



**T.C.**  
**BATMAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DİYARBAKIR MÜZESİ'NDE BULUNAN**  
**BİZANS DÖNEMİ ALTIN ÇUKUR**  
**SİKKELERİN ARKEOMETRİK VE**  
**NÜMİZMATİK İNCELENMELERİ**

**Melek Kerime AYHAN**  
**YÜKSEK LİSANS**  
**Arkeometri Anabilim Dalı**

**Ocak -2021**  
**BATMAN**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Melek Kerime AYHAN tarafından hazırlanan “Diyarbakır Müzesi’nde Bulunan Bizans Dönemi Altın Çukur Sikkelerin Arkeometrik ve Nüvizmatik İncelenmeleri” adlı tez çalışması 22/01/2021 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliğı ile Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Arkeometri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**İmza**

**Başkan /Danışman**

Doç. Dr. Mahmut AYDIN

**Üye**

Doç. Dr. Ali Akın AKYOL

**Üye**

Doç. Dr. Murat BAYAZIT

Yukarıdaki sonucu onaylanm.

Prof. Dr. Şahmaz TİGREK  
FBE Müdürü

---

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Melek Kerime Ayhan

Tarih: 16/02/2021

**YÜKSEK LİSANS**

**DİYARBAKIR MÜZESİ'NDE BULUNAN BİZANS DÖNEMİ ALTIN ÇUKUR  
SİKKELERİN ARKEOMETRİK VE NÜMİZMATİK İNCELENMELERİ**

**Melek Kerime AYHAN**

**Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Arkeometri Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Mahmut AYDIN**

**2021, 116 Sayfa**

**Jüri**

**Doç. Dr. Mahmut AYDIN**

**Doç. Dr. Ali Akın AKYOL**

**Doç. Dr. Murat BAYAZIT**

## ÖZET

Anadolu madencilik tarihine baktığımızda birçok gelişme evreleri göze çarpar. Tarih öncesi devirlerde madenleri başta renkli mineraller olarak toplamakta, boya malzemesi ve boncuk yapımında kullanılmaktaydı. Henüz çanak çömleğin bilinmediği dönemlerde yüzeye yakın bazı maden yataklarında bulunan bakır da toplanmaya ve küçük nesnelere yapımında kullanılmaya başlanmıştır. Madenlerin sanatta ve alet yapımında kullanılması tarihin akışını da değiştirmiştir. Birçok imparatorluğun kurulması ve güçlenmesinin kökeninde, madenlerin çeşitli alanlarda kullanılmasının yaygınlaşması etkili olmuştur. Kullanılan madenlerin çeşitliliğinin artması aynı zamanda zengin medeniyetlerin de inşa edilmesinin göstergesidir. Bu imparatorluklardan en önemlisi Avrupa ve Asya'ya yayılma becerisi gösterebilen Romalılardır. Zengin bir uygarlık inşa eden Roma İmparatorluğu ve devamı olan Bizans İmparatorluğu geride çok önemli eserler bırakmıştır. Bizans İmparatorluğu'nun yarattığı uygarlığın izlerine arkeolojik eserlerde tanıklık etmek mümkündür. Özellikle sikkelerde rastlanan bulgular bu kültür ve medeniyetin kronolojik olarak izlerini kolayca takip edilmesini sağlamaktadır. Bu açıdan tez konusu kapsamında altın çukur sikkelerin arkeometri ve nümizmatik bilimi çerçevesinde incelenmesi amaçlanmıştır.

Tez kapsamında analiz edilen altın çukur Bizans sikkelerinin kimyasal kompozisyonlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Elde edilecek kimyasal kompozisyonlar, ilerde müzelere kabul edilecek ve orijinalliğinden şüphelenilen Bizans Dönemi altın çukur sikkelerin kimyasal kompozisyonlarının karşılaştırılması için temel data oluşturmaktadır. Ayrıca form, tasarım, kullanım amacı, üzerinde süslemelerin ve figürlerin olup olmadığı gibi parametrelerle üretildikleri döneme ışık tutmuştur. Anadolu da yapılan arkeolojik kazılara yeni bir boyut kazandıran arkeometri ile nümizmatikin birleştirilmesi sonucunda geçmiş medeniyetlere ait üretim teknolojileri ve aralarındaki ilişkiler hakkında (metal üzerinden) önemli bilgiler elde edilmiştir.

Bu çalışmada yapılan analiz sonuçlarına göre altın çukur sikkelerde 1059'larda %75 civarında olan altın oranı enflasyon ve savaşlar sonucunda 1078'lere gelindiğinde %56'lara kadar düştüğü tespit edilmiştir. Düşürülen altın oranının yerine daha ucuz ve yaygın olan gümüşün katıldığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Altın Çukur Sikkeler, Arkeometri, Bizans, Gümüş, Maden, Nümizmatik,

**MS THESIS**

**ARCHAEOLOGICAL AND NUMISMATIC INVESTIGATIONS OF THE  
CONCAVE GOLD COINS OF BYZANTINE ERA IN DIYARBAKIR MUSEUM**

**Melek Kerime AYHAN**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
BATMAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
IN ARCHAEOLOGY**

**Advisor: Assoc. Prof. Dr. MAHMUT AYDIN**

**2021, 116 Pages**

**Jury**

**Assoc. Prof. Dr. Mahmut AYDIN**

**Assoc. Prof. Dr. Akin AKYOL**

**Assoc. Prof. Dr. Murat BAYAZIT**

## ABSTRACT

When we look at the mining history of Anatolia, many stages of development stand out. In prehistoric times, it was mainly used to collect mines as colored minerals and used them for making paint materials and beads. During the periods when the pottery was not known yet, the copper found in some mineral deposits near the surface was also collected and used in the production of small objects. The use of mines in art and tool making has also changed the course of history. The establishment of many empires and strengthening the source of the use of mines in various areas has been effective in spreading. The increase in the diversity of the mines used is also an indication of the construction of rich civilizations. It is the Romans who have the ability to spread from these empires to Europe and Asia. The Roman Empire with its extension Byzantine, which built a rich civilization, left behind important materials. It is possible to witness the traces of the civilization created by the Byzantine Empire in archaeological artifacts. Especially coins allow the chronological traces of this culture and civilization to be easily followed. In this respect, the aim of this thesis is to examine the concave gold coins within the framework of archaeometry and numismatic science.

The aim of this study was to determine the chemical composition of Byzantine concave gold coins analyzed in the scope of the thesis. The chemical compositions to be obtained constitute the basic data for the comparison of the chemical compositions of the concave golden coins of the Byzantine Period and that will be bought to museums in the future whose authenticity is suspected. It also shed light on the period in which they were produced with parameters such as form, design, purpose of use, whether there were ornaments and figures on them. In this context, important information has been obtained (on metal) about the production technologies of the past civilizations and their relations between the archaeometry and the numismatics which gives a new dimension to the archaeological excavations in Anatolia.

According to the results of this study, the gold ratio of concave golden coins, which was around 75% in 1059, decreased to 56 % because of inflation and wars occurred in 1078. It has been found that the cheaper and more common silver mine is replaced by the decreasing gold content of the concave coins.

Keywords: Concave Golden Coins, Archaeometry, Byzantine, Silver, Mining, Numismatic

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının ortaya çıkmasında değerli görüş ve yardımlarını esirgemeyen kıymetli hocam ve danışmanım Doç. Dr. Mahmut AYDIN'a ve Doç. Dr. Murat Bayazit'e en içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Engin bilgileri ile bize ışık tutan Doç. Dr. Ali Akın Akyol'a, çalışmalarım sırasında hiçbir zaman desteğini esirgemeyen Dr. Ramazan Tunç'a sikkelerin ön yüz ve arka yüz tanımları konusunda yardımcı olan, Anadolu Medeniyetleri Muze'si uzmanı numizmat Sena Mutlu'ya, Diyarbakır Müze Müdürü Vehbi Yurt'a sikkelerin envanterlerini ve fotoğraflarını belgelemede, P-XRF spektrometresi ile analiz çalışmalarına yardım ve desteklerinden dolayı Diyarbakır Müze Müdürlüğü'nde çalışan tüm personel ve koordinasyon ekibine en samimi duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

Canım oğlum Toprak Ayhan'a ve her çalışmamda bana destek olan eşim Oktay Ayhan'a sevgilerimi iletirim.

Melek Kerime AYHAN

BATMAN-2021

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	V
ABSTRACT.....	VII
ÖNSÖZ .....	VIII
İÇİNDEKİLER .....	IX
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	XI
ÇİZELGE LİSTESİ .....	XIII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XIV
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Altın (Au) ve Altın Alaşımları .....	3
1.1.1. Altın-Gümüş Alaşımları .....	5
1.1.2. Altın-Nikel Alaşımı.....	6
1.1.3. Altın-Bakır Alaşımı.....	6
1.1.4. Altın-Palladyum Alaşımı.....	6
1.2. Sikkenin Tarihçesi.....	7
1.3. Altın Sikke Darbı .....	8
1.4. Metal Sikkenin Baskı Teknikleri .....	9
1.4.1. Çekiç ile Darp .....	10
1.5. Nüvizmatik ve Arkeoloji İlişkisi.....	11
1.6. Sikke Bilimi ve Sikkenin Kısa Tarihi .....	11
1.7. Arkeometri.....	12
1.8. Arkeometrinin Gelişimi ve Arkeolojik Eserlerin Analizi .....	13
1.9. Tahribatlı Kimyasal Analiz Teknikleri.....	14
1.9.1. Endüktif Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon Spektroskopisi (ICP-AES) .15	
1.9.2. Endüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi (ICP-MS) .....	16
1.10. Tahribatlı Olmayan Kimyasal Analiz Teknikleri.....	17
1.11. Taramalı Elektron Mikroskopu/Enerji Saçımlı X-Işını Spektroskopisi (SEM-EDX) 18	
<b>2. BİZANS İMPARATORLUĞU ARKEOLOJİSİ ( KÜLTÜR, MEDENİYET VE SİKKELER).....</b>	<b>20</b>
2.1. Bizans İmparatorluğu'nda Kültür ve Medeniyet: Türkiye'deki Bizans Kültürel Mirasının Önemi .....	20
2.1.1. Bizans Kültür ve Medeniyetinde Altın Sikkeler.....	21
2.1.2. Bizans Döneminde Sikke ve İmparatorlar.....	24
2.1.2.1. X. Constantinos Dukas (Κωνσταντίνος Ι' Δούκας) (1059-1067) .....	25
2.1.2.2. IV. Romanos (Grekçe: Ρωμανός Δ' Διογένης, Diogenis) (1068-1071) .....	26
2.1.2.3. VII. Mikhael Dukas (ιχαηλ Ζ Δουκαδ) (1071–1078) .....	27

2.1.2.4. II. İoannis Komnenos (Yunanca: Ιωάννης Β΄ Κομνηνός, İoannēs II Komnēnos) (1118-1143).....	28
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>30</b>
3.1 Taşınabilir X-ışını Floresans (P-XRF) Analizi.....	31
3.1.2 Taşınabilir X-ışını Floresans (P- XRF) Tekniğinin Avantajları.....	36
3.1.2.3 Taşınabilir X-ışını Floresans (P- XRF) Tekniğinin Dezavantajları.....	37
3.2 Dalgaboyu Dağılımlı X-ışını Floresans Spektrometresi (WDXRF) .....	37
3.3 Enerji Dağılımlı X-ışını Spektrometresi (EDXRF) .....	38
3.4 Diyarbakır Müzesi Bizans Dönemi Sikkeleri .....	39
3.5 Çalışmada İncelenen Sikkelerin Envanter Bilgileri .....	41
<b>4 ARKEOMETRİK ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ ...</b>	<b>69</b>
4.1 Taşınabilir X-ışını Floresans P-XRF Spektrometrisi Analiz Sonuçları .....	69
4.2 X. Constantine Ducas 1059-1067 .....	75
4.3 IV. Romanus Diogenes 1068-1071 .....	76
4.4 VII. Michael Ducas 1071-1078.....	78
4.5 II. John 1118-1143 .....	81
4.5.1 İstatistiksel Değerlendirme .....	83
<b>5. SONUÇ .....</b>	<b>85</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>90</b>
<b>Ekler.....</b>	<b>96</b>
<b>Terminoloji .....</b>	<b>96</b>
<b>Batman Üniversitesi Çalışma İzni Talep Formu.....</b>	<b>98</b>
<b>Diyarbakır Müzesi Çalışma İzni Yazısı.....</b>	<b>99</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1-1: Metal dövme ile yapılmış ilk altın-gümüş alaşımı para (M.Ö.610-600 Lidya) Sart-İzmir (Okçu, 2005).....	2
Şekil 1-2: M.Ö. 5000'lere ait altın objeler, Varna-Bulgaristan (Özenbaş, 1993).....	6
Şekil 1-3: Çekiç ile Sikke Darp Yöntemi (Artuk ve Artuk, 1974).....	11
Şekil 1-4: Enstrümental analizde süreç akışı şeması (Merey, 2015).....	15
Şekil 1-5: Bir ICPMS sisteminin şematik görünüşü (Yıldız, ve ark., 1997). ....	17
Şekil 1-6: Bizans dönemi'nde altın sikke basan darphaneler (Haldon, 2007). ....	23
Şekil 1-7 Erken dönem Bizans sikkesinin ön ve arka yüz bölümleri, işaret ve anlamları (Gökalp, 2009).....	23
Şekil 3-1: Bir analizde temel bileşenler diyagramı (Merey, 2015).....	30
Şekil 3-2: XRF çalışma mekanizması (Aydın, 2017).....	32
Şekil 3-3: XFR alaşım tespiti gösterimi (Aydın, 2017).....	33
Şekil 3-4: XRF spektrometresi örnek analizi gösterimi (Aydın, 2017).....	32
Şekil 3-5: Taşınabilir X-ışını floresans (P-XRF) spektrometre ve özel çantası-Diyarbakır Müzesi.....	34
<b>Şekil 3-6:P-XRF spektrometre kullanımı-Diyarbakır Müzesi- Bizans altı çukur sikkelerinin analizi.....</b>	<b>34</b>
Şekil 3-7:P-XRF spektrometresinin sahada kullanımı .....	35
Şekil 3-8:P-XRF spektrometrenin ofis ortamında kullanımı ve bilgisayara veri aktarımı .....	35
Şekil 3-9:Taşınabilir X-ışını floresans (P-XRF) spektrometrenin kullanımı - Diyarbakır Müzesi.....	36
Şekil 3-10:WD-XRF Spektroskopisinin çalışma diyagramı (Arkalı, 2010).....	39
Şekil 3-11: Örnek 1 Ön ve arka yüz fotoğrafı .....	41
Şekil 3-12: Örnek 2 Ön ve arka yüz fotoğrafı .....	42
Şekil 3-13:Örnek 3 Ön ve Arka Yüz Fotoğrafı.....	43
Şekil 3-14:Örnek 4 Ön ve arka yüz fotoğrafı .....	44
Şekil 3-15: Örnek 5 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	45
Şekil 3-16:Örnek 6 Ön ve Arka Yüz Fotoğrafı.....	46
Şekil 3-17:Örnek 6 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	46
Şekil 3-18:Örnek 6 Ön ve Arka Yüz Fotoğrafı.....	46
Şekil 3-19: Örnek 7 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	47
Şekil 3-20:Örnek 8 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	48
Şekil 3-21: Örnek 9 Ön ve Arka Yüz Fotoğrafı.....	49
Şekil 3-22: Örnek 10 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	50
Şekil 3-23:Örnek 11 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	51
Şekil 3-24:Örnek 12 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	52
Şekil 3-25:Örnek 13 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	53
Şekil 3-26:Örnek 14 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	54
Şekil 3-27:Örnek 15 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	55
Şekil 3-28:Örnek 16 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	56
Şekil 3-29:Örnek 17 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	57
Şekil 3-30:Örnek 18 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	58
Şekil 3-31:Örnek 19 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	59
Şekil 3-32:Örnek 20 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	60
Şekil 3-33:Örnek 21 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	61
Şekil 3-34:Örnek 22 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	62
Şekil 3-35:Örnek 23 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	63
Şekil 3-36: Örnek 24 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	64

Şekil 3-37: Örnek 25 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	65
Şekil 3-38:Örnek 26 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	66
Şekil 3-39:Örnek 27 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	67
Şekil 3-40:Örnek 28 ön ve arka yüz fotoğrafı .....	68
Şekil 3-41:Örnek 28 Ön ve Arka Yüz Fotoğrafı.....	68
Şekil 4-1: Analiz edilen örneklerde çukur sikkelerin element oranları grafiği.....	74
Şekil 4-2: Analiz edilen örneklerde X Constantine Ducas element oranları grafiği .....	75
Şekil 4-3: Analiz edilen örneklerde IV. Romanus Diogenes element alaşım oranları grafiği.....	77
Şekil 4-4: Analiz edilen örneklerde VII Michael Ducas çukur sikkelerin element alaşım oranları grafiği.....	80
Şekil 4-5: Analiz edilen örneklerde II John çukur sikkelerin element alaşım oranları grafiği.....	82

## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1-1: Bizans sikkeleri üzerinde bulunan bazı yazılar ve türkçe karşılıkları .....	24
Çizelge 4-1:PXRF Element Analiz Limitleri.....	69
Çizelge 4-2:Analiz edilen 28 adet çukur sikkelerin P_XRF spektrometresiyle analiz sonuçları.....	71
Çizelge 4-3: X Constantine Ducas çukur sikkeler P_XRF analiz sonuçları.....	75
Çizelge 4-4: IV Romanos Diogenes çukur sikkelerin P-XRF analiz sonuçları.....	76
Çizelge 4-5: VII Michael Ducas çukur sikkelerin P-XRF analiz sonuçları .....	78
Çizelge 4-6: II John çukur sikkeler P-XRF analiz sonuçları .....	81
Çizelge 5-1: Bizans altın çukur sikkelerinin imparatorlara göre element oranları (%) .....	87

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

<b>Simge</b>	<b>Anlamı/Karşılığı</b>
<b>Ag</b>	Gümüş
<b>As</b>	Arsenik
<b>Au</b>	Altın
<b>Bi</b>	Bizmut
<b>Cd</b>	Kadmiyum
<b>Co</b>	Kobalt
<b>Cr</b>	Krom
<b>Cu</b>	Bakır
<b>Fe</b>	Demir
<b>Ga</b>	Galyum
<b>Ge</b>	Germanyum
<b>In</b>	Indiyum
<b>Ir</b>	İridyum
<b>Mn</b>	Mangan
<b>Mo</b>	Molibden
<b>Ni</b>	Nikel
<b>Os</b>	Osmiyum
<b>Pb</b>	Kurşun
<b>Pt</b>	Platin
<b>Ru</b>	Rutenyum
<b>Sb</b>	Antimon
<b>Sn</b>	Kalay
<b>Ti</b>	Titanyum
<b>W</b>	Tungsten
<b>Zn</b>	Çinko
<b>Zr</b>	Zirkonyum

## Kısaltmalar

<b>Kısaltma</b>	<b>Açıklaması</b>
<b>AY</b>	Arka Yüz
<b>ICP-AES</b>	İndüktif eşleşmiş plazma-Atomik Emisyon Spektroskopisi- Inductively Coupled Plasm - Atomic Emission Spectroscopy
<b>ICPMS</b>	İndüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi - Inductively Coupled Plasm – Mass Spectroscopy
<b>ND</b>	Analiz edildi fakat tespit edilemedi
<b>ÖY</b>	Ön Yüz
<b>PIXE</b>	Proton uyarılmış X-ışını Emisyonu - Proton-Induced X-ışını Emission
<b>P-XRF</b>	Taşınabilir X-ışını Floresanı-Portable X-ışını Fluorescence ( )
<b>SEM/EDX</b>	Taramalı Elektron Mikroskobu Enerji Saçılımlı X-ışını Spektroskopisi -Scanning Electron Microscopy with Energy Dispersive X-ışını Spectroscopy
<b>WDXRF</b>	Dalgaboyu Dağılımlı X- Işını Floresans Spektroskopisi
<b>XRF</b>	X-ışını Floresanı - X-ışını Fluorescence ( )
<b>EDXRF</b>	Enerji ayırımı X-ışını floresans Spektroskopisi
<b>YY.</b>	Yüzyıl
<b>PPM</b>	Part per million (Milyonda bir parçacık)

## 1. GİRİŞ

Tarihteki ilk sikke basımının M.Ö VII. Yüzyılda Anadolu'da Lidyalılar tarafından yapıldığı bilinmektedir. Tarihteki ilk madeni para olma özelliği taşıyan Lidya parası darp yöntemi ile basılmıştır (Şekil 1-1). Bu yöntemde sabit bir alt kalıp üzerine koyulan madeni pula hareketli bir üst kalıp yerleştirilerek bir çekiçle vurmak suretiyle üretim gerçekleştirilmiştir (Okçu, 2005).

Sikke, Türkçeye tedavülde olmayan, özellikle antik ve orta çağlarda kullanılan paraların karşılığı olarak Arapça'dan geçmiş bir sözcüktür. Sikkenin Eski Yunan karşılığı "kanun" anlamında olan "nomos" ve ondan türetilmiş olan "nomisma" Latince'deki karşılığı ise nummus'tur. Bu nedenle günümüzde bu tip malzemelerin (sikkelerin) incelendiği bu bilime Nümizmatik bu bilimle ilgilenen kişilere ise Nümizmat adı verilmektedir (Okçu, 2005).

Tarihteki ilk madeni para basım yerinin Anadolu olması özellikle uygarlık gelişiminin göstergesi bağlamında oldukça önemlidir. Anadolu bu üstünlüğünü sürekli devam ettirmiştir.

Para, madalya ve jetonların betimlenmesi ve tarihiyle uğraşan bilimdir. İlk antik para koleksiyonları Rönesans döneminde Roma ve Yunan tarihindeki ünlü kişilerin portrelerini araştıranlar tarafından oluşturulmuştur. Daha sonraları Yeniçağ para ve madalyaları ortaya çıkmıştır. Tüm bu nesnelerin anlaşılması ve sınıflandırılması nümizmatik biliminin temelini oluşturmaktadır G. Budé'nin 'De asse (1514)' adlı yapıtından bu yana, paraları her yanıyla ele alan birçok inceleme yayımlanmıştır (Darphane, 2009).

Nümizmatik 18. yy sonundan itibaren arkeolojinin alt bilim dallarından biri haline gelmiştir. Bu bilim dalı; madeni paraların (sikkelerin) tarihsel geçmişi, taşıdıkları özellikler, basım teknikleri, basıldıkları madenlerin özelliği, üzerlerinde bulunan yazı ve figürlerin analizi, paranın basıldığı dönemin ekonomik, toplumsal ve siyasal yapısının araştırılması gibi çok değişik konuları kendisine ana konu olarak seçmiştir (Artuk, 1982).

Nümizmatik arkeoloji, paleografi, din tarihi, mitoloji, kronoloji, metroloji, coğrafya, ekonomi, ekonomi tarihi, siyasal tarih, sosyoloji gibi bilim dallarıyla çok yakın ilişki içerisinde olan bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır.

Arkeometalurji eski çağlardaki metal üretim tekniklerini ve kaynaklarını araştırarak ortaya koymaya çalışan bilim dalıdır. Eski çağların metallere göre

isimlendirilmesi metallerin insanlık tarihinde oynadığı önemli rolü göstermektedir. İnsanların metalle tanışmasını M.Ö. 8. Binlere Tarihlenmektedir (Esin, 1996).



**Şekil 1-1:** Metal dövme ile yapılmış ilk altın-gümüş alaşımı para (M.Ö.610-600 Lidya Sart-İzmir (Okçu, 2005).

Metallerin alet olarak kullanılmaya başlaması, insanların günlük yaşamlarını ve gelişmelerini önemli ölçüde etkilemiştir. İşte burada arkeometalurjinin önemi ve görevi eski madenciliği araştırmaktır. Arkeometalurjinin başlıca görevleri, eski dönemlerdeki cevher yataklarının işletmeciliğinin ve izabe veya ergitme, döküm, dövmeçilik, kaplamacılık vs. gibi teknolojilerin araştırılması olarak özetlenmektedir. Arkeometalurji ayrıca metallerin geliş kaynaklarını araştırmaktadır. Böylece hem eski kültürlerin teknolojileri hakkında bilgi edinilmiş olur hem de toplumların ticari ilişkileri hakkında yeni veriler kazanmaktadır (Yalçın ve ark., 1994).

Arkeometri insanlığın kültür tarihini anlamada arkeologlara yardımcı olabilmek için antik eserlerin ve materyallerin pozitif bilim yöntemleriyle incelenmesidir (Esin, 1996). Bunlara paralel olarak, bu tez kapsamında Diyarbakır Müzesinde bulunan Bizans dönemine ait ve kayıt altına alınan 28 addet altın çukur sikke arkeometrik ve nümizmatik açıdan incelenmiştir. Bu amaçla, mevcut tezde Bizans dönemine ait altın çukur sikke eserlerin üretim teknolojileri ve hammadde içeriklerinin belirlenmesinde sıklıkla tercih edilen yöntemlerden; Taşınabilir X-ışını Floresan (P-XRF) Spektrometresi ile analizlerin gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

Çalışmalar ile ;

- Kaybolmuş uygarlıkların, kentlerin ve yerleşim yerlerinin belirlenmesi,
- Özellikle tarihsel süreç içinde egemenliği elinde tutmuş kişilerin ve ailelerin soylarını tespit edilmesi,
- Çeşitli nedenlerle tarihsel süreç içinde yok olmuş anıt ve yapılara ilişkin kanıtları tespit etme,
- Yerleşim yerlerine, yönetenlere verilmiş ad ve unvanları tespit etme,
- Hükümdarların saltanatlarının başlangıç tarihlerinin, almış oldukları unvanların ve sanların, dönemleri boyunca yaptıkları işlerin, kazandıkları zaferlerin ya da yenilgilerin kesin biçimde belirlenmesi,
- Sikkelerin basımında kullanılan madenin türüne göre o toplumun, o dönemdeki ekonomik durumu konusunda bilgi açığa çıkarma,
- Yazılı tarihlerde anlatılan olayların kanıtlanmasına yardım edecek bulguları ortaya çıkarma,
- Sikkelerin basıldığı dönemin dinsel inançları konusunda bilgileri ortaya çıkarma,
- Sikkeleri basan devletin egemenlik alanlarının değerlendirilmesi yapılmış olacaktır <https://www.darphane.gov.tr/tr/>

Arkeometrik ve nümizmatik çalışmaların bölgede sınırlı kalması bakımından bu tez çalışması kapsamında yapılan arkeometrik incelemelerde nümizmatik değerlendirmelerden elde edilecek sonuçların literatüre önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

### **1.1. Altın (Au) ve Altın Alaşımları**

Altının (Au) M.Ö 4. binde keşfedildiği düşünülmektedir ve bu dönemde Anadolu, Mısır, Mezopotamya, Kafkasya'da kullanılmaya başlanmıştır (Özenbaş, 1993).

Arkeolojik kazı çalışmaları ışığında madenlerin keşfinin 10 bin ile 12 bin yıl kadar önce son büyük Buzul Çağı'nın sonunda insan toplumlarındaki değişikliklerle bağlantılı olduğu anlaşılmaktadır. Bu dönemde yerleşik topluma geçmeye başlayan insanlarla ilgili bugüne kadar bulunabilen en geniş ve açıklayıcı bilgiler büyük Anadolu platosundan elde edilmiştir. Diyarbakır yakınlarındaki Çayönü ve Konya yakınlarındaki

Çatalhöyük yerleşim yerlerinden elde edilen bulgular Cilalı Taş devrinde dünyada bir benzeri daha bulunmayan ve insanın ilk kez madenlerle aşına olduğu gelişmiş bir toplum düzeni olduğunu ortaya koymuştur (Özenbaş, 1993).

Altın, doğada metalik olarak bulunması nedeniyle insanlar tarafından bilinen ilk metaller arasında olmuştur. Parlak rengi, yüksek özgül ağırlığı, korozyona karşı direnci ve kolay şekillendirilebilir olması diğer metaller arasında ona ayrıcalıklı bir yer kazandırmıştır. Günümüzde altın, para sistemlerinin temeli olmasının yanı sıra kuyumculukta, dişçilikte, elektronik aletlerde, uçak ve uzay araçları sanayilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Değeri yükselen veya en azından düşmeyen, enflasyona karşı değerini koruyabilen bir metal olması nedeniyle geleneksel bir yatırım aracı olma özelliğini de taşımaktadır (Özenbaş, 1993).

Altın kimyada 'Au' sembolü ile gösterilen yumuşak, parlak sarı renkte metalik bir elementtir. Altının parlak sarı rengi, asitlere karşı dayanıklılığı, doğada serbest halde bulunabilmesi ve kolay işlenebilmesi gibi özellikleri, insanların ilkçağlardan beri ilgisini çekmiştir. Altın, parlak sarı rengi ve ışıltısıyla da göz alan çok ağır bir metaldir. Üstelik kolay kolay tepkimeye girmeyen çok kararlı bir element olduğu için havadan ve sudan etkilenmektedir. Bu yüzden hiçbir zaman paslanma, kararma ve donuklaşma göstermemektedir. Bir başka özelliği de saf haldeyken çok yumuşak olmasıdır; bu nedenle kolayca dövülerek biçimlendirilebilmektedir. Altın bütün bu özellikleriyle tarih boyunca en değerli metallerden sayılmıştır (Web Kaynak-1).

Altına ergime derecesinin üzerinde ısı verildiğinde mor renk alarak buharlaşmaya başlamaktadır. Yumuşak bir metal olduğundan dövülerek kolayca şekillendirilebilen altın, ağır metaller sınıfına girmektedir. Doğada ender olarak kristalli bir yapıda bulunabilen ve genellikle levha, tel veya külçe şeklinde ele geçen altın cevherleri, kimi zaman kuvars veya Kalsedon/ Kadıköy taşı ile kimi zaman da pirit ile birlikte damarlar halinde görülebilmektedir. Çoğunlukla akarsu yataklarından birikime uğrayan altın buradaki kumların yıkanması sonucunda elde edilmektedir. Bu şekilde elde edilen altın saf olmayıp içeriğinde %2 -30 oranında gümüş bulunabilmektedir (Tekin, 2015).

Altın bazen farklı oranlarda bakır ve demir gibi metalleri de içermektedir. Bakır gibi temel metaller (baz metal) içinde yer alabildiğinden altının ayrıştırma yoluyla elde edilmesi de mümkündür. Altının uzun yıllar boyunca kullanılan ayrıştırma yöntemine 'kupelasyon' denilmektedir. Bu yöntemde altın içerikli cevher özel bir pota içerisindeki kurşun ile birlikte karıştırılmakta potadaki maden karışımına yüksek ısı verilmekte,

ergime işleminde oksijen verilmekte ve kurşunun oksijenle birleşmesiyle potada cüruf olmaktadır. Böylelikle cevherin içerisindeki altın kurşun yardımı ile ayrıştırılmaktadır. Altın içindeki gümüşü ayrıştırmak için, tuz ve kükürt kullanılmaktadır (Tekin, 2015).

Eski çağlarda altının kullanımı genelde üç şekilde olmuştur: birincisi plaser kaynaklı altının soğuk şekillendirilmesi; ikincisi altının cevherden izabe yöntemiyle elde edilmesi; üçüncüsü ise Demir Çağı'ndan sonra yaygınlaşan sert metaller ile alaşım yapılarak alet olarak kullanılmasıdır. Altından soğuk çalışılarak bir eser elde edilmesi, yapısından kaynaklanan bir kolaylık olarak dikkat çekmektedir. Plaser kaynaklı bir altın külçeyi şekillendirmek için yüksek ısıya gerek yoktur. Yaklaşık 100°C'de çekiçleyerek çekme, bükme veya ezme gibi işlemlerin altına uygulanması mümkündür (Tekin, 2015).

İlk çağlarda doğada tesadüfen bulunan alaşım halindeki altın dövülerek ince levha haline getirilmiş olmalıdır. Altın diğer metallerden ayrılan özelliklerinden ve az bulunmasından dolayı krallar ve rahiplerce sahiplenilmektedir (Şekil 1-2). Yazının bulunduğu dönemlerde altın hiyerogliflerde güneş ve tanrı ile aynı veya benzer şekilde yazılmaktaydı (Tekin, 2015).

Kıymetli bir metal olan altının alaşım esnasında değerini fazla düşürmemek için alaşım olarak yine değerli bir başka metal olan gümüş tercih edilmektedir. Altın-gümüş alaşımına Yunan kökenli 'Elektrum' adı verilmektedir. Mat sarı renkteki bu alaşım, doğal gümüş içeriği barındıran altın içerisine çoğunlukla %20-50 dolayında gümüş katılarak elde edilmektedir. Altın ve gümüşün alaşımı olan elektrumlardan yapılan malzeme altın eserlere nazaran daha sert bir yapıya sahip olmaktadır. Bu özelliği dayanıklılık ve direnç gerektiren kullanımlarda elektrumun tercih edilmesine neden olmuştur (Yaylacı, 2010).

### **1.1.1. Altın-Gümüş Alaşımları**

Elektrum altın ile gümüşün belirli miktarlarda karıştırılması ile elde edilmektedir. Beyaz altına %75 altın ve %25 gümüş veya paladyum ilave edilmektedir Sarı altında ise gümüş ve paladyum yerine bakır gibi başka elementler ilave edilmekteydi. Genelde soluk sarı veya sarıya çalan beyaz renkler oluşmaktadır (Yaylacı, 2010).

Altın + Gümüş = Yeşil altın

Altın + Gümüş = Solmuş yaprak altını

Altın + Gümüş = Su yeşili altını

Altın + Gümüş + Bakır = Roz altını

Altın + Gümüş + Bakır = Sarı, çok beyaz, değerli İngiliz altını

%75 altın, %25 gümüş alaşımı (Elektrum) yeşil renkte olup mücevher yapımında kullanılır.

%40 altın %60 gümüş alaşımı serttir (Web Kaynak-2).

### 1.1.2. Altın-Nikel Alaşımı

- Mücevher yapımında kullanılan beyaz altının esasını teşkil etmektedir.
- Bu alaşımda %80 altın, %16 nikel, %3 çinko ve %1 bakır kullanılmaktadır (Web Kaynak-2).

### 1.1.3. Altın-Bakır Alaşımı

- Para basımında yaygın olarak kullanılır. Kolayca işlenebilmektedir.

### 1.1.4. Altın-Palladyum Alaşımı

- Kolayca işlenebilmektedir (Web Kaynak-2).



Şekil 1-2: M.Ö. 5000'lere ait altın objeler, Varna-Bulgaristan (Özenbaş, 1993).

## 1.2. Sikkenin Tarihçesi

İnsanlık avcılık dönemini müteakip bazı hayvanları evcilleştirmiş ve tarım uygulamaları ile ürünleri çeşitlendirmeyi başarmıştır. İhtiyaç duyulan malların ticareti ise başlangıçta taraflar arasındaki mutabakata göre takas (trampa) yöntemi ile yapılmıştır. İki tarafın da kendi üretim fazlalıklarının ve ihtiyaçlarının uyumu şartı gibi zorluklar insanları parayı yaratmaya sevk etmiştir (Atlan, 1982).

İlk dönemlerde deniz kabukları (istiridye, midye), sığır, küçükbaş hayvan, tuz, baharat, balina dişleri gibi taşınabilir, genel talep gören ve değerini muhafaza eden maddeler para olarak kullanılmıştır. Sığırların kullanımını MÖ 9000-6000'lerden itibaren izlenmektedir, deniz kabuklarının kullanımına ise MÖ 1500'lerde özellikle Çin'de, daha sonraları Yeni Gine, Afrika, Pasifik Adaları ve Orta Doğu'da rastlanmaktadır. Esasen deniz kabuklarının süs eşyası olarak kullanımının MÖ 100.000'lere uzandığına dair bulgular bulunmaktadır. Bunların Afrika'da 20. yüzyılın ortalarına kadar para olarak kullanıldığı göz önüne alınırsa en uzun ömürlü ve en yaygın para malzemesinin deniz kabukları olduğu ortaya çıkmaktadır. Buna göre paranın hem reel değeri (sığır, inek, deniz kabuğu), hem de itibari değeri söz konusu olmaktadır. Bunların ikisinin de eş zamanlı aynı yörede ya da farklı zamanlarda farklı yerlerde beraberce veya ayrı ayrı uygulamada olması yalnızca ticarete katılan insanların güven ve tercihlerine bağlı olduğu söylenebilir (Sezer, 2007)

Sikke bulunmadan önce ticaretin nasıl yapıldığı sorusunu ünlü filozof Aristo da sormuştur. Aristo "Politika" isimli eserinde bir malın diğeriyle değiştirildiği sistemi ticaretin en eski türü olarak tanımlamakta ve sikkenin / paranın kullanılmasına öncülük ettiğini belirtmektedir (Aristo, 2011). Daha sonra kişiler bazen ihtiyaçları doğrultusunda değiştirmek istedikleri şeyi karşılarında bulamayınca, onun yerine aynı değerde başka bir şey almaya başlamıştır. Bunun sonucunda eşyanın değerini tespit etme zorunluluğu doğmuş ve bazı nesnelere, özellikle hayvanlar kıymet ölçüsü olarak kullanılmaya başlanmıştır (Atlan, 1982).

Hayvanların ve tahıl ürünlerinin para olarak kullanıldığı dönemden sonra madenler tartılarak işlenmeden para olarak kullanılmaya başlanmıştır (Morrisson, 2002). Yakın Doğu'da yapılan arkeolojik kazılarda çok sayıda metal parçaları bulunmuştur. Bu parçaların belirli bir ağırlıkta olmaları bunların para olarak kullanıldığına işaret etmektedir. Bu para şekli Akdeniz dünyasında M.Ö. 10-7. yüzyıllar arasında Eski Doğu'nun büyük devleti Mısır'da M.Ö. 4. binyılda, Mezopotamya'da 3.

binyılda, Anadolu'da Hitit Devleti'nde ise 2. binyılda kullanılmıştır (Atlan ve Baydur, 1984).

Sikkeler, fiyatlar ve değerlere dair bilgi verir. Bunun yanı sıra politik bir obje olarak hükümdarlık alametleri içerisinde yer almışlardır. Siyasi değerleri, resmi ideolojiyi, devlet ya da hükümdarın propagandasını ve hak iddialarını yansıtan simgesel imgeler ile birtakım işaretler taşımaktadır. Ayrıca vergilendirme ile genel olarak ekonomik hayat ilişkilerine ışık tutmaktadır. Tez konusunu oluşturan Bizans sikkeleri ise esas olarak üç metalden basılmıştır, altın, gümüş ve bakır. XI. yüzyıldan itibaren elektrik ve billon sikkeler basılmaya başlanmıştır. Fakat bu son iki metalden sikke basılmasının nedeni yaşanan ekonomik kriz olmuştur. Gerçekte elektrik ayarı düşük altın, billon ise ayarı düşük gümüş madeni olarak bilinmektedir (Atlan ve Baydur, 1984).

### 1.3. Altın Sikke Darbı

Tarihte ilk sikkeler Lidya'da altın-gümüş alaşımı olan elektrümden yapılan bakla biçimli sikkeler olmuştur. Ön yüzleri ilk zamanlar düz, sonra çizgili, daha sonra da resimli olan bu sikkeler Kroisos döneminde saf altından da basılmaya başlanmıştır (Özenbaş, 1993).

Sikke yapımında kullanılan pulları önceleri çubuk halinde dökülmüş altından kesilmekteydi. Bu çubuklar ısıtılarak yuvarlak sığ kalıplara dökülmek suretiyle daha düzgün sikke pullu haline getirilmektedir. İlk sikkeler tek bir kalıp ile basılmaktaydı. Bu kalıp örs üzerine ters ve iç bükey kazınan ön yüz kalıbıdır. Kalıp, örs üzerine doğrudan kazındığı gibi, ayrı bir blok olarak hazırlanıp örs üzerindeki yuvanın içine de yerleştirilebiliyordu. Sikke olacak atın pul ısıtılıp yumuşatılarak örs üzerindeki kalıbın üzerine konulduktan sonra istampa tam pulun üzerine denk gelecek şekilde tutularak ve istampanın yukarı ucuna bir çekiç vurulmakta ve kalıptaki resmin pulla dış bükey olarak (rölyef şeklinde) geçmesi sağlanmaktaydı (Özenbaş, 1993).

Daha sonraları istampanın alt yüzü de arka yüz kalıbı olarak hazırlanmış ve sikke pullunun her iki yüzünde de resim çıkması sağlanmaktaydı. Üzerine çekiç ile vurulan üst kalıp (arka yüz) alt kalıba (ön yüz) göre daha çabuk bozulmakta ve daha sığ değiştirilmekteydi. Sertleştirilmiş bronzdan yapılmış antik kalıbın dayanıklılığı günümüz çelik kalıbı ile kıyaslanamamakla birlikte, antik türde bir ön yüz kalıp

kullanılarak yapılan denemelerde bir kalıptan 15 bin civarında sikke basımı yapılabildiği görülmüştür ve bu sırada yaklaşık üç adet arka yüz kalıbı eskitilmiştir. Gerek altın sikkeler, gerekse külçe altınlar ‘denek taşı’ kullanılarak saflıkları konusunda test edilirdi. Taşa sürtünen altının üzerindeki çizikler saflıkları bilinen altın eşyalarla karşılaştırılmaktaydı (Özenbaş, 1993).

#### **1.4. Metal Sikkenin Baskı Teknikleri**

Sikke üretiminde kullanılan teknoloji hakkındaki bilgiler sikke darbını gösteren gravürler, günümüze kalan kalıplar ve sikkeler üzerinde yapılan bilimsel araştırmalar sayesinde sağlanmaktadır. Sikkeler darphane olarak isimlendirilen atölyelerde basılmıştır. Eski yazıtlardan anlaşıldığı kadarı ile bu atölyelerde çalışan işçilerin ve memurların çeşitli unvanları bulunmaktadır. Bu memurlar işin nasıl yapılacağı, metallerin hazırlanışı, kalıpların hak edilmesi ve basılması gibi işlerle uğraşmışlardır (Howgego, 1998).

Eski çağlarda darp edilen sikkelerde kullanılan başlıca metaller arsında ise altın, bakır, gümüş, elektrüm, tunç ve pirinç yer almaktadır (Uğurluer, 2008).

Sikke metali kaynakları hakkında yalnızca madenler ve ganimetlerden söz edilmemektedir. Aynı zamanda tazminatlar, armağanlar, satın almalar ve stoklanmış bulunan çeşitli eşyaların (kült heykelleri, adaklar, taşlar, vazolar, mobilyalar bina süslemeleri ve külçeler) eritilmesinden de bahsedilmektedir. Eski ve yabancı sikkeler birlikte eritilerek yeniden sikke metali olarak kullanılmıştır. Madenlere sahip olmayan kentler sikke metalini savaş, ticaret ve vergilendirme ile tedarik etmişlerdir. Bu şekilde sağlanan sikke metali eritilerek hammadde ihtiyacı giderilmiştir (Howgego, 1998).

Değerli madenden sikke basan kentlerin karşılaştıkları en büyük sorun hammadde yataklarıdır. Eski Çağ’da değerli metal yataklarının işletilmesi sikkenin icadından çok önce başlamıştır. Çünkü altın ve gümüş gibi değerli metal çubuklar ya da külçeler (ingot) ticari alışverişlerde para yerine kullanılmaktaydı. Sikke icat edildikten sonra değerli metallere mücevherlerin yanı sıra, büyük ölçüde sikke üretiminde yararlanılmıştır. Değerli metal yataklarına sahip bazı kentlerde sikke üretiminin fazla olduğu bilinmektedir. Değerli metal kaynaklarına sahip olmayan kentler ise ithal yoluna gitmişlerdir. Örneğin, gümüş madeninin bulunmadığı Aigina sikke basımı için gerekli metali ithal etmek zorunda kalmıştır. Antik Çağ’da değerli maden yataklarının tükenmeye başlaması ve giderek kapanması karşısında altın ve gümüş sikke basımı

azalmış ve bakır sikke basımı artmıştır. Sikke yapım ve yöntemleri hakkında bilgi sahibi olmanın, sikke serilerinin dolaylı yoldan tanımlanması, sınıflandırılması ve darp edilen sikke miktarının belirlenmesi bakımından önem arz ettiği görülmektedir (Tekin, 1998)

Sikkelerin hangi teknikte yapıldığını anlamada malzeme kenarlarını incelenmesi bu anlamda büyük fayda sağlamakta ve yol gösterici olmaktadır. Sikke kenarlarının kesiminden hangi tekniğin kullanıldığı anlaşılabilir. Ayrıca sikkelerin kenarının kesilip değerlerinin düşürülmesi tehlikesine karşı da buraya çentikler yapmak, tırtıklar açmak ya da bir yazı kazımak gibi önlemler uygulanmıştır (Artuk ve Artuk, 1974).

Sikke yapımında genellikle üç teknik kullanılmıştır. Bunlar: döküm, çekiç ile darp ve mekanik darp yöntemleridir.

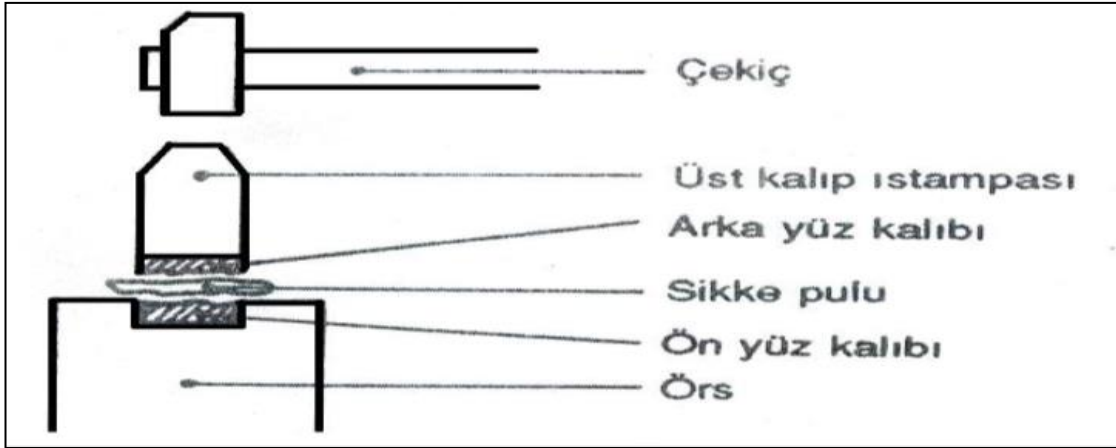
#### **1.4.1. Çekiç ile Darp**

Çekiç ile darp Antik dönem ve Ortaçağ dönemlerinde sikke basımında uygulanan en önemli tekniktir. Dönemi ne olursa olsun üretimi üç ana işlemden oluşmaktadır; sikke pulunun hazırlanması, sikke kalıbının işlenmesi ve darp edilmesi (Morrisson, 2002).

Çekiç ile darp yönteminde sikke basımı şu şekilde gerçekleşmektedir; sikkeye şeklini verecek olan ön yüz kalıbı ve arka yüz kalıbı çelik kalem veya kazı kalemi ile işlenmektedir (Şekil 1-3). Sikke betiminin tamamı, portre, lejant veya harfler dikkatlice çizilmekteydi. Buradaki önemli olan husus işlemi yapan ustanın resimleri negatif ve ters olarak işlemindeki başarısı olmaktadır. Kalıplardan çıkarılan ve sıcaklıklarını hala muhafaza eden sikke pulları, alt kalıp (ön yüz) üstüne yerleştirilmekteydi. Sonra üst kalıp (arka yüz) pulun tam üstüne gelecek şekilde yerleştirilmekte ve iki ya da üç kuvvetli çekiç darbesi ile kalıpların üstündeki negatif resimler pulun üstüne transfer edilmekteydi (Morkholm, 2000).

Vurmaya dayanan bu para basma yönteminden bir süre sonra erimiş metal doğrudan alt kalıbın içerisine dökülmeye başlanmıştır. Bu yöntemle alt kalıp bozulmadan 10 ile 20 bin adet para basılabileceği, çekiç darbelerinden direkt olarak etkilenen üst kalıbın ise bunun yarısı kadar para basması sağlanmıştır (Artuk ve Artuk, 1974).

Şekil 1-3'te çekiç ile darp yönteminde bir çekiç vasıtasıyla sikkelerin ön ve arka yüzlerinin kalıp örs üzerinde şekillendirilmeleri temsili olarak gösterilmektedir.



Şekil 1-3: Çekiç ile Sikke Darp Yöntemi (Artuk ve Artuk, 1974).

### 1.5. Nümizmatik ve Arkeoloji İlişkisi

Detaylı bir şekilde sikkelerin üzerindeki işaret ve lejantlar tanımlanarak sikkenin ait olduğu çağlar tespit edilebilmektedir. Bizans sikkeleri üzerindeki lejant ve işaretler detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Arkeolojik kazılarda elde edilen sikkeler nümizmatik açıklamaları ve detaylı arkeometrik incelemeleri ile dönemin özellikleri ortaya konulabilmektedir. Yapılan arkeolojik kazılarda sikkelerin yapıldığı metalden dönemin kültürel, siyasal, ekonomik ve ticari yapısı ile ilgili bilgilere ulaşmak mümkün olabilmektedir. Nümizmatik incelemeler arkeoloji biliminin önemli araçları arasında yer almaktadır. Arkeoloji ve arkeometrinin gelişmesine büyük katkıları olan nümizmatik incelemeler günümüzde arkeometrinin modern cihazları sayesinde çok daha anlamlı bir bilim haline gelmiştir. Zira sikkelerin arkeometrideki enstrümental analiz sayesinde bileşimleri çok rahatlıkla tespit edilebilmekte ve arkeolojinin bu bilgileri kullanması sağlanmaktadır.

### 1.6. Sikke Bilimi ve Sikkenin Kısa Tarihi

Sikkeler yapıldığı dönemin izlerini taşımaktadır. Sikkenin ortaya çıkışı için kesin bir tarih vermek mümkün olmamaktadır. Çünkü sikke ağırlıklardan gelişmiş ve uzun zaman ağırlık olarak kullanılmıştır. Sikke keşfedilmeden önce takas (trampamübadele) usulü kullanılmaktadır. Değiş-tokuş edilecek mallar kolaylıkla bölünemediğinden, bu mallar arasında kıymet eşitliği de sağlanamıyordu (Howgego, 1998). İlk sikkeyi Lydia Kralı Kroios'un (M.Ö. 560-547) altın ve gümüşten bastırıldığına inanılmaktadır (Karwiese, 1995).

Altın ve gümüşün birbirinden ayrıştırılması tarihte ilk Lidya döneminde yapılmıştır. Sikke kentlerin ve krallarının masraflarının karşılanması, çalışanların ve askerlerin maaşlarının ödenmesi ve gelirlerin toplanması gibi genelde mali işlemleri idare etmek için kullanılan bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır (Karwiese, 1995). Başka bir ifadeyle, sikke basımı mali gereksinimlerle ilişkili olup, aynı zamanda günlük ödeme aracı olarak kullanıma girmesiyle ticaretin canlanmasına sebep olmuştur (Price, 2001).

### 1.7. Arkeometri

Arkeometri insanlığın kültür tarihini anlamada arkeologlara yardımcı olabilmek için antik eserlerin ve materyallerin pozitif bilim yöntemleriyle incelenmesidir (Esin, 1996). Esin arkeometriyi, geçmiş yaşamı anlamaya ve yeniden kurmaya çalışan arkeolojiye doğru bilgi almasında yardım eden ve önemi giderek artan bir bilim dalı olarak tanımlamış ve arkeometrinin genel bir tanım olarak, arkeolojinin, doğa bilimleriyle bağlantısını kuran bir yöntem olduğunu ve gelişimi de arkeolojiden çok doğa bilimlerinin gelişmesine bağlı olduğunu ileri sürmüştür.

Bu tanımdan yola çıkarak fen ve doğa bilim dallarındaki matematiksel ölçüm ve analiz yöntemlerinin arkeolojik buluntuların karakterizasyonunda uygulanması ve kullanılması “arkeometri” olarak isimlendirilmektedir. Dolayısıyla arkeometri disiplinler arası çalışan çok yönlü bir bilim dalı olarak değerlendirilmektedir (Aydın, 2015).

Arkeometri günümüzde yapılan arkeolojik araştırmaların uygarlık ve kültür tarihi açısından elden geldiğince eksiksiz olarak doğru yorumlanmaları için fen ve doğa bilimlerinin çeşitli dallarından birlikte yararlanılan yeni bir bilim alanıdır. Bu bilim ve teknikten diğer ülkelerde olduğu gibi son yıllarda da ülkemizde yoğun bir biçimde yararlanılmaya başlanılmış, çeşitli kurum ve kuruluşlarda niteliğinde akademik ve özel çalışmalar yapılmaya devam edilmektedir (Uçankuş, 2000).

Bir başka deyişle Arkeometri; fizik, kimya, biyoloji, botanik, zooloji ve jeofizik gibi bilimlerin, arkeolojik alanlarda gerçekleştirilen uygulamalarına verilen addır. Örneğin, metal buluntulardan alınan örneklerin elektron mikroskobu ile incelenerek yapım tekniklerinin araştırılması, seramiklerin kesitlerinin alınıp kullanılan kil yatağının belirlenmesi, seramik kaplarda bulunan mikroskopik miktardaki yemek kalıntılarının analiz edilip tanımlanması arkeometri biliminin işidir. Organik buluntuların

tarihlendirilmesi için başvurulan Karbon-14 tarihleme yöntemi de arkeometrinin en önemli uygulamalarından biridir (Aydın, 2015).

### 1.8. Arkeometrinin Gelişimi ve Arkeolojik Eserlerin Analizi

Arkeometrik çalışmaların başlangıcının 19. yy. başlarına kadar uzandığı söylenebilir. 1800'de ilk defa M.H. Klaproth (1743-1817) Berlin Bilim Akademisi'nde sikkeler, camlar, ortaçağ heykelleri üzerinde yaptığı bazı kimyasal analizlerin sonuçları hakkında bir bildiri sunmuştur. 19. yy sonuna doğru ve 20. yy. başlarında Avrupa'da Üst Paleolitik Devir mağara duvar resimlerinin bulunuşu, Ön Asya'da, Anadolu'da başlayıp yoğunluk kazanan arkeolojik kazılarda ele geçen çeşitli buluntular metal, seramik, cam, duvar resimlerinin boya ları gibi organik malzemeden yapılan araç ve gerecin kimyasal analizleri büyük ölçüde artmaya başlamıştır (Uçankuş, 2000). 1878'de Baron De Geer, İsveç'te göl ve bataklık tortul kültürlerindeki yıllık ömürlü bitki kalıntılarını inceleyerek, bunların içinde bulunduğu "balçık katmanlarının" sayımına dayanan "Varv Analizleri" olarak adlandırılan bir mutlak tarihlendirme yöntemi geliştirilmiştir (Uçankuş, 2000).

1901'de bulunan, ancak arkeolojide 1929'da ilk olarak uygulanan bir diğer yöntem ise "Dendrokronoloji'dir. Uzun ömürlü ağaçların yatay kesitlerindeki halkaların oluşumları ve bunların sayımları ile ağacın kesildiği zamandaki yaşının mutlak olarak bulunabileceği anlaşılmaktadır. Yine 1916'da İsveçli Botanikçi Lennar Von Post'un ilk olarak geliştirdiği "Palinoloji" çiçek tozlarının analizleri yöntemi, gerek Buzul Çağları, gerekse Postpleistosen'deki bitki örtüsü, iklim değişimleri ve tarihlendirme için kullanılmıştır (Uçankuş, 2000).

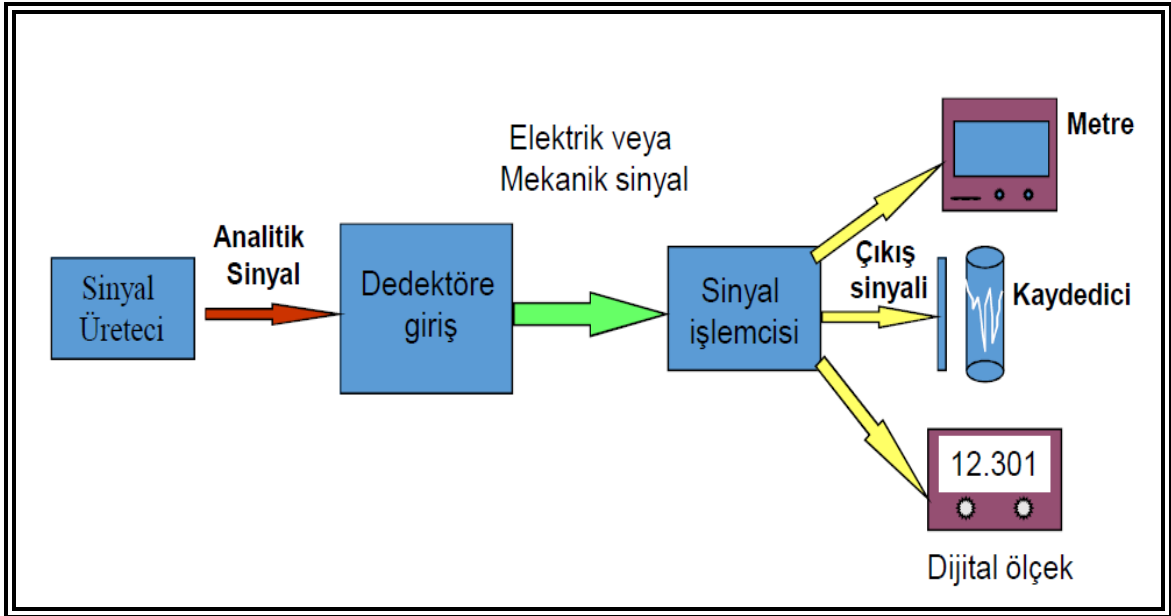
II. Dünya Savaşı'na kadar arkeolojik buluntuların değerlendirilmesi için gerek çeşitli kimyasal, fiziksel yöntemlerle yapılan malzeme analizleri, gerek mutlak tarihlendirmeler için daha birçok yöntemin geliştirildiği görülmektedir. Ancak Arkeoloji'ye dönük bu araştırmaların "**Arkeometri**" adı altında yeni bir boyut kazanması ve bu günkü konumuna kavuşması, 1950-1960 yılları arasına rastlamaktadır (Uçankuş, 2000).

1955'de Libby ve arkadaşlarının, yaşamları sona ermiş organik maddelerin içinde bulunan radyoaktif karbon-14 ölçülmesi ile (C-14) arkeolojiye yeni bir mutlak

tarihlendirme yöntemini armağan etmeleri, bir anlamda arkeometrinin gerçek başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Bugün artık arkeolojik araştırmalar, geçmiş uyarlıkları tarihsel gelişmeleri içinde, mümkün olduğunca eksiksiz bir biçimde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu yüzden eski bir kültürün gereğince anlaşılabilmesi ve tanımlanması için o kültürü meydana getiren insanların, o günkü doğal çevrelerinin içerisinde yaşadıkları biyolojik ortamı oluşturan hayvan ve bitki topluluklarının; insan, hayvan, bitki ilişkilerinin, ellerindeki kaynaklardan yararlanma biçim ve derecelerine bağlı olarak ekonomilerinin teknolojilerinin, sosyal, politik ve sanatsal düzeylerinin ve en önemlisi de insan tarih ilişkisini aydınlatılması konusunda bilgi vermektedir. Aynı bağlamda, o kltrleri oluşturan insan topluluklarının içinde yaşadıkları devrin mutlak tarihlendirilmesinin yapılmasına, ya da ağdaş olan diğer biyolojik çevreleriyle olan ilişki ve karşılıklı etkileşimlerinin bütünüyle açıklığa kavuşturulmasına çalışılmaktadır.

### **1.9. Tahribatlı Kimyasal Analiz Teknikleri**

Tahribatlı kimyasal analiz teknikleri kapsamında incelenen örnekler bir solvent yardımıyla analiz edilerek çıkarımlar ortaya konulmaktadır (Aydın, 2013). En çok kullanılan teknikler aşağıda detaylı Şekilde açıklanan ICP-AES, ICPMS yöntemleridir. Ortaya ıkarılan değerler yardımıyla bulgular değerlendirilmektedir. Parametre okumaları uzman kişiler tarafından yapılarak sonuçlar yorumlanmaktadır. Bu tür enstrüman gerektiren analizlerde enstrümanın genel işleyişi Şekil 1-4 üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 1-4: Enstrümental analizde süreç akışı şeması (Merey, 2015).

### 1.9.1. Endüktif Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon Spektroskopisi (ICP-AES)

Endüktif Eşleşmiş Plazma (ICP) düşük derişimdeki elementlerin ölçüldüğü bir analitik tekniktir. Örnek 6000-10000 K sıcaklığındaki argon plazmaya gönderilmekte plazma içinde moleküler bağlar kırılarak atom ve iyonlar oluşmaktadır. Bu oluşan atom ve iyonlar plazma içinde uyarıldıktan hemen sonra karakteristik dalga boylarında ışınım yaparak tekrar eski enerji seviyelerine dönmektedir. Emisyon sinyalleri Echelle polikromatör ve S-CCD (yükten bağımlı aygıt) dizilim detektör sistemiyle ölçülmektedir. Gözlenebilme sınırları  $\mu\text{g/L}$  düzeyindedir. ICP katı ve sıvı örneklerde çok sayıda elementin hızlı, ucuz, hassas ve doğru biçimde, niteliksel, niceliksel ya da yarı-niceliksel olarak ölçülmesine olanak sağlayan ileri teknoloji ürünü bir analiz tekniğidir. Teknik elektromanyetik endüksiyonla bir RF güç kaynağı vasıtasıyla quartz tüp içinde yaratılan 10.000 K sıcaklığındaki argon plazmaya beslenen analiz edilecek çözeltilerde bulunan elementlerin iyonize edilmesi; iyonize elementlerin atomlarının yaydıkları emisyonun belirlenmesi ve element derişimlerinin elektrik çoklayıcı bir dedektör tarafından ölçülmesi aşamalarını içerir. Örnekteki tüm elementlerin derişimleri 1 ile 2 dakika arasında değişen sürelerde ölçülür. Bu amaçla kullanılan optik sistemin uzunluğu ve hareket kesinliği spektrometrenin hassasiyetini etkileyen en önemli faktörlerdir (Aydın, 2013).

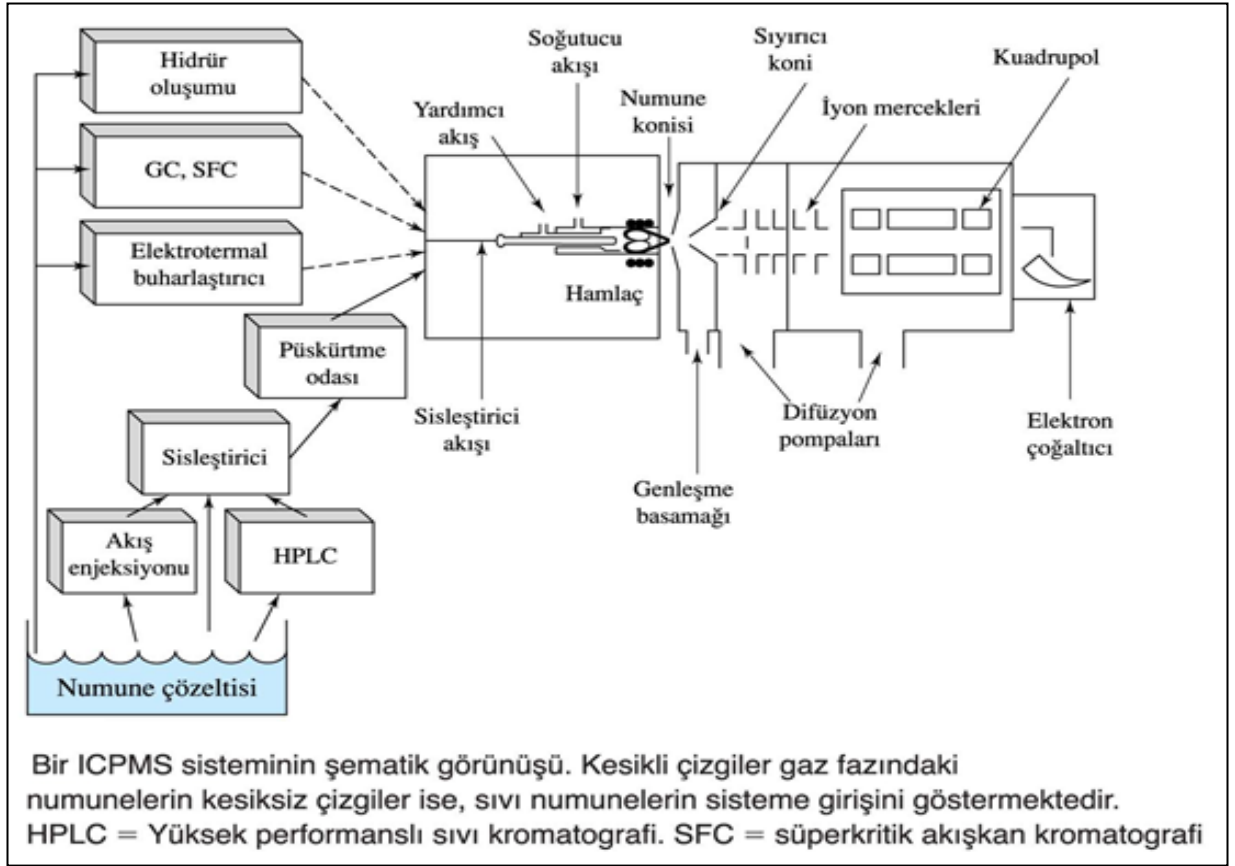
### 1.9.2. Endüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi (ICP-MS)

Elementlerin tayininde kullanılan spektroskopik bir yöntemdir. ICP'de yüksek düzeyde enerji söz konusudur. Alev emisyon spektroskopisinde yapılamayan tayinler ICP ile kolaylıkla yapılabilmektedir endüktif eşleşmiş plazma spektroskopisinin temel prensibi yüksek derişimde katyon ve buna eşdeğer derişimde elektron içeren, elektriksel olarak iletken bir gaz ortamı olan plazmada, atomlar ve iyonların uyarılması ile yaydıkları emisyonun ölçülmesidir (Çiçek, 2018).

Endüktif eşleşmiş plazma-kütle spektroskopisi örneklerin yüksek sıcaklıktaki bir plazmaya, genellikle argon, gönderilerek moleküler bağların kırıldığı ve atomların iyonlaştırıldığı bir analitik tekniktir. İyonlar örnekleme ve ikinci aşama süzme (skimmer) konileri arayüzeyinden geçerek vakuma alınır ve burada birleştirilmiş mercekleme sistemi iyonları quadropol kütle spektroskopisine odaklar. Burada iyonlar kütlelerine ayrılıp taramalı elektrik alanıyla analiz edilir. Örnek, genel olarak bir solüsyon halinde ve sisleştirici aracılığıyla spektrometreye gönderilir. ICP-MS çok hızlı bir şekilde farklı kütleleri ölçebildiği için çoklu element ölçüm spektrometre olarak düşünülebilir. Diğer bir alternatif örnekleme tekniği ise lazer aşındırma (laser ablation) tekniğidir. Bu teknik kullanılarak katı örneklerin doğrudan analizi yapılabilir. Birçok katı örnek, çözme yoluyla veya LA-ICP-MS kullanılarak ölçülebilir. LA-ICP-MS kullanımının en önemli avantajı yarı-nicel analiz olup bilinmeyen örneklerin kompozisyonu hakkında fikir vermesidir.

ICP-MS analiz tekniği yüksek duyarlılık düzeyi ile bir dizi metal ve metal olmayan konstransyonların  $10^{12}$  altındaki (trilyonda bir parça) analizlerde kullanılmaktadır. Bu yöntemde endüktif yoluyla iyonlar ayrıştırılıp kütle spektroskopisinde tespit edilmektedir. Bu yöntem aynı zamanda kütle spektrometrisinde seçilen izotopik özellikte iyonların gözlemlenmesinde de kullanılmaktadır (Aydın, 2013).

ICP-MS tekniğinin çalışma prensibi temsili olarak Şekil 1-5 de gösterilmiştir.



**Şekil 1-5:** Bir ICPMS sisteminin şematik görünüşü (Yıldız, ve ark., 1997).

ICP-MS 1980'lerin başından bu yana birçok element için düşük gözlenebilirlik sınırları, yüksek seçicilik ve doğruluk payı ile en önemli tekniklerden bir olarak kabul edilmektedir. Diferansiyel bir pompa yardımıyla bir küadropol kütle spektrometreye iletilmektedir. Bu şekilde elde edilen spektrumlar, var olan bütün elementler için bir dizi izotop pikinden oluşmaktadır. Bu spektrumlar numunede bulunan elementlerin kalitatif ve kantitatif tayinlerinde kullanılır (Yıldız ve ark., 1997).

### 1.10. Tahribatlı Olmayan Kimyasal Analiz Teknikleri

Tahribatlı olmayan kimyasal analiz teknikleri arkeometrik kalıntıların ve eserlerin incelenmesinde sıkça kullanılan teknikler arasındadır. Fonksiyonel ve kolayca kullanılan yöntemlerdir. Özellikle mobil kullanılan cihazlar arkeometri uzmanlarının işlerini hem kolaylaştırmış hem de hızlandırmıştır. Tahribatlı olmayan önemli analiz

teknikleri taşınabilir X-ışını Floresan (P-XRF), Proton uyarılmış X ışını Emisyonu (PIXE) olarak sınıflandırılabilir.

Taşınabilir X-ışını Floresan (P-XRF), Bu analiz tekniğinde numunenin hazırlanmasına ihtiyaç olmaksızın, bir solvent yardımı olmadan numunenin analiz edilmesi imkanı verdiği için dolayı herhangi bir örnek hazırlığı yapmak gerekmemektedir.

P-XRF analiz tekniği metal sikkelerin gerçekliklerinin tespit edilmesinde kolaylıkla kullanılabilen bir tekniktir. Bir sikkenin gerçekliğinin belirlenmesi sikkenin gerçek mi veya sahte olup olmadığını tespit etmek için kullanılan analizdir. Görsel inceleme çok sübjektif bir metot olduğundan iki ayrı uzman aynı arkeolojik obje üzerinden farklı değerlendirmeler yapabilmektedir. Bu nedenle bu tür objelerin objektif bir şekilde incelenmesi için P-XRF analiz tekniği bilimsel bir uygulama olduğu düşünülmektedir (Rojaset, 2003; Aydın, 2013).

Tahribatlı olmayan analiz tekniklerindeki ilerlemeler arkeolojik objelerin analiz edilmesinde yeni bir pencere açmıştır. Bu tür tekniklerin kullanılması sikke gibi arkeolojik buluntuların tarihi, gerçekliği, menşei hakkında temel bazı soruların yanıt bulmasını sağlamıştır (Civici, 2007). Tahribatlı olmayan teknikler kesin ve detaylı nicel bilgilerin elde edilmesini sağlayarak bir metal sikkenin alaşım yapısını, bileşimini, eskilik düzeyinin incelenmesinde analitik bir yaklaşımla sonuç elde edilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle eğer çok sayıda örnek incelenmesi gerekiyorsa tahribatlı olmayan teknikler kullanılmalıdır. Özellikle tarihi ve sanatsal değeri korunmak istenen objelerde P-XRF analiz yöntemi kullanılmalıdır (Rizzo 2010). Bu nedenle bu çalışmada tahribatlı olmayan Taşınabilir X-ışını Floresans tekniği sikkelerin analitik bilimsel analizde kullanılması uygun görülmüştür.

### **1.11. Taramalı Elektron Mikroskobu/Enerji Saçımlı X-Işını Spektroskopisi (SEM-EDX)**

Mikroskop, çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük cisimlerin çeşitli mercekler yardımıyla büyütülerek incelenmesini sağlayan bir araçtır. Mikroskoplar optik, akustik, taramalı sondalı ve elektron mikroskopları şeklinde dört temel sınıfta toplanmaktadır (Özkan ve Yörücü, 1986).

SEM ortalama bir masa boyutlarında, yüksek çözünürlüklü numune fotoğrafları çekebilen, aynı zamanda istenilen bir noktanın elementel analizini yapmaya olanak veren bir mikroskop çeşididir (Özkan ve Yörücü, 1986).

Elektron mikroskobu ile harç, sıva, taş, seramik, ahşap, kağıt, tekstil, cam, metal ve boya gibi birçok malzemenin analizi yapılabilmektedir. SEM-EDX tekniği, seçilen bir numunenin elementlerin mikroskobik bir bölgesinin yüzeyinin incelenmesinde kullanılır. Elementlerin karakteristik özelliklerini ortaya çıkartmak için enerji detektörleri sayesinde X-ışını yayılımı sağlanmakta ve numunenin belli bir bölgesinden görüntü alınmaktadır (Echlin, 2009).

Elektron Mikroskobu çalışma modları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

**Çözünürlük:** Seçilen çalışma şartlarına bağlı olarak kolonu otomatik olarak ayarlar ve en yüksek çözünürlüğü sağlar.

**Derinlik:** Kolonu yükselttiği modda odak derinliğini artırır.

**Alan:** Kolonu en uygun hale getirerek büyük ve oranı bozulmamış alan görüntüleri sağlar.

**Geniş Alan:** Çok az büyütülmüş görüntüler için çok daha büyük ve oranı bozulmamış alan görüntüler sağlar.

**Sahnın Işın:** Örneklerin yapısındaki kristallerin yönelişini değerlendiren, elektron kanallama deseni (ECP) elde eden çalışma modu (Fultz ve Howe, 2002).

Bütün bunlara ek olarak düşük enerjili ikincil elektronların geri dağılımını sağlar ve birincil elektronların bombardımanını X Işınları ile gerçekleştirir. Geri uyarılan elektronların yoğunluğu elementlerin atom numarasına göre farklılık göstermektedir. Bu sayede uyarılan elektronlar numuneden elde edilen bilginin kalitesini belirlemektedir (Fultz ve Howe, 2002).

SEM, X-ışını görece olarak hızlı, az maliyetli temel tahribatlı olmayan yüzey analiz tekniği olarak da bilinmektedir. Özellikle hassas yüzey analizleri gibi detay ve analitik problemlere neden olmayan bazı numunelerde kullanılır.

SEM-EDX en iyi bilenen yüzey analiz tekniğidir. Yüksek elektron yayılımını yüksek odaklanması sayesinde yüksek çözünürlüklü yüzey topoğrafyası alma, mükemmel derinlik alanı sağlama imkânı yaratılır (Büken ve ark., 2001).

## **2. BİZANS İMPARATORLUĞU ARKEOLOJİSİ ( KÜLTÜR, MEDENİYET VE SİKKELER)**

Tarihin önemli imparatorluklarına ev sahipliği yapan Anadolu-Mezopotamya coğrafyası bağrında büyük kültür hazinelerini yetiştirmiştir. Birçok medeniyete ev sahipliği yaparken her bir farklılığı bünyesinde barındırmıştır. Farklı kültürlerden önemli bir kısmı Bizans imparatorluğunun zenginleşmesini sağlamıştır. Bizans kültür ve medeniyeti Anadolu-Mezopotamya coğrafyasında büyük izler bırakmıştır. Bu izleri arkeolojik kalıntılarla taşınır ve taşınmaz örneklerde gözlemek mümkündür.

### **2.1. Bizans İmparatorluğu'nda Kültür ve Medeniyet: Türkiye'deki Bizans Kültürel Mirasının Önemi**

Bizans'ın kültürel mirası bugün Türkiye'nin tarihsel zenginliğinin en önemli parçalarından birini oluşturmaktadır. Bizans uygarlığının sınırları tarihsel süreç içinde sürekli değişmişse de, bu uygarlığın ana toprak parçası (başkent ile birlikte) esas olarak Anadolu olmuştur. Bu topraklarda Bizans uygarlığı 11 yy. yakın bir süre varlığını sürdürmüştür. Bu, Anadolu'nun zengin tarihi boyunca birbirini izlemiş olan uygarlıkların içinde en uzun olan tarihsel zaman dilimidir. Anadolu'da Bizans uygarlığının materyal kültür kalıntıları (en azından toprak üzerinde olanlar) nicelik olarak Osmanlı uygarlığının eserlerinden sonra ikinci sırada bulunmaktadır. Bugün Türkiye Cumhuriyeti sınırları içinde bulunan Bizans Dönemi kalıntıları dünyanın geri kalan kısmındaki kalıntıların toplamından daha fazladır. Son arkeolojik katmanlardan birisi olarak ve Anadolu coğrafyasını uzun süre yurt edinmiş bir uygarlık olarak Türkiye'de arkeolojik çalışma yapılan neredeyse her alanda Bizans kalıntılarına da rastlanmaktadır. Bizans kültürü ile Anadolu'daki Türk kültürü arasında bugün bildiğimizin çok ötesinde bir etkileşim vardır ve bu alan incelenmeyi beklemektedir (Akyürek, 1998).

### 2.1.1. Bizans Kültür ve Medeniyetinde Altın Sikkeler

Bizans altın sikke birimi yaklaşık 4,55 gram ağırlığındaki Solidus'tur. Solidus Diocletianus ve Büyük Konstantinus dönemlerinde yapılan para reformu sonrasında ortaya çıkmıştır (Tekin, 1999). Soliduslar, Roma librasının 1/72'si ağırlığında ve %98 saflık oranında basılmışlardır (Harl, 2002).

Roma librasının 1/72'si ağırlığında olan Solidus, 24 karat (keration) ayarındadır. Solidus uzun süre 11. yy sonlarına kadar aynı ayarda (24 karat) basılmıştır. Solidusun arka yüzünde kesimde yer alan darphane işaretinin sonundaki OB (obryzum, obryziacus) ifadesi altın ayarının yüksek olduğunu ve saflığını göstermektedir (Şekil 1-6). Solidusun yarısına "Semissis", üçte ikisine ise "Tremissis" adı verilmektedir. Her iki biriminde ön yüzlerinde imparator büstü daha çok profilden ve arka yüzlerinde "Victoria" tasvir edilmiştir. Fakat 9. yy ikinci yarısından itibaren bu iki birimin basımına son verilmiştir. II. Nikephorosa kadar solidusun ağırlığında kalitesinde ve büyüklüğünde herhangi bir değişiklik olmadığı bilinmektedir (Tekin, 1999).

10. yy. ortalarında imparator Nikephoros Focas (963–969) standart paraların 1/12'si ağırlığında 22 karat gelen 3,95 gram ağırlığındaki hafif nomismayı basmıştır. İmparator Focas'ın böyle bir reform yapmasının nedeni devletin parasını artırmak içindir. Böylece aynı miktarda altınla daha fazla para basıp maaşları ve diğer devlet gereksinimlerini karşılamayı amaçlamıştır. Böyle bir yöntemin uygulanması doğal olarak paranın değer kaybetmesine yol açmıştır (Gregorry, 2008).

Tetarteron'un orijinal ağırlıktaki nomismanın 1/12 ağırlığında olmasına rağmen, resmi ödemelerde gerçek nomismanın ağırlığına eşit olarak kullanılmıştır. Ağırlığı tam olan altın sikke ise "Nomisma Histamenon" dur. Nomisma Histamenon kalın ve düz basılan tetarterona karşın büyük, ince ve çukur (Scyphate) olarak basılmıştır. Fakat Nomisma'nın ayarı ve kalitesi IV. Mikhael (1034–1040) zamanında bozulmaya başlamıştır. İlk kez IX. Constantinos (1042–1055) Nomisma Histamenon'un ayarını düşürmüştür. Yaklaşık kırk yıldan beri %91 oranında altın olan bu sikkeyi %10'u altın olan, gümüş ve bakır alaşımı bir sikkeye dönüştürmüştür (Harl, 2002).

Sikkeler fiyatlar ve değerlere dair bilgi vermesinin yanı sıra politik bir obje olarak hükümdarlık alametleri içerisinde yer almışlardır. Siyasi değerleri, resmi ideolojiyi, devlet ya da hükümdarın propagandasını ve hak iddialarını yansıtan simgesel imgeler ile birtakım işaretler taşımaktadır. Ayrıca vergilendirme ile genel olarak ekonomik hayat ilişkisine ışık tutmaktadır (Yuka, 2012).

Bizans sikkeleri esas olarak üç metalden basılmıştır: altın, gümüş ve bakır. XI. yüzyıldan itibaren ise elektrik ve billon sikkeler basılmaya başlanmıştır. Fakat bu son iki metalden sikke basılmasının nedeni yaşanan ekonomik krizdir. Gerçekte elektrik ayarı düşük altın, billon ise ayarı düşük gümüş madenidir (Yuka, 2012).

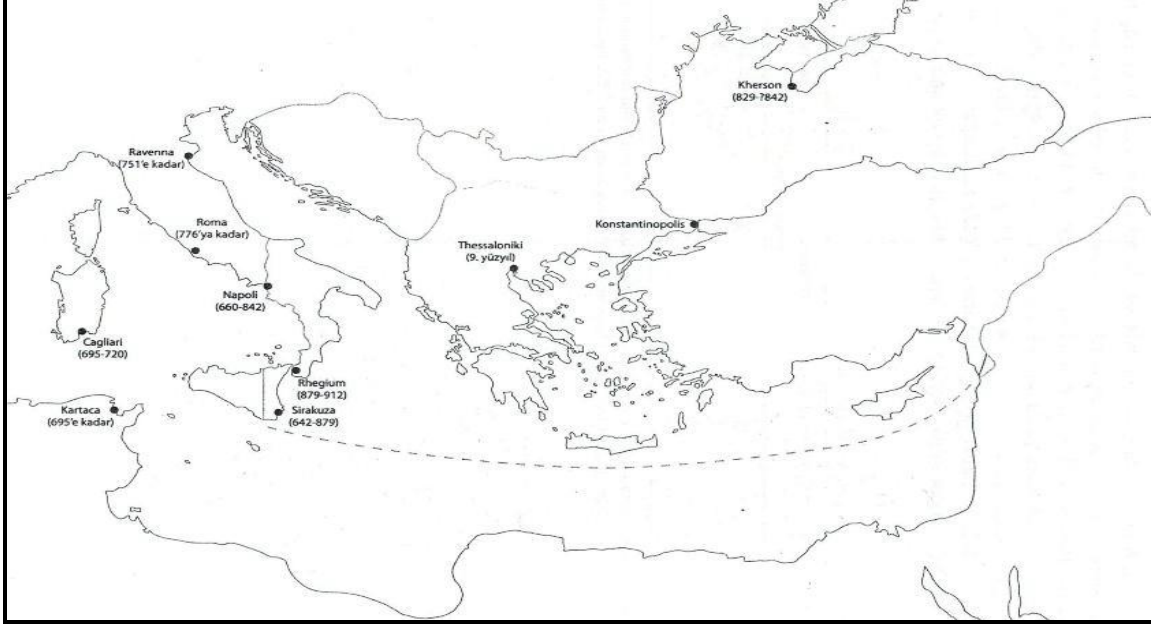
1092’de I. Alexius (1081–1118) büyük bir para reformuyla imparatorluk sikkelerini yeniden bastırmıştır. I. Alexius değeri düşürülmüş Makedonya sikkelerini yeniden düzenleyerek altın, elektrik, billon (gümüş ve %25 veya daha az karışımı bakır) ve bakır olarak dört ayrı metalde yeniden basmıştır. Nomismanın yerine “Hyperpyron” adında yeni bir altın sikke piyasaya sürülmüştür. 24 karat gelen altın sikke 20,5 karata (%85 saf) düşürülmüştür. Hyperpyron’un bir yüzü çukur, bir yüzü de bombeli olarak basılmıştır ve bu sikkeler çukur sikkeler olarak bilinmektedir (Harl, 2002).

Hyperpyron Bizans İmparatorluğu'nun geleneksel sikkesi olan solidusun ya da nomismanın yerini almıştır. Yedi yüzyıl boyunca 24 ayar altından yapılan ve değeri yüksek sikkeler 1030’lardan 1080’lere kadar değeri düşmüştür, son on yılda yaşanan askeri felaketler ve iç savaşlarla sikkenin altın içeriğini neredeyse sıfıra indirmiştir (Grierson, 1999)

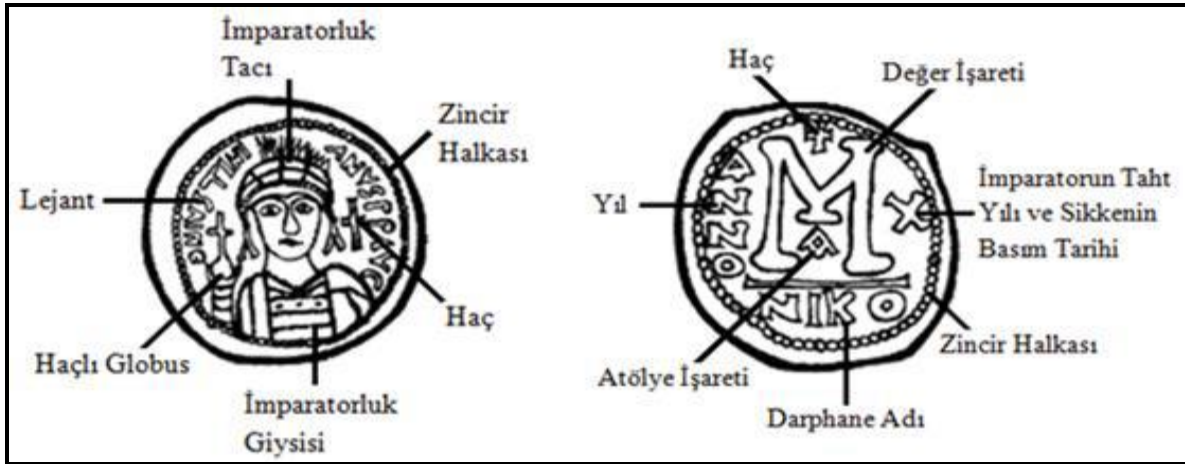
1204’te Latinlerin Konstantinopolis’i ele geçirmesiyle bütün imparatorluk para sistemi çöküntüye uğramıştır. Yalnızca Anadolu’daki Nikaia İmparatorluğu’nda, III. Ioannes Dönemi’nde (1222–1254) hyperpyron’un içindeki altın ayarı 16–18 karata düşürülmüştür. Hyperpyron, Konstantinopolis yeniden ele geçirildikten sonra VIII. Mikhael Dönemi’nde (1259–1285) 15 karata, II. Andronikos Dönemi’nde (1285–1330) 12 karata düşmüştür. Altın hyperpyron son kez 11 karat olarak V. Ioannes Dönemi’nde (1341–1391) basılmış ve böylece Bizans altın sikkeleri XIV. yüzyıl ortalarında, 1350’lerde sona ermiştir (Tekin, 1999).

Bizans altın sikkesi solidus ya da nomisma genellikle “Ortaçağın doları” olarak nitelendirilmiştir. Bizans İmparatorluğu’nda ve sınırlarının ötesinde yaklaşık 700 yıl boyunca değerinden bir şey kaybetmeden varlığını sürdürmüştür. Öyle ki bazı dönemlerde İslam ülkelerinde altın sikke yerine “Bezant” adını verdikleri Bizans parası kullanılmıştır. Ayrıca Avrupa’nın büyük bir kesiminde de Bizans altın sikkesi önemli bir kullanım alanına sahip olmuştur (Gregory, 2008).

Bizans altın sikkeleri Konstantinopolis, Thessalanika, Kartaca (daha sonra Kagliari’ye taşınmıştır), Kartagena, Roma, Katania, Ravenna, Napoli ve Syrakusa’da basılmıştır (Şekil 1-6) (Grierson, 1999).



Şekil 1-6: Bizans dönemi'nde altın sikke basan darphaneler (Haldon, 2007).



Şekil 1-7 Erken dönem Bizans sikkesinin ön ve arka yüz bölümleri, işaret ve anlamları (Gökalp, 2009)

Şekil 1-7'de görüldüğü üzere metale işlenen işaretlerin her birisinin bir anlamı vardır. Nüvizmatik açıdan her bir sembol bir döneme ilişkin izler taşımaktadır.

Sikkenin nerede basıldığı, değeri, basıldığı yılı, inanç, kültür, Sikke üzerindeki betimlemelerden moda, giyim özellikleri gibi farklı konularda bilgiler içermektedir.

### 2.1.2. Bizans Döneminde Sikke ve İmparatorlar

Bizans sikkeleri üzerinde görülen bazı yazılar Çizelge 1-1 de gösterildiği şekildedir (Ostrogorsky, 1984).

**Çizelge 1-1:** Bizans sikkeleri üzerinde bulunan bazı yazılar ve Türkçe karşılıkları

Bizans Yazısı	Türkçe Karşılığı
IC XC	Yüce İsa
MP ΘP	Tanrının annesi
IC XC NIKA	İsa kazanır; İsa'nın zaferine
EN T TO NIKA	Zafer burada; bununla kazanabilirsin
Ih CRISTOS REX RETNANTIUM	İsa, krallar kralı
IhS4S XRIST4S bASILE4 BASILE	İsa, krallar kralı
EMMANOVAHA	Tanrı bizimledir
CONSTANTINOS S LEON	Constantinos ve Genç Leon
DN IUSTINIANUS MULTUS AN'	Efendimiz İustinianus çok yaşa

Bu tezde karakterize edilen toplam 28 adet altın çukur sikke örneğinde X. Costantine Ducas dönemine ait 4 adet, Romanus IV. Diogenes dönemine ait 3 adet, Michael Dukas dönemine ait 19 adet ve II. John dönemine ait 2 adet sikke olduğu bilinmektedir. Bu dönemlerin siyasi yapısı, ekonomik durumu, ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Sikkeler birebir olarak incelendiğinde herhangi bir kirlenme izine rastlanmadığı için temizlik işlemi yapılmaksızın X-ışını Spektrometrenin tarama ucuna yerleştirilerek analiz yapıldı. Analiz edilen sikkeler altın olduğundan dolayı ve altın X-ışınlarını etkileyecek bir patina (Metal yüzeyinde oluşan ince ve çoğu kez renkli oksit tabakası) oluşturmadığı için temizlik yapılmasına gerek duyulmamıştır.

### 2.1.2.1. X. Constantinos Dukas (Κωνσταντίνος Ι' Δούκας) (1059-1067)

X. Constantinos'un Bizans İmparatorluğu tahtına çıkmasında Konstantinapolis'teki sivil otorite ve kilisenin etkisi bulunmaktadır. Doğu Roma İmparatorluğu'nu yedi yıl yöneten X. Constantinos iktidara geçer geçmez imparatorluğu düzene sokmayı, hilekârlığı önleyip, dürüst ve dirayetli bir hükümet sistemi getirmeyi amaçlamıştır (Demirkent, 1992).

X. Constantinos imparator olduktan sonra sürekli olarak yanında bulundurduğu hukukçu İoannes Ksiphilinos ile filozof Mikhael Psellos'un etkisi altında devleti yönetmiştir (Tekin, 1999).

İmparator Constantinos Dukas kendinden önceki imparator olan IX. Constantinos'un mali politikalarına geri dönerek paranın değerini düşürmüş kaynakları ordu yerine Konstantinopolis için harcamıştır. Bu sırada kamu hizmetleri ve kamu harcamaları gittikçe büyümüştür (Gregory, 2008).

Bizans tarihinde pasif ve naif bir kişiliğe sahip imparatorlardan biri olan X. Constantinos'un orduyu ve savunma gücünü ihmal etmesi devlet topraklarının işgal edilmesine sebep olmuştur. Nitekim Normanlar Güney İtalya'daki Bizans topraklarına saldırırken, Oğuzlar ve Peçenekler de Balkanlardaki ilerleyişini sürdürmüşlerdir. Macarlar Belgrad'ı işgal etmişlerdir. Anadolu'da ise 1058 yılında Bağdat'ı ele geçiren Selçuklu Türkleri Anadolu önlerine kadar ulaşmışlardır. Selçuklu Sultanı 1064 yılında Ani'yi fethederek İç Anadolu'ya kadar ilerlemiş ve Kayseri'yi almıştır (1067). Tüm bu sıkıntılara bir de imparatorun Mayıs 1067 de ölümü eklenmiştir (Tekin, 1999).

X. Constantinos Dukas dönemi anonim follislerin ikinci tipinin basıldığı bir dönem olmuştur. Bu yeni tipte öncekinde de olduğu gibi ön yüzde yine Hz. İsa figürü yer almaktadır. Arka yüzde ise yazı yerine imparatorun büstü yer almıştır. Anonim follislerin ikinci tipini oluşturan bu bakır follisler iki gruba ayrılmıştır. Birinci grubun ön yüzünde İsa, kare souppedion üstünde ayakta durmakta, cepheden, sakallı, başında haçlı nimbus, nimbusun her bir kolunda nokta bezeme, tunik ve himation giyimli şekilde tasvir edilmiştir. Sağ eli ile pelerinini tutmakta, sol eli ile dizindeki kitabı tutmaktadır. Sağ ve sol boşlukta IC ve XC (İsa) monogramları vardır. Üst kısımdaki lejantta +EMMA NOVHA (Tanrı bizimledir) ifadesi bulunmaktadır. Arka yüzde ise sağ tarafta Constantinos, solda Eudokia yazmaktadır. Solda Eudokia ayakta cepheden, pendilialı taç giymiş loroslu; sağda Constantinos ayakta cepheden, pendilialı taç giymiş, loroslu, aralarında labarum tutmaktadırlar. Ortasında haç bulunmaktadır. Labarum üç

basamaklı kaide üstündedir. Her ikisi de bir ellerini göğsüne götürmüş durumdadırlar (Tekin, 1999).

#### **2.1.2.2. IV. Romanos (Grekçe: Ρομανός Δ' Διογένης, Diogenis) (1068-1071)**

IV. Romanos Diogenis Bizans devleti içinde çok iyi tanınmış ve yüksek siyasi gücü olan Kapadokyalı Diogeni Ailesi'nin mensubudur ve babasının adı Constantinos Diogenis'dir. 1067 yılında ölen imparator X. Konstantinden sonra vasiyeti üzerine karısı evlenmemiş ve yaşları küçük olan oğullarına niyabet etmiştir. Fakat İmparatoriçe ancak yedi ay görevi sürdürebilmiştir. İç politikada da hata üzerine hata işlemiş, sonunda Patrik Johannes X. İpehilin'in de tavsiyesi üzerine Kapadokya'nın ünlü kumandanı R. Diogenes ile evlenmiştir. Daha önce imparator olmak için isyan teşebbüsünde bulunmuş olan R. Diogenes bu defa evlilik yoluyla tahta geçmiştir. Ancak, yeni imparatoru bekleyen birçok problem kendini göstermeye başlamıştır (iç isyanlar, sınırlarda ortaya çıkan yeni düşmanlar, ücretleri ödenmediği için kendi topraklarını yağmalayan bir ordu vs.) Kumandan Krispin, kendisine bağlı ücretli askerlerin maaşları ödenmediği için devlet hazinesine el koymuş, geçtiği yerleri yağmalayarak ordusunun iâşesini temin etmiştir. Diğer yandan yönetimi kocasına bırakmak istemeyen imparatoriçe Eudo-xia ile arası açılan imparator Romanos Diogenes iki aylık bir evlilikten sonra İstanbul'u terk ederek Anadolu'ya geçmiş ve Selçuklulara karşı savaş hazırlığına başlamıştır. Bizans İmparatorluğunun doğusundaki ortaya çıkan durumla ilgilenmiştir. Doğu Anadolu'ya giren Selçuklu ordularına karşı başarılı üç sefer düzenlemiştir. 1068-69'daki son seferi ile Selçuk ordularını Fırat Nehri'nin doğusuna püskürtmeyi başarmıştır (Eyice, 1971).

Malazgirt Meydan Muharebesi 26 Ağustos 1071'de iki ordunun savaşa girişmesi ile başlamıştır. Savaş Bizans ordusu aleyhine gelişmiş, IV. Romanos ve Bizans merkez birlikleri merkezde hücumla ilerlemiş, fakat Bizans ordusundan büyük bir kısımdan ayrılmış ve Selçuk birlikleri tarafından kuşatılmıştır. Zaten eksik ve aksak eğitimli olan, kumanda ve kontrolden yoksun olan Bizans ordusunun kalan kısmı komuta alamadan ve Selçuk ordusunun baskına dayanamayarak dağınık bir halde geri çekilmeye başlamış, çok geçmeden bu bir bozguna dönmüştür. Böylece Bizans ordusu sadece büyük bir yenilgiye uğramakla kalmamış, merkezde kuşatılıp tecrid edilen İmparator IV. Romanos Selçuklular tarafından esir alınmıştır (Eyice, 1971).

IV Romanus Diogenes. 1068-1071 sikkelerine baktığımız zaman 4,38 gram ağırlığında üzerinde genelde “ + RWMAN EVDOKIA” yazısı bulunan, yüzünde İsa kare souppedion üstünde ayakta durmakta, cepheden sakallı, başında haçlı nimbus, nimbusun her bir kolunda nokta bezeme, tunik ve himation giyimli şekilde tasvir edilmiştir. Sağ ve sol boşlukta IC ve XC (İsa) monogramları vardır. Arka yüzde ise sağ tarafta “Constantinos” solda ise “Eudokia” yazmaktadır (DOC 1; BN1; SB 1859).

### 2.1.2.3. VII. Mikhael Dukas (ιχαηλ Ζ Δουκαδ) (1071–1078)

VII. Mikhael Dukas, IV. Romanos Diogenes’in 1071’de Selçuklu Türklerine Malazgirt’teki yenilgisinden hemen sonra Eudokia’nın naibliği ile tahta çıkarılmıştır (Tekin, 1999). Zihinsel anlamda sağlık sorunları olan VII. Mikhael etkisiz bir hükümdar olarak bilinmektedir (Demirkent, 2014).

VII. Mikhael imparatorluğu kuşatan askeri, siyasi ve ekonomik problemler ile uğraşmak konusunda yetersiz kalmıştır. Bizans İmparatorluğu’nun 1071 Malazgirt’teki yenilgisi, Anadolu’da Selçukların yayılması, askerlerin isyanı, ekonomik problemlere neden olmuş mali durumu düzeltmek için bazı reformlar yapılmıştır. Bunların içinde Konstantinopolis’in tahıl ihtiyacının sağlanması, tedavüldeki sikkenin değerinin, fiyatlarda indirim yapmaksızın ciddi şekilde düşürülmesi yer almaktadır (Gregorry, 2008).

Altın sikkenin alım gücünün önemli miktarda düşmesi de VII. Mikhael’e parapinakes (=çeyrek miktarı yürüten) lakabının verilmesine neden olmuştur. Bu durum eskiden bir altın sikke ile alınabilen bir (medimnos) buğday yerine, aynı para karşılığında daha az buğday alınmasına karşılık gelmekteydi (Tekin, 1999).

Bu yüzden parapinakes, “çeyrek miktarı yürüten” gibi alaycı bir anlam taşımaktaydı. VII. Mikhael dönemine kadar, 1 nomisma yaklaşık 16 karat değerindeydi. VII. Mikhael’in altın sikkeleri, içbükey formu ve düşük kalitesi ile daha önceki dönem örneklerinden ayrılmaktaydı. Mikhael’in histamenonları iki tip olarak belirlenmiştir. Her iki tipin de arka yüzünde yer alan yazıt ve imparator tasviri aynıdır. Arka yüzde imparatorun cepheden büstü, asalı ve haçlı globuslu figürü bulunmaktadır. Ancak ön yüzdeki İsa tipi farklıdır. İsa’nın ya arkalıklı tahta otururken ya da cepheden büstü tasvir edilmiştir (Ostrogorsky, 1984).

İsa'nın arkalıklı tahta oturduğu birinci tip sikke diğerlerine göre fark edilebilir derecede değeri yüksek altındandır. Fakat bu tip sikkeler oldukça nadirdir. VII. Mikhael'in ikinci tip sikkelerinde ön yüzünde İsa'nın büstü tasvir edilmektedir. Bu tip sikkeler İsa'nın nimbusunda, elinde tuttuğu kitabın kapağında yer alan nokta bezek ve sikkenin arka yüzünde imparatorun sağ elinde tuttuğu labarumun ve sol elinde tuttuğu globusun üzerinde yer alan nokta bezemeye göre beş alt tipe ayrılmaktadır (Grierson, 1999).

#### **2.1.2.4. II. İoannis Komnenos (Yunanca: Ἰωάννης Β΄ Κομνηνός, İōannēs II Komnēnos) (1118-1143)**

İmparator I. Aleksios ile İmparatoriçe İrini Dukena'nın büyük oğlu olup Komnenos Hanedan'ında ikinci imparatorudur. İoannis çok dindar Hristiyan ve kendini görevine adanmış bir idareci hükümdardı ve 25 yıl süren saltanat döneminde devletin 1071'de Malazgirt Meydan Muharebesi'nden sonra uğradığı zarar ve arazi kaybını telafi etmekle uğraşmıştır ( Web Kaynak-10).

1119'da II. İoannis aleyhinde annesi ve kardeşinin katıldığı bir komplo hazırlanmıştır bu komplodan haberdar olan II. İoannis annesini ve kız kardeşini manastırlara rahibe olarak kapattırıştır. İmparatorluk verasetinde hiçbir çekişme olmamasını sağlamak için de 1122 de genç oğlu Aleksios Komnenos'a ortak imparator olarak taç giydirmiştir. Bu politik entrikalar II. İoannis'in imparatorluğu idare etme stiline etki etmiştir. II. İoannis kendine danışman veya yüksek idareci olarak imparatorluk sülalesi ile yakın akrabalık bağı olan kişileri atamadan çekinmiştir. II. İoannis'in en önemli danışmanı gençken babası tarafından kendisine köle olarak verilen bir Türk asıllı İoannis Aksuh adlı kişi idi. II. İoannis ve kölesi birlikte büyüyüp eğitim almışlardı ve çok yakın arkadaşlardı. II. İoannis babası imparator olunca İoannis Aksuh'a Bizans bürokrasisi içinde en önemli mevki olan Eyalet ordularının kumandanı "(Magos Domestikos)" unvanını vermiştir. Bu Bizans kara ordularının komutanlığını içermekteydi ve İmparator'dan sonra en yüksek devlet unvanı idi. Bu atanma babası Aleksios'un döneminde en önemli görevlerin aile ve sülale yakınlarına verilme politikasından tam bir ayrılık göstermekteydi. Bu görev sahibine protokol icabı şahsen karşılaşılnca hürmet gösterileri yapma gereği, yani bir eski köleye hürmet gösterme gereği, bütün saraylıları ve özellikle imparatorun ailesi mensuplarını tedirgin etmekteydi. İoannis, bu aile bağlarına bağlı olmadan yetenekli kişilere devlet

görevlerine getirme politikasını bütün hükümdarlık döneminde ve daha küçük devlet mevkileri için de uygulamıştır. Yirmi-beş yıl süren hükümdarlık döneminde II. İoannis, Bizans imparatorluğunu tekrar bir büyük devlet görünüşüne sokmuştur (Web Kaynak-10).

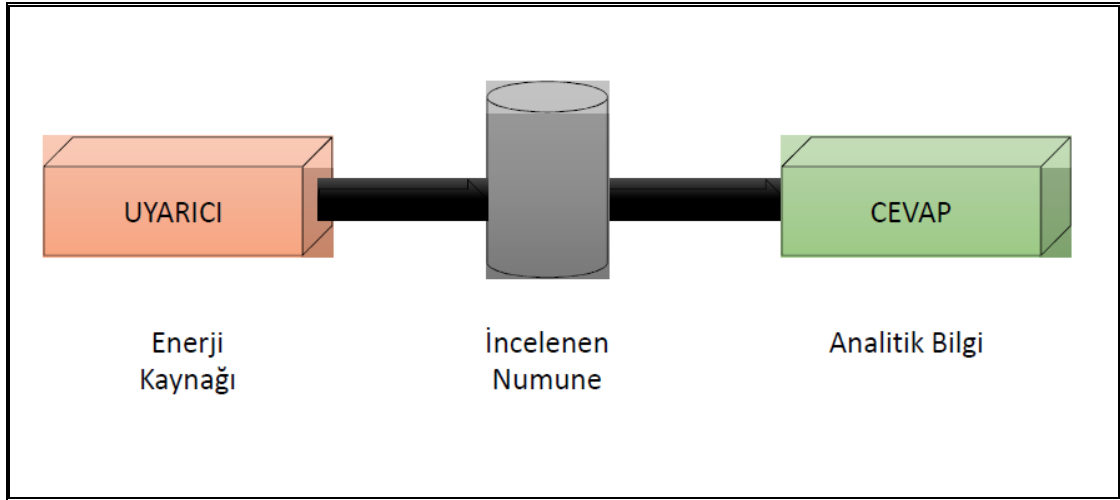
Batı'da Kutsal Roma-Germen İmparatorluğu ile müttefiklik yapmıştır. Balkanlarda Peçenekleri, Macarları ve Sırpı savaşlarda yenip Bizans arazilerine hücumlar yapmaktan önlemiştir (<http://www.wikizero.com>).

Doğu'da Anadolu'da Selçuklulara karşı yaptığı savaşlarla sınırlarda bulunan birçok kasaba, şehir ve kaleyi tekrar Bizans eline geçirmiştir. Güney'de Menderes Nehri vadisinde Bizans toprakları batıya doğru ilerlemiş; Çukurova (Kilikya) ve Tarsus yine Bizans şehri olmuşlardır. Haçlı devletleri olan Antakya Prensiği ve Urfa Kontluğu Bizans imparatorluğun yüksek egemenliğini onun zamanında açıkça kabul etmişlerdir (<http://www.wikizero.com>).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte arkeolojik materyallerin incelenmesinde kullanılan yöntemler de gelişmiştir. Karbon-14 yöntemi dışında birçok yöntem kullanılarak materyal analizi yapılmaktadır. Özellikle Enstrümental Analiz olarak tanımlanan bu yöntemler kimya ile arkeolojinin ortak kullanıldığı alandır. Son yıllardaki teknolojik gelişmeler materyal analizini yapan arkeometrik laboratuvarların kurulmasını sağlamış ayrıca taşınabilir cihazların üretilmesini de mümkün kılmıştır. Gelişmiş müzelerin bünyesinde enstrümental analizi gerçekleştiren laboratuvar birimleri de kurulmuştur (Cullity, 1996).

Bir analizde temel bileşenler (Şekil 3-1)'de verilmiştir. Özellikle teknolojik ilerlemeler sayesinde kısa sürede sonuç elde edilebilecek düzenekler/aletler ile bilgisayarlar bir araya getirilmiştir ve sonuç almak çok daha kolay olmuştur (Merey, 2015).



Şekil 3-1: Bir analizde temel bileşenler diyagramı (Merey, 2015)

Arkeometri biliminin metallerin içeriklerinin tanımlanmasında kullandığı başlıca analiz tekniklerini tahribatlı ve tahribatsız kimyasal analiz teknikleri olarak iki ana başlık altında aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür. Bu çalışmada kullanılan teknik tahribatlı olmayan analiz tekniklerinden P-XRF spektrometre olarak tanımlanan taşınabilir cihazdır.

Analiz edilecek sikkelere doğrudan örnek bölgesi üzerine, numune spektrometrenin ağzına yerleştirilerek taşınabilir X-ışını floresans (P-XRF) spektrumu elde edilmiştir.

Diyarbakır Arkeoloji Müzesi'nde yer alan 4 farklı Bizans Dönemi İmparatoruna ait toplamda 28 adet altın çukur sikkeler aşağıdaki gibidir.

X. Constantine Ducas. 1059-1067 dönemine ait 4 adet sikke

IV. Romanus Diogenes. . 1068-1071 dönemine ait 3 adet sikke

VII. Michael Ducas 1071-1078 dönemine ait 19 adet sikke

II. John 1118-1143 dönemine ait 2 adet sikke

Her bir sikke ön yüz ve arka yüz olmak üzere iki defa analiz edilmiştir.

### 3.1 Taşınabilir X-ışını Floresans (P-XRF) Analizi

Taşınabilir X-ışını Floresans Analizi kısaca P-XRF olarak belirtilmektedir. Bu yöntemde kullanılan spektrometrenin büyüklüğü bir saç kurutma makinası ebadındadır ve taşınabilir özelliğinden dolayı sahada çalışma kolaylığı sağlamaktadır (Şekil 3-2).

X-ışınları Floresans spektroskopisi (XRF), elementel kompozisyonu belirlemede kullanılan önemli yöntemlerden biridir yani kantitatif (nicel) analiz yapar.XRF, atom numarası 9 ile 92 arasında olan elementlerin kantitatif analizini yapar.Atom numarası 9'un altında olan elementleri inceleyemez.Kimyasal bağderecesinde yeterince hassas değildir (Web Kaynak-14 )

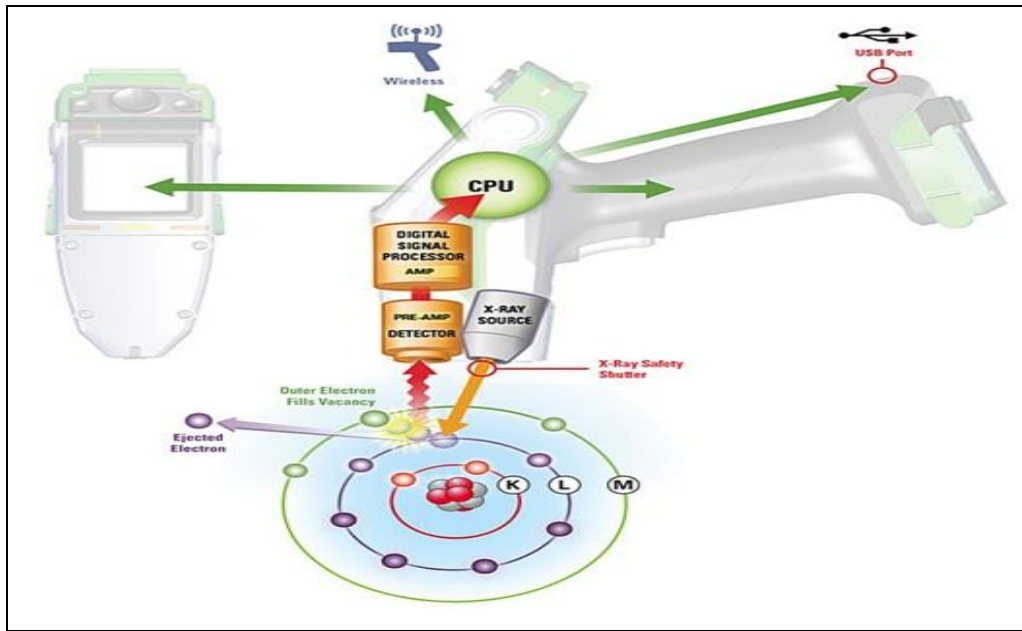
X-ışını floresans spektrometreleri kullanılarak katı ve toz haldeki numuneleri analiz etmek mümkündür (Doru, 2007).

Taşınabilir X-ışını floresans spektrometresi

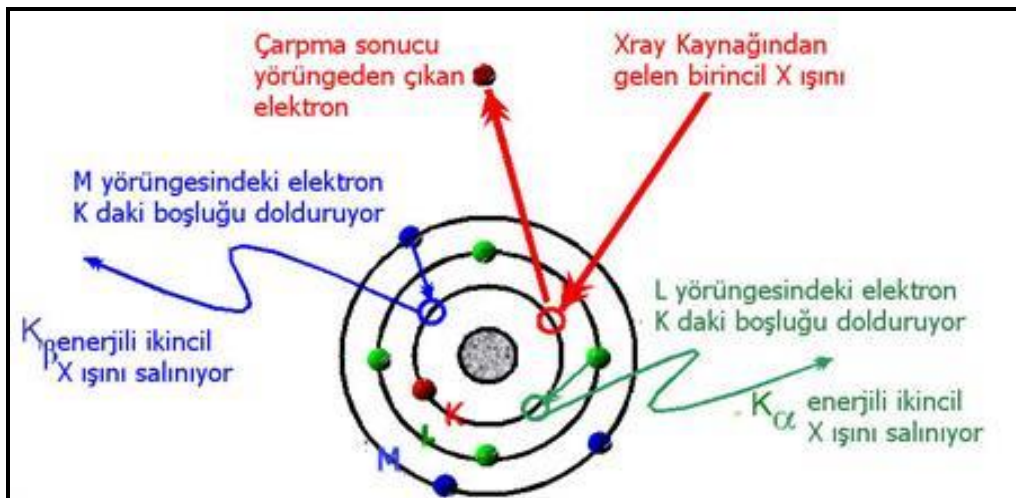
- 0 °C ile +50 °C arasında
- %10 -%90 nem aralığında
- Deniz seviyesinden 2000 m yüksekliğe kadar .
- Si-P Diyot dedektörü, FWHM < 250 eV (5.9 keV Mn K) ile
- Li - ion şarj edilebilir batarya ile 8 saat kullanılabilir (Aydın, 2010).

XRF analizinde salınan X-ışınları malzemedeki elektronlara çarparak onları yerlerinden uzaklaştırmakta ve çarpışma sonunda boşalan orbitale üst yörüngelerden elektronlar hareket etmektedir. Bu hareket esnasında da atoma özgü enerji seviyesine sahip ikincil bir X-ışını salınmaktadır (Şekil 3-3). Bu olaya X-ışını Floresans adı verilmektedir. Numuneye gönderilen X-ışınları yayılan X-ışınlarından daha büyük bir

enerjiye sahiptir. Bu durum, floresans ışınması dalga boyunun, numuneye gönderilen ışımının dalga boyundan daha büyük olduğu anlamına gelmektedir. X-ışını ışımında kaynak olarak X-ışını tüpü kullanıldığında hızlandırma gerilimi analiz elementinin absorpsiyon kenarından daha küçük bir kısa dalgaboyu sınırı oluşturacak şekilde seçilmelidir. Işıma şiddeti ultraviyole ve görünür bölgede olduğu gibi, numune tarafından emilen ışımının bir fonksiyonudur ve numune derişim ile doğru orantılıdır (Yıldız, ve ark., 1997).



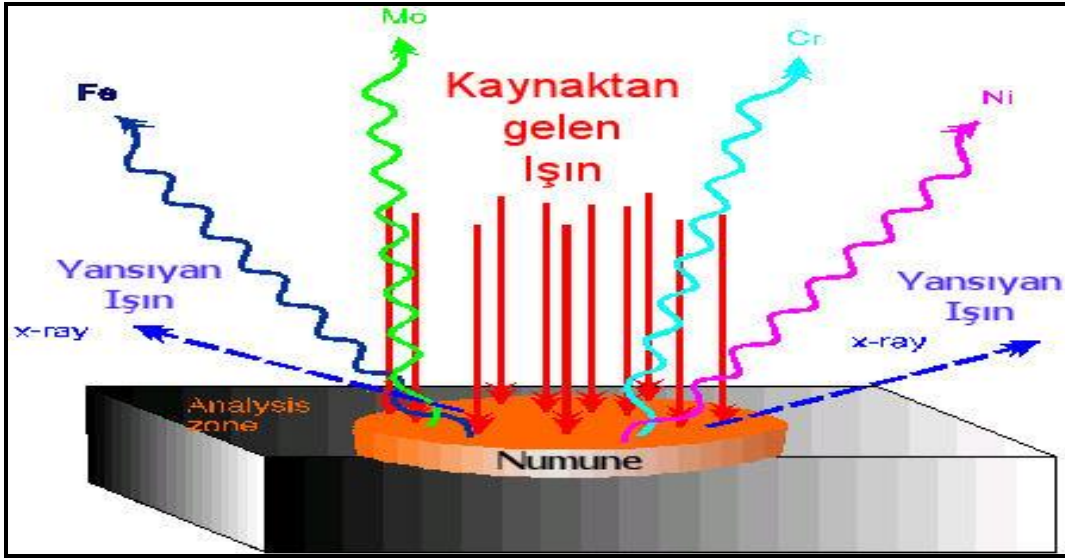
Şekil 3-2: XRF spektrometresi örnek analizi gösterimi (Web Kaynak-14 ).



Şekil 3-3: XRF çalışma mekanizması (Web Kaynak-14 ).

Her elementin kendine özgü bir enerji seviyesi bulunduğundan dolayı elementler birbirinden kolayca ayrılabilir.

Malzemedeki elementin miktarı ne kadar fazla ise pikler o kadar yüksek olacaktır (Şekil 3-4) Uygun bir detektör malzemedeki gelen bu farklı ikincil X ışınlarını algılar ve sayısal işaret işlemcisi (DSP)'ne gönderir.



**Şekil 3-4:** XFR alaşım tespiti gösterimi (Web Kaynak-14 ).

X-ışını Floresan analizi, kimyasal bileşen analizi için kullanılmaktadır. Herhangi bir hedef veya örnekleme X-ışını enerjisi doğrudan etki ederek materyalin içindeki atomların “floresanı” emmesini sağlar. Böylelikle bu emilim sayesinde materyalin elementel kompozisyonu belirlenmiş olur. Detektör teknolojisinin ve X-ışını tüplerinin gelişmesi ve son dönemlerdeki teknolojik ilerlemeler taşınabilir spektrometrenin rahatlıkla üretilmesine zemin hazırlamıştır. Öyle ki bu spektrometreler çok küçük ebatta kadar üretilebilir duruma gelmiş ve rahatlıkla her yere taşınabilmektedir (Şekil 3-5, 3-6). P-XRF spektrometresi ile hem yüzey analizleri hem de metal, seramik, obsidiyen ve cam gibi objelerin zarar görmeden karakterize edilmesi mümkün hale gelmiştir (Web Kaynak-14).

Aydın (2013), Taşınabilir X-ışını Floresans (P-XRF) spektrometre ile yapmış olduğu çalışmalarda sahte sikkeler ile orijinal sikkelerin birbirinden ayırt edilmesi konusunda çok başarılı örneklemeler ortaya koymuştur. Sikkeler ve objelerin

orijinalliklerinin tespit edilmesinde hem nümizmatik-sikke bilimi hem de modern cihazların kullanımını birlikte göstermiştir.



**Şekil 3-2:**Taşınabilir X-Işını Floresans (P-XRF) Spektrometre Ve Özel Çantası-  
Diyarbakır Müzesi



**Şekil 3-3:**P-XRF spektrometre kullanımı-Diyarbakır Müzesi- Bizans altı çukur  
sikkelerinin analizi



**Şekil 3-4:**P-XRF spektrometresinin sahada kullanımı



**Şekil 3-5:**P-XRF spektrometrenin ofis ortamında kullanımı ve bilgisayara veri aktarımı

Taşınabilir analitik bir teknik olan P-XRF özellikle laboratuvar ve müze ortamında analiz için taşınamayan, taşınması imkânsız olan mimari yapı ve alanlarda kullanma kolaylığı sağlamaktadır (Şekil 3-8, 3-9). Özellikle sit alanlarında-arkeolojik kazılarda toprak kimyasının analizinde çok başarılı sonuçlar vermektedir. Yine bu spektrometre arkeolojik değeri bakımından sınır dışına taşınamayan objelerin analizini de mümkün kılmaktadır.



**Şekil 3-6:**Taşınabilir X-ışını floresans (P-XRF) spektrometrenin kullanımı - Diyarbakır Müzesi

### 3.1.2 Taşınabilir X-ışını Floresans (P- XRF) Tekniğinin Avantajları

Taşınabilir XRF tekniğinin avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Örnek hazırlamaya ihtiyaç duyulmamaktadır.
- Analitik sonuçlar hemen elde edilebilmektedir.
- Aynı anda çoklu element analizi yapılabilir.
- Ölçüm hızlı ve kolay yapılmaktadır (Beckhoff 2006, aktaran Aydın, 2013).
- Eserden hiçbir parça alınmadan, esere zarar vermeden analiz yapabilme olanağı sağlamaktadır.
- 30sn-60sn gibi kısa bir sürede analiz sonuçların alınabilmektedir.
- Taşınabilir olmasından dolayı eserin bulunduğu yerde analiz yapma imkanı tanımaktadır in-situ analiz (Şekil 3-7).
- Sonuçlar hem spektrometrenin üzerindeki ekrandan görülebilmektedir hem de bilgisayarda excel programına aktarılabilir. Sonuçların doğru olup olmadığı ayrıca her bir analiz için alınan peak (zirve) sonuçlarından da kontrol edilebilmektedir (Aydın, 2017).

### 3.1.2.3 Taşınabilir X-ışını Floresans (P- XRF) Tekniğinin Dezavantajları

Atom numarası 1 ve 11 arası olan elementlerin (H, He, Li, Be, B, C, N, O, F, Ne, Na ) enerjisi çok düşük olduğundan dolayı bu elementler tespit edilememektedir (Aydın, 2017).

Taşınabilir X-ışını floresans yüzey ile ilgili bir tekniktir. Bununla birlikte eski eserlerin, (sikkeler dahil olmak üzere) sadece yüzey ile ilgili yapılan analiz, orijinal kompozisyonu yansıtmayabilir. Bunun temel sebebi de bazı yüzeylerin korozyona uğramış olma ihtimali ya da yüzeylerin patina denilen bir tabaka ile zamanla kaplanmış olmasıdır. Korozyon etkisi özellikle bronz, gümüş kaplamalı bronz ve pirinç gibi bakır alaşımların yüzeylerinde çıplak gözle gözlemlenebilmektedir. Taşınabilir X-ışını floresans spektrometre ile zenginleştirme etkisi kolaylıkla tespit edilmeyebilir.

Sikkenin değerini arttırmak için aynı değerdeki metal element kompozisyonun kullanıldığı bilinmektedir. Sıklıkla metalin temelinde daha az değerli metal kullanılıp, yüzeyi değerli metalle kaplanmaktaydı. Bu heterojenlik tam olarak taşınabilir X-ışını floresans gibi yüzey teknikleri tarafından analiz edilemeyebilir (Aydın, 2013).

XRF analiz tekniği iki yönde gelişmiştir.

1-Dalga boyu dağılımlı X-ışını Floresans tekniği (WDXRF)

2-Enerji dağılımlı X-ışını Floresans tekniği (EDXRF)

Dalga boyu ayırımı spektrometreler ile enerji ayırımı spektrometreler karşılaştırıldığında, dalga boyu ayırımı olanların %50 oranında daha hassas oldukları görülmektedir. Dalga boyu ayırımı spektrometreler, enerji aralığında sadece programlanmış olduğu elementleri ölçebilirken, enerji ayırımı spektrometreler enerji aralığındaki tüm elementleri ölçebilme yeteneğine sahiptir. Bu spektrometrelerin ikisi de, çok yüksek hassasiyetle ve aşırı düşük konsantrasyonlu ya da çok küçük boyutlu numuneler üzerinde çalışabilme olanağı sunmaktadır (Mantler ve Schreiner, 2000).

## 3.2 Dalgaboyu Dağılımlı X-ışını Floresans Spektrometresi (WDXRF)

Numuneden çıkan karakteristik ışınlar veya radyasyonlar, düzlemler arası uzaklığı bilinen tek kristal tarafından kırınımına (difraksiyona) uğratılmaktadır. Bragg yasasına göre meydana gelen karakteristik ışınlar ancak kristal belli açılarda iken

kırınımına uğramaktadır. Kırınımına uğrayan ışının şiddeti uygun bir dedektör tarafından ölçülmektedir. Farklı dalga boylarına sahip radyasyon fiziksel olarak dağıldığından bu yönetime “X-ışınları dalga boyu dağılımlı spektrometre” adı verilmektedir (Eroğlu, 2017).

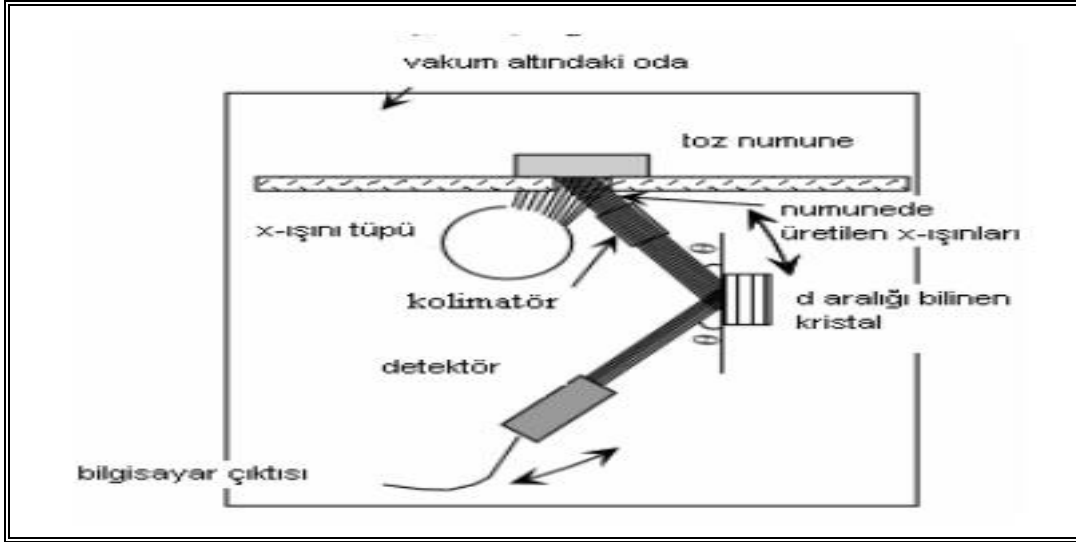
X-ışını spektrometresi, karakteristik çizgi şiddetlerinin ölçülebilmesini ve numuneden gelen çok enerjili ışın demetini ayırmayı sağlamaktadır. Bir spektrometrenin çizgileri ayırabilmesi için yeterli rezolüsyona sahip olması gerekir. Aynı zamanda spektrometre ilgilenilen dalga boyu ve enerji bölgesinde ölçüm yapabilme imkânı sağlamalıdır. Dalga boyu ayırımı spektrometreler bir kristal ve bir sayıcıdan meydana gelen tek kanallı analizör olarak kullanılabilceği gibi birçok kristal ve sayıcıdan meydana gelen çok kanallı spektrometre olarak da kullanılabilir. Bu durumda elementler eş zamanlı olarak ölçülebilmektedir. Bu spektrometre sistemi, bir X-ışını tüpü, bir örnek tutucu, bir birincil kolimatör, bir kristal ve ardışık sayıcılardan oluşur. Dalga boyu ayırımı spektrometreler, farklı enerjileri ayırmak için bir analiz kristali kullanılmaktadır. Numuneden dolayı gelen radyasyonun tamamı kristal üstüne düşer. Bir prizmanın farklı renkleri farklı yönlerde kırması gibi bu kristalde farklı enerjileri farklı yönlerde ayırmaktadır (Gürçal, 2015).

Bu düzenekte bir açı ölçer merkezine yerleştirilmiş kristal üzerine gelen X-ışınları kolimatörlerde demet haline getirilmektedir. Kristal üzerine gelen X-ışınları Bragg yasasına ( $2d\sin\theta=n\lambda$ ) uyarak farklı dalga boylarında, fakat belirli açılarda yansımaktadır. Gonyometre döndürülerek, belirli yansıma açısı ayarlanınca, istenilen dalga boyundaki X-ışını ölçüm sisteminde ölçülür (Şekil 3-10) (Gürçal, 2015).

### 3.3 Enerji Dağılımlı X-ışını Spektrometresi (EDXRF)

Enerji dağılımlı spektrometrede kırınım meydana gelmemektedir. Enerji dağılımlı spektrometre sistemlerinde dedektörler genel olarak Si (Li) veya Ge (Li) şeklindedir ve uyarıcı kaynak dedektör ile sayma sistemlerinden oluşmaktadır. Veri oluşturmak, pulsları ayırmak ve belirlemek için çok kanallı analizör kullanılmaktadır. Enerji dağılımlı sistemlerin rezolüsyonu yaklaşık olarak detektörlere benzer, bu nedenle sistemde dedektör seçimi oldukça önemli bir konudur. Bu sistemler, dalga boyu ayırımı sistemlere oranla iki önemli avantaja sahiptir. Bunlardan birincisi, numuneden emisyon spektrumunu aynı zamanda oluşturması ve göstermesi, ikincisi ise mekanik olarak kullanım kolaylığıdır (Demir, 2007).

X-ışınlarının, monokromatör ile dalga boylarına göre ayrılmasının dışında, aynı amaç doğrultusunda, farklı dalga boylarındaki ışımaya farklı cevaplar üretebilen detektörlerde kullanılmaktadır. Kullanılan bu detektörlerde çıkış gerilimi ya da akımı, detektör üzerine düşen ışımının enerjisi ve ya frekansı ile orantılıdır (Yıldız ve ark., 1997).



Şekil 3-7:WD-XRF Spektroskopisinin çalışma diyagramı (Arkalı, 2010)

### 3.4 Diyarbakır Müzesi Bizans Dönemi Sikkeleri

Çalışma için öncelikle Diyarbakır Müze Müdürlüğü'ndeki altın çukur sikkeler tespit edilmiştir. Müzeye bağlı sikke deposunda yapılacak P-XRF analizleri için müzeden gerekli izin işlemleri alındıktan sonra sikkelerin müzede bulunması ve mevzuat kuralları gereği buradan çıkarılamaması nedeniyle, Batman Üniversitesi Arkeometri Bölüm Başkanlığı'nda bulunan P-XRF spektrometrenin tahsis edilmesi için müzede yerinde analiz yapılması ve bu konuda gerekli izin ve işlemlerin yapılması ilgili başkanlıktan yasal izinler aldıktan sonra 02.11.2018 tarihinde Diyarbakır Müze eser deposunda eserlerin P-XRF analizleri yapılmıştır.

Çalışmanın ilk adımında arkeometrik analizlerde kullanılacak temsili numunelerin seçimi yapılmıştır. Diyarbakır Müzesi sikke envanter defterinde 19.130 adet sikke kaydı bulunmaktadır. Öncelikle sikkelerin kaydedildiği 3 adet envanterlik

sikke defteri taranmıştır. Defterlerde yapılan incelemeler sonucunda kazı dışında satın alma, hibe ve müsadere yoluyla gelen Bizans sikkeleri tespit edilmiştir. Tespit edilen Bizans sikkeleri arasında lejantları okunabilen ve tez konusu olabilecek 28 adet sikke belirlenmiştir. Daha sonra envanter numaralarına göre fotoğrafları çekilip önce kendi içlerinde kronolojik daha sonrada tipolojik olarak ayrı ayrı incelenmiş ve katalog haline getirilmiştir.

Kaynak taramasında; Diyarbakır Milli Kütüphanesi, Dicle Üniversitesi Kütüphanesi, Batman Üniversitesi Kütüphanesi, Mardin Kütüphanesi ve Sanal Kütüphanelerden faydalanılmıştır.

Sikkelerin tipolojik kronolojik sıralamaları yapıldıktan sonra kaynak taramaları yapılmıştır. Metallerin arkeometrik çalışmaları ile ilgili kaynakça taranmıştır.

Diyarbakır Müzesi'nde ortalama 3 bine yakın Bizans dönemine ait sikke bulunmaktadır. Bu sikkelerin müzeye getirilme şekillerine göre farklılık gösterdiği müzenin kayıtlarından anlaşılmıştır. Envanterde yer alan kayıtlardan Bizans'ın farklı dönemlerine ait olduğu tespit edilen altın çukur sikkeler müze yönetiminin izni dâhilinde teker teker kayıtları incelenerek yine müzeden görevliler eşliğinde P-EDXRF analiz tekniğiyle incelenmiştir. Aynı zamanda her bir altın çukur sikke için ön ve arka yüz incelenmesi yapılarak yüzeylerinde bulunan şekiller incelenmiştir. Seçilen sikke numuneleri aşağıda detaylı olarak verilmiştir. Analiz edilen her bir numunenin detaylı ön ve arka yüzleri ile birlikte her bir örnek sırasıyla numaralandırılmıştır.

Analizde Innov-X omega marka taşınabilir enerji dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi P-EDXRF kullanılmıştır. Spektrometrede 40kV/4 Watt X-ışını tüpü kullanılmıştır. Sikkelerin her iki tarafı da P-XRF ile karakterize edilmiştir. Elde edilen sonuçlar bir araya getirilerek yorumlanmıştır.

### 3.5 Çalışmada İncelenen Sikkelerin Envanter Bilgileri

Sikke örneklerine ait görseller ve nümizmatik bilgiler aşağıdaki gibidir.

#### Örnek 1 Envanter Bilgileri:

**Envanter No:** 26/1/12

**Müzeye geliş tarihi:**30.07.2011/28

**Ölçüsü:** Çap: 26,66 mm, kal: 0,67 mm

**Ağırlığı:** 3,92 gram

**Sikkenin maddesi:** Elektum

**Çağı / Dönemi:** Bizans, VII. Michael Ducas 1071-1078

**Müzeye Geliş Şekli:** Müsadere usulü



**Şekil 3-8:** Örnek 1 Ön ve arka yüz fotoğrafı

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden verilmiş, Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktali bordürler vardır.

**AY:** [+MIXAHA RACIA] VII. Michael'in sakallı ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktali bordür.

**Örnek 2 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 26/2/12**Müzeye geliş tarihi:** 30.07.2011 / 28**Ölçüsü:** Çap: 31,43 mm kal: 0,57 mm**Ağırlığı:** 4,14 gram**Sikkenin maddesi:** Elektum**Çağı / Dönemi:** Bizans, VII. Michael Ducas 1071-1078**Müzeye Geliş Şekli:** Müsadere usulü**Şekil 3-9:** Örnek 2 Ön ve arka yüz fotoğrafı

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktali bordür vardır.

**AY:**[+MIXAHA RACIA] VII. Michael'in sakallı, ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktali bordür

**Örnek 3 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 26/3/12**Müzeye geliş tarihi:** 30.07.2011 / 28**Ölçüsü:** Çap; 29,42 mm kal: 0,89 mm**Ağırlığı:** 4,25 gram**Sikkenin maddesi:** Elektrom**Çağı / Dönemi:** Bizans, VII. Michael'in 1071-1078**Müzeye Geliş Şekli:** Müsadere usulü**Şekil 3-10:**Örnek 3 Ön ve Arka Yüz Fotoğrafi

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**AY:**[+MIXAHA RACIA] VII. Michael'in sakallı, ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**Örnek 4 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 26/4/12**Müze geliş tarihi:**30.07.2011 / 28**Ölçüsü:** Çap; 28,27 mm kal:0,61 mm**Ağırlığı:** 4,21 gram**Sikkenin maddesi:** Elektrum**Çağı / Dönemi:** Bizans, VII. Michael Ducas 1071-1078**Müze geliş şekli:** Müsadere usulü**Şekil 3-11:**Örnek 4 Ön ve arka yüz fotoğrafı

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordür bulunmaktadır.

**AY:**+MIXAHA RACIA VII. Michael'in sakallı ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**Örnek 5 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 16/1/13**Müzeye geliş tarihi:** 21.04.1992**Ölçüsü:** Çap; 26,04 mm kal: 0,62 mm**Ağırlığı:** 4,28 gram**Sikkenin maddesi:** Elektum**Çağı / Dönemi:** Bizans, VII. Michael Ducas 1071-1078**Müzeye Geliş Şekli:** Belirtilmemiş**Şekil 3-12:** Örnek 5 ön ve arka yüz fotoğrafı

**ÖY.** Başlı, haçlı haleli olan, Hz. İsa arkalıklı bir taht üzerinde oturur vaziyete ve cepheden tasvir edilmiştir. Sağ ve sol boşluklarda, 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordür bulunmaktadır.

**AY:** (+MIXAHA RACIA O D) VII. Michael'nin haçlı taçlı ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum, sol elinde haçlı küre tutmakta. Çift sıra noktalı bordür bulunmaktadır.

**Örnek 6 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 14/8/15**Müze Geliş Tarihi:** 29.04.2015 / 23**Ölçüsü:** Çap; 29,03 mm kal: 1,00 mm**Ağırlığı:** 4,30 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektum**Çağı / Dönemi:** Bizans, VII. Michael Ducas 1071-1078**Müze Geliş Şekli:** Müsadere**Ref:** SB 1879, DOC 14d.**Şekil 3-14:**Örnek 6 ön ve arka yüz fotoğrafı

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**AY:**[+MIXAHA RACIA] VII. Michael'in sakallı ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**Örnek 7 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 11/4/76**Müzeye Geliş Tarihi:** 21.05.1976**Ölçüsü:** Çap; 27,39 mm kal: 0,75 mm**Ağırlığı:** 4,39 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektrum**Çağı / Dönemi:** Bizans, VII. Michael Ducas (1071-1078)**Müzeye Geliş Şekli:** Satın alma**Ref:** SB 1879, DOC 14d.**Şekil 3-16:** Örnek 7 ön ve arka yüz fotoğrafı

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**AY:**[+MIXAHA RACIA] VII. Michael'in sakallı ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**Örnek 8 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 11/3/76**Müze Geliş Tarihi :** 21.05.1976**Ölçüsü:** Çap : 29,54 mm kal: 0,77 mm**Ağırlığı:** 4,30 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektum**Çağı / Dönemi:** Bizans, VII. Michael Ducas 1071-1078**Müze Geliş Şekli:** Satın alma**Ref:** SB 1879, DOC 14d.**Şekil 3-17:**Örnek 8 ön ve arka yüz fotoğrafı

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordür vardır.

**AY:**[+MIXAHA RACIA] VII. Michael'in sakallı ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**Örnek 9 Envanter Bilgileri:**

**Envanter (Sicil) No:** 11/2/76

**Müze Geliş Tarihi:** 21.05.1976

**Ölçüsü:** Çap 27,97 mm kal: 0,75 mm

**Ağırlığı:** 4,29 gram

**Sikkenin Maddesi:** Elektrom

**Çağı / Dönemi:** Bizans VII. Michael Ducas 1071-1078)

**Müze Geliş Şekli:** Satın alma

**Ref:** SB 1879, DOC 14d.



**Şekil 3-18:** Örnek 9 Ön ve Arka Yüz Fotoğrafi

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordür vardır.

**AY:**[+MIXAHA RACIA] VII. Michael'in sakallı ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**Örnek 10 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 11/1/76**Müze Geliş Tarihi:** 21.05.1976**Ölçüsü:** Çap 28,08 mm, kal: 0,78 mm**Ağırlığı:** 4,24 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektum**Çağı / Dönemi:** Bizans, VII. Michael Ducas 1071-1078**Müze Geliş Şekli:** Satın alma**Ref** SB 1879, DOC 14d.**Şekil 3-19:** Örnek 10 ön ve arka yüz fotoğrafı

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordür vardır.

**AY:**[+MIXAHA RACIA] VII Michael'in sakallı ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**Örnek 11 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 18/3/75**Müzeye Geliş Tarihi:** 09.12.1975**Ölçüsü:** Çap: 26,87 mm, kal: 0,95 mm**Ağırlığı:** 4,32 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektum**Çağı / Dönemi:** Bizans X. Constantine Ducas 1059-1067**Müzeye Geliş Şekli:** Satın alma**Ref:** SB 1879, DOC 14d.**Şekil 3-20:** Örnek 11 ön ve arka yüz fotoğrafı**ÖY.** [+IhS XIS REX REGNANTIInM,]

Başlı haçlı ve haleli olarak tasvir edilen, Hz. İsa, arkalıklı bir tahta oturur konumda ve cepheden gösterilmiştir. Sağ eli göğsünün üzerinde, sol elinde İncil tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür vardır.

**AY.** +KWN RACL' O DOVKAC

İmparator Constantine, sakallı ayakta tasvir edilmiştir. Sağ elinde labarum, sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür vardır.

**Örnek 12 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 18/1/75**Müze Geliş Tarihi:** 09.12.1975**Ölçüsü:** Çap 26,94 mm, kal: 1,27 mm**Ağırlığı:** 4,35 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektum**Çağı / Dönemi:** Bizans, X. Constantine Ducas 1059-1067**Müze Geliş Şekli:** Satın alma**Ref:** DOC III 1a; SB 1847**Şekil 3-21:**Örnek 12 ön ve arka yüz fotoğrafı**ÖY.** [+IhS XIS REX REGNANTIInM,]

Başı haçlı ve haleli olarak tasvir edilen, Hz. İsa, arkalıklı bir tahta oturur konumda ve cepheden gösterilmiştir. Sağ eli göğsünün üzerinde, sol elinde İncil tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**AY.** +KWN RACL' O DOVKAC

İmparator Constantine, sakallı ve ayakta tasvir edilmiştir. Sağ elinde labarum, sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**Örnek 13 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 18/4/75**Müze Geliş Tarihi:** 09.12.1975**Ölçüsü:** Çap 26,89 mm, kal: 0,69 mm**Ağırlığı:** 3,78 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektum**Çağı / Dönemi:** Bizans, X. Constantine Ducas 1059-1067**Müze Geliş Şekli:** Satın alma**Ref:** DOC; SB 1848.**Şekil 3-22:**Örnek 13 ön ve arka yüz fotoğrafı**ÖY:** +IhS XIS REX REGNANTIInM

Başı haçlı haleli **Hz. İsa**, elini göğsüne doğru kaldırmış, sağ elinde İncil, arkalı ve kavisli kolları olan bir tahtta oturur pozisyonda tasvir edilmiştir.

**AY:** +KWN RACL' O DOVKAC

İmparator sakallı, sakkos ve loros giyimli, sağ elini göğsüne doğru kaldırmış diğer eli ile haçlı küre tutan imparator, pallium ve mophorium giyimli, başı haleli Meryem tarafından taçlandırılmaktadır.

**Örnek 14 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 18/2/75**Müze Geliş Tarihi:** 09.12.1975**Ölçüsü:** Çap 28,09 mm, kal: 0,60 mm**Ağırlığı:** 4,29 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektum**Çağı / Dönemi:** Bizans X. Constantine Ducas 1059-1067**Müze Geliş Şekli:** Satın alma**Şekil 3-23:**Örnek 14 ön ve arka yüz fotoğrafı**ÖY.** [+IhS XIS REX REGNANTInM,]

Başı haçlı ve haleli olarak tasvir edilen, Hz. İsa, arkalıklı bir tahta oturur konumda ve cepheden gösterilmiştir. Sağ eli göğsünün üzerinde, sol elinde İncil tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**AY.** +KWN RACL' O DOVKAC

İmparator Constantine, sakallı ve ayakta tasvir edilmiştir. Sağ elinde labarum, sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür vardır.

**Örnek 15 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 1/43/90**Müze Geliş Tarihi:** 11.4.1990**Ölçüsü:** Çap 20,40 mm, kal: 0,10 mm**Ağırlığı:** 4,50 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektrum**Çağ / Dönemi:** Bizans, IV. Romanus Diogenes 1068-1071**Müze Geliş Şekli:** Satın alma**Ref:** DOC 1; SB 1859**Şekil 3-24:** Örnek 15 ön ve arka yüz fotoğrafı**ÖY:** +RWMAN EVDOKIA

Üçlü figürün ortasında yer alan, başı haçlı haleli Hz. İsa ayakta ve cepheden betimlenmiştir. Sağında Eudocia ve solunda bulunan loros giyimli Romanus'u taçlandırmaktadır. Her üç figürde cepheden tasvir edilmiş olup, imparator ve imparatoriçe aralarında haçlı küre tutmaktadırlar. Yukarıdaki sağ ve sol boşluklarda IC-XC.

**AY:** KWN MX AND

Ortada Michael, Solda Constantius ve sağda Andronicus hepsi ayakta ve cepheden bir tabure üstünde betimlenmişler, hepsi sakalsız ve loros giyimli. Michael labarum ve akakia tutmakta, kardeşi haçlı küre ve akakia tutmakta. Çift sıra bordürlüdür.

**Örnek 16 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 1/42/90**Müze Geliş Tarihi:** 11.4.1990**Ölçüsü:** Çap 20,60 mm, kal: 0,10 mm**Ağırlığı:** 5,10 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektum**Çağ / Dönemi:** Bizans, IV. Romanus Diogenes 1068-1071**Müze Geliş Şekli:** Satın alma**Ref:** DOC 1; SB 1859**Şekil 3-25:**Örnek 16 ön ve arka yüz fotoğrafı**ÖY:** +RWMAN EVDOKIA

Üçlü figürün ortasında yer alan, başı haçlı haleli Hz. İsa ayakta ve cepheden betimlenmiştir. Sağında Eudocia ve solunda bulunan loros giyimli Romanus'u taçlandırmaktadır. Her üç figürde cepheden tasvir edilmiş olup, imparator ve imparatoriçe aralarında haçlı küre tutmaktadırlar. Yukarıdaki sağ ve sol boşluklarda IC-XC.

**AY:** KWN MX AND

Ortada Michael, Solda Constantius ve sağda Andronicus hepsi ayakta ve cepheden bir tabure üstünde betimlenmişler, hepsi sakalsız ve loros giyimli. Michael labarum ve akakia tutmakta, kardeşi haçlı küre ve akakia tutmakta.

Çift sıra bordürlüdür.

**Örnek 17 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 7/11/85**Müze Geliş Tarihi:** 03.04.1985**Ölçüsü:** Çap: 20,60 mm kal: 0,10 mm**Ağırlığı:** 4,00 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektum**Çağı / Dönemi:** Bizans, VII. Michael Ducas 1071-1078**Müze Geliş Şekli:** Satın alma**Şekil 3-26:**Örnek 17 ön ve arka yüz fotoğrafı

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordürler vardır.

**AY:**[+MIXAHA RACIA ] VII. Michael'in sakallı, ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**Örnek 18 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 10/33/97**Müze Geliş Tarihi:** 30.01.1997**Ölçüsü:** Çap: 28,05 mm kal: 0,10 mm**Ağırlığı:** 4,30 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektum**Çağı / Dönemi:** Bizans, IV. Romanus Diogenes 1068-1071**Müze Geliş Şekli:** Müsadere**Ref:** DOC 1; SB 1859**Şekil 3-27:**Örnek 18 ön ve arka yüz fotoğrafı**ÖY:** +RWMAN EVDOKIA

Üçlü figürün ortasında yer alan, başı haçlı haleli Hz. İsa ayakta ve cepheden betimlenmiştir. Sağında Eudocia ve solunda bulunan loros giyimli Romanus'u taçlandırmaktadır. Her üç figürde cepheden tasvir edilmiş olup, imparator ve imparatoriçe aralarında haçlı küre tutmaktadırlar. Yukarıdaki sağ ve sol boşluklarda IC-XC.

**AY:** KWN MX AND

Ortada Michael, Solda Constantius ve sağda Andronicus hepsi ayakta ve cepheden bir tabure üstünde betimlenmişler, hepsi sakalsız ve loros giyimli. Michael labarum ve akakia tutmakta, kardeşi haçlı küre ve akakia tutmakta. Çift sıra bordür.

**Örnek 19 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 13/7/96**Müze Geliş Tarihi:** 24.05.1996**Ölçüsü:** Çap: 18,00 mm, kal: 0,5 mm**Ağırlığı:** 4,50 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektum**Çağı / Dönemi:** Bizans, VII. Michael Ducas 1071-1078**Müze Geliş Şekli:** Satın alınma**Şekil 3-28:**Örnek 19 ön ve arka yüzü fotoğrafı

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçı, haleli büstü cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordür vardır.

**AY:**[+MIXAHA RACIA ] VII. Michael'in, Çift sıra noktalı bordür.

**Örnek 20 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 13/1/01**Müzeye Geliş Tarihi:** 23.10.2001**Ölçüsü:** Çap: 29 mm kal: 1 mm**Ağırlığı:** 4,4 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektum**Çağı / Dönemi:** Bizans VII. Michael Ducas 1071-1078**Müzeye Geliş Şekli:** Satın alınma**Şekil 3-29:**Örnek 20 ön ve arka yüz fotoğrafı

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordür bulunmaktadır.

**AY:**[+MIXAHA RACIA ] VII. Michael'in sakallı ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür vardır.

**Örnek 21 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 29/9/07**Müze Geliş Tarihi:** 15.12.2007-31**Ölçüsü:** Çap: 2,9 mm kal: 0,2 mm**Ağırlığı:** 4,4 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektrum**Çağı / Dönemi:** Bizans VII. Michael Ducas 1071-1078**Müze Geliş Şekli:** Hibe**Şekil 3-30:**Örnek 21 ön ve arka yüz fotoğrafı

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**AY:**[+MIXAHA RACIA] VII. Michael'in sakallı, ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür vardır.

**Örnek 22 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 29/11/07**Müze Geliş Tarihi:** 15.12.2007-31**Ölçüsü: Çap:** 2,9 mm **kal:** 0,2 mm**Ağırlığı:** 4,3 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektrum**Çağı / Dönemi:** Bizans, VII. Michael Ducas 1071-1078**Müze Geliş Şekli:** Hibe**Şekil 3-31:** Örnek 22 ön ve arka yüz fotoğrafı

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**AY:** [+MIXAHA RACIA] VII. Michael'in sakallı, ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**Örnek 23 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 29/10/07**Müze Geliş Tarihi :** 15.12.2007-31**Ölçüsü :** Çap : 2,9 mm kal: 0,2 mm**Ağırlığı:** 4,2 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektrum**Çağı / Dönemi:** Bizans VII. Michael Ducas 1071-1078**Müze Geliş Şekli:** Hibe**Şekil 3-32:**Örnek 23 ön ve arka yüz fotoğrafı

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**AY:** [+MIXAHA RACIA] VII. Michael'in sakallı, ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**Örnek 24 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 11/1/09**Müze Geliş Tarihi:** 01.12.2009/ 17**Ölçüsü:** Çap; 2,9 mm kal: 0,3 mm**Ağırlığı:** 4,3 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektum**Çağı / Dönemi:** Bizans VII. Michael Ducas 1071-1078**Müze Geliş Şekli:** Satın alma**Şekil 3-33:** Örnek 24 ön ve arka yüz fotoğrafı

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**AY:**[+MIXAHA RACIA ] VII. Michael'in sakallı, ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**Örnek 25 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 36/6/11**Müze Geliş Tarihi:** 13.06.2011/ 67/A**Ölçüsü:** Çap: 29,51 mm kal: 0, 2 mm**Ağırlığı:** 4,19 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektrum**Çağı / Dönemi:** Bizans, VII. Michael Ducas 1071-1078**Müze Geliş Şekli:** Müsadere**Şekil 3-34: Örnek 25 ön ve arka yüz fotoğrafı**

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**AY:**[+MIXAHA RACIA] VII. Michael'in sakallı ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**Örnek 26 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 69/1/11**Müze Geliş Tarihi:** 12.12.2011/ 112**Ölçüsü:** Çap: 28,86 mm kal: 1,20 mm**Ağırlığı:** 4,32 gram**Sikkenin Maddesi:** Elektum**Çağı / Dönemi:** Bizans, VII. Michael Ducas 1071-1078**Müze Geliş Şekli:** Müsadere**Şekil 3-35:**Örnek 26 ön ve arka yüz fotoğrafı

**ÖY:** Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**AY:** [+MIXAHA RACIA ]

VII. Michael'in sakallı ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum sol elinde haçlı küre tutmaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**Örnek 27 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 14/41/15**Müze Geliş Tarihi:** 29.04.2015 /23**Ölçüsü:** Çap: 25,03 mm kal: 1 mm**Ağırlığı:** 4,1 gram**Sikkenin Maddesi:** Altın**Çağı / Dönemi:** Bizans, II.John 1118-1143**Müze Geliş Şekli:** Müsadere**Ref:** SB 1942; DO 263, 8d.**Şekil 3-36:** Örnek 27 ön ve arka yüz fotoğrafı

**ÖY:** Başlı haçlı, haleli Hz. İsa arkalıksız bir tahtta oturuyor, cepheden. Sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Çift sıra noktalı bordür.

**AY:** [ IW DEC PO TH Q GR WR IL ]

Sağda John, solda St. George askeri kıyafetli elinde kılıç tutmakta. Her ikisi de ayakta ve cepheden. Aralarında üç basamaklı patriklik haçı tutmaktalar.

**Örnek 28 Envanter Bilgileri:****Envanter (Sicil) No:** 14/40/15**Müze Geliş Tarihi:** 29.04.2015 /23**Ölçüsü:** Çap; 27,00 mm kal: 0,7 mm**Ağırlığı:** 3,8 gram**Sikkenin Maddesi:** Altın**Çağı / Dönemi:** Bizans, II. John 1118-1143**Müze Geliş Şekli:** Müsadere**Şekil 3-37:**Örnek 28 ön ve arka yüz fotoğrafı

**ÖY:** Başlı haçlı, haleli Hz. İsa arkalıksız bir tahtta oturuyor, cepheden. Sağ elini takdis eder konumunda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır.

Çift sıra noktalı bordür.

**AY:** [ IW DEC PO TH Q GR WR IL ]

Sağda John, solda St. George askeri kıyafetli elinde kılıç tutmakta. Her ikisi de ayakta ve cepheden. Aralarında üç basamaklı patriklik haçı tutmaktalar. SB 1942; DO 263,8d

## 4 ARKEOMETRİK ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Araştırmalarda altın çukur sikkelerin kimyasal bileşimlerinin tespitinde tahribatsız yöntemlerin kullanılması çok büyük önem taşır. Tüm örneklerde taşınabilir X-ışını floresans (P-XRF) yöntemi ile element analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları nitel ve nicel olarak belirtilmiştir. Alınan örnekler önce görsel olarak değerlendirilmiş ve belgelenmiştir.

### 4.1 Taşınabilir X-ışını Floresans P-XRF Spektrometrisi Analiz Sonuçları

Bu çalışmada kullanılan P-XRF spektrometresi ile analiz edilebilen elementlerin sayısı 26 olup analize uygun derişim aralıkları Çizelge 4.1'deki gibidir.

**Çizelge 4-1:**PXRF Element Analiz Limitleri

<b>P-XRF Element Analiz Limitleri</b>	
<b>Altın (Au)</b>	10-100 ppm
<b>Gümüş (Ag)</b>	50-100 ppm
<b>Bakır (Cu)</b>	10-100 ppm
<b>Titan (Ti)</b>	10-100 ppm
<b>Paladyum (Pd)</b>	50-100 ppm
<b>Vanadyum (V)</b>	10-100 ppm
<b>Krom (Cr)</b>	10-100 ppm
<b>Kalay (Sn)</b>	50-100 ppm
<b>Mangan (Mn)</b>	10-100 ppm
<b>Antimon (Sb)</b>	50-100 ppm
<b>Hafniyum (Hf)</b>	10-100 ppm
<b>Kobalt (Co)</b>	10-100 ppm
<b>Tantal (Ta)</b>	10-100 ppm
<b>Nikel (Ni)</b>	10-100 ppm
<b>Volfram (W)</b>	10-100 ppm
<b>Demir (Fe)</b>	10-100 ppm

<b>P-XRF Element Analiz Limitleri</b>	
<b>Renyum (Re)</b>	10-100 ppm
<b>Çinko (Zn)</b>	10-100 ppm
<b>İridyum (Ir)</b>	10-100 ppm
<b>Zirkonyum (Zr)</b>	10-100 ppm
<b>Platin (Pt)</b>	10-100 ppm
<b>Niyobyum (Nb)</b>	10-100 ppm
<b>Molibden (Mo)</b>	10-100 ppm
<b>Kurşun (Pb)</b>	10-100 ppm
<b>Rodyum (Rh)</b>	50-100 ppm
<b>Bizmut (Bi)</b>	10-100 ppm

**Çizelge 4-2** 28 Adet Çukur Sikkenin P- XRF Analiz Sonuçları

<b>Analiz Edilen 28 Adet Çukur Sikkenin P-XRF Analiz Sonuçları</b>									
<b>Numune Numarası</b>	<b>Eser Envanter No</b>	<b>Analiz No ve Analiz Yüzü</b>	<b>İmparatorlar</b>	<b>Fe %</b>	<b>Cu %</b>	<b>Ag %</b>	<b>Cd %</b>	<b>Au %</b>	<b>Pb %</b>
1	18/3//75	#23-Ö.Y.	Constantine X, Ducas. 1059-1067	ND	3,81	18,32	ND	77,88	ND
	18/3//75	#24-A.Y.	Constantine X, Ducas. 1059-1067	ND	3,74	18,41	ND	77,85	ND
2	18/1//75	#26 -Ö.Y.	Constantine X, Ducas. 1059-1067	ND	4,17	18,99	ND	76,84	ND
	18/1//75	#27-A.Y.	Constantine X, Ducas. 1059-1067	ND	4,41	19,26	ND	76,33	ND
3	18/4//75	#28 -Ö.Y.	Constantine X, Ducas. 1059-1067	ND	23,62	6,73	ND	69,66	ND
	18/4//75	#29-A.Y.	Constantine X, Ducas. 1059-1067	ND	23,62	6,70	ND	69,68	ND
4	18/2//75	#30-Ö.Y.	Constantine X, Ducas. 1059-1067	ND	3,66	17,85	ND	78,49	ND
	18/2//75	#31-A.Y.	Constantine X, Ducas. 1059-1067	ND	3,85	17,95	ND	78,20	ND
5	1/43//90	#32-Ö.Y.	IV Romanus Diogenes. . 1068-1071	ND	18,98	16,55	0,19	64,28	ND
	1/43//90	#33-A.Y.	IV Romanus Diogenes. . 1068-1071	ND	19,08	16,84	0,17	63,92	ND
6	1/42//90	#34-Ö.Y.	IV Romanus Diogenes. . 1068-1071	ND	21,55	15,48	0,22	62,76	ND
	1/42//90	#35-A.Y.	IV Romanus Diogenes. . 1068-1071	ND	21,56	15,68	0,15	62,61	ND
7	10/33//97	#38-Ö.Y.	IV Romanus Diogenes. . 1068-1071	ND	3,74	24,30	ND	71,96	ND
	10/33//97	#39-A.Y.	IV Romanus Diogenes. . 1068-1071	ND	3,18	24,47	ND	72,36	ND
8	26/1//12	#2-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	4,91	38,64	ND	56,45	ND
	26/1//12	#3-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	4,75	39,53	ND	55,73	ND
9	26/2//12	#4-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	4,99	39,27	ND	55,74	ND
	26/2//12	#5-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,02	38,79	ND	56,19	ND
10	26/3//12	#6-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	4,08	36,51	ND	59,41	ND
	26/3//12	#7-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	4,04	36,70	ND	59,26	ND

**Analiz Edilen 28 Adet Çukur Sikkenin P-XRF Analiz Sonuçları**

Numune Numarası	Eser Envanter No	Analiz No ve Analiz Yüzü	İmparatorlar	Fe %	Cu %	Ag %	Cd %	Au %	Pb %
11	26/4//12	#8-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	6,90	45,53	ND	47,46	0,12
	26/4//12	#9-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	6,85	45,66	ND	47,38	0,11
12	16/1//13	#10-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	3,81	29,70	ND	66,49	ND
	16/1//13	#11-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	3,98	29,54	ND	66,48	ND
13	14/8//15	#12-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	2,16	34,85	ND	62,99	ND
	14/8//15	#13-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	2,47	35,08	ND	62,45	ND
14	11/4//76	#14-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,79	35,69	ND	58,53	ND
	11/4//76	#16-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,90	35,67	ND	58,43	ND
15	11/3//76	#17-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	2,34	5,36	43,25	ND	49,05	ND
	11/3//76	#18-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,33	44,62	ND	50,05	ND
16	11/2//76	#19-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,32	38,73	ND	55,95	ND
	11/2//76	#20-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,43	38,76	ND	55,82	ND
17	11/1//76	#21-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	7,43	49,50	ND	43,08	ND
	11/1//76	#22-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	1,03	7,73	48,55	ND	42,69	ND
18	7/11//85	#36-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	3,19	18,11	ND	78,70	ND
	7/11//85	#37-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	2,86	18,11	ND	79,03	ND
19	13/7//96	#40-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	4,36	38,41	ND	57,23	ND
	13/7//96	#41-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	4,69	39,35	ND	55,96	ND
20	13/1//01	#42-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,10	39,44	ND	55,45	ND
	13/1//01	#43-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,45	39,68	ND	54,87	ND
21	29/9//07	#44-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	7,00	44,67	ND	48,19	0,14
	29/9//07	#45-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	7,13	44,51	ND	48,25	0,11

**Analiz Edilen 28 Adet Çukur Sikkenin P-XRF Analiz Sonuçları**

Numune Numarası	Eser Envanter No	Analiz No ve Analiz Yüzü	İmparatorlar	Fe %	Cu %	Ag %	Cd %	Au %	Pb %
22	29/11//07	#46-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,02	42,08	ND	52,90	ND
	29/11//07	#47-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	4,91	41,91	ND	53,17	ND
23	29/10//07	#48-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,08	35,74	ND	59,19	ND
	29/10//07	#49-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,66	35,79	ND	58,55	ND
24	11/1//09	#50-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	6,78	43,87	ND	49,17	0,17
	11/1//09	#51-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	7,06	43,97	ND	48,81	0,16
25	36/6//11	#52-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,53	38,73	ND	55,75	ND
	36/6//11	#53-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,10	38,39	ND	56,51	ND
26	69/1//11	#54-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	7,30	47,28	ND	45,28	0,14
	69/1//11	#55-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	7,51	46,87	ND	45,48	0,15
27	14/41//15	#56-Ö.Y.	John II, 1118-1143	ND	39,37	0,96	ND	59,67	ND
	14/41//15	#57-A.Y.	John II, 1118-1143	ND	42,57	0,94	ND	56,49	ND
	14/41//15	#58C-Ö.Y.	John II, 1118-1143	ND	27,96	0,53	ND	42,63	ND
	14/41//15	#59C-A.Y.	John II, 1118-1143	ND	31,63	0,56	ND	43,33	ND
28	14/40//15	#60C-Ö.Y.	John II, 1118-1143	ND	29,27	0,51	ND	42,42	ND
	14/40//15	#61C-A.Y.	John II, 1118-1143	ND	31,90	0,59	ND	42,93	ND
	14/40//15	#62-Ö.Y.	John II, 1118-1143	ND	38,90	0,94	ND	60,16	ND
	14/40//15	#63-A.Y.	John II, 1118-1143	ND	41,54	0,87	ND	57,59	ND
<b>En Büyük Değer</b>				<b>2,34</b>	<b>42,57</b>	<b>49,50</b>	<b>0,22</b>	<b>79,03</b>	<b>0,17</b>
<b>En Küçük Değer</b>				<b>1,03</b>	<b>2,16</b>	<b>0,51</b>	<b>0,15</b>	<b>42,42</b>	<b>0,11</b>
<b>Ortalama</b>				<b>1,68</b>	<b>10,73</b>	<b>28,75</b>	<b>0,18</b>	<b>58,67</b>	<b>0,14</b>

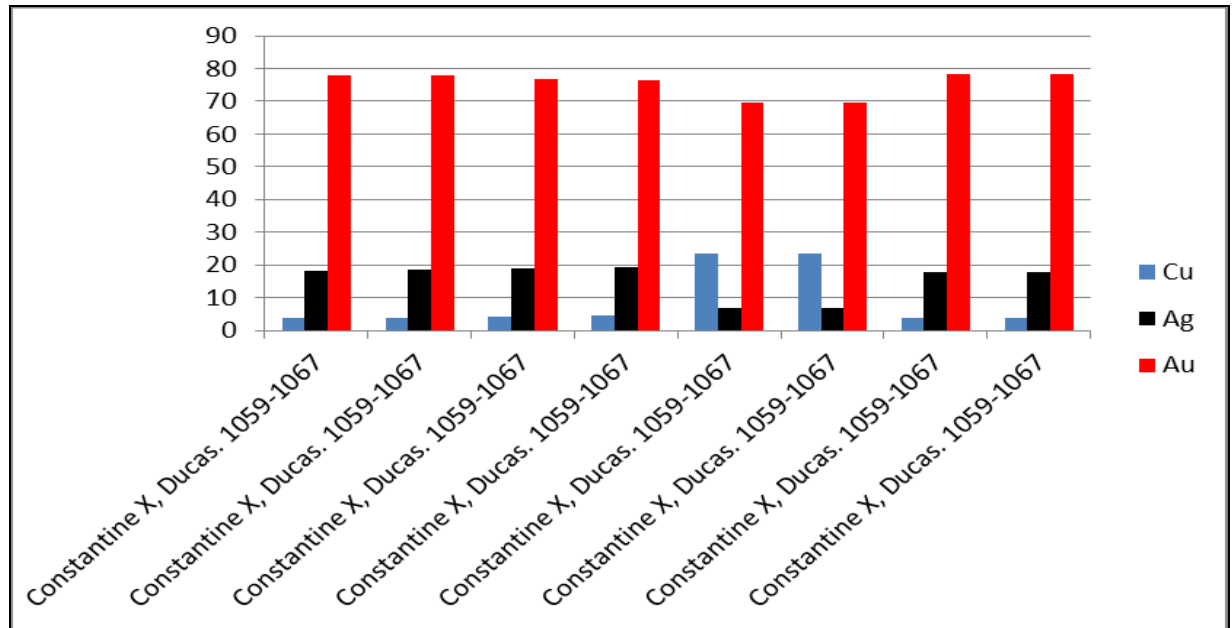


#### 4.2 X. Constantine Ducas 1059-1067

X. Costantine dönemine ait 4 adet çukur sikkenin taşınabilir (P-XRF) ile yapılan analizleri (Çizelge 4-3 ve Şekil 4-2).

**Çizelge 4-3:** X Constantine Ducas çukur sikkeler P\_XRF analiz sonuçları

Numune Numarası	Eser Envanter No	Analiz No ve Analiz Yüzü	İmparator	Cu %	Ag %	Au %
1	18/3//75	#23-Ö.Y.	ConstantineX, Ducas. 1059-1067	3,81	18,32	77,88
	18/3//75	#24-A.Y.	ConstantineX, Ducas. 1059-1067	3,74	18,41	77,85
2	18/1//75	#26 -Ö.Y.	ConstantineX, Ducas. 1059-1067	4,17	18,99	76,84
	18/1//75	#27-A.Y.	ConstantineX, Ducas. 1059-1067	4,41	19,26	76,33
3	18/4//75	#28 -Ö.Y.	ConstantineX, Ducas. 1059-1067	23,62	6,73	69,66
	18/4//75	#29-A.Y.	ConstantineX, Ducas. 1059-1067	23,62	6,70	69,68
4	18/2//75	#30-Ö.Y.	ConstantineX, Ducas. 1059-1067	3,66	17,85	78,49
	18/2//75	#31-A.Y.	ConstantineX, Ducas. 1059-1067	3,85	17,95	78,20
<b>En büyük Değer</b>				<b>23,62</b>	<b>19,26</b>	<b>78,49</b>
<b>En Küçük Değer</b>				<b>3,66</b>	<b>6,70</b>	<b>69,66</b>
<b>Ortalama</b>				<b>8,85</b>	<b>15,52</b>	<b>75,61</b>



**Şekil 4-2:** Analiz edilen örneklerde X Constantine Ducas element oranları grafiği

X. Constantine Ducas dönemine ait sikkelerin analiz sonuçlarına bakıldığında (Çizelge 4-3) altın sikke olarak kayıtlara gecen 4 adet X. Constantine sikkesinin altın olmadığı, elektrom olduğu anlaşılmıştır.

Altın (Au) en büyük değeri %78,49 ve altın oranlarında çok fazla değişiklik olmadığı en küçük değeri olarak %69,66 ortalaması %75,61 değerindedir.

Gümüş en büyük değeri %19,26 en küçük değeri %6,70 ortalama %15,52 değerinde tespit edilmiştir.

Bakır en büyük değeri %23,62 en küçük değeri %3,66 ortalama %8,85 oranında da tespit edilmiştir.

X. Costantine döneminde darp edilen sikkelerin altın oranında çok fazla dalgalanma yaşanmamıştır. 18/4/75 envanter numaralı sikke dışındaki örneklerde altın miktarı birbirine yakın ve yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. 18/4/75 envanter numaralı sikkede gümüş ve altın değerlerinin düştüğü ve bakır değerinin yükseldiği görülmektedir. Altın ile gümüş oranları arasında negatif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

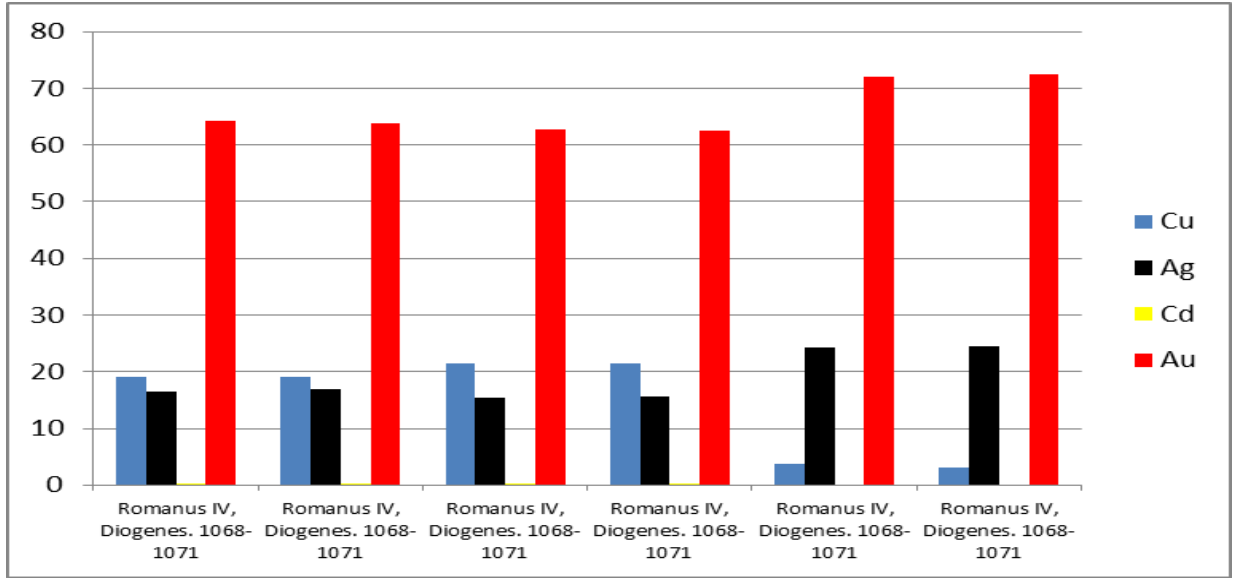
#### 4.3 IV. Romanus Diogenes 1068-1071

IV. Romanus dönemine ait 3 adet sikke Taşınabilir X-ışını floresans (P-XRF) spektrometresiyle analiz edilmiştir (Çizelge 4-4 ve Şekil 4-3).

**Çizelge 4-4:** IV Romanos Diogenes çukur sikkelerin P-XRF analiz sonuçları

Numune Numarası	Eser Envanter No ve Analiz Yüzü	Analiz No	İmparator	Cu %	Ag %	Cd %	Au %
5	1/43//90	#32-Ö.Y.	IV Romanus Diogenes. . 1068-1071	18,98	16,55	0,19	64,28
	1/43//90	#33-A.Y.	IV Romanus Diogenes. . 1068-1071	19,08	16,84	0,17	63,92
6	1/42//90	#34-Ö.Y.	IV Romanus Diogenes. . 1068-1071	21,55	15,48	0,22	62,76
	1/42//90	#35-A.Y.	IV Romanus Diogenes. . 1068-1071	21,56	15,68	0,15	62,61
7	10/33//97	#38-Ö.Y.	IV Romanus Diogenes. . 1068-1071	3,74	24,30	ND	71,96
	10/33//97	#39-A.Y.	IV Romanus Diogenes. . 1068-1071	3,18	24,47	ND	72,36

<b>En Büyük Değer</b>	<b>21,56</b>	<b>24,47</b>	<b>0,22</b>	<b>72,36</b>
<b>En Küçük Değer</b>	<b>3,18</b>	<b>15,48</b>	<b>0,15</b>	<b>62,61</b>
<b>Ortalama</b>	<b>14,68</b>	<b>18,88</b>	<b>0,18</b>	<b>66,31</b>



**Şekil 4-3:** Analiz edilen örneklerde IV. Romanus Diogenes element alaşım oranları grafiği

IV. Romanus Diogenes dönemine ait 3 adet sikkenin analiz sonuçları incelendiğinde

Altının en büyük değeri %72,36, en küçük değeri % 62,61, ortalama % 66,31 oranındadır.

Gümüşün en büyük değeri % 24,47, en küçük değeri % 15,48, ortalama % 18,88 olarak tespit edilmiştir. Bazı dönemler bakır gümüşten de fazla kullanılmıştır.

Bakırın en büyük değeri %21,56, en küçük değeri ise %3,18, tespit edilmiştir. ortalama % 14,68 oranındadır.

10/33/97 envanter numaralı sikkenin değerleri diğerlerinden farklılık göstermektedir. Bakır (Cu) değeri düşmüş gümüş ve altında artış olmuş. (1/43/90-1/42/90) envanter numaralı sikkelerde % 0,18 ortama ile kadmiyum (Cd) tespit edilmiştir. Altın ile gümüş oranları arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır.

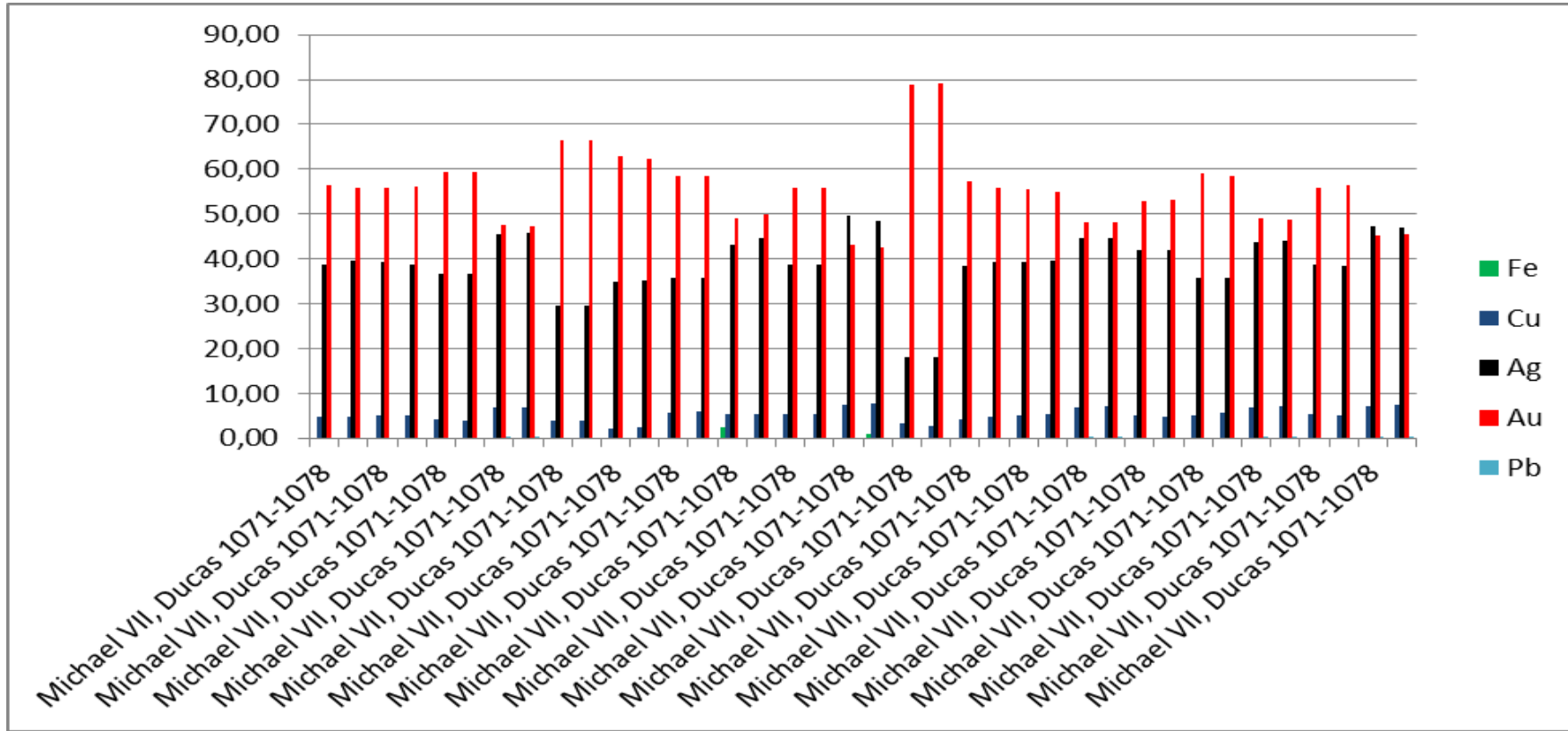
#### 4.4 VII. Michael Ducas 1071-1078

VII. Michael dönemine ait 19 adet sikke taşınabilir X-ışını floresans spektrometresi (P-XRF) ile analiz edilmiştir (Çizelge 4-5 ve Şekil 4-4).

**Çizelge 4-5:** VII Michael Ducas çukur sikkelerin P-XRF analiz sonuçları

Numune Numarası	Eser Envanter No	Analiz No ve Analiz Yüzü	İmparator	Fe %	Cu %	Ag %	Au %	Pb %
8	26/1//12	#2-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	4,91	38,64	56,45	ND
	26/1//12	#3-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	4,75	39,53	55,73	ND
9	26/2//12	#4-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	4,99	39,27	55,74	ND
	26/2//12	#5-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,02	38,79	56,19	ND
10	26/3//12	#6-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	4,08	36,51	59,41	ND
	26/3//12	#7-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	4,04	36,70	59,26	ND
11	26/4//12	#8-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	6,90	45,53	47,46	0,12
	26/4//12	#9-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	6,85	45,66	47,38	0,11
12	16/1//13	#10-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	3,81	29,70	66,49	ND
	16/1//13	#11-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	3,98	29,54	66,48	ND
13	14/8//15	#12-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	2,16	34,85	62,99	ND
	14/8//15	#13-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	2,47	35,08	62,45	ND
14	11/4//76	#14-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,79	35,69	58,53	ND
	11/4//76	#16-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,90	35,67	58,43	ND
15	11/3//76	#17-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	2,34	5,36	43,25	49,05	ND
	11/3//76	#18-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,33	44,62	50,05	ND
16	11/2//76	#19-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,32	38,73	55,95	ND
	11/2//76	#20-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,43	38,76	55,82	ND
17	11/1//76	#21-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	7,43	49,50	43,08	ND
	11/1//76	#22-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	1,03	7,73	48,55	42,69	ND
18	7/11//85	#36-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	3,19	18,11	78,70	ND
	7/11//85	#37-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	2,86	18,11	79,03	ND
19	13/7//96	#40-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	4,36	38,41	57,23	ND
	13/7//96	#41-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	4,69	39,35	55,96	ND
20	13/1//01	#42-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,10	39,44	55,45	ND
	13/1//01	#43-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,45	39,68	54,87	ND
21	29/9//07	#44-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	7,00	44,67	48,19	0,14

Numune Numarası	Eser Envanter No	Analiz No ve Analiz Yüzü	İmparator	Fe %	Cu %	Ag %	Au %	Pb %
	29/9//07	#45-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	7,13	44,51	48,25	0,11
22	29/11//07	#46-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,02	42,08	52,90	ND
	29/11//07	#47-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	4,91	41,91	53,17	ND
23	29/10//07	#48-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,08	35,74	59,19	ND
	29/10//07	#49-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,66	35,79	58,55	ND
24	11/1//09	#50-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	6,78	43,87	49,17	0,17
	11/1//09	#51-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	7,06	43,97	48,81	0,16
25	36/6//11	#52-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,53	38,73	55,75	ND
	36/6//11	#53-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	5,10	38,39	56,51	ND
26	69/1//11	#54-Ö.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	7,30	47,28	45,28	0,14
	69/1//11	#55-A.Y.	VII Michael Ducas 1071-1078	ND	7,51	46,87	45,48	0,15
<b>En Büyük Değer</b>				<b>2,34</b>	<b>7,73</b>	<b>49,50</b>	<b>79,03</b>	<b>0,17</b>
<b>En Küçük Değer</b>				<b>1,03</b>	<b>2,16</b>	<b>18,11</b>	<b>42,69</b>	<b>0,11</b>
<b>Ortalama</b>				<b>1,68</b>	<b>5,31</b>	<b>38,98</b>	<b>55,58</b>	<b>0,14</b>



Şekil 4-4: Analiz edilen örneklerde VII Michael Ducas çukur sikkelerin element alaşım oranları grafiği

VII. Michael'ın imparatorluğu dönemine ait sikkelerin analiz sonuçları İncelendiğinde;

Altının en büyük değeri %79,03 en küçük değeri %42,69 oranlarında ve ortalama %55,58 değerinde. Gümüşün en büyük değeri %49,50 en küçük değeri %18,11 ortalama %38,98 değerlerindedir. Bakırın en büyük değeri %7,73, en küçük değeri % 2,16, ortalama %5,31 değerlerinde olduğu tespit edilmiştir.

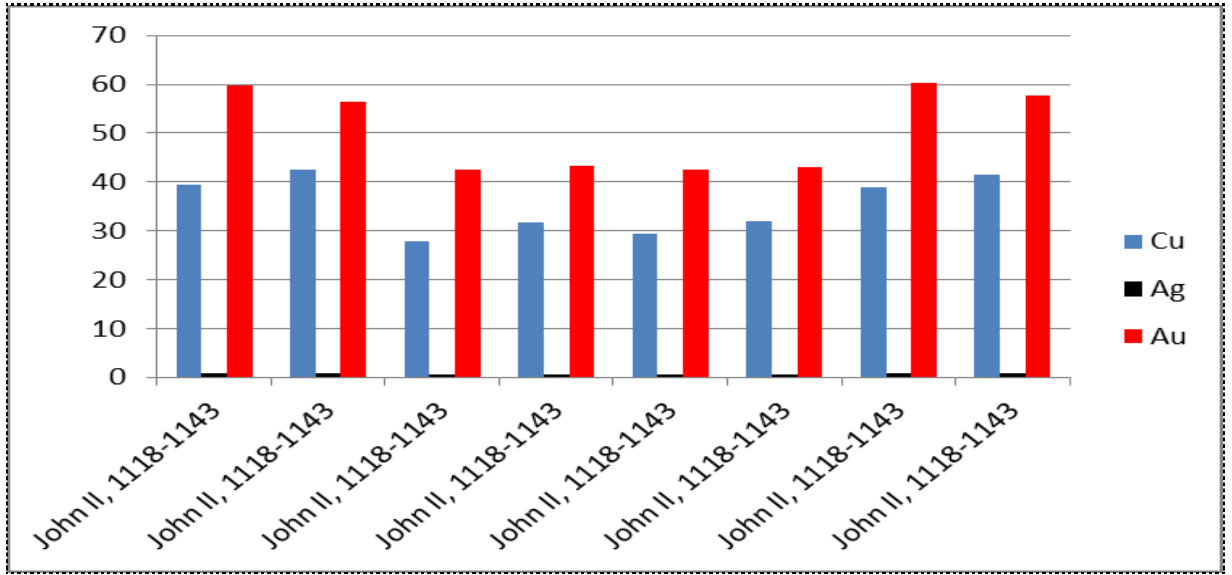
19 sikkeden 7/11/85 envanter numaralı sikkenin altın oranı yüksek, gümüş değeri düşüktür. 26/4/12 envanter numaralı sikkenin altın ve gümüş arasındaki oranın %2 değerinde birbirine yakın ve kurşunun (Pb) düşük oranda olduğu görülmektedir. 11/1//76 envanter numaralı sikkede ise gümüş değerinin altın değerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Altın ile gümüş oranları arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır.

#### 4.5 II. John 1118-1143

II. John dönemine ait 2 adet sikke taşınabilir X-ışını floresans spektrometresi (P-XRF) ile analizler yapılmıştır (Çizelge 4-6 ve Şekil 4-5).

**Çizelge 4-6:** II John çukur sikkeler P-XRF analiz sonuçları

Numune Numarası	Eser Envanter No	Analiz No	İmparator	Cu %	Ag %	Au %
27	14/41//15	#56-Ö.Y.	John II, 1118-1143	39,37	0,96	59,67
	14/41//15	#57-A.Y.	John II, 1118-1143	42,57	0,94	56,49
	14/41//15	#58C-Ö.Y.	John II, 1118-1143	27,96	0,53	42,63
	14/41//15	#59C-A.Y.	John II, 1118-1143	31,63	0,56	43,33
28	14/40//15	#60C-Ö.Y.	John II, 1118-1143	29,27	0,51	42,42
	14/40//15	#61C-A.Y.	John II, 1118-1143	31,90	0,59	42,93
	14/40//15	#62-Ö.Y.	John II, 1118-1143	38,90	0,94	60,16
	14/40//15	#63-A.Y.	John II, 1118-1143	41,54	0,87	57,59
<b>En Büyük Değer</b>				<b>42,57</b>	<b>0,96</b>	<b>60,16</b>
<b>En Küçük Değer</b>				<b>27,96</b>	<b>0,51</b>	<b>42,42</b>
<b>Ortalama</b>				<b>35,39</b>	<b>0,74</b>	<b>50,65</b>



**Şekil 4-5:** Analiz edilen örneklerde II John çukur sikkelerin element alaşım oranları grafiği

II. John dönemine ait 2 adet sikkenin analiz sonuçları diğer imparator sikkelerinden çok daha farklı sonuçlar vermiştir.

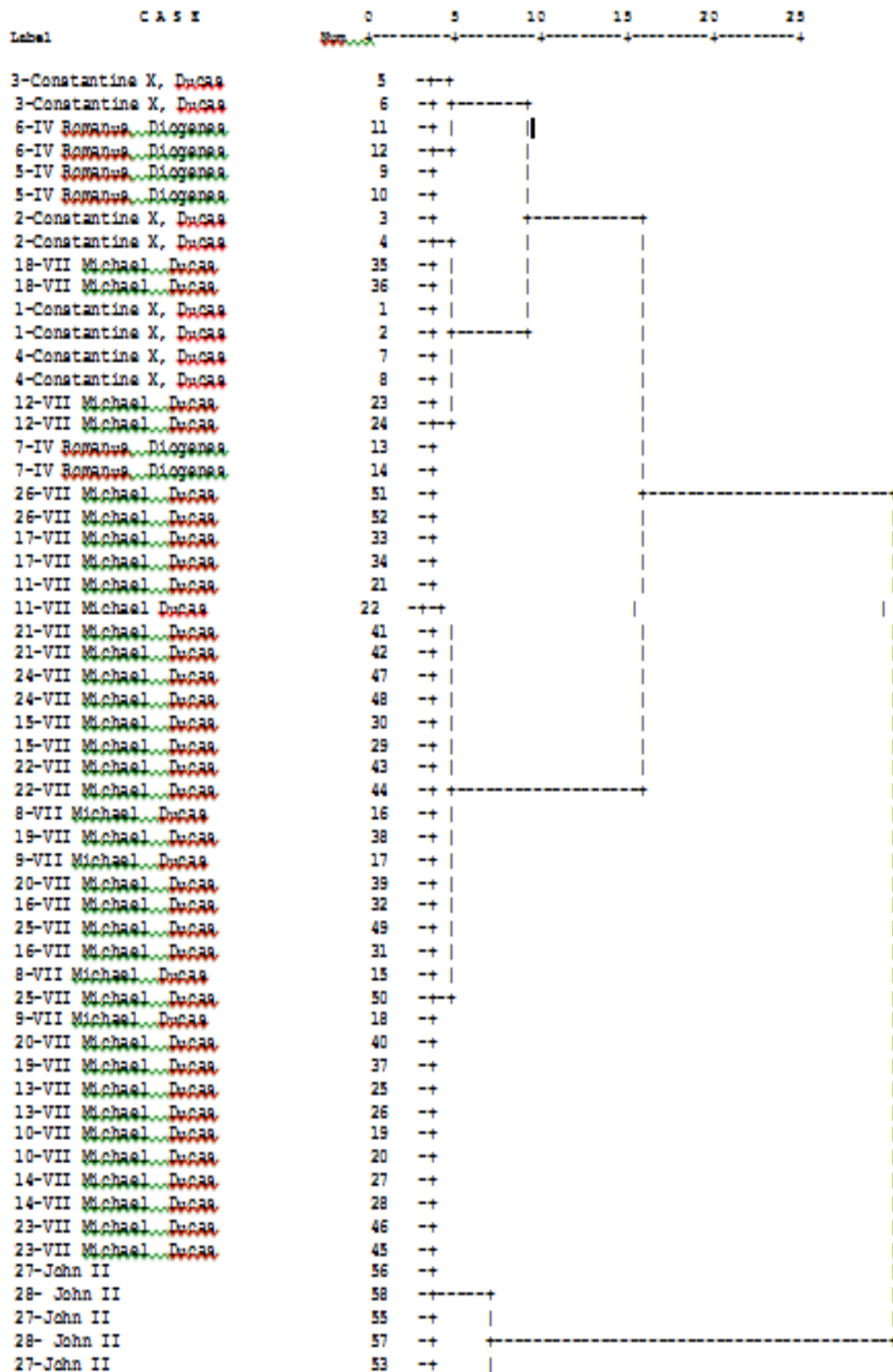
Altın oranının en büyük değeri %60,16 en küçük değeri %42,42 ortalama % 50,65 değerlerindedir.

Gümüş oranının en büyük değeri % 0,96, en küçük değeri % 0,51, ortalama % 0,74 oranında tespit edilmiştir.

Bakır oranının en büyük değeri % 42,57 en küçük değeri % 27,96 ortalaması %35,39 değerinde olduğu tespit edilmiştir.

Diğer imparator sikkelerinde altın ile gümüş arasında negatif bir korelasyon tespit edilmiştir. II. John dönemi çukur sikkelerinde altın ve bakır elementleri arasında negatif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Bu korelasyon modern altın üretim alışkanlığına işaret etmiştir (Aydın ve Mutlu, 2012; Aydın ve Zoroğlu, 2015)

## 4.5.1 İstatistiksel Değerlendirme



**Şekil 4-6:** P-EDXRF analiz sonuçlarının Fe, Cu, Ag, Au ve Pb değerlerine göre SPSS 17.0 kullanılarak oluşturulmuş dendrogram tablosu.

SPSS 17.0 kullanılarak tüm P-EDXRF analiz sonuçları hiyerarşik kümeleme (Cluster analizi) yapılarak dendrogram tablosu oluşturulmuştur. Dendrogram oluşturulurken ND olan sonuçlara 0,0001 değeri verilerek işlem yapılmıştır. Yapılan dendrogram tablosu (Şekil 4-6) incelendiğinde tüm imparatorlar genelde kendi sikkeleri birlikte grup oluşturmuş ve yakın değerlerde (5-12) bir birleriyle bağlanıp grup oluştururken sahteciliğinden şüphelenilen John II dönemine ait iki adet sikkeden yapılan analiz sonuçlarının diğer sikkelerden çok farklı sonuçlar içerdiğini belirten dendrogram sonucu John II sikkelerini gruba 25 değerinden bağlanmıştır. Dendrogram sonuçları önceki P-EDXRF sonuçlarından yola çıkarak yaptığımız John II dönemine ait iki adet sikkenin çağımıza ait sahte/imitasyon olabileceği tezini desteklemiştir.

## 5. SONUÇ

Diyarbakır Müzesi'nde bulunan Bizans dönemi altın çukur sikkelerin arkeometrik ve nümizmatik analizleri genel olarak değerlendirildiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir.

X Constantine Ducas dönemine ait 4 adet sikkenin iki farklı tipi bulunmaktadır. Birinci olarak ön yüzde İsa tahta oturur pozisyonunda iken arka yüzde imparator ayakta tasvir edilmiştir (Şekil 3-22, Şekil 3-23, Şekil 3-24). İkinci tipte ise; ön yüzde İsa arkalıklı tahta oturur pozisyonunda iken, arka yüzde iki figür Hz Meryem ve İmparator yer almaktadır. Hz Meryem İmparatora taç giydirmektedir (Şekil 3-24).

Çalışmada IV Romanus Diogenes dönemine ait 3 adet sikke yer almıştır. Gruptaki 3 sikkenin hem ön hem de arka yüzde de üç figür yer almaktadır. Ön yüzde Hz. İsa ayakta ve her üç figürde cepheden tasvir edilmiş olup, imparator ve imparatoriçe aralarında haçlı küre tutmaktadırlar. Arka yüzde ise ortada Michael VII Solda Constantius ve sağda Andronicus hepsi ayakta ve cepheden bir tabure üstünde betimlenmişler, hepsi sakalsız ve loros giyimlidir. VII Michael labarum ve akakia tutmakta, kardeşi haçlı küre ve akakia tutmaktadır (Şekil 3-26 / 3-27 / 3-29).

VII Michael dönemine ait 19 örnekten üç farklı sikke tipi bulunmaktadır. 17 adet sikkenin her iki yüzünde de porte şeklinde tasvir edilmiştir. Bir sikke de İsa arkalıklı bir taht üzerinde oturur vaziyette ve imparator kendi portresini kullanmıştır (Şekil 3-16). Bir sikkede ise İsa arkalıklı bir taht üzerinde oturur pozisyonunda, imparator ise ayakta cepheden tasvir edilmiştir (Şekil 3-28).

II. John Dönemine ait 2 adet sikke bulunmaktadır. ön yüzde İsa arkalıksız bir taht üzerinde oturuyor, cepheden sağ elini takdis eder konumda kaldırmış. Sol elinde incil tutmakta arka yüzde sağda John solda St George askeri kıyafetli elinde kılıç tutmakta. Her ikisi de ayakta ve cepheden tasvir edilmiştir (Şekil 3-37), (Şekil 3-38).

Analiz edilen sikkeler üzerinde çeşitli yazılar, hükümdarlık sembolleri ve dini unsurlar kullanılmıştır. Yönetimin başına geçen her imparatorun kendi portesini kullanarak sikkeler basması çok fazla sikke çeşitliliğinin oluşmasına sebep olmuştur.

Bizans sikkelerinde genel olarak en çok görülen “haç”tır. Haç, İsa'nın çarmıha gerilişini sembolize eder. İsa'nın ölümüne karşı zaferinin sembolü olan haç, imparatorlar için düşmanlara karşı kazanılan zaferin de sembolü olmuştur

İsa tahtta otururken veya ayakta durur şekilde tasvir edilmektedir. Başında ise nimbus bulunmaktadır. Dikkati çeken konu ise İsa nasıl betimlenirse betimlensin başından itibaren İsa'nın takdis pozisyonunda durması ve kutsal kitabı (İncil) tutarken gösterilmesidir.

İsa sikkenin ön yüzünde tasvir edilir. Dini semboller ön planda yer alır. İmparator ve hükümdarlık sembolleri ise arka yüzde tasvir edilir. Analiz edilen sikkelerin ön yüzü ve arka yüzü çift sıra noktalı bordürler içinde tasvirler yer almaktadır. Ön yüzde Hz. İsa'nın haçlı, haleli büstü cepheden verilmiş, sağ elini takdis eder konumda kaldırmış, sol elinde İncil tutmaktadır. Sağ ve sol boşluklarda 'IC' ve 'XC' harfleri yer almaktadır. Ya da başı, haçlı haleli olan, Hz. İsa arkalıklı bir taht üzerinde oturur vaziyete ve cepheden tasvir edilmiştir. Bazı sikkelerde ise üçlü figürün ortasında yer alan, başı haçlı haleli Hz. İsa ayakta ve her üç figürde cepheden tasvir edilmiş olup, imparator ve imparatoriçe aralarında haçlı küre tutmaktadırlar. Arka yüzde ise imparatorlar genel olarak haçlı taçlı ve loros giyimli büstü cepheden. Sağ elinde labarum, sol elinde haçlı küre tutmakta bazen sakallı ayakta tasvir edilmiştir.

Analiz edilen toplamda 28 adet sikkenin spektrometrenin belirleyebildiği kimyasal kompozisyonları belirlenmiş ve elde edilen analiz sonuçları verilmiştir. Element oranları, sikkelerin içerisinde spektrometrenin belirleyebileceği miktarın altında ise analiz sırasında spektrometre tarafından ND (Not Delected) şeklinde ifade edilmiştir. Taşınabilir Enerji Dağılımlı X – ışını Floresans Spektrometresi (P-EDXRF) ile analiz edilen altın sikkelerin analizlerinin sonuçları incelendiğinde çalışmaya konu tüm altın sikkelerin element kompozisyonlarında tespit edilen elementlerin oransal dağılımları günümüze yaklaştıkça altın oranının düştüğü görülmektedir. 4 imparatorun analiz edilen altın çukur sikkelerin tamamının da altın (Au) gümüş (Ag) ve bakır (Cu) bulunmaktadır.

Toplamda 28 adet altın çukur sikkenin dönemleri incelendiğinde her bir imparatorun döneminde basılan sikkelerin farklı element oranlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Analiz edilen sikkelerin ortalama altın değeri % 62,03 civarında tespit edilmiştir. Tüm sikkeler gümüş içermektedir. Gümüş oranı yaklaşık ortalama % 18,53 civarındadır.

Görünüşte altın olan 28 adet sikkenin elektrum olduğu anlaşılmaktadır. Anadolu'nun gümüş madeni açısından zengin oluşu göz önüne alınırsa, gümüş oranının yüksek olması doğaldır. Kullanılan gümüşün yanı sıra belli bir oranda bakır kullanıldığı da tespit edilmiştir (Çizelge 4-2).

**Çizelge 5-1:**Bizans altın çukur sikkelerinin imparatorlara göre ortalama element oranları (%)

<b>Elementler % (Ortalama)</b>	<b>X.Constantine Ducas. (1059- 1067)</b>	<b>IV. Romanus Diogenes. (1068-1071)</b>	<b>VII. Michael Ducas (1071-1078)</b>	<b>II. John (1118-1143)</b>	<b>Ortalama %</b>
<b>Au</b>	75,61	66,31	55,58	50,65	62,03
<b>Ag</b>	15,52	18,88	38,98	0,74	18,53
<b>Cu</b>	8,85	14,68	5,31	35,39	16,05
<b>Pb</b>	ND	ND	0,14	ND	0,14
<b>Fe</b>	ND	ND	1,68	ND	1,68
<b>Cd</b>	ND	0,18	ND	ND	0,18

Bu değerler ile günümüze yaklaştıkça altın oranının düştüğü görülmektedir. 4 imparatorun analiz edilen altın çukur sikkelerin tamamının da altın (Au) gümüş (Ag) ve bakır (Cu) bulunmaktadır.

IV. Romanus Diogenes (1/43/90-1/42/90) envanter numaralı sikkelerinde kadmiyum (Cd) tespit edilmiştir. VII. Michael Ducas (11/3/76-Şekil 3-18), (11/1/76 - Şekil 3-20) envanter numaralı sikkelerinde diğer sikkelerden farklı olarak demir (Fe) ve (26/4/12 - Şekil 3-14), (29/9/07 - Şekil 3-31), (11/1/09 - Şekil 3-34), (69/1/11-Şekil 3-36) numaralı sikkelerde kurşun (Pb) tespit edilmiştir.

X. Constantine ducas. 1059-1067 dönemine ait 4 adet elektrik sikkelerin ortalama değerlerine bakıldığında altın : % 75,61 - gümüş: % 15,52 - bakır: % 8,85 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4-3).

X. Constantine Ducas dönemine ait 4 adet sikkelerin analiz sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4-3 ) altın sikke olarak kayıtlara geçen X. Constantine sikkelerinin altın olmadığı elektrik (Au-Ag) olduğu görülmektedir. Bakır (Cu) oranları açısından değerlendirildiğinde ise 3 Nolu örnekte, (Şekil 3-23) bakır oranının arttığı tespit edilmiştir. Bakırın % 23,62 - % 3,66 arasında değiştiği ve % 8,85 ortalamaya sahip olduğu tespit edilmiştir. 3 nolu örnek diğerlerinden farklılık göstermektedir. X Constantine Ducas devleti tek başına yönetememiş arka arkaya devam eden savaşlar, enflasyon, sikke değerini düşürmüştür. Bu da metal sikkelerde altın oranının düşürülüp gümüş oranını artırılması ile sonuçlanmış olabilir.

IV. Romanus Diogenes. . 1068-1071 dönemine ait 3 adet elektrik sikkenin ortalama değerlerine bakıldığında  
altın: % 66,61 - gümüş: % 19,16 - bakır: %14,10 kadmiyum: % 0,18 tespit edilmiştir (Çizelge 4-4).

IV. Romanus Diogenes. dönemine ait 3 adet sikkenin analiz sonuçlarında; Altın ortalaması % 66,61 oranındadır. En büyük değeri 72,36, en küçük değeri ise 62,61 olarak tespit edilmiştir. Şekil 4-3 de bakıldığında altın da dönemine göre dalgalanmalar yaşanmaktadır. Gümüşün en büyük değeri %24,47, en küçük değeri % 15,48, ortalama % 18,88 değerlerinde tespit edilmiştir. Savaşlar, iç isyanlar, ordunun maaş isyanı, Malazgirt Savaşı, sınırlarda ortaya çıkan yeni düşmanlar ve birçok ekonomik bunalımdan dolayı altın değerleri düşmüştür. Bazı dönemler bakır gümüşten de fazla kullanılmıştır. IV. Romanus döneminde yaşanan savaşlardan, yağmalardan, ekonomiyi düzeltebilmek adına altın çukur sikkelerde bakır ve gümüş oranlarını yükselterek, kadmiyumu, altın çukur sikkeleri korozyona ve aşınmaya uğramasına diye kullanmış olabilir. Kadmiyumun ortalamasına bakarsak (% 0,18) sikkeleri temizleme aşamasından da geçmiş olabilir. Bunla ilgili yeteri kadar araştırma olmadığı için kesin bir sonuca varabilmek mümkün olmamıştır.

VII. Michael Ducas 1071-1078 dönemine ait 19 adet elektrik olduğu düşünülen sikkelerin ortalama değerlerine bakıldığı zaman;  
altın: % 55,85 - gümüş: % 38,98 - bakır: % 5,31- demir: 1,68 - kurşun: 0,14 oranlarında tespit edilmiştir.

VII. Michael'in İmparatorluğu dönemine ait sikkelerin analiz sonuçlarına bakıldığında Altın'ın en büyük değeri % 79,03 en küçük değeri % 42,69 oranlarında Ortalama % 55,85 değerlerinde tespit edilmiştir. Gümüşün en büyük değeri % 49,50 en küçük değeri %18,11, ortalama %38,98 değerlerindedir.

VII Michael Ducas (11/3/76-Şekil 3-18), (11/1/76 -Şekil 3-20) envanter numaralı sikkelerinde diğer sikkelerden farklı olarak demir (Fe) ve (26/4/12 - Şekil 3-14), (29/9/07 - Şekil 3-31), (11/1/09 - Şekil 3-34), (69/1/11-Şekil 3-43) numaralı sikkelerde kurşun (Pb) tespit edilmiştir

VII. Michael altın değerini düşürerek altın ve gümüş değerlerini birbirine yakın kullanılmıştır. 11/1/76 (Şekil 3-22) envanter numaralı sikkede gümüş oranı daha yüksek basılmıştır. Bu değerlere bakarak alım gücünün düştüğü, paranın değer kaybettiği görülmektedir. Etkisiz bir hükümdar olan VII. Michael Ducas; İmparatorluğun 1071 deki Malazgirt yenilgisi, Anadolu'da Selçukluların yayılması, askerlerin isyanı

ekonomik problemlere neden olmuştur. Mali durumu düzeltmek için yapılan reformların içinde altın sikkenin altın oranının düşürülmesi de yer almaktadır. Bu da VII. Michael'e çeyrek miktarı yürüten lakabı verilmesine neden olmuştur (Ostrogorsky, 1984).

II. John 1118-1143 dönemine ait 2 adet elektrik olduğu düşünülen sikkelerin ortalama değerlerine bakıldığında altın: % 50,78 - gümüş: % 0,74 - bakır: % 35,37 tespit edilmiştir (Çizelge 4-6)(Şekil 4-5).

II. John dönemine ait 2 adet sikkenin analiz sonuçları diğerlerinden çok daha farklı sonuçlar vermiştir. Altın oranının en büyük değeri % 60,16 en küçük değeri % 42,42 ortalama % 50,65 değerlerindedir. Gümüş oranının en büyük değeri, 0,96 en küçük değeri % 0,51 ortalama % 0,74 oranında tespit edilmiştir, bakır ortalaması % 35,39 değerinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3-39/3-41). Gümüş değerinin bu kadar düşük olması söz edilen dönemler ile örtüşmemektedir. Altın oranı diğer imparatorların sikkelerinde gümüş ile negatif korelasyon gösterirken II John sikkelerinde altın ile bakır negatif korelasyon yapılmıştır. II John sikkeleri bu dönemin sikke geleneğine uymamaktadır. Sikkelerin orijinalliğinin şüpheli olduğu düşünülmektedir.

Bu tez çalışmasında 1059'dan 1143'e kadar imparatorluk yapan 4 imparatora ait altın çukur sikkelerin analizi yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Sonuçlara bakıldığında Bizans İmparatorluğunun ekonomik ve sosyal kötü gidişinin sikkelerin değerli element oranlarına güçlü bir şekilde yansıdığı tespit edilmiştir.

1059'larda %75 civarında olan altın oranı enflasyon ve savaşlar sonucunda 1078'lere gelindiğinde çukur sikkelerde %56'lara kadar düştüğü tespit edilmiştir. Düşürülen altın oranının yerine daha ucuz ve yaygın olan gümüş madenin katıldığı tespit edilmiştir.

Altın oranının azaltılmasındaki neden savaşlar ve sosyal kötü gidişatın daha fazla asker istihdamı gerektirmesi ve bunun da daha fazla sikke darbını beraberinde getirmesi sonucunu doğurmasıyla ilgili olduğu öngörülmektedir.

Sonuç itibari ile Türkiye'deki birçok müzede tahribatsız arkeometrik çalışmaların yetersiz olduğu görülmektedir. Ülkemizdeki müzelerde eser alırken laboratuvarlarda analizler yaparak müzelerine sahte eser girişini engellemeye çalışılmalıdır. Bu laboratuvarların hem müzelerde hem de üniversitelerde kurulması ve bu konuda uzmanların yetiştirilmesi çok büyük önem taşımaktadır.

## KAYNAKÇA

- Akyol, A. A., Kadioğlu, Y. K., & Eskici, B. (2010). Isparta Aya Yorgi Kilisesi'nde Korumaya Yönelik Arkeometrik Çalışmalar . 26. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, İstanbul.
- Aleksandr, K. (1991). The Oxford Dictionary of Byzantium. New York: Oxforduniversity Press.
- Arkalı, G. B. (2010). WD-XRF Spektrometreyle Jeolojik Numunelerdeki Ana Oksitler Üzerine Matris Etkisinin Belirlenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İleri Teknolojiler ABD Yüksek Lisans Tezi. Ankara:
- Artuk, İ. (1982). Nümismatik İلمي ve Faydalarına Kısa Bir Bakış. İstanbul: Türk Nümismatik Derneği Bülteni, Bülten No.9.
- Artuk, İ., & Artuk, C. (1971-1974). İstanbul Arkeoloji Müzeleri Teşhirdeki İslami Sikkeler Kataloğu. İstanbul: Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğu.
- Atlan, S. (1982). Nümismatik, Arkeoloji ve Sanat Dergisi 3, 17-21.
- Atlan, S., & Baydur, N. (1984). Grek ve Roma Sikkeleri. İstanbul: Arkeoloji Ve Sanat Yayınları.
- Aydın, M. (2013). Authenticity of Roman Imperial Age Silver Coins Using Nondestructive Archaeometric Techniques, ODTÜ Fen Bilimleri Entitüsü Arkeometri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Aydın, M. (2017). Taşınabilir Enerji Dağılımlı X-ışını floresans Spektrometrisi (P-Edxrf). Batman: Batman Üniversitesi Batı Raman Kampüsü Fen Edebiyat Fakültesi Arkeoloji Bölümü.
- Aydın, M., & Mutlu, S. (2012). Bizans Dönemi'ne Ait Altın Sikke Orijinalliğinin Tespitinde Tahribatsız Arkeometrik ve Görsel Analiz Yöntemlerinin Kullanılması, Editör Akyol A.,A., & Özdemir K., Türkiye'de Arkeometrinin Ulu Çınarları, Homer Kitapevi İstanbul, 97-106.
- Aydın M., Zoroğlu L. 2016, "Altın Sikke Orijinalliğinin P-XRF ile Tespit Çalışmaları" Edt. Zeynep Çizmeli Öğün Kaunos/Kbid Toplantıları 3 Anadolu Nümismatik Araştırmaları Çalıştayı, Anatolia/Anadolu Ek Dizi I.3 Supplement Series I.3 ss 75-88.
- Aydın, M., Zararsız, A., & Demirci, Ş. (2010). Geç Roma-Erken Bizans Dönemi Ankara Maltepe Kurtarma Kazısından Elde Edilen Bazı Buluntular Üzerinde

- Arkeometrik Çalışmalar. 26. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür Ve Turizm Bakanlığı Ankara , 235-250.
- Büken, B., Üner, B., Çetinkaya, Ü., Çağdırş, A. S., & Kırangil, B. (2001). Adli Tıp'da Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) Uygulamaları. Adli Tıp Bülteni , 24-25.
- Cullity, B. (1996). X-Işınlarının Difraksiyonu. (A. Sümer, Çev.) İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları.
- Demir, H. (2007). Urfa-Teleilat Kazısından Ele Geçen Demir ve Neolitikçağlara Ait Arkeolojik Çanak-Çömlek Buluntularının XRF Tekniği İle İncelenmesi Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Demirkent, I. (1992). "Bizans" İslam Ansiklopedisi, Diyanet Vakfı, İstanbul.
- Demirkent, I. (1992). Mikhail Psellos'un Khronographia'sı , Türk Tarih Kurumu, Ankara .
- Demirkent, I. (2014). Mikhail Psellos'un Khronographia'sı, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara.
- Demirkent, P. D. (2005). Bizans Tarihi Yazıları, Dünya Kitapları, İstanbul.
- Doru, T. (2007). Kahramanmaraş-Minnetpınarı, Erzincan-Akmezar, Çilhoroz, Erzurum-Güllüdere, Tasmator, Ardahan-Sazpegler Kazılarında Ele Geçen ortaçağ'a Ait Seramiklerin XRF İle Araştırılması, Gazi Üniversitesi, Ankara
- Echlin, P. (2009). Handbook Of Sample Preparation For Scanning Electron Microscopy and X-ışını Microanalysis. New York.
- Esin, U. (1985). Arkeolojide Kullanılan Arkeometrik Araştırmalara Genel Bir Bakış. I. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, Ankara, 1-7.
- Esin, U. (1996). Kuantitatif Spektral Analiz Yardımıyla Anadolu'da Başlangıcından Asur Kolonileri Çağına Kadar Bakır ve Tunç Madenciliği, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Eyice, S. (1971). Malazgirt Savaşını Kaybeden IV. Romanos Diogenez, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara.
- Eyice, S. (1971). Malazgirt Savaşını Kaybeden IV. Romanos Diogenes ( 1068- 1071). Türk Tarih Kurumu Yayınlarından, Ankara.
- Fultz, B., & Howe, J. (2002). Transmission Electron Microscopy and Diffractometry of Materials. New York.
- Genç, U., Başsarı, A., & Acarkan, S. (2013). Haliç Zinciri Laboratuvar İncelemeleri -1: ICP-MS WDXRF & PTXRF Spektrometre Analizleri. XI. Türk Arkeoloji ve Etnografya Dergisi, Ankara.

- Goldstein, J. (2003). *Scanning Electron Microscopy and X-ışını Microanalysis*. Plenum Press, New York.
- Gökalp, Z. D. (2009 a). VII. Mikhael Dukas'ın Histamenonları. *Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 26 (2).
- Gökalp, Z. D. (2009 b). *Yalvaç Müzesi Bizans Sikkeleri, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayınları*, Ankara.
- Göller, G., & Keleş, Ö. (2018). *Malzeme Karakterizasyon Metodları "X-Işınlarnının Elde Edilmesi Ve Özellikleri"* İstanbul Teknik Üniversitesi, Ders Notarı.
- Gregory, T. E. (2008). *Bizans Tarihi*. (E. Ermert, Çev.) Yapı Kredi Yayınları, İstanbul.
- Gregory, T. E. (2016). *Bizans Tarihi*. (E. Ermert, Çev.) Yapı Kredi Yayınları, İstanbul.
- Grierson P., 1973, *Catalogue of the Byzantine Coins in the Dumbarton Oaks Collection and in the Whittemore Collection, Leo III to Nicephorus III 717-1081.*, Dumbarton Oaks Research Library and Collection Washington DC.
- Grierson, P. (1999). *Byzantine Coinage*. Dumbarton Oaks Research Library And Collection, Washington D.C.
- Gündüz, T. (2003). *Enstrümental Analiz*, Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- Gürçal, E. (2015). *X-Işınları Floresans Tekniği İle Raman Spektroskopisi'nin Arkeolojide Kullanımı Ve Gökçeada Uğurlu-Zeytinlik Yerleşmesindeki Malzemeler Üzerinde Uygulamaları*, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Arkeoloji ABD-Yüksek Lisans Tezi, Edirne.
- Harl, K. W. (2002). *Kazılarda Bulunan Sikkelerin Tanımlanması İçin Rehber (Bizans M.S. 498–1282)*, (B. Delikan, Çev.) Arkeoloji Ve Sanat Yayınları, İstanbul.
- Howgego, C. (1998). *Sikkeler Işığında Eski Çağ Tarihi (Cilt 1)*. (O. Tekin, Çev.) Homer Kitapevi ve Yayıncılık, İstanbul.
- Haldon, J. (2007). *Bizans Tarih Atlası (Çev. Ali Özdamar)*. İstanbul: Kitap Yayınevi
- Karwiese, S. (1995). *Antik Nümizmatikçe Giriş*. Arkeoloji Ve Sanat Yayınları, İstanbul.
- Karydas, A. (2007). *Application of A Portable XRF Spectrometer For The Non Invasive Analysis of museum Metal Artefacts*. *Annali di Chimica* 97 (7), 419-432.
- Klug, H., & Alexander, L. (1954 ). *X-ışını Diffraction Procedures For Polycrystalline And Amorphous Materials*, John Wiley And Sons, New York.
- Küçük, İ., Kaykılarlı, C., & Borand, G. (2017). *X –ışını Floresans Spektroskopisi (XRF) Deney Föyü*. Bursa Teknik Üniversitesi, Malzeme Proses Laboratuvarı 1 Dersi, Ders Notları, Bursa.

- Mantler, M., & Schreiner, M. (2000). X-ışını Fluorescence Spectrometry In Art and Archaeology, X Ray Spectrometry 29 (1) 3-17
- Merey, G. ( 2015 ). Aletli Analiz Yöntemleri, Analiz Çeşitleri ve Temel Kavramlar, Hitit Üniversitesi Ders Notları.
- Morkholm, O. (2000). Erken Helenistik Çağ Sikkeleri: Büyük İskender'in Tahta Çıkışından Apameia Barışı'na Kadar(İ.Ö. 336-188). (O. Tekin, Çev.) Homer Kitapevi, İstanbul.
- Morrisson, C. O. (2002). Antik Sikkeler Bilimi Numismatik, Genel Bir Bakış. (Z. Ç. Ögün, Çev.) Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul.
- Okçu, R (2005). Bursa Arkeoloji Müzesi Sikke Teşhir Kataloğu.TC Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ostrogorsky, G. (1984). Bizans Devleti Tarihi. New Brunswick, Nj: Rutgers University Press.
- Özenbaş, M. (1993). Çağlar Boyunca Altın. Metalurji Dergisi(87), 6-7.
- Özkan, T., & Yörücü, H. (1986). Taramalı Elektron Mikroskobu Laboratuvar Çalışmaları,. TUBITAK-MAM.
- Sezer, M. (2007) Metal Madenciliği ve Metalurjisinde Dünya Devlerinin 2006 Performansı, Metalurji,Aralık Sayı 148, Sayfa 13-17
- Shackley, S. (2011 ). An Introduction To X-ışını Fluorescence (XRF)Analysis In Archaeology, Springer Science+Business Media. New York
- Tekin, H. (2015). 'Eski Anadolu Madenciliği' Arkeolojik Verilerin Işığı Altında Başlangıcından Demir Çağı'na Kadar, Bilgin Kültür ve Sanat Yayınları, İstanbul.
- Tekin, O. (1998). Sikkenin Bulunuşundan Önceki Değişim ve Ödeme Araçları. Arkeoloji ve Sanat Dergisi(40), 22-24.
- Tekin, O. (1999). Bizans İmparatorluğu'nun Tarihine ve Sikkelerine Kısa Bir Bakış Akdenizin Mor Binyılı Yapı Kredi Koleksiyonu Bizans Sikkeleri, Yapı Kredi Kültür Sanat Yayıncılık, İstanbul.
- Uçankuş, H. T. (2000). Bir İnsan ve Uygarlık Bilimi Arkeoloji, TC. Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara
- Uğurluer, M. (2008). Nümismatik Yazılar I, Tarih ve Kültür Yayınları, Ankara.

- Yalcın, Ü. (2012). Neden Arkeometri , Editör Akyol A.,A., & Özdemir K., Türkiye’de Arkeometrinin Ulu Çınarları, Homer Kitap Evi, İstanbul 39-41.
- Yalcın, Ü., Belli, O., & Maddın, R. (1994). Van - Yukarı Anzaf Kalesinde Bulunan Metal Eserler Üzerine Arkeometalürjik Araştırmalar. X. Arkeometri Sonuçları Toplantısı Yayın No: 1736, Ankara, ss. 40-44.
- Yalçın, Ü. (2010). Alacahöyük İlk Tunç Çağı Metal Buluntuları Üzerine Arkeometalürjik Araştırmalar. 26. Arkeometri Sonuçları Toplantısı (S. 144-146). T.C.Kültür ve Turizm Bakanlığı, Ankara.
- Yaylı, M. (2013). Farklı Marka Ofis Kağıtlarında XRF Yöntemiyle Element Analiz. Karadeniz : KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi .
- Yıldız, A., Genç, Ö., & Bektaş, S. (1997). Enstrümental Analiz Yöntemleri, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- Yuka, A. (2012). Kayseri Arkeoloji Müzesi’nde Bulunan Bizans Sikkeleri, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sanat Tarihi ABD Yüksek Lisans Tezi, Erzurum
- Zararsız, A., Özen, L., & Aydın, M. (2013). Uşak Müzesi Lidya Eserleri (Karun Hâzineleri), Metal Analizleri, III. ODTÜ Edditörler Ayter P., Demirci Ş., Özer A., Arkeometri Çalıştayı Bildiriler Kitabı,. TDV Yay.Mat. Tic.İşl, Ankara.

## WEB KAYNAKLAR

- Web Kaynak-1 Yaylacı, E. (2010, Şubat 5). Altın Ve Gümüş Alaşımaları. Eyüp Yaylacı : [Http://Eyupyaylaci.Com/Altin-Ve-Gumus-Alasimlari/](http://Eyupyaylaci.Com/Altin-Ve-Gumus-Alasimlari/) (Erişim Tarihi 28 Aralık 2018)
- Web Kaynak-2 Eğilmez, M. (2015). Altın Standardı. Tarihinde Ekonomi Sözlüğü. <http://www.mahfiegilmez.com/p/ekonomi-sozlugu.html>, (Erişim Tarihi 19 Aralık 2018)
- Web Kaynak-3 Eroğlu, Ş. X Işımları Spektrometresi İle Kimyasal Analiz. İstanbul, İstanbul Üniversitesi Avys  
<http://depo.btu.edu.tr/dosyalar/metalurji/Dosyalar/XRF.pdf> (Erişim Tarihi 14.05.2019)
- Web Kaynak-4 OTDÜ. (1994).<http://merlab.metu.edu.tr/tr/x-isini-floresans-spektrometresi> (Erişim Tarihi 18 Eylül 2018)

Web Kaynak-5 Darphane . (2009). T.C Hazine ve Maliye Bakanlığı Darphane ve Damga Matbaası Genel Müdürlüğü

<http://www.darphane.gov.tr/tr/> (Erişim Tarihi 10 Mayıs 2018)

Web Kaynak-6 Western Kentucky University. (2018, 7 12). 2 11, 2019 tarihinde WKU: [https://www.wku.edu/icset/talab\\_instruments/sem\\_edx.php](https://www.wku.edu/icset/talab_instruments/sem_edx.php) (Erişim Tarihi 2 Kasım 2019)

Web Kaynak-7 Akyürek, E. (1998, Ağustos 3). TAY-Türkiye Arkeoojik Yerleşimleri. Bizans Uygarlığı Üzerine Genel Bir Değerlendirme:

[Http://Www.Tayproject.Org/Downloads/Bizans\\_Ea.Pdf](Http://Www.Tayproject.Org/Downloads/Bizans_Ea.Pdf) (Erişim Tarihi 9 Aralık 2018 )

Web Kaynak-8 Kurth, D. (2009, Mayıs). Wildwinds. Romanus IV. Bizans İmparatorluğu Demirbaşına Göz Atma:

[Http://Www.Wildwinds.Com/Coins/Byz/Romanus\\_Iv/T.Html](Http://Www.Wildwinds.Com/Coins/Byz/Romanus_Iv/T.Html)  
(Erişim Tarihi 8 Mart 2019)

Web Kaynak-9 Tekin, A. (2016). Atum. Malzeme Bilimleri Ve Üretim Teknolojileri Uyg-Ar Merkezi : [Http://Www.Atum.Itu.Edu.Tr/Tr/?Page\\_Id=13](Http://Www.Atum.Itu.Edu.Tr/Tr/?Page_Id=13) (Erişim Tarihi 16 Eylül 2018)

Web Kaynak-10 [https://tr.wikipedia.org/wiki/Bizans\\_para\\_sistemi](https://tr.wikipedia.org/wiki/Bizans_para_sistemi)  
(Erişim tarihi 10 8, 2018 )

Web Kaynak-11 Taek, P. (2011). Kültürel Mirasın Nükleer Tekniklerle Tanımlanması Ve Korunması. Ankara: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu.

Web Kaynak-12 <http://kurumsalarsiv.taek.gov.tr:8080/xmlui/handle/1/526> (Erişim Tarihi 8 Mayıs 2018)

Web Kaynak-13 Tarih Bilimleri, Roma – Bizans Nümismatik Sözlüğü:

<Http://Www.Tarhibilimleri.Com/Roma-Bizans-Numizmatik-SozluGu.Html> (Erişim Tarihi 3 Temmuz 2019)

Web Kaynak-14 <https://slideplayer.biz.tr/slide/16404138/> ( Erişim Tarihi 16.02.2021)

## Ekler

### Terminoloji

<b>Kısaltma</b>	<b>Açıklaması</b>
<b>Anonim Follis</b>	10. ve 11. yüzyıllarda basılan ve üzerinde imparatorun adı bulunmayan bakır/bronz sikkeler.
<b>Asa</b>	Bir hükümdara ait egemenlik simgesidir. Üstün bir yetkiyi simgeleyen asa sopa şeklinde olup, kıymetli taşlarla ve bazı sembollerle bezeli olur. Genellikle kıymetli madenlerden yapılır.
<b>Av</b>	Aurum. Altının Nüvizmatik yayınlarındaki simgesidir.
<b>Billon</b>	Ayarı düşük gümüş sikke.
<b>Darphane İşareti</b>	Sikkenin nerede, hangi darphanede basıldığını gösteren darp yerinin kısaltılmış hali.
<b>Darphane</b>	Sikkelerin basıldığı kurumun ya da yerin adı.
<b>Elektrum</b>	Altın ve gümüş karışımından meydana gelen bir madenden basılmış sikke. Ayarı düşük altın sikke. Beyaz altın adı da verilir. Genellikle % 30 altın, % 70 gümüşten oluşur. İçindeki altın miktarına göre renk değişir.
<b>Histamenon</b>	II. Nikephoros (963-969) döneminde solidus'un yerini alan standart altın sikke.
<b>Himation</b>	(Manto) Khiton üzerine giyilen kalın kumaştan uzun pelerin.
<b>Solidus</b>	Yaklaşık 4,5 gram ağırlığında ayarı yüksek altın sikke. I. Constantinus Dönemi'nden itibaren Aureustun yerine tedavüle çıkarılmıştır.
<b>Tetarteron</b>	XI. yüzyılın sonundan XIII. yüzyılın ortasına kadar

	kullanılmış küçük bakır Bizans sikkesi.
<b>Histamenon Nomisma</b>	Bizans döneminde II. Nikephoros döneminde seri olarak basılmış altın soliduslar.
<b>Hyperpyron</b>	Parlak kırmızı” anlamındadır. Altın ve gümüşten basılmış olan Bizans çukur sikkesi. Altın olanlar I. Aleksius döneminde (M.S. 1092) basılmışlardır.
<b>Follis</b>	40 nummi değerinde bakır sikke
<b>Lejand</b>	Sikke üzerindeki yazı.
<b>Nümizmatik</b>	Sikke bilimi. Antik Nümizmatik ve İslami Nümizmatik gibi bölümleri vardır
<b>OB : (Obryzum)</b>	“Aurum Obriziacum” arınmış altın ifadesinden gelir. Saf altından basılan sikkelere bu işaret konur.
<b>Souppedion</b>	Alçak ayaklık ya da yastık. Genellikle İsa ya da imparatorun ayakları altında görülür.
<b>Semissis</b>	Solidus’un ½’si ağırlığında 2.25 gram altın sikke.
<b>Victoria</b>	Yunan mitolojisinde kanatlı zafer tanrıçası olarak bilinen Victoria Roma imparatorluğu’nda imparatorun zaferinin simgesidir. Elinde çelenk ve defne dalı tutan kanatlı kadın olarak tanımlanır.
<b>Yarım Follis</b>	20 nummi değerinde bakır/bronz sikke.

**Batman Üniversitesi Çalışma İzni Talep Formu**

BATMAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ARKEOMETRİ  
ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

... Nolu 2016-2017 Arkeometri yüksek lisans (tezli) öğrencisiyim Diyarbakır Müzesinde Bulunan Bizans Dönemi Altın Çukur Sikkelerin Arkeometrik ve Nüvizmatik İncelenmesi- konulu tez çalışmam için Diyarbakır Müze Müdürlüğünde sikke deposunda yapacağım P-XRF analizleri için müzeden gerekli izin işlemlerini aldım. Ancak malzemelerin müzede bulunması ve buradan çıkarılmaması nedeniyle başkanlığınızda bulunan XRF spektrometresi tahsis edilerek müzede yerinde analiz yapılması ve bu konuda gerekli izin ve işlemlerin yapılması hususunda gereğini bilgilerinize arz olunur. (31.10.18)

Diyarbakır Müze Müdürlüğü  
Saraykapı-CevatPaşa  
Mahallesi-Sur/DİYARBAKIR

Melek Kerime AYHAN

## Diyarbakır Müzesi Çalışma İzni Yazısı



T.C.  
DİYARBAKIR VALİLİĞİ  
İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü  
Diyarbakır Arkeoloji Müze Müdürlüğü

Sayı : 51045164-155.03-E.487897

06.06.2018

Konu : Bizans Dönemi Altın Çukur Sikkeler (M.  
Kerime AYHAN)

Sayın Melek KERİME AYHAN

- İlgi : a) Kültür ve Tabiat Varlıklarıyla İlgili Olarak Yapılacak Araştırma, Sondaj ve Kazıları Hakkında Yönetmelik.  
b) Müzelerle Müzelerle bağlı Birimlerde ve Örenyerlerindeki Kültür Varlıklarının Film ve Fotoğraflarının Çekilmesi Mulaj ve Kopyalarının çıkarılması Hakkında Yönetmelik.  
c) Bakanlığımız Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü'nün 27/04/2001 tarih ve 2487 sayılı yazısı.  
ç) Bakanlığımız, Döner Sermaye İşletmeleri Merkez Müdürlüğü'nün 20/04/2009 tarih ve 75250 sayılı yazısı.  
d) Bakanlığımız Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü'nün 06/05/2010 tarih ve 95218 sayılı yazısı eki Bakanlık Makamının 06.05.2010 tarih ve 95217 sayılı Onay.  
e) Melek KERİME AYHAN'ın 31.05.2018 tarihli dilekçesi.

İlgi (e) tarihli dilekçe ile Müdürlüğümüz envanterine kayıtlı Bizans dönemi altın çukur sikkeler üzerinde çalışma yapma talebiniz ile ilgili olarak;

-Çalışmanın ilgi (a), (b), (c), (ç) ve (d)'de kayıtlı yazı, genelge ve yönetmenlikler kapsamında gerçekleştirilmesi

-Çalışmanın başlayacağı tarihin Müze Müdürlüğü'ne 7 (yedi) gün önceden bildirilmesi ve randevu alınarak çalışılması,

-Çalışılacak eserlerin kazı malzemesi olması durumunda kazı başkanından yazılı izin alınması ve müzeye ibraz edilmesi,

-Müze Müdürlüğü'nün belirleyeceği şartlarla uyulması ve gerekli güvenlik önlemlerine riayet edilmesi,

-Müze Müdürlüğü'nce uygun görülen eserler üzerinde çalışması ve teşhir düzeninin bozulmaması.

Koşullarıyla 2018 yılında araştırma yapılması ve fotoğraf çekilmesi Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Not: 5070 sayılı Elektronik İmza kanunu gereği bu belge elektronik imza ile imzalanmıştır.


Cevatpaşa Mah. Hz. Süleyman Cad. No:43  
Telefon No : (0412) 224 67 40 Belgegeçer No : (412) 223 08 02

Bilgi için: Adnan İŞ  
Memur

Çalışmanın tamamlanmasının ardından hazırlanacak araştırma metni, çizim, fotoğraf vb. belgeyi içeren, mümkünse CD ortamına aktarılmış çalışma raporu ile ileride yayınlanması halinde kitap ve ayrı basımların Müze Müdürlüğüne gönderilmesi gerekmektedir.

Söz konusu çalışmanın tamamlanmaması ve 2019 yılında da araştırmaya devam edilmesinin istenmesi halinde, öngörülen çalışma tarihinden 3 ay önce olmak üzere, 31 Aralık 2019 tarihine kadar araştırmacının mensubu bulunduğu bilimsel kurum veya kuruluş vasıtasıyla talepte bulunması hususunda bilgi ve gereğini rica ederim;

Gereğini bilgilerinize rica ederim

 e-imzalıdır  
Vehbi YURT  
Müze Müd. V.

Not: 5070 sayılı Elektronik İmza kanunu gereği bu belge elektronik imza ile imzalanmıştır.

Cevatpaşa Mah. Hz. Süleyman Cad. No:43  
Telefon No : (0412) 224 67 40 Belgegeçer No : (412) 223 08 02

Bilgi için: Adnan İŞ  
Memur



