



T.C.
BATMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DARA ANTİK KENTİ (MARDİN) BİZANS
DÖNEMİ BAKIR VE BAKIR ALAŞIMI
SİKKELERİNİN ARKEOMETRİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Mehmet Reşit KONDUKÇU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Arkeometri Anabilim Dalı

Ocak 2021
BATMAN



**DARA ANTİK KENTİ (MARDİN) BİZANS DÖNEMİ BAKIR VE BAKIR
ALAŞIMI SİKKELERİNİN ARKEOMETRİK ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ**

Mehmet Reşit KONDUKÇU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Arkeometri Anabilim Dalı**

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.

Mehmet Reşit
KONDUKÇU

Tarih:22/01/2021

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Dara Antik Kenti (Mardin) Bizans Dönemi Bakır ve Bakır Alaşımı Sikkelerinin
Arkeometrik Özelliklerinin İncelenmesi
Mehmet Reşit KONDUKÇU**

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

Danışman: Doç. Dr. Mahmut AYDIN

2021, 129 Sayfa

Jüri

**Doç. Dr. Mahmut AYDIN
Doç. Dr. Ali Akın AKYOL
Doç. Dr. Murat BAYAZİT**

Mardin Arkeoloji Müzesi'nde yer alan Dara Antik Kenti bakır ve bakır alaşımı 38 adet sikkenin kimyasal kompozisyonunun belirlenmesine yönelik olan bu yüksek lisans tez çalışmasında, sikkelerin element oranlarını belirlemek amacı ile Taşınabilir Enerji Dağılımlı X-Işını Floresans Spektrometresi (P-EDXRF) kullanılmıştır.

Analizleri yapılan eserlerin tamamının tarihlendirilmesi müze tarafından yapılmamıştır. Bundan dolayı ilk olarak eserlerin tarihlendirilmesi amacı ile müze envanter kayıtları, ulusal ve uluslararası sikke kataloglarının yer aldığı yayınlar araştırılmıştır. Yapılan Analizler sonucunda 38 adet sikkenin kimyasal kompozisyonları ile birlikte alaşım oranlarının tespiti yapılmıştır. Bizans dönemine ait olan sikkelerin ortalama ana element oranları bakır (Cu) % 95,4 ve kurşun (Pb) oranları % 3,01 olarak tespit edilmiştir. Tez çalışması ile Bizans dönemine ait olan sikkelerin analizleri yapılarak dönemin imparatorları karşılaştırılmış, ekonomik, siyasi ve sosyal durumları hakkında bilgiler verilmiştir. Analiz sonuçları kapsamında I. Anastasius, I. Iustinus, I. Iustinianus, II. Iustinus ve Mauricius Tiberius imparator dönemleri sikkelerinin bakır oranlarının benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arkeometri, Bakır, Metal, P-EDXRF, Sikke.

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF ARCHAEOMETRIC PROPERTIES OF BYZANTINE COPPER AND COPPER ALLOY COINS OF DARA ANCIENT CITY (MARDİN)

Mehmet Reşit KONDUKÇU

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

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mahmut AYDIN

2021, 129 Pages

Jury

Assoc. Prof. Dr. Mahmut AYDIN

Assoc. Prof. Dr. Ali Akın AKYOL

Assoc. Prof. Dr. Murat BAYAZİT

Portable Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometer (P-EDXRF) was used to determine the element ratios of the coins in this master's thesis study, which aims to determine the chemical composition of 38 copper and copper alloy coins of the ancient city of Dara that kept in the Mardin Archeology Museum.

The museum did not dated to all studied coins. Therefore, firstly, in order to date the artifacts, museum inventory records, publications containing national and international coin catalogs were searched. As a result of the analyzes, chemical compositions and alloy ratios of 38 coins were determined. The average major element ratios of the coins belonging to the Byzantine period were determined as 95.4% copper (Cu) and 3.01% lead (Pb). With the thesis study, by analyzing the coins belonging to the Byzantine period, the emperors of the period were compared and information was given about their economic, political and social situations. Within the scope of the analysis results, it was determined that the copper ratios of the coins of the emperor periods of I. Anastasius, I. Iustinus, I. Iustinianus, II. Iustinus and Mauricius Tiberius were similar.

Keywords: Archaeometry, Copper, Metal, P-EDXRF, Coin.

ÖNSÖZ

“Dara Antik Kenti (Mardin) Bizans Dönemi Bakır ve Bakır Alaşımı Sikkelerinin Arkeometrik Özelliklerinin İncelenmesi” konulu tez çalışması Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü’sünde 2020-2021 yılları arasında yürütülen Yüksek Lisans öğrenimi kapsamında hazırlanmıştır. Araştırmanın tüm aşamalarında bilgi ve desteklerinden faydalandığım danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mahmut AYDIN’A katkılarından dolayı teşekkür ederim. Çalışma kapsamında kullandığımız eserlere ulaşmamıza olanak sağlayan ve çalışmamıza izin veren Mardin Müzesi çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim. Batman Üniversitesi Arkeoloji Anabilim Dalı Doktora öğrencisi Hasan MENTEŞE’ye benimle paylaştığı değerli bilgilerinden dolayı teşekkür ederim. Çalışmalarım sırasında benden desteğini hiçbir zaman esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mehmet Reşit KONDUKÇU
Batman-2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Arkeometri ve Jeoarkeoloji.....	3
1.2. Arkeometrinin Gelişim Süreci	5
1.3. Kaynak Araştırması	6
1.4. Çalışmanın Amacı.....	8
2. DARA ANTİK KENTİ TARİHİ, COĞRAFYASI ve JEOLJİSİ	9
2.1. Coğrafi Konum	9
2.2. Tarihçe	9
2.3. Dara Antik Kenti Arkeolojik Kazı Çalışmaları	10
2.4. Mardin İli Maden ve Enerji Kaynakları.....	15
2.5. Bizans Dönemi Mezopotamya Bölgesi Bakır İşletmeleri	24
2.6. Dara Sikkelerinin Dönemlerine Genel Bir Bakış.....	26
2.6.1. I. Anastasius (MS 491-518) dönemi.....	26
2.6.2. I. Iustinus (MS 518-527) dönemi.....	27
2.6.3. I. Iustinianus (MS 541-542) dönemi.....	27
2.6.4. II. Iustinus (MS 565-578) dönemi.....	28
2.6.5. Mauricius Tiberius (MS 582-602) dönemi.....	28
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	29
3.1. Materyal.....	29
3.1.1. Levhalar	31
3.2. Yöntem.....	69
3.2.1. X-ışını Floresans (XRF) Tekniği ve Çalışma Prensibi	69
3.2.1.1. X-ışını Floresans (XRF) Spektroskopisi Tekniği.....	69
3.2.1.2. X-ışını Floresans (XRF) Spektroskopisinin Çalışma Prensibi.....	71
3.2.2. Dalga Boyu Dağılımlı X-ışını Floresans Spektrometresi (WD-XRF).....	72
3.2.3. Enerji Dağılımlı X-ışını Floresans Spektrometresi (ED-XRF)	73
3.2.3.1. Taşınabilir Enerji Dağılımlı X-ışını Floresans Spektrometresi (P-EDXRF)'in Çalışma Prensibi.....	74
3.2.3.1.1. Taşınabilir Enerji Dağılımlı X-ışını Floresans Spektrometresinin Avantajları ve Dezavantajları.....	78
3.2.1.1.1. Avantajları.....	78
3.2.1.1.2. Dezavantajları.....	78

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	79
4. 1. Değerlendirme.....	79
4.1.1. I. Anastasius (MS 491-518) Dönemi P-EDXRF Analiz Sonuçlar.....	84
4.1.2. I. Iustinus (MS 518-527) Dönemi P-EDXRF Analiz Sonuçları.....	86
4.1.3. I. Iustinianus (MS 527-565) Dönemi P-EDXRF Analiz Sonuçları.....	89
4.1.4. II. Iustinus (MS 565-578) ve Mauricius Tiberius (MS 582-602) Dönemleri P-EDXRF Analiz Sonuçları.....	89
4.1.5. Tanımlanamayan İmparatorlar Dönemi P-EDXRF Analiz Sonuçları	90
4.2. İstatistiksel Analizler.....	100
4.2.1. Kümeleme (Cluster) Analizi.....	100
4.3. Bakırın Kökeni.....	102
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	97
5.1. Sonuçlar.....	97
5.2. Öneriler.....	110
KAYNAKLAR.....	111
EKLER.....	117
ÖZGEÇMİŞ.....	117

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A.Y: Arka Yüz

λ : Dalga Boyu

cm: Santimetre

Diadem: Başa Alın Hizasında Bağlanan Band

gr: Gram

mm: Milimetre

M.Ö.: Milattan Önce

MS: Milattan Sonra

ND: Not Dedected (Tespit Edilemedi)

Ö.Y: Ön Yüz

P-EDXRF: Taşınabilir Enerji Dağılımlı X-ışını Floresans Spektrometresi

ppm: Milyonda Bir Oranında

SB 62: WildWinds DataBank

vb: Ve Benzeri

WD-XRF: Dalga Boyu Dağılımlı X-ışını Floresans Spektrometresi

XRF: X-ışını Floresans Spektrometresi

yy: Yüzyıl

23 C: Catalogue of the Byzantine Coins in the Dumbarton Oaks Collection and in the Whittemore Collection. 1966

% : Yüzde

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Dara Antik Kenti arkeolojik kalıntıları (Ahunbay, 1991; Can ve Erdoğan, 2014)	11
Şekil 2.2.	Dara arkeolojik kalıntıları ve Oğuz kırsal yerleşimini gösteren uydu fotoğrafı (Google Earth hava fotoğrafı üzerine yazar tarafından işlenmiştir) (Aslan ve Can, 2017)	12
Şekil 2.3.	(a) ve (b) Yerleşim ölçeğinde arkeolojik kalıntı ve kırsal mimari katmanları (Aslan ve Can, 2017)	13
Şekil 2.4.	(a) Kırsal yapının inşasında kullanılan arkeolojik öge (b) Cami avlusu ve avlu duvarlarında yer alan sütun tamburu ve başlığı vb. kalıntılar (Aslan ve Can, 2017)	14
Sekil 2.5.	Mardin ili maden haritası (web kaynak-1)	17
Sekil 2.6.	Batman ili maden haritası (web kaynak-1)	19
Şekil 2.7.	Diyarbakır ili maden haritası (web kaynak-1)	21
Şekil 2.8.	Siirt ili maden haritası (web kaynak-1)	23
Şekil 3.2	WD-XRF spektrometresi sistemi (Koç, 2009)	72
Şekil 3.3.	Enerji Dağılımlı XRF tekniği prensibi ve modern sistemi (Varan, 2015)	73
Şekil 3.4.	Batman Üniversitesi Arkeometri Anabilim Dalı bünyesinde bulunan taşınabilir Enerji Dağılımlı X-ışınları Floresans Spektrometresi (ED-XRF)	76
Şekil 4.2.	Gelidonya Burnu Batığı ve Çalışma Konumuz Olan Bakır ve Bakır Alaşımı Sikkelerin Fe, Ni, Ag, As ve Pb Elementleri Dikkate Alınarak Yapılan Kümeleme Analizi ile Çizilen Dendrogram	100

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1.	Mardin ili maden ve enerji kaynakları (web kaynak-1)	16
Tablo 2.2.	Batman ili maden ve enerji kaynakları (web kaynak-1)	18
Tablo 2.3.	Diyarbakır ili maden ve enerji kaynakları (web kaynak-1)	20
Tablo 2.4.	Siirt ili maden ve enerji kaynakları (web kaynak-1)	22
Tablo 3.2.	Metal alaişım modunda nitel ve nicel analizleri yapılan elementler	72
Tablo 4.1.	Dara Antik Kenti Bizans dönemi bakır ve bakır alaişımı sikkelerinin P-EDXRF analiz sonuçları (%).	80
Tablo 4.2.	31450 envanter numaralı sikkenin ön yüzünün filtreli, filtresiz ve arka yüz element oranları (%).	82
Tablo 4.3.	I. Anastasius sikkelerinin P-EDXRF analiz sonuçları (%)	84
Tablo 4.4.	I. Iustinus sikkelerinin P-EDXRF analiz sonuçları (%)	86
Tablo 4.5.	I. Iustinianus sikkelerinin P-EDXRF analiz sonuçları (%)	88
Tablo 4.6.	II. Iustinus sikkelerinin P-EDXRF analiz sonuçları (%)	89
Tablo 4.7.	Mauricius Tiberius sikkelerinin P-EDXRF analiz sonuçları (%)	90
Tablo 4.8.	Tanımlanamayan imparator sikkelerinin P-EDXRF analiz sonuçları (%)	90

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 4.1.	Dara Antik Kenti Bizans Dönemi Bakır ve Bakır Alaşımı Sikkelerinin Ana Elementi Olan Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı.	81
Grafik 4.2.	Dara Antik Kenti Bizans Dönemi Bakır ve Bakır Alaşımı Sikkelerinin Az ve İz Elementleri Olan Silisyum (Si), Fosfor (P), Demir (Fe), Nikel (Ni), Arsenik (As), Gümüş (Ag), Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı.	82
Grafik 4.3.	31450 Envanter Numaralı Sikkenin Ön Yüzünün Filtreli, Filtresiz ve Arka Yüz Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı.	83
Grafik 4.4.	I. Anastasius Sikkelerinin bakır (Cu) ve kurşun (Pb) Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı.	85
Grafik 4.5.	I. Anastasius Sikkelerinin silisyum (Si), fosfor (P), demir (Fe), nikel (Ni), arsenik (As), gümüş (Ag), Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı	85
Grafik 4.6.	I. Iustinus Sikkelerinin Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı.	87
Grafik 4.7.	I. Iustinianus Sikkelerinin Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı	89
Grafik 4.8.	Tanımlanamayan İmparator Sikkelerinin bakır (Cu) ve kurşun (Pb) Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı	91
Grafik 4.9.	Tanımlanamayan İmparator Sikkelerinin silisyum (Si), fosfor (P), demir (Fe), nikel (Ni), arsenik (As), gümüş (Ag), Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı	91
Grafik 4.10.	Tanımlanamayan İmparator Dönemleri 4 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranı ile I. Iustinianus Dönemi 31450 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı	91
Grafik 4.11.	Tanımlanamayan İmparator Dönemleri 5 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranı ile I. Iustinus Dönemi 34723 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı	92
Grafik 4.12.	Tanımlanamayan İmparator Dönemleri 8 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranı ile I. Iustinus Dönemi 34717 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı	93
Grafik 4.13.	Tanımlanamayan İmparator Dönemleri 9 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranı ile I. Iustinus Dönemi 34719 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı	93

Grafik 4.14.	Tanımlanamayan İmparator Dönemleri 12 Envanter Numaralı 94 Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranı ile I. Iustinus Dönemi 34725 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı
Grafik 4.15.	Çalışmada Elde Edilen Arsenik Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden 97 Dağılımı ve Ortalaması
Grafik 4.16.	Gelidonya Burnu Batığı Öküzgönü Külçeler (Bütün ve Bütüne Yakın) 97 Arsenik Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı ve Ortalaması
Grafik 4.17.	Gelidonya Burnu Batığı Öküzgönü Külçeler (Küçük Parçalar) Arsenik 97 Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı ve Ortalaması
Grafik 4.18.	Gelidonya Burnu Batığı Plaka Külçeler Arsenik Oranlarının Yüzde 98 (%) Cinsinden Dağılımı ve Ortalaması
Grafik 4.19.	Gelidonya Burnu Batığı Yuvarlak Külçeler (Bütün veya Bütüne 99 Yakın) Arsenik Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı ve Ortalaması

1. GİRİŞ

Arkeolojik kazıların ve çalışmaların en önemli veri kaynaklarından olan sikkelerin, antik çağlarda yerleşmeler ile ilgili bilgilerin elde edilmesinde önemli bir yeri vardır. Antik yerleşmelerin tarihindeki bilinmeyenlerin ortaya çıkarılmasını tarihlendirme yapılmasına yardımcı olur. Diğer bir faydasına bakılacak olursa dönemin ekonomik, siyasi ve dini özelliklerini belirtmekte, bununla birlikte dönemin hüküm süren imparatorları ve kralları halka iletme istedikleri mesajları sikke yoluyla aktarmışlardır (Yıldız, 2019).

Paleolitik Çağ toplumları göçebe yaşam tarzıyla beraber yaşamlarını sürdürebilmek için ihtiyaçları olan her şeyi kendi çevrelerindeki doğadan toplayıcılık ve avcılık yoluyla elde etmişlerdir. Neolitik Dönem’de, artan mülkiyet bilinciyle insanlar yerleşik hayata geçerek, hayvancılık ve tarım ile meşgul olarak köyler yaptıklarını ve bununla birlikte kendi içerisinde iş bölümü yaptıklarını görmekteyiz (Atlan, 1993).

Neolitik Dönem insanları alışverişte değiş-tokuş yöntemini kullanmışlardır. Değiş-tokuş yani takas işlemi sırasında; teslim ettikleri mala karşılık, ticaret yaptığı diğer insanlarda istediği ürünü bulamayan insanlar, buna karşılık aynı değerde olan başka bir malı almaya başlamış, bundan dolayı malın değerinin tespit edilmesi gerekliliği doğmuş ve Neolitik Dönem’de bazı faydalı mallar, özellikle hayvanlar başta olmaz üzere ölçü olarak kullanılmaya başlanmıştır (Atlan, 1993). Sonuç olarak, değer ve bununla birlikte eşdeğer fikri ortaya çıkarak değişim aracına, paraya ihtiyaç duyulmuştur (Tekin, 1992).

Para yerine kullanılan diğer malları muhafaza etmek, ihtiyaç duyulduğunda parçalamak bölmek ve taşımak zor olduğundan dolayı gün geçtikçe sadece madenler para olarak kullanılmaya başlanmıştır. Az bulunmaları daha kolay muhafaza edilmeleri ve parçalara ayrıldıklarında değerlerinde düşme olmamasından dolayı, önceleri gümüş ve altın tercih sebebi olmuştur (Tekin, 1992). Çoğunluğu çubuk şeklindeki metal paralar değişik biçimlerde, M.Ö. IV. binyılın sonundan itibaren Mezopotamya, Mısır ve sonraları Anadolu olmakla beraber bütün Akdeniz kıyısında, sikke icat edilene kadar kullanılmıştır. Bundan sonraki dönemlerde çoğalan ticaretle beraber, M.Ö.7.yy.’ın sonlarına doğru sikke icat edilmiştir. Altın-gümüş alaşımı, elekturumdan yapılan bu

sikkeler dünyada ilk defa Anadolu’da yer alan Lydia bölgesinde basılmıştır (Tekin, 1992).

Medeniyetler beşiği olan Anadolu madencilik tarihine bakacak olursak birden çok gelişme evreleri görülür. En başta renkli mineraller toplanıp, bunlar boncuk yapımında ve boya malzemesi olarak kullanılmıştır. İnsanlığın çanak çömleği henüz bilmediği dönemlerde yüzeyde ve yüzeye yakın seviyelerde olan maden yataklarındaki nabit bakır da toplanıp küçük nesnelerin yapılmasında kullanılmaya başlanmıştır. Bundan dolayı insanlığın kullandığı ilk metalin bakır olduğu düşünülmektedir. M.Ö.6. binyılın sonlarına gelindiğinde ise bakır cevherden ergitilmeye başlanmıştır. Bunu takip eden dönemlerde ise gelişen madencilikle tunç keşfedilip, metal endüstrisinin temelleri atılmıştır (Yalçın, 2016).

Son yıllarda kültürel mirasın analiz yöntemleriyle desteklenmesi önemli bir hale gelmiştir. Kültürel mirasımızın tanımlanmasında kullanılan analitik yöntemlerin, eserlerde gözle görülmeyen bilgileri ortaya çıkarması araştırmacılar için oldukça önem arz etmektedir. Arkeoloji, koruma-onarım ve sanat tarihi ile alakalı araştırmaların ilerlemesinde malzeme analizinin önemli bir yeri vardır. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalar analiz tekniklerinde kullanılan cihazların ilerlemesini sağlayarak, laboratuvarlarda çok ufak boyutlarda ve yerinde analiz yapılabilmesini sağlamıştır (Bakiler, 2013).

Günümüzde nükleer analiz teknikleri, dokunulmadan tahribatsız, doğru, hızlı, pratik ve güvenilir olmasından dolayı kültür varlıklarının tarihlendirilmesi, tanımlanması, yapıldığı dönemin teknolojisi ile ilgili bilgiler edinilmesi, malzemenin gösterdiği değişimi ve yapıldığı dönemin sosyo-ekonomik sahasında bilgi edinilmesi amacıyla dünyada yaygın bir şekilde kullanılmakla birlikte yapılanlarda koruma işleminin de bir parçası olmuştur. Bunlardan başka çalışılan eserlerin gerçek veya sahte olup olmadıklarını kesin bir şekilde tespit edilmesi de mümkündür (Zararsız ve ark., 2011).

Arkeolojik eserler üzerinde araştırılan malzemeye herhangi bir zarar ve hasar vermeden malzemeye ilgili bilgi alınan teknikler genel itibarıyla “Tahribatsız Muayene Metotları” adıyla tanımlanmaktadır. Günümüzde gelişen teknolojiyle, tahribatsız birçok

farklı teknik bulunmaktadır. Arkeometrik analizlerde birçok farklı tahribatsız muayene metotları araştırmalarda uygulanmaktadır (Tuğrul, 2014).

Bu tez kapsamında uygulanan ve arkeolojik buluntular üzerinde gerçekleştirilen tahribatsız analiz yöntemi olan X-ışını Floresans Spektroskopisi (XRF) tekniği tüm dünya da arkeolojik çalışmalarda çok sık kullanılmaktadır. XRF tekniği, sıvı ve toz maddelerin hem nicel hem de nitel elementel analiz için kullanılan bir tekniktir. Periyodik tabloda bulunan birçok element için hızlı bir şekilde tespit imkânı sunar ve X-ışını uyarımından sonra numuneden yayılan X-ışını floresansının saptanması ilkesine dayanır (Gürçal, 2015).

1.1 Arkeometri ve Jeoarkeoloji

Arkeometri, arkeolojide tarihi öneme sahip buluntu ve eserlerin karakterize edilmesi amacıyla çeşitli fen ve doğa bilim dallarının matematiksel ölçüm ve analiz yöntemlerinin uygulanması, bu yöntemlerin kullanılması ve incelenmesi olarak adlandırılabilir. Günümüzde yapılan arkeolojik araştırmalarda kültür tarihi açısından elden geldiğince tam olarak değerlendirilebilmeleri açısından fen ve doğa bilimlerinin çeşitli dallarından birlikte yararlanılan bu bilim dalı tarihi anlayıp şekillendirmekte bize yardımcı olmaktadır (Esin, 1985).

İnsanlığın geçmiş yaşamını anlamaya ve onları yeniden kurmaya çalışan arkeolojiye doğru bilgi elde etmesinde yardım eden ve önemi gün geçtikçe önemi giderek artan bir bilim dalı olan arkeometri, arkeolojinin fen ve doğa bilimleriyle bağlantısını kuran ve gelişen bir bilim dalı olmuştur (Tite, 1991) .

Arkeolojik eserlerde analiz çalışmaları esnasında temel amaç analiz yapılacak numuneye hiç tahribat vermemek veya tahribat oranını en alt seviyeye düşürmek olmalıdır. Amaçlanan analiz yöntemi arkeolojik malzeme ölçü alınarak ve malzemenin hangi analiz türüne göre uygun olacağı saptanıp analiz yöntemi gerçekleştirilir. Tüm bu verilere bağlı olarak arkeometrik çalışmalarda kullanılabilecek analiz yöntemlerinde herhangi bir sınırlama yoktur. Bu aşamada malzemenin karakterizasyon sürecinde kullanılabilecek birçok fiziksel ve kimyasal analiz yöntemi bulunmaktadır (İssi, 2011).

Jeoarkeoloji, doğa ve yer bilimleri araştırmalarından elde edilen bilgilerin arkeolojik araştırmalarda ve bulguların değerlendirilmesinde kullanılması amacıyla oluşan yeni bir bilimsel yaklaşımdır. Araştırma yapılan arkeolojik bir alana ait jeolojik bilgiler gerekli ve bazen çok önemli olabilir. Mesela mimaride kullanılan taş türleri, seramik yapılan kil yatakları, maden yatakları gibi. Bundan dolayı arkeolojik değerlendirmelere yardımcı olmak onlara katkıda bulunmak amacıyla yapılan jeolojik çalışmalar “arkeolojik jeoloji” olarak da tanımlanmaktadır. Arkeoloji ve arkeolojik araştırmalara ilginin görülen bir artış gösterdiği yaklaşık son yarım yüzyıllık dönemde arkeolojik araştırmaların yöntem ve niteliğinde dikkat çekici gelişmeler olduğu görülmektedir. Çoğu kendi içinde bakıldığında arkeoloji ile birebir ilgisi olmayan fizik, kimya, biyoloji gibi doğal bilim alanlarında geliştirilmiş araştırma yöntemleridir (Kayan, 2018).

Arkeolojik araştırmalarda temel bilim dallarından faydalanabileceği görülmüş ve değerlendirilmişlerdir. Arkeoloji bu yeni yöntemler için adeta bir uygulama, deneme ve gelişme alanı olmuştur. Çoğu jeoloji veya yerbilimleri ile de doğrudan ilgili değildir. Fakat yer araştırmalarına uyarlandıklarından dolayı arkeolojide tümü “jeoarkeoloji” içinde birleşmektedir (Kayan, 2018).

Jeoarkeoloji arkeolojik bulgu ve kayıtların tanımlanmasında günümüzde ileri gelen bilim dallarındandır. Arkeolojik bulgu ve kayıtların değerlendirilmesinde yerbilimleri tekniklerini kullanan araştırmaları adlandırmak amacıyla uygulanmaktadır. Stratigrafi, sedimentoloji, jeomorfoloji, pedoloji, petrografi, jeokimya, jeofiziğin tüm disiplinleri, paleontoloji, deniz jeolojisi, jeokronoloji, klimatoloji gibi yerbilimleri disiplinlerini jeoarkeoloji olarak adlandırılabilir. Başka bir açıdan bakıldığı zaman ise jeoarkeoloji arkeometrinin birçok bölümünü içermesi yanında ortamsal arkeolojiye, kuvaterner jeolojisine, fiziksel coğrafya, jeoekoloji ve biyocoğrafyaya kadar da yayılım göstermektedir (Yılmaz, 2005).

Höyüklerdeki Jeoarkeolojik araştırmalarda kültür tabakalarının ne kadar derine indiğinin, kültür tabakalarının niteliklerini, dağılımı ve eski doğal çevrenin özelliklerini belirlemek amacıyla birçok yöntemle beraber, delgi-sondajlardan faydalanılmaktadır. Alüvyal alanlarda, günümüzdeki yüzey altındaki eski birikintiler incelenerek bunların

birikme ortamları ve oluştukları coğrafi çevre (paleocoğrafya) belirlenerek arkeolojik tabakalarla bağlantısı belirlenir (Doğan, 2008).

1.2 Arkeometrinin Gelişim Süreci

Arkeometrik çalışmaların başlangıcının 19. yy.'ın başlarına kadar gittiği söylenebilir. 1800'de ilk kez M. H. Klaproth (1743- 1817) Berlin Bilim Akademisi'nde sikkeler, camlar ve Ortaçağ heykelleri üzerinde gerçekleştirdiği bazı kimyasal analizlerin sonuçları hakkında bir bildiri vermiştir (Riederer, 1982; Esin, 1985). 19. yüzyılın sonlarına doğru ve 20. yy.'ın başlarında, Avrupa'da Üst Paleolitik Devir mağara duvar resimlerinin ortaya çıkışı, Ön Asya ve Anadolu ile birlikte başlayan ve çoğalan arkeolojik kazılarda ortaya çıkan buluntular (metal, keramik, cam, duvar resimlerinin boyaları vb.) organik malzemeden yapılan araç ve gerecin kimyasal analizleri arkeometriye katkı sağlamıştır. Troya kazıları, Ur Kral Mezarları'nın keşfi, Mısır'da özellikle Flinders Petrie'nin Negade kültürüne ait buluntuları, bu analizlerin daha çok artarak yapılmasını sağlamaktadır. Böylece Klaproth'un analizlerini, F. Rathgen, C.H. Desdh, J. R. Partington, H. H. Coghlan ve daha birçoğunun çalışmaları takip eder ve bunlar gitgide daha büyük bir ilgi ile karşılanmıştır (Otto ve Witter, 1952; Esin, 1969).

Baron De Geer 1878'de İsveç'de bataklık ve göl tortul kütellerindeki yıllık ömürlü bitki kalıntılarını araştırarak, bunların içinde bulunduğu balçık katmanlarının sayımına dayanan, “Varv Analizleri” olarak isimlendirilen bir mutlak tarihlendirme yöntemi geliştirmiştir. Yugoslav matematikçi ve astronomlarından Milutin Milankovitz ise 1920'lerde güneş sistemindeki lekelerin dünyada iklim değişmelerine sebep olduğu varsayımından yola çıkarak; bu değişimlerin matematiksel olarak hesaplanması Buzul Çağları'nın 600.000 yıl kadar geriye tarihlendirilebileceğini ortaya koymuştur (Esin, 1985).

1901'de ortaya atılan, lakin arkeoloji alanında 1929'da ilk olarak uygulanmaya başlanan başka bir yöntem ise dendrokronolojidir. Uzun ömürlü ağaçların yatay kesitlerindeki halkaların oluşumları ve bunların sayımları ile ağacın kesildiği zamandaki yaşının mutlak olarak ortaya çıkacağı anlaşılmıştır. Fakat arkeoloji için olan

bu araştırmaların Arkeometri adı altında yeni bir boyut kazanması ve günümüzdeki durumuna gelmesi 1950-60 yılları arasına rastlamaktadır (Esin, 1985).

Libby ve arkadaşlarının, yaşamları sona ermiş organik maddelerin içinde bulunan radyoaktif karbon 14'ün ölçülmesi ile (C-14) arkeolojiye yeni bir mutlak tarihlendirme yöntemini armağan etmeleri bir anlamda gerçek arkeometrinin başlangıcı olarak kabul edilebilir. Bilindiği üzere, öncekinden farklı olarak günümüzde artık arkeolojik araştırmalar geçmiş uygarlıkların tarihsel gelişimleri içinde imkânlar el verdiğince tam bir şekilde değerlendirilmesini amaçlar. Bundan dolayı eski bir kültürün anlaşılabilmesi, tanımlanabilmesi ve o kültürü ortaya koyan insanların o zamanki doğal çevrelerinin içinde yaşadıkları biyolojik ortamı oluşturan ekolojilerinin, insan, hayvan, bitki ilişkilerinin, ellerindeki kaynaklardan yararlanma biçim ve derecelerine bağılı olarak ekonomilerinin, teknolojilerinin, sosyal, politik, sanatsal seviyelerinin gün yüzüne çıkarılması gerekmektedir (Esin, 1985).

1.3 Kaynak Araştırması

Bu bölümde arkeometri alanında sikkeler ile ilgili yapılmış olan ve aynı zamanda tez çalışmasına önemli ölçüde ışık tutan ve kolaylık sağlayan çalışmalar hakkında bilgi verilip, arkeometrik tekniklerin uygulamaları ile ilgili yerli ve yabancı kaynaklar taranmış olup kaynak araştırması aşağıda verilmiştir.

Aydın M., (2013); “ODTÜ Arkeometri Çalıştayı’nda” yayınlanan “Müze Koleksiyonlarında Bulunan Antik Çağ Metal Eserlerinin Orjinalliğinin Korunmasında Tahribatsız Arkeometrik Yöntemler” makalesinde metal eserlerin hem orjinalliğinin korunması hem de eserlerin müzeye satın alımı sırasında yaşanan sorunları açıklayarak arkeometri bilimi ve arkeometri alanında kullanılan tahribatsız analiz yöntemlerinin öneminden bahsedilmiştir.

Aydın M., ve Mutlu S., (2012); “Türkiye’de Arkeometrinin Ulu Çınarları” adlı kitapta yayınladıkları “Bizans Dönemi’ne Ait Altın Sikke Orjinalliğinin Tespitinde Tahribatsız Arkeometrik ve Görsel Analiz Yöntemlerinin Kullanılması” isimli makalede M.S. 5-6. yy.’a ait bir grup altın Bizans sikkesi üzerin de tahribatsız bir yöntem olan X-ışını Floresans Spektrometresi kullanılarak eserlerin orjinalliği ve

sahteciliği hakkında bilgiler verilir, bu alanda yapılan arkeometrik çalışmaların yetersizliği aktarılmıştır.

Astrik Gorghinian ve diğ. (2013); “Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B” adlı dergide yayımlanan “XRF Analysis of Roman Imperial Coins” isimli makalede Roma İmparatorluk dönemine ait sikkelerin X-ışını Floresans yöntemi ile analizleri yapılarak eserlerin kimyasal kompozisyonları araştırılmış olup, elementel özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Aydın M., (2013); Doktora tezi olan “Authenticity of Roman Imperial Age Silver Coins Using Non-Destructive Archaeometric Techniques” tezinde Roma İmparatorluk dönemine ait olan bir grup gümüş sikke üzerinde arkeometrik analiz yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmada analizi yapılan eserlerin orijinalliği ve sahteciliği üzerine daha önceden görsel analiz yöntemleri kullanılmasından kaynaklı ortaya çıkan sorunlar araştırılarak görsel analiz yöntemlerinin günümüzün ihtiyaçlarına cevap vermediği ve bu yöntemle hata oranının yüksek olması gibi temel etkenler aktararak eserlerin orijinalliği ve sahteciliğinin belirlenmesinde Arkeometrik karakterizasyon teknikleri uygulanmıştır.

Ingo ve diğ. (2004); İtalya’nın Sardunya Adası’nda bulunan 50 adet Aes Rude (Antik İtalya’ da para olarak kullanılan ve dökme bozuk gibi görünen bir bakır-esaslı malzemenin şekilsiz ve düzensiz topaklar biçimindeki ham bakır veya bronz, kalın daha büyük parçaları) parçasının tarihlendirilmesi kurşun izotopu analizi yöntemi ile (LIA) yapılmıştır. M.Ö. 300 ile M.Ö. 600 arasında tarihlendirilen bu parçaların kimyasal kompozisyonları belirlenip, mikro yapısal analizleri yapılmıştır.

E.Gliozzo ve diğ. (2011); X-ışınları Floresansı Spektroskopisi (XRF) ve Nötron Difraksiyonu yöntemleri (TOF-ND) kullanılarak Rabat (Fas) bölgesinde olan Roma Dönemi’ne ait 26 adet (M.S. 1. yy. dan M.S. 3. yy.’ın sonuna kadar) tunç eserin kimyasal ve faz analizi yapıp, alaşım elementlerinin (Pb, Sn, As) bakır (Cu) dökümüne etkileri üzerinde bilgi alışverişi yapılarak bu eserler ile karşılaştırılmıştır.

Yalçın Ü., (2016); “Anadolu Madencilik Tarihine Toplu Bir Bakış” MT bilimsel dergisindeki yazısında, Anadolu madencilik tarihine baktığımızda birçok gelişme

evrelerinin göze çarptığını belirtmiştir. Başta renkli mineraller toplandığını, boya malzemesi ve boncuk yapımında kullanıldığı tespit edildiği belirtilmiştir. Henüz çanak çömleğin bilinmediği dönemlerde yüzeye yakın bazı maden yataklarında bulunan nabit bakır da toplanarak küçük nesnelerin yapımında kullanılmaya başlanmıştır. Böylece insanlığın ilk kullandığı metalin bakır olduğunu belirtmektedir. M.Ö. 6. binyıl sonlarında ise bakırın cevherden ergitildiğini belirtir. Daha sonraki dönemlerde gelişen madencilikle tunç keşfedilip ve metal endüstrisinin temelini atıldığını söylemektedir.

MTA (2005); ‘‘Mardin İli Maden ve Enerji Kaynakları’’ adlı çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan Mardin ilinde maden ve enerji kaynakları çalışmaları yapıp maden yatakları ortaya çıkarılıp haritalanmıştır.

Kütük A., (2016); ‘‘Artuklu İnsan ve Toplum Bilim Dergisinde’’ 19. yy. Batılı Seyyahlarının Antik Dara (Anastasiopolis) Şehri ile İlgili Gözlemleri’’ adlı makalesinde, bu makalede adı geçen asrda şehre uğrayan seyyahların gözlemlerinin karşılaştırmalı olarak ele alınacağını ve Dara’nın o dönemki mimari ve sosyal durumu tespit edilmeye çalışılacağını söylemektedir.

Tosun M., (2018); ‘‘AMİSOS’’ dergisindeki ‘‘Kuruluş, Yükseliş ve Çöküşü İle Roma’nın Mezopotamya’daki Son Varlık Göstergesi: Dara (Anastasiopolis-Iustiniana Nova)’’ makalesinde; Dara’nın tarihi kayıtlarda ilk kez Parth Kralı I. Arsakes’in kurduğu bir kent olarak aktarıldığını. Erken Roma Dönemi’nde küçük bir yerleşim olan kent, İmparator Anastasius Dönemi’nde Anastasiopolis adlı bir garnizon olarak kurulduktan sonra Roma için Mezopotamya’da Sasaniler’e karşı ilk savunma ve bu coğrafyadaki son varlık göstergesi olduğunu söylemektedir.

1.4. Çalışmanın Amacı

Tez çalışmasında Mardin Müzesi bünyesinde kazısı yürütülen Dara Antik Kenti kazısından ele geçen Bizans dönemine ait olduğu bilinen 38 adet bakır ve bakır alaşımı sikkeler araştırma materyalini oluşturmuş, çalışmada sikkeler üzerinde tahribatsız analiz yöntemi olan P-EDXRF uygulanarak inceleme yapılmıştır.

Tez çalışmasının amacını; Mardin Müzesi'nde bulunan Dara Antik Kenti bakır ve bakır alaşımı sikke grubunun üzerinde arkeometrik yönden inceleme yapılması, elde edilen analiz sonuçları kapsamında eserlerin kimyasal kompozisyonlarının açığa çıkarılması, alaşım oranlarının tespiti yapılarak zaman içerisinde değerli metallerin oranlarının değişimini ve yerel üretim mi, yoksa ithal mi olduğunun yerel madenler açısından araştırılıp karşılaştırılması oluşturmaktadır.

2. DARA ANTİK KENTİ TARİHİ, COĞRAFYASI ve JEOLJİSİ

2.1. Coğrafi Konum

Dara Antik Kenti, Mardin ilinin 30 km güneydoğusunda, Oğuz Köyü'nde bulunan antik bir sınır kentidir. Mardin-Nusaybin karayolunun yaklaşık 8 km kuzeyinde, Mezopotamya ovası ile Tur Dağları'nın birleştiği yerde bulunmaktadır. Bugünkü Dara Antik Kenti yerleşiminin üzerinde Oğuz geleneksel kırsal dokusu bulunmaktadır (Aslan ve Can, 2017).

Yer altı su kaynakları bakımından yakın zamana kadar oldukça zengin olan Dara'nın yaklaşık 5 km kuzeyinde günümüz sınırları içerisinde yer alan Yardere Köyü'nden doğan Kordis deresi, surlarla çevrili olan kentin ortasından akmaktaydı. Coğrafi olarak bakıldığında ticari olarak kültürel ilişkilerin merkezi konumunda olan kent, tarihi İpek Yolu'nun çok yakınında yer almaktadır. Dara antik kenti, 6. yüzyılın başlarında daha merkezi bir konum da olan ve Sasanilerin hâkimiyetinde olan Nisibis'e (Nusaybin) karşılık, askeri ve ticari rekabet oluşturmaya ve bir garnizon kenti olarak Romalılar tarafından coğrafi üstünlüğü Sasanilerden geri kazanmak amacıyla kurulmuş bir kenttir. Böyle bir coğrafi konuma sahip kent, Romalılar için oldukça önemli bir askeri garnizon olması yanında, kuzeyde Karadeniz kıyılarından Kafkasya'ya, güneyde Basra Körfezi'nden Doğu Akdeniz kıyılarına kadar uzanan ticaret ağı ile kültürler arası ticaretin bağlantı noktasında bulunmasıyla da oldukça önemli bir yerleşim olma görevini yerine getirmiştir (Tosun, 2018).

2.2. Tarihçe

Antik Kent Dara, M.S. 505-507 yıllarında Roma İmparatoru Anastasius (M.S.491-518) tarafından imparatorluğun doğu sınırını Sasanilere karşı korumak

amacıyla bir garnizon şehri olarak yapılmıştır. Dara, kurucusu olan imparator ismiyle “Dara Anastasiopolis” olarak anılmaktadır. Dara kentinin çok kısa bir sürede kurulmuş olmasından dolayı, mimari ve şehircilik tarihine “citée créée” örneklerinden birini vermektedir (Ahunbay, 1991). I. Anastasius döneminde kente metropolis statüsü verilmiş ve Mezopotamya bölgesinin yönetim merkezi haline gelmiştir (Can ve Erdoğan, 2014). İmparator Justinianus (527-565) zamanında Dara’da I. Anastasius tarafından yaptırılan kent surları onarılıp ilaveler yapılmıştır; bunlara ek olarak sarnıçlar da yapılmıştır (Aslan ve Can, 2017).

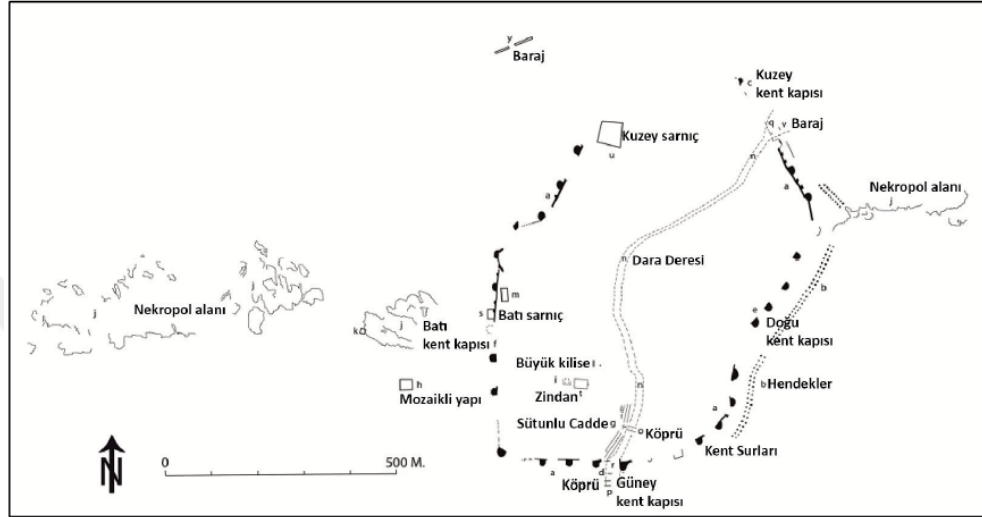
Garnizon olarak kurulan Dara, Roma İmparatorluğunun doğu sınırında savunma amacıyla inşa edilen şehir ve askeri kalelerin oluşturduğu “limes” zincirinin içinde bulunmaktadır (Ahunbay, 1991). Dara kent surları, iç kale, burçlar ve hendekler gibi savunma yapıları ile ön plana çıkmaktadır. Askeri yapılarının yanı sıra, Dara’nın ilgi çekici başka bir özelliği de büyük su sistemlerinin bulunmasıdır. Su sistemleri, günlük kullanım haricinde savunma stratejisinin bir parçası olarak da yapılmıştır. Uzun süreli kuşatma zamanlarında kente sığınan ordunun uzun süre direnebilmesinde bu su sistemlerinin var olması etkili olmuştur. M.S. 530 yılında Dara, Sasani ordusu tarafından kuşatılmış fakat fethedilememiştir. Daha sonraki dönemlerde Bizans ve Sasani güçleri arasında el değiştiren kent, M.S. 639’da Arap egemenliğine girdikten sonra askeri olarak önemi azalmıştır. 13. yüzyıl ortalarına kadar dini bir merkez olarak varlığını devam ettiren kent, bu tarihten sonra giderek küçülen kırsal bir yerleşim haline gelmiştir (Aslan ve Can, 2017).

2.3. Dara Antik Kenti Arkeolojik Kazı Çalışmaları

Bizans dönemi yazılı kaynakları haricinde, 18. yüzyılın sonundan itibaren bölgeyi ziyaret için gidip gezen seyyahlar ve araştırmacılar kentin tarihçesi ve yapılarına ilişkin bilgiler üretmişlerdir. Bu araştırmacılardan bazıları arasında, G. A. Oliver (1792); John Macdonald Kinneir (1813-14); J. S. Buckingham (1823-24); William Francis Ainsworth (1837-40); Gertrude Bell (1905) ve Preusser (1911) yer almaktadır (Aslan ve Can, 2017).

Preusser, Dara’nın 1900’lü yılların başındaki topoğrafik durumunu yansıtan bir kroki yayınlamıştır (Croke ve Crow, 1983). T. A. Sinclair’in 1989 yılında yayınladığı

“Eastern Turkey: An Architectural and Archaeological Survey” adlı çalışmasının 3. cildinde, Dara’nın kısa tarihçesini ve antik dönem yapılarının tanımlamalarına yer verilip kentin planı da yayınlanmıştır (Sinclair, 1989). Shelagh Gregory, 1995 yılında yayınlanan “Roman Military Architecture on the Eastern Frontier” adlı araştırmasında yerleşime ilişkin olarak bir plan sunulmuştur (Aslan ve Can, 2017).



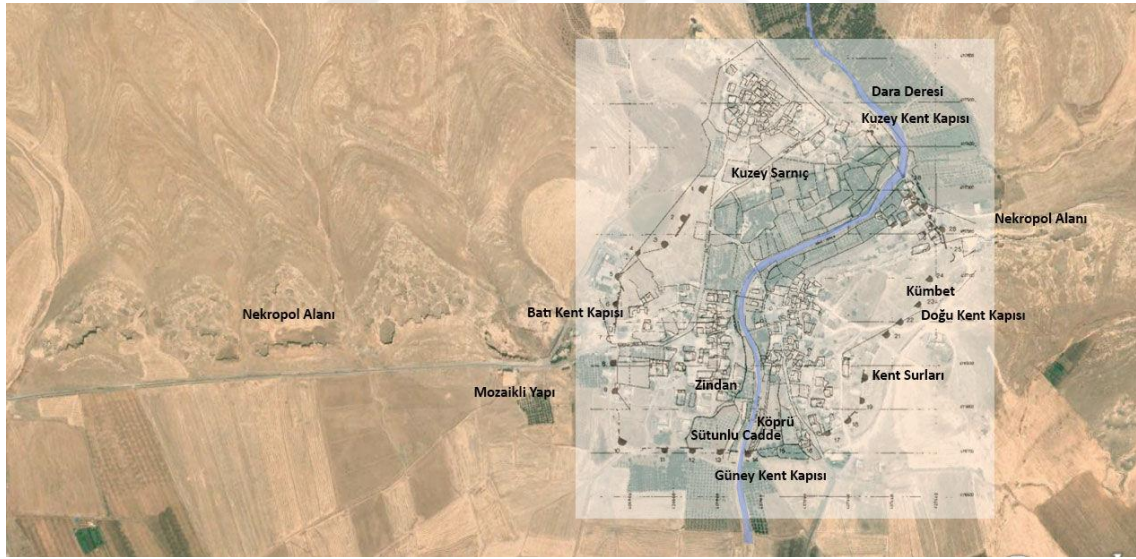
Şekil 2.1. Dara Antik Kenti arkeolojik kalıntıları 1991 (Ahunbay, 1991; Can ve Erdoğan, 2014).

1986 yılında, Mardin Müzesi Müdürlüğü başkanlığında ve Prof. Dr. Metin Ahunbay’ın bilimsel danışmanlığında başlatılan Dara kazıları, 1990 yılına değin sürmüştür. Bölgedeki güvenlik sorunları sebebiyle ara verilen kazı çalışmalarına, 2001-2009 yılları arasında Mardin Müze Müdürlüğü başkanlığında ve tekrar Prof. Dr. Metin Ahunbay’ın bilimsel danışmanlığında devam etmiştir. 2010 yılıyla beraber çalışmalar, Mardin Müze Müdürü Nihat Erdoğan başkanlığında 2019 yılına kadar yürütülmüştür (Aslan ve Can, 2017).

Kalıntılara bakacak olursak Dara, kuzey-güney doğrultusunda uzanan vadi içinden dere ile beraber yerleşim için elverişli bir coğrafyada yer almaktadır. Bundan dolayı geçmişi erken tarihlere kadar uzanan küçük bir yerleşimin olduğu tahmin edilmektedir (Ahunbay, 2005). Fakat bugüne değin bunu destekleyecek arkeolojik kanıtlara rastlanmamıştır.

Dara'da Geç Roma, Erken Bizans, Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde yaşanılmış, farklı uygarlıkların maddi izleri bugüne değin ulaşabilmiştir. Uygarlıklar kendinden önceki uygarlıklara ait yapı, yapı kalıntıları ve parçalarını çeşitli amaçlarla kullanmaya devam etmişlerdir. Bugünse tamamiyle arkeolojik kalıntılar üzerinde yer alan Oğuz kırsal yerleşiminin ön planda olan özelliklerinden biri de ona ait olan fiziksel ve kültürel katmanlaşmasıdır (Ahunbay, 2005).

M.S. 507 yılında inşa edilen Dara-Anastasiapolis'de günümüze ulaşan yüzey kalıntılarının çoğu erken Bizans dönemini yansıtmaktadır. Bununla beraber kentte, Geç Roma, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı yapılarını birlikte görmek muhtemeldir. Bunlar arasında, sarnıçlar, agora ve sütunlu cadde, kent surları ve kapıları, büyük kilise, mozaikli yapı, baldaken planlı yapı, köprüler, setler, nekropol alanı ve İslamiyet dönemi mezarlık alanındaki türbeler, mezar taşları ve cami yer almaktadır (Şekil 2.2) (Ahunbay, 1991; Can ve Erdoğan, 2014).



Şekil 2.2. Dara arkeolojik kalıntıları ve Oğuz kırsal yerleşimini gösteren uydu fotoğrafı (Google Earth hava fotoğrafı üzerine yazar tarafından işlenmiştir) (Aslan ve Can, 2017)

Dara antik kenti arkeolojik yapı kalıntılarının, eklerle veya mevcut halleriyle farklı şekillerde kullanılması söz konusudur. Zindan olarak anılan güney sarnıcın üzerinde, günümüzde geleneksel bir konut yapısı yer almaktadır. Batı sarnıcının zemini, yakın zamanda ahır olarak kullanmak amacıyla toprak, moloz ve kesme tas bloklarıyla

doldurularak yükseltilmiştir. Birçok mezar odasından meydana gelen kaya mezarları, farklı dönemlerde ibadet alanı, konut ya da ahır olarak kullanılmıştır. Yerleşimde arkeolojik temeller üzerine inşa edilmiş geleneksel kırsal yapılara rastlanmaktadır (Şekil 2.3) (Can ve Erdoğan, 2014; Ahunbay, 2015).



Sekil 2.3. (a), (b) Yerleşim ölçeğinde arkeolojik kalıntı ve kırsal mimari katmanları, 2014 (Aslan ve Can, 2017)

Zindan yapısı yakınındaki şu andaki köy evleri arasında ve ayakta görülebilen duvar, payanda ve kemer kalıntılarının büyük kilise (St. Bartholomeo Kilisesi) yapısına ait olduğu öngörülmektedir. Bu yapıya ait olduğu düşünülen bazı bezemeli bloklar köy evlerinin yapımında yer almış; bir mermer vaftiz havuzu ise bir evin avlusunda ele

geçmiştir. Sinclair'e göre zemin seviyesindeki güney duvar antik döneme aittir ve sarnıcın tonozlarını kendine temel olarak kullanan kiliseye aittir. Bu kilisenin çokgen biçimindeki apsisine ait kalıntılar da görülebilmektedir. Geleneksel kırsal mimarisinin inşasında, antik dönem yapı parçaları devşirme malzeme olarak kullanılmıştır. Günümüz camisinin avlusunda, yakın çevresinde ve duvarlarında sütun tamburu, başlık vb. antik dönem kalıntıları bulunmaktadır (Şekil 2.4) (Can ve Erdoğan, 2014).



Sekil 2.4. (a) Kırsal yapının inşasında kullanılan arkeolojik öge (b) Cami avlusu ve avlu duvarlarında yer alan sütun tamburu ve başlığı vb. kalıntılar (Aslan ve Can, 2017)

2.4 Mardin İli Maden ve Enerji Kaynakları

Maden çeşitliliği ve potansiyeli bakımından Mardin ili yetersiz illerden biridir. Mardin ilinde özellikle endüstriyel ham madde kaynakları bulunmaktadır. Bunlardan en başta gelenler fosfat olmak üzere çimento hammaddeleri, mermer ve kuvars kumu sayılabilir. Türkiye’de 1961 yılında hız kazanan fosfat aramaları MTA tarafından yürütülüp, bu çalışmalarda Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan fosfat yatakları gün yüzüne çıkarılmıştır. Fosfat yataklarından en önemlisi Mazıdağ fosfat yataklarıdır. Mazı dağ Bölgesin’de Taşıt, Kasrık, Şemikan ve Akras fosfat yatakları olmak üzere dört önemli yatak belirlenmiştir (web kaynak-1).

Mardin ilinin en önemli madeni, Mazıdağ ilçesinde bulunan 68 milyon ton rezervli fosfattan oluşmaktadır. Bölgede fosfat zenginleştirme tesisleri Etibank tarafından kurulmuştur. Bölgedeki tesislerin yapımı 01.01.1987 yılında tamamlanmış ve 16.03.1987 tarihinde deneme çalışmalarına başlamıştır. Kesin kabulü 1990 yılında yapılan tesis belirli bir süre ara verildikten sonra yeniden faaliyet göstermeye başlamıştır. Bölgedeki diğer önemli maden ise 120 milyon ton rezervli çimento ve kireçtaşı hammaddesi sayılabilir. Mardin ilinde yer alan çimento fabrikası, kireç fabrikası ve diğer kırma eleme tesisleri bu madenleri kullanmaktadır (Mardin Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2011).

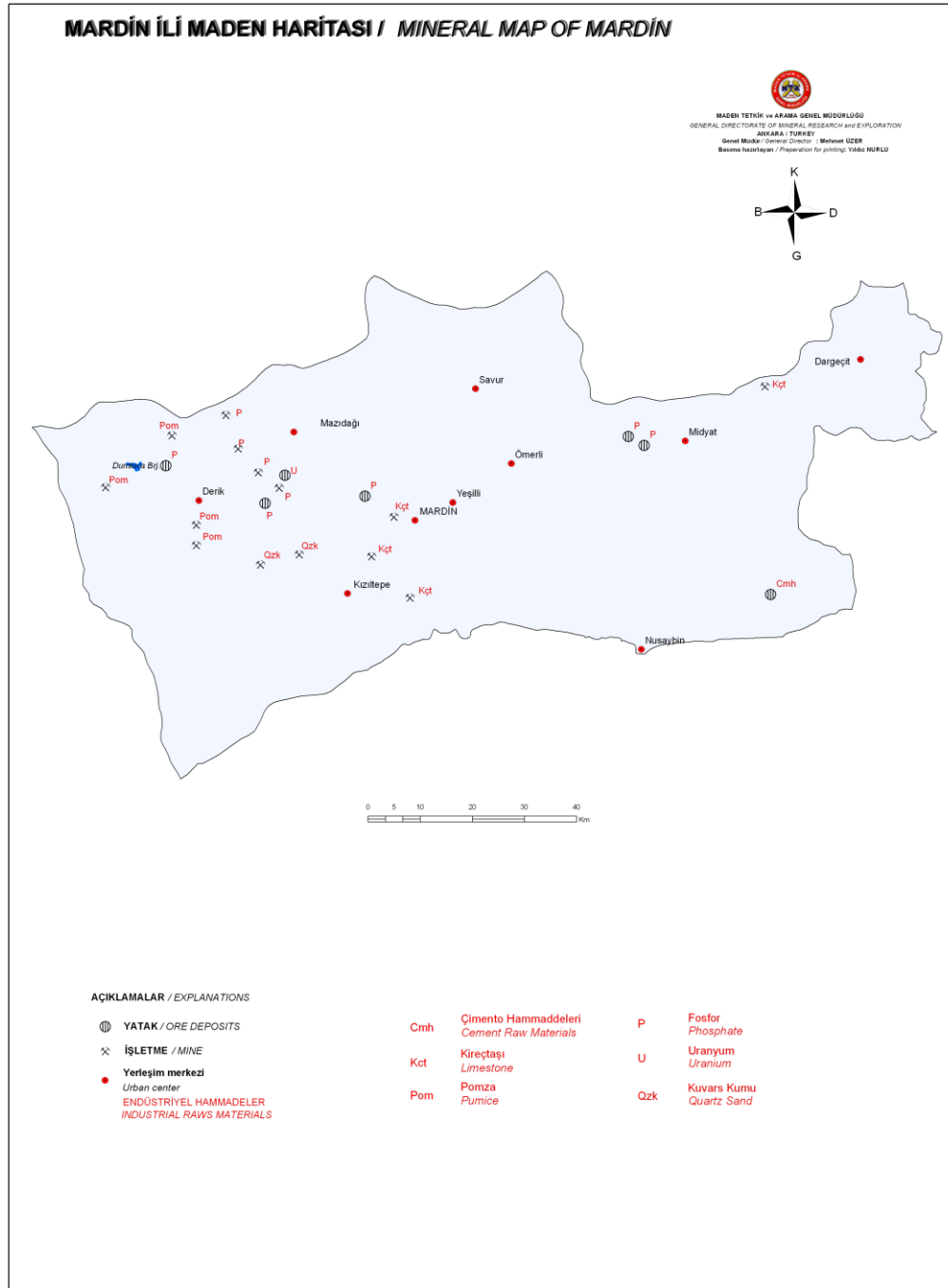
Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı’nın (TPAO) Nusaybin İlçesi Kozluca ve Çamurlu mevkieinde başlattığı petrol arama çalışmaları sonucunda açılan 3 kuyuda ham petrol ortaya çıkarılıp, kuyulardan çıkan ham petrolün testi de pozitif olarak belirlenmiştir. Bu bölgede Yapılan araştırmalarda günlük ortalama her kuyudan 40-60 varil ham petrole ulaşıldığı ve açılan kuyulara petrolün rezervi için tesislerin kurulduğu görülmüştür. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı’nın Suriye sınırı yanındaki Sınırtepe’deki mayınlı tarlada açtığı kuyuda sondaj çalışmaları da sonuca ulaşmıştır. Mardin Nusaybin ilçesinde doğal gaz rezervi yer almaktadır. İlçede bulunan rezervde 56 adet kuyu açılmış olup günlük 35.000 m³ doğal gaz üretimi yapılmaktadır (Mardin Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2011).

Mardin ilinde bulunan başlıca maden kaynakları ve rezervleri Tablo: 2.1’de ve maden haritası ise Şekil 2.5’de, Batman ilinde bulunan başlıca maden kaynakları ve

rezervleri Tablo: 2.2’de ve maden haritası ise Şekil 2.6’da, Diyarbakır ilinde bulunan başlıca maden kaynakları ve rezervleri Tablo: 2.3’de ve maden haritası ise Şekil 2.7’de, Siirt ilinde bulunan başlıca maden kaynakları ve rezervleri Tablo: 2.4’de ve maden haritası ise Şekil 2.8’de verilmiştir (web kaynak-1).

Tablo: 2.1. Mardin ilinde bulunan başlıca madenlerin sahası, tenörü ve rezervi (web kaynak-1).

Maden	Saha	Tenör	Rezerv
Uranyum	Mazıdağı	55 ppm	4.576 ton
Çimento Hammaddeleri	Mardin ili civarında	-	16.000.000 ton kireçtaşı
Mermer	Merkez-Yalımköyü	İyi kalite	47.317.737
	Derik-Çat-Telbesni	İyi kalite	221.025.600 ton
Kuvars Kumu	Kızıltepe-Gürmeşe-Çimenli	% 80.1-97.2 SiO ₂ , % 0.45-1.60 Fe ₂ O ₃	17.501.594 ton
Jeotermal	Ilisu’da 63,5 °C	1,5 lt/sn debili kaynak	

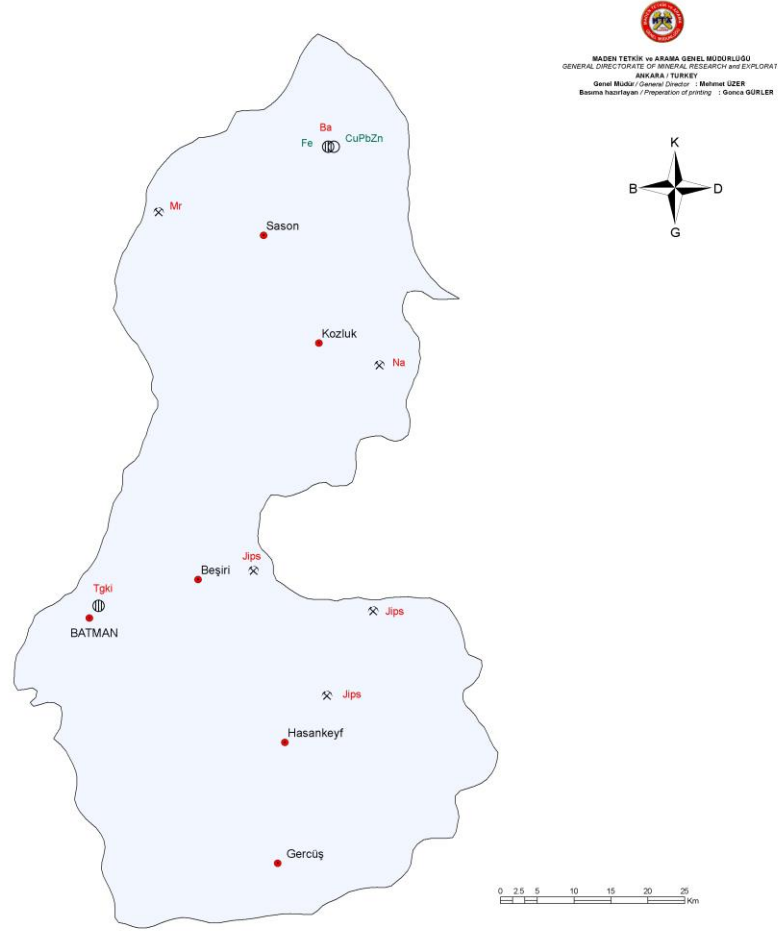


Şekil 2.5. Mardin ili maden haritası (web kaynak-1)

Tablo: 2.2. Batman ilinde bulunan başlıca madenlerin sahası, tenörü ve rezervi (web kaynak-1).

Maden	Saha	Tenör	Rezerv
Barit (Ba)	Sason-Tizi(Örenağul)	%13.5 BaSO ₄	288.080 ton
	Sason-Tizi-Köşekköyü	% 63.5 BaSO ₄	877.500 ton
Demir (Fe)	Sason-Tizi (Örenağul)	% 34 Fe ₂ O ₃ , % 3.5 Mn, % 19 SiO ₂	14.802.560 ton
Tuğla-Kiremit	Merkez-Girbereşk Köyü	Kalite :İyi	3.000.000 ton

BATMAN İLİ MADEN HARİTASI / MINERAL MAP OF BATMAN



AÇIKLAMALAR

○ ZUHUR / EXPOSURE

● YATAK / ORE DEPOSIT

✕ İŞLETME / MINE

● Yerleşim merkezi
Urban center

METALİK MADENLER
METALLIC MINERALS

ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER
INDUSTRIAL RAW MATERIALS

Ba

Barit
Barite

Mr

Mermer
Marble

CuPbZn

Bakır-Kurşun-Çinko
Copper-Lead-Zinc

Na

Sodyum
Rocksalt

Fe

Demir
Iron

Tgki

Tuğla - Kiremit
Brick-Tile Building Stone

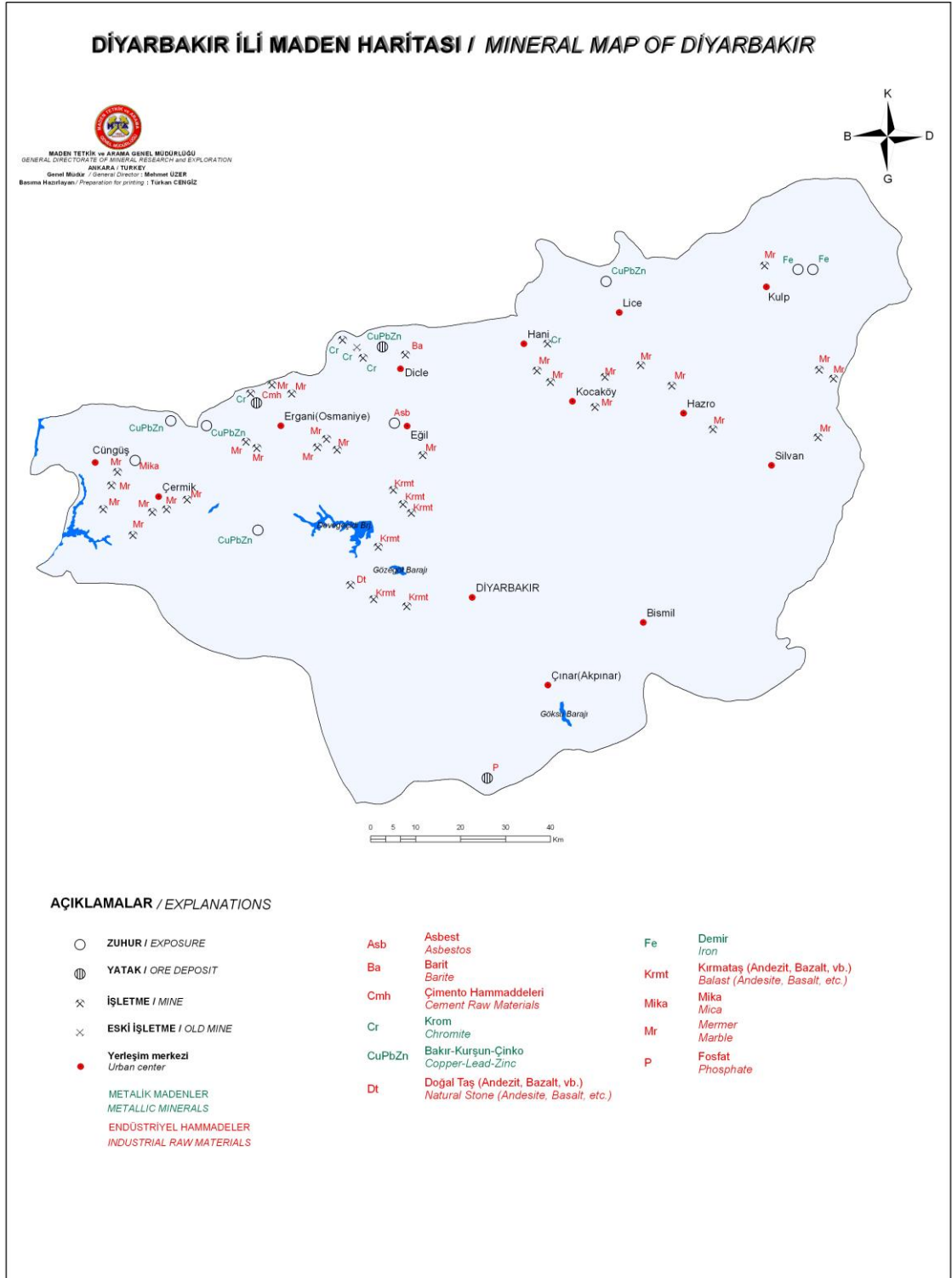
Jips

Jips
Gypsum

Şekil 2.6. Batman ili maden haritası (web kaynak-1)

Tablo: 2.3. Diyarbakır ilinde bulunan başlıca madenlerin sahası, tenörü ve rezervi (web kaynak-1).

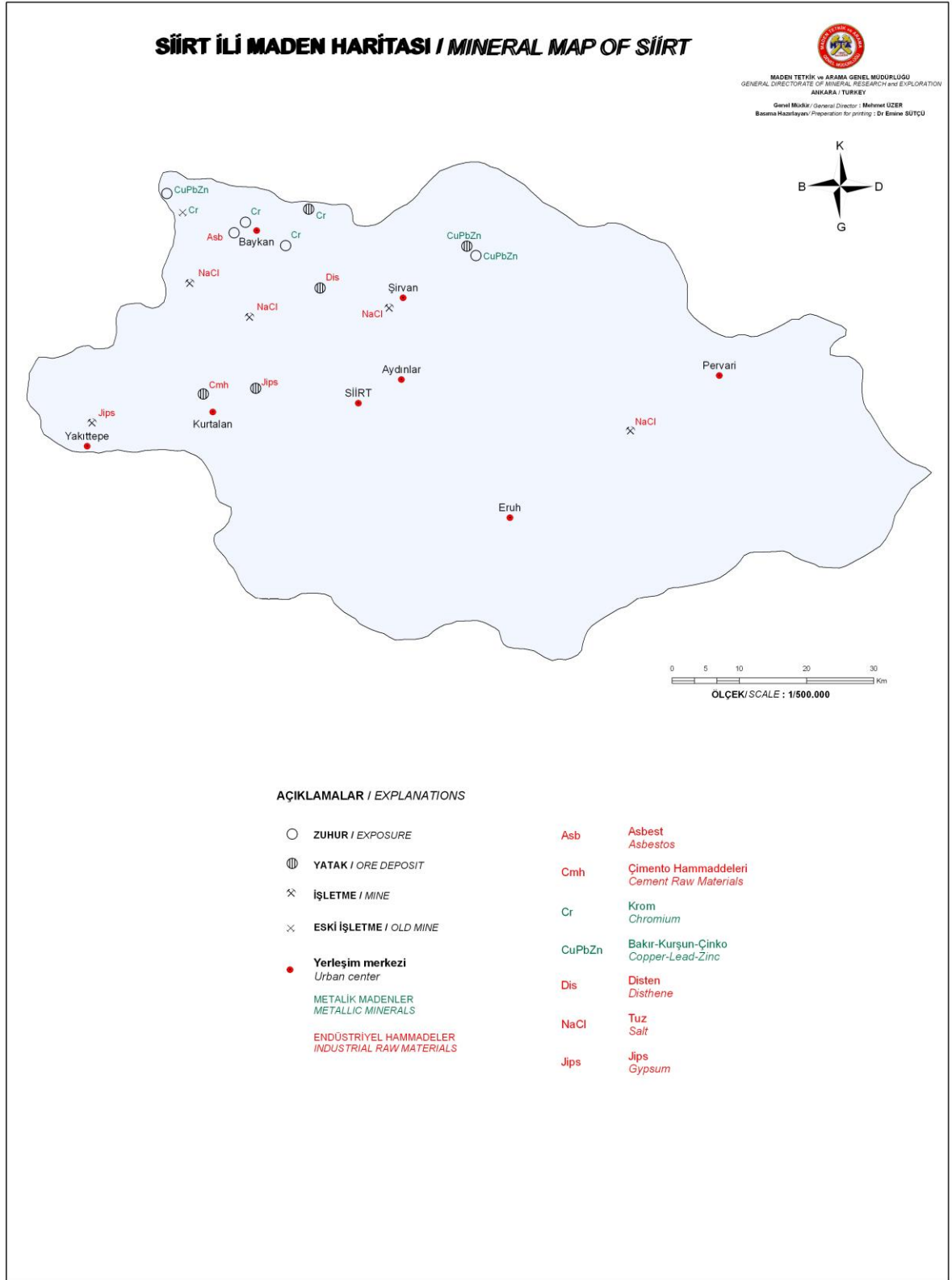
Maden	Saha	Tenör	Rezerv
<i>Bakır-Kurşun-Çinko (Cu-Pb-Zn)</i>	<i>Dicle-Kurşunlu (Piricman)</i>	<i>% 19.5 Pb</i>	<i>24.575 ton</i>
<i>Barit (Ba)</i>	<i>Dicle-Viskül Köyü, Biricik Köyü ve Keferbere Köyü</i>	<i>% 80-94 BaSO₄</i>	<i>2850 ton</i>
<i>Çimento Hammaddeleri</i>	<i>Ergani</i>	<i>Kalite : -</i>	<i>462.647.937 ton kireçtaşı, 58.871.214 ton kil</i>
<i>Demir (Fe)</i>	<i>Kulp-Sekan Tepe Zuhuru</i>	<i>% 33.16 Fe</i>	<i>86.000 ton</i>
<i>Fosfat (P)</i>	<i>Çınar-Ballıbaba, Bilmece</i>	<i>% 8-15 P₂O₅</i>	<i>650.000 ton</i>
<i>Manganez (Mn)</i>	<i>Ergani-Gömeşik</i>	<i>% 39.49 Mn</i>	<i>19.000 ton</i>
<i>Mika (Mic)</i>	<i>Çermik-Midye Köyü Oyukbağ Tepe zuhuru</i>	<i>Kalite: Plaka boyutları 1-5 cm</i>	<i>Rezerv çalışmaları yapılmamıştır</i>
<i>Tuğla-Kiremit</i>	<i>Merkez ve Lice İlçeleri ile Sincangözü-Varisinbağı-Zengo, Angülgözü ve Patrik Köyleri</i>	<i>Kalite: Orta ve iyi kalite</i>	<i>3.000.000 ton</i>



Şekil 2.7. Diyarbakir ili maden haritası (web kaynak-1)

Tablo: 2.4. Siirt ilinde bulunan başlıca madenlerin sahası, tenörü ve rezervi
(web kaynak-1)

Maden	Saha	Tenör	Rezerv
<i>Bakır-Kurşun-Çinko (Cu-Pb-Zn)</i>	<i>Şirvan-Madenköy</i>	<i>% 2.22 Cu ve % 32.19 S</i>	<i>27.273.000 ton</i>
<i>Çimento Hammaddeleri</i>	<i>Kurtalan</i>	<i>-</i>	<i>404.172.535 ton kireçtaşı, 30.884.000 ton kil</i>
<i>Jips</i>	<i>Kurtalan-Bağlıca</i>	<i>-</i>	<i>500.000 ton</i>
	<i>Merkez-Akyamaç-Fişkin Köyü</i>	<i>Kalite: 1. ve 2. sınıf alçı kalitesinde</i>	<i>41.783.175 ton</i>
<i>Krom (Cr)</i>	<i>İl genelinde iki adet zuhur ve bir adet terk edilmiş eski ocak vardır</i>	<i>%26-51 Cr2O3</i>	<i>Ocakta 100 ton toplam, zuhurlarda ise 2728 ton toplam rezerv.</i>
<i>Mermer</i>	<i>Baykan-Girdigan Köyü</i>	<i>1-3m3 Arasında bloklar alınabilir (işletme kaybı %25)</i>	<i>1.600.000 m3</i>



Şekil 2.8. Siirt ili maden haritası (web kaynak-1)

2.5. Bizans Dönemi Mezopotamya Bölgesi Bakır İşletmeleri

Geçmişten günümüze metal ve metalcilik faaliyetleri devamlı olarak insanoğlu için yaşamsal bir öneme sahip olmaktadır. Metal, tarih boyunca insanoğlu tarafından günlük kullanımın dışında araç-gereç olarak silah yapımında kullanılmıştır. Madencilik alanında görülen ilerleme ve üretimi yapılan metal eserlerin yaygınlaşmasıyla birlikte şehirleşme, farklı meslek gruplarının ortaya çıkması, sosyal sınıfların ortaya çıkması ve bunlarla beraber ticaretin önem kazanması arasında yakın bir bağlantı bulunmaktadır. Yakındoğu'da bulunan en eski metaller, mineral bakımından epeyce zengin olan Anadolu'dan çıkarılmıştır. Anadolu'dan doğan ve gelişen madencilik faaliyetleri yaygınlaşarak buradan Mezopotamya ve Suriye'ye kadar yayılım göstermiştir (Tiryaki, 2017).

Anadolu coğrafyasındaki madencilik tarihini komşu bölgeler olan insanoğlunun ilk yerleşik yaşam kalıntılarını içinde bulunduran Yakın Doğu'yla beraber ele almak gerekmektedir. Bakır insanoğlunun tanıştığı ilk metaldir. Günümüzden yaklaşık 10.000 yıl öncesinde Aşıklı Höyük ve Çayönü Tepesi'ndeki insanlar, çanak çömlek üretimine geçmeden önce bulundukları yerlerde doğal bir şekilde var olan nabit bakırı toplayıp bunlardan iğne, boncuk ve balık oltası gibi ufak nesneler yapmışlardır. Aynı zamanda bu bakır buluntulara Anadolu dışında yer alan İran, Irak'ın kuzey kesimleri ve Suriye'de de rastlanmaktadır. M.Ö. 8. Bin yılın sonları ve 7. Bin yılın başlarında Tell Halula, Tell Maghzaliyeh, Ramad, Yarım Tepe ve Tell Sotto gibi yerleşim merkezlerinde nabit bakırdan yapılmış nesnelere rastlanılmıştır (Yalçın, 2016).

M.Ö. 8.200 sonrası, Gündeydoğu Anadolu ve İçanadolu insanları topladıkları nabit bakır parçalarını döverek şekillendirmeye başlamışlardır. Soğuk dövülen bakırın zamanla çatlayıp kırılıp koptuğunu fakat bakır ısıttıklarında plastik özelliğinin artarak daha kolay işlendiğini görmüşlerdir. Bu bakırdan yapılan küçük alet ve boncuklara Çayönü Tepesi ve Aşıklı Höyükte rastlanmaktadır. M.Ö. 5.000 sonrasına gelindiğinde bakır cevherleri potalarda ergitilmeye başlayıp çeşitli yöntemlerle işlenmişlerdir. Tepecik, Tülintepe ve Malatya Değirmen-tepe'de bunların örnekleri ele geçmiştir. M.Ö. 4000 sonrasında artık yüzey toplama ile yetinmeyip derinlere inip kompleks bileşimli polimetallik cevherleri toplamaya başlamışlardır. M.Ö. 2.800 sonrasında ilk Tunç Çağı II dönemine gelindiğinde madencilik alanında maden ocakları artık endüstriyel olarak

işlenmeye başlanmıştır. İzabeler artık kent dışına maden ocaklarına yakın yerlere taşınmıştır. Madencilğe dayalı ilk endüstri toplumları ortaya çıkmıştır (Yalçın, 2016).

Doğu Anadolu Bölgesi bakır yataklarının madencilik potansiyeli olarak en önemlisi Ergani-Maden'dir. Bu maden yataklarının modern çağlarda da kullanılmaya devam etmesinden dolayı antik çağlara ait olan madencilik faaliyetleriyle ilgili izlerin yok olmasına sebep olmuştur. Bundan dolayı hangi zamana ait olduğu kesin olarak bilinmemektedir. Buradan çıkarılan metaller sadece Anadolu için değil aynı zamanda Suriye ve Mezopotamya gibi bölgelere de ihraç edilmiştir. Bakır yatakları, Doğu Anadolu Bölgesi, batıda bulunan Amanos Dağları'ndan başlayarak bir yarım ay şeklinde doğuya doğru uzanmakta olan birincil (primer) sülfatı filizleridir. Zeytin dağı, Keban, Cafana, Siirt-Madenköy, Kuluncal, Kedak, Kızmemet, Prajman ve Paluşağı gibi cevherleşme sahaları mevcuttur (Tiryaki, 2017).

Doğu Anadolu'da madencilik açısından önemli veriler sunan yerleşim yerlerine bakılacak olursa Arslantepe (Malatya), Anadolu ve Mezopotamya arasında ekonomik ve politik olarak önemli bir köprü olmuştur. Erken dönemlere ait metal cüruflar, metal dövme ekipmanları kazılar sonucunda ele geçmiştir. Ele geçen bu nesneler burada metalurji teknolojisinin gelişimini ortaya koymasından dolayı son derece önemli buluntulardır. Arslantepe de metaller potalarda eritilmekteydi. Silah yapımında bakırı daha da sertleştirmek için arsenik, uygun miktarda bakırla karıştırılarak bakırın direnci artırılmıştır. Tepecik, Şanlıurfa ve Elazığ arasındaki maden yataklarına yakınlığıyla bilinir. Çeşitli metallerle birlikte arsenikli bakırdan yapılmış ürünler Mezopotamya'ya pazarlanmaktaydı. Elazığ da bulunan madenlerden elde edilen hammaddeler Tepecik'te işlenmekteydiler (Tiryaki, 2017).

Kalkolitik Çağ'dan itibaren burada bakır madeni işletilmektedir. Tepecik'te madenin eritildiğini kanıtlayan eritme potaları, kalıplar ve cüruflar kazılar sonucunda ele geçmiştir. Norşuntepe (Elazığ), kazılar sonucunda oval çukurlar içerisinde bakır cüruflar ele geçirilmiştir. Bu çukurlarda maden eritmede kullanılan pişmiş topraktan yapılmış iki adet kaşık, maden kırmada kullanılan döveç taş, maden köpüğü, maden kalıntısı, maden eritme potaları, izabe firmı ve maden döküm kalıpları da ele geçmiştir. Değirmentepe (Malatya), arkeolojik kazılar sonucunda bakır cüruflar ve filizler, izabe sonucu elde edilen bir damla bakır, bakır izabesinde kullanılan bir çukur onun hemen

yanında bir fırın, maden atölyesi, bakır eritme ocağı elde edilmiştir. Burada işlenen bakır madeninin Ergani-Maden, Gurbet Mezrası, Yeniköy, Keban, Polışağı, gibi maden yataklarından getirildiği tahmin edilmektedir. Tülintepe (Elazığ), bölgesinde yapılan arkeolojik kazılar sonucunda, bakır cürufları ve törensel amaçlı kullanılan silahlar ele geçmiştir. Korucutepe’de (Elazığ), arkeolojik kazılar sonucunda, bakır hançer ele geçmiştir (Tiryaki, 2017).

Siirt-Şirvan Madenköy’de sondajlı maden aramaları sırasında yaklaşık 66 m derinlikten kalıntılar çıkarılmıştır. Maden galerisinde yapılan C-14 analiz sonucuna göre M.S. 590-545 yaşlarında olduğu saptanmıştır (Kaptan, 1990).

Bu yerleşmelere baktığımızda Kalkolitik Çağ’dan itibaren başlayıp antik dönemlere günümüze kadar ulaşan bakır üretimi ve işletimi Doğu Anadolu’da bilhassa Diyarbakır-Ergani ve Elazığ-Malatya gibi bölgelerin sahip olduğu bakır maden yataklarından dolayı bu bölgelerde bakır üretimi yapılmıştır. Bölgede işletilen bakır madenleri ticareti sadece Anadolu ile kalmayıp Transkafkasya ve Mezopotamya’ya kadar yayılım göstermiştir (Tiryaki, 2017)

2.6. Dara Sikkelerinin Dönemlerine Genel Bir Bakış

Araştırmanın materyelini oluşturan bakır ve bakır alaşımı sikkeler Bizans sikkeleri grubunda değerlendirilebilecek niteliktedir. Sikkeler üzerindeki dönemler ise I. Anastasius, I. Iustinus, I. Iustinianus, II. Iustinus ve Mauric Tiberius, dönemlerini kapsamaktadır. Sikkeler ve dönemleri aşağıda ele alınmaktadır;

2.6.1. I. Anastasius (M.S. 491-518) dönemi

Bizans İmparatoru Zeno’un ölümünden sonra tahta I. Anastasius (M.S. 491-518) geçmiştir. Kendisi yaşı ilerlemiş olan bir saray memurudur. İmparator Zeno’un eşi Ariadne ile evlenerek 27 yıl hüküm sürmüştür. Dönemin en büyük sorunu ortadokslar ile monofizitler arasındaki dinsel kaynaklı sorunlardı. Dönemin dinsel sorunları yüzünden isyanlar başlamıştır. Devlet kasasında Anastasius’un 518 yılı temmuz ayında 80 yaşında ölümünden sonra toplam 320.000 altın libra bulunmaktadır. I. Anastasius’un

498 yılında gerçekleştirdiği para reformu en büyük başarısıdır. Özellikle bakır sikkeler üzerinde uygulanan değişiklikler uzun süre devam etmiştir (Tekin, 1999).

Uygulanan yeni para sisteminde daha önce kullanılan küçük bakır sikke nummus'un yerine yeni üretilen sikkelerde ki en büyük birimin ismi follis olmuştur. Bu bakır sikkenin arka yüzünde M harfi bulunmakta ve 40 nummia değerinde olmaktadır. Arka yüzünde kullanılan M harfi sikkenin değerini göstermektedir. Bu sikkelerin arka yüzündeki K harfi 20 nummia, I harfi 10 nummia ve € (epsilon) harfi 5 nummia değerini göstermektedir. Bu değerlere göre yarım follis follisin yarısı, deceanummiun follisin çeyreği ve pentanummiun ise follisin sekizde biri değerinde olmaktadır. Bu değerler sikkenin her zaman arka yüzünde bulunmaktadır. Anastasius'un uyguladığı bu para reformu iki evreden oluşmaktadır. I. Evrede follisin yaklaşık çapı 24 mm ve ağırlığı 8,5 gram iken, ikinci evrede ise follisin çapı 30 mm'den daha yüksek ve ağırlığı ise yaklaşık olarak 17-18 grama kadar yükseltilmiştir. Gümüş ve bakır sikkelerin ön yüzlerinde daha önce Roma sikkelerinde kullanılan profil büst anlayışı devam etmiştir. Altın sikkeler yalnızca Constantinapolis ve Thessalonika'da basılmıştır (Tekin, 1999).

2.6.2. I. Iustinus (M.S. 518-527) dönemi

I. Iustinus, M.S. 518-527 yıllarında imparator olarak hüküm sürmüştür. I. Iustinus (M.S. 518-527) İmparator olmadan önce kendisi iyi eğitilmiş olmayan asker kökenli bir komutandır. Kendi döneminde devraldığı 320.000 altın librayı tüketmiş ve oldukça fazla harcama yapmış bir imparatorudur (Tekin, 1999).

2.6.3. I. Iustinianus (M.S. 527-565) dönemi

I. Iustinianus, Bizans İmparatoru olarak yaklaşık 40 yıl hüküm sürmüştür. Döneminde ayaklanmalar meydana gelmiş ayaklanmaları bastırarak Roma kanunlarını bir sisteme oturtmak için çalışmalar yapmıştır. Bu dönemde Doğuda Perslerle, Batıda ise Germenlerle savaşlar devam etmektedir. Bu savaşlar yüzünden dönemin ekonomisi kötü durumdaydı. I. Iustinianus döneminde M.S. 541-542 yıllarında veba salgını ortaya çıkmış imparatorluğun büyük bir kısmını yok etmiştir. Kendi döneminin en dikkat çekici olayı bayındırlık faaliyetleri olmuştur. Hristiyanlığın yayılması içinde çaba göstermiştir. I. Iustinianus döneminde, follis'in solidus'a olan karşılığında azaltılma

yapılmıştır. Daha önceki yani I. Anastasius döneminde 1 solidus = 210 follis iken, 1 solidus = 180 follis olmuştur. Bakır sikkelerde ise önemli bir değişiklik yapılarak bundan böyle tahtta olan imparatorun iktidar yılının sikke üzerine konulmaya başlanmıştır. Bakır sikkelerde yine önceki dönemlerde yapılan üççeyrek ve profil büstlerle beraber tam cepheden büstler de görülmeye başlamıştır. Bu dönemde bakır sikkelerde Antiochia-Antakya darphane işareti değiştirilerek ANTIX yerine THEuP şeklinde değiştirilmiştir (Tekin, 1999).

2.6.4. II. Iustinus (M.S. 565-578) dönemi

II. Iustinus (M.S. 565-578), çalkantılı bir dönem geçirerek akli dengesini kaybetmiştir. Devlet yönetimi eşi Sophia'nın eline geçmiştir. II. Iustinus Bizans tahtında yaklaşık 13 yıl kalmıştır (Tekin, 1999).

2.6.5. Mauricius Tiberius (M.S. 582-602) dönemi

Mauricius Tiberius (M.S. 582-602), kendisi iyi bir komutandır. Perslerle yapılan savaşlarda kendini kanıtlayıp strateji üzerine bir kitap yazmıştır. İmparatorluk Balkanlar'daki Slav ve Avar kabilelerinin akınları yüzünden zor anlar yaşamıştır. Balkanlar'da orduda isyan patlak vermiş aynı zamanda Constantinapolis'te de isyan baş göstermiştir. Mauricius Tiberius hiçbir kesimden destek bulamayarak kaçmış fakat yakalanarak kendisi ve oğullarıyla birlikte 602 yılında öldürülmüştür (Tekin, 1999).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 MATERYAL

Tezin materyali, Mardin Dara Antik Kenti kazısı sonucunda ortaya çıkan 38 adet bakır ve bakır alaşımı sikkeden oluşmaktadır. Mardin Arkeoloji Müzesi'nde bulunan bu bakır ve bakır alaşımı sikkelerin tanımlama ve belgeleme çalışması Mardin Arkeoloji Müzesi'nde sikke bölümünde çalışan görevli uzmanların gözetiminde yapıp sikkelerin tarihleme, belgeleme ve tanımlanması amaçlı katalog taraması yapılmıştır. Sikkelerin temizlik ve fotoğraflama çalışmaları kontrol edildikten sonra buradaki fotoğraflama ve temizlik çalışması referans alınarak tekrardan tez çalışması için temizlik ve fotoğraflama yapılmamıştır. Araştırma materyalini oluşturan ibakır ve bakır alaşımı sikkelerin nümizmatik bilgilerle katalog çalışması yapıldıktan sonra katalogta sikkelerin sıralanması amacıyla sikkelerin üzerinde yer alan monogramlara bakarak sıralama yapılmıştır. Bu monogramlar Antik Yunan alfabesine bakılarak düzenlenip sikkeler sıralanıp kataloglanmıştır.

X-ışını Floresans Spektroskopisi (XRF) analiz tekniği toz, sıvı ve katı maddelerin hem nicel hem de nitel elemental analizinde genellikle kullanılan bir tekniktir. Periyodik tablodaki birçok element için çabuk tespit sunmakla birlikte X-ışını uyarımından sonra numuneden yayılan X-ışını floresansının saptanmasına dayanmaktadır. Numune hazırlama ve büyük miktarda tipik olarak numune gerektiren, makro bir tekniktir. XRF uyarımının yararları, hızlı analiz yapması, iz ve major element analizi yapmak için uygunluğuyla birlikte üst düzey kantitatif analiz yapma yetenekleridir. Birden fazla bilimsel çalışmalarda, XRF'in birçok avantajı olsa da tahrip edici örnek hazırlama tekniği ve zaman alması gibi dezavantajları olmaktadır. Fakat son zamanlarda taşınabilir XRF cihazlarının yapılmasıyla, tahribatın minimum seviyeye inmesi ve zaman sorununun halledilmesi ile birlikte kayda değer ilerlemeler olmuştur (Gürçal, 2015).

Tahribatsız yüzey analizlerinde; metal yüzeylerinin korozyonla kaplı olması, o dönemki üretim teknolojisine yönelik alaşımların homojen nitelikte olmaması ve hammadde kaynağının kendine has kimyasal yapısından meydana gelen farklı alaşım kompozisyonların meydana getirdiği nedenlerden dolayı, verilerin yorumlanmasında ve tanımlanmasında ara ara zorluklar oluşmaktadır. Bundan dolayı çalışması yapılacak

numuneler kirlenmemiş yani koruma işlemine tabi tutulmamış olmalı ya da uygulanan yöntemle birlikte kullanılan kimyasalların türü ve kökeninin bilinmesi gerekmektedir. Bu soruna bilhassa X-ışını Floresans (XRF) yöntemi gibi yüzeysel analiz uygulanan yöntemlerde sık sık karşılaşılmaktadır. Bundan dolayı bu tür analizlerden önce, analizi yapılacak olan bölgenin mekanik temizlik uygulanarak korozyon tabakasından ve yüzeyinde bulunan kirlere arındırılması gerekmektedir (Karatak ve ark., 2016).

Tez çalışması kapsamında analizi yapılan bakır ve bakır alaşımı sikkeler müzede görevli uzman kişiler tarafından envanterinin yapılabilmesi için belgeleme, mekanik temizliği ve fotoğraflama işlemleri yapıldıktan sonra kayıt altına alınmışlardır. Sikkelerin analizi sırasında sikkeler üzerinde gözle görülebilen yüzey kirliliği ve korozyon olmadığı tespit edildikten sonra analiz işlemine geçilmiştir. Analizler esnasında bazı analizler için silisyum filtresi takılarak analiz işlemi yapılmıştır.

Sikkelerin analizi esnasında bir kısım sikkenin ön yüz ve arka yüz analizleri yapılarak ön ve arka yüzünde oluşan kirlilik ve aynı zamanda element oranları ile alakalı bilgi edinilmiştir. Analiz sonuçlarını gösteren grafiklerin hazırlanmasında ise ön ve arka yüz analizleri yapılan sikkelerin ön ve arka yüz analiz ortalamaları alındıktan sonra genel tabloya eklenmiştir. Genel tablonun bu şekilde oluşmasından sonra analiz sonuçlarını gösteren tablolar ve grafikler hazırlanmıştır. Bu çalışma kapsamında analizi yapılan 38 adet bakır ve bakır alaşımı sikkenin envanter numaraları, sikkelerin karakteristik ve tipolojik özellikleri analiz numaraları ve fotoğrafları ile ilgili temel bilgiler levhalar bölümünde detaylı bir şekilde incelenmiştir.

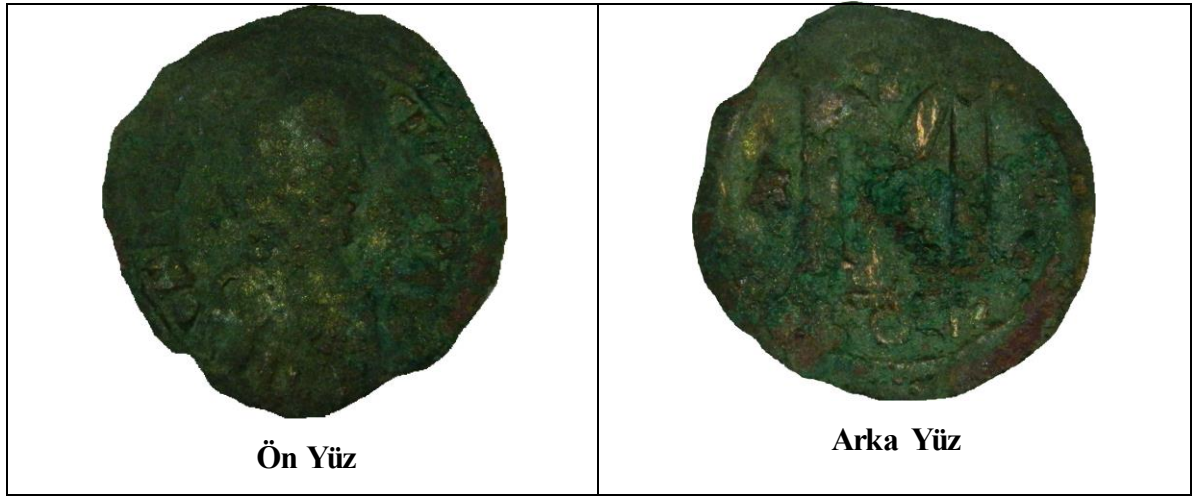
3.1.1 Levhalar

Levha 1:



Katalog No: 01	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 2,7 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağ/Dönemi: I. Iustinus (518-527)	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinus, İmparatorun diademli başı sağa dönük. DN IUSTI (N)US PP AVG	Arka Yüz Sikkenin değerini gösteren “M” harfi, solda yıldız, sağda ve üstte haç. Alt kesimde sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: SB 62, 9A.1	

Levha 2:



Katalog No: 02	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,5 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Anastasius (491-518)	
Müzeeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Anastasius, İmparatorun diademli başı sağa dönük. DN ANASTASIUS PP AVG	Arka Yüz Sikkenin değerini gösteren “M” harfi, solda yıldız, sağda ve üstte haç. Alt kesimde sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: B14 V, 23C	

Levha 3:



Katalog No: 03	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,2 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Anastasius (491-518)	
Müzeye Gelış Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Belirsiz Darphane	
Ön Yüz I. Anastasius, İmparatorun diademli başı sağa dönük. (DN AN) ASTASIUS PP AVG	Arka Yüz Sikkenin değerini gösteren “M” harfi, sağda ve solda yıldız, üstte haç.
Referans: B14 V, 23C	

Levha 4 :



Katalog No: 04	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 2,9 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: Tanımlanamayan İmparator	
Müzeeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz Tanımlanamamış İmparator başı sağa dönük. İmparatorun başında ne olduğu belirgin değil.	Arka Yüz Sikkenin değerini gösteren “M” harfi, solda ve sağda yıldız, üstte haç. Alt kesimde sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans:	

Levha 5:



Katalog No: 05	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 2,9 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: Tanımlanamayan İmparator	
Müzeeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz Tanımlanamamış İmparator başı sağa dönük. İmparatorun başında ne olduğu belirgin değil.	Arka Yüz Sikkenin değerini gösteren “M” harfi, solda ve sağda yıldız, üstte haç. Alt kesimde sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans:	

Levha 6:



Katalog No: 06	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinianus (527-565)	
Müzeeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Theupolis	
Ön Yüz I. Iustinianus, İmparatorun diademli başı sağa dönük. DN IUSTINI ANUS PP AVG	Arka Yüz Sikkenin değerini gösteren “M” harfi, solda ve sağda yıldız, üstte haç. Alt kesimde darp yeri: THEUP
Referans:	

Levha 7:



Katalog No: 07	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 2,8 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinianus (527-565)	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Thessalonika (Selanik)	
Ön Yüz I. Iustinianus, İmparatorun diademli başı sağa dönük. DN IUSTINI ANUS PP AVG	Arka Yüz Sikkenin değerini gösteren “M” harfi, solda ve sağda yıldız, üstte haç. Alt kesimde darp yeri: THESSOLI
Referans:	

Levha 8:



Katalog No: 08	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,2 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: Tanımlanamayan İmparator	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: okunaksız	
Ön Yüz Tanımlanamamış İmparator başı sağa dönük. İmparatorun başında ne olduğu belirgin değil.	Arka Yüz Sikkenin değerini gösteren “M” harfi, solda ve sağda yıldız, üstte haç.
Referans:	

Levha 9:



Katalog No: 09	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,2 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: Tanımlanamayan İmparator	
Müzeeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: okunaksız	
Ön Yüz Tanımlanamamış İmparator başı sağa dönük. İmparatorun başında ne olduğu belirgin değil.	Arka Yüz Sikkenin değerini gösteren “M” harfi, solda ve sağda yıldız, üstte haç.
Referans:	

Levha 10:



Katalog No: 10	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,2 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinianus (527-565)	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinianus, İmparatorun diademli başı sağa dönük. (DN IUSTINI) ANUS PP AVG	Arka Yüz Sikkenin değerini gösteren “M” harfi, solda ve sağda yıldız, üstte haç. Alt kesimde sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: SB 160, 28A.1	

Levha 11:



Katalog No: 11	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinianus (527-565)	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinianus, İmparatorun diademli başı sağa dönük. DN IUSTIN (I) AN (US PP AVG)	Arka Yüz Sikkenin değerini gösteren “M” harfi, solda ve sağda yıldız, üstte haç. Alt kesimde sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: SB 160, 28A.1	

Levha 12:



Katalog No: 12	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,2 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: Tanımlanamayan İmparator	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: okunaksız	
Ön Yüz Tanımlanamamış İmparator başı sağa dönük. İmparatorun başında ne olduğu belirgin değildir.	Arka Yüz Sikkenin değerini gösteren “M” harfi, solda ve sağda yıldız, üstte haç
Referans:	

Levha 13:



Katalog No: 13	
Envanter (Sicil) No: 31.450	
Kazı Envanter No: 81	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 4,32 mm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinianus (527-565)	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinianus, İmparatorun diademli başı sağa dönük. DN IUSTINIAUS PP AVG	Arka Yüz Sikkenin değerini gösteren “M” harfi, solda yıldız, sağda ve üstte haç. Alt kesimde sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: SB 160, 28A.1	

Levha 14:



Katalog No: 14	
Envanter (Sicil) No: 31.453	
Kazı Envanter No: 94	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 4,31 mm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: II. Iustinus (565-578)	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Kyzikos	
Ön Yüz II. Iustinus, İmparatoriçe Sophia ile birlikte cepheden tahtta oturmakta. DN IUSTINIUS PP AVG	Arka Yüz Sikkenin değerini gösteren “M” harfi, solda ANNO, sağda 6. yıl, alt kesimde darp yeri: KYZ
Referans: SB 372, 117A	

Levha 15:



Katalog No: 15	
Envanter (Sicil) No: 31.454	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 4,30 mm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağ/Dönemi: Mauricius Tiberius (582-602)	
Müzeeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz Mauric Tiberius büstü cepheden verilmiştir. Başı çıplak olarak verilmiştir. (DN MAVRIC) TIBER PP AVG,	Arka Yüz Sikkenin değerini gösteren “M” harfi, solda ANNO, sağda 9. yıl, alt kesimde sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: SB 492, 33D	

Levha 16:



Katalog No: 16	
Envanter (Sicil) No: 34.714	
Kazı Envanter No: 2018/09	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,4 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağ/Dönemi: I. Anastasius (491-518)	
Müze Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Okunaksız	
Ön Yüz I. Anastasius, İmparatorun başı sağa dönük. Başında ne olduğu belirgin değildir.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren “M” harfi onun üzerinde haç betimi ve “M” harfinin her iki yanında yıldız motifi vardır.
Referans: B 14 V, 23A.2	

Levha 17:



Katalog No: 17	
Envanter (Sicil) No: 34.715	
Kazı Envanter No: 2018/10	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,5 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağ/Dönemi: I. Anastasius (491-518)	
Müze Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Anastasius, İmparatorun başı sağa dönük. Başında ne olduğu belirgin değildir.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren “M” harfi onun üzerinde haç betimi ve “M” harfinin altında sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: B 14 V, 23A.2	

Levha 18:



Katalog No: 18	
Envanter (Sicil) No: 34.716	
Kazı Envanter No: 2018/11	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,8 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Anastasius (491-518)	
Müzeeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Anastasius, İmparatorun diademli başı sağa dönük.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren “M” harfi onun üzerinde haç betimi ve “M” harfinin her iki yanında yıldız motifi vardır. Kesimde Grekçe (Antik Yunan alfabesi) delta “D” harfi ile sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: B 14 V, 23A.2	

Levha 19:



Katalog No: 19	
Envanter (Sicil) No: 34.717	
Kazı Envanter No: 2018/12	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,1 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinus (518-527)	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinus, İmparatorun diademli başı sağa dönük.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren “M” harfi onun üzerinde haç betini ve yanlarda yıldız motifi vardır. Kesimde sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: SB 62, 8A.2	

Levha 20:



Katalog No: 20	
Envanter (Sicil) No: 34.718	
Kazı Envanter No: 2018/13	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,6 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinus (518-527)	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinus, İmparatorun diademli başı sağa dönük.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren “M” harfi onun üzerinde haç betimi ve yanlarda yıldız motifi vardır. Kesimde Grekçe (Antik Yunan alfabesi) epsilon “E” harfi ile sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: SB 62, 8A.2	

Levha 21:



Katalog No: 21	
Envanter (Sicil) No: 34.719	
Kazı Envanter No: 2018/14	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,4 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinus (518-527)	
Müzeeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinus, İmparatorun diademli başı sağa dönük.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren “M” harfi onun üzerinde haç betimi ve yanlarda yıldız motifi vardır. Kesimde Grekçe (Antik Yunan alfabesi) delta “D” harfi ile sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: SB 62, 8A.2	

Levha 22:



Katalog No: 22	
Envanter (Sicil) No: 34.720	
Kazı Envanter No: 2018/15	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,3 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinus (518-527)	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinus, İmparatorun diademli başı sağa dönük.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren “M” harfi ve yanlarda yıldız motifi vardır. Altta ise sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: SB 62, 8A.2	

Levha 23:



Katalog No: 23	
Envanter (Sicil) No: 34.721	
Kazı Envanter No: 2018/16	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,5 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinus (518-527)	
Müzeeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinus, İmparatorun diademli başı sağa dönük.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren “M” harfi onun üzerinde haç betimi ve yanlarda yıldız motifi vardır. Alt kesimde Grekçe (Antik Yunan alfabesi) epsilon “E” harfi ile sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: SB 62, 8A.2	

Levha 24:



Katalog No: 24	
Envanter (Sicil) No: 34.722	
Kazı Envanter No: 2018/17	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,2 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağ/Dönemi: I. Iustinus (518-527)	
Müze Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinus, İmparatorun başı sağa dönük. Başında ne olduğu belirgin değildir.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren “M” harfi onun üzerinde haç betimi ve yanlarda yıldız motifi vardır. Altta sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: SB 62, 8A.2	

Levha 25:



Katalog No: 25	
Envanter (Sicil) No: 34.723	
Kazı Envanter No: 2018/17	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,2 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinus (518-527)	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinus, İmparatorun başı sağa dönük. Başında ne olduğu belirgin değildir.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren “M” harfi onun üzerinde haç betimi ve yanlarda yıldız motifi vardır. Alt kesimde Grekçe (Antik Yunan alfabesi) epsilon “E” harfi ile sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: SB 62, 8A.2	

Levha 26:



Katalog No: 26	
Envanter (Sicil) No: 34.724	
Kazı Envanter No: 2018/19	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,1 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinus (518-527)	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinus, İmparatorun başı sağa dönük. Başında ne olduğu belirgin değildir.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren “M” harfi onun üzerinde haç betimi ve yanlarda yıldız motifi vardır. Alt kesimde Grekçe (Antik Yunan alfabesi) delta “D” harfi ile sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: SB 62, 8A.2	

Levha 27:



Katalog No: 27	
Envanter (Sicil) No: 34.725	
Kazı Envanter No: 2018/20	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinus (518-527)	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinus, İmparatorun başı sağa dönük. Başında ne olduğu belirgin değildir.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren “M” harfi onun üzerinde haç betimi ve yanlarda yıldız motifi vardır. Alt kesimde Grekçe (Antik Yunan alfabesi) delta “D” harfi ile sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: SB 62, 8A.2	

Levha 28:



Katalog No: 28	
Envanter (Sicil) No: 34.726	
Kazı Envanter No: 2018/21	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 2,9 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinus (518-527)	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinus, İmparatorun diademli başı sağa dönük.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren “M” harfi onun üzerinde haç betimi ve yanlarda yıldız motifi vardır. Alt kesimde sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: SB 62, 8A.2	

Levha 29:



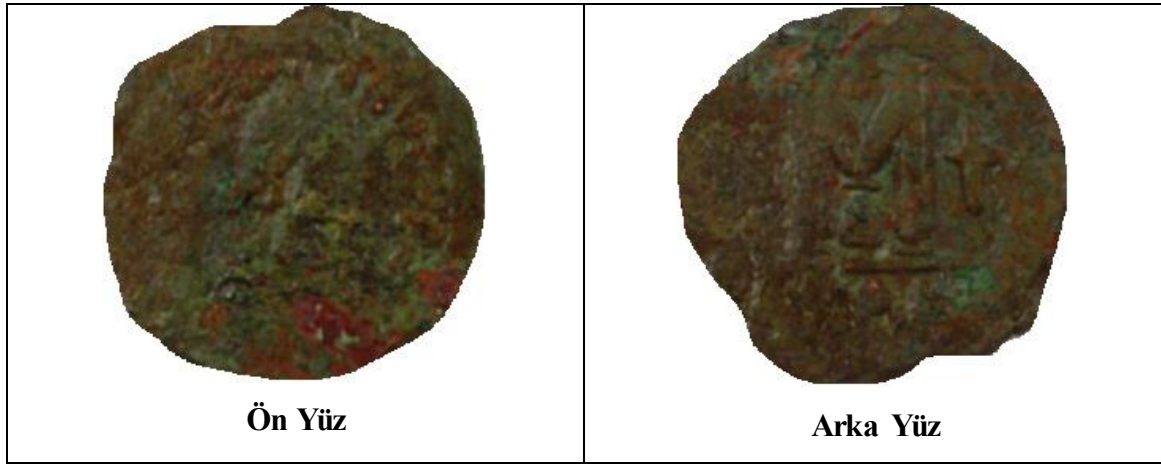
Katalog No: 29	
Envanter (Sicil) No: 34.727	
Kazı Envanter No: 2018/22	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,1 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinianus (527-565)	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinianus, İmparator başı sağa dönük. Başında ne olduğu belirgin değildir.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren “M” harfi, onun üzerinde haç betimi ve yanlarda yıldız motifi vardır. Alt kesimde Grekçe (Antik Yunan alfabesi) gamma “G” harfi ile sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: SB 160, 28A.1	

Levha 30:



Katalog No: 30	
Envanter (Sicil) No: 34.728	
Kazı Envanter No: 2018/23	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,2 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinianus (527-565)	
Müzeeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinianus, İmparator başı sağa dönük. Başında ne olduğu belirgin değildir.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren “M” harfi, sağ yanında haç betimi ve altta ise sikkenin Constantinopolis’te basıldığını gösteren “CON” kısaltması vardır.
Referans: SB 160, 28A.1	

Levha 31:



Katalog No: 31	
Envanter (Sicil) No: 34.729	
Kazı Envanter No: 2018/34	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,1 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinianus (527-565)	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinianus, İmparator'un diademli başı sağa dönük.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren "M" harfi, sağ yanında haç betimi ve altında Grekçe (Antik Yunan alfabesi) delta "D" harfi ile sikkenin Constantinopolis'te basıldığını gösteren "CON" kısaltması vardır.
Referans: SB 160, 28A.1	

Levha 32:



Katalog No: 32	
Envanter (Sicil) No: 34.730	
Kazı Envanter No: 2018/25	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 2,8 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinianus (527-565)	
Müzeeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinianus, İmparator'un diademli başı sağa dönük.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren "M" harfi, sağ yanında haç betimi, sol yanında yıldız motifi ve altında sikkenin Constantinopolis'te basıldığını gösteren "CON" kısaltması vardır.
Referans: SB 160, 28A.1	

Levha 33:



Katalog No: 33	
Envanter (Sicil) No: 34.731	
Kazı Envanter No: 2018/26	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağ/Dönemi: I. Iustinianus (527-565)	
Müzeeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinianus, İmparator'un diademli başı sağa dönük.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren "M" harfi, sağ yanında haç betimi, sol yanında yıldız motifi ve altında sikkenin Constantinopolis'te basıldığını gösteren "CON" kısaltması vardır.
Referans: SB 160, 28A.1	

Levha 34:



Katalog No: 34	
Envanter (Sicil) No: 34.732	
Kazı Envanter No: 2018/27	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,1 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinianus (527-565)	
Müze Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinianus, İmparator'un diademli başı sağa dönük.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren "M" harfi, sağ yanında haç betimi, sol yanında yıldız motifi ve altında sikkenin Constantinopolis'te basıldığını gösteren "CON" kısaltması vardır.
Referans: SB 160, 28A.1	

Levha 35:



Katalog No: 35	
Envanter (Sicil) No: 34.733	
Kazı Envanter No: 2018/28	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağ/Dönemi: I. Iustinianus (527-565)	
Müzeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinianus, İmparator'un başı sağa dönük. Başında ne olduğu belirgin değildir.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren "M" harfi, sağ yanında haç betimi, sol yanında yıldız motifi ve altında sikkenin Constantinopolis'te basıldığını gösteren "CON" kısaltması vardır.
Referans: SB 160, 28A.1	

Levha 36:



Katalog No: 36	
Envanter (Sicil) No: 34.734	
Kazı Envanter No: 2018/29	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3,1 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinianus (527-565)	
Müzeeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinianus, İmparator'un diademli başı sağa dönük.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren "M" harfi ve altında sikkenin Constantinopolis'te basıldığını gösteren "CON" kısaltması vardır.
Referans: SB 160, 28A.1	

Levha 37 :



Katalog No: 37	
Envanter (Sicil) No: 34.735	
Kazı Envanter No: 2018/30	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinianus (527-565)	
Müzeeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinianus, İmparator'un başı sağa dönük. Başında ne olduğu belirgin değildir.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren "M" harfi, yanında yıldız motifi ve altında sikkenin Constantinopolis'te basıldığını gösteren "CON" kısaltması vardır.
Referans: SB 160, 28A.1	

Levha 38:



Katalog No: 38	
Envanter (Sicil) No: 34.736	
Kazı Envanter No: 2018/31	
Bulunduğu Yer: Dara	
Ölçüsü: 3 cm	
Sikkenin Maddesi: Bakır ve Bakır alaşımı	
Çağı/Dönemi: I. Iustinianus (527-565)	
Müzeeye Geliş Şekli: Kazı (Dara)	
Basım Yeri: Constantinopolis	
Ön Yüz I. Iustinianus, İmparator'un başı sağa dönük. Başında ne olduğu belirgin değildir.	Arka Yüz Follis 40 Nummia değerinde olduğunu gösteren "M" harfi, iki yanında yıldız motifi ve altında sikkenin Constantinopolis'te basıldığını gösteren "CON" kısaltması vardır.
Referans: SB 160, 28A.1	

3.2. YÖNTEM

Mardin Arkeoloji Müzesi'nde bulunan ve Bizans dönemine ait olduğu bilinen 38 adet bakır ve bakır alaşımı sikkenin kimyasal kompozisyonunu belirlemek amacıyla in-situ (yerinde) ve tahribatsız analiz yapmamıza imkân veren taşınabilir enerji dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi (P-EDXRF) analiz yöntemi ile sikke eserler analiz edilmiştir. X-ışını floresans spektrometresi (XRF) çalışma mantığı ve tekniği, enerji dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi (ED-XRF), dalga dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi (WD-XRF) teknikleri detaylı bir şekilde açıklanıp ED-XRF tekniğinin tercih edilmesindeki ve kullanılmasıdaki temel amaç belirtilmiştir.

3.2.1 X-ışını Floresans (XRF) Tekniği ve Çalışma Prensibi

3.2.1.1. X-ışını Floresans (XRF) Tekniği

1985 yılında, Wilhelm Röntgen, katot ışını tüpünün yakınına yaklaştırılan baryum tuzlarının ıdığı, madde üzerine düşen hızlı elektronların bilinmeyen tabiatlı olduğunu, oldukça girici ışınlar oluşturduğunu söyleyerek bunları X-ışınları olarak isimlendirmiştir. Hatta X-ışınlarının şeffaf olmayan maddelerden rahatça geçip, doğru çizgiler boyunca ilerledikten sonra elektrik manyetik alandan etkilenmediğinden dolayı yüksüz olduğunu söylemiştir. Dönemin diğer bilim adamları olan Wind ve Haga 1899 yılında yaptıkları incelemelerle bu ışınların dalga karakterinde olup karakteristik X ışınlarının dalga boylarının $\lambda \sim 10^{-8}$ cm olduğunu belirtmişlerdir. Barkla ise 1906 yılında X-ışınlarının farklı maddelerden yayılarak polarize olmakla birlikte enine dalga olduklarını kanıtlamıştır (Şahin ve Kurucu, 2005).

Tüm çalışmaların sonucunda X-ışınlarının, dalga boyunun hayli küçük olmasının dışında, görünür ışıla aynı karakterde olduğu ortaya konmuş ve bunların da elektromanyetik ışınım olduğu ileri sürülmüştür. Thomson X-ışınlarının daha bu özelliklerinin bilinmediği birkaç yıl öncesinde X-ışınlarının elektromanyetik ışınım olduklarını, bunların elektronların katot ışını tüpünün duvarına çarpması sonucu ivmelenmesi ile oluştuğunu söylemiştir. Bundan sonraki yıllarda devam eden çalışmalarda, X-ışınlarının dalga özelliği yanı sıra parçacık özelliğinin de olduğu ortaya çıkmıştır. Kırılma, yansıma, kutuplanma (polarizasyon), kırınım ve koherent saçılma gibi bulgular X-ışınlarının dalga özelliğini, inkoherent saçılma, fotoelektrik soğurulma

ve sintilasyon meydana getirme de parçacık özelliğini ortaya koymuştur (Şahin ve Kurucu, 2005).

X-ışını floresans spektroskopisi yöntemi, analiz için alınan numunede iç kabuk boşluğunun X-ışınları kullanılıp oluşturulan ve oluşan bu boşluğun dış kabuk elektronlarıyla doldurulması esnasında yayılan X-ışınlarının ölçülmesi prensibine dayanan yöntemdir. Analizi yapılan numuneye yollanan X-ışınları, yayılan X-ışınlarından daha büyük enerjiye sahip olmaktadır. Bu durumun anlamı ise floresans ışınması dalga boyunun, numuneye yollanan ışınanın dalga boyundan daha büyük olduğu anlamına gelir. Kaynak olarak, X-ışınmasında X-ışını tüpü kullanıldığında, hızlandırma gerilimi, analiz elementinin absorpsiyonun kenarından daha küçük bir kısa dalga boyu sınırı oluşturacak biçimde seçilmelidir. Floresans ışınanın şiddeti, görünür bölgede ve ultraviyolede olduğu gibi numunenin kendisi tarafından emilen ışınanın bir fonksiyonu olup numune derişimiyle doğru orantılıdır (Gürçal, 2015)

XRF spektrometresi ile analiz edilen malzeme X-ışını ile ışınlanıp her bir elementin atomları belirli bir dalga boyunda karakteristik bir radyasyon yaymaktadır. Bu yayılan radyasyonlar daha sonra bir difraksiyon kristaliyle ayrılıp bir Geiger sayacı veya bir foto şekil plakayla tespit edilip ölçülebilmektedir. Bu teknik, emisyon spektrometresine çok benzemektedir. XRF spektrometresinde numuneyi numune tutucudan çıkarmaya gerek yoktur, numuneden elde ettiğimiz sonuçlar yalnızca yüzeyin bir analizi olmaktadır (Aydın, 2013).

Arkeolojik eserlerin analizinde, X-ışını floresans spektrometresi yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. X-ışını floresans spektrometresi'nin iki türü bulunmaktadır. Bunlar dalga boyu dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi (WD-XRF) ve enerji dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi (ED-XRF) olarak tanımlanmaktadır. WD-XRF tekniğinden ziyade, ED-XRF tekniği daha çok kullanılan bir tekniktir. Bunun sebebi diğer analiz cihazlarına göre nispeten onlardan daha hızlı, hassas, spesifik ve ucuz olmasındandır (Aydın, 2013).

XRF tekniğinin uygulama alanları aşağıdaki gibidir;

- Arkeoloji araştırmaları
- İnce metal ve film kaplama kalınlıklarının tayinleri

- Kömürlerde kükürt, kül ve nem tayinleri
- Temel fizik araştırmaları
- Çevre araştırmaları
- Çeşitli bitki örneklerinin incelenmesi
- Metalurjide, alaşım analizleri
- Petrol ürünleri, boya ve ince film analizleri
- Maden filizlerinin analizleri
- Endüstride, lastik, kâğıt, plastik ve cam gibi maddelerde safsızlık analizleri
- Radyoaktif cevher analizleri (Ahmadi, 2016).

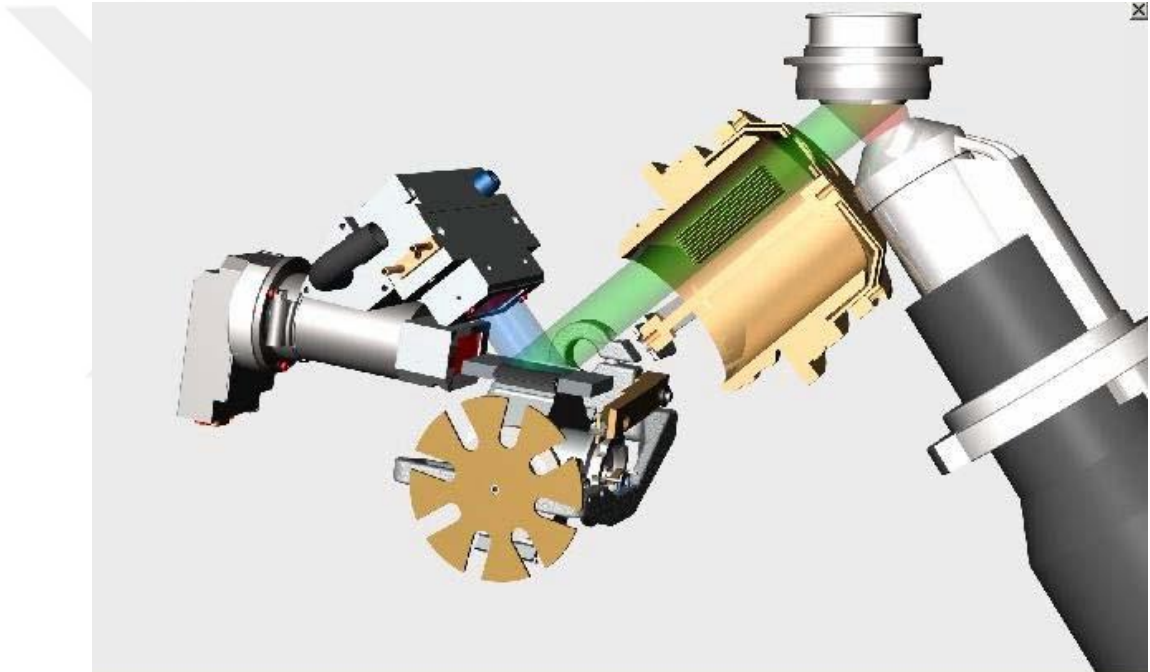
3.2.1.2. X-Işını Floresans Spektrometresinin Çalışma Prensihi

Bu yöntemde, yüksek hız ile anoda doğru yönelen elektron, çekirdeğin etkisinde kaldığında sahip olduğu enerjiyi kaybettikten sonra kendi yolundan sapmaktadır. Böylece elektron ivme kazanıp yol açtıktan sonra elektromanyetik ışıma yapıp, foton salmasına fırsat vermektedir. Bunlardan dolayı devamlı bir X-ışını spektrumu elde edilmiş olmaktadır. Oluşan bu olaya Bremsstrahlung (frenleme) ışıması da denmektedir. Başka bir X-ışını oluşum şekli ise: Yüksek hızlı elektron, anot metaline çarpıp anodun yörüngesinden bir elektron koparabilmektedir. Bundan dolayı atomlar kararlılığını kaybetmektedir. Atomlar tekrar kararlılıklarını kazanmak için, dış orbitaldeki elektronlar iç orbitaldeki elektron boşluklarını doldurmaya çalışmaktadır. Bu iki yörünge arasında olan enerji farkı kadar bir ışıma gerçekteşip X-ışını olarak meydana gelir. Bu oluşan X-ışınları karakteristik olup, floresan ışıması ya da ikincil X-ışını olarak tanımlanmaktadır (Küçük ve ark., 2017).

X-ışını spektrometrsinde analiz için numune hazırlama metotları analiz sonuçlarını doğrudan etkilemektedir. Bundan dolayı numune hazırlama son derece yüksek hassasiyet isteyen önemli bir işlemdir. İdeal bir numunenin taşıması gereken özellikler, tekrar oluşturabilirlik, yüzey düzensizliklerinden arınmışlık, homojenlik, belli bir kalınlıkla birlikte uygun tane boyutudur. X-ışını floresan analizinde dört tür numune hazırlama bulunmaktadır: Eritiş (füzyon) numune, toz palet numune, az miktardaki toz numuneler için mylar filmle sarım ve sıvı numune (Küçük ve ark., 2017).

3.2.2. Dalga Boyu dağılımlı X-ışını Floresans spektrometresi (WD-XRF)

Dalga boyu dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi sistemi, bir adet numune tutucu, bir adet X-ışını kaynağı, kristal, bir adet birincil kolimatör ve iki adet dedektörden oluşmaktadır. Bir kırılma kristali ve kolimatör seti, kendisine gelen karakteristik ışınları dalga boylarına göre ayırabilmek için kullanılmaktadır. Bu kırılan ışınlar farklı doğrultular ile yayılacaklarından belirli açılarda yerleştirilmiş dedektörler, belirli doğrultularda yayımlanmış karakteristik ışınların ölçümünü yapmaktadır (Şekil 3.2) (Koç, 2009).



Şekil 3.2. WD-XRF spektrometresi sistemi (Koç, 2009)

Dalga boyu dağılımlı X-ışını floresans spektrometreler enerji dağılımlılardan % 50 oranında daha hassas olmaktadır. Dalga boyu dağılımlı sistemler yalnızca programlanmış oldukları elementleri ölçmektedir. Dalga boyu dağılımlı sistemlerde rezülasyon 10-100 eV aralığındadır (Demir, 2007)

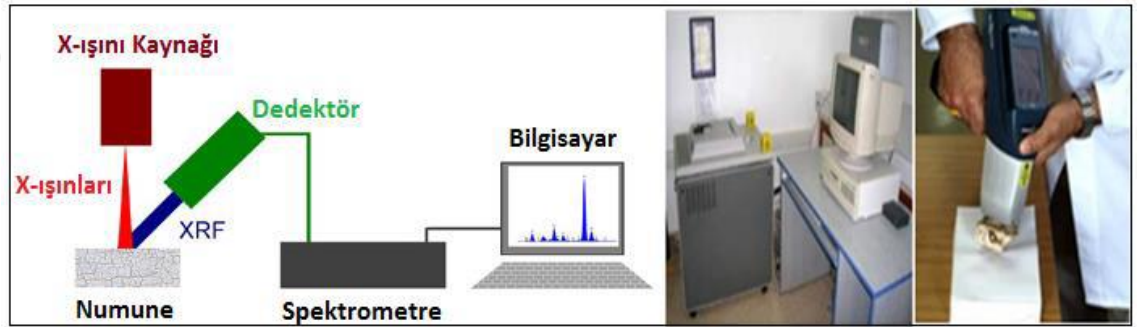
Deney boyunca numune haznesi hafif elementlere ait olan karakteristik ışınların hava tarafından soğurulmaması amacıyla vakum atmosferinde tutulmaktadır. Cihaz, sıvı numuneler için helyum atmosferine alındıktan sonra ölçümü yapılmaktadır. Ölçümü

sonucunda, şiddet-difraksiyon açısı (2θ) eğrisi elde edilmektedir. Elde edilen bu eğri, Bragg kanunu yardımıyla çözülmektedir (Küçük ve ark., 2017).

Bu tez kapsamında analiz edilen eserlerden parça alınmasına izin verilmeyeceğinden tahribatlı olan bu yöntem kullanılmamıştır. Bu yöntemin diğer dezavantajı ise yerinde analiz yapma imkânı tanınmasıdır. Bu yöntem yerine ED-XRF kullanılmıştır.

3.2.3. Enerji Dağılımlı X-ışını floresans Spektrometresi (ED-XRF)

Enerji dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi (WDXRF) tekniği, esere zarar vermeyen, hızlı sonuç alınabilen, maliyeti ucuz olan ve hassas çoklu element analizi yapabilme özelliklerine sahip olmasından ötürü arkeolojik malzemelerin kalitatif ve kantitatif analizi için uygun bir teknik olmaktadır. Enerji dağılımlı teknikte X-ışınlarının enerjisi doğrudan doğruya ölçülmektedir. Enerji dağılımlı tekniğin analiz aralığı atom numarası 11 ile 92 arasında olan elementleri kapsamaktadır (Şekil 3.3) (Varan, 2015).



Şekil 3.3. Enerji dağılımlı XRF tekniği prensibi ve modern sistemi (Varan, 2015).

Enerji dağılımlı X-ışını floresans spektrometresinde, örnekte olan her bir farklı elementten gelen saymalar, aynı anda saptanmaktadır. Eser miktarda olan elementler için en çok birkaç dakika sarf edilmektedir. Enerji dağılımlı spektrometrenin dedeksiyon sistemi, analiz edilen numuneden gelen karakteristik X-ışınlarını enerjilerine göre kanallara yerleştirmektedir. Bu ayrılma işlemine dispersiyon denmektedir (Varan, 2015). Enerji dağılımlı sistemde aynı anda yaklaşık 32 adet elementin analizi yapıp sonuçları ppm ve elementlerin element olarak yüzdesini (%) verilebilmektedir (Aydın, 2013).

Enerji dağılımlı spektrometreler (EDXRF), uyarıcı kaynak, dedektör ve sayma sistemlerinden oluşmaktadır. Enerji dağılımlı sistemlerde dedektörler genel olarak, Ge (Li) ya da Si (Li) şeklindedir. Veriyi oluşturmak, Pulsarı birbirinden ayırmak ve belirlemek amacıyla çok kanallı analizör kullanılmaktadır. Bu sistemlerin rezölasyonu yaklaşık olarak dedektörünkine eşit olmasından dolayı bu sistemlerde dedektör seçimi son derece önemlidir. Enerji dağılımlı sistemleri, dalga boyu dağılımlı sistemlerine oranla iki önemli avantajı bulunmaktadır. Bu sistemin ilk avantajı numuneden emisyon spektrumunu aynı zamanda oluşturup göstermesidir. İkincisi ise, mekanik olarak kullanım kolaylığı sağlamasıdır (Demir, 2007).

3.2.3.1. Taşınabilir Enerji Dağılımlı X-ışını Floresans Spektrometresi (P-EDXRF)'in Çalışma Prensibi

Tahribatsız bir yöntem olan taşınabilir enerji dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi, maddenin elementel kompozisyonun belirlenmesi amacıyla yapılan bir yöntemdir. Bu yöntemde analizi yapılacak olan örneğe, yüksek enerjili X-ışını uygulanmaktadır. Analizdeki örneklerin yüksek enerjili X-ışını kaynağıyla ısıtılması sonucunda elementlerin atom çekirdeğine en yakın katmanlardaki elektronlar atomdan uzaklaşmaktadır. Bundan sonraki aşamada bir üst orbitaldeki elektron alt orbitali geçerken X-ışını olarak salınım yapmaktadır. Her elementin farklı bir elektron yapısı olduğundan dolayı salınan X-ışınının enerjisi de analit elemente özgü olup tanımlayıcı niteliktedir. Bu yöntemde temel olarak örnekten geri salınan X-ışınının, dedektör yardımıyla algılanması ve X-ışınının enerji karakterine göre elementlerin kimliklerinin belirlenmesi prensibi temel alınmaktadır (Ataman, 2012).

Çalışma konusu olan sikkeler üzerindeki tüm analizlerde sikkelerden parça almadan doğrudan analiz yapmamızı sağlayan, metal eserlere zararı olmayan ve de taşınabilirliğinden dolayı in-situ (yerinde) analiz yapma imkânı sağlamasından dolayı kültür varlıklarının incelenmesi ile ilgili çalışmalarda yaygın bir şekilde kullanılan taşınabilir enerji dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi (P-EDXRF) analiz yöntemi kullanılmıştır (Aydın, 2017).

Batman Üniversitesi Arkeometri Anabilim Dalı'na ait olan taşınabilir enerji dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi (P-EDXRF) cihazı çalışmanın analizlerinde kullanılmıştır (Şekil 3.4). Taşınabilir enerji dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi (ED-XRF) tekniği ile analizleri dört farklı şekilde yapma imkânı sunmaktadır. Bunlar;

- ✓ Alloy Plus (Metal Alaşım Modu)
- ✓ Geochem Modu (Jeolojik Malzeme Modu)
- ✓ Precius Metal Modu (Değerli metal, altın, platin, gümüş vb.)
- ✓ Soil Modu (Toprak Modu) olarak sıralanır.

Tez çalışmasında, Alloy Plus Modu yani Metal Alaşım Modunda analiz yapılmıştır. Alaşım modunda ışın 40 kV derecesinde analiz etmektedir. Batman Üniversitesi Arkeometri Anabilim Dalı bünyesinde bulunan taşınabilir enerji dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi'yle (P-EDXRF) metal alaşım modunda nitel ve nicel analizleri yapılan elemanetler Tablo 3'te verilmiştir. Tez çalışmasında, analizi yapılan sikkelerin temizlik çalışmaları daha önceden müze uzmanlarınca yapıldığından analizler öncesinde sikkeler üzerinde bir ön hazırlık yapılmamıştır. Analizi yapılacak sikkeler için analiz süresi 60 saniye olarak ayarlanıp analizler yapılmıştır.



Şekil 3.4. Batman Üniversitesi Arkeometri Anabilim Dalı bünyesinde bulunan Taşınabilir Enerji Dağılımlı X-Işımları Floresans Spektrometresi (P-EDXRF)

Tablo 3.2. Metal alaşım modunda nitel ve nicel analizleri yapılan elementler

Element	Simge	Atom numarası
Titanyum	Ti	22
Wolfram	W	74
Mangan	Mn	25
Kobalt	Co	27
Bakır	Cu	29
Arsenik	As	33
Antimon	Sb	51
Molibden	Mo	42
Hafniyum	Hf	72
Çinko	Zn	30
Fosfor	P	15
Zirkonyum	Zr	40
Nikel	Ni	28
Alüminyum	Al	13
Kurşun	Pb	82
Demir	Fe	26
Kalay	Sn	50
Altın	Au	79
Krom	Cr	24
Gümüş	Ag	47
Renyum	Re	75
Vanadyum	V	23
Palladyum	Pd	46
Kadmiyum	Cd	48
Platin	Pt	78
Magnezyum	Mg	12
Civa	Hg	80
Nikel	Ni	28
Silisyum	Si	14
Bizmut	Bi	83
Kükürt	S	16
Niyobyum	Nb	41
Tantal	Ta	73

3.2.3.1.1. Taşınabilir Enerji Dağılımlı X-ışını Floresans Spektrometresi'nin Avantajları ve Dezavantajları

3.2.3.1.1.1. Avantajları

- Hızlı sonuç vermesiyle birlikte analiz edilen materyallerin analiz sonuçlarını hemen alabilmektedir.
- Oranla daha ucuz olmasıyla birlikte satın alma kolaylığı sağlamasından dolayı bilimsel araştırmaların öneminin artmasını sağlamaktadır.
- Esere zarar vermeyen bir analiz yöntemidir. Analizi yapılacak olan eseri kırmak, tahrip etmek, kesmek, parçalamak ya da ufalamak gibi zarar verici işlem gerektirmez.
- Çeşitli kimyasal ve fiziksel yapıdaki maddeleri analiz etmektedir (taş, metal, toprak ve cam).
- Analizi yapılacak numune için bir ön hazırlık yapmaya gerek yoktur. Örneğin çeşitli şekil ve boyutlarda olmasına gerek olmamakla birlikte, numunenin hazırlanması diğer analiz yöntemlerine göre daha kolaydır.
- Aynı eserde birden çok analiz yapma imkânı sağlar.
- Taşınabilir olmasından dolayı taşınmaz olan kültür varlıkları için yerinde (İn situ) analiz imkânı sunmaktadır (Aydın, 2013).

3.2.3.1.1.2. Dezavantajları

- Korozyona uğrayan ve yüzeyi kirli olan eserlerde analiz sonuçları büyük oranda korozyon veya yüzey kirliliklerinin sonuçlarını içermekle birlikte aynı zamanda az miktarda da hammadde sonuçlarını içermesi yüksek ihtimaldir.
- Eserin yüzeyinden ölçüm yapan bir tekniktir.
- Analiz limiti 50 ppm seviyesindedir.
- Kaplama azda olsa yanılma payı bulunmaktadır (Aydın, 2017).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Değerlendirme

Mardin Arkeoloji Müzesi'nde bulunan 38 adet Dara Antik Kenti Bizans dönemi bakır ve bakır alaşımı sikkelerin taşınabilir enerji dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi (P-EDXRF) ile analizleri yapılmıştır. Analizi yapılan sikkeler içerisindeki element oranları belirlendikten sonra analiz sonuçları Tablo 4.1.'de verilmiştir. Dara Antik Kenti Bizans dönemi bakır ve bakır alaşımı sikkelerin içeriğine bakıldığında ana element olarak bakır (Cu) ve kurşun (Pb), bulunurken az ve iz elementleri ise silisyum (Si), fosfor (P), demir (Fe), nikel (Ni), arsenik (As), gümüş (Ag) olarak tespit edilmiştir.

Dara Antik Kenti Bizans dönemi bakır ve bakır alaşımı sikkelerin ana elementi olan bakır (Cu) ve kurşun (Pb) oranlarının yüzde (%) cinsinden dağılımı Grafik 4.1.'de az ve iz elementleri olan silisyum (Si), fosfor (P), demir (Fe), nikel (Ni), arsenik (As), ve gümüş (Ag) oranlarının yüzde (%) cinsinden dağılımı Grafik 4.2.'de verilmiştir. Sikkeler filtreli analiz edilmiştir. Sikkelerde içeriği oluşturan elementlerin oranları spektrometrenin belirleyebileceği miktarın altında ise analiz esnasında spektrometre tarafından ND (Not Dedectet) şeklinde ifade edilmiştir. Analizi yapılan sikkelerin içeriğinde tespit edilen elementlerin silisyum (Si), fosfor (P), demir (Fe), nikel (Ni), bakır (Cu), arsenik (As), gümüş (Ag), kurşun (Pb) olduğu görülmektedir.

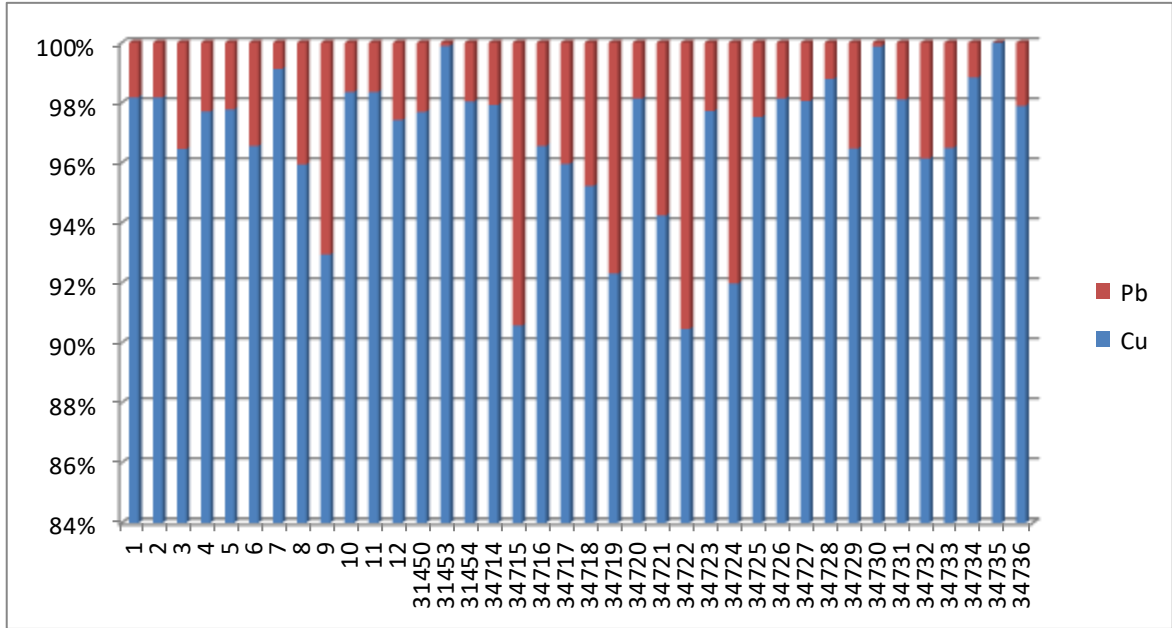
Taşınabilir enerji dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi (P-EDXRF) ile analizi yapılan sikkelerin içeriğinde bakır (Cu) oranının % 83,5 ile % 97,8 aralığında değiştiği ve % 93,3 ortalamaya sahip olduğu tespit edilmiştir. Bakır oranları arasındaki farkın fazla olmadığı görülmektedir (Tablo 4.1.). Sikkelerde görülen yüksek bakır (Cu) sikkelerin element içeriğinde kullanılan bakırın yüksek saflığını göstermektedir.

Tez çalışması kapsamında analiz edilen sikkelerin içeriğindeki ana elementlerden bir diğeri olan kurşun (Pb) oranının ise % 00,9 ile % 9,40 aralığında değiştiği ve % 3,04 ortalamaya sahip olduğu tespit edilmiştir. Ortalamalara göre en düşük orandaki element nikel (Ni) ve en yüksek orandaki element ise bakır (Cu) olarak tespit edilmiştir. Dönemlere bakıldığında I. Iustinianus dönemi 7, 34728, 34735 ve II. Iustinus dönemi 31453 envanter numaralı sikkelerde diğer imparator dönemlerinde

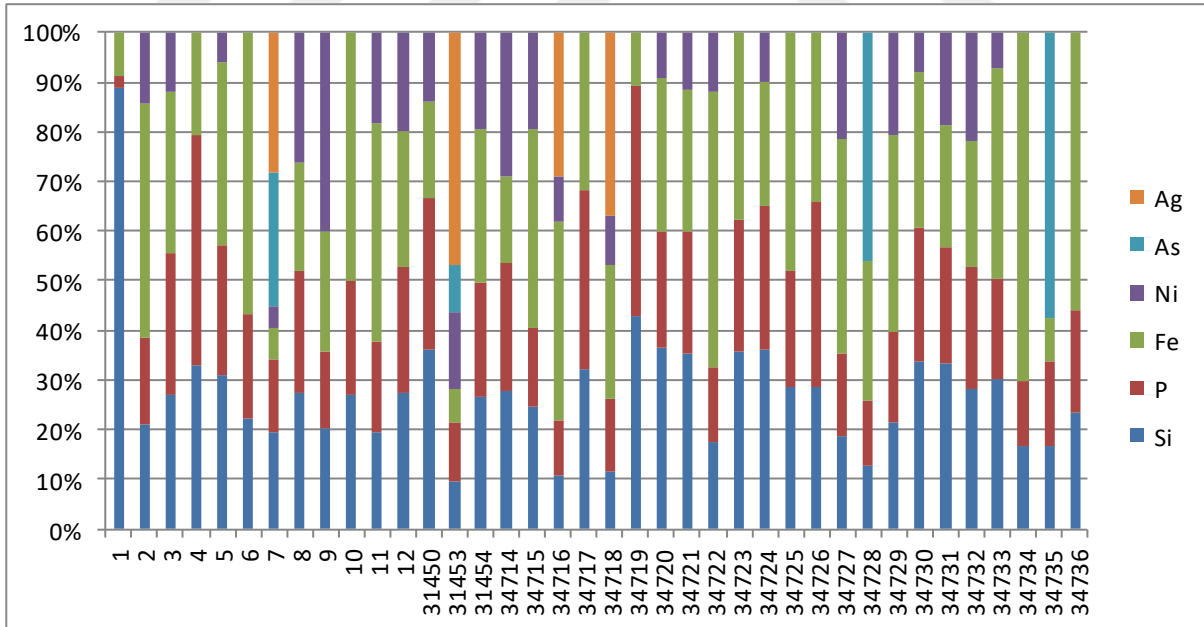
sikkelerin içeriğinde kullanılmayan sadece bu dönemlerdeki sikkelerin içerisinde kullanılan arsenik (As) yer almaktadır (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. Dara Antik Kenti Bizans Dönemi Bakır ve Bakır Alaşımı Sikkelerinin P-EDXRF Analiz Sonuçları

Env. No	İmparator	Si	P	Fe	Ni	Cu	As	Ag	Pb
1	I.Iustinus	5,08	0,13	0,51	ND	92,6	ND	ND	1,72
2	I.Anastasius	0,29	0,24	0,65	0,2	96,8	ND	ND	1,8
3	I.Anastasius	0,25	0,26	0,3	0,11	95,6	ND	ND	3,51
4	TN İmp. ?	0,19	0,27	0,12	ND	97,1	ND	ND	2,28
5	TN İmp. ?	0,31	0,26	0,37	0,06	96,8	ND	ND	2,2
6	I. Iustinianus	0,25	0,24	0,64	ND	95,5	ND	ND	3,41
7	I. Iustinianus	0,27	0,2	0,09	0,06	97,8	0,37	0,39	0,86
8	TN İmp. ?	0,29	0,26	0,23	0,28	94,9	ND	ND	4,02
9	TN İmp. ?	0,28	0,21	0,33	0,55	91,7	ND	ND	6,97
10	I. Iustinianus	0,28	0,24	0,52	ND	97,3	ND	ND	1,63
11	I. Iustinianus	0,23	0,22	0,52	0,22	97,2	ND	ND	1,63
12	TN İmp. ?	0,25	0,23	0,25	0,18	96,5	ND	ND	2,56
31450 (Ön Yüz Silisyum Filtreli)	I. Iustinianus	13,4	0,73	0,18	0,11	83,5	ND	ND	2,11
31450 (Ön Yüz Filtresiz)	I. Iustinianus	0,26	0,22	0,14	0,1	97	ND	ND	2,29
31450 (Arka Yüz Filtresiz)	I. Iustinianus	0,33	0,25	0,27	0,19	96,8	ND	ND	2,11
31453 (Ön Yüz)	II. Iustinus	0,21	0,26	0,14	0,34	97,7	0,21	1,02	0,11
31453 (Arka Yüz)	II. Iustinus	0,33	0,28	0,41	0,29	96,1	0,23	2,26	0,09
31454 (Ön Yüz)	Mauricius Tiberius	0,31	0,27	0,36	0,23	96,9	ND	ND	1,94
31454 (Arka Yüz)	Mauricius Tiberius	0,27	0,22	0,23	0,31	97	ND	ND	1,97
34714	I.Anastasius	0,24	0,22	0,15	0,25	97,1	ND	ND	2,06
34715	I.Anastasius	0,34	0,22	0,55	0,27	89,3	ND	ND	9,3
34716	I.Anastasius	0,25	0,26	0,94	0,21	94,3	ND	0,68	3,37
34717	I. Iustinus	0,23	0,26	0,23	ND	95,3	ND	ND	4,01
34718	I. Iustinus	0,2	0,25	0,46	0,17	93,6	ND	0,63	4,69
34719	I. Iustinus	0,24	0,26	0,06	ND	91,8	ND	ND	7,64
34720	I. Iustinus	0,28	0,18	0,24	0,07	97,4	ND	ND	1,85
34721	I. Iustinus	0,3	0,21	0,24	0,1	93,4	ND	ND	5,71
34722	I. Iustinus	0,25	0,21	0,79	0,17	89,2	ND	ND	9,4
34723	I. Iustinus	0,31	0,23	0,33	ND	96,9	ND	ND	2,26
34724 (Ön Yüz)	I. Iustinus	0,32	0,26	0,22	0,09	91,2	ND	ND	7,95
34724 (Arka Yüz)	I. Iustinus	0,24	0,24	0,18	0,29	96,3	ND	ND	2,79
34725	I. Iustinus	0,32	0,26	0,54	ND	96,4	ND	ND	2,45
34726	I. Iustinus	0,21	0,27	0,25	ND	97,4	ND	ND	1,84
34727	I. Iustinianus	0,27	0,24	0,62	0,31	96,6	ND	ND	1,92
34728	I. Iustinianus	0,2	0,21	0,44	ND	97,2	0,73	ND	1,19
34729 (Ön Yüz)	I. Iustinianus	0,25	0,21	0,46	0,24	95,4	ND	ND	3,49
34729(Arka Yüz)	I. Iustinianus	0,26	0,22	0,25	0,22	95,6	ND	ND	3,48
34730	I. Iustinianus	0,25	0,2	0,23	0,06	99,1	ND	ND	0,12
34731	I. Iustinianus	0,27	0,19	0,2	0,15	97,3	ND	ND	1,88
34732	I. Iustinianus	0,22	0,19	0,2	0,17	95,4	ND	ND	3,83
34733	I. Iustinianus	0,3	0,2	0,42	0,07	95,5	ND	ND	3,47
34734	I. Iustinianus	0,32	0,25	1,34	ND	96,9	ND	ND	1,14
34735	I. Iustinianus	0,23	0,24	0,12	ND	97,4	0,8	ND	1, 2
34736	I. Iustinianus	0,28	0,25	0,67	ND	96,7	ND	ND	2,08
Ortalama		0,67	0,24	0,37	0,19	93,39	0,46	0,99	3,04
Minimum		0,19	0,13	0,12	0,06	83,5	0,21	0,39	0,09
Maximum		13,4	0,73	1,34	0,55	99,1	0,73	2,26	7,64



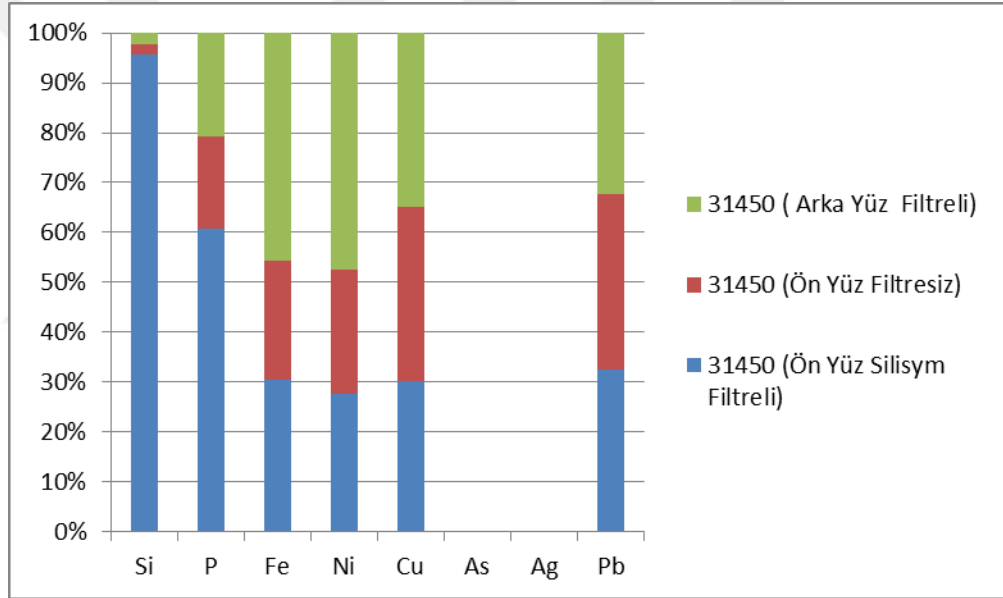
Grafik 4.1. Dara Antik Kenti Bizans Dönemi Bakır ve Bakır Alaşımı Sikkelerinin bakır (Cu) ve kurşun (Pb) Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı.



Grafik 4.2. Dara Antik Kenti Bizans Dönemi Bakır ve Bakır Alaşımı Sikkelerinin silisyum (Si), fosfor (P), demir (Fe), nikel (Ni), arsenik (As) ve gümüş (Ag), Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı.

Tablo 4.2. 31450 Envanter Numaralı Sikkenin Ön Yüzünün Filtreli, Filtresiz ve Arka Yüz Element Oranları (%).

Env. No	Si	P	Fe	Ni	Cu	As	Ag	Pb
31450 (Ön Yüz Silisym Filtreli)	13,4	0,73	0,18	0,11	83,5	ND	ND	2,11
31450 (Ön Yüz Filtresiz)	0,26	0,22	0,14	0,1	97,0	ND	ND	2,29
31450 (Arka Yüz Filtreli)	0,33	0,25	0,27	0,19	96,8	ND	ND	2,11
Ortalama	4,66	0,4	0,19	0,13	92,4	ND	ND	2,17
Minimum	0,26	0,22	0,14	0,1	83,5	ND	ND	2,11
Maximum	13,4	0,25	0,27	0,11	97,0	ND	ND	2,29



Grafik 4.3. 31450 Envanter Numaralı Sikkenin Ön Yüzünün Filtreli, Filtresiz ve Arka Yüz Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı.

Tablo 4.2.'de ve Grafik 4.3.'te 31450 Envanter numaralı sikke üzerinde filtreli ve filtresiz analiz sonuçlarını karşılaştırmak amacıyla sikkenin ön yüz filtreli, filtresiz ve filtresiz arka yüz analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları doğrultusunda elementler arasındaki filtreli ve filtresiz görülen fark yüzey kirlenmelerinden kaynaklanmış olabilir. Ön ve arka yüz analiz sonuçlarına göre bakır (Cu) oranlarına bakıldığında 31450 envanter numaralı sikkenin ön yüzünde % 97,0 ve arka yüzünde % 96,8 oranında bakır tespit edilmiştir. Sikkenin ön yüzünde görülen bakır (Cu) oranındaki düşüşün

nedeni filtre kullanılmadığından silisyum (Si) oranının artıp bakır (Cu) oranının azalmasından kaynaklanmaktadır.

Tez çalışması kapsamında taşınabilir enerji dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi (P-EDXRF) ile analiz edilen Dara Antik Kenti Bizans dönemi bakır ve bakır alaşımı sikkelerin dönemleri olan I. Anastasius (M.S. 491-518), I. Iustinus (M.S. 518-527), I. Iustinianus (M.S. 527-565), II. Iustinus (M.S. 565-578), Mauricius Tiberius (M.S. 582-602) ve tanımlanamayan imparatorların analiz sonuçları ise şu şekildedir.

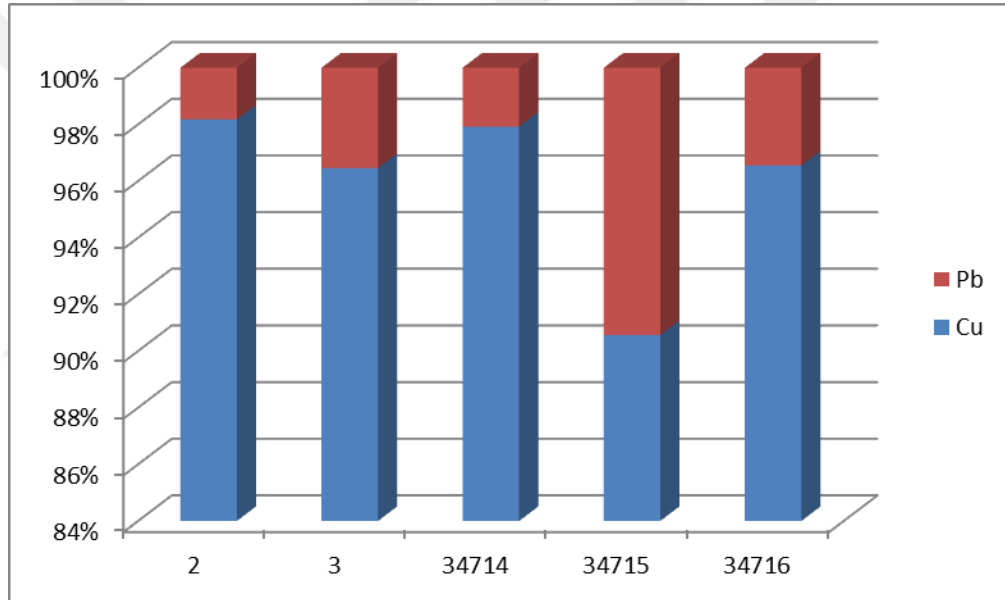
4.1.1. I. Anastasius (M.S. 491-518) Dönemi P-EDXRF Analiz Sonuçları

I. Anastasius (M.S. 491-518) dönemi sikkelerinin ana elementi olan bakır oranlarının % 89,3 ile % 96,8 arasında değiştiği ve % 94,6 ortalamaya sahip olduğu belirlenmiştir. Ana elementlerden bir diğeri olan kurşun (Pb) oranının ise % 1,8 ile % 9,30 aralığında değiştiği ve % 4,00 ortalamaya sahip olduğu tespit edilmiştir (Grafik 4.4.). Ortalamalara göre en düşük orandaki element nikel (Ni) ve en yüksek ise bakır (Cu) olarak tespit edilmiştir. Çalışmada, I. Anastasius (M.S. 491-518) dönemi sikkelerinde arsenik (As) kullanılmamıştır. 34716 envanter numaralı sikkede ise gümüş (Ag) kullanılmıştır (Tablo 4.3., Grafik 4.5.).

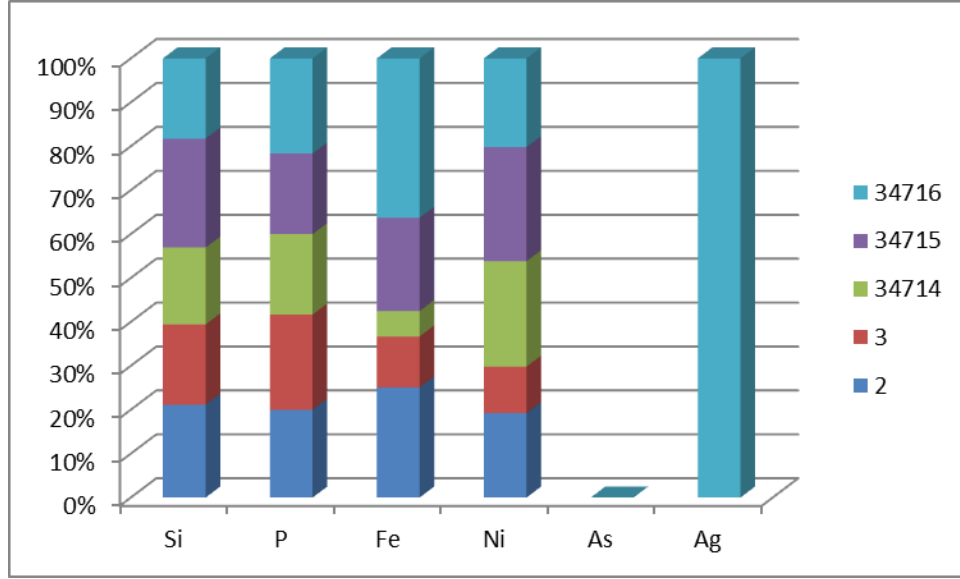
Sikkelerin içeriğinde saptanan bakır oranlarının dağılımında görülen değişim genel olarak imparatorluğun ekonomik durumu ile ilgilidir. Bu dönemde görülen dinsel kaynaklı iç çatışmalardan doğan isyanlara rağmen gerçekleştirilen başarılı para reformu sayesinde özellikle bakır sikkeler üzerinde uygulanan değişiklikler ile analiz sonuçlarından da görüldüğü üzere bakır oranlarındaki değişim az olmuştur (Tekin, 1999).

Tablo 4.3. I. Anastasius Sikkelerinin P-EDXRF Analiz Sonuçları (%)

Env. No	Si	P	Fe	Ni	Cu	As	Ag	Pb
2	0,29	0,24	0,65	0,2	96,8	ND	ND	1,8
3	0,25	0,26	0,3	0,11	95,6	ND	ND	3,51
34714	0,24	0,22	0,15	0,25	97,1	ND	ND	2,06
34715	0,34	0,22	0,55	0,27	89,3	ND	ND	9,3
34716	0,25	0,26	0,94	0,21	94,3	ND	0,68	3,37
Ortalama	0,27	0,24	0,51	0,20	94,62	ND	0,68	4,00
Minimum	0,24	0,22	0,3	0,11	89,3	ND	0,68	1,8
Maximum	0,34	0,26	0,94	0,27	97,1	ND	0,68	9,3



Grafik 4.4. I. Anastasius Sikkelerinin bakır (Cu) ve kurşun (Pb) Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı.



Grafik 4.5. I. Anastasius Sikkelerinin silisyum (Si), fosfor (P), demir (Fe), nikel (Ni), arsenik (As) ve gümüş (Ag), Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı

4.1.2. I. Iustinus (M.S. 518-527) Dönemi P-EDXRF Analiz Sonuçları

I. Iustinus (M.S. 518-527) dönemi sikkelerinin ana elementi olan bakır oranlarının % 89,2 ile % 97,4 arasında değiştiği ve % 86,9 ortalama sahip olduğu belirlenmiştir. Ana elementlerden bir diğeri olan kurşun (Pb) oranının ise % 1,72 ile % 9,40 aralığında değiştiği ve % 4,35 ortalama sahip olduğu tespit edilmiştir. Ortalamalara göre en düşük orandaki element nikel (Ni) ve en yüksek ise bakır (Cu) olarak tespit edilmiştir. 34718 envanter numaralı sikkede I. Iustinus dönemi diğer sikkelerinin içeriğinde yer almayan % 0,63 oranında gümüş (Ag) görülmektedir. (Tablo 4.4., Grafik 4.6.).

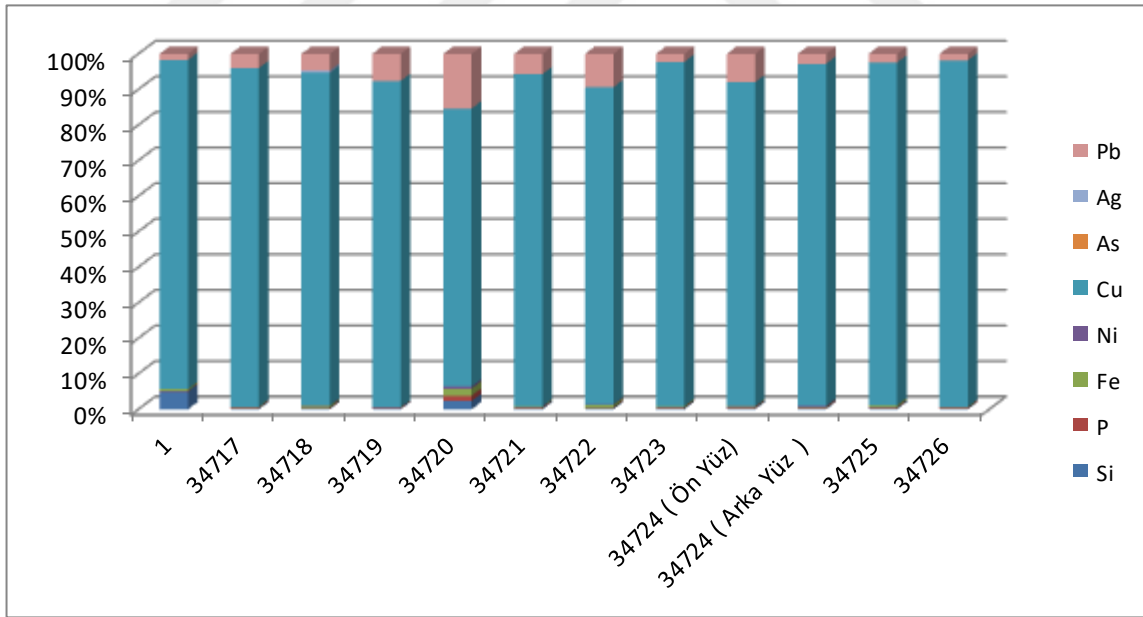
I. Anastasius (M.S. 491-518) dönemi sikkelerinin ana elementlerinden olan kurşun (Pb) oranı % 4,00 ortalama sahip iken, I. Iustinus (M.S. 518-527) dönemi sikkelerinin kurşun (Pb) oranı artış göstererek % 4,35 ortalama sahip olmuştur. Bu da kurşunun antik saflaştırmada kullanılmaya devam ettiğini göstermektedir.

Bu dönemin ekonomisine bakacak olursak I. Iustinus (M.S. 518-527), oldukça fazla harcama yapmış bir imparatorudur. Döneminde ayaklanmalar meydana gelmiş

doğuda Perslerle ve batıda Germanlerle savaşlar yapılmıştır. Bu sebeplerden ötürü dönemin ekonomisi kötü durumdadır (Tekin, 1999).

Tablo 4.4. I. Iustinus Sikkelerinin P-EDXRF Analiz Sonuçları (%)

Env. No	Si	P	Fe	Ni	Cu	As	Ag	Pb
1	5,08	0,13	0,51	ND	92,6	ND	ND	1,72
34717	0,23	0,26	0,23	ND	95,3	ND	ND	4,01
34718	0,2	0,25	0,46	0,17	93,6	ND	0,63	4,69
34719	0,24	0,26	0,06	ND	91,8	ND	ND	7,64
34720	0,28	0,18	0,24	0,07	9,4	ND	ND	1,85
34721	0,3	0,21	0,24	0,1	93,4	ND	ND	5,71
34722	0,25	0,21	0,79	0,17	89,2	ND	ND	9,4
34723	0,31	0,23	0,33	ND	96,9	ND	ND	2,26
34724 (Ön Yüz)	0,32	0,26	0,22	0,09	91,2	ND	ND	7,95
34724 (Arka Yüz)	0,24	0,24	0,18	0,29	96,3	ND	ND	2,79
34725	0,32	0,26	0,54	ND	96,4	ND	ND	2,45
34726	0,21	0,27	0,25	ND	97,4	ND	ND	1,84
Ortalama	0,66	0,23	0,33	0,14	86,95	ND	0,63	4,35
Minimum	0,2	0,13	0,06	0,07	89,2	ND	0,63	1,72
Maximum	5,08	0,26	0,79	0,29	97,4	ND	0,63	9,4



Grafik 4.6. I. Iustinus Sikkelerinin Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı.

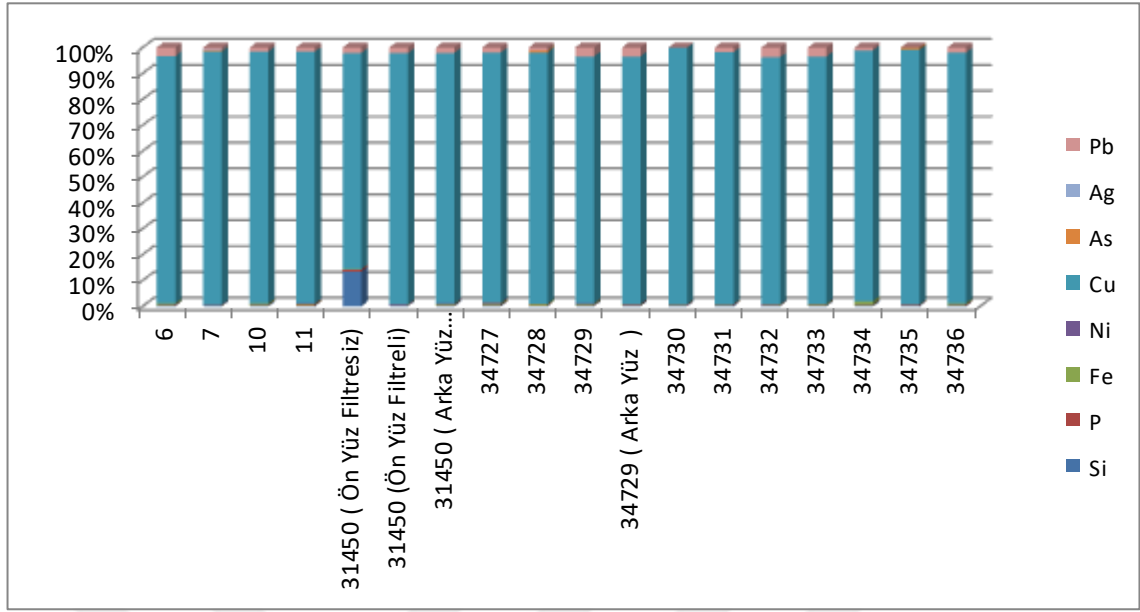
4.1.3. I. Iustinianus (M.S. 527-565) Dönemi P-EDXRF Analiz Sonuçları

I. Iustinianus (M.S. 527-565) dönemi sikkelerinin ana elementi olan bakır oranlarının % 83,5 ile % 99,1 arasında değiştiği ve % 96,0 ortalama sahip olduğu belirlenmiştir. Ana elementlerden bir diğeri olan kurşun (Pb) oranının ise % 0,12 ile % 2,10 aralığında değiştiği ve % 2,15 ortalama sahip olduğu tespit edilmiştir. Ortalamalara göre en düşük orandaki element nikel (Ni) ve en yüksek ise bakır (Cu) olarak tespit edilmiştir. I. Iustinianus dönemi 7 envanter numaralı sikkede diğer sikkelerden farklı olarak arsenik (As) ve gümüş (Ag), 34728 ve 34735 envanter numaralı sikkeler de ise arsenik (As) yer almaktadır (Tablo 4.5., Grafik 4.7.). Bu dönemde görülen veba salgını ve ölümler yüzünden ekonomik olarak sıkıntılar yaşanmıştır.

I. Iustinus (M.S. 518-527) dönemi sikkelerinin kurşun (Pb) oranı % 4,35 ortalama sahip iken, I. Iustinianus (M.S. 527-565) dönemi sikkelerinin kurşun (Pb) oranı düşüş göstererek % 2,15 ortalama sahip olduğu tespit edilmiştir. Antik saflaştırma tekniği olarak kullanılan kurşun'un (Pb) ortalamasının düşüş göstermesi bu dönemde saflaştırmada daha az kullanıldığını göstermektedir. I. Anastasius (M.S. 491-518), I. Iustinus (M.S. 518-527) ve I. Iustinianus (M.S. 527-565) dönemleri sikkelerinin ortalamalarına göre En düşük orandaki element nikel (Ni) ve en yüksek ise bakır (Cu) olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.5. I. Iustinianus Sikkelerinin P-EDXRF Analiz Sonuçları (%)

Env. No	Si	P	Fe	Ni	Cu	As	Ag	Pb
6	0,25	0,24	0,64	ND	95,5	ND	ND	3,41
7	0,27	0,2	0,09	0,06	97,8	0,37	0,39	0,86
10	0,28	0,24	0,52	ND	97,3	ND	ND	1,63
11	0,23	0,22	0,52	0,22	97,2	ND	ND	1,63
31450 (Ön Yüz Filtresiz)	13,4	0,73	0,18	0,11	83,5	ND	ND	2,11
31450 (Ön Yüz Filtreli)	0,26	0,22	0,14	0,1	97	ND	ND	2,29
31450 (Arka Yüz Filtresiz)	0,33	0,25	0,27	0,19	96,8	ND	ND	2,11
34727	0,27	0,24	0,62	0,31	96,6	ND	ND	1,92
34728	0,2	0,21	0,44	ND	97,2	0,73	ND	1,19
34729	0,25	0,21	0,46	0,24	95,4	ND	ND	3,49
34729 (Arka Yüz)	0,26	0,22	0,25	0,22	95,6	ND	ND	3,48
34730	0,25	0,2	0,23	0,06	99,1	ND	ND	0,12
34731	0,27	0,19	0,2	0,15	97,3	ND	ND	1,88
34732	0,22	0,19	0,2	0,17	95,4	ND	ND	3,83
34733	0,3	0,2	0,42	0,07	95,5	ND	ND	3,47
34734	0,32	0,25	1,34	ND	96,9	ND	ND	1,14
34735	0,23	0,24	0,12	ND	97,4	0,8	ND	1, 2
34736	0,28	0,25	0,67	ND	96,7	ND	ND	2,08
Ortalama	0,99	0,25	0,40	0,15	96,0	0,63	0,39	2,15
Minimum	0,2	0,19	0,09	0,1	83,5	0,37	0,39	0,12
Maximum	13,4	0,73	1,34	0,31	99,1	0,8	0,39	3,83



Grafik 4.7. I. Iustinianus Sikkelerinin Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı

4.1.4. II. Iustinus (M.S. 565-578) ve Mauricius Tiberius (M.S. 582-602) Dönemleri P-EDXRF Analiz Sonuçları

II. Iustinus (M.S. 565-578) dönemi sikkesinin ön yüz ve arka yüz ortalamasına göre en düşük orandaki element kurşun (Pb) ve en yüksek ise bakır (Cu) olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.6.). Mauricius Tiberius (M.S. 582-602) dönemi sikkesinin ön yüz ve arka yüz ortalamasına göre en düşük orandaki element fosfor (P) ve en yüksek ise bakır (Cu) olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.7.).

Tablo 4.6. : II. Iustinus Sikkelerinin P-EDXRF Analiz Sonuçları (%)

Env. No	Si	P	Fe	Ni	Cu	As	Ag	Pb
31453 (Ön Yüz)	0,21	0,26	0,14	0,34	97,7	0,21	1,02	0,11
31453 (Arka Yüz)	0,33	0,28	0,41	0,29	96,1	0,23	2,26	0,09
Ortalama	0,27	0,27	0,27	0,31	96,9	0,22	1,64	0,10
Minimum	0,21	0,26	0,14	0,29	96,1	0,21	1,02	0,09
Maximum	0,33	0,28	0,41	0,34	97,7	0,23	2,26	0,11

Tablo 4.7. : Mauricius Tiberius Sikkelerinin P-EDXRF Analiz Sonuçları (%)

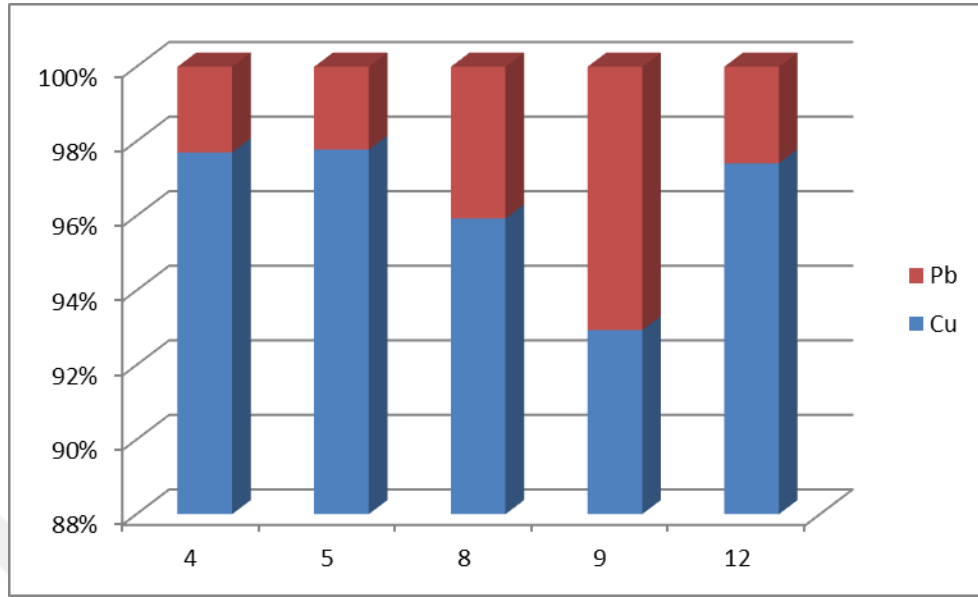
Env. No	Si	P	Fe	Ni	Cu	As	Ag	Pb
31454 (Ön Yüz)	0,31	0,27	0,36	0,23	96,9	ND	ND	1,94
31454 (Arka Yüz)	0,27	0,22	0,23	0,31	97	ND	ND	1,97
Ortalama	0,29	0,24	0,29	0,27	96,95	ND	ND	1,95
Minimum	0,27	0,22	0,23	0,23	96,9	ND	ND	1,94
Maximum	0,31	0,27	0,36	0,31	97	ND	ND	1,97

4.1.5. Tanımlanamayan İmparatorlar Dönemi P-EDXRF Analiz Sonuçları

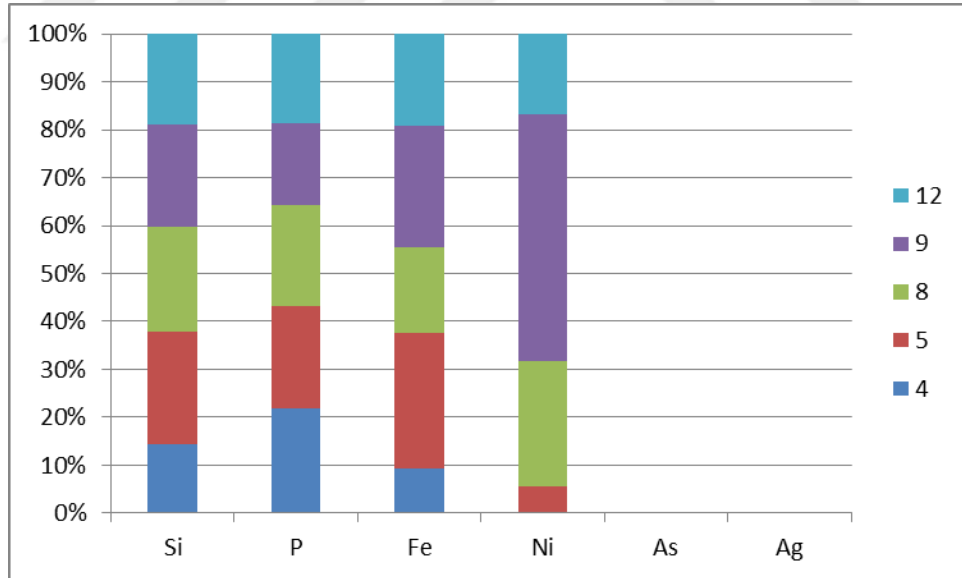
Tanımlanamayan imparatorlar dönemi sikkelerinin ana elementi olan bakır oranlarının % 91,7 ile % 97,1 arasında değiştiği ve % 95,4 ortalamaya sahip olduğu belirlenmiştir. Ana elementlerden bir diğeri olan kurşun (Pb) oranının ise % 2,20 ile % 6,97 aralığında değiştiği ve % 3,60 ortalamaya sahip olduğu tespit edilmiştir (Grafik 4.8.). Ortalamalara göre en düşük orandaki element fosfor (P) ve en yüksek ise bakır (Cu) olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.8., Grafik 4.9.).

Tablo 4.8. : Tanımlanamayan İmparator Sikkelerinin P-EDXRF Analiz Sonuçları (%)

Env. No	Si	P	Fe	Ni	Cu	As	Ag	Pb
4	0,19	0,27	0,12	ND	97,1	ND	ND	2,28
5	0,31	0,26	0,37	0,06	96,8	ND	ND	2,2
8	0,29	0,26	0,23	0,28	94,9	ND	ND	4,02
9	0,28	0,21	0,33	0,55	91,7	ND	ND	6,97
12	0,25	0,23	0,25	0,18	96,5	ND	ND	2,56
Ortalama	0,26	0,24	0,26	0,26	95,4	ND	ND	3,60
Minimum	0,19	0,21	0,12	0,06	91,7	ND	ND	2,2
Maximum	0,31	0,27	0,37	0,55	97,1	ND	ND	6,97

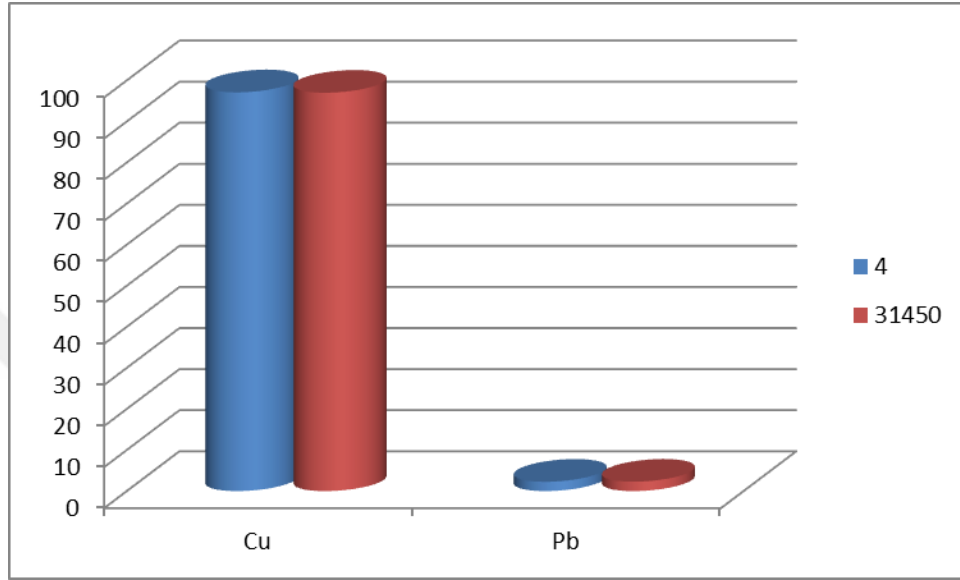


Grafik 4.8. Tanımlanamayan İmparator Sikkelerinin bakır (Cu) ve kurşun (Pb) Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı



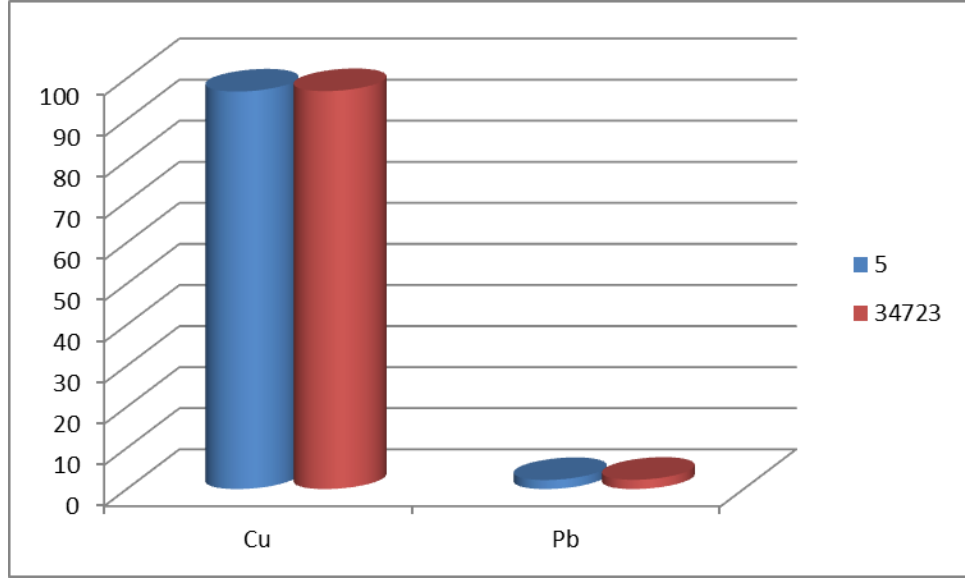
Grafik 4.9. Tanımlanamayan İmparator Sikkelerinin silisyum (Si), fosfor (P), demir (Fe), nikel (Ni), arsenik (As) ve gümüş (Ag), Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı

Tanımlanamayan imparator dönemleri ve diğer imparator dönemleri ana elementleri olan bakır ve kurşun analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Tanımlanamayan imparator dönemleri 4 envanter numaralı sikkenin % 97,1 bakır oranı ve % 2,28 kurşun oranı ile I. Iustinianus dönemi 31450 envanter numaralı sikkenin % 97 bakır oranı ve % 2,29 kurşun oranı ile birbirine yakın oranlara sahip olduğu görülmektedir (Grafik 4.10.).



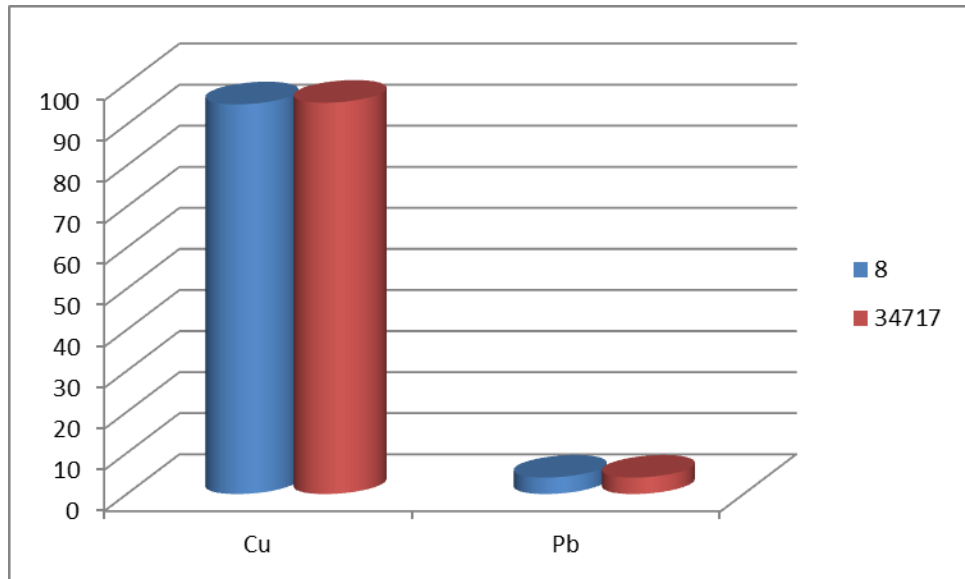
Grafik 4.10. Tanımlanamayan İmparator Dönemleri 4 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranı ile I. Iustinianus Dönemi 31450 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı

Tanımlanamayan imparator dönemleri 5 envanter numaralı sikkenin % 96,8 bakır oranı ve % 2,2 kurşun oranı ile I. Iustinus dönemi 34723 envanter numaralı sikkenin % 96,9 bakır oranı ve % 2,26 kurşun oranı ile birbirine yakın oranlara sahip olduğu görülmektedir (Grafik 4.11.).



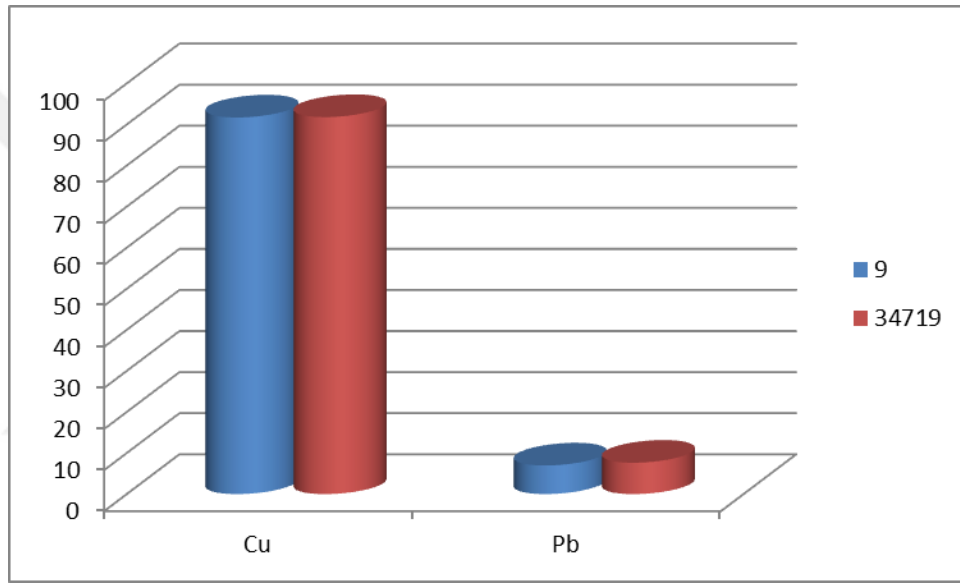
Grafik 4.11. Tanımlanamayan İmparator Dönemleri 5 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranı ile I. Iustinus Dönemi 34723 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı

Tanımlanamayan imparator dönemleri 8 envanter numaralı sikkenin % 94,9 bakır oranı ve % 4,02 kurşun oran ile I. Iustinus dönemi 34717 envanter numaralı sikkenin % 95,3 bakır oranı ve % 4,01 kurşun oranı ile birbirine yakın oranlara sahip olduğu görülmektedir (Grafik 4.12.).



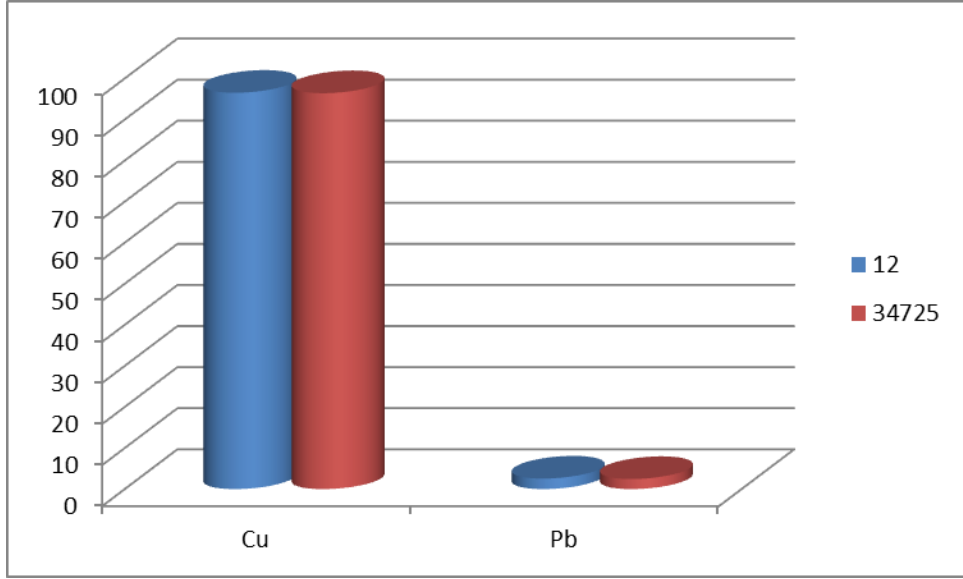
Grafik 4.12. Tanımlanamayan İmparator Dönemleri 8 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranı ile I. Iustinus Dönemi 34717 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı

Tanımlanamayan imparator dönemleri 9 envanter numaralı sikkenin % 91,7 bakır oranı ve % 6,97 kurşun oran ile I. Iustinus dönemi 34719 envanter numaralı sikkenin % 91,8 bakır oranı ve % 7,64 kurşun oranı ile birbirine yakın oranlara sahip olduğu görülmektedir (Grafik 4.13.).



Grafik 4.13. Tanımlanamayan İmparator Dönemleri 9 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranı ile I. Iustinus Dönemi 34719 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı

Tanımlanamayan imparator dönemleri 12 envanter numaralı sikkenin % 96,5 bakır oranı ve % 2,56 kurşun oran ile I. Iustinus dönemi 34725 envanter numaralı sikkenin % 96,4 bakır oranı ve % 2,45 kurşun oranı ile birbirine yakın oranlara sahip olduğu görülmektedir (Grafik 4.14.).



Grafik 4.14. Tanımlanamayan İmparator Dönemleri 12 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranı ile I. Iustinus Dönemi 34725 Envanter Numaralı Sikkenin Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı

Tablo 4.1.'in analiz sonuçlarına göre dönemler değerlendirildiğinde I. Anastasius (M.S. 491-518) dönemindeki bakır (Cu) ortalaması % 94,7 iken, I. Iustinus (M.S. 518-527) döneminde bakır (Cu) ise % 86,9 olarak düşmüştür. Bakır oranındaki düşüşe bakıldığında;

- I. Iustinus (M.S. 518-527) döneminde oldukça fazla harcama yapmış bir imparator olması,
- Döneminde ayaklanmalarla mücadele etmiş olması,
- Doğuda Perslerle ve batıda Germanlerle savaşlar yapılması (Tekin, 1999).

Tüm bu gelişmelerin dönemin ekonomisinde askeri ve siyasi etkenlerin ekonomiyi etkilediği görülmektedir. Bu sebeplerden ötürü, dönemin bakır oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir.

I. Iustinus (M.S. 518-527) dönemindeki bakır (Cu) ortalaması % 86,9 iken, I. Iustinianus (M.S. 527-565) dönemindeki bakır (Cu) ortalaması % 96 olarak artmıştır. Bakır oranındaki artışın sebeplerine bakıldığında;

- I. Iustinianus (M.S. 527-565) döneminde en dikkat çekici gelişme bayındırlık faaliyetleri olmuştur,
- I. Anastasius (M.S. 491-518) döneminde 1 solidus: 210 follis iken, 1 solidus: 180 follis yapılarak follis'in solidus'a olan karşılığında azaltılma yapılmıştır,
- Dönemin sikke üzerindeki önemli gelişmesi ise daha önceki imparator dönemlerinde kullanılmayan I. Anastasius (M.S. 491-518) dönemiyle kullanılmaya başlanan tahtta olan imparatorun iktidar yılının sikkenin arka yüzüne konulmaya başlanmasıdır.

I. Iustinianus (M.S. 527-565) dönemindeki bu gelişmelerden başka veba salgını ortaya çıkmış imparatorluğun büyük bir kısmını yok etmiştir (Tekin, 1999). Veba salgınına rağmen I. Iustinus (M.S. 518-527) dönemine göre bakır (Cu) oranında bir artış görülmektedir.

I. Iustinianus (M.S. 527-565) döneminden sonraki dönemler olan, II. Iustinus (M.S. 565-578) ve Mauricius Tiberius (M.S. 582-602) dönemlerinden çalışma setinde sadece birer sikke bulunmasından dolayı herhangi bir değerlendirme yapılamamıştır.

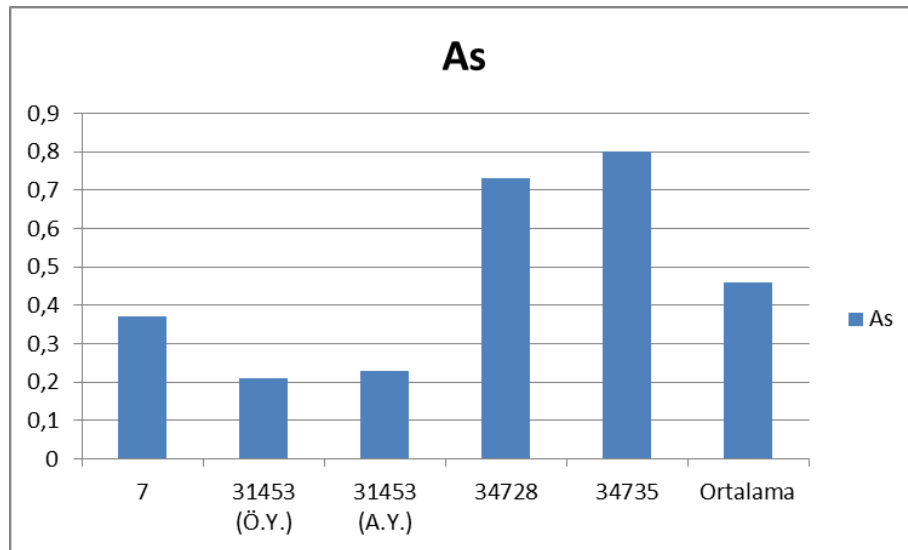
Son olarak çalışma örneğinde yer alan tanımlanamamış imparatorların bakır oranları değerlendirildiğinde; sikkelerin ana elementi olan bakır oranlarının % 91,7 ile % 97,1 arasında değiştiği ve % 95,4 ortalama sahip olduğu belirlenmiştir. Tanımlanamamış imparatorlar sikkelerinde ise As (Arsenik) ve Ag (Gümüş) kullanılmamıştır.

Tablo 4.1.'den yola çıkarak elde edilen analiz sonuçları ve tarihsel veriler ışığında I. Anastasius (M.S. 491-518) döneminden başlayarak Mauricius Tiberius (M.S. 582-602) dönemine kadar olan aralıkta bütün siyasi ve askeri koşulların ekonomiyi etkilediği görülmektedir. Bu dönemler arasında siyasi ve askeri koşulların ekonomiyi etkilemesine rağmen genel ekonomik politikaların devam ettiği görülmektedir.

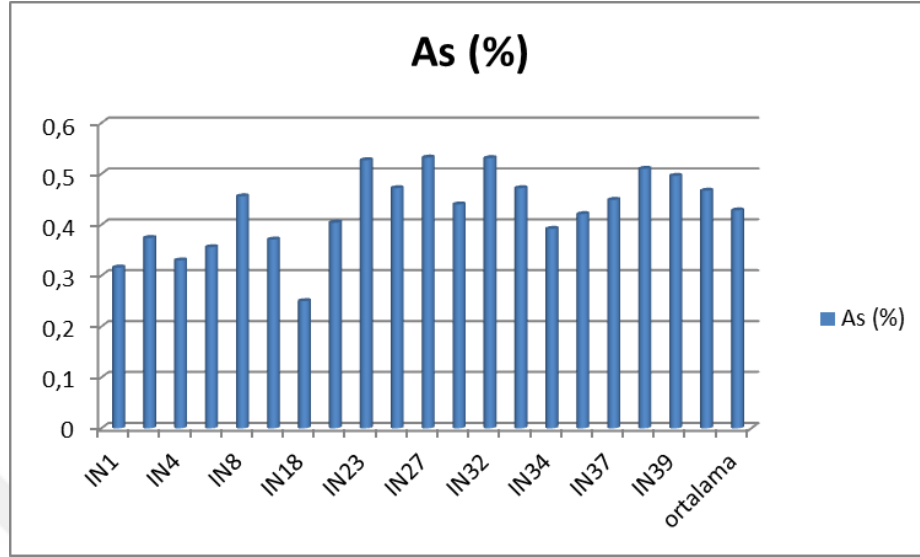
Dara Antik Kenti Bizans dönemi bakır ve bakır alaşımı sikkelerin analiz sonuçları ile Gelidonya burnu batığı bakır külçelerinin kurşun izotop analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Gelidonya burnu batığı, Antalya ilinin Kumluca ilçesinde yer alan Gelidonya/Taşlık burnunda bulunmuştur. Gelidonya burnu batığının gidiş rotası ile ilgili Kıbrıs'ın Yakın Doğu sınırları içinde kabul edilmesi, Yakın Doğuluların Ege ile olan direk ticaretleri ve ele geçen buluntular ışığında Kıbrıs'tan yola çıkıp Ege istikametine gitmekte olduğu düşünülmektedir (Özdaş ve ark., 2011).

Gelidonya burnu batığı gemisinin taşıdığı başlıca yükü ham bakır külçeler oluşturmaktadır. M.Ö. 13. yüzyılın sonlarına ve 12. yüzyılın başlarına tarihlenen Gelidonya burnu batığı ham bakır külçelerinin, Kıbrısın Solea bölgesindeki bakır madenlerinden geldiği tespit edilmiştir (Kuruçaylı ve ark., 2018).

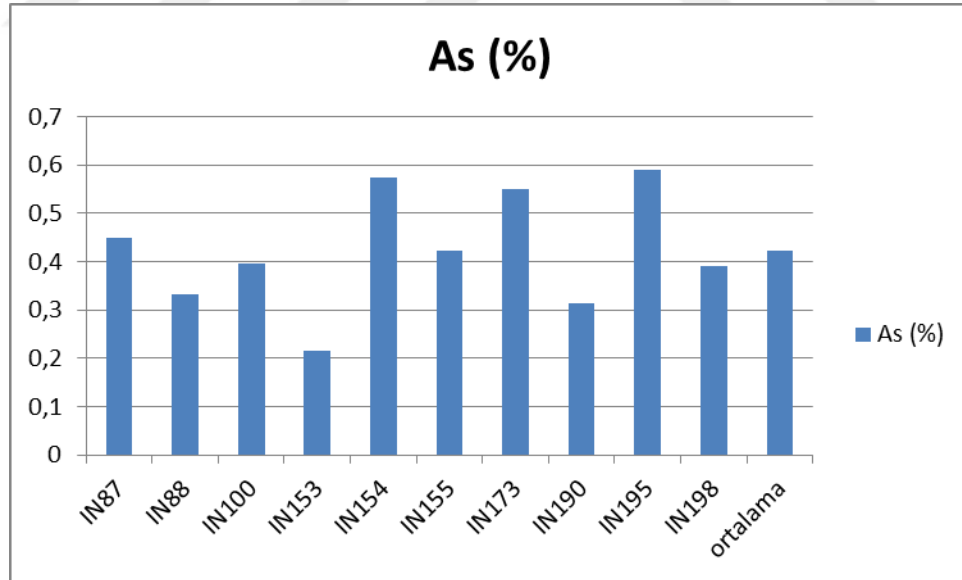
Gelidonya burnu batığı ile karşılaştırıldığında çalışmada elde edilen arsenik oranı ortalaması % 0,47 iken Gelidonya burnu batığı öküzgönü külçeler (bütün ve bütüne yakın) ve (küçük parçalar) arsenik oranı ortalaması % 0,42 oranındadır (Grafik 4.15., Grafik 4.16., Grafik 4.17.). Arsenik oranları, öküzgönü külçelerle uyusmaktadır (Kuruçaylı ve ark., 2018).



Grafik 4.15. Çalışmada Elde Edilen Arsenik Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı ve Ortalaması

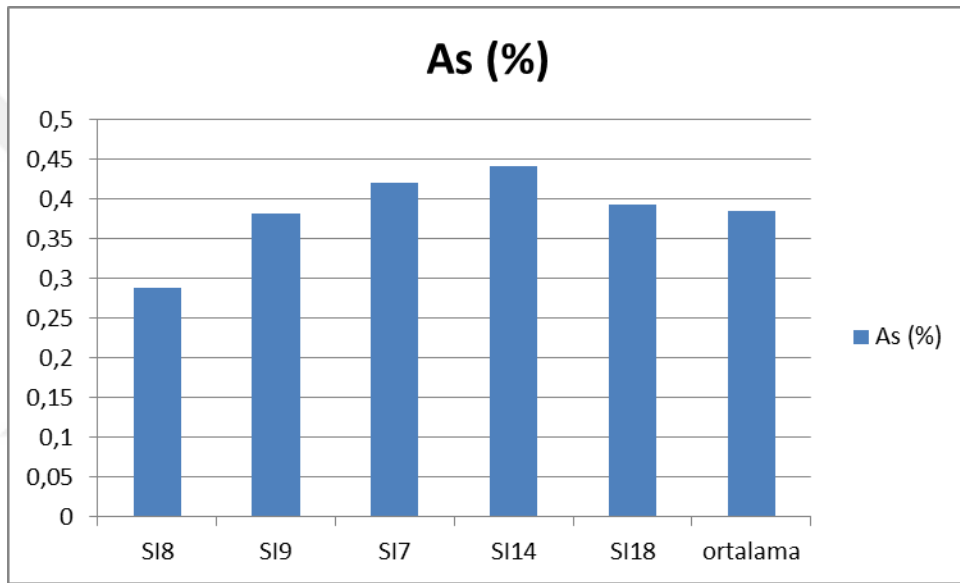


Grafik 4.16. Gelidonya Burnu Batığı Öküzgönü Külçeler (Bütün ve Bütüne Yakın) Arsenik Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı ve Ortalaması

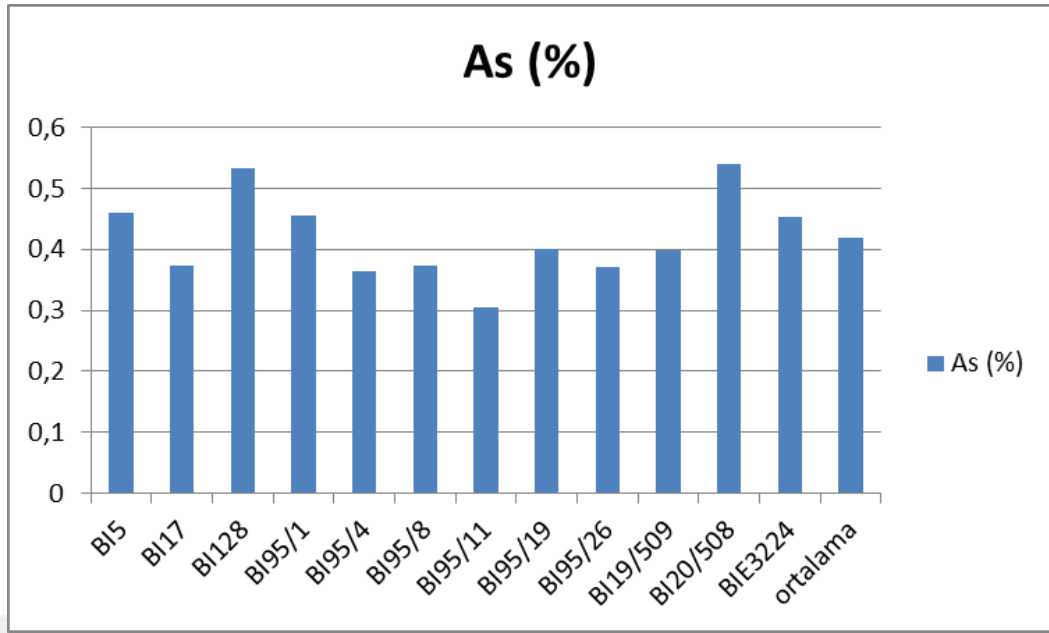


Grafik 4.17. Gelidonya Burnu Batığı Öküzgönü Külçeler (Küçük Parçalar) Arsenik Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı ve Ortalaması

Gelidonya burnu batığı plaka külçelerde ise arsenik oranı ortalaması % 0,38 ve yuvarlak külçeler (bütün veya bütüne yakın) arsenik oranı % 0,41 ortalama ile yine çalışmadaki arsenik oranı ile benzerlik göstermektedir (Grafik 4.18., Grafik 4.19.). Gelidonya burnu batığı yuvarlak külçeler grubunda (küçük parçalar), demir oranı %0,54 ortalamaya sahip iken çalışmadaki demir oranı % 0,37 ortalama ile birbirine yakın ve uyushmaktadır. Çalışmada kullanılan taşınabilir enerji dağılımlı X-ışını floresans spektrometresinde (P-EDXRF) 100 ppm altındaki oranları göstermediğinden Gelidonya burnu batığı yuvarlak külçeler grubunda (küçük parçalar) yer alan Ag 100 ppm, Au 30 ppm, Se 80 ppm Sonuçlar değerlendirilememiştir (Kuruçaylı ve ark., 2018).



Grafik 4.18. Gelidonya Burnu Batığı Plaka Külçeler Arsenik Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı ve Ortalaması

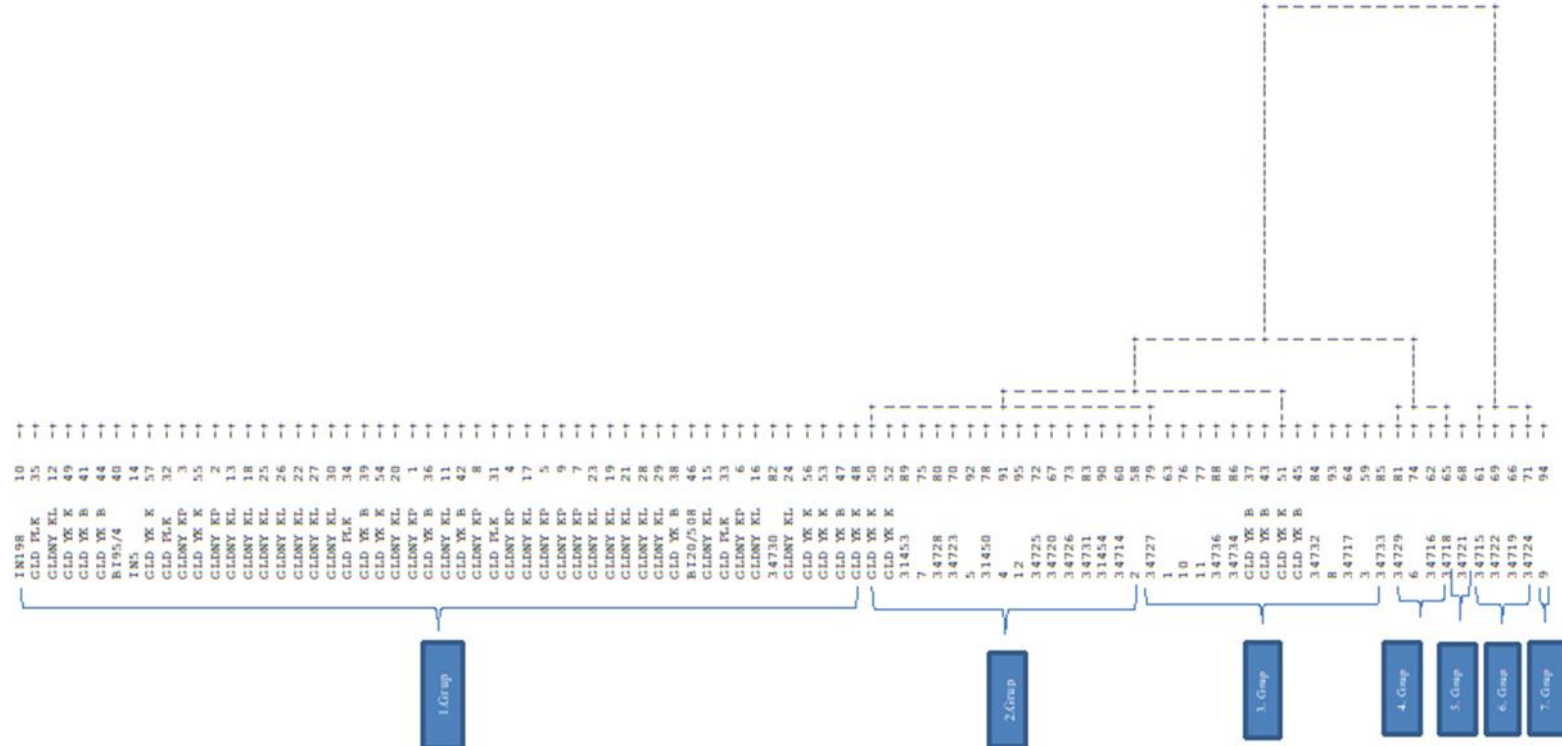


Grafik 4.19. Gelidonya Burnu Batığı Yuvarlak Külçeler (Bütün veya Bütüne Yakın) Arsenik Oranlarının Yüzde (%) Cinsinden Dağılımı ve Ortalaması

4.2. İstatistiksel Analizler

4.2.1. Kümeleme (Cluster) Analizi

Eserlerin kendi içerisinde gruplandırılması için SPSS 17.0 ile kümeleme çizelgesi çıkarılmıştır (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Gelidonya Burnu Batığı ve Çalışma Konumuz Olan Bakır ve Bakır Alaşımı Sikkelerin Fe, Ni, Ag, As ve Pb Elementleri Dikkate Alınarak Yapılan Kümeleme Analizi ile Çizilen Dendrogram

SPPS 17.0 kullanılarak Gelidonya burnu batığı bakır külçeler ve çalışma konumuz olan bakır ve bakır alaşımı sikkelerin grubuna ait toplam 94 adet örneğin sonuçlarında yer alan demir (Fe), nikel (Ni), gümüş (Ag), arsenik (As) ve kurşun (Pb) içerikleri dikkate alınarak kümeleme analizi yapılmış ve dendrogram çizilmiştir. Bakır (Cu) marker (Belirleyici) element olmasından dolayı analizde kullanılan elementler içerisinde yer almamıştır.

Yapılan analize göre Gelidonya burnu batığı bakır külçeleri ve çalışma konumuz olan bakır ve bakır alaşımı sikkelerin örnekleri 7 gruba ayrılmıştır. 1. Grup 10 nolu eserden başlayıp 48 nolu eserde sona ermektedir. Gelidonya burnu batığı 10, 35, 12, 49, 41,44, 40, 14, 57, 32, 3, 55, 2, 13, 18, 25, 26, 22, 27, 30, 34, 39, 54, 20, 1, 36, 11, 42, 8, 31, 4, 17, 5, 9, 7, 23, 19, 21, 28, 29, 38, 46, 15, 33, 6, 16, 24, 56, 53, 47, 48 ve çalışma konumuz olan bakır ve bakır alaşımı sikkelerden 37730 nolu eser aynı grupta yer almaktadır. Kendi aralarında kimyasal kompozisyon bakımından benzerlik içermektedir (Şekil 4.2.).

2. Grup 50 nolu eserden başlayıp 58 nolu eserde sona ermektedir. Gelidonya burnu batığı 50, 52 ve çalışma konumuz olan bakır ve bakır alaşımı sikkelerden 31453, 7, 34728, 34728, 5, 31450, 4, 12, 34725, 34720, 34726, 34731, 31454, 34714 ve 2 nolu eser aynı grupta yer almaktadır. Kendi aralarında kimyasal kompozisyon bakımından benzerlik içermektedir (Şekil 4.2.).

3. Grup 79 nolu eserden başlayıp 85 nolu eserde sona ermektedir. Gelidonya burnu batığı 37, 43, 51, 45 ve çalışma konumuz olan bakır ve bakır alaşımı sikkelerden 34727, 1, 10, 11, 34736, 34734, 34732, 8, 34717, 3, 34733 nolu eser aynı grupta yer almaktadır. Kendi aralarında kimyasal kompozisyon bakımından benzerlik içermektedir (Şekil 4.2.).

4. Grup 81 nolu eserden başlayıp 65 nolu eserde sona ermektedir. 5. Grup yalnızca 68 nolu eseri kapsamaktadır, 6. Grup 61 nolu eserden başlayıp 71 nolu eserde sona ermektedir, 7. Grup yalnızca 94 nolu eseri kapsamakta ve son bulmaktadır. Oluşan gruplar kendi aralarında kimyasal kompozisyon bakımından benzerlik içermektedir (Şekil 4.2.).

4.3. Bakırın Kökeni

Doğu Anadolu'da madencilik açısından bize önemli veriler sunan yerleşimler yer almaktadır. Arslantepe (Malatya), Tepecik (Niğde), Norşuntepe (Elazığ), Değirmentepe (Malatya), Tülintepe (Elazığ) ve Korucutepe (Elazığ). Bu yerleşmelere bakıldığında Kalkolitik Çağ'dan itibaren başlayıp Antik Dönemlerden günümüze kadar ulaşan bakır üretimi ve işletimi Doğu Anadolu da bilhassa Diyarbakır-Ergani ve Elazığ-Malatya gibi bölgelerin sahip olduğu bakır maden yataklarından dolayı bu bölgelerde bakır üretimi yapılmıştır. Bölgede işletilen bakır madenleri ticareti sadece Anadolu ile kalmayıp Transkafkasya ve Mezopotamya'ya kadar yayılım göstermiştir (Tiryaki, 2017)

Doğu Anadolu da yer alan Ergani, Van, Ağrı bölgesi, Erzincan, Madenköy (Siirt), Kars'ın Doğu'su ve Poluşağı'nda (Malatya) bakır yatakları yer almaktadır. Kuzeydoğu Anadolu bölgesinde ise Murgul, Kastamonu, Canık, Küre, Osmancık, Çoruh vadisinde, Samsun ve Sinop'ta bakır ocakları işletilmiştir. Bu ocaklardan Antik Dönemlerden bu yana bakır çıkarılmıştır. Moğolların 1244 yılında Anadolu'yu istilasından sonra Venedik ve Ceneviz'den bakır ihraç edilmiştir (Acara, 1997).

Güneyde yer alan Toroslar üzerinde, Kuzey Batı Anadolu da ve Kuzey Anadolu dağları boyunca bakır yatakları yoğunlaşmıştır. Trakya da ise Kırklareli, Dereköy (Kırklareli) ve İkiztepe'de, Batı Anadolu da Yuvalar köyünde (Çanakkale) bakır madenleri yer almaktadır. Marmara da Tahtaköprü (Bursa), Kuzeyde Derekutuğun (Çorum), İç Anadolu da Akdağmadeni (Yozgat), Küre (Kastamonu), Murgul (Artvin), Kozlu Eski Gümüşlük (Tokat), Giresun, Kobalkamu (Erzurum), Kırmızıtarla (Adıyaman) tarih öncesi dönemlerde Anadolu da kullanılmış olan bakır yataklarıdır (Fidan, 2016).

Anadolu'yu yerli ve yabancı çeşitli mesleklerden birçok seyyah gezip araştırmalarda bulunup seyahatnamelerini kayıt altına almışlardır. Strabon'un seyahatnamesine göre, Giresun'da, Polonyalı Simeon'a göre Ergani'de (Diyarbakır), Joseph Pitton De Tournefort'a göre, Ergani'de (Diyarbakır), William John Hamilton'a göre, Helva (Bayburt) ve Keban'da (elazığ), Charles Texier'a göre, Heybeliada, Yeşilırmak Vadisi, Ergani (Diyarbakır) ve Küre'de (Kastamonu), Murray'a göre, Ergani (Diyarbakır) ve Trabzon çevresindeki dağlar da, Charles Thomas Newton'a

göre, Küre’de, Osman Hamdi Bey’ e göre, Keban’da, Vitale Cuinet’e göre, Balıkesir civarı, Giresun, Ergani (Diyarbakır) ve Palu’da, Gertrude Bell’e göre, Ergani (Diyarbakır) ve Gümüşhane’de bakır yatakları yer almaktadır. Seyahatnamelerdeki ortak nokta Tokat’ın bir ticaret merkezi olduğu, çeşitli bölgelerden kervanların Tokat’a geldiğini, iç bölgelerdeki madenlerin Tokat’a getirilip burada işlendiği ve işlenen bakırın çoğunun deniz yoluyla İstanbul’a aktarıldığından bahsedilmiştir (Avşaroğlu, 2013).

Araştırma konusunun dönemleri olan I. Anastasius (M.S. 491-518) dönemi sona ererken imparatorluk topraklarında 4 darphane mevcuttur. Constantinopolis, Thessalonika (Selanik), Nikomedia (İzmit) ve Antiokheia (Antakya) dönemin darphaneleridir. I. Iustinus (M.S. 518-527) döneminde I. Anastasius (M.S. 491-518) dönemindeki darphanelere, Kyzikos (Erdek-Kapıdağ Yarımadası), Aleksandreia (İskenderiye) ve Khersonos (Kırım) eklenmiştir. I. Iustinianus (M.S. 527-565) döneminde ise Kartaca, Roma, Ravenna, Karthagera darphaneleri eklenmiştir. 7. yüzyılın başına kadar sürekli ve geçici olmak üzere toplam 17 darphane mevcuttur. 7. yüzyılın ikinci yarısından sonra sadece 5 darphane olan Constantinopolis, Kartaca, Syrakusai (Sicilya), Roma ve Ravenna (Kuzey İtalya) sikke üretimine devam etmiştir. Arap istilasından sonra Kartaca, Syrakusai darphaneleri de kapanmıştır (Tekin, 1999).

Tez çalışmasındaki sikkelerin darphaneleri, I. Anastasius (M.S. 491-518) dönemi Constantinopolis ve Theup, I.Iustinus (M.S. 518-527) dönemi Constantinopolis, I. Iustinianus (M.S. 527-565) dönemi Constantinopolis, II. Iustinus (M.S. 565-578) dönemi Kyzikos (Erdek-Kapıdağ Yarımadası), Mauricus Tiberius (M.S. 582-602) dönemi Constantinopolis darphanelerinde sikkelerin üretimi yapılmıştır.

Bizans döneminde Kuzey Anadolu ve Karadeniz Bölgesi önemli maden alanlarının yer aldığı bölgelerdir. Bizans dönemi bakır madenleri ise Kastamonu, Murgul, Samsun, Amasya, Sinop civarlarında ve Toros dağlarında bakır yatakları yer almaktadır. Bizans dönemi önemli ticaret yollarından biri olan Anadolu’yu kuzeyden kateden yol güzergâhı Nikomedia (İzmit), Krateia (Gerede), Gangra (Çankırı), Eukhatia (Mecitözü), Amaseia (Amasya), Neokaesareia (Niksar), Koloneia (Şebinkarahisar), üzerinden kıyıda yer alan Trebizond (Trabzon), doğuda yer alan Theodosiopolis (Erzurum) ve Tebriz’e kadar uzanmaktaydı. Karadeniz de bulunan limanları olan Herakleia (Ereğli), Sinope (Sinop) ve Trabzondan iç kesimlere doğru yollar

uzanmaktaydı. Bizans dönemi ticaret yollarından olan deniz ulaşımı kara yolu ticaretine kıyasla daha kolay ve ucuz olmasından ötürü ticarete daha çok tercih edilmiştir. Karadeniz bölgesinde yer alan bakır hammaddeleri Constantinopolis ve Kyzikos'ta (Erdek-Kapıdağ Yarımadası) bulunan darphanelere ulaşımın hem kara yolu hem de deniz yolu ile ulaşımının sağlandığı düşünülmektedir (Baskıcı, 2009).

Bizans dönemi Bithynia, Bithynia'nın Batısı ve Kuzey Frigya da bakır yatakları bulunmaktadır. Araştırma konusunun darphaneleri olan Constantinopolis ve Kyzikos'a (Erdek-Kapıdağ Yarımadası) bakır sikkelerin hammaddeleri darphanelere en yakın bakır yatakları olan Midilli ve Biga'da yer alan bakır madeni yataklarından elde edildiği düşünülmektedir. Kıbrıs ise Bizans dönemi önemli bakır yataklarından biridir. Kıbrıs Troodos Bölgesi'nde, Vasilikos Vadisi'nde bakır yatakları etrafında birçok geçici ve kalıcı kamplar yer almaktadır (Laiou ve Morrison, 2007).

Antik Kıbrıs madenleri şu ana kadar yok edilmiştir, ancak Troodos eteklerinde madencilik faaliyetinin bazı kalıntıları hala görülebilir. Bakır, Antik Çağ da her zaman Kıbrıs madencilik endüstrisinin ana ürünü olmuştur. Troodos geniş bakır cevheri yataklarına sahiptir. Yine de Hellenistik ve sonraki dönemlerde, sikkeler başta olmak üzere, dökme heykeller, kaplar ve mücevherler gibi demirden yapılmayan çok sayıda nesne vardı. Bunlar bakır alaşımlarından yapılmıştır. Bu nedenle bakır talebi, Demir Çağı ve daha sonraki tarihsel dönemlerde bile büyüktü. Böylece, Kıbrıs'ın bakır cevherlerinin sömürülmesi, metalürji endüstrisinin geride bıraktığı kalıntılar tarafından açıkça gösterildiği gibi bu dönemlerde yoğunlaşmıştır (Kassianidou, 2000)

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Mardin Arkeoloji Müzesi'nde bulunan 38 adet Dara Antik Kenti Bizans dönemi bakır ve bakır alaşımı sikkelerin taşınabilir enerji dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi (P-EDXRF) ile element analizleri yapılmıştır. Sikkeler üzerinde yapılan analiz sonuçları kapsamında sikkelerin kimyasal kompozisyonları belirlenip alaşım oranlarının tespiti yapılmıştır.

Çalışma kapsamında incelenmiş olan 38 adet sikkenin 5'i I. Anastasius (M.S. 491-518) dönemine, 11'i I. Iustinus (M.S. 518-527) dönemine, 15'i I. Iustinianus (M.S. 527-565) dönemine, 1'i II. Iustinus (M.S. 565-578) dönemine, 1'i Mauricius Tiberius (M.S. 582-602) dönemine ve 5 sikke ise aşırı korozyondan ve tahripten dolayı tanımlanamayan imparatorların dönemlerine ait oldukları tespit edilmiştir.

Tanımlanamayan imparator dönemleri ve diğer imparator dönemleri ana elementleri olan bakır ve kurşun analiz sonuçları karşılaştırılması sonucunda, tanımlanamayan imparator dönemleri 4 envanter numaralı sikkenin I. Iustinianus dönemine, tanımlanamayan imparator dönemleri 5, 8, 9 ve 12 envanter numaralı sikkelerin ise I. Iustinus dönemine ait olduğu düşünülmektedir.

Taşınabilir enerji dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi (P-EDXRF) ile analizleri yapılan sikkelerin sonuçları değerlendirildiğinde sikkelerin tümünde silisyum (Si) tespit edilmiştir. Silisyumun örnekler üzerinde bulunan yüzey kirliliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Analizi yapılan tüm sikkelerde görülmeyp sadece 7, 31453, 34716, 34718, 34728 ve 34735 envanter numaralı sikkelerde görülen arsenik (As) ve gümüş (Ag) elementlerin % 2 den düşük oranda tespit edilmesi bu elementlerin az element olduklarını göstermektedir. Bundan dolayı sikkelere bilinçli olarak koyulmadığı cevher kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Genel olarak çalışma kapsamında elde edilen;

Çalışma kapsamında incelenmiş olan 38 adet sikkenin kimyasal kompozisyonu incelendiğinde ana element olarak bakır (Cu) ve kurşun (Pb) bulunurken az ve iz elementleri ise silisyum (Si), fosfor (P), demir (Fe), nikel (Ni), arsenik (As) ve gümüş (Ag) olarak tespit edilmiştir.

Tez çalışmasındaki sikkelerin darphaneleri ise I. Anastasius (M.S. 491-518) dönemi Constantinopolis (İstanbul) ve Theup (Antakya), I. Iustinus (M.S. 518-527) dönemi Constantinopolis (İstanbul), I. Iustinianus (M.S. 527-565) dönemi Constantinopolis (İstanbul), II. Iustinus (M.S. 565-578) dönemi Kyzikos (Erdek-Kapıdağ Yarımadası), Mauricus Tiberius (M.S. 582-602) dönemi Constantinopolis (İstanbul) darphanelerinde sikkelerin üretiminin yapıldığı tespit edilmiştir.

Hammadde temini konusunda ise, çalışma konumuz olan Dara Antik Kenti Bizans dönemi bakır ve bakır alaşımı sikkelerin analiz sonuçları ile Gelidonya burnu batığı bakır külçelerinin kurşun izotop analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Eserlerin kendi içerisinde gruplandırılması için SPSS 17.0 ile kümeleme çizelgesi çıkarılmıştır. Analiz sonuçları karşılaştırılması sonucunda arsenik oranları, Gelidonya burnu batığı bakır külçelerle uyusmaktadır. Kıbrıs Bizans dönemi önemli bakır yataklarından birini oluşturmaktadır. Gelidonya burnu batığı bakır külçeleri ise Kıbrısın Solea bölgesindeki bakır madenlerinden geldiği bilinmektedir. Fakat geminin kıbrıstan yola çıkıp Antalya Kumluca bölgesinde nedeni bilinmeyen bir sebepten ötürü battığı bilinmektedir. Bundan dolayı gemide yer alan ham bakırın hangi darphaneye götürüldüğü bilinmemektedir.

Bizans dönemi Bithynia, Bithynia'nın batısı ve kuzey Frigya da bakır yatakları bulunmaktadır. Araştırma konusunun darphaneleri olan Constantinopolis (İstanbul) ve Kyzikos'a (Erdek-Kapıdağ Yarımadası) bakır sikkelerin hammaddeleri darphanelere en yakın bakır yatakları olan Midilli, Biga ve Bizans için önemli bakır yataklarının yer aldığı Kıbrıs Solea bölgesinde yer alan bakır madenlerinden elde edildiği düşünülmektedir.

5.3. Öneriler

Arkeometrik yöntemlerle elde edilen analizler sonucunda günümüzden önce yaşamış olan toplumların dönemlerinin ekonomik değişimleri hakkında önemli veriler sağlayarak bilgilerimizi arttırmakta ve sonraki çalışmalar içinde karşılaştırabilecek veriler sağlanmaktadır. Bu tür çalışmaların artırılması ile müzelerde koruma ve kayıt altına alınan ve satın alma yoluyla müzelere gelen eserlerin orijinalliğinin tespitinde referans data olarak kullanılabilir. Bundan dolayı benzer arkeometrik çalışmaların yaygınlaştırılması önerilmektedir.

Dara Antik Kenti 2010 yılı kazıları sonucunda ele geçen Mardin Arkeoloji Müzesi envanterine kayıtlı Bizans dönemi bakır ve bakır alaşımı sikkeler üzerinde yapılan arkeometrik çalışma sonucunda yapılan bazı öneriler aşağıdaki gibidir;

- ✓ Dara Antik Kentine komşu yerleşim merkezlerinde yapılan arkeolojik kazılar sonucunda elde edilen sikke analizleri ile karşılaştırmalar yapılması.
- ✓ Bölgede veya yakın çevredeki bakır kaynaklarının tespiti ve bunların arkeometrik araştırmaları yapılarak Dara Antik Kenti sonuçları ile karşılaştırmaları yapılması.
- ✓ Bu tür çalışmalara müzelerin yardımcı olması ve bakır sikkelerin, müzelerde koruma altına alınırken envanter kayıtlarına arkeometrik yönden incelenmesi yoluyla alaşım içeriklerinin de kaydedilmesi ile geniş bir veri bankası oluşturulması. Veri bankası sayesinde bakır sikkeler üzerine yapılan çalışmalardan daha net sonuçlar elde edilmesi.
- ✓ Arkeometrik çalışmaların günlük araç gereçler, takılar, süs eşyaları, tıp malzemeleri vb. gibi etütlük ve envanterlik eserleri kapsayacak şekilde genişletilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Atlan, S., 1993, Grek Sikkeleri, *Arkeoloji ve Sanat Yayınları*, İstanbul, 11-13.
- Acara, M., 1997, Bizans Maden Sanatında Dini Törenler Sırasında Kullanılan (Liturjik) Eserler, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara, 95.
- Ataman, O.Y., 2012, Arkeometride Spektroskopi Yöntemleri, A.A. Akyol ve K. Özdemir (Ed.), Türkiye’de Arkeometrinin Ulu Çınarları: Prof. Dr. Ay Melek Özer ve Prof. Dr. Şahinde Demirci’ye Armağan, *Homer Kitabevi*, Ankara, 87-96.
- Ahmadi, N., 2016, X-Işını Haritalama Tekniği ile Numunelerin Haritalanması, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum, 14.
- Aydın, M., 2013, Authenticity of Roman Imperial Age Silver Coins Using Non-Destructive Archaeometric Techniques, Ph.D Thesis, METU, *Department of Archaeometry*, Ankara, 14-27.
- Aydın, M., ve Mutlu S., 2012, Bizans Dönemi’ne Ait Altın Sikke Orijinalliğinin Tespitinde Tahribatsız Arkeometrik ve Görsel Analiz Yöntemlerinin Kullanılması, A.A. Akyol ve K. Özdemir (Ed.), Türkiye’de Arkeometrinin Ulu Çınarları: Prof. Dr. Ay Melek Özer ve Prof. Dr. Şahinde Demirci’ye Armağan, *Homer Kitabevi*, İstanbul, 97.
- Aydın, M., 2017, Çalınan Orijinal Altın “Kanatlı Denizatı (Hippocampus)’nın Taşınabilir X-Işını Floresans Spektrometresi Yöntemiyle Türkiye’ye İade Edilmesinin Sağlanması, *Türkiye Bilimler Akademisi Arkeoloji Dergisi*, (TÜBA-AR) Sayı 20, 148-157.
- Ahunbay, M., 2005, Antik Mardin, F. Özdem (Ed.), Taşın Belleği Mardin, *Yapı Kredi Yayınları*, İstanbul, 41-74.

- Ahunbay, M., 1991, Dara-Anastasiopolis, XII. Kazı Sonuçları Toplantısı I, *Ankara Üniversitesi Basımevi*, Ankara, 391-397.
- Ahunbay, Z., 2015, Mardin'in Oğuz Köyü'ndeki Anıtlar ve Korunmaları ile İlgili Öneriler, F. Atay ve N. Özcan (Ed.), *Kargir Yapılarda Koruma ve Onarım Semineri VII Bildiri Kitabı*, İstanbul, 192-203.
- Avşaroğlu, N., 2013, Anadolu Seyahatnamelerinde Madencilik, *Sanat Yayınları*, İstanbul, 8-90.
- Aslan, E.H., Can, C., 2017, Arkeolojik ve Kırsal Mimari Miras Birlikteliğinin Korunabilirliği: Oğuz/Dara Antik Kenti Örneği, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt 16, Sayı 62, 1065.
- Baskıcı, M. M., 2009, Bizans Döneminde Anadolu İktisadi ve Sosyal Yapı, *Siyasal Dağıtım*, Ankara, 19-25.
- Bakiler, M., 2013, Kültür Mirasının Tanısında İleri Analiz Yöntemlerinin Önemi, 29. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Ankara, 151-156.
- Can, B. ve Erdoğan, N., 2014, "Dara, Bizans-Sasani Sınırında Bir Garnizon Kenti ve Kazıları", "Anadolu'nun Zirvesinde Türk Arkeolojisinin 40 Yılı", *Bilgin Kültür Sanat Yayınları*, Ankara, 347-371.
- Doğan, M., 2008, "Klaros (Menderes-İzmir) Çevresinde Jeoarkeoloji Araştırmaları", *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu*, Çanakkale, 436.
- Demir, H., 2007, Urfa-Teleilat Kazısından Ele Geçen Demir ve Neolitik Çağlara Ait Arkeolojik Çanak-Çömlek Buluntularının XRF Tekniği ile İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 25-26.

- Esin, U., 1985, “Arkeolojide Kullanılan Arkeometrik Araştırmalara Genel Bir Bakış”, *I. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü*, Ankara, 1-6.
- Esin, U., 1969, “Kuantitatif Spectral Analiz Yardımıyla Anadolu’da Başlangıcından Asur Kolonileri Çağına Kadar Bakır ve Tunç Madenciligi”, *İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Yayınları*, 1427, 1-3.
- Fidan, E., 2016, Tarih Öncesi Dönemlerde Anadolu’da Kullanılmış Olan Maden Yatakları, *MT Bilimsel Dergisi*, 9, 52.
- Gürçal, E., 2015, X-Işımları Floresans Tekniği ile Raman Spektroskopisi’nin Arkeolojide Kullanımı ve Gökçeada Uğurlu-Zeytinlik Yerleşmesindeki Malzemeler Üzerinde Uygulamalar, Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Edirne, 13-47.
- Gorghinian, A., Esposito, A., Ferretti, M., Catalli, 2013, “XRF Analysis of Roman Imperial Coins” makalede, “*Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*” dergisi, 1-5.
- Glozzo, E., Kockelmann, W., Bartoli, L., Tykot, R. H., 2011, “Roman Bronze Artefacts From Thamusa (Morocco): Chemical and Phase Analyses”, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 269, 277–283.
- Ingo, M. G., Caro, T. D., Bultrini, G., 2004, Microchemical Investigation of Archaeological Copper Based Artefacts Disclosing an Ancient Witness of the Transition From the Value of the Substance to the Value of the Appearance, *Microchim, Acta*, 144, 87–95.
- İssi, A., 2011, Eskişehir-Şarhöyük (Dorylaion) Arkeolojik Kazılarında Ele Geçen Helenistik Dönem Seramiklerinin (Kalplı Kaseler ve Batı Yamacı Seramikleri) Karakterizasyonu, Doktora Tezi, *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir, 2-5.

- Kaptan, E., 1990, “Türkiye Madencilik Tarihine Ait Buluntular”, *MTA Dergisi*, 111, 179.
- Küçük, İ., Cantekin K., Borand G., 2017, X – Işını Floresans Spektroskopisi (XRF) Deney Föyü, Deney No: 2, *Bursa Teknik Üniversitesi Doğa Bilimleri Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi*, Bursa, 3-11.
- Kayan, İ., 2018, Arkeolojide Temel Yöntemler, *Ege Yayınları*, İstanbul, 17-20.
- Karatak, A., Akyol, A. A., İren, K., 2016, Daskyleion Arkeolojik Alanı Metal Buluntuları Üzerine Arkeometrik Ön Çalışmalar, 32. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Edirne, 149-166.
- Koç, P., 2009, Diyarbakır-Bismil Aşağı Salat Höyüğünde Ele Geçen Çeşitli Dönemlere Ait Seramiklerin Kökenlerinin X-Işınları İle Tayinleri, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 41-42.
- Kassianidou, V., 2000, Hellenistic and Roman Mining in Cyprus, *Archaeological Research Unit University of Cyprus*, Cyprus, 745.
- Kuruçaylı, E., Hirschfeld, N., W, Lehner, J., 2018, “Gelidonya Burnu Batığı’nın (M.Ö. 1200) Metal Kargosu: Bakır Külçelerin Tipolojik ve Arkeometalürjik incelenmesi”, 33. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Bursa, Cilt 1, 229.
- Kütük, A., 2016, “19. Yüzyıl Batılı Seyyahlarının Antik Dara (Anastasiopolis) Şehri ile İlgili Gözlemleri”, *Artuklu İnsan ve Toplum Bilim Dergisi*, Cilt 1, Sayı 1, 55.
- Laiou E. A., Morrison C, 2007, the Byzantine Economy, *Cambridge University Press*, New York, 27-30.
- Mardin Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2011, *Mardin İli 2010 Yılı Çevre Durum Raporu*, Mardin, 22-110.

- Otto, H., Witter. W., 1952, Handbuch Der Ältesten, *Vorgeschichtlichen Metallurgie in 1952 Mitteleurop*, Leipzig, 1-20.
- Özdaş, H., Hirschfeld, N., Bass, G.F., Pulak, C., 2011, Gelidonya Batığı Kazısı, 33. *Kazı Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü*, Malatya, Cilt 3, 120.
- Şahin, Y., Kurucu, Y., 2005, Atom Fiziği, *Pegem Akademi Yayıncılık*, Ankara, 317.
- Tite, M.S., 1991, Archaeological Science - Past Achievements and Future Prospects, *Archaeometry* 31, 139-151.
- Tiryaki, S., 2017, “Kalkolitik Çağda Doğu Anadolu Bölgesi Madenciliğinin Başlangıç Evreleri”, *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 7, Sayı 13, 178-194.
- Tosun, M., 2018, “Kuruluş, Yükseliş ve Çöküşü ile Roma’nın Mezopotamya’daki Son Varlık Göstergesi: Dara (Anastasiopolis-Iustiniana Nova)”, *Amisos*, Cilt 3, Sayı 5, 455-457.
- Tekin, O., 1999, Bizans Sikkeleri, *Yapı Kredi Yayınları*, İstanbul, 43-50.
- Tekin, O., 1992, “Antik Nümismatik ve Anadolu (Arkaik ve klasik Çağlar)”, *Arkeoloji ve Sanat Yayınları*, İstanbul, 1-56.
- Tuğrul, B., 2014, “Urartu Buluntularının Tahribatsız Muayene Metotları ile İncelenmesi”, 30. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü*, Gaziantep, 17-2.
- Varan, A. H., 2015, Erken Bizans Dönemi Theodosius Liman Şehri Seramik Buluntularının Nükleer Tekniklerle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü*, İstanbul, 33.

Yalçın, Ü., 2016, “Anadolu Madencilik Tarihine Toplu Bir Bakış”, *Madencilik Türkiye (MT) Bilimsel Dergisi*, Sayı 9, 3-13.

Yıldız, İ., 2019, Diyarbakır Müzesine Satın Alma Yoluyla Kazandırılan Bir Grup Gümüş Seleukos Sikkesi Üzerine Arkeometrik İncelemeler, Yüksek Lisans Tezi, *Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Batman, 2.

Yılmaz, Y., 2005, Jeoarkeoloji ve Arkeojeofizik Sempozyumu, *YTÜ Açılış Konuşması*, İstanbul, 41.

Zararsız, A., Özen, L., Kalaycı, Y., Kırmaz, R., Koralay, H., Tan, E., 2011, “Kültürel Mirasın Nükleer Tekniklerle Tanımlanması ve Korunması”, *Türkiye Atom Enerjisi Kurumu*, Teknik Rapor, 143.

Web Kaynaklar

Web kaynak-1 <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/il-maden-potansiyelleri>
(Ziyaret Tarihi: 15 Mayıs 2020)

Web kaynak-2 <https://wildwinds.com/coins/sb/i.html> (Ziyaret Tarihi: 20 Mayıs 2020)