, 31(1), 7-14.
- Kozanlı, C. (2006). Kuzey Troas'ın Zengin Kenti: Parion. *İDOL*, 28, 28-29.
- Kökeş, H. (2013). *Oksitli Bakır Cevherlerinden Hidrometalurjik Yöntemle Bakır Sülfat Kristalleri Üritimi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kökten, H. Z. T. (1994). *Anadolu'da Ele Geçen Akhaemenid Dönemi Araba Buluntuları*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Kökten, İ. K. (1949). 1949 Yılı Tarih Öncesi Araştırmaları Hakkında Kısa Rapor. *Bellekten*, XIII (52), 817-849.
- Kraay, C. M. (1976). *Archaic and Classical Greek Coins*. London: Mathuen.

- Kumar, V. (2018). Preservation Methods of Historical Iron Objects: An Overview. *International Journal of Engineering Science Invention (IJESI)*, 7(3), 22-29.
- Laffi, U. (2001). *Colonie e Municipi Nella Stato Romano*. Roma.
- Lloyd, S. *Ancient Turkey*, E. Varinlioğlu, (çev). (1997). *Türkiye'nin Tarihi: Bir Gezginin Gözüyle Anadolu Uygarlıkları*. Ankara: Tübitak Yayınları. (Eserin orijinali 1989'da yayımlandı).
- Logan, J., Selwyn, L., Cook, C., Grant, T. (2013). Tannic Acid Coating for Rusted Iron Artifacts Formerly Published Under the Title Tannic Acid Treatment. *Canada Conservation Institute CCI Notes*, 9/5, 1-3.
- Mac Donald, G. (1901). *Catalogue of Greek Coins in the Hunterian Museum*. Oxford.
- MacLeod, I. (1981). Bronze Disease: An Electrochemical Explanation. *Istitute For The Conservation of Cultural Material (INC)*, 7(1), 16-26.
- Maden Tetkit Arama. (2016). Türkiye ve Dünyada Bakır. Ankara: Fizibilite Etütleri Dairesi Başkanlığı.
- Magie, D. (1950). *Roman Rule in Asia Minor*. Volume I. America: Princeton University Press.
- Mansel, A. M. (1999). *Ege ve Yunan Tarihi*. (7. Baskı). Ankara: Türk Tarih Kurumu Yayınları.
- Mathias, C., Ramsdale, K., Nixon D. (2004). *Saving Archaeological Iron Using the Revolutionary Preservation System*, Australia: Metal 04: Proceeding of the International Conference on Metals Conservation. s. 28-42.
- McNeil, M. B., Little, B. J. (1999). The Use of Mineralogical Data in Interpretation of Long-Term Microbiological Corrosion Processes: Sulfiding Reactions. *Journal of the American Institute for Conservation*, 38(2), 186-199.
- Moffett, D. (1996). Wax Coatings on Ethnographic Metal Object: Justifications for Allowing a Tradition to Wane. *Journal of the American Institute for Conservation*, 35(1), 1-7.
- Morkholm, O. (2000). Erken Hellenistik Çağ Sikkeleri. (çev. O. Tekin). İstanbul: Homer Kitabevi. (Eserin orijinali 1991'de yayımlandı).
- North, N. A., Pearson, C. (1975). *Alkaline Sulfite Reduction Treatment of Marine Iron*, ICOM Committee for Conservation 4th Trenial Meeting Venice, Paris: International Council of Museums, s. 1-14.
- Oddy, W. A., 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.

- Organ, R. M. (1963). Aspects of Bronze Patina and its Treatment. *Studies in Conservation*, 8(1), 1-9.
- Oyarçin, K. (2017). *Parion'da 2005-2014 Yılları Arasında Ele Geçen Geç Roma ve Erken Bizans Dönemi Sikkeleri (MS 3-7.Yüzyıl)*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Özdemir, S. (2015). Arkeolojik Demir Buluntuların Depolanmasında RP (Devrimci Koruma) Sisteminin ve Escal Paketleme Yönteminin Kullanılması., S. Aras (Editör). *Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Ulusal Müzecilik Sempozyumu Bildirileri Türkiye'de Müzecilik, Yeni Kavramlar ve Uygulamalar*. İstanbul. Deniz Basımevi Müdürlüğü, s. 433-441.
- Özen, L. (1999). Bronz Hastalığı. *Anadolu Medeniyetleri Müzesi 1998 Yıllığı*. Ankara. Plaka Matbaa, s. 291-294.
- Özen, L. (2000). *Bronz Kanseri Hastalığı*. 1. Ulusal Taşınabilir Kültür Varlıkları Konservasyonu ve Restorasyonu Kolokyumu, Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi, s. 177-184.
- Paterakis, A. B., Friedman, L. H. (2011). Stabilization of Iron Artifacts from Kaman-Kalehöyük: A Comparison of Chemical and Environmental Methods. *Studies in Conservation*, 56(3), 179-190.
- Patscheider, J. Veprék, S. (1986). Application of Low-Pressure Hydrogen Plasma to the Conservation of Ancient Iron Artifacts. *Studies Conservation*, 31 (1), 29-36.
- Pausanias, *Description of Greece*, B. Umar (çev). (2002). *Pausanias'da Anadolu Seçmeler*. İstanbul: Yeditepe Üniversitesi Yayınları.
- Perez, N. (2004). *Electrochemistry and Corrosion Science*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Pernot, P. A., Forrières, C., Michael, H., Wéber B. (1994). Optimisation D'UN Traitement De Dechloruration D'Objets Ferreux Dar Plasma D'HYDROGENE. *Studies in Conservation*, 39(4), 232-240.
- Rimmer, M., Wang, Q. (2010). Assessing the Effects of Alkaline Desalination Treatments for Archaeological Iron Using Scanning Electron Microcopy. *The British Museum Technical Research Bulletin*, 4, 79-86.
- Scott, D. A. (1990). Bronze Disease: A Review of Some Chemical Problems and the Role of Relative Humidity. *Journal of the American Institute for Conservation*, 29(2), 193-206.
- Scott, D. A. (2002). *Copper and Bronze in Art Corrosion, Colorants, Conservation*. Los Angeles: Getty Publications.
- Schmidt-Ott, K. (1997). Applications of Low Pressure Plasma Treatment at the Swiss National Museum and Assessment of the Results. *Zeitschrift für*

Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte = Revue suisse d'art et d'archéologie = Rivista svizz d'arte e d'archeologia = Journal of Swiss Archaeology and Art History, 54, 45-50.

Schmidt-Ott, K. (2008). Iron and Silver Objects – Longevity Through Plasma? Application of Plasma Reduction on Iron and Silver Artifacts., Da Silva, A. C. F. and Homem, P. M. (Coord). *Ligas Metálicas Investigação E Conservação*, Porto: Secção de Museologia e Laboratório de Conservação e Restauro do Departamento de Ciências e Técnicas do Património da Faculdade de Letras da Universidade do Porto, s. 63-74.

Sease, C. (1994). *A Conservation Manual for the Field Archaeologist, Archaeological Research Tools*. (Third Edition). Los Angeles: Cotsen Institute of Archaeology Press.

Seltman, C. (1955). *Greek Coins*. London: Methuen.

Snow, C. E. (1990). *Conservation of Objects from Archaeological Sites: Practical Information for Field Conservators with Special Reference to Archaeological Conservation in the Public of Turkey*, Doctoral Thesis, Art Conservation and Technical Service Maryland, America.

Strabon, *Geographika*, (çev. A. Pekman). (2012). *Antik Anadolu Coğrafyası Kitap: XII, XIII, XIV*. İstanbul: Arkeoloji ve Sanat Yayınları.

Tekin, Oğuz. (1994). *Grek ve Roma Sikkeleri*. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.

Tekin, Oğuz. (1997). *Antik Numüsmatik ve Anadolu*. (2. Baskı). İstanbul: Arkeoloji ve Sanat Yayınları.

Tétreault, J., Bégin, P. (2017). Products Using in Preventive Conservation. *Canada Conservation Institute CCI Technical Bulletin*, 32, 1-76.

Tétreault, J., Bégin, P. (2018). Passive Control of Relative Humidity. *Canada Conservation Institute CCI Technical Bulletin*, 33, 1-22.

Turgoose, S. (1982). Post Excavation Changes in Iron Antiquities. *Studies in Conservation*, 27, 97-101.

Uminski, M., Guidetti, V. (1995). The Removal of Chloride Ions from Artificially Corroded Bronze Plates. *Studies in Conservation*, 40(4), 274-278.

Watkinson, D., Al-Zahrani A. (2008). Towards Quantified Assessment of Aqueous Chloride Extraction Methods for Archaeological Iron: De-oxygenated Treatment Environments. *The Conservator*, 31(1), 75-86.

Watkinson, D. (2010). Preservation of Metallic Cultural Heritage., T. J. A. Richardson. (Edited by). *Shreir's Corrosion Vol 4*, (4th ed.). London: Elsevier, s. 3307-3340.

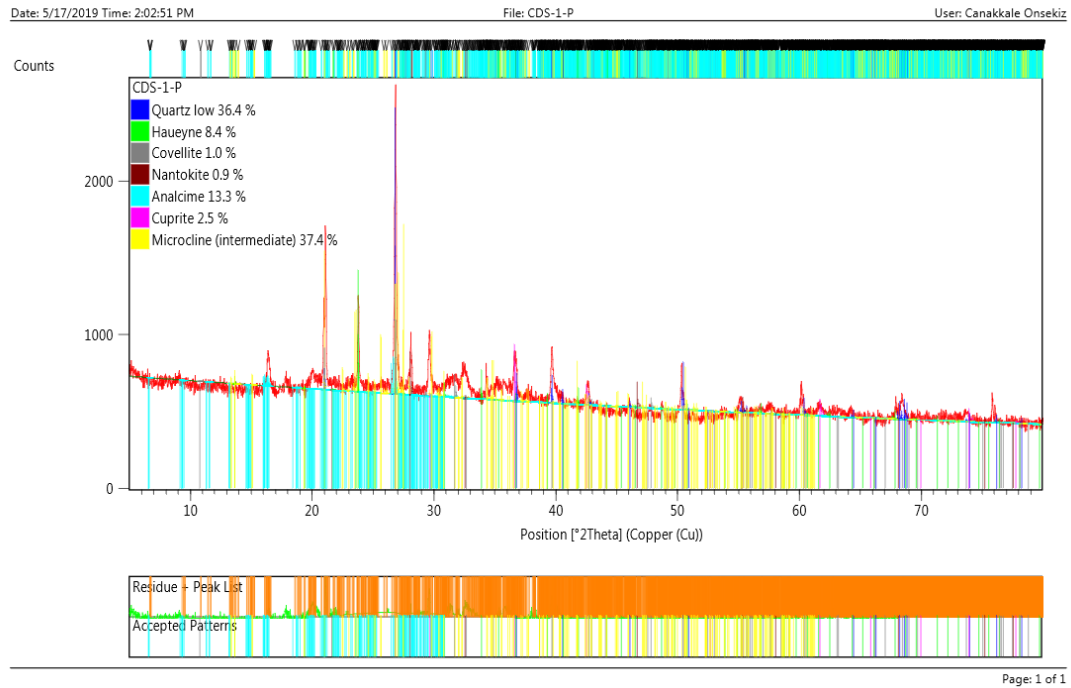
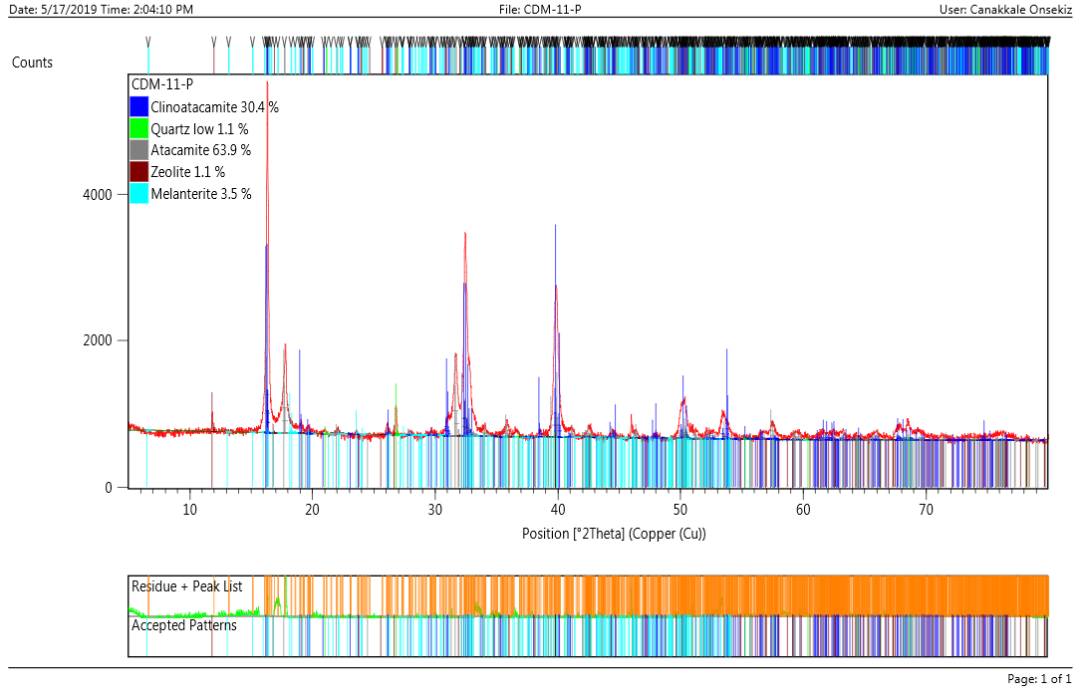
- Watkinson, D., Rimmer M. B., Kergourlay, F. (2013). Alkaline Desalination Techniques for Archaeological Iron., P. Dillmann, D. Watkinson, E. Angelini and A. Adriaens. (Edited by). *Corrosion and Conservation of Cultural Heritage Metallic Artifacts*. England: Woodhead Publishing, s. 407-434.
- Weisser, T. D. (1994). A Perspective on the History of the Cnservation of Archaeological Copper Alloys in the United States. *Journal of the American Istitute for Conservation*, 33(2), 141-152.
- Yegül, F. (2006). *Antik Çağda Hamamlar ve Yıkanma*. İstanbul: Homer Kitapevi.
- Yılmaz, A. (2013a). *2005-2010 Yılları Arasında Bulunan Parion Nekropol Kandilleri*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yılmaz, A. (2013b). Roma Hamamı., C. Başaran (Editör). *Antik Troas'ın Parlayan Kenti Parion 1997-2009 Yılları Yüzey Araştırmaları Kazı ve Restorasyon Çalışmaları*. İstanbul: Ege Yayınları, s. 57-66.
- Yılmaz, A. (2018). The Roman Bath of Parion., D. Katsonopoulou. (Editör). *Paros and It's Colonies*. Athens: Paros Institute, s. 209-221.
- Yüceil, I. G. (2018). *Rezan Has Müzesi Urartu Takı Koleksiyonuna Ait Bir Grup Tunç Eserin Bozulmalarının Araştırılması ve Koruma-Onarım Uygulamaları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

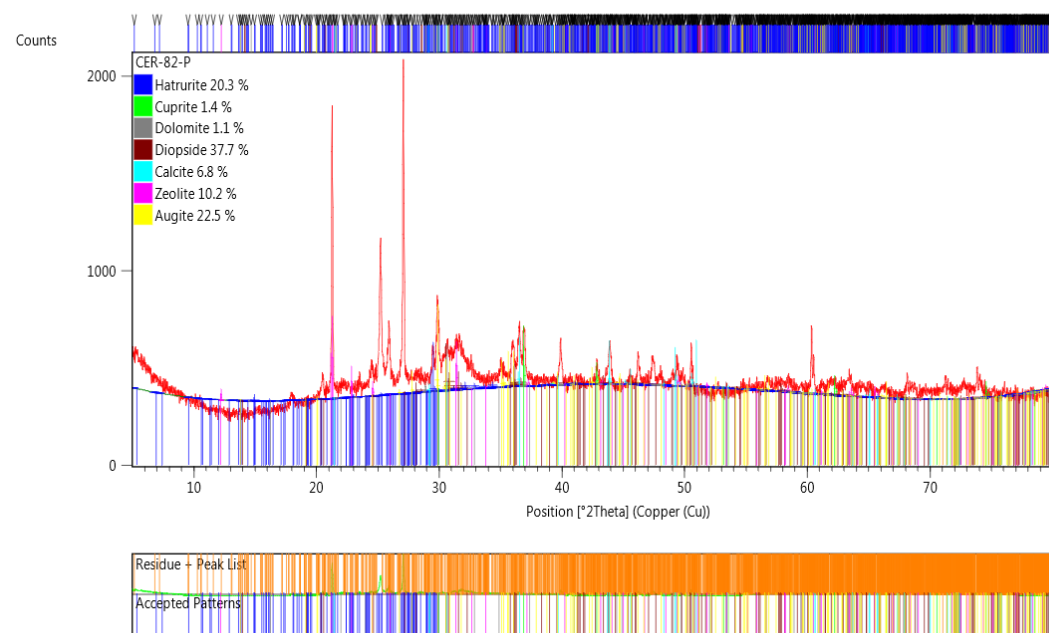
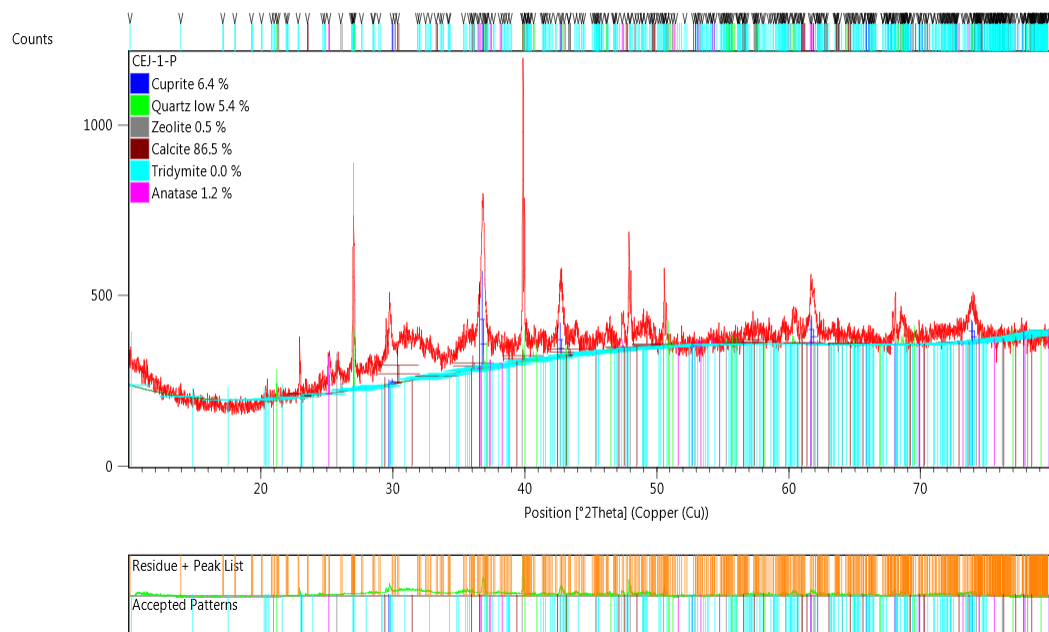


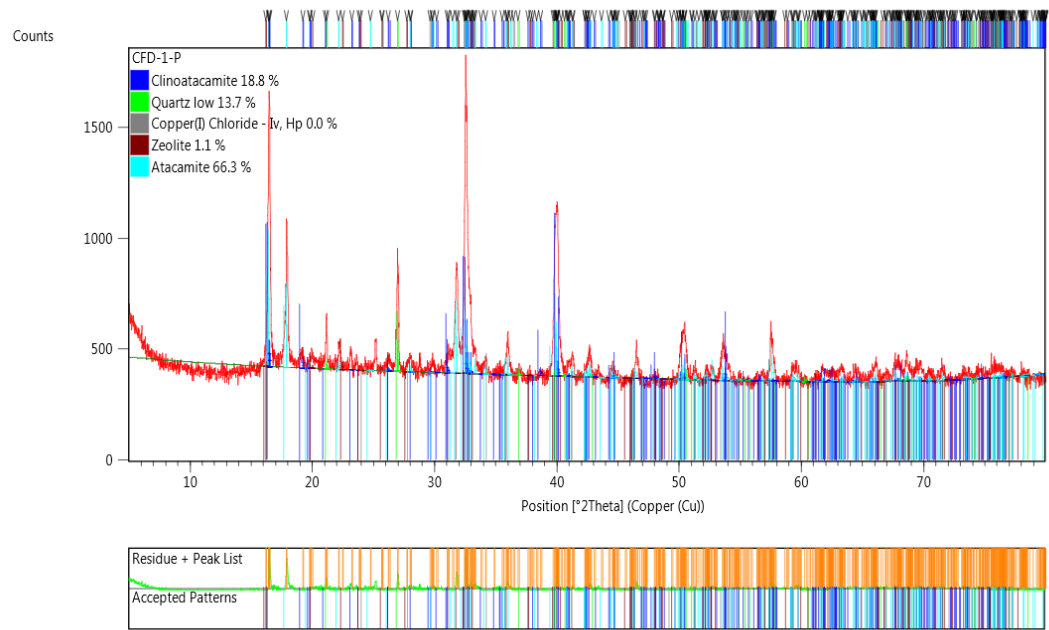
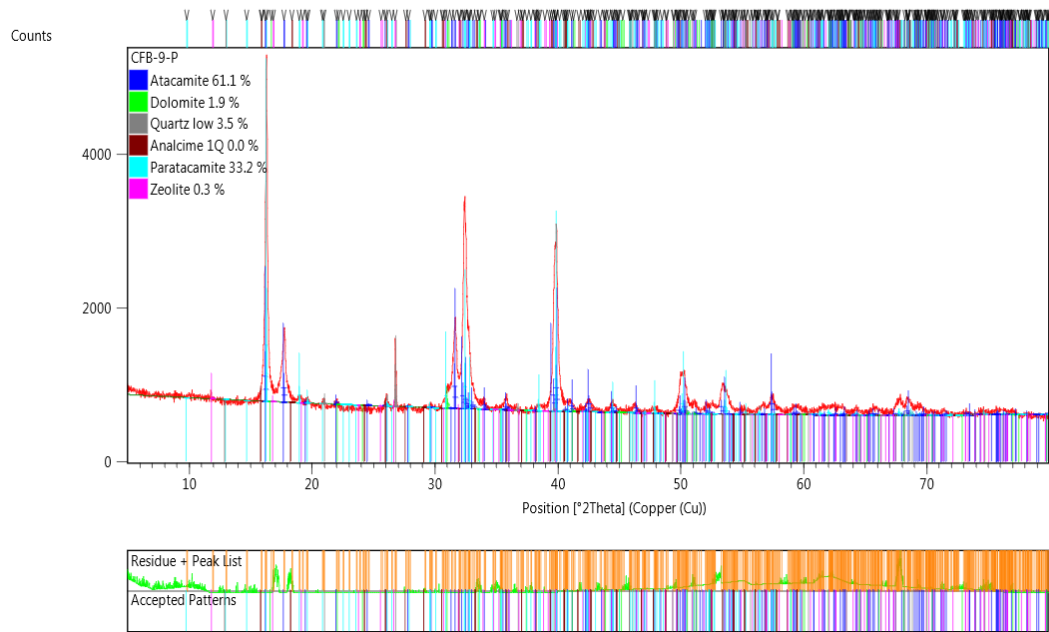


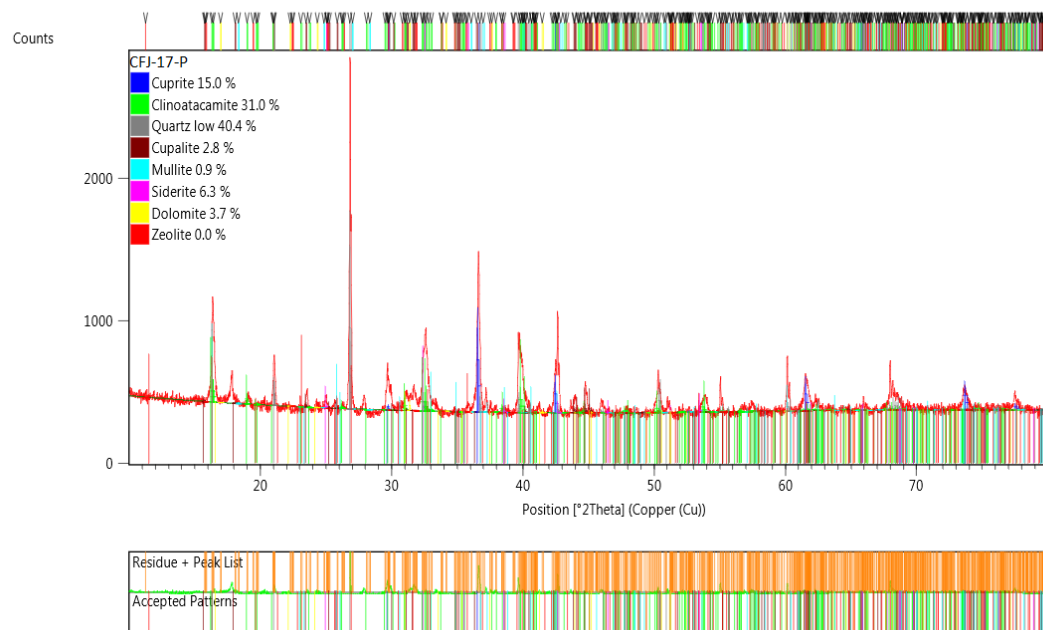


Ek-1. XRD analiz Verileri









Ek-2. Toprak Analizleri

1 - CDM 11 bul. no.lu sikkenin toprak analizi verileri

ANALİZ RAPORU

Rapor No :D26
Rapor Tarihi(Date) :07.03.2017
Numuneyi Alan Kurum/Kişi :Zeynep ARSLAN
Numunenin Cinsi :Toprak (CDM-11)
Numunenin Miktarı ve Kabul Durumu :32.95 g / Kabul
Numunenin Laboratuvara Ulaşma Tarihi :06.02.2017
Analizlerin Yapıldığı Tarih Aralığı :13.02.2017-24.02.2017

PARAMETRE	BİRİM	İLGİLİ MEVZUAT		KULLANILAN ANALİZ ÖLÇÜM METODU
		LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	
Nem	%	-	1.56	-
pH (20 °C)	-	-	8.323	-
İletkenlik	µS/cm	-	223	-
Tuzluluk	gr/ lt	-	0.1	-
Organik Madde Tayini	%	-	0.71	-
ICP-OES	-	-	CD	-

2 - CDS 1 bul. no.lu sikkenin toprak analizi verileri

ANALİZ RAPORU

Rapor No :D25
Rapor Tarihi(Date) :07.03.2017
Numuneyi Alan Kurum/Kişi :Zeynep ARSLAN
Numunenin Cinsi :Toprak (CDS-1)
Numunenin Miktarı ve Kabul Durumu :20.23 g / Kabul
Numunenin Laboratuvara Ulaşma Tarihi :06.02.2017
Analizlerin Yapıldığı Tarih Aralığı :13.02.2017-24.02.2017

PARAMETRE	BİRİM	İLGİLİ MEVZUAT		KULLANILAN ANALİZ ÖLÇÜM METODU
		LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	
Nem	%	-	2.65	-
pH (20 °C)	-	-	8.455	-
İletkenlik	µS/cm	-	204	-
Tuzluluk	gr/ lt	-	0.1	-
Organik Madde Tayini	%	-	1.63	-
ICP-OES	-	-	CD	-

3 - CDV 31 bul. no.lu sikkenin toprak analizi verileri

ANALİZ RAPORU

Rapor No :D23
Rapor Tarihi(Date) :07.03.2017
Numuneyi Alan Kurum/Kişi :Zeynep ARSLAN
Numunenin Cinsi :Toprak (CDV-31)
Numunenin Miktarı ve Kabul Durumu :16.75 g / Kabul
Numunenin Laboratuvara Ulaşma Tarihi :06.02.2017
Analizlerin Yapıldığı Tarih Aralığı :13.02.2017-24.02.2017

PARAMETRE	BİRİM	İLGİLİ MEVZUAT		KULLANILAN ANALİZ ÖLÇÜM METODU
		LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	
Nem	%	-	2.87	-
pH (20 °C)	-	-	9.115	-
İletkenlik	µS/cm	-	208	-
Tuzluluk	gr/ lt	-	0.1	-
Organik Madde Tayini	%	-	0.83	-
ICP-OES	-	-	CD	-

4 - CEJ 1 bul. no.lu sikkenin toprak analizi verileri

ANALİZ RAPORU

Rapor No :D28
Rapor Tarihi(Date) :07.03.2017
Numuneyi Alan Kurum/Kişi :Zeynep ARSLAN
Numunenin Cinsi :Toprak (CEJ-1)
Numunenin Miktarı ve Kabul Durumu :10.20 g / Kabul
Numunenin Laboratuvara Ulaşma Tarihi :06.02.2017
Analizlerin Yapıldığı Tarih Aralığı :13.02.2017-24.02.2017

PARAMETRE	BİRİM	İLGİLİ MEVZUAT		KULLANILAN ANALİZ ÖLÇÜM METODU
		LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	
Nem	%	-	1.07	-
pH (20 °C)	-	-	9.810	-
İletkenlik	µS/cm	-	267	-
Tuzluluk	gr/ lt	-	0.1	-
Organik Madde Tayini	%	-	0.80	-
ICP-OES	-	-	CD	-

5 - CER 17, CER 35, CER 78, CER 82 bul. no.lu sikkelerin toprak analizi verileri

ANALİZ RAPORU

Rapor No :D24
Rapor Tarihi(Date) :07.03.2017
Numuneyi Alan Kurum/Kişi :Zeynep ARSLAN
Numunenin Cinsi :Toprak (CER-17, CER-35, CER-78, CER-82)
Numunenin Miktarı ve Kabul Durumu :33.23 g / Kabul
Numunenin Laboratuvara Ulaşma Tarihi :06.02.2017
Analizlerin Yapıldığı Tarih Aralığı :13.02.2017-24.02.2017

PARAMETRE	BİRİM	İLGİLİ MEVZUAT		KULLANILAN ANALİZ ÖLÇÜM METODU
		LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	
Nem	%	-	6.03	-
pH (20 °C)	-	-	9.051	-
İletkenlik	µS/cm	-	254	-
Tuzluluk	gr/ lt	-	0.1	-
Organik Madde Tayini	%	-	0.65	-
ICP-OES	-	-	CD	-

6 - CFB 7, CFB 9, CFB 14 bul. no.lu sikkelerin toprak analizi verileri

ANALİZ RAPORU

Rapor No :D21
Rapor Tarihi(Date) :07.03.2017
Numuneyi Alan Kurum/Kişi :Zeynep ARSLAN
Numunenin Cinsi :Toprak (CFB-7, CFB-9, CFB-14)
Numunenin Miktarı ve Kabul Durumu :11.63 g / Kabul
Numunenin Laboratuvara Ulaşma Tarihi :06.02.2017
Analizlerin Yapıldığı Tarih Aralığı :13.02.2017-24.02.2017

PARAMETRE	BİRİM	İLGİLİ MEVZUAT		KULLANILAN ANALİZ ÖLÇÜM METODU
		LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	
Nem	%	-	2.93	-
pH (20 °C)	-	-	8.953	-
İletkenlik	µS/cm	-	127.4	-
Tuzluluk	gr/ lt	-	0.7	-
Organik Madde Tayini	%	-	0.65	-
ICP-OES	-	-	CD	-

7 - CFD 1 bul. no.lu sikkenin toprak analizi verileri

ANALİZ RAPORU

Rapor No :D29
Rapor Tarihi(Date) :07.03.2017
Numuneyi Alan Kurum/Kişi :Zeynep ARSLAN
Numunenin Cinsi :Toprak (CFD-1)
Numunenin Miktarı ve Kabul Durumu :9.97 g / Kabul
Numunenin Laboratuvara Ulaşma Tarihi :06.02.2017
Analizlerin Yapıldığı Tarih Aralığı :13.02.2017-24.02.2017

PARAMETRE	BİRİM	İLGİLİ MEVZUAT		KULLANILAN ANALİZ ÖLÇÜM METODU
		LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	
Nem	%	-	1.80	-
pH (20 °C)	-	-	9.260	-
İletkenlik	µS/cm	-	223	-
Tuzluluk	gr/ lt	-	0.1	-
Organik Madde Tayini	%	-	0.74	-
ICP-OES	-	-	CD	-

8 - CFJ 5, CFJ 7, CFJ 14, CFJ 15, CFJ 17 bul. no.lu sikkelerin toprak analizi verileri

ANALİZ RAPORU

Rapor No :D22
Rapor Tarihi(Date) :07.03.2017
Numuneyi Alan Kurum/Kişi :Zeynep ARSLAN
Numunenin Cinsi :Toprak (CFJ-5, CFJ-7, CFJ-14, CFJ-15, CFJ-17)
Numunenin Miktarı ve Kabul Durumu :9.67 g / Kabul
Numunenin Laboratuvara Ulaşma Tarihi :06.02.2017
Analizlerin Yapıldığı Tarih Aralığı :13.02.2017-24.02.2017

PARAMETRE	BİRİM	İLGİLİ MEVZUAT		KULLANILAN ANALİZ ÖLÇÜM METODU
		LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	
Nem	%	-	1.81	-
pH (20 °C)	-	-	8.674	-
İletkenlik	µS/cm	-	150.8	-
Tuzluluk	gr/ lt	-	0.8	-
Organik Madde Tayini	%	-	0.86	-
ICP-OES	-	-	CD	-

Ek-3. CFJ 5 Bul. No.Lu Sikkenin P-XRF Verileri

Parion Kazısı Roma Sikkeleri Alaşım Analizi CFD-1

Test Result

Test ID: 06/01/17 #7
44.3 sec

44.3 sec
0 Karat

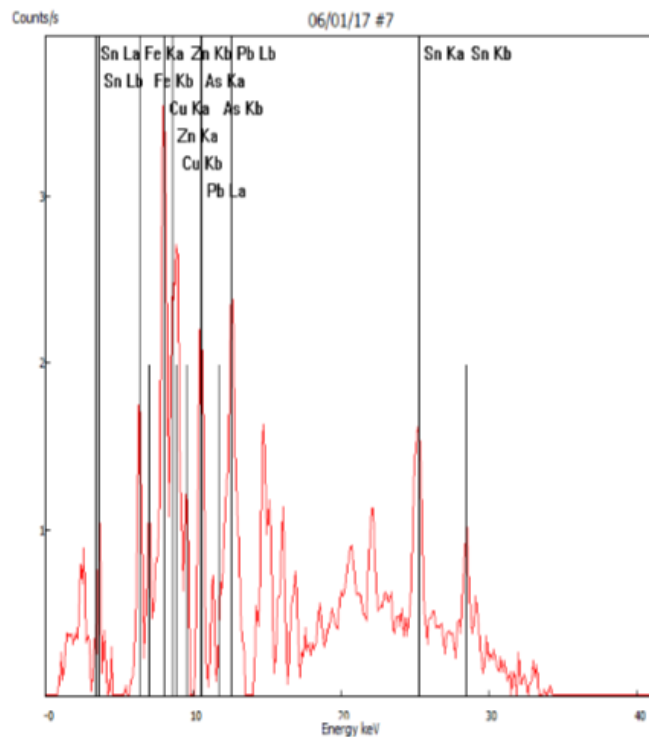
Test information

Analyzer Mode: Alloy Plus
Analyzer Serial #: 500698

Field	Info
tr alt	4

El	%	+/-	
Cu	72.93	0.06	Not Specified
Pb	16.85	0.05	Not Specified
Zn	5.34	0.02	Not Specified
Sn	2.70	0.02	Not Specified
Fe	2.05	0.02	Not Specified
Bi	0.11	0.01	Not Specified
Ni	0.027	0.005	Not Specified
Mn	0.009	0.003	Not Specified

Spectrum



Parion Kazısı Roma Sikkeleri Alaşım Analizi CDV-31

Test Result

Test ID: 06/01/17 #9

44.1 sec

44.1 sec

0 Karat

El	%	+/-	
Pb	41.69	0.06	Not Specified
Cu	34.44	0.05	Not Specified
Sn	22.25	0.06	Not Specified
Fe	1.00	0.02	Not Specified
Bi	0.17	0.02	Not Specified
Sb	0.17	0.01	Not Specified
Zn	0.137	0.009	Not Specified
Ni	0.077	0.005	Not Specified
Mn	0.042	0.005	Not Specified
Zr	0.019	0.002	Not Specified

Test information

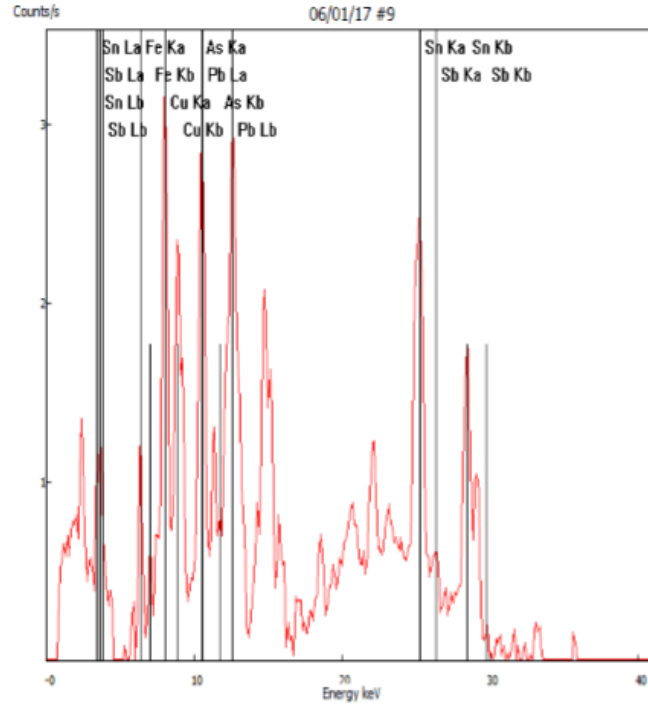
Analyzer Mode: Alloy Plus

Analyzer Serial #: 500698

Field
tr alt

Info
4

Spectrum



Parion Kazısı Roma Sikkeleri Alaşım Analizi CFB-7

Test Result

Test ID: 06/01/17 #10

44.0 sec

44.0 sec

0 Karat

El	%	+/-	
Pb	55.84	0.06	Not Specified
Cu	39.91	0.05	Not Specified
Sn	3.51	0.03	Not Specified
Bi	0.24	0.02	Not Specified
Fe	0.231	0.010	Not Specified
Sb	0.191	0.010	Not Specified
Pd	0.053	0.005	Not Specified
Zr	0.019	0.002	Not Specified

Test information

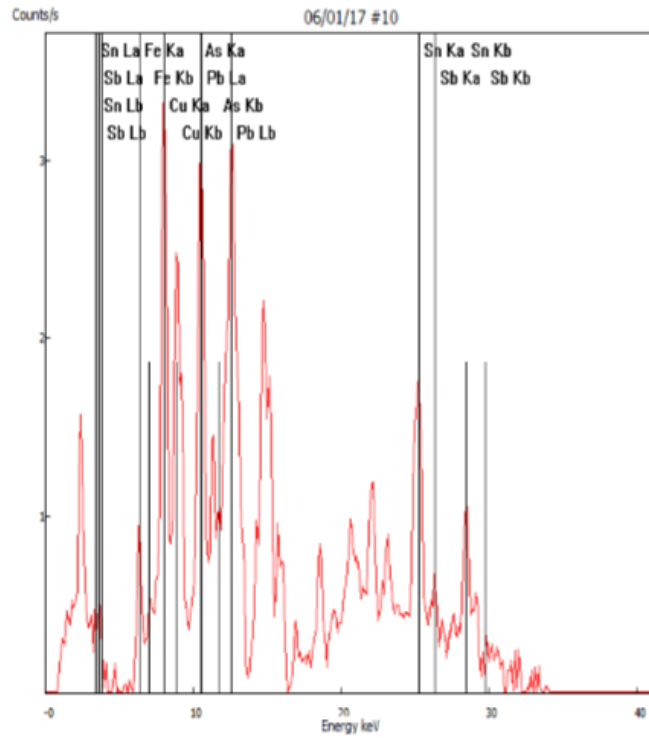
Analyzer Mode: Alloy Plus

Analyzer Serial #: 500698

Field
tr alt

Info
4

Spectrum



Parion Kazısı Roma Sikkeleri Alaşım Analizi CEJ-1

Test Result

Test ID: 06/01/17 #11

44.1 sec

44.1 sec

0 Karat

El	%	+/-	
Cu	59.63	0.06	Not Specified
Pb	38.13	0.06	Not Specified
Sn	1.06	0.02	Not Specified
Fe	0.81	0.01	Not Specified
Bi	0.23	0.02	Not Specified
Sb	0.058	0.008	Not Specified
Pd	0.044	0.005	Not Specified
Zr	0.024	0.002	Not Specified

Test information

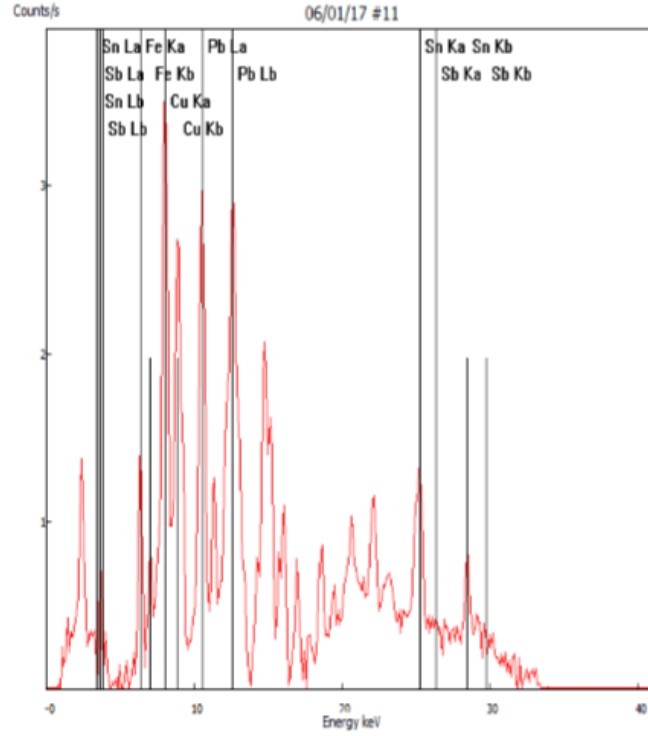
Analyzer Mode: Alloy Plus

Analyzer Serial #: 500698

Field
tr alt

Info
4

Spectrum



Parion Kazısı Roma Sikkeleri Alaşım Analizi CER-78

Test Result

Test ID: 06/01/17 #12

44.4 sec

44.4 sec

0 Karat

El	%	+/-	
Cu	40.67	0.05	Not Specified
Pb	31.47	0.06	Not Specified
Fe	26.31	0.05	Not Specified
Sn	0.95	0.01	Not Specified
Bi	0.24	0.01	Not Specified
Zn	0.13	0.01	Not Specified
Sb	0.108	0.009	Not Specified
Mn	0.034	0.006	Not Specified
Pd	0.034	0.005	Not Specified
Zr	0.028	0.002	Not Specified
Ni	0.024	0.005	Not Specified

Test information

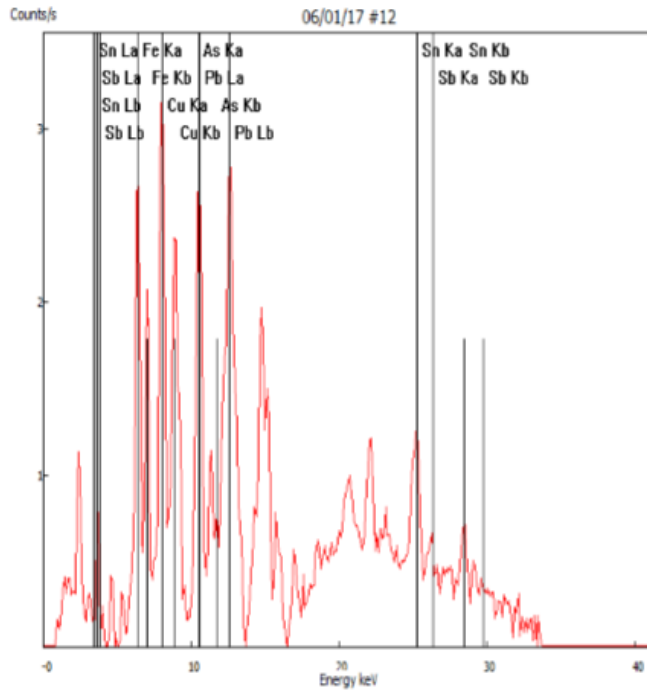
Analyzer Mode: Alloy Plus

Analyzer Serial #: 500698

Field
tr alt

Info
4

Spectrum



Parion Kazısı Roma Sikkeleri Alaşım Analizi CER-35

Test Result

Test ID: 06/01/17 #13

44.2 sec

44.2 sec

0 Karat

El	%	+/-	
Cu	62.62	0.06	Not Specified
Pb	33.76	0.06	Not Specified
Fe	1.94	0.02	Not Specified
Sn	0.86	0.01	Not Specified
Ti	0.38	0.02	Not Specified
Bi	0.24	0.02	Not Specified
V	0.10	0.01	Not Specified
Pd	0.049	0.005	Not Specified
Zr	0.040	0.002	Not Specified
Mn	0.012	0.003	Not Specified

Test information

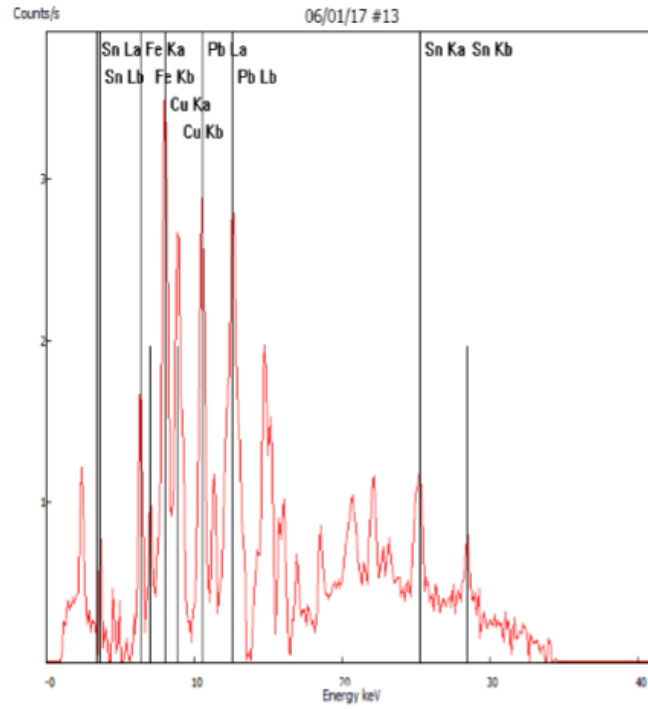
Analyzer Mode: Alloy Plus

Analyzer Serial #: 500698

Field
tr alt

Info
4

Spectrum



Parion Kazısı Roma Sikkeleri Alaşım Analizi CFB-14

Test Result

Test ID: 06/01/17 #14

44.2 sec

44.2 sec

0 Karat

El	%	+/-	
Cu	69.67	0.06	Not Specified
Pb	20.52	0.05	Not Specified
Sn	8.69	0.04	Not Specified
Fe	0.81	0.01	Not Specified
Bi	0.16	0.01	Not Specified
Sb	0.150	0.009	Not Specified

Test information

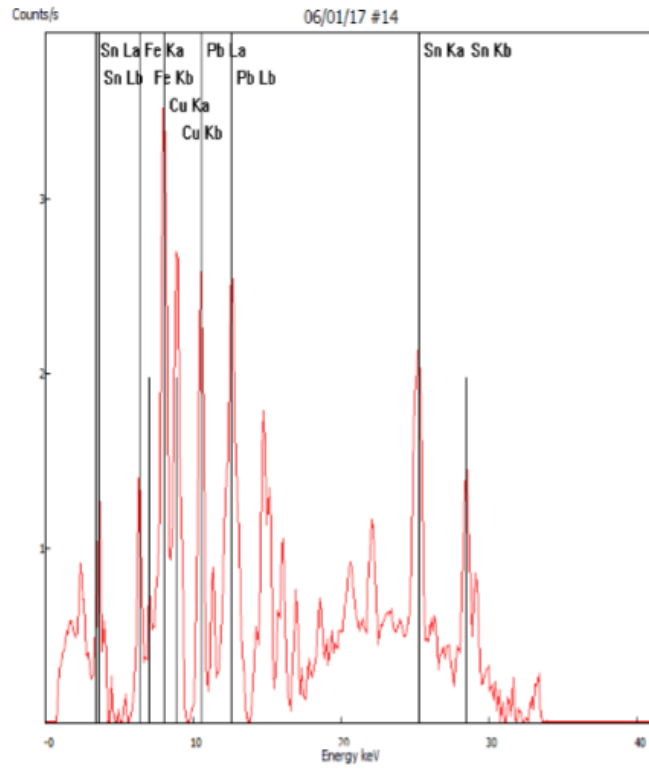
Analyzer Mode: Alloy Plus

Analyzer Serial #: 500698

Field
tr alt

Info
4

Spectrum



Parion Kazısı Roma Sikkeleri Alaşım Analizi CDS-1

Test Result

Test ID: 06/01/17 #16

44.2 sec

44.2 sec

0 Karat

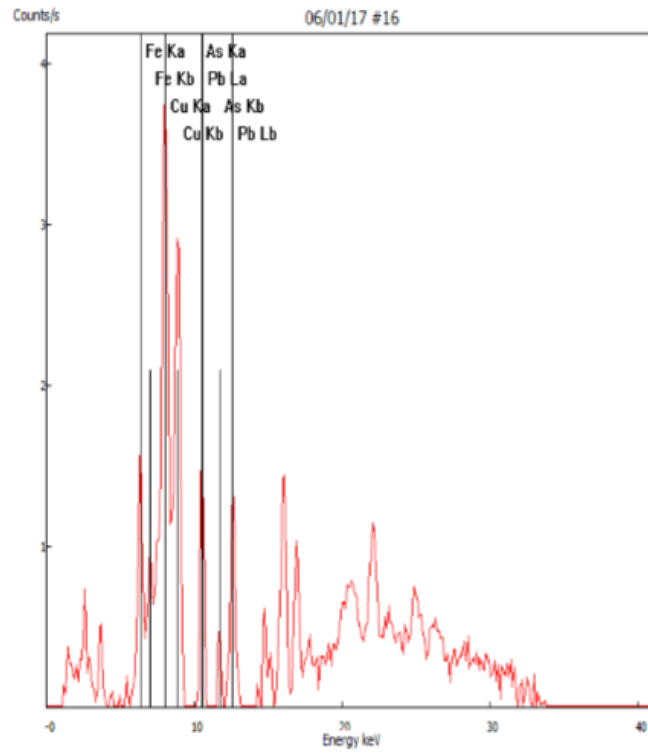
El	%	+/-	
Cu	97.58	0.02	Not Specified
Pb	1.63	0.02	Not Specified
Fe	0.598	0.007	Not Specified
Sb	0.104	0.009	Not Specified
Sn	0.051	0.007	Not Specified
Ni	0.026	0.005	Not Specified
Mn	0.009	0.002	Not Specified

Test information

Analyzer Mode: Alloy Plus
Analyzer Serial #: 500698

Field tr alt Info
4

Spectrum



Parion Kazısı Roma Sikkeleri Alaşım Analizi CDM-11

Test Result

Test ID: 06/01/17 #17

44.2 sec

44.2 sec

0 Karat

El	%	+/-	
Cu	96.46	0.03	Not Specified
Pb	1.94	0.02	Not Specified
Fe	0.624	0.008	Not Specified
Sn	0.47	0.01	Not Specified
Sb	0.259	0.010	Not Specified
Zn	0.13	0.01	Not Specified
Bi	0.057	0.005	Not Specified
Ni	0.039	0.005	Not Specified
Cr	0.016	0.003	Not Specified
Mn	0.008	0.002	Not Specified

Test information

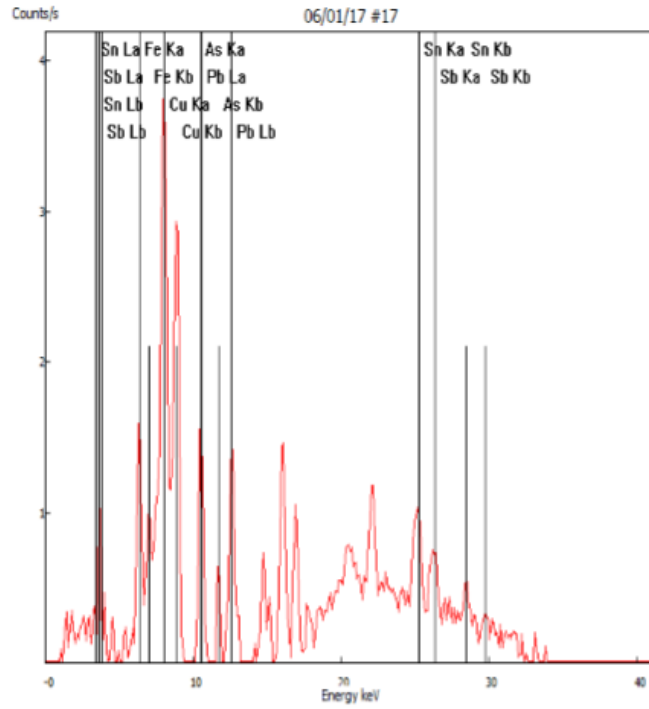
Analyzer Mode: Alloy Plus

Analyzer Serial #: 500698

Field
tr alt

Info
4

Spectrum



Parion Kazısı Roma Sikkeleri Alaşım Analizi CFB-9

Test Result

Test ID: 06/01/17 #18

44.2 sec

44.2 sec

0 Karat

El	%	+/-	
Cu	91.99	0.04	Not Specified
Pb	6.54	0.04	Not Specified
Sn	0.60	0.01	Not Specified
Fe	0.528	0.008	Not Specified
Ni	0.183	0.006	Not Specified
Sb	0.098	0.008	Not Specified
Bi	0.067	0.007	Not Specified

Test information

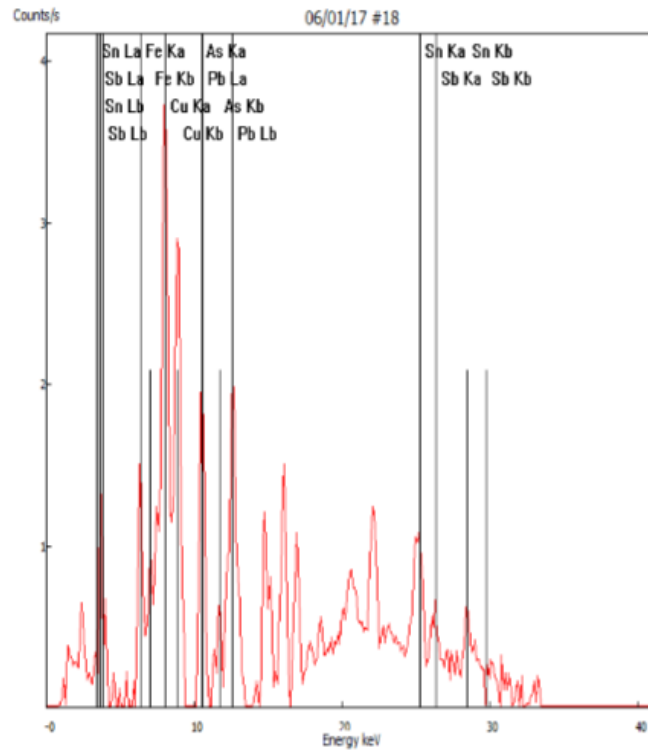
Analyzer Mode: Alloy Plus

Analyzer Serial #: 500698

Field
tr alt

Info
4

Spectrum



Parion Kazısı Roma Sikkeleri Alaşım Analizi CER-82

Test Result

Test ID: 06/01/17 #19

44.1 sec

44.1 sec

0 Karat

El	%	+/-	
Cu	61.42	0.06	Not Specified
Pb	35.08	0.06	Not Specified
Sn	1.88	0.02	Not Specified
Fe	1.06	0.01	Not Specified
Bi	0.22	0.02	Not Specified
Zn	0.15	0.01	Not Specified
Sb	0.122	0.009	Not Specified
Pd	0.046	0.005	Not Specified
Zr	0.017	0.002	Not Specified
Ni	0.015	0.005	Not Specified

Test information

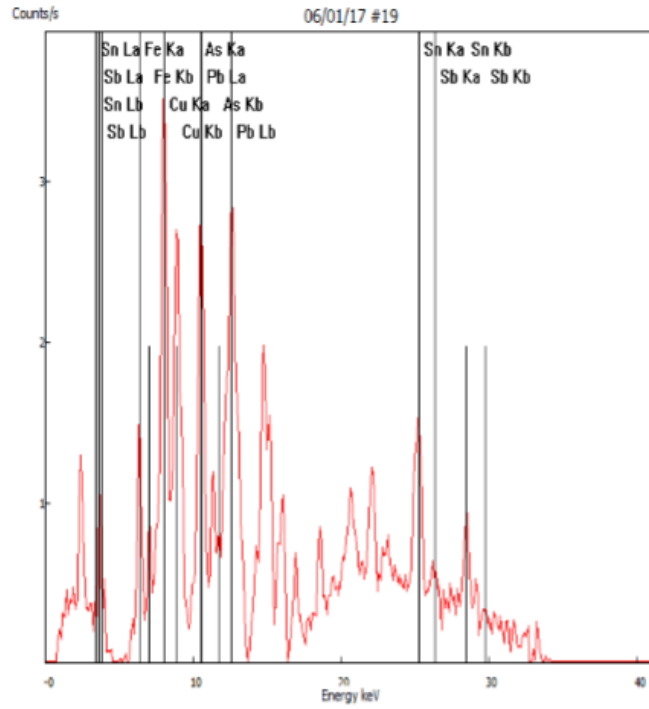
Analyzer Mode: Alloy Plus

Analyzer Serial #: 500698

Field
tr alt

Info
4

Spectrum



Parion Kazısı Roma Sikkeleri Alaşım Analizi CFJ-7

Test Result

Test ID: 06/01/17 #20

44.2 sec

44.2 sec

0 Karat

El	%	+/-	
Cu	62.36	0.06	Not Specified
Pb	24.60	0.05	Not Specified
Sn	11.33	0.04	Not Specified
Fe	1.30	0.01	Not Specified
Bi	0.17	0.01	Not Specified
Sb	0.099	0.009	Not Specified
Ti	0.07	0.02	Not Specified
Mn	0.052	0.004	Not Specified
Zr	0.018	0.002	Not Specified

Test information

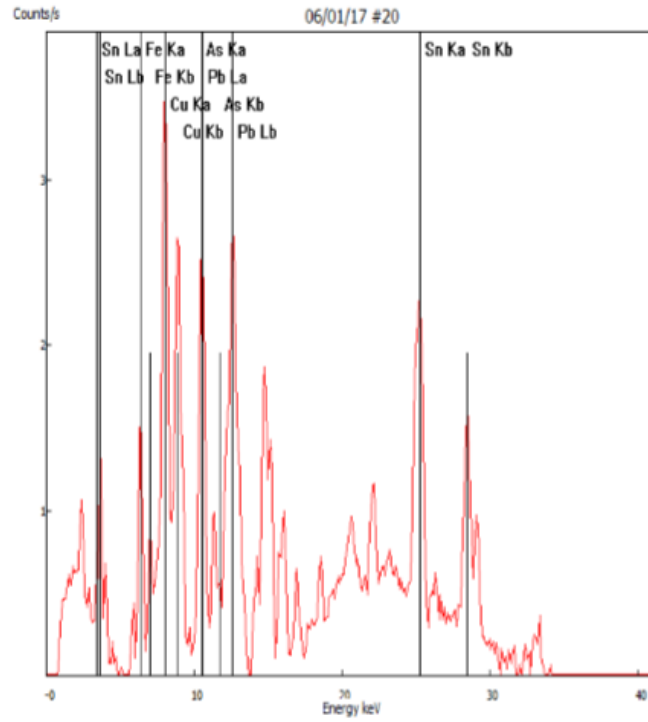
Analyzer Mode: Alloy Plus

Analyzer Serial #: 500698

Field
tr alt

Info
4

Spectrum



Parion Kazısı Roma Sikkeleri Alaşım Analizi CFJ-15

Test Result

Test ID: 06/01/17 #21

44.1 sec

44.1 sec

0 Karat

El	%	+/-	
Cu	80.80	0.05	Not Specified
Sn	10.40	0.04	Not Specified
Pb	7.49	0.04	Not Specified
Fe	1.23	0.01	Not Specified
Ni	0.079	0.005	Not Specified

Test information

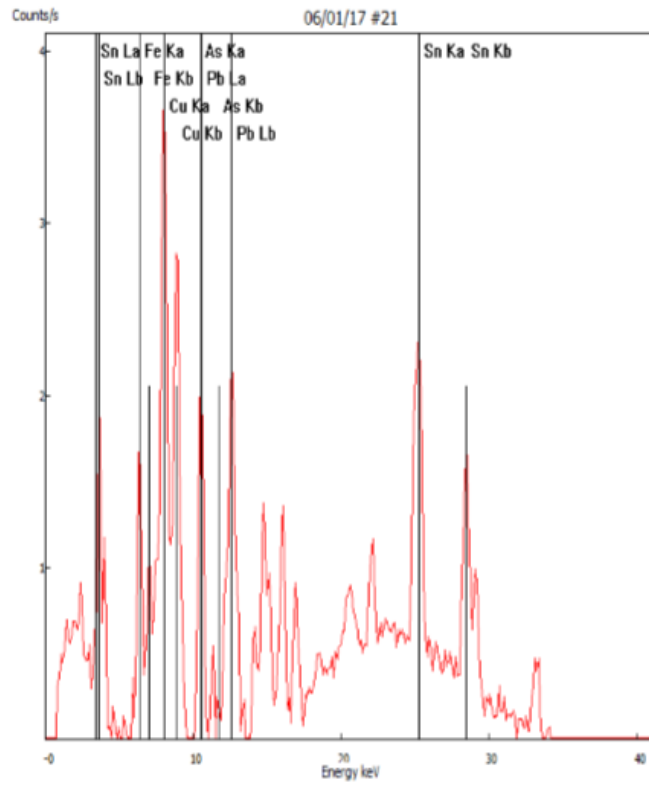
Analyzer Mode: Alloy Plus

Analyzer Serial #: 500698

Field
tr alt

Info
4

Spectrum



Parion Kazısı Roma Sikkeleri Alaşım Analizi CER-17

Test Result

Test ID: 06/01/17 #22

44.2 sec

44.2 sec

0 Karat

El	%	+/-	
Cu	79.87	0.05	Not Specified
Sn	13.94	0.05	Not Specified
Pb	5.34	0.03	Not Specified
Fe	0.70	0.01	Not Specified
Ni	0.068	0.006	Not Specified
Bi	0.051	0.007	Not Specified
Mn	0.020	0.003	Not Specified
Co	0.017	0.003	Not Specified

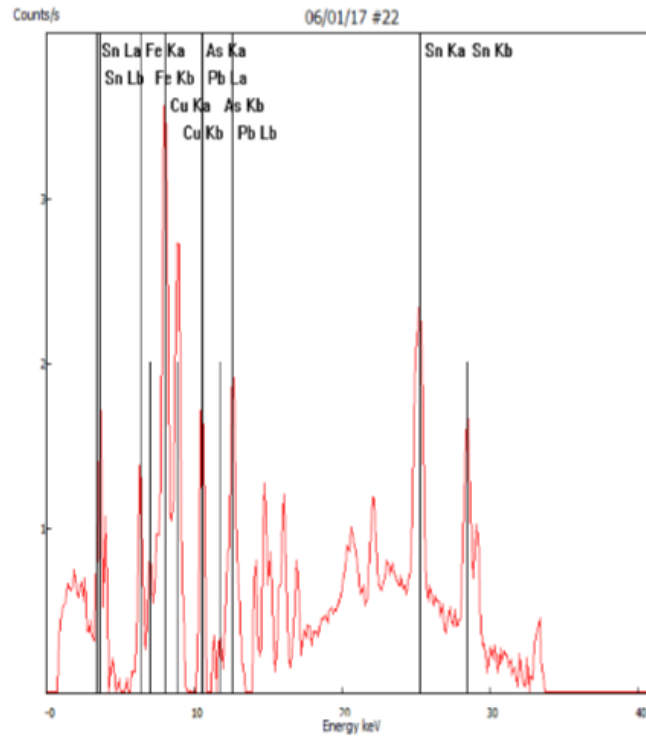
Test information

Analyzer Mode: Alloy Plus
Analyzer Serial #: 500698

Field
tr alt

Info
4

Spectrum



Parion Kazısı Roma Sikkeleri Alaşım Analizi CFJ-17

Test Result

Test ID: 06/01/17 #23

44.1 sec

44.1 sec

0 Karat

El	%	+/-	
Cu	46.59	0.06	Not Specified
Sn	33.72	0.06	Not Specified
Fe	11.13	0.04	Not Specified
Pb	5.26	0.03	Not Specified
Mn	2.97	0.03	Not Specified
Ti	0.13	0.02	Not Specified
Cr	0.066	0.008	Not Specified
Zr	0.056	0.002	Not Specified
Bi	0.044	0.006	Not Specified
V	0.04	0.01	Not Specified

Test information

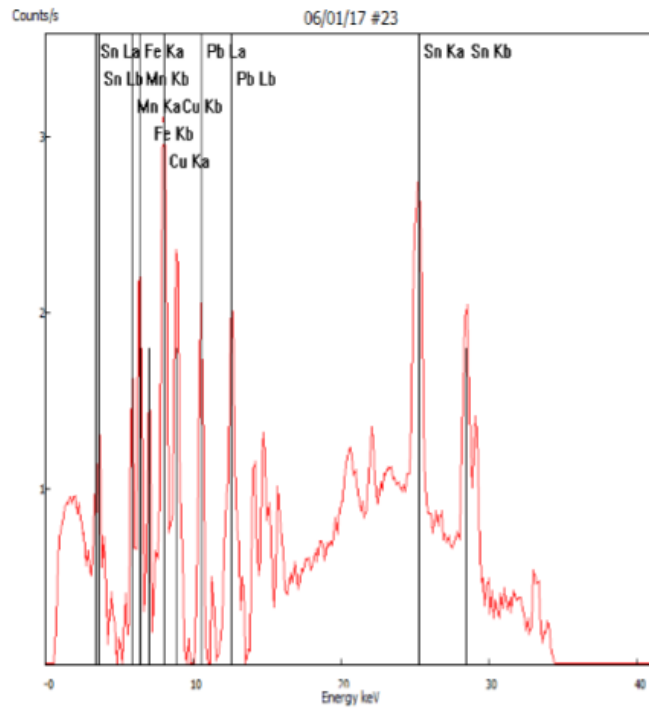
Analyzer Mode: Alloy Plus

Analyzer Serial #: 500698

Field
tr alt

Info
4

Spectrum



Parion Kazısı Roma Sikkeleri Alaşım Analizi CFJ-14

Test Result

Test ID: 06/01/17 #24

44.1 sec

44.1 sec

0 Karat

El	%	+/-	
Cu	62.91	0.06	Not Specified
Pb	26.53	0.05	Not Specified
Sn	8.66	0.04	Not Specified
Fe	1.32	0.01	Not Specified
Sb	0.236	0.010	Not Specified
Bi	0.20	0.01	Not Specified
Mn	0.103	0.005	Not Specified
Pd	0.033	0.004	Not Specified
Zr	0.014	0.002	Not Specified

Test information

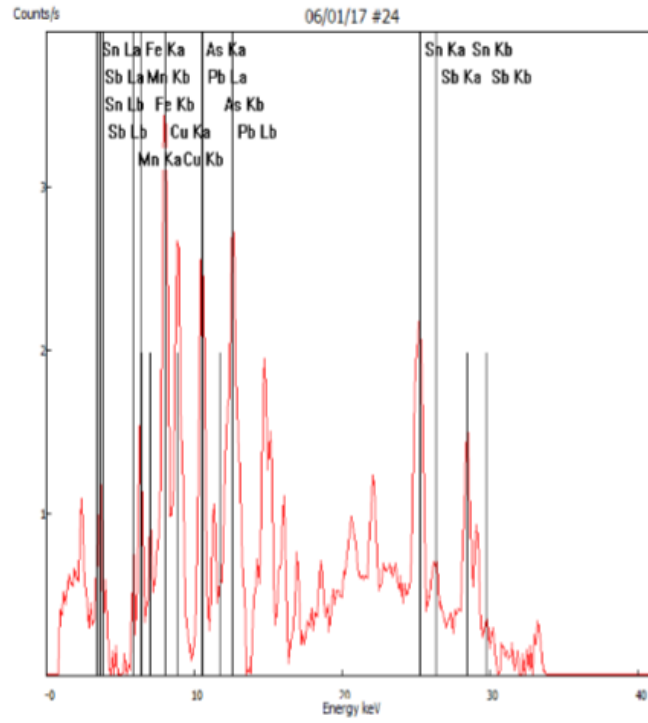
Analyzer Mode: Alloy Plus

Analyzer Serial #: 500698

Field
tr alt

Info
4

Spectrum



Parion Kazısı Roma Sikkeleri Alaşım Analizi CFJ-5

Test Result

Test ID: 06/01/17 #15

44.1 sec

44.1 sec

0 Karat

El	%	+/-	
Cu	92.80	0.04	Not Specified
Sn	3.79	0.03	Not Specified
Pb	2.13	0.02	Not Specified
Fe	0.954	0.009	Not Specified
Zn	0.23	0.01	Not Specified
Sb	0.090	0.008	Not Specified
Mn	0.012	0.003	Not Specified

Test information

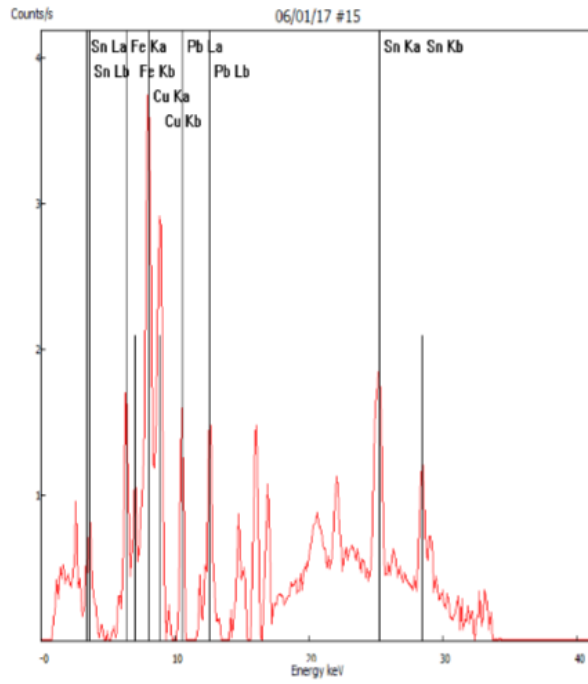
Analyzer Mode: Alloy Plus

Analyzer Serial #: 500698

Field
tr alt

Info
4

Spectrum





ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : Zeynep Yılmaz
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 04.02.1985
Medeni hali : Evli
Telefon :
Faks :
e-mail : zynarlan@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Kültür Varlıklarını Koruma Onarım Bölümü	Devam ediyor.
Lisans	İstanbul Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Taşınabilir Kültür Varlıklarını Koruma Onarım Bölümü	2014
Lise	Bakırköy Yahya Kemal Beyatlı Lisesi	2002

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2011	Tepecik-Çitlik Arkeolojik Araştırma Projesi	Stajyer Konservatör
2012	Side Müzesi	Stajyer Konservatör
2012	Side Antik Kenti	Stajyer Konservatör
2012	Doğu Akdeniz Üniversitesi Su Altı Araştırmaları	Stajyer Konservatör
2013	Strotonikeia Antik Kenti	Stajyer Konservatör
2013	Vedat Semiz Özel Koleksiyon	Konservatör
2014	Knidos Antik Kenti	Konservatör
2014-2015	Parion Antik Kenti	Konservatör
2016-...	Parion Antik Kenti	Konservatör (Lab. Sorumlusu)
2016-2017	Elaiussa Sebaste Antik Kenti	Konservatör
2017	Sardes Antik Kenti	Konservatör
2017	Anemerium Antik Kenti	Konservatör

Yabancı Dil
İngilizce

Yayınlar

Kitap Bölümü Yazarlığı

ARSLAN, Zeynep (2015). Parion Kazılarında Buluna Bakır Alaşımlı Sikkelerin Koruma Ve Onarımı, *Parion Kazıları 10. Armağanı*, Ed. Prof. Dr. Cevat BAŞARAN, Prof. Dr. Vedat KELEŞ, Ankara: Bilgin Kültür Sanat Yayınları. s.35-41.

YILMAZ, Zeynep, Y. Selçuk Şener (2019). Arkeolojik Kazı Buluntusu Metallerin, Kazıda Bulunmalarından Koruma Onarım Uygulamalarına Kadarki Süreçleri, *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 23, 431-439.





GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...

