



**Diyarbakır Arkeoloji Müzesinde Bulunan Altın Takıların  
Arkeometrik Karakterizasyonu**

**Ebru GÜNDEM**

**YÜKSEK LİSANS**

**Arkeometri Anabilim Dalı**



**T.C.**

**BATMAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Diyarbakır Arkeoloji Müzesinde Bulunan Altın**

**Takıların**

**Arkeometrik Karakterizasyonu**

**Ebru GÜNDEM**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Arkeometri Anabilim Dalı**

**Haziran-2020**

**BATMAN**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Ebru GÜNDEM tarafından hazırlanan “**Diyarbakır Arkeoloji Müzesinde Bulunan Altın Takıların Arkeometrik Karakterizasyonu**” adlı tez çalışması 30/06/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Arkeometri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan/Danışman

Doç. Dr. Mahmut AYDIN

#### Üye

Doç. Dr. Ali Akın AKYOL

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi Murat BAYAZIT

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

FBE Müdürü

Prof. Dr.Şahnaz TİĞREK

## **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.

Ebru GÜNDEM

Tarih: 30/06/2020

**ÖZET****YÜKSEK LİSANS TEZİ****Diyarbakır Arkeoloji Müzesinde Bulunan Altın Takıların****Arkeometrik Karakterizasyonu****Ebru Gündem****Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü****Arkeometri Anabilim Dalı****Danışman: Doç. Dr. Mahmut AYDIN****2020, 93 Sayfa****Jüri****Doç. Dr. Mahmut AYDIN****Doç. Dr. Ali Akın AKYOL****Dr. Öğr. Üyesi Murat BAYAZIT**

Diyarbakır Arkeoloji Müzesine satın alma ve müsadere yoluyla getirilmiş olan tüm ve parça halindeki altın takıların kimyasal kompozisyonunun belirlenmesine yönelik olan bu yüksek lisans tez çalışmasında, eserlerin kimyasal içeriklerini belirlemek amacı ile tahribatsız arkeometrik yöntemlerden birisi olan Taşınabilir Enerji Dağılımlı X Işınları Floresans Spektrometresi (P-EDXRF) kullanılmıştır.

Analizleri yapılan eserlerin tamamı Müzeye farklı zamanlarda satın alma ve müsadere yolu ile kazandırılmıştır. Eserlerin çoğunun tarihlendirilmesi müze tarafından yapılmamıştır. Dolayısıyla ilk olarak, eserlerin tarihlendirilmesi amacı ile müze envanterleri, ulusal ve uluslararası takı katalogları ve takılar üzerine yapılmış olan yayınlar araştırılıp incelenmiştir. Bu araştırmalar sonrası P-EDXRF analiz yöntemiyle eserlerin kimyasal kompozisyonları belirlenerek bu eserlerin hangi elementlerden oluştuğu ve element yüzdelikleri hakkında detaylı bilgiler edinilmiştir. Çalışmada elde edilmiş olan sonuçlar dönemsel olarak yakın ve benzer diğer eserlerin analiz edilmiş olduğu çalışmaların sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Bu karşılaştırmalar sonrası, eserlerde dönemsel olarak kimyasal kompozisyonun değişim gösterip göstermediği, kullanılan olan madenlerin kompozisyonda ne tür bir değişim gösterdiği incelenmiştir. Genel kompozisyona bakıldığında başlıca altın+gümüş ve altın+gümüş+bakır içerikli hammaddeden yapılmış alaşımlara rastlanmıştır. Korelasyon grafiği ile bu elementlerin eserler içerisindeki dağılımı tespit edilmiştir. Bu alaşımların bazılarının içerisinde az ve iz element olarak demir, krom, kadmiyum, titanyum, kurşun ve osmiyuma rastlanmıştır. Belirlenmiş olan az ve iz elementlerin eserlerin yüzey kirliliği veya yüzey temizliği, restorasyon gibi müdahalelerde kullanılmış olan maddelerden kaynaklı olduğu tespit edilmiştir.

İstatistiksel analizler ile farklı çalışmalardaki analiz sonuçlarıyla çalışma kapsamındaki eserlerin analiz sonuçları karşılaştırmaları yapılmıştır. Karşılaştırma sonrası eserlerin alaşımlarının geçmiş dönemlere tarihlenen eserlerin kimyasal kompozisyonları ile benzerlik gösterdikleri tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Altın, Arkeometri, Bakır, Diyarbakır Müzesi, Gümüş, Metal, P-EDXRF, Takı

**ABSTRACT****MS THESIS****ARCHAOMETRIC CHARACTERIZATION OF GOLDEN JEWELRY FROM  
THE DIYARBAKIR ARCHAEOLOGY MUSEUM****Ebru GÜNDEM****BATMAN UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED  
SCIENCES ARCHAOMETRY DEPARTMENT****Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mahmut AYDIN****2020, 93 Pages****Jury****Doç. Dr. Mahmut AYDIN****Doç. Dr. Ali Akın AKYOL****Dr. Öğr. Üyesi Murat BAYAZIT**

This master thesis is about the determination of the chemical composition of complete gold jewellery and gold jewellery pieces that were obtained by purchasing or confiscation of the Diyarbakır Archaeological Museum. The Portable Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometry (P-EDXRF) method, which is a non-destructive archaeometric method, was used to analyse the chemical composition of the golden jewellery finds.

All analysed materials were obtained in various time periods to the Museum. Most of the analysed gold jewellery finds were not archaeologically dated; therefore, in order to date the analysed material, different museum inventories, national as well as international antique jewellery catalogues have been studied initially. After these studies, the P-EDXRF analysis results, which were used to determine the chemical composition of the archaeological finds, were examined. With the P-EDXRF analysis method, the chemical compositions of these finds were determined and detailed information about the breakdown of these finds and their element percentages was obtained. The results of the analysis of the studied material from the Diyarbakır Archaeological Museum were compared with the results of the similar studies.

The results of the studied gold jewellery finds from the Diyarbakır Archaeological Museum were compared with the results of contemporary gold jewellery finds to examine whether their chemical composition and their amount within the gold jewellery changes. The general composition of the finds shows that their alloys made of gold + silver and gold + silver + copper. A Correlation graph is created to determine the correlation of these elements in each gold jewellery finds. Iron, chromium, cadmium, titanium, lead and osmium are found in some of these alloys as minor and trace elements. It has been determined that those minor and trace elements might be originated from the dirt on finds or from the surface cleaning and restoration of finds with different chemicals.

Statistical analysis that were made for the comparison of the results from different studies indicate that the chemical composition of the gold jewellery finds from the Diyarbakır Archaeological Museum and the other compared material shows similarities.

**Keywords:** Archaeometry, Copper, Diyarbakır Museum, Gold, Jewelry, Metal, P-EDXRF

## ÖNSÖZ

Yüksek Lisans çalışmamın tüm aşamalarında değerli zamanını, bilgi ve desteklerini benden esirgemeyen, danışman hocam ve Batman Üniversitesi Arkeometri Anabilim Dalı Başkanı ve kurucusu Doç. Dr. Mahmut AYDIN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışma kapsamında kullandığımız eserlere ulaşmamıza olanak sağlayan ve çalışmamıza izin veren Diyarbakır Müzesi müdürü Sayın Vehbi YURT'a ve müze çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim. Analiz yapmak için kullandığımız P-EDXRF cihazını kullanmamıza izin verdiği için Batman Üniversitesine, ayrıca yardımını, dostluğunu ve desteğini eksik etmeyen eşim Can Yümni GÜNDEM'e ve aileme teşekkür ederim.

Ebru GÜNDEM  
BATMAN-2020

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>x</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>xi</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ .....</b>	<b>xv</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BÖLÜM 1 .....</b>	<b>1</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>BÖLÜM 2.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 ANADOLU'DA TAKI.....</b>	<b>3</b>
2.1.1. Metal Takı Yapımında Kullanılan Madenler.....	7
2.1.1.1. Bakır.....	8
2.1.1.2. Tunç .....	8
2.1.1.3. Gümüş.....	9
2.1.1.4. Altın.....	9
2.1.2. Metal Takı Yapımında Kullanılan Teknikler.....	11
2.1.2.1. Yaprak metal (Safiha).....	11
2.1.2.2. Tel.....	11
2.1.2.3. Döküm.....	11
2.1.3. Metal Takı Yapımında Kullanılan Süsleme Teknikleri.....	11
2.1.3.1. Çalma ve kazıma.....	11
2.1.3.2. Kabartma (Repousse-Çekiçleme).....	12
2.1.3.3. Kalıpla Kabartma (Stampa basma).....	12
2.1.3.4. Savat (Niello).....	12

2.1.3.5. Delik işi (Opus interrasile-Ajur).....	13
2.1.3.6. Telkari (Filigre).....	13
2.1.3.7. Granülasyon (Güverse- Taneleme- Habbeleme- Damlatma).....	13
2.1.3.8. Metallerin üzerine renkli taşla süsleme (Taş kakma).....	13
2.1.3.9. Mine (Emay).....	14
2.1.3.10. Kaplama ve yaldızlama.....	14
2.1.4. Metal Takı Öğelerini Birleştirme Teknikleri.....	14
<b>2.2. TÜRKİYE'DE ARKEOMETRİNİN TARİHÇESİ.....</b>	<b>16</b>
2.2.1 Türkiye'de Metal Takılar Üzerine Yapılmış Arkeometrik Çalışmalar.....	17
<b>BÖLÜM 3.....</b>	<b>23</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>23</b>
3.1. Materyal.....	23
3.2. Yöntem.....	45
3.2.1. X-Işını Floresans Spektroskopisi.....	45
3.2.1.1. X-Işını Floresans Spektroskopisi Çalışma Prensipleri.....	46
3.2.1.2. X-Işını Floresans Spektrometresi.....	47
3.2.1.3. Taşınabilir X-Işını Spektrometresi.....	48
3.2.1.3.1. Mevcut çalışmada kullanılan spektrometrenin özellikleri.....	48
<b>BÖLÜM 4.....</b>	<b>50</b>
<b>4. ANALİZ SONUÇLARI.....</b>	<b>50</b>
4.1. Yüzükler.....	53
4.2. Küpeler.....	54
4.3. Broş.....	57
4.4. Bilezik.....	57
4.5. Takı Parçaları.....	58
4.6. İstatistiksel Analizler.....	60
4.6.1. Korelasyon (Corelasyon) Analizi.....	60
4.6.2. Kümelem (Cluster) Analizi.....	61

<b>5. BÖLÜM.....</b>	<b>63</b>
<b>5.TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>	<b>63</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>70</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>75</b>



**SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ**

**°C** : Santigrat derece

**%** : Yüzde

**µm**: Mikronmetre

**EDX**: Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (Enerji Dağılımlı X-Işınları Spektroskopisi)

**Ed.**: Editör

**MÖ**: Milattan Önce

**MS**: Milattan Sonra

**cm**: Santimetre

**bkz**: Bakınız

**Env. No**: Envanter numarası

**Au**: Altın

**Ag**: Gümüş

**Cu**: Bakır

**Cr**: Krom

**Cd**: Kadmiyum

**Fe**: Demir

**Ti**: Titanyum

**Pb**: Kurşun

**Os**: Osmiyum

**ND**: Not Detected (Tespit Edilemedi)

**P-EDXRF**: Portable Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometer (Taşınabilir Enerji Dağılımlı X-Işınları Floresans Spektrometresi)

**ppm**: per percent milion (milyonda bir oranında)

**SRM**: Standart Referans Malzeme

**vb.**: ve benzeri

**yy.**: yüzyıl

**WDX**: Dalga Boyu Dağılımlı X-ışınları Spektrometresi

**XRF**: X-Işını Floresans Spektrometresi

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. X-ışını floresans spektrometresinin çalışma prensibi .....	46
Şekil 3.2. Enerji ayırmalı XRF spektrometresinin şematik görünümü.....	47
Şekil 3.3. Dalga boyu ayırmalı XRF spektrometresinin şematik görünümü.....	48
Şekil 4.1. Çalışma kapsamında analiz edilmiş olan takılar .....	50
Şekil 4.2. Eserlerdeki Au, Ag ve Cu miktarları .....	52
Şekil 4.3. Eserlerde tespit edilen az ve iz elementler.....	52
Şekil 4.4. Yüzüklerin P-EDXRF temel element analiz sonuçları.....	53
Şekil 4.5. Küpelerin P-EDXRF temel element analiz sonuçları.....	55
Şekil 4.6. Küpelerin P-EDXRF az ve iz element analiz sonuçları.....	55
Şekil 4.7. 16/39/92 envanter numaralı broşun P-EDXRF temel, az ve iz element analiz sonuçları.....	57
Şekil 4.8. Bileziğin iç ve dış yüzey P-EDXRF eser ve iz element analiz sonuçları .....	58
Şekil 4.9. Takı parçalarının P-EDXRF eser element analiz sonuçları.....	59
Şekil 4.10. Takı parçalarının P-EDXRF az ve iz element analiz sonuçları.....	59
Şekil 4.11. Kümelem şekli.....	62
Şekil 4.12. M. Aydın'ın çalışmış olduğu eserler ile beraber yapılmış kümelem şekli.....	75
Şekil 5.1. Çalışma Kapsamında Görülen Alaşımlar.....	68

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

Çizelge 3.1. Sertifikalı gümüş ve P-EDXRF analiz sonuçları.....	49
Çizelge 3.2. Sertifikalı bronz ve P-EDXRF analiz sonuçları .....	49
Çizelge 4.1. Eserlerin P-EDXRF analiz sonuçları (%).....	51
Çizelge 4.2. Yüzüklerin P-EDXRF analiz sonuçları.....	53
Çizelge 4.3. Küpelerin P-EDXRF analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.4. 38/5/08 numaralı küpenin P-EDXRF analiz sonuçları.....	56
Çizelge 4.5. 16/39/92 numaralı broşun P-EDXRF analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.6. 23/9/84 envanter numaralı bilezeğin P-EDXRF analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.7. Takı parçalarının P-EDXRF analiz sonuçları.....	58
Çizelge 4.8. Korelasyon çizelgesi.....	61

# BÖLÜM 1

## 1. GİRİŞ

Anadolu tarih boyunca jeolojik, stratejik konumu ve doğal kaynakları sayesinde birçok uygarlığa ev sahipliği yapmış, ayrıca zengin maden yataklarıyla da bölgenin önemli bir metal üretim merkezi olmasıyla öne çıkmıştır. Madencilik gelişmesi ile beraber bölgede takı üreticiliği de farklı bir boyut kazanmıştır (Önsöz, 2013).

Takılar prehistorik dönemlerden günümüze kadar insanların birçok aşamasında yanında taşıdığı tarihin sessiz tanıklarındır. Takı, farklı malzemelerin farklı tekniklerle gerekli olan ustalıklarla işlevsel kullanım amaçlı ortaya çıkarılan üründür. Geçmişten günümüze insanlar takıyı farklı amaçlar için üretip, takmışlardır; ölü gömme geleneklerinde ölü hediyesi, günlük yaşamda veya düğünlerde süslenme amaçlı, nazar, uğur ve hatta kötülüklerden korunma amaçlı olarak da kullanılmışlardır. İnsanlar takı yapımında başlangıçta doğada bulunan hammaddeleri tercih ederken, teknolojinin ilerlemesiyle ve madenlerin keşfi ile beraber doğal hammaddeler yerini altın, gümüş, değerli taş ve alternatif hammaddelere bırakmıştır (Zaimoğlu ve Kaplanoğlu, 2012).

Takı yapımında kullanılan materyaller takıların kullanım amaçlarının, yapıldığı dönem ve toplumun ekonomisi ile sıkı bir ilişki içerisindedir. Ekonomik olarak kötü dönemlerde bile insanlar takılardan vazgeçmemiş ve pahalı malzemelerin yerine camdan, demirden, bronzdan takılar üretmeye devam etmiştir. Ayrıca kaplama yöntemlerini keşfedip, değersiz madenleri kimyasal yollarla kaplamış ve değerli maden görüntüsü vermeye çalışmışlardır (Köroğlu, 2004).

Etkileşim ve iletişim araçlarından biri olan takılar yapıldıkları döneme ait kültürel değerlerin ve sosyal hayat tarzının bir göstergesidir. Takılar sözsüz bir iletişim aracı olarak onları üreten topluma ve kullanan insanlara ait bilgileri yansıtmaktadır (Özdemir ve Dudaş, 2013).

Kültür mirası başta olmak üzere bilim ve sanat arasındaki işbirliğinin ileri analiz yöntemleri ile desteklenmesi son yıllarda önemli yer tutmaktadır. Uygarlık tarihinin her yönü ile eksiksiz olarak saptanabilmesi için arkeolojik buluntu sınıfı içerisindeki materyallerin yanında fen ve doğa bilimlerinin kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Bu sebeplerdendir ki “Arkeometri Bilimi” ortaya çıkmıştır (Birgül, 1981).

Arkeometri, arkeolojik buluntuların, çeşitli fen ve doğa bilimleri ile incelenmesi matematiksel ölçüm ve analiz yöntemlerinin uygulanması ve kullanılması olarak tanımlanmıştır (Esin, 1985).

Çeşitli temel bilimlerin ve mühendislik bölümlerinin kullandığı ölçüm ve analiz yöntemlerinin arkeolojiye uyarlanması ile ortaya çıkmış olan arkeometri; geçmişte yaşamış insan topluluklarının sosyal yaşam biçimlerinin, ticari ilişkilerinin, teknolojik gelişmelerinin, kültürel ve sanatsal gelişmelerinin anlaşılması açısından arkeologlar, sanat tarihçileri ve müze çalışanlarına yardımcı veriler sunmaktadır (Önsöz, 2013).

Arkeolojik buluntu sınıfına giren takılar üzerine yapılan arkeometrik çalışmalar ile takıların kimyasal kompozisyonu, kullanılan hammaddelerin takının kullanım amacına göre ve yapıldığı döneme göre değişimi, yapım teknolojisinin belirlenmesine dair önemli veriler sunmaktadır. Bu kapsamda Diyarbakır Müzesine satın alma ve müsadere yolu ile getirilmiş tüm ve parça halindeki altın takılar X-Işını Floresans Spektrometresi (XRF) yöntemi ile incelenerek kimyasal kompozisyonları belirlenmiştir. Elde edilen verilerden yola çıkılarak takılarda yapıldığı dönem ve yapılan takının kullanım yerine göre değişimleri kontrol edilmiştir. Yapılan XRF analizi öncesi ise müze envanter defterleri taranmış, bunun dışında da ulusal ve uluslararası müze katalogları tarihleme konusunda yardımcı kaynak olarak kullanılmıştır.

## BÖLÜM 2

### 2.1. ANADOLU'DA TAKI

Takının tarihi neredeyse insanlığın tarihi kadar eskidir. İlk takı örneklerine insanların avcı toplayıcı olarak yaşadıkları Paleolitik Çağlar'dan itibaren rastlanmaktadır. Bu ilk takı örneklerinin ham maddeleri doğada kolayca bulunan ve kolay işlenebilen kara ve deniz yumuşakçalarının kabukları, av hayvanlarının boynuzları, kemikleri ve dişleri gibi doğal malzemeler olmuştur. İnsanlar bu malzemeleri kazıma ve sürtme teknikleri ile şekil verdikten sonra delip kolye olarak kullanmışlardır (Köroğlu, 2004).

Erken Üst Paleolitik Çağa tarihlenen Hatay-Üçağızlı Mağarası'nda 2013 yılı kazısında bulunan faunal kalıntıları bize mağara sakinleri tarafından sahillerden toplanmış oldukları düşünülen kabukluları hem beslenme ve hem de süslenme amacıyla kullanılmış olduğunu göstermektedir. Süslenme amaçlı kullanılan bu denizsel kabuklular mağara sakinleri tarafından delinerek boncuklara dönüştürülmüştür. Takı olarak kullanılan bu boncuklar ayrıca form ve boyut açısından da benzerlik göstermektedir (Güleç ve ark., 2013).

Yerleşik hayatın ilk örneklerinden Erken Neolitik Çağ'a tarihlenen Diyarbakır-Çayönü ve Konya-Çatalhöyük gibi yerleşim yerlerinde yapılmış olan arkeolojik kazılarda taştan, kemikten, yumuşakça kabuklarından ve hayvan dişlerinden yapılmış kolye ve bilezik örnekleri bulunmuştur (Köroğlu, 2004).

Çanak Çömleksiz Neolitik Çağ'a tarihlenen Çatalhöyük'ün öncüsü olduğu düşünülen Konya- Boncuklu Höyükte yapılmış olan arkeolojik kazılarda açık alanda bir dizi mezarlar tespit edilmiş ve bunların içerisindeki iskeletlerin bazılarının üzerinde veya etrafında deniz salyangozundan boncuklar ve kolyeler bulunmuştur (Baird, 2016).

Yine Neolitik Çağa tarihlenen yerleşim yerlerinden biri olan Çatalhöyük'de bakır ve kurşundan yapılmış oldukça çok sayıda boncuğun varlığından söz edilmektedir (Yalçın, 2003). Böylece doğadan toplanan doğal malzemeler dışında madeninde artık boncuk yapımında kullanıldığı görülmüştür.

Neolitik Çağ'dan Kalkolitik Çağ'a kadar fazlasıyla talep gören bakırdan, süs eşyaları ve günlük kullanım eşyalarına kadar farklı türlerde objeler üretilmiştir. Tunç Çağı'na yaklaşırken artık bakırın yerini, arsenikli bakır, tunç, altın ve gümüş almaya başlamıştır (Başak, 2005).

Anadolu'nun Tunç Çağı'na girilmesiyle beraber buradaki halk bakıra kalay katarak tunç elde etmeyi başarmış ve kısa sürede tunç gündelik yaşama girmiştir. Tuncun yanı sıra bakır, altın ve gümüş gibi değerli ve yarı değerli madenlerden dövme, döküm teknikleri kullanarak pek çok madeni eser üretilmiştir. Zaman içerisinde farklı madenlerin ve tekniklerin öğrenilmesi ile takı sanatı ve işçiliğinde bir çeşitlenme görülmüştür (Bingöl, 1999).

Dönemin en güzel örneklerinden bazılarında Erken Tunç Çağı'na tarihlenen Alacahöyük Kral Mezarları'nda ve Troya kazılarında ele geçirilmiş takılarda görülmüştür. Bu döneme tarihlenen takılar genellikle altın elektum ve gümüşten yapılmış bilezik, süslü iğneler, saç tokaları ve zincir olmuştur. Takıların üretiminde kullanılan teknikleri ise kalıba basma, kabartma, delik işi, tel burma ve tel örme olmuştur (Köroğlu, 2004).

Akurgal'ın 2005'de yazdığı gibi, Heinrich Schliemann'ın Troya'da yaptığı kazı sonucunda ele geçirdiği ve Priamos hazinesi olarak adlandırılan Troya II döneminin takı buluntuları dönemin zengin takı çeşitliliğini göstermektedir (2005). Zamanla Tunç Çağının birikimli ve tecrübeli ustaları becerilerini geliştirerek madenlerden çok detaylı ve çok küçük boyutlarda takılar yapmışlar ve bu süreç takı yapımının gelişimini hızlandırmışlardır (Türe ve Savaşın, 2002).

M.Ö. 2000'lerin başında Asur Ticaret Kolonileri Dönemi'nde Anadolu'nun doğal zenginlikleri Asurluların dikkatini çekmiş ve Mezopotamya'dan getirilen eşyalar, elbiseler ve kokular Anadolu'da ki altın, gümüş ve bakır ile değiştirilmiştir (Bingöl, 1999).

Bu ticaret sonucu ortaya çıkan etkileşim takıların form ve bezemelerinde de kendini göstermiştir. Dönemin önemli yerleşim yerlerinden olan Kültepe-Kaniş'te mezar buluntusu olarak karşımıza çıkan gümüşten ve altından küpeler, yüzükler, yarım ay şeklinde gerdançeler ve delikli-deliksiz başlı iğneler de ilgi çekici buluntulardır (Köroğlu, 2004).

M.Ö. 2000'lerin ikinci çeyreğinde Hititler, Koloni Dönemi sonrasında Orta Anadolu'da güçlü bir devlet kurmuşlardır. Hitit sanatı, Hatti kültürü ve Asur Ticaret Kolonileri Döneminin Ortadoğu etkisiyle şekillenmiş ve Anadolu dışında bulunan uygarlıklardan farklı olarak kendine has bir sanat geliştirmiştir. Hitit başkenti olan Hattuşa arşivlerindeki çeyiz listeleri ve tapınak envanterlerinde altın, gümüş ve altın kaplı demirden yapılmış pek çok takıdan söz edilmektedir. Fakat çoğu yazılı kaynağın

aksine kazılarda Hitit sanatını tanımlayabilecek yeterli sayıda örneğe rastlanılmamıştır (Türe, 2011a).

M.Ö. 2000'lerin ikinci yarısında Orta Doğu'da en önemli ve değerli sayılan çelikleştirilmiş demiri keşfeden Hititler bu teknolojiye M.Ö. 1400-1200 yılları arasında hâkim olan tek topluluktur. M.Ö. 1200 yılları civarında deniz kavimlerinin yarattığı kargaşa sonucunda Hitit İmparatorluğu'nun çöküşü ile bu teknolojiyi uygulamayı bilen ustaların Yakın Doğu'ya göçlerinden dolayı, komşu bölgeler de bu yeni teknolojiyle tanışmışlardır. Maden teknolojisinde ki bu değişim Tunç Çağlarının sona ermesine ve yeni bir çağ olan Demir Çağı'nın başlangıcına sebep olmuştur. Bu dönem ile beraber artık tunç aletlerin yerini demir aletler almış ve demir yeni maden sanatı tekniklerinin ortaya çıkmasına yol açmıştır (Erginsoy, 1978).

Eski çağ kuyumculuğunun önemli temsilcilerinden bir de Fenikeliler olmuştur. Fenike takıları karmaşık kompozisyonları, renkli cam süslemeleri ve bezemeleriyle etkileyici bir görünümde idirler. Biçim ve teknikleri, Batı Akdeniz'deki halkları derinden etkilemiştir. Öyle ki, Fenikeliler ile yoğun ticari ilişkileri olan Güney İspanya ve Sardunya'daki kuyumcular Fenikelilerden ithal edilen takıları yerel atölyelerde üretmişlerdir ve bu takıları birbirinden ayırt etmek neredeyse imkânsızdır (Türe, 2011a).

M.Ö. 1.binnin başlarında Doğu Anadolu Bölgesi'nde güçlü bir krallık olan Urartular sürekli mücadele içinde oldukları Asurluların etkisinde kalmış ve bu durum Urartu sanatında da kendini hissettirmiştir (Akurgal, 2005). Uçları hayvan başı şeklinde biten bilezikler, kutsal hayvanlar üzerine basmış şekilde betimlenmiş tanrı figürleriyle süslenmiş madeni kemerler, fibulalar ve bunların yanı sıra camdan, kehribardan ve akikten üretilen boncukların dizilmesiyle oluşan kolyeler Urartu takılarının en güzel örneklerini oluşturmaktadır (Takının Gelişimi, 2006).

Kavimler göçü ile beraber Balkanlardan Anadolu'ya giren Frigler Kızılırmak ve Tuz Gölü arasında kalan bölüme yerleşip M.Ö. 8. yüzyılda bir krallık kurmuşlardır (Türe, 2011a). Frig dönemi takılarında özellikle bronz ve gümüşten yapılmış olan ve giysileri tutturmada kullanılan fibulalar ayrıca dikkat çekmektedir. Friglerin başkenti olan Gordion'da Büyük Tümülüs'te yapılmış olan kazılarda mezar hediyesi olarak bırakılmış 145 adet fibula bulunmuştur. Hayvan başlı bilezikler, kalın gümüş kemerler de Frig döneminde yapımına devam edilmiş takılar olmuştur (Koroğlu, 2004).

M.Ö. 7. yüzyılın ikinci yarısında Orta Anadolu'nun hâkimiyeti Frigler'den Lidyalıların eline geçmiştir (Akurgal, 2005). Lidya Devleti, doğal kaynaklar açısından zengin olan Gediz ve Menderes havzalarının merkezine oturmuş ve böylece doğunun ve

batının siyasal aynı zamanda da kültürel etkisinde kalmıştır (Yükçü ve Atağan, 2011). Başkent olan Sardes'in içinden geçen Paktalos Çayı'nın yataklarında altın madeninin bulunması ve Lidyalıların bu altını işlemesi zenginliklerine zenginlik katmıştır. Sardes'de yapılmış olan arkeolojik kazılarda 50 kadar altın küpe bulunmuş ve bu da Lidyalılarda küpenin takılar arasında özel bir yeri olduğunu göstermektedir (Türe ve Savaşçın, 2002).

Günümüzde Uşak Müzesinde sergilenen Karun Hazinleri Lidyalıların maden zenginliğini kanıtlamaktadır. Mezarlara bırakılmış hediyeler, ölü elbiselerini süsleyen bezekli küçük levhalar, altın şeritler, düğmeler ve rozetler de dönemin sanatını yansıtan güzel örneklerdir (Sevin, 2003).

Perslerin Anadolu'ya girmesi ve Lidya hâkimiyetine son vermesi ile Anadolu'da doğu-batı sentezi gelişir. Anadolu'nun farklı yerlerinde bu döneme ait zengin Pers satraplarının mühürleri, altın ve gümüş sikkeler ve bunlara ek altından süs eşyaları karşımıza çıkmaktadır (Bingöl, 1999).

M.Ö. 330'da Büyük İskender'in Pers İmparatorluğu'na son vermesi ile Anadolu'da Helenistik dönem başlamış bu da büyük bir siyasal ve kültürel değişimin başlangıcını oluşturmuştur (Meriçboyu, 2001). Helenistik Dönem takılarında, mine tekniği ile birlikte kullanılan çok renkli taşlar ve tam plastik figürler dikkat çekici detaylar olmuştur. Dönemin sanatçıları eserlerine fantezilerini de katıp takılarda özgün tasarımlar yaratmışlardır. (Türe ve Savaşçın, 2002).

Helenistik Çağ küpeleri dönemin en çarpıcı eserlerini oluşturmaktadır. Ustalar tarafından takılara insan ve hayvan biçiminde şekiller verilmesi ve granülasyon ile filigran tekniği kullanılarak (bkz. 2.1.3.6. ve 2.1.3.7.) yapılan dekoratif süslemeler sayesinde küpelere görkemli bir hava verilmiştir. Bu dönemde sıkça görülen figürlü küpelere M.Ö. 4. yüzyıldan itibaren rastlanmaktadır (Ergil, 1983).

Eski Anadolu ve Helenistik kültür mirasını devralan Romalılar M.Ö. 2. ile M.S. 4. yüzyılda egemenliği altına aldıkları ülkelerin zenginliklerini de kendi ülkelerine taşımışlardır. Bu dönemde takılarda değerli ve yarı değerli taş kullanımı artmıştır. İthal taşların çok pahalıya mal olması bu taşların camdan kopyalarının yapılmasına ve takılarda da kullanılmasına neden olmuştur (Köroğlu, 2004). Bu dönemin en çok kullanılan takıları arasında hayvan başlı ve bitkisel motifli bileziklerin de olduğu görülmektedir (Bingöl, 1999).

M.S. 4. yüzyılda bir Orta Çağ Hristiyan sanatı olan Bizans Sanatı, kendinden önceki Helenistik ve Roma kültürünü Hristiyan inançları çerçevesinde yeniden

yorumlayarak önemli bir sentez olarak ortaya çıkarmıştır (Türe, 2011b). Bizans kuyumculuğuna ait bilgiler mozaik ve fresko tekniğiyle yapılmış duvar resimlerinden, tesadüfen ortaya çıkmış definelere, arkeolojik kazılardan ve müzelere satın alma yolu ile alınmış takılardan edinilmiştir. Roma kültüründe olduğu gibi Bizans kültüründe de yüzükler değişik form ve süsleme tekniklerine sahip olup evlilik, ünvan ve asalet işareti olarak kullanılmışken, aynı zamanda (süslenme amacının) işlevsel olarak anahtar ve mühür gibi de kullanılmıştır (Köroğlu, 2004). Bizans takılarında önceki dönemlerden farklı olarak altının kıymetli taşlarla birlikte kullanıldığı görülmektedir (Ergil, 1983).

1071 Malazgirt Savaşı ile Türklerin Anadolu'ya girmesinden kısa bir süre sonra 1077'de Büyük Selçuklulara bağlı olarak Anadolu Selçuklu Devleti kurulmuş ve 13. yüzyılın ilk yarısında Selçukluların altın çağı başlamıştır (Köroğlu, 2004).

13. yüzyıl tarihçisi İbn-i Bibi ve 14. yüzyıl gezgini İbn-i Batut'un kitaplarında Anadolu beylerinin hazinelerinin altınlarla dolu olduğunu ve saraylarında hem altından hem de gümüşten eserlerin kullanıldığını yazmalarına rağmen, bu döneme ait günümüze kadar gelebilmiş Anadolu Selçuklu metal eser sayısı çok azdır. Anadolu Selçuklarına ait olan ve British Museum'da bulunan, gümüş tokalarla bezenmiş kemer bu dönemin önemli örneklerinden biridir (Öney ve Erginsoy, 1992).

Selçuklulardan sonra Anadolu topraklarına hükmeden Osmanlı döneminde takılar artık Asya'dan Anadolu'ya ve daha batıya ulaşarak çok renkli değerleri ile zirveye ulaşmıştır (Zaimoğlu ve Kaplınoğlu, 2012). Osmanlı'da kuyumculuk padişahlar tarafından desteklenmiş, hatta Yavuz Sultan Selim ve Kanuni Sultan Süleyman şehzadelikleri döneminde kuyumculuk zanaatını öğrenmişlerdir (Köroğlu, 2004).

Osmanlı takılarında çok renklilik mevcuttur ve tasarımlarda natüralist tarzda çiçek dalları, buketler, kuşlar ve bunların yanında da ay veya yıldız en çok tercih edilen motiflerdir. Osmanlıda gerdanlıklar, yüzükler, giysi kemerleri, bilezikler, halhallar, inci ve elmasan düğmeler kadınlar tarafından en çok tercih edilen takılar olmuştur. Ayrıca Osmanlı kültüründe kadınlar kadar olmasa da erkekler de takı takmıştır (Köroğlu, 2004).

### **2.1.1. Metal Takı Yapımında Kullanılan Madenler**

Geçmişten günümüze takı yapımında kullanılan malzemeler yaşanan dönem ve kültürler göre değişimler göstermiştir. Başlangıçta insanlar takı yapımında çevrelerinde bulunan kolay ulaşabildikleri deniz-kara yumuşakçalarının kabuklarından, hayvan kemik ve dişlerinden oluşan doğal malzemelerden yararlanırken, madenlerin keşfedilip

işlenebilmesiyle de doğal malzemelerin yerini çoğunlukla farklı madenler almıştır. Bu durum kuyumculukta büyük bir atılımı da beraberinde getirmiştir (Köroğlu, 2004).

#### **2.1.1.1. Bakır**

Simgesi Cu, atom numarası 29, atom ağırlığı 63,54 g/mol ve kaynama noktası 2300 °C olan bakırın ergime noktası ise 1083 °C'dir. Bakır doğada az miktarda nabit, genellikle sülfürlü, oksitli ve kompleks halde bulunur ([web kaynak-1](#)).

Doğal bakıra dere yataklarında ve bakır cevherinin aşınması sonucu üst tabaklarında rastlanmaktadır. Cevher olan bakır ise doğal bakıra oranla daha yoğun olarak bulunmaktadır. Arıtma yoluyla bol miktarda metalik bakır elde edilebilmektedir. Bu cevher bazen kimyasal bir bileşik bazen de fiziksel karışım halinde bulunur. Yeryüzünün üst katmanlarında bakır karbonatları ve bakır oksitleri, derinlerde ise bakır sülfürleri olarak bulunurlar. Kapalı bir fırında odun kömürü yardımıyla bakıra en az 800 °C ısı verilerek cevherinden arıtılır. Arıtılan cevherin saf olması için ikinci bir arıtma işlemi uygulanır. Bakır okside olan bir madendir ve oksitlenen bakırın üst yüzeyi mora yakın yeşil bir renk alır. Fakat oksitlenmiş kısım elle ovulunca alttaki kırmızı renk ortaya çıkar (Erginsoy, 1997).

İnsanlığın tanıştığı ilk maden bakır olmuş ve Anadolu'da bilim insanları tarafından madencilik beşiği olarak gösterilmiştir. İnsanlar henüz çanak çömlek üretimine geçmeden bakır yatakları yakınlarında yüzeyde bulunan nabit bakırını toplayıp işlemeye başlamışlardır. İlk başta boncuk üretiminde bakır dövülerek şekillendirilmiş ama bu işlem sonrası soğuk bakırın dövüldüğünde çatlayıp kırıldığını görmüşlerdir. İnsanlar zaman içerisinde bakırın ısıtılınca daha kolay işlendiğini fark etmiş ve levha haline getirdikleri bakırdan sonrasında bu levhalardan boncuklar yapmışlardır (Yalçın, 2003).

#### **2.1.1.2. Tunç**

M.Ö. 4. bin ile Neolitik dönemden itibaren kullanılan bakıra bir miktar kalay katılarak elde edilen tunç sayesinde maden sanatında yeni dönem başlamış ve bulunduğu çağa adını vermiştir (Başak, 2005). Tuncun tesadüfen keşfedildiği düşünülmektedir (Özbal, 2013).

Tunç, içerisinde belirli oranlarda kalay-bakır bulduran alaşımlardır. Bu oranlar objenin kullanım amacı ve istenilen renge göre değişmektedir. Çinko, alüminyum, kurşun veya gümüş bakıra katılarak farklı renkte ve sertliklerde tunç elde edilebilmektedir (Köroğlu, 2004).

Bakırdan daha sağlam ve dayanıklı olan tunç soğuk olarak işlenemez. Bu yüzden tuncun çekişlenebilmesi için sık sık tavlama işlemi gerekmektedir. Ayrıca tuncun önemli özelliklerinden bir diğeri ise, bu alaşımın eridiği zaman bakır gibi kabarcıklaşmamasıdır. Bu nedenle tunç her dönemde döküm için öncelikli tercih edilen maden olmuştur (Erginsoy, 1978). Tunç alaşımı yüzük, küpe, boncuk, bilezik, iğne-fibula, zincirlerde ayrıca altın ve gümüş kaplamada da kullanılmıştır (Bingöl, 1999).

### **2.1.1.3. Gümüş**

Simgesi Ag, atom numarası 47, atom ağırlığı 107,87 g/mol, kaynama noktası 1950 °C, olan gümüşün ergime noktası 961,9 °C'dir (web kaynak-2).

Gümüş madeni doğada hem cevher hem de doğal maden olarak mevcuttur. Altın gibi yumuşaktır ve soğukken de çekişlenebilmektedir. Doğada gümüş madeni dere yataklarında veya bazı kayaların içerisinde damar şeklinde bulunmaktadır. Doğal gümüş madeni M.Ö. 4000'lerin başında süs eşyalarının yapımında kullanılmış ve altından daha geç fark edildiği düşünülmektedir (Erginsoy, 1978).

Gümüş cevheri galen ve gümüş klorür gibi cevherlerin ısı ile işleme maruz bırakılması ile elde edilmektedir. Doğal gümüşün çok az bulunmasından dolayı genellikle cevher olan gümüş kullanılmaktadır. Gümüş cevheri içeren ve genel itibarıyla kurşun-kükürt karışımı olan galen üstü açık bir ocak üzerinde uzun bir süre ateşte bırakılarak arıtılabilmektedir. Bu arıtma sonrası kurşunun oksidasyonla ayrılması ve saf gümüşün ortaya çıkması sağlanmaktadır. Bu yöntemin ilk olarak Anadolu'da uygulanmış olduğu düşünülmektedir (Erginsoy, 1978).

Gümüş yumuşak bir metal olduğundan çoğu zaman bir miktar bakırla karıştırılarak kullanılmıştır (Köroğlu, 2004). M.Ö. 4. binin ikinci yarısı ile beraber önce gümüş ve kurşun sonrasında da altın yavaş yavaş insanlık tarihindeki yerini almıştır. Anadolu'da ki ilk gümüş buluntulara Elazığ-Korucutepe'de rastlanılmıştır (Yalçın, 2013).

### **2.1.1.4. Altın**

Simgesi Au, atom numarası 79, atom ağırlığı 196,96 g/mol olan altının ergime noktası 1064 °C'dir (web kaynak-3).

Altın insanlar tarafından kullanılan en eski metallere birisi olmuştur. Doğal parlaklığından, kolay işlenebilmesinden ve doğada az bulunmasından dolayı diğer metallere oranla daha kıymetli olmuştur. Altından yapılmış süs eşyalarına M.Ö. 5. ve 4. bine ait arkeolojik katmanlarda rastlanılmıştır. Mısır'da bulunan ve M.Ö. 3500'lere

tarihlenen bir altın madeni krokisi madencilik tarihine ait ilk belge olarak kabul edilmektedir (Oygür, 1990).

Altın havadan ve sudan etkilenmediği için okside olmaz. Bu değerli özelliklerden dolayı Erken Tunç Çağı'ndan itibaren altın ticaretinde artış olmuştur (Meriçboyu, 2001).

Altın, nehir yataklarında, alüvyon birikintileri arasında ufak kırıntılar halinde ve ayrıca kuvars esaslı kayaların içerisinde damar halinde bulunur. Kayalardaki altını elde edebilmek için öncelikle kayalar çekiçle topaklar halinde koparılmakta ve bu topaklar dövme işlemi ile ufalanıp toz haline getirilmekte, sonrasında toz haline gelmiş karışım sığ tablalarda yavaş akan su altında yıkanmaktadır. Bu yıkama esnasında altın ağırlığından dolayı dibe çökmekte ve diğer safsızlıklar su ile birlikte uzaklaşmaktadır. Yüzyıllar boyu kullanılmış olan bu eski ve basit yöntem "tablada yıkama" denilmektedir (Erginsoy, 1978).

Altın saf bir maden olmayıp bünyesinde çoğunlukla doğal olarak bir miktar gümüş, bakır ve demir gibi madenler içermektedir (Erginsoy, 1978). Saf altın elde etme isteği ile yapılmış olan altın saflaştırma ile ilgili ilk buluntulara Lidya'nın başkenti olan Sardes kazılarında rastlanmıştır (Ramage, 1970).

Lidyalı ustalar saf gümüş elde etmek için kullandıkları kupelasyon yöntemini saf altın elde etmek için kullanmamış bunun yerine elektrik da bulunan bakır, kurşun gibi metalleri arındırmak için kullanmışlardır. Altında bulunan gümüşü ayırmak için ise elektrik parçacıkları önce dövülerek ince folyolar haline getirilir sonrasında bu folyolar tabaka tabaka kiremit tozu ve tuz içeren bir pota içerisinde ağız kısmı iyice kapatılmış şekilde uzun süre ocakta ısıtılırdı. Bu işlem esnasında açığa çıkan klor gazı folyo yüzeyindeki gümüş atomlarıyla tepkimeye girerek gümüş klorürü oluşturmakta ve böylece altından ayrışmaktaydı (Özbal, 2013).

M.Ö. 3. binin ilk yarısına tarihlenen Troya, Alacahöyük, Eskişehir ve Horoztepe'de Anadolu'nun ilk altın eserleri bulunmuştur. Altın buralardaki dere yataklarında biriken kumların yıkanması ile elde edilmiştir. %2-30 arasında gümüş içeriği bulunan bu metaller saf altın olmayıp "elektrum" olarak bilinmektedirler. Bu metaller önceleri takı ve statü belirleyen eserlerin yapımında kullanılmıştır (Özbal, 2013).

## **2.1.2. Metal Takı Yapımında Kullanılan Teknikler**

Metal takı yapımında kullanılacak olan metaller öncelikle yaprak metal (safiha), tel ve kalıplarda dökümle oluşturulan formlar haline getirilirler (Bingöl, 1999).

### **2.1.2.1.Yaprak metal (Safiha)**

Metal külçeler (ingot) dövülerek yaprak haline getirilmektedir. Metalin incilmesi sertliğini azalttığı için kolay işlenebilmesini sağlamakta, fakat dayanıklılığını azaltmaktadır. Mısır’da 0,17 mm ve 0,54 mm kalınlığında altın safihalar ele geçmiştir (Higgins, 1961). Bu yapraklar takının yapımında kullanıldığı gibi sap yerlerine birer küçük halka takılarak yaprak gerdanlıklara dönüştürülebilmekteydi (Kuşoğlu, 2006).

### **2.1.2.2. Tel**

Takı yapımında kullanılan teller farklı teknikler ile üretilmişlerdir. Metallerin dövülerek ince levhalar haline getirilip bu levhalardan dar şeritlerin kesilip çekiç ile düzeltildikten sonra şeritleri bükerek veya sert bir yüzeye sürterek yassı ve yuvarlak teller elde edilmektedir. Daha uzun boyutlarda tel elde etmek içinse iki telin uçları birbirinin üstüne getirilip ek yerlerinin çekiçlenmesi ile kaynak yapılmaktaydı. Zamanla tel yapma yöntemleri gelişmiş örneğin iki ya da birden çok telin birbirine dolanması ile burma teller elde edilmiştir (Köroğlu, 2004).

### **2.1.2.3. Döküm**

Döküm, potada eritilen madenlerin istenilen şekillerde hazırlanmış kalıplara dökülerek dondurulması yöntemidir. Kalkolitik Çağdan bu yana döküm tekniği zaman içerisinde gelişim göstermiştir. Bu tekniğin kullanıldığı ilk dönemlerde kullanılan kalıplar ya taştan ya da kilden yapılmış üstü açık kalıplardır. “İçi dolu döküm” ve “içi boş döküm” olmak üzere iki yapım tekniği bulunmaktadır. (Erginsoy, 1978).

## **2.1.3. Metal Takı Yapımında Kullanılan Süsleme Teknikleri**

Takı süslemesinde çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Süsleme teknikleri İlk Tunç Çağı ile başlamış ve devirlere göre kullanımları ya azalmış ya da çoğalmıştır. Takıların biçimlerinin yanı sıra, kullanılan süsleme teknikleri de eserin döneminin belirlenmesine yardımcı olmaktadır (Meriçboyu, 2001).

### **2.1.3.1. Çalma ve kazıma**

Çalma ve kazıma teknikleri altın, gümüş ve bronz gibi eserlerin üzerine, derin çizgilerle süsleme yapma tekniğidir. Çalma, eser üzerinde ucu küt çelik kalemlere çekiçle hafifçe vurularak yapılır. İşlenen eser altın veya gümüş ise tunç kalemlerde kullanılabilir. Açılan yivlerler sonrası itilen parçalar yivin yan duvarlarına yığılır bu birikintiler törpüyle törpülenir. Kazıma tekniğinde ise, eser üzerinde yivler açmak için

ucu sivri kalemler kullanılır ve bu yivlerin içindeki maden kesilerek dışarı atılır. Bu teknik Tunç Çağ'ının başından itibaren madeni eserler üzerinde kullanılan bir yöntemdir (Erginsoy, 1978).

### **2.1.3.2. Kabartma (Repoussé-Çekiçleme)**

Eser üzerine kabartma aletleri veya çekiç kullanılarak yapılmış olan süslemeler kabartma tekniğine işaret etmektedir (Erginsoy, 1978). Metal levhayı işleyebilmek için önceden ısıtılan bir levha yatak üzerine yerleştirilmekte ve istenilen biçimi elde etmek için çalma aletleri ya da çekiç ile içten veya dıştan vurulmaktadır (Meriçboyu, 2001). Eser üzerinde yapılacak olan işlemin alçak-kabartma olması isteniyorsa dıştan çekiçleme, yüksek kabartma olması isteniyorsa içten çekiçleme uygulanmaktadır (Erginsoy, 1978). Bu teknik ile yapılan süslemelerde süslemenin yapıldığı madeni levhalar çok ince olduğundan biçim ve şekiller çok ufak ve düzgün ortaya çıkmaktadır (Kuşoğlu, 2006).

Yunan, Roma ve Bizans Dönemleri'nde bu teknikle yapılmış bazı takı örneklerinde darbelere karşı önlem olması amacıyla reçine ve alçıdan yapılmış bir dolgu maddesi kullanılmıştır. Bu teknik kuyumculuk tarihi boyunca kullanılan en eski yöntemlerden birisi olmuştur (Köroğlu, 2004).

### **2.1.3.3. Kalıpla kabartma (Stampa Basma)**

Kabartma ile süslenecek bir eserde aynı desenin tekrarlanması gerekiyorsa desenleri tek tek kabartmak yerine aynı sonucu daha çabuk elde edebilmek için uygulanan bir tekniktir. Metal bir çubuğun ucuna kabartılması istenen desenin negatifi oyulur, sonra bu uç tavllanmış metal üzerinde desenin yapılması gereken yere yerleştirilir ve arka ucuna çekiçle kuvvetli bir şekilde vurularak desenin eser üzerinde kabartma halinde çıkması sağlanır (Erginsoy, 1978).

Uşak-Güre çevresindeki tümülüsler de şimdiye kadar ele geçmiş en erken kabartma kalıpları M.Ö. 5. yüzyıla tarihlenmektedir ve bunlar Anadolu-Pers dönemi eserleridir (Meriçboyu, 2001).

### **2.1.3.4. Savat (Niello)**

Madeni eser üzerinde çelik kalem ile siyah olarak görünecek yerlere yivler ve yuvalar açılır. Açılan bu yivler daha sonra kükürt ve maden karışımı olan eriyik haldeki niello (savat) ile doldurulur. Bu teknik özellikle gümüş eserlerin üzerinde kullanılır (Arseven, 1984).

Latince "siyah" demek olan niello, belli oranlarda kükürt-gümüş-bakır veya kükürt-kurşun-bakır madenlerinin karışımından hazırlanır ve bu karışım siyaha çalan

mor bir renk alıncaya dek ısıtılır. Savaşçılar bunu gerektiğinde kullanmak için külçe halinde saklarlar (Arseven, 1984). Önceleri silahların ve tabakların süslenmesinde kullanılan bu teknik ilk kez Geç Roma ve Bizans Dönemi takıları üzerinde görülmüştür (Higgins, 1961).

#### **2.1.3.5. Delik işi (Opus Interrasile-Ajur)**

Bu teknikte maden zemin üzerine çizilen desenlerin zemin kısımları kesici ve delici aletler ile kesilir ya da zemin üzerine çizilen desenin etrafı kesildikten sonra kesilen kenarlar törpülenir (Köroğlu, 2004). M.Ö. 3000'den itibaren kullanılan bu teknik Roma döneminde doruk noktasına ulaşmıştır (Meriçboyu, 2001).

#### **2.1.3.6. Telkari (Filigre)**

Çeşitli biçim ve kalınlıktaki altın ve gümüş tellerin eğilip bükülmesi ile yapılan motiflerin birbirine ya da madeni bir zemin üzerine tutturulmasıyla oluşan süsleme tekniğidir. Arkeolojik kazılar bu tekniğin M.Ö. 3000'de Mezopotamya ve Mısır'da ayrıca M.Ö. 2500'lerden itibaren ise Anadolu'da kullanıldığını göstermektedir. Eski çağlarda tel elde etme teknikleri giderek gelişmiş ve "delikten tel çekme" icat edilmiştir (Erginsoy, 1978). Daha düzgün, ince ve çeşitli tellerin üretilmesine imkan sağlayan bu tekniğin kullanımı Roma Dönemi'nde yoğun bir şekilde yayılmıştır (Bingöl, 1999).

#### **2.1.3.7. Granülasyon (Güverse- Taneleme- Habbeleme- Damlatma)**

İnce tel veya safihadan belli küçüklükte parçalar kesilerek pota içerisindeki odun külü üzerine yayılır, pota dolunca kızgın ateşte ısıtılır ve içerisindeki madeni parçalar minik küreler haline gelir, soğuduktan sonra üzerlerindeki küller yıkanarak çıkarılır. Odun külleri küreciklerin birbirine yapışmasını engeller. Hazırlanmış olan bu küreler boyutlarına göre ayrılıp istenilen yere yapıştırılır. M.Ö. 2500'lerde takılarda önce filigre ve onu izleyen yıllarda granülasyon görülmektedir (Bingöl, 1999).

#### **2.1.3.8. Metallerin üzerine renkli taşla süsleme (Taş kakma)**

Takıların üzerinde çökertme ya da oyma ile açılmış olan yuvalarının içerisine renkli taş veya camların tutturulması tekniğidir. M.Ö. 2500'lere tarihlenen Ur kral mezarlarındaki objelerde görülmektedir (Higgins, 1961).

Ortaçağdan itibaren özellikle yüzüklerin kaş kısımlarında taşlar dört ya da daha fazla sayıda sivri çıkıntılar ile tutturulmuştur. Taklit taşlar ise yuvalarına genellikle arkalarına sürülen bir yapıştırıcı ile yerleştirilmiştir ya da camın ısı yardımıyla metal zemin üzerindeki yuvalara kaynaştırılması ile sağlanmıştır (Köroğlu, 2004).

### 2.1.3.9. Mine (Emay)

Sodyum oksit, potasyum oksit ve silis karışımından elde edilir ve metal oksitlerle renklendirilebilen bir maddedir. Saydam, yarı saydam ya da opak camsı bir madde olan mine genellikle değerli madeni eşyaların süslemesinde kullanılmıştır. Elde etmek istenen renge göre metal oksit ve cam tozu karıştırılıp potada eritilir eriyik haldeki madde süslenmek istenen madeni eser üzerine açılmış olan yuvalara yerleştirildikten sonra 1000 °C sıcaklığa ulaşabilen fırınlarda fırınlanarak eser üzerinde kalıcı hale gelmesi sağlanmaktadır (Ödekan, 1997).

En erken örneklerine M.Ö. 13. yüzyıla ait Miken kültüründe rastlanmaktadır. M.Ö. 12. Yüzyıla tarihlenen Kıbrıs-Kouklia'da mezarda bulunmuş olan 6 adet mine tekniği ile süslenmiş yüzükler bilinmektedir (Higgins, 1961).

### 2.1.3.10. Kaplama ve yaldızlama

Bakır, tunç ve gümüş gibi madeni eserlerin üzeri altın veya gümüşten madeni levhalar çekiçlenerek, perçinlenerek veya bir yapıştırıcı yardımı ile yapıştırılarak kaplanabilmektedir. Fakat bunlar kimyasal yolla kaplama gibi sağlam ve düzgün olmamaktadır. Eserlerin bazen tüm yüzeyi bazen de belirli kısımları yalnız kaplanmaktadır. Mekanik ve kimyasal yöntemlerle kaplama olarak 2 çeşidi bulunmaktadır (Erginsoy, 1997).

#### **Mekanik Yöntemlerle Kaplama:**

M.Ö. 3000'den itibaren Yakın Doğu'da madeni eserlerin üzerinde uygulanmaya başlanmış bir yöntemdir. Madeni eser üzerine kaplanacak olan maden parçası çekiçle dövülerek zar gibi ince bir levha haline getirilir ve daha sonra bu ince madeni levha kaplanacak eser üzerine çekiçlenerek veya yapıştırılarak kaplanır (Erginsoy, 1978).

#### **Kimyasal Yöntemlerle Kaplama (Yaldız):**

Bu teknikte altın ve civa karışımından oluşan metal alaşımı madeni eser üzerine sürüldükten sonra eser fırınlanır. Fırınlama esnasında civa uçar ve eser kalın bir altın tabaka ile kaplanır. Bu yöntem diğer yöntemlere oranla daha dayanıklıdır (Meriçboyu, 2001). Roma döneminden itibaren bu teknik kullanılmıştır (Bingöl, 1999).

### 2.1.4. Metal Takı Öğelerini Birleştirme Teknikleri

Yukarıdaki işlemlerden sonra elde edilmiş olan takı öğelerinin birbirine birleştirilmesi veya bir zemin üzerine yerleştirilmesi ile takımın tamamlanması amacıyla uygulanan işlemlerdir. Bu işlemleri lehim, kaynak ve perçinden oluşmaktadır.

Birleştirilmek istenen iki metal parçası arasına erime noktası daha düşük olan bir metal ve/veya metal alaşımı yerleştirilir ve bu ateş tutularak sıvılaştırma sağlanır. Daha

sonra metal parça kenarlarının birbirine birleşmesi için sıvılaştırılmış metal ve/veya metal alaşımın katılması yeterli olmaktadır. Bu işlem lehimleme, parçaları birleştiren metal ise lehim olmaktadır. Lehimler sert ve yumuşak lehim olarak sınıflandırılabilir. Sert lehimler yumuşaktan daha fazla ısı gerektirir fakat daha güçlü bir bağlantı sağlar (Higgins, 1961).

Perçin ise birleşmesi istenen parçaları çivi ile birleştirme yöntemidir. Çivilerin yerleştirileceği yuvalar önceden sivri bir alet yardımı ile açılmakta sonrasında bu yuvalara üst üste getirilip istenilen boy ve biçimdeki perçin çivileri bu deliklerden geçirilerek birleştirilme gerçekleştirilmektedir (Erginsoy, 1978).

Son olarak kaynak maden parçalarını yüksek sıcaklık veya basınç ile birleştirme tekniğidir. Bunlar; soğuk-basınç ile kaynak, sıcak-basınç ile kaynak ve füzyon kaynaktır:

- Soğuk-basınçla kaynak yöntemi özellikle altın varakları birleştirmek için kullanılmaktadır. Varakların birleşecek yerleri üst üste konur ve çekiçlenir (Erginsoy, 1978).
- Sıcak-basınç ile kaynak, sıcak haldeyken çekiçlenebilen demir ve çelik madenleri için kullanılabilen bir tekniktir. Yüksek ısı da macun kıvamına gelmiş olan demir veya çelik parçalarının kenarları üst üste gelecek şekilde tutulur ve kaynaşarak birleşmesi için çekiçlenir (Erginsoy, 1978).
- Yakın zamanlarda keşfedilmiş olan füzyon kaynak bir diğer yöntemdir. Bu yöntem yalnızca demir ve çelik madeni için kullanılabilir. Çok yüksek ısıveren asetilen alevi veya elektrik şulesi, birleşmesi istenen iki madeni parçanın kenarlarının üzerine tutulur böylece o kısımdaki madenler eriyip birbiriyle bütünleşir (Erginsoy, 1978).

## 2.2. Türkiye’de Arkeometrinin Tarihçesi

Arkeometrinin başlangıcı 19. yüzyılın başlarına kadar geriye gitmektedir. Bilim dünyasında ilk kez M.H. Klaproth (1743-1817) Berlin Bilim Akademisinde sikkeler, camlar ve Ortaçağ heykelleri üzerinde gerçekleştirdiği bazı kimyasal analizlerin sonuçları hakkında bir bildiri vermiştir (Riederer, 1982).

Ülkemize Arkeometri’nin girişi Orta Doğu Teknik Üniversitesi tarafından 1968 yılında başlatılan Keban Projesi kapsamındaki arazi uygulamaları ile olmuştur. Keban Projesi kapsamında yapılan kurtarma kazıları, projeye katılan ekipler sayesinde o dönemler durağan durumda olan Türk Arkeolojisi’ni etkin duruma getirmiş ve çok sayıda kazı, araştırma ve belgeleme çalışmasının da başlamasını sağlamıştır. Bu projeye katılan ekipler genellikle yeni kuşağın temsilcileri olmuş çok sayıda araştırmacının belli bir amaca yönelik ortak çalışma duygusunun açığa çıkmasına yol açmıştır. Keban Projesi ile izin alabilmiş yabancı arkeologlar çalışmaya en yeni yöntemlerin uzmanlarını getirmeye özen göstermiş, aynı bölgede çalışan Türk ekiplerinin de bu uzmanlardan yararlanması sağlanmıştır (Özdoğan, 2012).

Prof. Dr. Ufuk Esin, Keban Projesi’nde önce Elazığ-Tepecik Höyük’ün ardından Elazığ-Tülintepe’de yabancı arkeolog ve onlar ile çalışan uzmanların bilimsel arkeoloji açısından ne kadar büyük bir öneme sahip olduğunu fark etmiştir. Prof. Dr. Ufuk Esin işte bu yüzden ki bu bilinçli bir şekilde bilimsel arkeolojinin ülkemizde kurumsallaşması açısından öncü güç olmuştur (Özdoğan, 2012).

Keban Projesi’nin getirmiş olduğu olumlu ortam, Prof. Dr. Ufuk Esin’in arkeometriye vermiş olduğu önem ve ODTÜ’nün de o dönemki yenilikçi yapıya açık oluşu ile yetişen genç kuşağın bilimsel beklentileri ülkemizde arkeometrinin kurumsal bir yapı kazanmasına öncülük etmiştir (Özdoğan, 2012).

Arkeologların fen ve doğa bilimcileri ile ortak çalışmasını sağlamak amacı ile 1980 yılında Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu’nun (TÜBİTAK) desteği ile ODTÜ bünyesinde “Arkeometri Ünitesi” kurulmuştur. Kurulmuş olan bu yeni ünite arkeolojide kullanılan bilimsel yöntemleri arkeologlara ve fen/doğa bilimcilere tanıtmak amacıyla ilk bilimsel toplantısını 1-4 Mayıs 1980’de Çukurova Üniversitesi’nde yapmıştır. Bilimsel çalışmalar sonucu alınmış olan ilk arkeometrik sonuçlar ise Boğaziçi Üniversitesi’nde düzenlenen ikinci bilimsel toplantıda sunulmuştur (Birgül, 1981).

Arkeometri Ünitesi 1987 yılından itibaren yine TÜBİTAK desteği ile “Arkeolojik Kalıntıların Spektroskopik ve Analitik Yöntemlerle İncelenmesi Ünitesi

(AKSAY)” olarak çalışmalarına devam etmiştir. Yapılmış olan yıllık toplantıların bildiri kitapları yine TÜBİTAK tarafından yayımlanmıştır (Önsöz, 2015). Bu çalışmalar ve toplantılar sürerken AKSAY Ünitesi'nin ODTÜ'deki çalışanları 1990 yılında ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Arkeometri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans ve doktora eğitimini açmışlardır (Önsöz, 2013).

1985 itibari ile ülkemizde her yıl T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü'nün katkılarıyla Arkeometri Sonuçları Toplantısı düzenlenmektedir. Bunun yanı sıra 2009 yılından başlayarak ODTÜ Arkeometri Anabilim Dalı “ODTÜ Arkeometri Çalıştayı” adı altında çalıştaylar düzenlemektedir.

### **2.2.1. Türkiye’de Metal Takılar Üzerine Yapılmış Arkeometrik Çalışmalar**

Bu bölümde 1981 yılından başlayarak günümüze kadar yapılmış olan Arkeometri Ünitesi, Arkeometri Sonuçları Toplantıları, III. ODTÜ Arkeometri Çalıştayı ve bilimsel dergilerde yayınlanan takılar üzerine yapılmış ve içeriğinde takı ile ilgili buluntuların analizini içeren bazı örnek çalışmalar kısaca özetlenmiştir.

**Özbal, H., 1981, İkiztepe Kazıları Metal Bulgu Analizleri, Tübitak Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildileri II, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 101-112**

Bu çalışmada Samsun ili Bafra ilçesinin 7 kilometre kuzeybatısında yürütülen İkiztepe kazılarından elde edilen 23 parça madeni buluntu atomik soğurma yöntemi ile incelenmiş ve içerdikleri eser elementlerin miktarları belirlenmiştir (Özbal, 1981).

Bu buluntular içerisinde takı olarak nitelendirilebilecek 2 bilezik ve bir boncuk bulunmaktadır. Analiz sonuçlarına göre örneklerin çoğunda arsenik olduğu gözlemlenmiştir (Bilezik-1 As: %2,5, Bilezik-2 As: %1.47, Boncuk As: X). Analiz sonuçlarına dayanarak arsenikli bronzun bilinçli olarak yapıldığı söylenebilir. Ayrıca kalayın eser element olarak bulunmaması da bu eserlerin M.Ö. 3000 yılından daha önceki devirlere ait olduğunu yansıtabilir (Bilezik-1 Sn: X, Bilezik-2 Sn: X, Boncuk Sn: X (x: tespit edilememiştir)) (Özbal, 1981).

**Atasoy, E. ve Buluç, S.,1982, Metallurgical and Archaeological Examination of Phrygian Objects Author(s), *Anatolian Studies*, Vol.32, British Institute at Ankara, 157-160**

Bu çalışma Ankara’da bulunmuş olan 3 Frig mezarından çıkarılan fibula buluntuları içerisinde seçilmiş örnekler üzerinde yapılmış analizleri içermektedir. Optik emisyon yöntemiyle yapılan kimyasal analiz sonucunda, eserlerin tümünün kalay tuncu olduğu tespit edilmiştir. Fibulaların hemen hepsinde önemli miktarda kobalt da bulunmuştur. Ayrıca eserler optik mikroskop ile incelenmiş ve mikro yapıda tavlama izleri tespit edilmiştir; bu da bu fibulaların ara ısıtmaları da kapsayan bir dövme işlemi ile yapıldıklarını göstermiştir (Atasoy ve Buluç, 1982).

**Tuğrul, B., Sungur, F., Meriçboyu, Y. ve Yıldız F., 1986, İstanbul Arkeoloji Müzelerindeki Bazı Metal ve Kil Eserlerin Radyografi Tekniği İle Değerlendirilmesi, II. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür Bakanlığı- Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Ankara , 91-104**

Bu çalışmada İstanbul Arkeoloji Müze’sinde bulunan farklı metal buluntuların özelliklerini tanımlayabilmek için X-Işını radyografi incelemeleri yapılmıştır. Bu örnek gruplarından biri de takı yumağı olmuştur. Bu takı yumağı Truva’da bulunmuş ve M.Ö. 3. binin sonlarına aittir. X-Işını Radyografisi ile incelenmiş olan bu takı yumağı yangın geçirmiş olup radyografisinde içinde bir bilezik ve iki topuzlu iğne olduğu görülmüştür. Ayrıca yumak içerisinde az sayıda gözle görülen altın süslemelerin de aslında gözle görünenden fazla olduğu saptanmıştır (Tuğrul ve ark. 1986).

**Bozkurt, N., Geçginli, A.E., Yorucu, H. ve Bilgi, Ö., 1987, İkiztepe Metal Buluntularının Metalografik Etüdü- I, III. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür Bakanlığı- Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Ankara, 121- 38**

Samsun- İkiztepe I kazısından 1980-1985 yılları arasında çıkarılan bazı metal buluntular başlıca 4 ana gruba ayrılmış ve üçüncü grupta bulunan bilezik, boncuk, küpe ve saç iğnesi süs eşyası sınıfında değerlendirilmiştir. İncelenen tüm eserler M.Ö. 3000’e tarihlendirilmiştir. Buluntuların analizleri SEM-EDX ile yapılmıştır. Takı sınıfından bilezik, pendant ve diğer metal eserlerin analizleri sonucunda, arsenikli bakırın ayırım yapmaksızın tüm eserlerde kullanıldığı arseniğin aslen cevherden gelip bakıra bilinçli olarak katılmadığı ve eserlerin ilk aşamada döküm yöntemiyle kabaca biçimlendirildiği ve sonrasında sıcakta dövüldüğü sonucuna varılmıştır (Bozkurt ve ark., 1987).

**Zimmerman, T. ve Yıldırım, T., 2009, Çorum Arkeoloji Müzesinde Bulunan Erken Tunç Çağı Maden Buluntularının Zararsız XRF Analizi, 25. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Denizli, 99-104**

Resuloğlu Erken Tunç Mezarlığı'ndan çıkarılan ve çevresinden müzeye satın alma yolu ile gelen madeni buluntular taşınabilir XRF (X-ışını floresans) cihazı ile analiz edilmiştir. İncelenen eserler süs eşyaları, silahlar ve aletlerdir. Satın alma yoluyla gelen süs eşyaları üzerinde yapılan analizlerde saf altın olduğu düşünülen iki adet küpede bakır izleri taşıyan altın-gümüş karışımı tespit edilmiştir. Bu karışıma Resuloğlu'dan gelen iki küpede de rastlanmıştır. Küpelerde görünen altın ve gümüşün yanı sıra, yüksek oranda bakır da (%11.1 - %25) tespit edilmiştir. Yüksek oranda bakırın tespit edilmesi, aslında pota kirliliği veya tesadüfi olma olasılığının düşük olduğuna işaret eder (Zimmerman ve Yıldırım, 2009).

**Tuğrul, A. B., 2009, Bazı Takı Elamanı Parçalarının Radyografi Tekniği İle İncelenmesi, 25. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Denizli, 481-493**

Bu çalışmada, Anadolu'nun farklı bölgelerdeki arkeolojik kazılardan çıkarılmış çeşitli takı öğeleri Radyografi Tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz edilen tüm takılar; yanmış veya çevre şartları neden ile birbirine kaynaşmış durumda bulunmaktadır. Örneklerin Radyografi Tekniği ile elde edilmiş görüntüleride takıların yumak haline gelmiş parçalarının kaç elemandan oluştuğu, ne oldukları, genel durumları ve etkilenme bölgeleri incelenmiştir (Tuğrul, 2009).

**Aydın, M., Zararsız, A. ve Demirci, S., 2010, Geç Roma-Erken Bizans Dönemi Ankara Maltepe Kurtarma Kazısından Elde Edilen Bazı Buluntular Üzerinde Arkeometrik Çalışmalar , 26. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı- Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, İstanbul, 235-250**

Ankara ili Çankaya ilçesi Maltepe semti kurtarma kazıları esnasında broş, haç kolye, haçlı yüzük ve altın saç bulunmuştur. Bu buluntulara p-XRF ile analizler yapılmış ve bulunan sarmal saç örneğinin %100 altından yapıldığı anlaşılmıştır. Haçlı yüzüğün gövde ve haç kenarından yapılan p-XRF analizi bu kısımların farklı bileşimde olduğunu göstermiştir. Diğer bir deyişle gövde kısmı temelde altın olup gümüş ve bakır da içermektedir. Diğer taraftan haç kısmı ise temelde altın olup az miktarda bakır

içermektedir. Bu durum gövde ve haç kısmının ayrı ayrı yapıp sonradan monte edildiğini göstermektedir. Haç kolyenin bezemesiz ön yüzü ve kulp kısmı için yapılan analiz sonuçları bu kısımların benzer bileşimde olduğunu göstermiştir. Diğer bir deyişle, her iki parçada altın birincil element olup içerik olarak %90'dan fazla bulunmaktadır. İkinci sıradaki element gümüş olup %7 dolayındadır. Tamamlayıcı element ise bakır olup %2 civarındadır. Önemli bir metal buluntu olan broşun ön ve arka yüzünde yapılan analizler birbirine benzer sonuçlar vermiştir. Altın birincil element olup %91.50 dolayında, gümüş ise %8 dolayındadır. Ön ve arka yüzdeki element bileşimleri arasındaki az miktardaki farklılıkların zaman içerisindeki değişimlerle ilgili olabileceği belirtilmiştir (Aydın ve ark.,2010).

**Zimmerman, T. ve Yıldırım, T., 2010, Çorum ve Çankırı Arkeoloji Müzeleri'nde Bulunan Erken Tunç Çağı Madeni Buluntuların Zararsız XRF Analizi, 26. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı- Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, İstanbul, 251-256**

Bu çalışmada Resuloğlu mezarlık alanından çıkarılan eserler, Çankırı Müzesine satın alma yoluyla gelen Erken Tunç Çağı buluntuları, ayrıca Salur mezarlık kurtarma kazısında çıkan madenî buluntular XRF ile analiz edilmiştir. Yapılan analizler süs eşyası olarak tanımlanabilecek topuzlu iğne, halhal, saçbağı ve tork gibi örneklerden oluşmaktadır. Araştırma kapsamında İç Anadolu'da Alaca Höyük gibi tanınmış merkezlerin çevresindeki yöresel yerleşmelerin maden üretimi, karışım tekniklerinin gelişmişliği ve zenginliği irdelenmiştir (Zimmerman ve Yıldırım, 2010).

**Kuruçayırılı, E., 2011, Akdeniz'in Kuzeydoğu Kıyısında M.Ö. İkinci Binyıl Bakır Metalürjisi, 27. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Malatya, 247-260**

Bu araştırmada incelenen örnekler Tarsus'da bulunan Gözlükule Höyük, İskenderun Dört Yol yakınındaki Kinet Höyük ve Amik Ovası'ndaki Tell Açana Höyük kazılarının metal buluntularıdır. Bu araştırma kapsamında 24'ü Orta Tunç, 28'i Geç Tunç I ve 52'si Geç Tunç II dönemine tarihlenen toplam 104 bakır bazlı metal objenin kimyasal incelemesi endüktif eşleşmiş plazma (ICP) kütle ile gerçekleştirilmiştir. Bu analizler içerisinde süs eşyası niteliğinde iğne ve bızlar bulunmaktadır. Yapılan analiz sonuçlarında değişik obje gruplarının karşılaştırılması yapılmış ve arsenikli bakırın en fazla iğne ve bızlarda kullanıldığı sonucuna varılmıştır (Kuruçayırılı, 2011).

**Zararsız,A., Özen, L. ve Aydın, M., 2013, Uşak Müzesi Lidya Eserleri (Karun Hazinesi), Metal Analizleri,** Türkiye Arkeolojisinde Metal: Arkeolojik ve Arkeometrik Çalışmalar, Edt. Ayter, P., Demirci, Ş. ve Özer, A. M., III. ODTÜ Arkeometri Çalıştayı, *TÜBİTAK Yayınları*, Ankara, 92-103

Bu çalışmada Uşak Müzesinde bulunan 256 adet metal eser p-XRF ile analiz edilmiştir. Eserlerin, bu analiz sonuçlarına göre temel olarak altın, gümüş ve bakır ağırlıklı oldukları tespit edilmiştir (Zararsız ve ark., 2013).

**Geçginli, E.A.,2013, Anadolu Metal Araştırmaları: Önemli Bilimsel Kazanımlar,** Türkiye Arkeolojisinde Metal: Arkeolojik ve Arkeometrik Çalışmalar, Edt. Ayter, P., Demirci, Ş. ve Özer, A. M., III. ODTÜ Arkeometri Çalıştayı, *TÜBİTAK Yayınları*, Ankara,83-91

Bu çalışmada 1985 yılı itibari ile TÜBİTAK-AKSAY (Arkeolojik Eserlerin Spektroskopik Yöntemlerle İncelenmesi) Ünitesi kapsamında başlayan Tepecik (Elazığ), İkiztepe (Samsun), Çavuştepe (Van), Aşıklı Höyük (Aksaray), Kaman Kalehöyük (Kırşehir) ve Sardis (Manisa) kazılarında ele geçen demir ve demir dışı metal buluntular üzerine yapılmış olan çalışmalar özetlenmiştir. Çalışılan eserler içerisinde süs eşyası olarak nitelenebilecek öğeler de bulunmaktadır. Yapılan tüm çalışmalarda optik metalografi ve tarama elektron mikroskopu (SEM) kullanılmıştır. Element analizleri ise SEM cihazına bağlı EDS ünitesi ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmaların genel sonuçları ise kazılara göre özetlenmiştir (Geçginli, 2013).

**Dardeniz, G. ve Yıldırım, T., 2017, Resuloğlu Erken Tunç Çağı Frit (?) ve Maden Buluntuları Üzerinde Arkeometrik Çalışmalar, 33. Arkeometri Sonuçları Toplantısı Cilt 1, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı-Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Bursa, 349-357**

Çorum Müzesinde bulunan 20 adet envanterlik ve etütlük metal eser üzerinde portatif X-Işını Floresansı (p-XRF) analizi yapılmıştır. Süs eşyası olarak değerlendirilebilecek eserlerin çoğunluğunu çeşitli tipte iğneler oluşturmakla beraber, küpe, boncuk ve askı biçimli kolye taneleri de bulunmaktadır. Yerleşimde bulunan eserlerin daha ziyade bakır, arsenikli bakır ve antimonlu bakırdan üretildiği anlaşılmıştır. Özellikle iğnelerin, sap ve baş kısımlarında farklı bileşimler ilk kez tespit edilmiştir. Baş kısımların daha ziyade yumuşak olan bakırdan, gövde (sap) kısmının ise daha sert olan

arsenikli veya antimonlu bakır alaşımından üretildiği anlaşılmıştır. Bir askı biçimli kolye tanesi (%1.10) ve bir de küpede (%1.45) kalaya rastlanmıştır (Dardeniz ve Yıldırım, 2017).

**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, Sayı-20, Ankara, 147-157**

ABD’den Türkiye’ye iade edilen (1993) ve Uşak Müzesinde sergilenen Altın Kanatlı Denizatının orijinali (Hippocampus) 2005 yılı sonunda sahtesi ile değiştirilerek çalınmıştır. 2012 yılın da orijinal olduğundan şüphe edilen Denizatı Almanya’nın Hagen kentinde bulunmuştur. Bu çalışma ile Uşak Müzesinde bulunan Kanatlı Denizatı ve orijinalliğinden şüphelenilen Hagen’de bulunan Denizatı X-Işını Floresans Spektrometresi ile analiz edilmiş ve analizler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Yapılmış olan çalışmalar sonucu Almanya Hagen’de bulunan Altın Kanatlı Denizatı’nın Uşak Müzesinden çalınan orijinal eser olduğu saptanmıştır (Aydın, 2017).

## BÖLÜM 3

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Tez çalışmasının bu bölümünde Diyarbakır Müzesine satın alma ve müsadere yolu ile getirilmiş olan toplamda 33 adet tüm ve parça halindeki altın takıların (sanatsal ve fiziksel) tanımlamaları yapılmış ayrıca eserlerin kimyasal kompozisyonunun belirlenmesin de kullanılmış olan X-ışını Floresans Spektroskopisi yöntemi ve bu analizlerin gerçekleştirilmesin de kullanılan Taşınabilir Enerji Dağılımlı X-Işınları Floresans Spektroskopisi (P-EDXRF) anlatılmaktadır.

#### 3.1. Materyal

Bu bölümde Diyarbakır Arkeoloji Müzesine satın alma ve müsadere yolu ile getirilmiş olan toplamda 33 adet olan tüm ve parça halindeki altın takılar katalog haline getirilip incelenmiştir. Çalışmanın konusu olan eserlerin görsel tanımlamaları envanter kayıtlarındaki ifadeler ve mevcut tezdeki araştırmalar sonrası revize edilerek düzenlenmiştir. Müzeye satın alma yolu ile kazandırılmış bazı eserlerin hangi döneme ait oldukları bilinmemektedir. Fakat bu belirsizliği en aza indirmek için hangi dönemde yapıldıklarına dair araştırma yapılmıştır. Bu araştırma kapsamında müzenin envanter kayıtları, takı üzerine yazılmış kataloglar, yayınlanmış tezler, yurt içi ve yurt dışındaki bazı müze katalogları yardımcı kaynak olarak kullanılmıştır. Bu kaynaklardaki eserler ve çalışma kapsamındaki eserler form, biçim ve süslemeleri bakımından karşılaştırılmıştır. Bu araştırmaların sonucu ise katalog bölümünde yer alan “BENZERLERİ” kısmında belirtilmiştir.

**KATALOG NO: 1****ENV. NO:** 10/11/97**CİNSİ:** Altın Yüzük**ÖLÇÜLERİ:** Ağırlık: 9,8 g, Çapı: 1,9 cm.**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Müsadere (30.01.1997, Diyarbakır)**DURUMU:** İyi durumdadır.**ESERİN TANIM:** Yuvarlak formdaki yüzüğün kaş kısmında yuva içerisine gömülü biçimde oval bir akik taşı mevcuttur. Taş üzerinde ayakta durur vaziyette sağa dönük bir eli belinde diğer elini ileri doğru uzatmış bir kadın figürü tasvir edilmiştir.**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.**TARİHLENDİRME:** Roma Dönemi (Envanter kaydı).**KATALOG NO: 2****ENV. NO:** 23/1/09**CİNSİ:** Altın Yüzük**ÖLÇÜLERİ:** Ağırlık: 9,3 g, Kalınlığı: 0,3 cm, Çapı: 2,7 cm, Genişliği: 1,3 cm.**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Müsadere (09.12.2009, Diyarbakır)**DURUMU:** Ezilmeler mevcuttur.**ESERİN TANIM:** Oval formdaki yüzüğün kaş kısmında yuva içerisine gömülü biçimde oval bir akik taşı mevcuttur. Taş üzerin stilize bir hayvan figürü bulunmaktadır.**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.**TARİHLENDİRME:** Roma Dönemi (Envanter kaydı).

**KATALOG NO: 3****ENV. NO:** 48/1/12**CİNSİ:** Altın Yüzük**ÖLÇÜLERİ:** Ağırlık: 5,77 g, Çapı: 2,4 cm, Halka Kalınlığı: 0,1 cm.**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Müsadere (14.11.2012, Diyarbakır)**DURUMU:** İyi durumda.

**ESERİN TANIM:** Yuvarlak formdaki yüzüğün kaş kısmında yuva içerisine gömülü biçimde oval bir oniks taş mevcuttur. Taş üzerin de sola dönük baş kısmında şapka yüzünde sakal bulunan bir erkek portresi tasviri vardır. Halka kısmında, kaşın her iki tarafında birer insan portresi ve üzüm salkımı biçimli süslemeler mevcuttur

**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.**TARİHLENDİRME:** Tarihlendirilme yapılamamıştır.**KATALOG NO: 4****ENV. NO:** 48/2/12**CİNSİ:** Altın Yüzük**ÖLÇÜLERİ:** Ağırlık: 9,14 g, Halka Çapı: 2,5 cm, Kaş Çapı: 1,3 cm.**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Müsadere (14.11.2012, Diyarbakır)**DURUMU:** İyi durumda.

**ESERİN TANIM:** Yuvarlak formdaki yüzüğün kaş kısmında yuva içerisine gömülü biçimde oval bir taş mevcuttur. Kaş kısmı üste doğru kademeli olarak yükseltilmiştir.

Kaş kısmında bulunan siyah renkli oniks taşı üzerinde kazıma tekniği ile yapılmış karşılıklı giyinik vaziyette iki kadın figürü bulunmaktadır.

**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.

**TARİHLENDİRME:** Tarihlendirilme yapılamamıştır.

#### KATALOG NO: 5



**ENV. NO:** 8/10/82

**CİNSİ:** Altın Yüzük ?

**ÖLÇÜLERİ:** Yükseklik: 2,4 cm, Gövde Çapı: 1,3 cm Ağırlık: 2,9 g, Kaş Çapı: 0,9 cm

**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (03.11.1982, Diyarbakır)

**DURUMU:** Kaş kısmı sonradan yapıştırılmıştır.

**ESERİN TANIM:** Orta kısımdan uçlara doğru incelen halka formulu yüzüğün kaş kısmı yükselti biçiminde yerleştirilmiştir. Yuvarlak biçimli kaş kısmının altında ve üzerinde yedi kollu yıldız motifli şeklide tomurcuklardan yapılmış süsleme mevcuttur. Kaş kısmı kırık olup sonradan yapıştırılmıştır.

**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.

**TARİHLENDİRME:** Tarihlendirilme yapılamamıştır.

#### KATALOG NO: 6



**ENV. NO:** 15/34/75

**CİNSİ:** Bir Tek Altın Küpe

**ÖLÇÜLERİ:** Ağırlık: 2,3 g, Kalınlığı: 1,2 cm, Çap: 2,1 cm, Genişlik: 1,3 cm.

**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (30.09.1975, Van- Küçük Camii Civarı)

**DURUMU:** Gövde kısmında bir parça eksiktir.

**ESERİN TANIM:** Halka formdaki küpenin orta kısmında yivler mevcuttur ve bu kısımda bir parçanın eksik olduğu düşünülmektedir. Uç kısımlarından biri ince telin burulması ile oluşturulmuş ve iç kısmı deliktir. Diğer uç kısımda ise iki taraflı birer telin uç kısımlarının içe doğru bükülmesi ile oluşturulmuş helezonlar bulunmaktadır.

**BENZERLERİ:** Troya II-G tabakası, Alacahöyük kral mezarları buluntularından baş kısmı koç boynuzu motifli süslü altın ve gümüş iğne başları ve yine bu şekilde yapılmış takı parçaları Mezopotamya'dan kaynaklanan ve Erken Bronz Çağında çok yaygın olarak yapılan takı şeklidir (Türe ve Savaşçın, 2002). Bingöl, F.R.I., 1999, s.106 (Kolye öğeleri).

**TARİHLENDİRME:** Eski Tunç Çağı

**KATALOG NO: 7**



**ENV. NO:** 8/12/82

**CİNSİ:** Altın Küpe

**ÖLÇÜLERİ:** Çapı: 2,4 cm, Kalınlık: 0,9-0,4 cm

**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (03.11.1982, Diyarbakır)

**DURUMU:** Büyük bir bölümü kırık ve eksiktir

**ESERİN TANIM:** Altın bir levhanın yuvarlatılması ve dövülmesi ile yapılmış küpe iç kısmı boş, uçlardan ortaya doğru kalınlaşan bir formdadır. Küpenin gövde kısmının ortasında küçük ve oval bir boşluk bulunmaktadır. Bu boşlukta muhtemelen bir taş bulunmaktaydı. Ayrıca küpenin uçlara doğru incelen kısımlarında birer delik mevcuttur.

**BENZERLERİ:** Belli, 2010.

**TARİHLENDİRME:** M.Ö. 8.-7. yy.

**KATALOG NO: 8****ENV. NO:** 21/7/84**CİNSİ:** Altın Küpe**ÖLÇÜLERİ:** Çapı: 2,7×2,4 cm, Kalınlık: 0,9 cm.**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (20.08.1984, Diyarbakır)**DURUMU:** Ezilmeler ve eksik parçalar mevcuttur.

**ESERİN TANIM:** Altın bir levhanın yuvarlatılması ve dövülmesi ile yapılmış küpe iç kısmı boş, uçlardan ortaya doğru kalınlaşan bir formdadır. Küpenin gövde kısmının ortasında küçük ve oval bir boşluk bulunmaktadır. Bu boşlukta muhtemelen bir taş bulunmaktaydı. Ayrıca küpenin uçlara doğru incelen kısımlarında birer delik mevcuttur.

**BENZERLERİ:** Belli, 2010.**TARİHLENDİRME:** M.Ö. 8.-7. yy.**KATALOG NO: 9****ENV. NO:** 21/5/84**CİNSİ:** Bir Tek Altın Küpe**ÖLÇÜLERİ:** Kalınlığı: 0,6 cm, Çap: 2,1 cm.**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (20.08.1984, Diyarbakır)**DURUMU:** Gövde kısmında ezilmeler ve uç kısımlarında eksik parçalar mevcuttur.

**ESERİN TANIM:** Yuvarlak levhaların yuvarlatılmasıyla oluşturulan içi boş yarım hilal biçimli küpe birbirine geçmeli iki parçadan oluşmaktadır. Geçme yerlerinde delikler mevcuttur. Muhtemelen bu deliklerden geçirilen pin yardımı ile iki yarım hilal

birleştirilmiştir. Uç kısımlarda bulunan küçük deliklerden ise muhtemelen ince bir tel geçmekte buda kulak memesine takılabilmesini sağlamaktadır.

**BENZERLERİ:** Türe, 2011a, Belli, 2010,

**TARİHLENDİRME:** M.Ö. 7. yy.

**KATALOG NO: 10**



**ENV. NO:** 15/35/75

**CİNSİ:** Bir Tek Altın Küpe

**ÖLÇÜLERİ:** Ağırlık: 9,2 g, Kalınlığı: 1,2 cm, Çap: 2,4 cm, Genişlik: 0,9 cm.

**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (30.09.1975, Van- Küçük Camii Civarı)

**DURUMU:** Gövde ve birleşme noktalarında kırık ve eksik parçalar mevcuttur.

**ESERİN TANIM:** Yuvarlak levhaların yuvarlatılmasıyla oluşturulan içi boş yarım hilal biçimli küpe birbirine geçmeli iki parçadan oluşmaktadır. Geçme yerlerinde delikler mevcuttur. Muhtemelen bu deliklerden geçirilen pin yardımı ile iki yarım hilal birleştirilmiştir. Uç kısımlarda bulunan küçük deliklerden ise muhtemelen ince bir tel geçmekte buda kulak memesine takılabilmesini sağlamaktadır.

**BENZERLERİ:** Türe, 2011a, Belli, 2010.

**TARİHLENDİRME:** M.Ö. 7. yy.

**KATALOG NO: 11****ENV. NO:** 21/4/84**CİNSİ:** Bir Tek Altın Küpe**ÖLÇÜLERİ:** Kalınlığı: 0,7 cm, Çap: 2,1 cm.**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (20.08.1984, Diyarbakır)**DURUMU:** Gövde kısmında ezilmeler mevcuttur.

**ESERİN TANIM:** Yuvarlak levhaların yuvarlatılmasıyla oluşturulan içi boş yarım hilal biçimli küpe birbirine geçmeli iki parçadan oluşmaktadır. Geçme yerlerinde delikler mevcuttur. Muhtemelen bu deliklerden geçirilen pin yardımı ile iki yarım hilal birleştirilmiştir. Uç kısımlarda bulunan deliklerden ise ince bir tel geçmekte buda kulak memesine takılabilmesini sağlamaktadır.

**BENZERLERİ:** Türe, 2011a, Belli, 2010.**TARİHLENDİRME:** M.Ö. 7. yy.**KATALOG NO: 12****ENV. NO:** 21/6/84**CİNSİ:** Bir Tek Altın Küpe**ÖLÇÜLERİ:** Kalınlığı: 0,8 cm, Çap: 2,3×2 cm.**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (20.08.1984, Diyarbakır)**DURUMU:** Gövde kısmında ezilmeler ve uç kısımlarında eksik parçalar mevcuttur.

**ESERİN TANIM:** Yuvarlak levhaların yuvarlatılmasıyla oluşturulan içi boş yarım hilal biçimli küpe birbirine geçmeli iki parçadan oluşmaktadır. Geçme yerlerinde delikler

mevcuttur. Muhtemelen bu deliklerden geçirilen pin yardımı ile iki yarım hilal birleştirilmiştir. Uç kısımlarda bulunan deliklerden ise ince bir tel geçmekte buda kulak memesine takılabılmesini sağlamaktadır.

**BENZERLERİ:** Türe, 2011a, Belli, 2010.

**TARİHLENDİRME:** M.Ö. 7. yy.

**KATALOG NO: 13**



**ENV. NO:** 8/14/82

**CİNSİ:** Bir Tek Altın Küpe

**ÖLÇÜLERİ:** Çapı: 2 cm, Kalınlık: 0.5 cm

**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (03.11.1982, Diyarbakır)

**DURUMU:** İki parça halinde, iç kısımları toprak dolu ve ezilmiş haldedir.

**ESERİN TANIM:** Yuvarlak levhaların yuvarlatılmasıyla oluşturulan içi boş yarım hilal biçimli küpe birbirine geçmeli iki parçadan oluşmaktadır. Geçme yerlerinde delikler mevcuttur. Muhtemelen bu deliklerden geçirilen pin yardımı ile iki yarım hilal birleştirilmiştir. Uç kısımlarda bulunan deliklerden ise ince bir tel geçmekte buda kulak memesine takılabılmesini sağlamaktadır.

**BENZERLERİ:** Türe, 2011a, Belli, 2010.

**TARİHLENDİRME:** M.Ö. 7. yy.

**KATALOG NO: 14**



**ENV. NO:** 21/3/84

**CİNSİ:** Altın Tek Bir Küpe Parçası

**ÖLÇÜLERİ:** Kalınlığı: 0,6 cm, Yükseklik: 1,6 cm, Çapı: 1,8 cm.

**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (20.08.1984, Diyarbakır)

**DURUMU:** Eksik kısımları mevcuttur.

**ESERİN TANIM:** İç kısmı boş ve düz altın levhanın yuvarlatılması ile oluşturulan hilal biçimindeki küpe parçasının uç kısımların da küçük birer delik mevcuttur. Muhtemelen bu deliklilerden tel geçirilerek kulak memesine takılması sağlanmaktaydı.

**BENZERLERİ:** Belli, 2010.

**TARİHLENDİRME:** M.Ö. 7. yy.

**KATALOG NO: 15**



**ENV. NO:** 21/2/84

**CİNSİ:** Altın Tek Bir Küpe Parçası

**ÖLÇÜLERİ:** Kalınlığı: 0,5 cm, Yükseklik: 1,5 cm, Çapı: 1,8 cm.

**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (20.08.1984, Diyarbakır)

**DURUMU:** Eksik kısımları mevcuttur. Ezilmeler ve iç kısımda toprak mevcuttur

**ESERİN TANIM:** İç kısmı boş ve düz altın levhanın yuvarlatılması ile oluşturulan hilal biçimindeki küpe parçasının uç kısımların da küçük birer delik mevcuttur. Muhtemelen bu deliklilerden tel geçirilerek kulak memesine takılması sağlanmaktaydı.

**BENZERLERİ:** Belli, 2010.

**TARİHLENDİRME:** M.Ö. 7. yy.

**KATALOG NO: 16****ENV. NO:** 8/13/82**CİNSİ:** Altın Küpe Parçası**ÖLÇÜLERİ:** Çapı: 2 cm, Kalınlık: 0,4 cm**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (03.11.1982, Diyarbakır)**DURUMU:** Büyük bir bölümü kırık ve eksiktir**ESERİN TANIM:** İç kısmı boş ve düz altın levhanın yuvarlatılması ile oluşturulan hilal biçimindeki küpe parçasının uç kısımların da küçük birer delik mevcuttur. Muhtemelen bu deliklilerden tel geçirilerek kulak memesine takılması sağlanmaktaydı.**BENZERLERİ:** Belli, 2010.**TARİHLENDİRME:** M.Ö. 7. yy.**KATALOG NO: 17****ENV. NO:** 5/2/03**CİNSİ:** Bir Çift Altın Küpe**ÖLÇÜLERİ:** Çap: 2,4 cm kalınlığı: 0,4 cm. Ağırlık: 3,2 g.**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (07.10.2003, Diyarbakır)**DURUMU:** İyi durumda**ESERİN TANIM:** Baş kısmı stilize edilmiş aslan başı olan küpenin halka kısmı aslanın boyun bölgesinden çıkan bir çift sıra boğumlu ince telin burulması ile meydana gelmiş

ve uca doğru incelererek düzleşir. Düzleştirilmiş uç aslanın yuvarlatılmış ağız kısmı içine yerleşmektedir. Aslanın baş kısmının içerisi boş gözler çukur biçimindedir. Aslanın boyun kısmı düz bir levhanın yuvarlatılmasıyla oluşturulmuştur.

**BENZERLERİ:** Ergil, 1983, Katalog No: 27-29, Meriçboyu, 2001, Türe, 2011a, BMCJ, 1911, Katalog No:1732-3, 1728-29- Higgins, 1961, Plt:47C., Sokullu, 2003, Şekil no:57.

**TARİHLENDİRME:** Roma Dönemi (Envanter kaydı).M.Ö. Geç 4. yy. - Erken 3. yy.

### KATALOG NO: 18



**ENV. NO:** 5/3/03

**CİNSİ:** Bir Tek Altın Küpe

**ÖLÇÜLERİ:** Çap: 1,7 cm uzunluğu: 3,3 cm. Ağırlık: 5,1 g.

**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (24.03.2003, Diyarbakır)

**DURUMU:** İyi durumda

**ESERİN TANIM:** Halka formunda olan küpenin uç kısmına bir halka lehimlenmiş ve bu halkaya geçirilmiş tomurcuklu bir sallantı mevcuttur. Sallantı hilal biçimli halka kısmına sonradan birleştirilmiştir. Halka kısmı sade olup gövdeden kulak deliğine girecek olan kısma doğru incelmektedir ve bu uçların birbirine bağlantısı bulunmamaktadır.

**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.

**TARİHLENDİRME:** Roma Dönemi (Envanter kaydı).

**KATALOG NO: 19****ENV. NO:** 10/30/97**CİNSİ:** Bir Çift Altın Küpe**ÖLÇÜLERİ:** Uzunluk: 4,4 cm, Sarkaç Uzunluğu: 2,1 cm, Kalınlık: 0,5 cm**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Müsadere (30.01.1997, Diyarbakır)**DURUMU:** Halka ve sarkaç kısımlarında eğilmeler ve eksik parçalar mevcuttur.

**ESERİN TANIM:** Halka biçimli küpenin kulağa takılma kısmının bir ucunda sarma telle oluşturulmuş içi delikli kısma diğer ince uç kısmı yerleşmektedir. Granüle tekniği ile süslenmiş ve içi boş silindir biçimli halka kısmında bulunan içi boş yuvaların içerisinde muhtemelen renkli taşlar mevcuttu. Silindir sarkaçların her birinde 4 adet içerisi boş yuva bulunmaktadır.

**BENZERLERİ:** Bingöl, 1999, Katalog No: 67, BMCJ, 1911, Katalog No:2441-42, Higgins, 1961, Plt:27A.

**TARİHLENDİRME:** Roma Dönemi (Envanter kaydı). M.S. 2. yy

**KATALOG NO: 20****ENV. NO:** 14/32/15**CİNSİ:** Bir Tek Altın Küpe**ÖLÇÜLERİ:** Ağırlık: 1,73 g, Kalınlığı: 0,1 cm, Yükseklik: 1,8 cm, Genişlik: 1 cm.**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Müsadere (29.04.2015, Diyarbakır)**DURUMU:** Kanca kısmında kırık mevcut.

**ESERİN TANIM:** Halka kısmında oval formda bombeli bir disk mevcuttur. Bu diskin çevresi iki sıra telle çevrilmiş olup ortasında ve kenarlarında granüle bezemeler bulunmaktadır. Küpe halkasının bir ucu kanca biçiminde kıvrılmış diğer ucu muhtemelen kancanın geçirilebileceği ilmek biçiminde idi. Yuvarlak disk sonradan halkaya lehimlenmiştir.

**BENZERLERİ:** Bingöl, F.R.I., 1999, Katalog No:47- Sokullu, 2003, Şekil No:59-Koçar, 2011, Katalog No:9, BMCJ, 1911, Katalog No:2516-7

**TARİHLENDİRME:** M.S. 2.-3. yy.

#### KATALOG NO: 21



**ENV. NO:** 38/5/08

**CİNSİ:** Altın Bir Tek Küpe

**ÖLÇÜLERİ:** Ağırlık: 1,4 g, Çapı: 1,7 cm, Kalınlığı: 0,3 cm.

**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (11.11.2008, Diyarbakır)

**DURUMU:** İyi durumda.

**ESERİN TANIM:** Küpenin hilal biçimli halka kısmı düz bir levhanın yuvarlatılması ile uçlara doğru incelmektedir. İki telin uç kısımlara spiral biçiminde sarılması ile birleşmektedir. Bu kısımda sallantı olarak geçirilmiş küçük altından noktaların birleştirilmesi ile oluşturulmuş haç mevcuttur.

**BENZERLERİ:** Bizans dönemi küpeleri, farklı metallere üretilmiş halka küpelere boncuk ve sarkaçlar geçirilmiş bu sarkaçlı örneklerde sarkaç uçlarına boncuk inci veya küçük haçlar asılmıştır (Köroğlu, 2004).

**TARİHLENDİRME:** Bizans Dönemi (Envanter kaydı).

**KATALOG NO: 22****ENV. NO:** 12/1/11**CİNSİ:** Bir Çift Altın Küpe**ÖLÇÜLERİ:** Ağırlık: 8,81 g, Uzunluk: 5,1 cm, Halka Çapı: 0,9 cm**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Müsadere (29.03.2011, Diyarbakır)**DURUMU:** Küpelerden birinde halka kulağa takılan kısımda kopma ve silindirlerden birinin diğer silindirlerle olan bağlantısında kopma mevcuttur.**ESERİN TANIM:** Halka kısmı askı biçiminde ve bu halkaya bitişik birer adet içerisi boş damla şeklinde yuva mevcuttur. Muhtemelen bu yuvalar içerisinde renkli taş bulunmaktaydı. Halka kısmının bir ucuna birleştirilmiş 3 adet birbirine bitişik biçimde üzerleri kazıma bezemeli silindirler mevcuttur. Silindirlerin uç kısımlarında üzüm salkımını biçimli minik süslemeler bulunmaktadır. Küpelerden birinin kulağa takılan kısmı kopmuş ayrıca silindir biçimli süslemelerden biride diğerlerinden ayrılmış şekildedir.**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.**TARİHLENDİRME:** Tarihlendirilme yapılamamıştır.**KATALOG NO: 23****ENV. NO:** 14/1/00**CİNSİ:** Bir Tek Altın Küpe**ÖLÇÜLERİ:** Ağırlık: 2 g, Kalınlığı: 0,5 cm, Halka Çapı: 1,8 cm

**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (28.09.2000, Diyarbakır (Bismil-Greco Höyük)

**DURUMU:** İyi durumda.

**ESERİN TANIM:** Halka kısmı gövdeden uç kısımlara doğru incelerek son bulur. Hilal biçimli küpe altın levhanın dövülerek yuvarlatılması ile oluşturulmuştur.

**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.

**TARİHLENDİRME:** Tarihlendirilme yapılamamıştır.

#### **KATALOG NO: 24**



**ENV. NO:** 21/27/75

**CİNSİ:** Bir Çift Altın Küpe

**ÖLÇÜLERİ:** Ağırlık: 12,45 g., Uzunluğu 4,9 cm, Genişliği: 3,3 cm, Kalınlık: 0,8 cm.

**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (21.01.1975, Diyarbakır)

**DURUMU:** Menteşelerinde bağlantıyı sağlayan pinler yerine daha sonradan farklı metalden pinler yerleştirilmiştir.

**ESERİN TANIM:** Kulak halkası ters “U” biçiminde düz bir telden yapılmış, iki ucu ilmek haline getirilmiş ve hilal biçimli alt kısımda bulunan menteşelere oturtulmuştur. Menteşelerle olan birleşmeyi sağlayan pinler kayıp olup yerine farklı metalde pinler yerleştirilmiştir. Hilal biçimli alt kısmın etrafında ve yüzeyinde granülasyon tekniği ile yapılmış süslemeler vardır. Ayrıca yüzeyde oluşturulmuş üç yuva içerisinde renkli taşlarda mevcuttur.

**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.

**TARİHLENDİRME:** Tarihlendirilme yapılamamıştır.

**KATALOG NO: 25****ENV. NO:** 15/9/11**CİNSİ:** Bir Tek Altın Küpe**ÖLÇÜLERİ:** Ağırlık: 5,25 g, Kalınlığı: 0,4 cm, Çap: 2,4 cm.**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Müsadere (01.04.2011, Diyarbakır)**DURUMU:** Sarkaç kısmında eksik parça mevcuttur.**ESERİN TANIM:** Halka kısmı gövdeden uç kısımlara doğru incelerek son bulur. Hilal biçimli küpe altın levhanın yuvarlatılması ile oluşturulmuştur. Gövde kısmında üç sıra boğum birleşerek aşağı doğru sarkmaktadır.**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.**TARİHLENDİRME:** Tarihlendirilme yapılamamıştır.**KATALOG NO: 26****ENV. NO:** 16/39/92**CİNSİ:** Altın Broş**ÖLÇÜLERİ:** Kalınlığı: 0,3 cm, Uzunluğu: 4,4 cm, Maksimum Genişlik: 2,9 cm.**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (26.11.1992, Diyarbakır)**DURUMU:** İyi durumda.**ESERİN TANIM:** Stilize edilmiş oturur vaziyette deve formundaki broşun arka kısmında kuyruktan baş kısma doğru uzanan iğne mevcuttur. Gövdenin orta kısmında yarım ay biçimli boşluk ve bu boşluk üç adet bölüme ayrılmıştır. Gövdenin ön yüzünde

kıvrık dallarla süslemeler bulunmaktadır. Baş kısmında gözü simgeleyecek altından minik bir top mevcuttur. Gövdenin en alt kısmında üç adet halka ve bu halkalara asılı boncuklu sarkaçlar mevcuttur. Broşun arka kısmı düzdür.

**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.

**TARİHLENDİRME:** Tarihlendirilme yapılamamıştır.

**KATALOG NO: 27**



**ENV. NO:** 21/9/84

**CİNSİ:** Altın Bilezik

**ÖLÇÜLERİ:** Uzunluğu 15,7 cm, Genişliği: 1,5 cm, Kalınlık: 0,1 cm.

**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (20.08.1984, Diyarbakır)

**DURUMU:** Ezilmeler ve bazı bölgelerde kırılmalar mevcuttur.

**ESERİN TANIM:** Düz bir levhanın bant formuna getirilmesi ile oluşturulan bileziğin iki ucu oval biçimde son bulmaktadır. Bilezik üzerinde orta kısmında büyük çıkıntılar bu çıkıntıların her iki kenarlarında ise üç sıra düz bir Őerit ve iki sıra daha küçük boyutlu minik nokta görünlü çıkıntılı yapılmış süsleme mevcuttur.

**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.

**TARİHLENDİRME:** Tarihlendirilme yapılamamıştır.

**KATALOG NO: 28**



**ENV. NO:** 38/6/08

**CİNSİ:** Altın Takı Parçası

**ÖLÇÜLERİ:** Ağırlık: 2,1 g, Çapı: 1,8 cm.

**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (11.11.2008, Diyarbakır)

**DURUMU:** Bir ucu kırık ve eksik parçaları mevcuttur.

**ESERİN TANIM:** Yuvarlak formdaki takı parçasının üst kısmında minik bir halka mevcuttur. Halka üzerinde Granülasyon tekniği ile yapılmış minik toprak ve karşılıklı iki tarafta ince bir telin spiral biçimde halka üzerine dolanması ile oluşturulmuş süslemeler mevcuttur.

**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.

**TARİHLENDİRME:** Roma Dönemi (Envanter kaydı).

**KATALOG NO: 29**



**ENV. NO:** 26/62/86

**CİNSİ:** Altın Takı Parçası

**ÖLÇÜLERİ:** Yükseklik: 1,6 cm, Hazne Çapı: 0,8 cm.

**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Devir (26.07.1985, Anadolu Medeniyetler Müzesinden devredilmiştir)

**DURUMU:** Eğilmeler ve eksik parçalar mevcuttur.

**ESERİN TANIM:** Tepe kısmında bir deliğe bağlı etrafı bordürlü yuvarlak formda bir yuva bağlı ve bu yuva içerisinde sarı renkte bir boncuk mevcuttur. Bu yuvaya bağlı alt kısmında küre formunda bir tane bulunmaktadır. Küre taneciği birbirine teğet olan dairecikler süslemektedir.

**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.

**TARİHLENDİRME:** Tarihlendirilme yapılamamıştır.

**KATALOG NO: 30****ENV. NO:** 38/1/08**CİNSİ:** Altın Takı Parçaları**ÖLÇÜLERİ:** Ağırlıklar: 0,7 g, Genişlikler: 0,9 cm, Çaplar: 1,6-1,3 cm.**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (11.11.2008, Diyarbakır)**DURUMU:** Ezilmeler ve eksik parçalar mevcuttur.**ESERİN TANIM:** Her iki parçada yuvarlak formlu ve orta kısmı bombeli ve bombelerin orta kısmında minik bir halka mevcuttur. Bu yuvarlak bölümlere arka kısımdan halkalarla bağlanmış köşeleri katlanmış üçgenimsi bir form verilmiş başka bir parça sallantı biçiminde eklenmiştir.**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.**TARİHLENDİRME:** Tarihlendirilme yapılamamıştır.**KATALOG NO: 31****ENV. NO:** 21/1/84**CİNSİ:** Takı Parçası**ÖLÇÜLERİ:** Uzunluğu: 2,6 cm, Genişlik: 0,8 cm.**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (25.12.1975, Van)**DURUMU:** Eksik kısımları mevcuttur.

**ESERİN TANIM:** Oval biçimli cam boncuğun üst kısmında metal bir levha dolanmıştır. Boncuğun sivri olan kısmında bir delik mevcuttur. Ayrıca yanında bulunan konik uç kısmı küt olan altı parça ise yine takının farklı bir parçasıdır.

**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.

**TARİHLENDİRME:** Tarihlendirilme yapılamamıştır.

**KATALOG NO: 32**



**ENV. NO:** 20/4/75

**CİNSİ:** Takı Parçası

**ÖLÇÜLERİ:** Ağırlık: 0,9 g, Uzunluğu: 1,3 cm, Genişlik: 1,1 cm.

**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (25.12.1975, Van- Küçük Camii Civarı)

**DURUMU:** Ezilmeler mevcuttur.

**ESERİN TANIM:** Üçgen biçimindeki parçaların üst kısımlarında birer halka bulunmakta bu halkalar ikinci bir parça olan yivli ve içi boş silindirler de bulunan halka ile iç içe geçmiştir. Muhtemelen bu deliklerden takının ana gövdesi geçmektedir.

**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.

**TARİHLENDİRME:** Tarihlendirilme yapılamamıştır.

**KATALOG NO: 33**



**ENV. NO:** 8/11/82

**CİNSİ:** Altın Kolye Parçası

**ÖLÇÜLERİ:** Yükseklik: 2,5 cm, Alt Geniş: 2,3 cm, Kalınlık: 0,2 cm

**MÜZEYE GELİŞ ŞEKLİ VE TARİHİ:** Satın alma (03.11.1982, Diyarbakır)

**DURUMU:** Alt kısmında bir parçası eksik

**ESERİN TANIM:** Üçgen biçiminde olan parçanın kenarları yine minik üçgenlerle çevrilmiştir. Tepe kısmın da 1 adet alt kısmında 4 adet olmak üzere üzerinde 5 delik bulunmaktadır. Yüzeyindeki boşluklar pürüzlüdür ve üzerinde bulunan yuvalarda 5 adet farklı renkte taş mevcuttur. Arka yüz ise düzdür.

**BENZERLERİ:** Katalog taramalarında benzerine rastlanılmamıştır.

**TARİHLENDİRME:** Tarihlendirilme yapılamamıştır.



### 3.2.Yöntem

Arkeolojik metal eserler üzerinde uygulanacak arkeometrik yöntemler sayesinde eserin yapımında kullanılan hammaddeler, hammadde kaynağı ve yapım teknolojilerine dair bilgi sahibi olunabilmektedir.

Metal buluntuların eser element analizleri için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri olan taşınabilir Enerji Dağılımlı X-ışınları Floresans Spektroskopisi (P-EDXRF) bu tez kapsamındaki eserlerin arkeometrik analizi için seçilen yöntemdir. Bu yöntemin seçilme amacı cihazın insitu ve dolayısıyla tahribatsız analiz imkânı sunmasıdır.

Bunun yanı sıra, farklı yerleşimlerden veya müzelerden daha önceden çalışılmış bazı takı eserlerin P-EDXRF analiz sonuçları da karşılaştırma amaçlı kullanılmıştır. Karşılaştırmalar için Resuloğlu Erken Tunç Çağı Mezarlığı (Zimmerman ve ark., 2010), İtalya/Taronto Müzesi (Buccolieri ve ark., 2017) ve Antik Efes Kentinin Artemis Tapınağı (Melcher ve ark., 2009) altın takı buluntularına ait veriler kullanılmıştır.

Bunun dışında, Doç. Dr. M. Aydın'ın uzun bir süredir Türkiye'nin farklı müzelerinde ve antik kent kazılarda incelediği altın takılar da mevcut çalışmadaki verilerin benzerlik veya farklılıklarının gözlemlenebilmesi amacıyla kümeleme analizinde (Cluster analizi) karşılaştırma yapabilmek için kullanılmıştır.

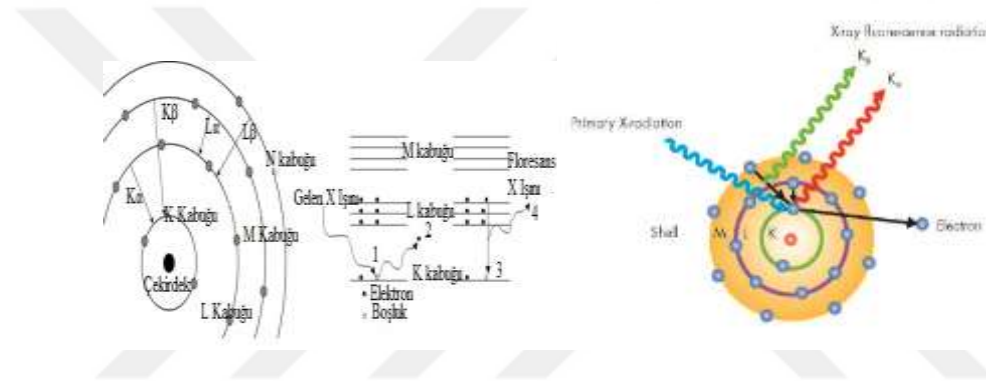
#### 3.2.1. X-Işını Floresans Spektroskopisi

X ışınları, 1895 yılında Alman fizikçi Wilhelm Röntgen tarafından keşfedilen kısa dalga boylu bir elektromanyetik radyasyon şeklidir. Bu keşiften sonra 1913 yılında Moseley'in kullandığı X-ışını Spektroskopisi'nde, radyasyon kaynağı olarak içerisinde elektron kaynağı bulunan bir katot tüpü kullanılmış ve üretilen radyasyon ince altın pencereden geçirilerek analizi yapılacak maddeye düşürülmüştür. Maddeden yayılan tüm X-ışını fotonların dalga boyu ( $\lambda$ ) ile uyarılmış elementin atom numarası ( $Z$ ) arasında bir ilişki olduğu ve bunun her element için karakteristik olduğu gözlemlenmiştir. Yayılan bu enerji spektrumda çizgi olarak görülmektedir. 1947'den 1960'lı yılların ortasına kadar XRF uygulamasında muazzam ilerlemeler kaydedilmiştir. 1950'ler den sonra X-ışınları materyal karakterizasyonunda kullanılmaya başlanmıştır (Jenkins, 1999).

### 3.2.1.1. X-Işını Floresans Spektroskopisi Çalışma Prensibi

X-ışını Floresans Spektroskopisi, katı ve sıvı malzemelerin kimyasal bileşimini belirlemek için kullanılan analitik bir yöntemdir. Hızlı, doğruluğu yüksek ve tahribatsız olarak olarak da kullanılabilen bir yöntemdir. Uygulama alanları çok geniştir, Madencilik, jeoloji, metal, yağ, polimer, plastik ve gıda endüstrisi bunlardan bazılarıdır (Brouwer,2010).

Bir atomun klasik modeli, pozitif yüklü protonlar ve yüklü olmayan nötronlara sahip bir çekirdek ayrıca bu çekirdek etrafındaki kabuk veya orbitallerde gruplanmış çekirdek etrafında hareket edebilen negatif yüklü elektronlar şeklindedir. Bir elektronun enerjisi, işgal ettiği elementin kabuğuna ve elementin kimyasal özelliklerine bağlıdır (Brouwer, 2010).



Şekil 3.1. X-ışını floresans spektrometersinin çalışma prensibi (Web Kaynak- 4)

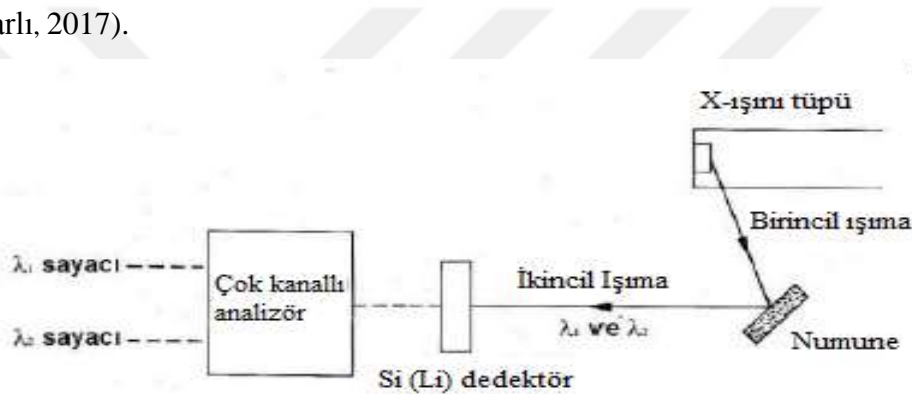
Herhangi bir kaynaktan çıkan X-ışınları atomdaki K kabuğundan bir elektron koparabilir. Kopan elektron ile kabukta bir boşluk oluşur. Bu boşluk ile birlikte atom daha yüksek enerjili ve kararsız bir hale geçer. Atom tekrar kararlı hale gelebilmek için bir üstte yer alan L-kabuğundaki elektronu K orbitalindeki boşluğa aktarır. M-kabuğundaki elektron ise L-kabuğundaki boşluğu doldurur. Bir üst orbitaldeki enerji K-kabuğundakinden fazladır. Bu elektron aktarımı sırasında enerji fazlası ikincil bir X-ışını fotonu olarak yayılır. Bu ikincil X-ışınları her element için farklı ve karakteristiktir yani elementin parmak izi olarak kabul edilir ve yayılan bu enerji spektrumunda çizgi olarak görülür (Brouwer, 2010). Araştırılan örnek içinde mevcut olan elementin miktarına göre her floresan çizgisinin yoğunluğu değişir (Moioli ve Seccaroni,2000).

### 3.2.1.2. X-Işını Floresans Spektrometresi

Tüm X-ışını spektrometreleri için temel kavram bir örnek, X-ışını kaynağı ve algılama sistemidir. Kaynak örneği ışınlar ve bir dedektör numuneden gelen radyasyonu ölçer. X-ışını Floresans Spektrometre analizi enerji dağılımlı ve dalga boyu dağılımlı olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Bu ayırım analiz edilecek numuneler ve tespit seviyeleri esas alınarak yapılmaktadır (Brouwer, 2010).

#### Enerji Ayrımlı X-Işını Spektrometresi (EDXRF)

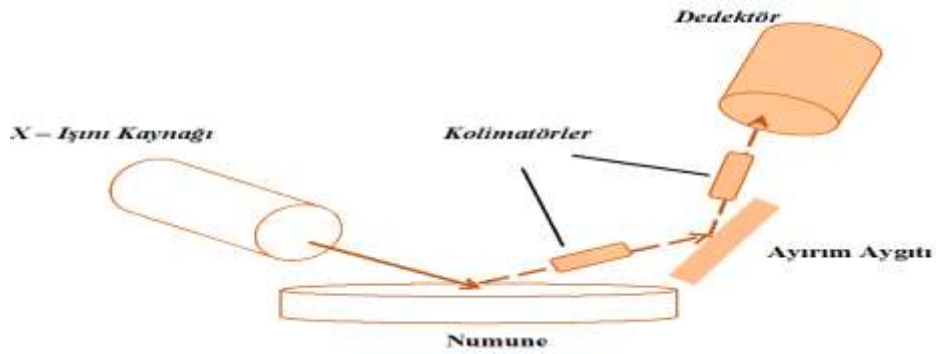
Enerji ayrımlı spektrometrede, numuneden çıkan çeşitli dalga boyuna sahip ışınlar Si (Li) dedektör ve çok kanallı analizör ile enerji olarak tespit edilmekte ve dedektör gelen ışının enerjisi ile orantılı sinyaller üretmektedir. Sistem içerisinde ki çok kanallı analizör bu sinyalleri dalga boyu veya enerji olarak yorumlamaktadır (Küçük ve Kaykılarlı, 2017).



Şekil 3.2. Enerji ayrımlı XRF spektrometresinin şematik görünümü (Küçük ve Kaykılarlı, 2017)

#### Dalga Boyu Ayrımlı X-Işını Spektrometresi

Dalga boyu ayrımlı spektrometrede, numuneden yansıyan farklı dalga boyundaki X-ışınları kristal (ayırım aygıtı) yardımı ile ayrılır ve dağıtılır, her gelen açıda farklı bir dalga boyunda yansıma yaptırır. Kolimatörler ise gelen X-ışınlarını toplar. Son olarak dedektörler belirli dalga boylarına sahip X-ışınlarının yoğunluğunu ölçer ve sayılan fotonlar ile analiz yapılır (Brouwer,2010).



Şekil 3.3. Dalga boyu ayırmalı XRF spektrometresinin şematik görünümü (Küçük ve Kaykılarlı, 2017)

### 3.2.1.3. Taşınabilir X-ışını Spektrometresi

Günümüzde arkeolojik eserlerinin kimyasal kompozisyonun belirlenmesinde kullanılan en yaygın tekniklerden biri X-ışını Floresans Spektrometreleridir. XRF cihazının bu alandaki kullanımı 1970'lerin başından itibaren başlamıştır. Teknolojinin ilerlemesi ile beraber 2000 yılından itibaren beraber artık küçük ve taşınabilir ekipmanlarla X-ışını floresans analizleri yapılabilmektedir (Moioli ve Seccaroni, 2000).

Bazı arkeolojik eserlerin kimyasal analizinde eserin tahribat görmemesi için parça alınmasına izin verilmez, bu nedenle bu tür eserlerin analizinde taşınabilir XRF spektrometresi tercih edilmektedir (Aydın, 2017). Bu spektrometrenin tahribatsız olmasının yanında bulk numuneler için hazırlık aşaması gerektirmemesi, yerinde 'in situ' analiz yapılabilmesi, hızlı bir şekilde sonuçlara ulaşabilme imkânı sunması ve tek bir eserin birçok noktasının analiz edilebilmesi nedeniyle de tercih edilmektedir (Potts ve West, 2008).

Taşınabilir XRF analizinde atom numarası 11 (Na) ile 92 (U) arasında olan tüm elementler belirlenebilmektedir. Bu durumda örneklerde bulunması olası tüm elementlerin nitel ve nicel analizini yapmak mümkün olmaktadır (Aydın ve ark., 2010). Bu tür avantajların yanı sıra taşınabilir XRF spektrometresinin yüzeyden ölçüm yapması, hassasiyetinin ppm seviyesinde olmasından dolayı tahribatlı yöntemlere oranla hassasiyetinin daha düşük olması, derişim oranının daha az olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Aydın, 2017).

#### 3.2.1.3.1. Mevcut çalışmada kullanılan spektrometrenin özellikleri


Bu çalışmadaki tüm altın eserlerin üzerinde tahribatlı bir analiz yapılmasına ve eserlerin müzeden çıkarılmasına dair bir izin alınamayacağından dolayı eserlere herhangi bir zarar vermeyen, müze deposunda yerinde analiz etme ve bu analiz

sonuçlarına anında ulaşma imkânı sunan Taşınabilir Enerji Dağılımlı X-ışınları Floresans Spektrometresi (P-EDXRF) kullanılmıştır. P-EDXRF Spektrometresi Innov-X-Olympus Omega marka olup aynı anda 32 element analiz edilmektedir.


Çalışmada kullanılan spektrometre, analiz sonuçlarında doğruluk sapmasının belirlenmesi için kalibre edilmiştir. Analizlerin güvenilirliği açısından spektrometre test edilmiştir. Güvenirlilik testleri iki yöntemle gerçekleştirilebilir. Bunlardan ilki en yaygın olan Sertifikalı Referans Malzemesi (SRM/CRM: Certified Reference Material) kullanılması ve bir diğeri ise analiz edilecek malzemenin bir başka yöntem ile analiz edilmesidir (Aydın, 2017).

Bu çalışmada kullanılan spektrometrenin güvenilirliği için gümüş (Çizelge 1) ve bronz (Çizelge 2) SRM 'ler kullanılmıştır. Sonuçlardan da görüldüğü üzere P-XRF analiz sonuçları ile gümüş ve bronz SRM'lerin laboratuvar ortamında yapılmış olan ölçüm sonuçları birbiriyile uyum içerisindedir.

**Çizelge 3.1.** Sertifikalı gümüş ve P-EDXRF analiz sonuçları

SRM Gümüş (132x925Zn3) Değerleri	Ag	Cu	Zn
	92,64	4,53	2,88
<b>P-XRF Değerleri</b>	<b>91,95</b>	<b>5,19</b>	<b>2,85</b>

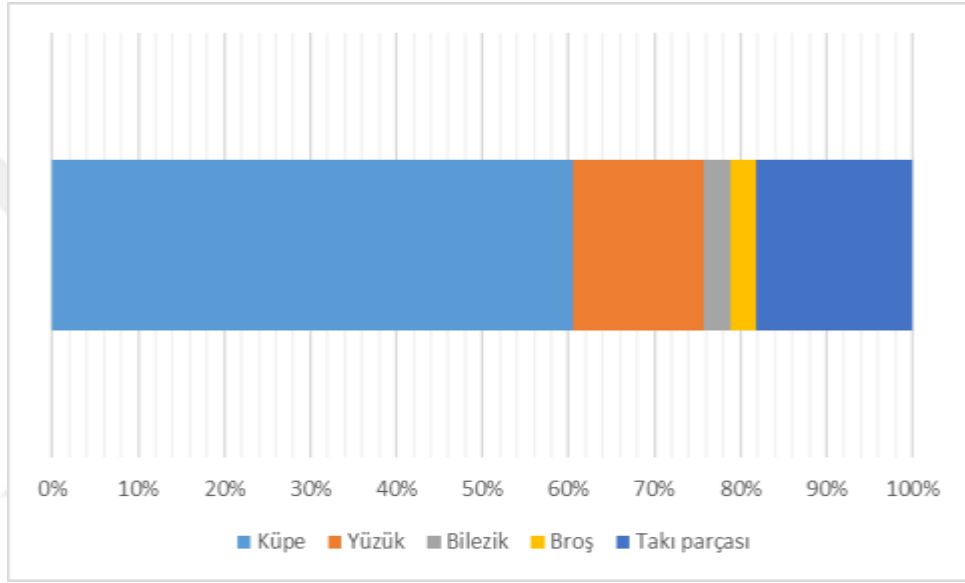
**Çizelge 3.2.** Sertifikalı bronz ve P-EDXRF analiz sonuçları

	Ag	Sb	As	Cu	Fe	Ni	Pb	Si	Sn	Zn
SRM Bronz (CDA 314UNS C31400)										
	0,002	0,006	0,003	90,08	0,007	0,004	1,99	0,002	0,029	7,81
<b>P-XRF Değerleri</b>	ND	ND	ND	90,11	ND	0,019	1,7	0,1	ND	7,89

## BÖLÜM 4

### 4. ANALİZ SONUÇLARI

Tez kapsamında Diyarbakır Müzesine satın alma ve müsadere yolu ile getirilmiş toplamda 33 adet olan tüm ve parça halindeki altın takılar “Taşınabilir Enerji Dağılımlı X-ışınları Floresans Spektrometresi (P-EDXRF)” ile analiz edilmiştir. Bu bölümde yapılan analizlerin sonuçları çizelge ve diyagramların yardımıyla tanıtılmıştır (Şekil 4.1).

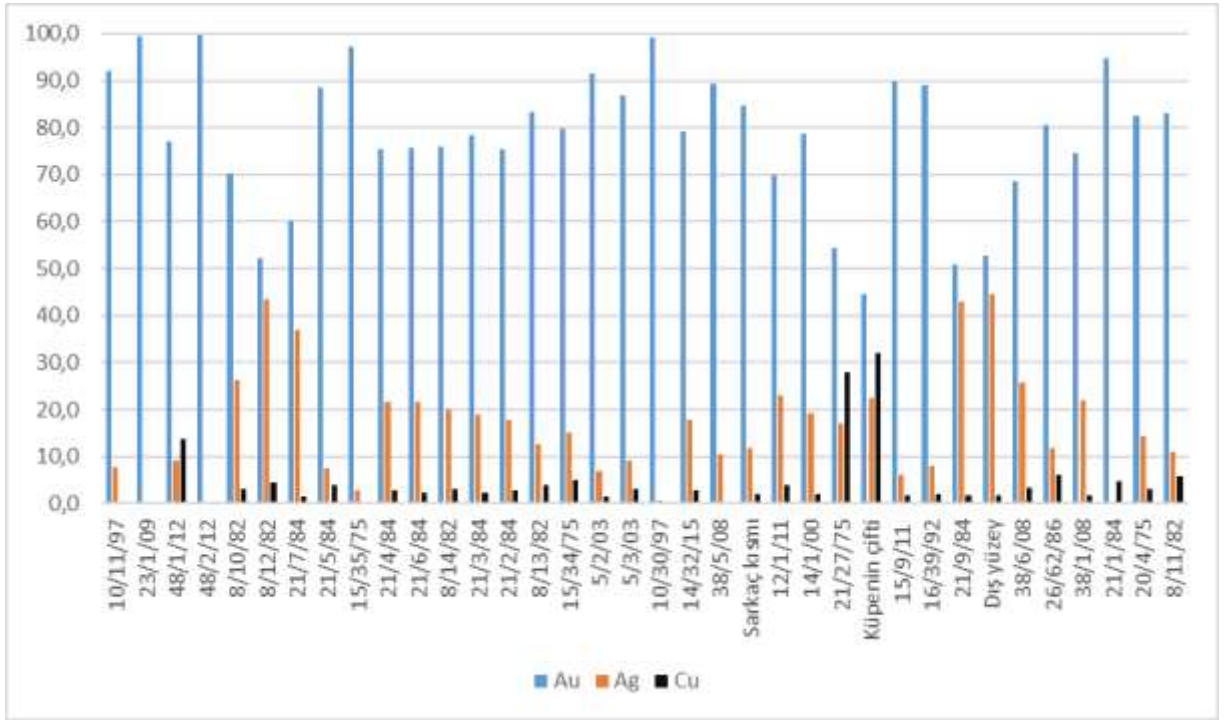


Şekil 4.1. Çalışma kapsamında analiz edilen takı ve takı parçalarının yüzdeleri

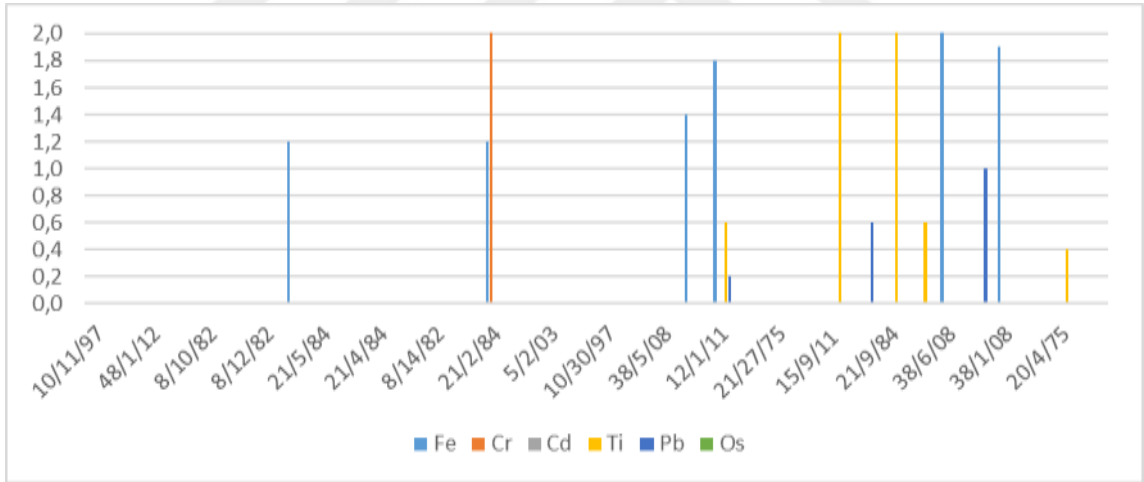
Analiz edilmiş olan toplamda 33 adet tüm ve parça halindeki altın takıların altın (Au) ortalaması %80,1, gümüş (Ag) ortalaması %15,4 ve bakır (Cu) ortalaması %4,4 olarak tespit edilmiştir. Eser elementlerin yanında iz element olarak yüzey kirliliği ve temizleme amacı ile kullanılmış maddelerden geldiği tespit edilmiş olan elementler de mevcuttur (Çizelge 4.1.). Az ve iz elementlerin buluntulara göre dağılımları ve oranları ayrı ayrı verilmiştir (Şekil 4.2.-Şekil 4.3.).

**Çizelge 4.1.** Eserlerin P-EDXRF analiz sonuçları (%) (\*: Müze Envanter kayıtları, \*\*: tez için yapılan katalog taramaları)

Katalog No	Envanter No	Açıklama	Dönem	Au	Ag	Cu	Fe	Cr	Cd	Ti	Pb	Os
1	10/11/97	Yüzük	Roma*	92,1	7,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	23/1/09	Yüzük	Roma*	99,5	0,5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	48/1/12	Yüzük	Belirsiz	77,0	9,0	13,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	48/2/12	Yüzük	Belirsiz	99,7	0,2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	8/10/82	Yüzük	Belirsiz	70,3	26,3	3,2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6	15/34/75	Küpe	Eski Tunç Çağı**	79,7	15,2	4,9	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	8/12/82	Küpe	M.Ö. 8.-7. yy.**	52,2	43,4	4,4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	21/7/84	Küpe	M.Ö. 8.-7. yy.**	60,1	37,0	1,5	1,2	ND	ND	ND	ND	ND
9	21/5/84	Küpe	M.Ö. 7.yy**	88,6	7,4	3,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	15/35/75	Küpe	M.Ö. 7.yy**	97,2	2,7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	21/4/84	Küpe	M.Ö. 7.yy**	75,4	21,6	2,9	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12	21/6/84	Küpe	M.Ö. 7.yy**	75,8	21,6	2,4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13	8/14/82	Küpe	M.Ö. 7.yy**	76,0	20,0	3,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
14	21/3/84	Küpe	M.Ö. 7.yy**	78,5	18,9	2,4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
15	21/2/84	Küpe	M.Ö. 7.yy**	75,5	17,8	2,8	1,2	2,4	ND	ND	ND	ND
16	8/13/82	Küpe	M.Ö. 7.yy**	83,4	12,6	3,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND
17	5/2/03	Küpe	Roma*	91,4	6,9	1,4	ND	ND	0,2	ND	ND	ND
18	5/3/03	Küpe	Roma*	87,0	9,0	3,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
19	10/30/97	Küpe	Roma*	99,1	0,6	ND	ND	ND	0,2	ND	ND	ND
20	14/32/15	Küpe	M.S. 2.-3 yy.**	79,3	17,8	2,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND
21	38/5/08	Küpe	Bizans*	89,3	10,6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
21	Sarkaç kısmı	Sarkaç Kısmı	Bizans*	84,7	11,7	2,1	1,4	ND	ND	ND	ND	ND
22	12/1/11	Küpe	Belirsiz	70,0	23,1	3,8	1,8	ND	ND	0,6	0,2	ND
23	14/1/00	Küpe	Belirsiz	78,8	19,2	1,9	ND	ND	ND	ND	ND	ND
24	21/27/75	Küpe	Belirsiz	54,4	16,9	27,8	ND	ND	ND	ND	0,4	0,2
24	Küpenin çifti	Küpenin çifti	Belirsiz	44,7	22,4	32,0	ND	ND	ND	ND	0,5	0,2
25	15/9/11	Küpe	Belirsiz	90,0	6,2	1,6	ND	ND	ND	2,1	ND	ND
26	16/39/92	Broş	Belirsiz	89,1	7,9	2,1	ND	ND	ND	ND	0,6	ND
27	21/9/84	Bilezik (İç yüzey)	Belirsiz	50,8	42,9	1,8	ND	ND	ND	4,3	ND	ND
27	Dış yüzey	Dış yüzey	Belirsiz	52,9	44,5	1,8	ND	ND	ND	0,6	ND	ND
28	38/6/08	Takı Parçası	Roma	68,6	25,7	3,3	2,2	ND	ND	ND	ND	ND
29	26/62/86	Takı Parçası	Belirsiz	80,7	11,9	6,2	ND	ND	ND	ND	1,0	ND
30	38/1/08	Takı Parçası	Belirsiz	74,5	21,8	1,6	1,9	ND	ND	ND	ND	ND
31	21/1/84	Takı Parçası	Belirsiz	94,7	0,5	4,7	ND	ND	ND	ND	ND	ND
32	20/4/75	Takı Parçası	Belirsiz	82,6	14,3	3,1	ND	ND	ND	0,4	ND	ND
33	8/11/82	Takı Parçası	Belirsiz	83,0	11,1	5,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND



Şekil 4.2. Eserlerdeki Au, Ag ve Cu miktarları (%)



Şekil 4.3. Eserlerde tespit edilen az ve iz elementler (%)

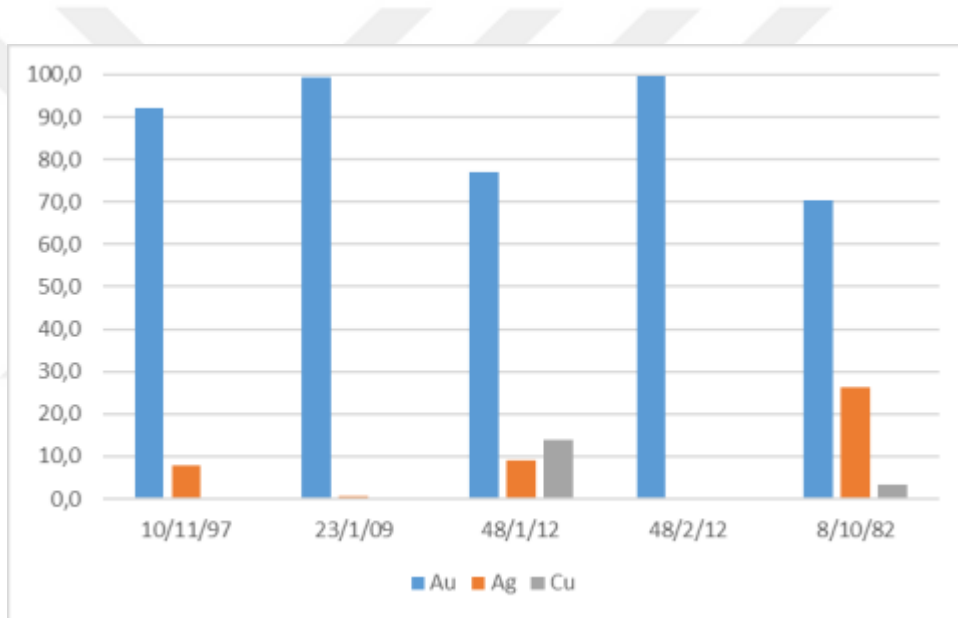
Analiz sonuçlarında ki element dağılımları ve elementlerin değişimleri takı formlarına göre ayrı ayrı başlıklar altında incelenmiştir.

#### 4.1. Yüzükler

Çalışma kapsamında incelenmiş olan takıların toplamda 5 adedini yüzükler oluşturmaktadır. Yüzükler için yapılan katalog taramalarında benzerlerine rastlanmamış, fakat 2 adet yüzük müze envanter kayıtlarına göre Roma dönemine tarihlendirilmiştir (Çizelge 4.2.).

**Çizelge. 4.2.** Yüzüklerin P-EDXRF analiz sonuçları (%)

Katalog No	Envanter No	Açıklama	Dönem	Au	Ag	Cu	Fe	Cr	Cd	Ti	Pb	Os
1	10/11/97	Yüzük	Roma	92,1	7,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	23/1/09	Yüzük	Roma	99,5	0,5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	48/1/12	Yüzük	Belirsiz	77,0	9,0	13,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	48/2/12	Yüzük	Belirsiz	99,7	0,2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	8/10/82	Yüzük	Belirsiz	70,3	26,3	3,2	ND	ND	ND	ND	ND	ND



**Şekil 4.4.** Yüzüklerin P-EDXRF temel element analiz sonuçları (%)

Yüzüklerde altın (Au) ortalaması %87,7, gümüş (Ag) ortalaması % 8,7 ve bakır (Cu) ortalaması ise % 3,4 olarak tespit edilmiştir. Roma dönemine tarihlendirilen 2 adet yüzükte bakıra rastlanmazken, bu yüzüklerin saf altından yapılmış olup safsızlık olarak az miktarda gümüş (Ag) içerdiği tespit edilmiştir. 48/2/12 envanter nolu yüzük en yüksek Au (%99,7) oranına sahip ve Cu içermemektedir. Bu yüzüğün kimyasal kompozisyonu Roma dönemine tarihlendirilen yüzükler ile uyum içeresindedir (bkz. Tartışma ve Sonuç Bölümü). Altın saflaştırma işleminin keşfi M.Ö. 6. yy.'ın ilk yarısına tarihlendirilmesi bu yüzüğün bu tarihten sonrasına tarihlendiğini düşündürmektedir (Ramage and Craddock, 2000). 48/1/12 ve 8/10/82 envanter numaralı ve tarihlendirilememiş olan yüzüklerin içinde %3,4 oranında bakıra rastlanmış olup;

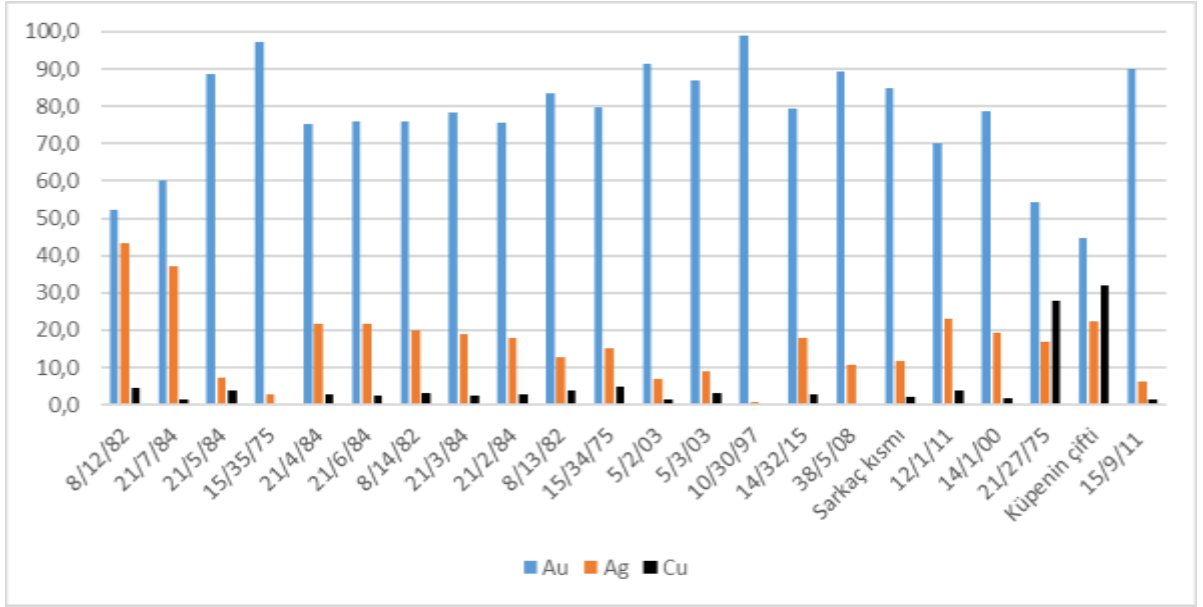
8/10/82 envanter numaralı yüzükte ise %70,3 oranında altın tespit edilmiştir ve bu da yüzükler içinde en düşük altın elementi içeren yüzüktür. Yüzüklerin hiçbirinde altın, gümüş ve bakır dışında herhangi bir elemente rastlanmamıştır (Şekil 4.4.).

## 4.2. Küpeler

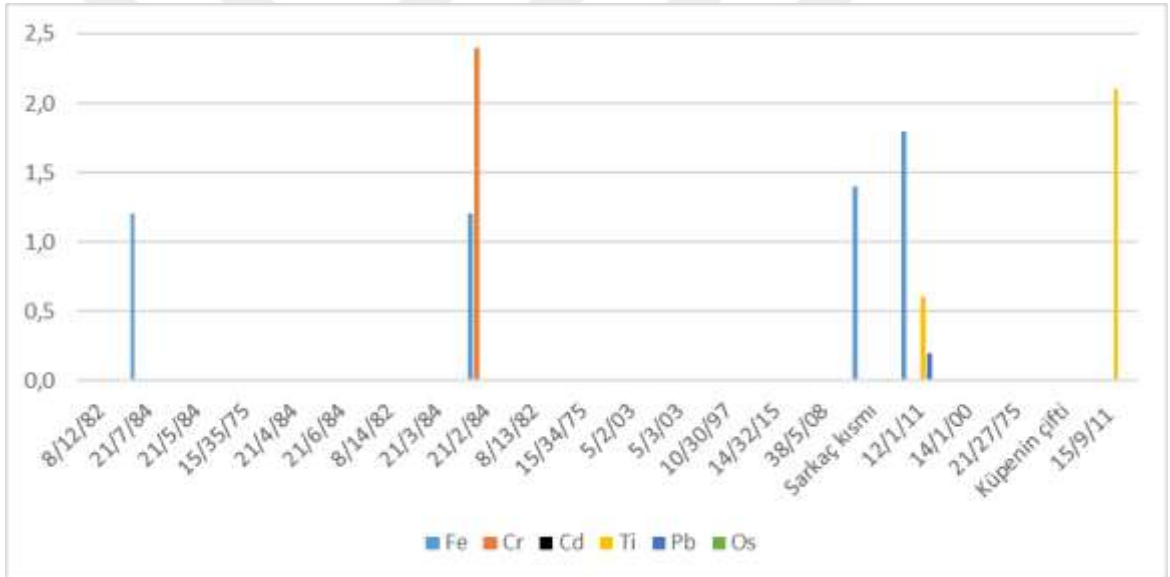
Çalışma kapsamında incelenmiş olan takıların toplamda 20 adedini küpeler oluşturmaktadır. Bu grup içerisinde 16 tane küpe yapılmış olan katalog taramaları ve envanter kayıtları incelemeleri sonrası Eski Tunç Çağı'ndan Bizans Dönemi aralığında tarihlendirilmiştir (Çizelge. 4.3.).

**Çizelge. 4.3.** Kúpelerin P-EDXRF analiz sonuçları (%)

Katalog No	Envanter No	Açıklama	Dönem	Au	Ag	Cu	Fe	Cr	Cd	Ti	Pb	Os
6	15/34/75	Küpe	Eski Tunç Çağı	79,7	15,2	4,9	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	8/12/82	Küpe	M.Ö. 8.-7. yy.	52,2	43,4	4,4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	21/7/84	Küpe	M.Ö. 8.-7. yy.	60,1	37,0	1,5	1,2	ND	ND	ND	ND	ND
9	21/5/84	Küpe	M.Ö. 7.yy	88,6	7,4	3,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	15/35/75	Küpe	M.Ö. 7.yy	97,2	2,7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	21/4/84	Küpe	M.Ö. 7.yy	75,4	21,6	2,9	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12	21/6/84	Küpe	M.Ö. 7.yy	75,8	21,6	2,4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13	8/14/82	Küpe	M.Ö. 7.yy	76,0	20,0	3,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
14	21/3/84	Küpe	M.Ö. 7.yy	78,5	18,9	2,4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
15	21/2/84	Küpe	M.Ö. 7.yy	75,5	17,8	2,8	1,2	2,4	ND	ND	ND	ND
16	8/13/82	Küpe	M.Ö. 7.yy	83,4	12,6	3,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND
17	5/2/03	Küpe	Roma	91,4	6,9	1,4	ND	ND	0,2	ND	ND	ND
18	5/3/03	Küpe	Roma	87,0	9,0	3,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
19	10/30/97	Küpe	Roma	99,1	0,6	ND	ND	ND	0,2	ND	ND	ND
20	14/32/15	Küpe	M.S. 2.-3 yy.	79,3	17,8	2,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND
21	38/5/08	Küpe	Bizans	89,3	10,6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
21	Sarkaç kısmı	Sarkaç kısmı	Bizans	84,7	11,7	2,1	1,4	ND	ND	ND	ND	ND
22	12/1/11	Küpe	Belirsiz	70,0	23,1	3,8	1,8	ND	ND	0,6	0,2	ND
23	14/1/00	Küpe	Belirsiz	78,8	19,2	1,9	ND	ND	ND	ND	ND	ND
24	21/27/75	Küpe	Belirsiz	54,4	16,9	27,8	ND	ND	ND	ND	0,4	0,2
24	Küpenin çifti	Küpenin çifti	Belirsiz	44,7	22,4	32,0	ND	ND	ND	ND	0,5	0,2
25	15/9/11	Küpe	Belirsiz	90,0	6,2	1,6	ND	ND	ND	2,1	ND	ND



Şekil 4.5. Küpelerin P-EDXRF temel element analiz sonuçları (%)



Şekil 4.6. Küpelerin P-EDXRF az ve iz element analiz sonuçları (%)

Küpelere yapılan P-EDXRF analizleri sonucunda; altın (Au) ortalaması %79, gümüş (Ag) ortalaması %16,4 ve bakır (Cu) ortalaması %4,3 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.5.). 15/34/75 envanter numaralı ve Eski Tunç Çağına tarihlendirilmiş olan küpe elektrik olup %79,7 oranında altın, %15,2 oranında gümüş ve %4,9 oranında bakır içermektedir. M.Ö. 8-7. yüzyıllara tarihlenen iki küpede ortalama %56,2 oranında altın, %40,2 oranında gümüş ve % 3 oranında bakıra rastlanmıştır. Bu eserler dolayısıyla elektriktir olarak değerlendirilmiştir. M.Ö. 7. yy.'a tarihlenen bir diğer küpe grubunda ise ortalama %81,3 oranında altın, %15,3 oranında gümüş ve %3 oranında bakıra rastlanmıştır (Şekil 4.5.). Bu grupta bulunan 21/2/84 numaralı eserde gruptaki diğer

eserlerden farklı olarak az miktarda da olsa demir (%1,2) ve kroma (%2,4) rastlanmıştır. Bu iki elementin yüzey kirliliği veya temizliğinden geldiği düşünülmektedir (Şekil 4.6.).

15/35/75 envanter numaralı küpe tipolojik olarak M.Ö. 7. yy. küpeleri ile benzerlik göstermektedir. Fakat %97,2 altın (Au) içeriği nedeniyle çağdaşları ile kimyasal kompozisyon bakımında uyumsuzluk göstermektedir. Bu sonuçlar küpenin daha sonraki bir dönemde yapılmış olabileceğini düşündürmüştür. Diğer bir olasılık ise saf altın cevherinden yapılmış olmasıdır.

Roma dönemine tarihlenen küpelerin altın (Au) ortalaması %92,5, gümüş (Ag) ortalaması %5,5 ve bakır (Cu) ortalaması %2,2 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.5.). Altın ve gümüşün ayırıştırma işleminin en erken M.Ö. 6. yy'ın ilk yarısında Sardes'te yapıldığı bilinmektedir (Ramage and Craddock, 2000). Dolayısıyla bu küpelerin Roma Dönemine işaret eden elementel içeriğe sahip oldukları da söylenebilir.

21/27/75 envanter numaralı bir çift küpenin her bir teki için yapılan analizlerde kimyasal kompozisyon bakımından benzerliklere rastlanmıştır. Altın, gümüş ve bakırın yanında eserlerde ortalama %0,45 oranında kurşun (Pb) ve %0,2 oranında osmiyum (Os) elementine rastlanmıştır (Şekil 4.5. - Şekil 4.6.).

38/5/08 numaralı sarkaçlı küpenin analizlerinde küpenin gövde kısmı ve sarkaç kısmında kullanılan madenlerin eser element oranları farklı çıkmıştır. Fakat her iki parçada da temel element altın olup %80 den fazladır. Gövde kısmında bakır kullanılmamışken sarkaç kısmında %2,1 oranında bakır tespit edilmiştir. Bu da küpenin gövde ve sarkaç kısmının ayrı ayrı yapıldığını ve sonradan birleştirildiğini göstermektedir (Çizelge 4.4.).

**Çizelge 4.4.** 38/5/08 numaralı küpenin P-EDXRF analiz sonuçları (%)

Katalog No	Envanter No	Açıklama	Dönem	Au	Ag	Cu	Fe	Cr	Cd	Ti	Pb	Os
21	38/5/08	Küpe	Bizans	89,3	10,6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
21	Sarkaç kısmı	Sarkaç Kısmı	Bizans	84,7	11,7	2,1	1,4	ND	ND	ND	ND	ND

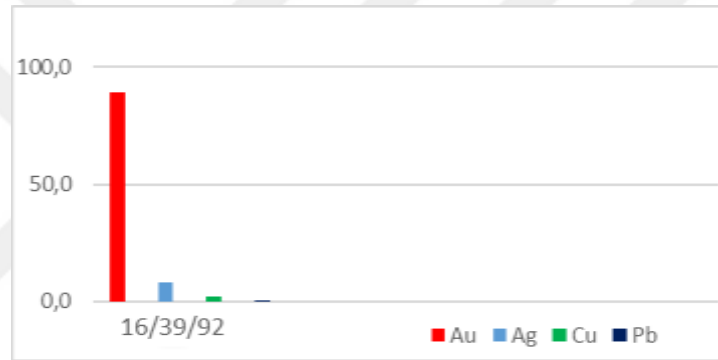
Yapılan analizlerde 10/30/97 envanter numaralı ve Roma Dönemine ait olan küpe %99,1 ile en yüksek altın oranına sahipken, 8/12/82 envanter numaralı ve M.Ö. 8.-7. yy.'lara tarihlenen küpe ise %52,2 altın oranı ile en düşük altın oranına sahiptir (Şekil 4.5.).

### 4.3. Broş

Çalışma kapsamında incelenmiş olan takılar arasında yalnızca 1 adet broş bulunmaktadır. Stilize edilmiş bir deve figüründen oluşan broş için yapılmış olan katalog taramaları ve envanter kayıtlarında benzerine rastlanılmamış olduğundan, eser tarihlendirilememiştir (Çizelge 4.5.). Yapılan P-EDXRF analizi sonucu broşta %89,1 oranda altın (Au), %7,9 oranında gümüş (Ag) ve %2,1 oranında bakır (Cu) olduğunu göstermiştir. Ayrıca %0,6 oranında kurşuna rastlanmıştır (Şekil 4.7.).

**Çizelge 4.5.** 16/39/92 envanter numaralı broşun P-EDXRF analiz sonucu (%)

Katalog No	Envanter No	Açıklama	Dönem	Au	Ag	Cu	Fe	Cr	Cd	Ti	Pb	Os
26	16/39/92	Broş	Belirsiz	89,1	7,9	2,1	ND	ND	ND	ND	0,6	ND



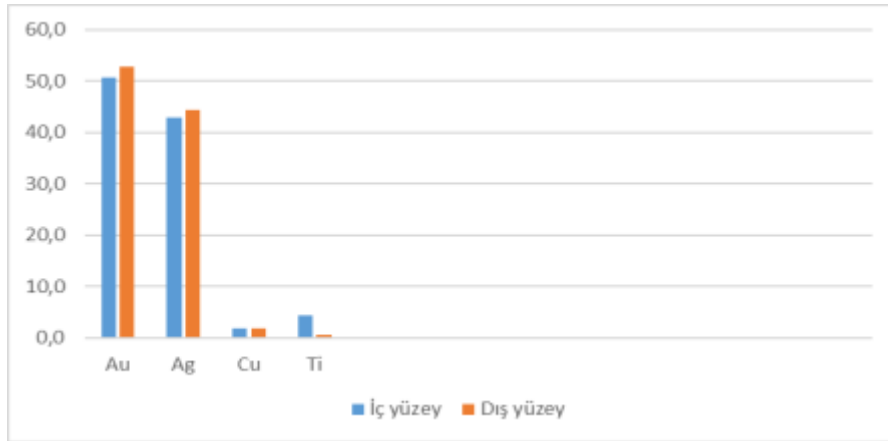
**Şekil 4.7.** 16/39/92 envanter numaralı broşun P-EDXRF temel, az ve iz element analiz sonucu (%)

### 4.4. Bilezik

Çalışma kapsamında incelenmiş olan takılar arasında yalnızca 1 adet bilezik bulunmaktadır. Bilezik için yapılmış olan katalog taramaları ve envanter kayıtlarında benzerine rastlanılmamış olup, eser tarihlendirilememiştir (Çizelge 4.6.).

**Çizelge 4.6.** 23/9/84 envanter numaralı bileziğin P-EDXRF analiz sonuçları (%)

Katalog No	Envanter No	Açıklama	Dönem	Au	Ag	Cu	Fe	Cr	Cd	Ti	Pb	Os
27	21/9/84	Bilezik (İç yüzey)	Belirsiz	50,8	42,9	1,8	ND	ND	ND	4,3	ND	ND
27	Dış yüzey	Dış yüzey	Belirsiz	52,9	44,5	1,8	ND	ND	ND	0,6	ND	ND



Şekil 4.8. Bileziğin iç ve dış yüzey P-EDXRF eser ve iz element analiz sonuçları (%)

Bileziğin iç ve dış yüzey analizlerinde ortalama %51,8 oranında altın (Au), %43,7 oranında gümüş (Ag) ve %1,8 oranında bakır (Cu) tespit edilmiş olup bu kompozisyon eserin elektrumdan yapıldığını göstermiştir (Şekil 4.8.).

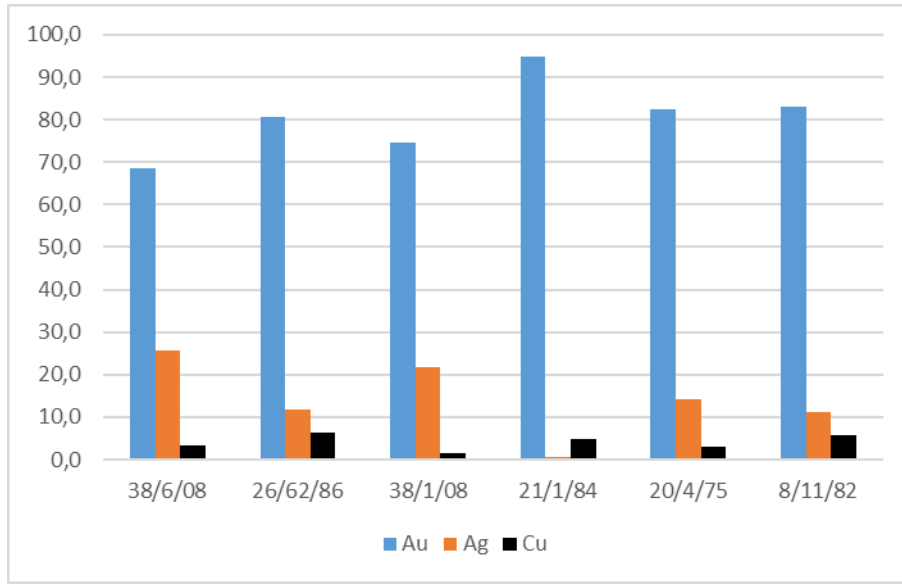
Restorasyon görmüş olan eserin analizlerinde titanyuma (Ti) rastlanmıştır. Titanyumun restorasyon malzemesinde kullanıldığı düşünülmektedir (Şekil 4.8.).

#### 4.5. Takı parçaları

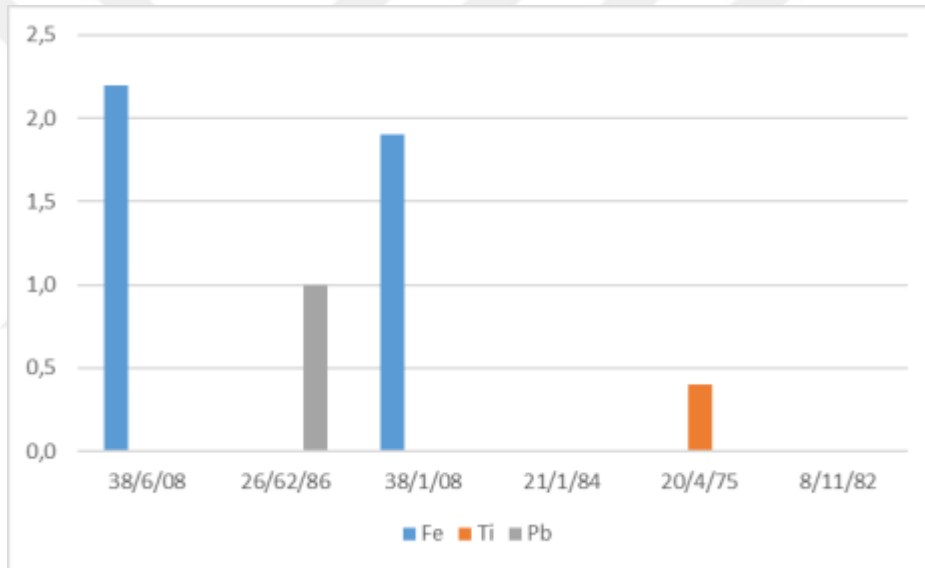
Çalışma kapsamında incelenmiş olan takıların toplamda 6 adedini takı parçaları oluşturmaktadır. 38/6/08 numaralı eser ise envanter kayıtlarında Roma dönemine tarihlendirilmiş olup, diğer takı parçaları için yapılmış olan katalog taramaları ve envanter kayıtlarında benzerine rastlanmamış ve eserler tarihlendirilememiştir (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. Takı parçalarının P-EDXRF analiz sonuçları (%)

Katalog No	Envanter No	Açıklama	Dönem	Au	Ag	Cu	Fe	Cr	Cd	Ti	Pb	Os
28	38/6/08	Takı Parçası	Roma	68,6	25,7	3,3	2,2	ND	ND	ND	ND	ND
29	26/62/86	Takı Parçası	Belirsiz	80,7	11,9	6,2	ND	ND	ND	ND	1,0	ND
30	38/1/08	Takı Parçası	Belirsiz	74,5	21,8	1,6	1,9	ND	ND	ND	ND	ND
31	21/1/84	Takı Parçası	Belirsiz	94,7	0,5	4,7	ND	ND	ND	ND	ND	ND
32	20/4/75	Takı Parçası	Belirsiz	82,6	14,3	3,1	ND	ND	ND	0,4	ND	ND
33	8/11/82	Takı Parçası	Belirsiz	83,0	11,1	5,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND



Şekil 4.9. Takı Parçalarının P-EDXRF temel element analiz sonuçları (%)



Şekil 4.10. Takı Parçalarının P-EDXRF az ve iz element analiz sonuçları (%)

Takı parçalarına yapılmış olan P-EDXRF analizleri sonucunda ortalama %80,5 altın (Au), %14,2 gümüş (Ag) ve %4,1 oranında bakır (Cu) tespit edilmiştir (Çizelge 4.7.). 21/1/84 envanter numaralı konik biçimli boncuğun üst kısmına yerleştirmek amacıyla düz bir levhanın yuvarlatılması ile yapılmış olan yuva en yüksek altın oranına (%94,7) sahiptir (Şekil 4.9.).

## 4.6. İstatistiksel Analizler

### 4.6.1. Korelasyon Analizi

İki element arasındaki pozitif veya negatif değişimi tespit etmek amacı ile korelasyon matrisi yapılmıştır. Korelasyon kat sayısı +1 olduğunda bu mükemmel bir pozitif korelasyonu -1 olduğunda ise mükemmel bir negatif korelasyonu işaret etmektedir. Çalışma kapsamında analiz edilmiş olan 36 parça altının tüm elementleri (Au, Ag, Cu, Fe, Cr, Cd, Ti, Pb ve Os) için SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 16.0 kullanılarak korelasyon çizelgesi çıkarılmıştır. Çizelge incelendiğinde altın ve gümüş arasında - 0,88 negatif bir korelasyon gözlemlenmiştir. Altın ve bakır arasında -0,53 negatif bir korelasyon tespit edilmiştir. Altın ve demir arasında -0,19 oranında negatif bir korelasyon gözlemlenmiştir. Buda göstermektedir ki eser içerisindeki altın oranı azaldıkça gümüş ve bakır oranı artmıştır. Diğer elementlerin korelasyon açısından kayda değer bir değişimi olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.8. Korelasyon çizelgesi

## Correlations

		Au	Ag	Cu	Fe	Cr	Cd	Ti	Pb	Os
<b>Au</b>	Pearson Correlation	1	<b>-,884**</b>	<b>-,537**</b>	-,193	-,036 <sup>a</sup>		-,283	,044 <sup>a</sup>	
	Sig. (2-tailed)		,000	,001	,260	,837		,095	,804	
	N	36	36	36	36	36	34	36	34	34
<b>Ag</b>	Pearson Correlation	-,884**	1	,088	,244	,022 <sup>a</sup>		,346*	-,097 <sup>a</sup>	
	Sig. (2-tailed)	,000		,610	,152	,900		,039	,584	
	N	36	36	36	36	36	34	36	34	34
<b>Cu</b>	Pearson Correlation	-,537**	,088	1	-,112	-,039 <sup>a</sup>		-,100	,188 <sup>a</sup>	
	Sig. (2-tailed)	,001	,610		,516	,823		,560	,286	
	N	36	36	36	36	36	34	36	34	34
<b>Fe</b>	Pearson Correlation	-,193	,244	-,112	1	,253 <sup>a</sup>		-,062	-,036 <sup>a</sup>	
	Sig. (2-tailed)	,260	,152	,516		,137		,722	,838	
	N	36	36	36	36	36	34	36	34	34
<b>Cr</b>	Pearson Correlation	-,036	,022	-,039	,253	1 <sup>a</sup>		-,048	-,047 <sup>a</sup>	
	Sig. (2-tailed)	,837	,900	,823	,137			,781	,792	
	N	36	36	36	36	36	34	36	34	34
<b>Cd</b>	Pearson Correlation	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>
	Sig. (2-tailed)	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	N	34	34	34	34	34	34	34	32	32
<b>Ti</b>	Pearson Correlation	-,283	<b>,346*</b>	-,100	-,062	-,048 <sup>a</sup>		1	-,057 <sup>a</sup>	
	Sig. (2-tailed)	,095	,039	,560	,722	,781			,749	
	N	36	36	36	36	36	34	36	34	34
<b>Pb</b>	Pearson Correlation	,044	-,097	,188	-,036	-,047 <sup>a</sup>		-,057	1 <sup>a</sup>	
	Sig. (2-tailed)	,804	,584	,286	,838	,792		,749		
	N	34	34	34	34	34	32	34	34	34
<b>Os</b>	Pearson Correlation	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>
	Sig. (2-tailed)	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	N	34	34	34	34	34	32	34	34	34

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

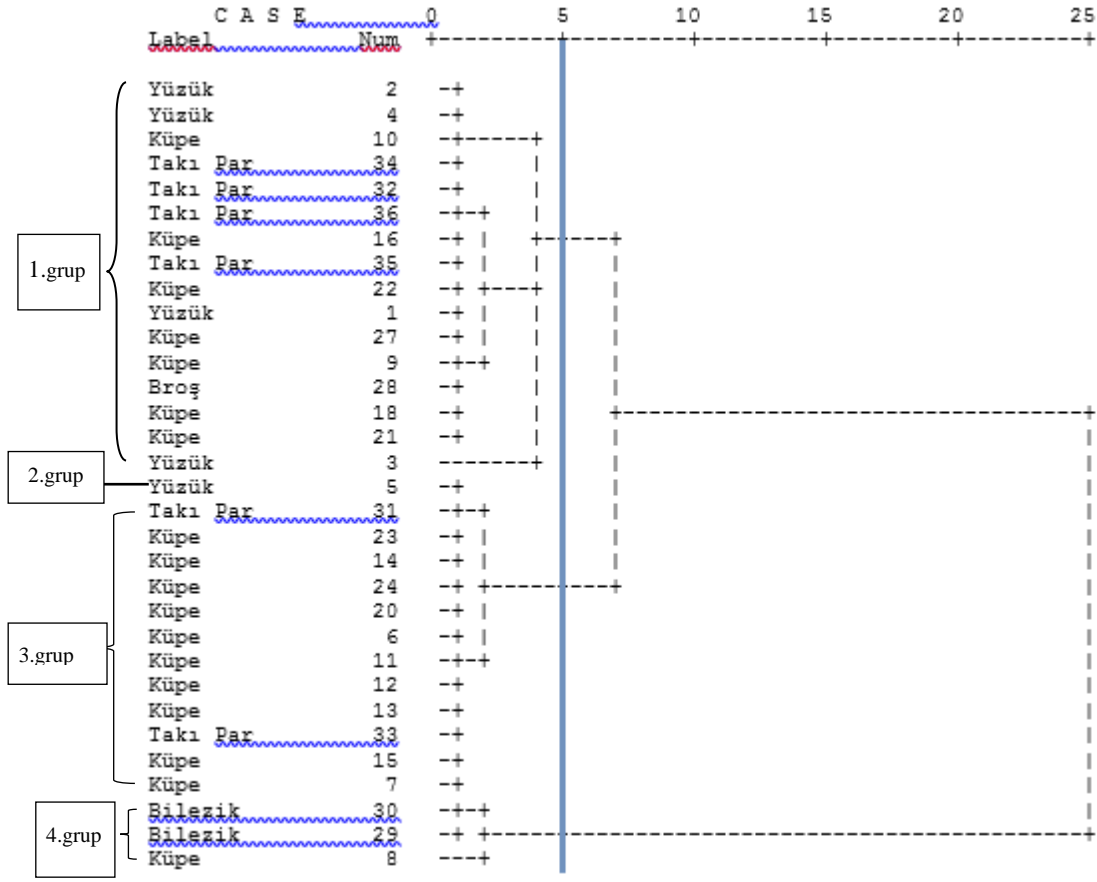
a. Cannot be computed because at least one of the variables is constant.

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

#### 4.6.2. Kümelem (Cluster) Analizi

Eserlerin kendi içerisinde gruplandırılması için SPSS 16.0 ile kümeleme çizelgesi çıkarılmıştır (Şekil 4.9).

Şekil 4.11. Kümeleme şekli



Yapılan kümeleme çizelgesinde 5'ten dikey bir çizgi çizilip 0-5 arasında oluşan gruplar dikkate alınarak 4'e ayrılmıştır. 1. Grup 2 nolu eserden başlayıp 3 nolu eserde sona ermektedir, 2. Grup yalnızca 5 nolu eseri kapsamaktadır, 3. Grup 31 nolu eserden başlayıp 7 nolu eserde sona ermektedir ve 4. Grup 30 nolu eserden başlayıp 8 nolu eserde son bulmaktadır. Oluşan gruplar kendi aralarında kimyasal kompozisyon bakımından benzerlik içermektedir (Şekil 4.11.).

Bir başka kümeleme çizelgesinde Doç. Dr. Mahmut Aydın tarafından analiz edilen farklı müze ve kazılarda incelenmiş Klasik, Helenistik ve Roma dönemlerine tarihlenen analiz sonuçları yayımlanmamış altın eserler ile çalışma kapsamında çalışılmış eserlerin analizleri (433 adet) arasında yapılmıştır (Ek-1, Şekil 4.12.).

Elde edilmiş olan kümeleme çizelgesinde görülmektedir ki tez kapsamındaki eserler tarihlendirilmesi yapılmış olan kazı malzemeleri analizleri ile uyum içerisinde (Ek-1 Şekil 4.12.).

## BÖLÜM 5

### 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tez çalışması Diyarbakır Müzesinde muhafaza edilen satın alma ve müsadere yolu ile müze envanterine kazandırılmış olan tüm ve parça halindeki takıların arkeometrik karakterizasyonunu katalog taramaları ile tarihlendirilmesini ve eksik kalan buluntuların olası tarihlerinin belirlenmesini kapsamaktadır.

Ülkemizde altın takı eserlerin arkeometrik incelemeleri henüz çok sık çalışılan bir konu başlığı değildir. Mevcut tezde Diyarbakır Müzesine satın alma ve müsadere yolu ile kazandırılmış olan 33 adet tüm ve parça halindeki altın takıların “Taşınabilir Enerji Dağılımlı X-Işınları Floresans Spektrometresi (P-EDXRF)” ile yapılmış olan analiz sonuçları verilmiştir. Bu yöntemin seçilmesinin nedeni, tahribatsız ve in-situ analiz imkânı sunmasıdır. Analiz sonuçları ayrıca tez çalışmasına benzer olarak yapılmış olan Efes Antik Kenti kazılarında çıkarılmış altın takılar ile İtalya Taranto Müzesinde muhafaza edilen altın takıların arkeometrik sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmalar dışında Resuloğlu Erken Tunç Çağı Mezarı buluntularının arkeometrik analiz sonuçları ile de karşılaştırmalar yapılmıştır. Ayrıca Doç. Dr. Mahmut AYDIN’ın altın analiz veri bankasıyla da istatistiksel olarak değerlendirme gerçekleştirilmiştir.

Malzeme grubunun 5 adedini oluşturan yüzüklerin 2 tanesi envanter kayıtlarında Roma Dönemine tarihlendirilmiş; bunun dışında kalan 3 eserin ise yapılan katalog taramalarında benzerlerine rastlanmadığından tarihlendirilmesi yapılamamıştır. Yüzüklerin altın, gümüş ve bakırdan oluştuğu görülmektedir. Eserlerin altın ortalaması %87,7, gümüş ortalaması %8,7 ve bakır ortalaması %3,4 olarak tespit edilmiştir.

Roma Dönemine tarihlendirilmiş olan 2 adet eserin kimyasal kompozisyonuna bakıldığında altın ve gümüş dışında herhangi bir elemente rastlanmamıştır. 23/1/09 envanter numaralı yüzük saf altından olup %0,5 oranında gümüş içermektedir.

Tarihlendirilememiş olan 48/2/12 envanter numaralı eserin kimyasal kompozisyonuna bakıldığında görülmektedir ki Roma Dönemine tarihlendirilmiş olan eserlerle benzer kompozisyonda ve saf altındandır. Bu eserin tarihlendirmesi hakkında söylenebilecek yorum ise, M.Ö. 6. yy.’ın ilk yarısı itibari ile altın saflaştırma işleminin keşfinden sonraki bir döneme tarihlendirilebilir olacağı veya daha önce bir tarihte yapılmış ise saf altın madeninden yapılmış olabileceğidir.

Saf altından yapılmış bir yüzüğün yeterince sert olmaması her ne kadar düşündürse de, İtalya Taranto Müzesinde bulunan ve Helenistik Döneme tarihlenen altın yüzükler içinde de saf altından yapılmış birkaç yüzüğe rastlanmıştır (Env. No: 54451, 54752, 54117, 6435, 143788,40163; Buccolieri ve ark. 2017: Tablo 1). Bu da Roma Dönemi öncesi de saf altından yüzük yapılmış olduğunu göstermiştir.

Buluntuların ağırlıkları dikkate alındığında, saf altından yapılmış olan yüzüklerin şekillerinin deforme olmadan kullanımının mümkün kılınması için, eser başına daha fazla altın kullanılarak ağırlığının artırıldığı düşünülmektedir. (Env. No: 10/11/97 Au: %92,1 Eserin Ağırlığı: 9,8 gr., Env. No: 23/1/09 Au: %99,5 Eserin Ağırlığı: 9,3 gr, Env. No: 48/2/12 Au: %99,7 Eserin Ağırlığı: 9,14 gr). Altın oranı düşürülüp gümüş ve bakır oranı artırılmış yüzüklerin ise şekillerini korumaları daha kolay olmasından dolayı ağırlıkları daha düşük tutulmuştur (Env. No: 48/1/12 Au: %77 Eserin Ağırlığı: 5,77 gr., Env. No: 8/10/82 Au: %70,3 Eserin Ağırlığı: 2,9 gr.). Görsel olarak da incelendiğinde bu eserler kalındır. Bir diğer deyişle saf altın eserler daha fazla altın kullanılarak kalınlaştırılıp kullanılmışlardır.

Çalışılmış olan eserlerin grup olarak 20 adet ile en önemli bölümünü oluşturan küpelerin 16 tanesi envanter kayıtları ve katalog taramaları neticesinde Eski Tunç Çağı ve Bizans Dönemi aralığında tarihlendirilmiştir. Küpelerin EDXRF analizlerini incelediğimizde, eserlerin genel kompozisyonunda altın (%79), gümüş (%16,4) ve bakır (%4,3) tespit edilmiştir. Bunların yanı sıra farklı eserlerde düşük seviyede iz element olarak demir (Fe), krom (Cr), kadmiyum (Cd), titanyum (Ti), kurşun (Pb) ve osmiyuma (Os) rastlanmıştır. Erken Tunç Çağı küpelerin de saf altına rastlanmaz iken Roma dönemi küpelerinde saf altın karışımına çıkabilmektedir.

15/34/75 envanter numaralı olan ve Eski Tunç Çağı'na tarihlendirilmiş olan küpe elektrik olup %79,7 oranında altın, %15,2 oranında gümüş ve %4,9 oranında bakır içermektedir. Bu eserle aynı dönemlere tarihlenen Resuloğlu Erken Tunç Mezarlığı buluntularından analiz edilmiş olan 2 adet küpe de (Env. No: Ro 08/10 – Ro 08/11, Tablo 1) benzer kimyasal kompozisyona rastlanmış olup bakır oranlarının düşük olmasından dolayı (Ro 08/10 Cu: %0,6, Ro 08/11 Cu: %2) bu eserlerin bakır izleri taşıyan doğal elektrikten yapıldıkları bakırın kimyasal kompozisyona bilinçli olarak katılmadığı belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada analiz edilmiş olan 18-1-2007 ve 8-27-2005 envanter numaralı küpelerin analizlerinde bakır oranları %25 ve %11,1 olarak tespit edilmiştir. Bu oranların yüksekliğinden dolayı, bakırın alaşım içerisinde tesadüfi veya pota kirliliğinden gelmiş olamayacağına ve bu yüzden de karışıma bilinçli olarak

katılmış olabileceği yazılmıştır (Zimmerman ve ark., 2009). Bu sonuçlar, 15/34/75 envanter numaralı çalışma kapsamındaki eserin bakır oranının (%4,9) yüksek olmasından bakırın saf olmayan altın cevherinden kaynaklanmış olabileceği gibi aynı zamanda da işlem sırasındaki pota kirliliğinden gelmiş olamayacağı karışıma bilinçli olarak katılmış olabileceği düşünülmüştür (bkz. 1.1.1.4).

M.Ö. 8.-7. yy.'a tarihlenen ve analizleri yapılan 2 adet küpenin (Env. No: 8/12/82- 21/7/84 ) altın ve gümüşten oluştuğu tespit edilmiştir. Bu eserler muhtemelen doğal altın ve gümüş alaşımı olan “elektrum” dan yapılmışlardır. Bu iki eserde de düşük oranda bakır izleri tespit edilmiştir (%4,4 ve %1,5). Az oranda bulunan bu bakırın karışıma (%1,5) bilinçli olarak katılmadığı pota kirliliği ve safsızlık olduğu düşünülmüştür. Ayrıca 21/7/84 envanter numaralı küpede %1,2 oranında demir olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilmiş olan demirin saf olmayan altın cevherinden geldiği (bkz.1.1.1.4. Altın) veya yüzey kirliliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Dönemsel olarak bakıldığında altın saflaştırmanın bilinmediği bir dönemde bu kimyasal kompozisyonun kullanılması olağandır.

M.Ö. 7. yy.'a tarihlenen 8 adet küpenin (Env. No: 21/5/84- 15/35/75- 21/4/84- 21/6/84- 8/15/82- 21/3/84- 21/2/84- 8/13/82) kimyasal kompozisyonu incelendiğinde ortalama %56,2 altın, %40,2 gümüş ve %3 bakıra rastlanmıştır. Tipolojik olarak da birbirilerine çok benzerlik göstermekte olan bu eserlerin her birinin altın, gümüş ve bakır oranlarının birbirine çok yakın olduğu görülmüştür (Çizelge 3.1).

Fakat 15/35/75 envanter nolu eser tipolojik olarak gruptakilerle aynı olsa da, kimyasal kompozisyonu incelendiğinde grup içindekilerden farklı olarak yüksek oranda altından (%97,2) yapılmış olduğunu görmekteyiz (eser %2,7 oranında gümüş içermekte olup; bakıra hiç rastlanmamıştır). Takılarda bazı formların farklı dönemler ve kültürler tarafından kullanılmış olduğundan, bu da eserin daha sonraki bir dönemde yapılmış olabileceğini düşündürmektedir. Bunun yanı sıra, doğada doğal olarak saf olarak bulunmuş bir altın cevherinden de yapılmış olabileceği düşünülebilir.

Roma Dönemine tarihlenen küpelerin altın ortalaması %92,5, gümüş ortalaması %5,5 ve bakır ortalaması %2,2 olarak tespit edilmiştir. 5/2/03 ve 5/3/03 numaralı eserlerin genel kompozisyonuna bakıldığında altın, gümüş ve bakırdan oluştuğu gözlenmiş ama 10/30/97 envanter numaralı eser saf altından (%99,1) yapılmıştır. Yüzüklerde de görülen saf altından eser yapımı küpelerde de görülmüştür. Helenistik Döneme tarihlenen Taranto Müzesi eserlerinde de saf altından yapılmış küpelere (Env. No: 12036 Au: %99,4- 73986 Au:97,4) rastlanmıştır (Buccolieri ve ark. 2017: Tablo 1).

Bir benzer çalışma olan Efes Artemis Tapınağı kazılarında çıkarılmış ve M.Ö. 8.-7. yy.'a tarihlenen küpenin (Env. No: 3033) analiz sonuçlarında eserin saf altın olduğu (Au: %98,3) tespit edilmiştir (Tablo 1; Melcher ve ark., 2009). Bilinen en erken altın ve gümüşün ayrıştırılması M.Ö. 6. yy'ın ilk yarısında Sardes'te yapıldığı bilinmektedir (Ramage and Craddock, 2000); bu bilgi bize bu küpelerin 6. yy. sonrası bir döneme tarihlenmesine destek olacak içeriği de barındıklarını göstermektedir.

Fakat, Efes Artemis Tapınağı kazılarında çıkarılmış olan saf altın buluntuları M.Ö. 7. yy.'ın ikinci yarısı veya M.Ö. 6. yy.'ın ilk yarısına tarihlendirilmektedir. Bu tarih aralığında henüz altın ve gümüşün ayrıştırılması bilinmemektedir. Bu da, Efes malzemesini çalışan bilim insanlarının Efes Antik Kenti'nde de Sardes'teki altın ayrıştırma rafinerilerinin olma ihtimalini düşündürmüştü ama rafinelere varlığına dair herhangi bir arkeolojik bulguya rastlanmadığı için ayrıştırma işleminin "salt cementation" (altın ve gümüşün tuz kullanılarak ayrıştırılması) yöntemiyle yapılmış olma ihtimalini güçlendirmiştir (Melcher ve ark.,2009). Bu teorilere ek olarak, M.Ö. 6. yy.'ın ilk yarısından daha erken dönemlere tarihlenen saf altın eserlerin doğada bulunan saf altın cevherinden yapılmış olacağını da düşündürmektedir.

Bizans Dönemi'ne tarihlendirilmiş olan küpenin (Env. No:38/5/08) kimyasal kompozisyona bakıldığında; %89,3 altına ve %10,6 gümüşe rastlanmıştır. Sarkaçlı olan küpenin gövde kısmı dışında sarkaç kısmı da analiz edilmiştir. Sarkaç kısmının analizinde ise altın (%84,7), gümüş (%11,7), bakır (%2,1) ve demire (%1,4) rastlanmıştır. Sarkaç kısmındaki az miktarda rastlanan demirin sarkacın formuna bağlı olarak girinti ve çıkıntılarında kalmış olabilecek yüzey kirliliklerden kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Bakırın ise granülasyon tekniğiyle elde edilmiş küçük kürecikleri birbirine tutturup haç formu elde etmek için kullanılmış olan lehimden gelmiş olabileceği göz önünde bulundurulmuştur. Gövde ve sarkaç kısımlarının kimyasal kompozisyonun farklı olması da bu iki parçanın ayrı ayrı yapıldığını göstermektedir.

Tarihendirilememiş olan küpelerin analizlerini incelediğimizde, diğer küpeler ile benzer kimyasal kompozisyonla karşılaşmıştır. Bu grupta küpe çifti olarak bulunan 21/27/75A -B envanter nolu eserlerin analizinde altın, gümüş ve bakırın yanında az ve iz element olarak kurşun (A:%0,4 B: %0,5) ve osmiyum (A:%0,2 B: %0,2) da tespit edilmiştir. Bu az ve iz elementlerin yüzeyin temizliği için kullanılmış olan restorasyon malzemelerinden gelmiş olabileceği ya da gümüş cevherinden kaynaklanmış olabileceği de düşünülmektedir.

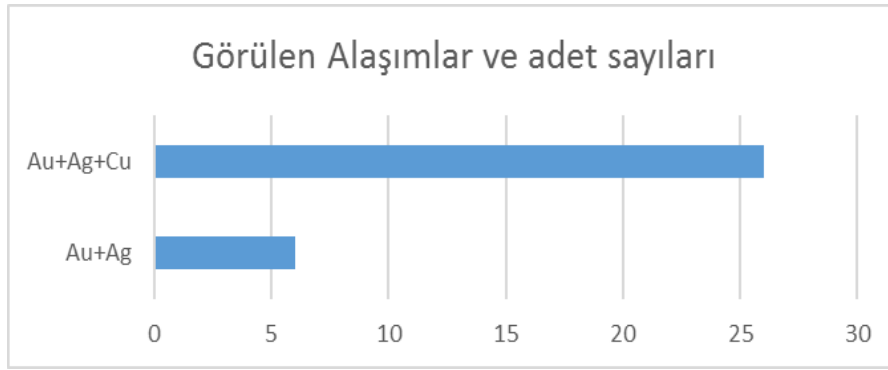
Çalışılmış eserlerden biri olan ve tarihlendirilmemiş olan broşun yapılan P-EDXRF analiz sonucu; eserde %89,1 oranda altın, %7,9 oranında gümüş, %2,1 oranında bakır ve %0,6 oranında kurşun olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilmiş olan kurşunun yüzey temizliği kalıntısı olduğu düşünülmektedir. Efes Artemis Tapınağı'nda bulunmuş ve İstanbul Arkeoloji Müzesi envanterine kayıtlı broşun (Env. No 3093) kimyasal kompozisyonu %60,8 altın, %36,3 gümüş ve %2,9 bakır olarak hesaplanmıştır (Melcher ve ark., 2009, Tablo 1). Her iki eserde de elementlerin aynı fakat kimyasal kompozisyondaki oranlarında farklılık olduğu gözlenmiştir.

Çalışma kapsamında incelenmiş olan ve tarihlendirilememiş olan bir adet bileziğin (Env. No: 21/9/84) iç ve dış yüzeyinde analizler yapılmıştır. Bu analizler sonucu bileziğin kimyasal kompozisyonu incelendiğinde %51,8 altına, %43,7 gümüşe ve %1,8 oranında bakıra rastlanmıştır. Ayrıca restorasyon görmüş olan eserde iç yüzeyde (%4,3) ve dış yüzeyde (%0,6) oranında titanyuma rastlanmıştır. Titanyumun restorasyon amaçlı kullanılmış olan yapıştırıcıdan geldiği düşünülmektedir. Taranto Müzesindeki altın eserler içerisinde analiz edilmiş olan 3 adet bileziğin (Env. No: 6432-54118- 6432) kimyasal kompozisyonu incelendiğinde ortalama %96,4 altın, %1,5 gümüş ve %2 bakır görülmüştür (Buccolieri ve ark. 2017: Tablo 1); bu da elimizdeki bileziğin kimyasal kompozisyon oranları ile hiçbir benzerlik göstermediği gözlemlenmiştir. Bu farklılıklar eserin farklı bir dönemde yapılmış olabileceğini düşündürmüştür. Ayrıca bilezik olarak sınıflandırılmış olan bu eserin kalınlığı yalnızca 0,1 cm'dir ve incelendiğinde eserin "bilezik" olarak kullanılmasına uygun olmayan bir kalınlığa sahip olduğu düşünülmektedir. Bu bezemeli bilezik formundaki ince parçanın, aslında bir bilezik kaplaması olabileceği düşünülmektedir. M.Ö. 3000'den itibaren bilinen ve kullanılan mekanik yöntemle kaplama tekniğinin uygulandığı bir eserin parçası olma ihtimali bulunmaktadır (bkz. 1.1.3.10).

Çalışma kapsamında incelenen 6 adet takı parçasının P-EDXRF analiz sonuçları incelendiğinde ortalama %80,5 altın (Au), %14,2 gümüş (Ag) ve %4,1 oranında bakır (Cu) tespit edilmiştir. Genel olarak kimyasal kompozisyonda yine altın, gümüş ve bakır alaşımları karşımıza çıkmaktadır.

Genel sonuçlara bakıldığında;

Çalışma kapsamında incelenmiş olan tüm eserlerin kimyasal kompozisyonu incelendiğinde karşımıza genel olarak altın, gümüş ve bakır alaşımı çıkmaktadır. - Görülen alaşımlar şu şekilde özetlenebilir; Au+Ag ve Au+Ag+Cu (Şekil 5.1).



Şekil.5.1. Çalışma kapsamında görülen alaşımlar (adet)

Bu elementlerin dışında karşılaşılan az ve iz elementlerin (Demir, Krom, Kadmiyum, Titanyum, Kurşun ve Osmiyum) cevher, pota kirliliği, yüzey kirliliği ve yüzey temizliği için kullanılmış maddelerden geldiği düşünülmüştür.

Altın, gümüş ve bakırın eser içerisindeki korelasyonuna bakıldığında; altın ve gümüş arasında  $-0,88$  negatif korelasyon, altın ve bakır arasında  $-0,53$  negatif korelasyon tespit edilmiştir. Altın oranı düştükçe gümüş ve bakır oranının arttığı tespit edilmiştir.

Eser içerisinde altın saf olarak kullanıldığında şekil vermesi kolay olmasına rağmen bu şekli koruması zor olmaktadır. Formunu koruyabilmesi için daha fazla altın kullanılarak kalınlığının artırılmış olduğu tespit edilmiştir.

Analiz edilmiş olan eserlerden Roma Dönemi'ne tarihlendirilmiş eserler cluster analizi sonrası dönemsel olarak aynı döneme tarihlendirilen eserlerle kimyasal kompozisyon olarak uyum göstermişlerdir.

Kimyasal kompozisyon farklılıklarının dönem farklılığından ve kullanım amacına bağlı olarak değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

M.Ö. 6. yy.'ın ilk yarısından sonra altın saflaştırmanın keşfinden önceki dönemlere tarihlenen eserlerde yoğunlukla elektrumdun yapılmış eserlere rastlanmıştır. Daha sonraki döneme tarihlenen eserlerde altın oranı yüksek gümüş ve bakır oranı daha düşük eserlere rastlanmıştır. M.Ö. 6. yy.'ın ilk yarısından sonra altın ve gümüşün "salt cementation" yöntemiyle birbirinden ayrıştırılabilmesinin üreticiler tarafından öğrenilmesi eserlerde altın ve gümüş oranlarının değiştirilebildiğini ve daha bilinçli yapılmış alaşımların olduğunu bize göstermiştir.

Bu tez çalışmasından çıkarılması gereken başka bir sonuç ve aynı zamanda da yapılacak olacak çalışmalara bir öneri olarak görülmesi gereken nokta ise; ülkemizin kültürel değerlerinden yalnızca birisi olan altın takıların, müzelerde koruma altına alınırken envanter kayıtlarına arkeometrik yönden incelenmesi yoluyla alaşım

içeriklerinin de kaydedilmesi ile geniş bir veri bankası oluşturulmasıdır. Bu veri bankası, altın takılar üzerine yapılan çalışmalardan net sonuçlar elde edilmesine ve kesin yargılara varılmasına da yardımcı kaynaklar oluşturacaktır.



## 6. KAYNAKLAR

- Akurgal, E., 2005, Anadolu Kültür Tarihi, 17.Basım, *TÜBİTAK*, Ankara.
- Arseven, C.E., 1984, Türk Sanatı, *Cem Yayınevi*, İstanbul.
- Atasoy, E. ve Buluç, S., 1982, Metallurgical and Archaeological Examination of Phrygian Objects Author(s), *Anatolian Studies*, Vol.32, , British Institute at Ankara, 157-160.
- Aydın, M., 2017, Çalınan Orijinal Altın “Kanatlı Denizati (Hippocampus) ‘nın Taşınabilir X-Işını Floresans Spektrometresi Yöntemiyle Türkiye’ye İade Edilmesinin Sağlanması, *Türkiye Bilimler Akademisi Arkeoloji Dergisi (TUBAAR)*, Sayı 20, 147-157.
- Aydın, M., Zararsız, A. ve Demirci, S., 2010, Geç Roma-Erken Bizans Dönemi Ankara Maltepe Kurtarma Kazısından Elde Edilen Bazı Buluntular Üzerinde Arkeometrik Çalışmalar , 26. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü*, İstanbul, 235-250.
- Baird, D., Mustafaoğlu, G.,Fairbairn, A., 2016, 2015 Yılı Boncuklu Höyük Kazısı Tarımın Yayılımı ve Çatalhöyük’ün Öncüleri, 38.*Kazı Sonuçları Toplantısı Cilt 1, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı- Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü*, Edirne, 87-96.
- Başak, O., 2005, Taş Çağı’ndan Tunç Çağı’na Anadolu’da Maden Sanatın Gelişimi ve Kullanımı, *Atatürk Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi*, Sayı 15, 15 33.
- Belli, O., 2010, Urartu Takıları, Türkiye Turing ve Otomobil Kurumu Tarafından Yayınlanmıştır, İstanbul.
- Bingöl, F.R.I., 1999, Anadolu Medeniyetleri Müzesi Antik Takılar, *T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü*, Ankara.
- Birgül, O., 1981, Tübitak Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri II, *Boğaziçi Üniversitesi Yayınları*, İstanbul, s.VII.
- BMCJ-Marshall, F. M., 1911, Catalogue of the Jewellery- Grek, Etruscan and Roman, *in the Departments of Antiquities*, British Museum, London.
- Bozkurt, N., Geçinli, A.E., Yorucu, H. ve Bilgi, Ö., 1987, İkiztepe Metal Buluntularının Metalografik Etüdü- I, III. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı- Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü*, Ankara, 121- 38.
- Brouwer,2010, Theory of XRF- Getting Acquainted With the Principles, *PANalytical B.V.*, The Netherlands.
- Buccolieri A., Castellano A., Degl’Innocenti E., Cesareo R., Casciaro R. and Buccolieri G., 2017, Edxrf Analysis of Gold Jewelry From The Archaeological Museum of Taranto, İtaly, *X-Ray Spectrom*, Vol. 46, 421-426.

- Dardeniz, G. ve Yıldırım, T., 2017, Resuloğlu Erken Tunç Çağı Frit (?) ve Maden Buluntuları Üzerinde Arkeometrik Çalışmalar, 33. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı Cilt 1, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı-Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü*, Bursa, 349-357.
- Ergil, T., 1983, Küpeler-İstanbul Arkeoloji Müzeleri Küpeler Kataloğu, *Sandoz Yayınları No:5*, İstanbul.
- Erginsoy, ., 1978, İslam Maden Sanatının Gelişmesi, *Kültür Bakanlığı Yayınları:265 Türk Sanat Eserleri Dizisi:4*, İstanbul.
- Erginsoy, ., 1997, Maden Sanatı, Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi, 2. Cilt, *Yem Yayın*, İstanbul.
- Esin, U., 1985, Arkeolojide Kullanılan Arkeometrik Araştırmalara Genel Bir Bakış, *1.Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı-Eski Eserle ve Müzeler Genel Müdürlüğü*, Ankara, 1-6.
- Geçginli, E.A.,2013, Anadolu Metal Araştırmaları: nemli Bilimsel Kazanımlar, Türkiye Arkeolojisinde Metal: Arkeolojik ve Arkeometrik Çalışmalar, Edt. Ayter, P., Demirci, ř. ve zer, A. M., III. ODTÜ Arkeometri Çalıştayı, *TÜBİTAK Yayınları*, Ankara,83-91.
- Güleç, E., zer, İ., Sağır, M., Yıldırım, A.A., Baykara, İ., şahin, S., 2013 Yılı ağızlı Mağarası Kazısı, 36. *Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt 2, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları*, Gaziantep, 313-324.
- Higgins, R.A., 1961, Greek and Roman Jewellery, London.
- Jenkins, R., 1999, X-Ray Fluorescence Spectrometry, Edt. J.D. Winerforner, Vol. 152, *John Wiley & Sons, Inc*, Canada.
- Koar, N., 2011, Roma Dönemi Takıları Üzerine Bir Analiz: Antalya Müzesi Roma Dönemi Takıları rneği, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sanat Tarihi Anabilim Dalı*, Isparta.
- Köroğlu, G., 2004, Anadolu Uygarlıklarında Takı, 1.Basım , *Türk Eskiçağ Bilimleri Enstitüsü Yayınları-Popüler Dizi:18*, İstanbul.
- Kuruçayırılı, E., 2011, Akdeniz'in Kuzeydoğu Kıyısında M.Ö. İkinci Binyıl Bakır Metalürjisi, 27. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü*, Malatya, 247-260.
- Kuşoğlu, M. Z., 2006, Resimli Ansiklopedik Kuyumculuk ve Maden Terimleri Sözlüğü, *Ötüken Yayınları Kültür Serisi :314*, İstanbul.
- Kuyumculuk Teknolojisi-Takının Gelişimi, 2006, Mesleki Eğitim ve ğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, *Milli Eğitim Bakanlığı*, Ankara.

- Küçük, İ. ve Kaykılarlı, C., 2017, X-Işını Floresans Spektroskopisi (XRF) Deney Föyü, Bursa Teknik Üniversitesi, Doğa Bilimleri, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği, <http://depo.btu.edu.tr/dosyalar/metalurji/Dosyalar/XRF%20Deney> [Ziyaret Tarihi: 07 Temmuz 2019].
- Melcher, M., Schreiner, M., Bühler, B., Pülz, A. M. ve Muss, U., 2009, Investigation of Ancient Gold Objects From Artemision at Ephesus Using Portable  $\mu$ -XRF, *ArcheoSciences*, Vol 33, 169-175.
- Meriçboyu, A.,Y.,2001, Antik Çağ'da Anadolu Takıları, *Akbank Kültür ve Sanat Kitapları:69*, İstanbul.
- Moioli, P. and Seccaroni, C., 2000, Analysis of Art Objects Using a Portable X-ray Florescence Spectrometre, *X-Ray Spectrom-29*, 48-52.
- Oygür, V., 1990, Altın Madenciliğinin Yeniden Doğuşu, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, Kasım 37, 17-22.
- Ödekan, A., 1997, Mine, Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi, 2. Cilt, *Yem Yayın*, İstanbul.
- Öney, G., Erginsoy, Ü., 1992, Anadolu Selçuklu Mimari Süslemesi ve El Sanatları Metal Sanatı, *Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları*, 3.Baskı, Ankara.
- Önsöz, 2013, Türkiye Arkeolojisinde Metal: Arkeolojik ve Arkeometrik Çalışmalar, Edt. Ayter, P., Demirci, Ş. ve Özer, A. M., III. ODTÜ Arkeometri Çalıştayı, *TÜBİTAK Yayınları*, Ankara, 1-4.
- Önsöz, 2015, Türkiye Arkeolojisinde Taş: Arkeolojik ve Arkeometrik Çalışmalar, Edt. Ayter, P. ve Demirci, Ş.,IV. ODTÜ Arkeometri Çalıştayı, *Bilgin Kültür Sanat Yayınları*, Ankara, 1-4.
- Özbal, H., 1981, İkiztepe Kazıları Metal Bulgu Analizleri, *Tübitak Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildileri II, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları*, İstanbul, 101-112.
- Özbal, H., 2013, Başlangıcından Demir Çağı Sonuna Kadar Anadolu Madencilerinin ve Metalürji Ustalarının Teknolojik Başarılarının Kısa Bir Değerlendirmesi, Türkiye Arkeolojisinde Metal: Arkeolojik ve Arkeometrik Çalışmalar, Edt. Ayter, P., Demirci, Ş. ve Özer, A. M., III. ODTÜ Arkeometri Çalıştayı, *TÜBİTAK Yayınları*, Ankara, 29-38.
- Özdemir, M. ve Dudaş, N., 2013, Eskişehir İli Alpu İlçesinde Savat Gümüş İşleme Sanatı, *Akademik Bakış Dergisi*, Temmuz-Ağustos Sayı 34, 1-19.
- Özdoğan, M., 2012, Keban Projesinden Arkeometri Ünitesi'ne Türk Arkeolojisinde Çağdaşlaşma Süreci-Türkiye'de Arkeometrinin Ulu Çınarları, *Homer Kitapevi*, Edt. Akyol,A. A., Özdemir, K., İstanbul, 43-49.
- Potts, P. J. ve West, M., 2008, Portable X-Ray Fluorescence Spectrometry- Capabilities for In Situ Analysis, *The Royal Society of Chemistry*, Cambridge-UK.

- Ramage, A., 1970, Pactolus North, *Bulletin of the American School of Oriental Research* 199, 16-22
- Ramage, A. and Craddock P., 2000, Archaeological Exploration Of Sardis- King Croesus' Gold, Edt. Ramage A. and Kiefer K., London: British Museum Press.
- Riederer, J., 1982, Die Materialanalyse als Werkzeug der Kunstgeschichte, *Archaeometrie Ersetzt Kunsthistorische Faustregeln, Forschung Mitteilungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft, (DFG) 2/82, 14-16.*
- Sevin, V., 2003, Anadolu Arkeolojisi, 4. Basım , *Der Yayınları* :215, İstanbul.
- Sokullu, Ö., 2003, Antik Dönem Ege Kültüründe Takı Sanatı- İzmir Arkeoloji Müzesi Takı Koleksiyonundan Örnekler, Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Tekstil Anasanat Dalı*, İzmir.
- Tuğrul, A. B., 2009, Bazı Takı Elamanı Parçalarının Radyografi Tekniği İle İncelenmesi, *25. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı-Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü*, Denizli, 481-493.
- Tuğrul, B., Sungur, F., Meriçboyu, Y. ve Yıldız F., 1986, İstanbul Arkeoloji Müzelerindeki Bazı Metal ve Kil Eserlerin Radyografi Tekniği İle Değerlendirilmesi, *II. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı- Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü*, Ankara , 91-104.
- Türe, A. ve Savaşçın, M. Y., 2002, Anadolu Antik Takıları, *Goldaş Kültür Yayınları-2*, İstanbul.
- Türe, A., 2011a, Dünya Kuyumculuk Tarihi-I Eski Çağlardan Orta Çağa, Cilt:1, *İstanbul Kuyumcular Odası Yayınları*, İstanbul.
- Türe, A., 2011b, Dünya Kuyumculuk Tarihi-II Orta Çağ'dan Günümüze Batı Dünyasının Takıları , *İstanbul Kuyumcular Odası Yayınları*, İstanbul.
- Yalçın, Ü., 2013, Anadolu Madenciliği, Edt. Ayter, P., Demirci, Ş. ve Özer, A. M., III. Odtü Arkeometri Çalıştayı, *TÜBİTAK Yayınları*, Ankara, 17-28.
- Yalçın, Ü.,2003, Anadolu Madenciliği, *Arkeo Atlas Dergisi*, Sayı 2, 106-113.
- Yükçü, S. ve Atağan, G., 2011, Ortadoğu'da Zaman Tünelinde Ticaret, *DergiPark*, Sayı 1, 86-109.
- Zaimoğlu, Ö. ve Kaplanoğlu M., 2012, Takılarda Oltu Zümrütü, *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, Sayı 1, 1101-1116.
- Zararsız,A., Özen, L. ve Aydın, M., 2013, Uşak Müzesi Lidya Eserleri (Karun Hazinesi), Metal Analizleri, Türkiye Arkeolojisinde Metal: Arkeolojik ve Arkeometrik Çalışmalar, Edt.Ayter, P., Demirci, Ş. ve Özer, A. M., III. ODTÜ Arkeometri Çalıştayı, *TDV Yay.*, Ankara, 92-103.

Zimmerman, T. ve Yıldırım, T., 2009, Çorum Arkeoloji Müzesi'nde Bulunan Erken Tunç Çağı Maden Buluntularının Zararsız XRF Analizi, 25. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı-Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü*, Denizli, 99-104.

Zimmerman, T. ve Yıldırım, T., 2010, Çorum ve Çankırı Arkeoloji Müzeleri'nde Bulunan Erken Tunç Çağı Madeni Buluntuların Zararsız XRF Analizi, 26. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı- Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü*, İstanbul, 251-256.

### **Web Kaynaklar**

Web Kaynak-1 <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/bakir> (Ziyaret Tarihi: 22 Mart 2019)

Web Kaynak-2 <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/gumus> (Ziyaret Tarihi: 22 Mart 2019)

Web Kaynak-3 <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/altin> (Ziyaret Tarihi: 22 Mart 2019)

Web Kaynak-4 <https://xrf-spectroscopy.com/> (Ziyaret Tarihi: 06 Temmuz 2019)

## EKLER

### Ek 1: Şekiller Listesi

Şekil 4.12. M. Aydın'ın çalışmış olduğu eserler ile beraber yapılmış kümelem şekli

C A S E	0	5	10	15	20	25
Label	Num	+-----+-----+-----+-----+-----+				
Tekirdağ Arkeo	262	--				
Tekirdağ Arkeo	266	--				
Bodrum Arkeolo	76	--				
Tekirdağ Arkeo	261	--				
Çanakkale Arke	187	--				
Milas Arkeoloj	1	--				
Milas Arkeoloj	40	--				
İzmir Arkeoloj	126	--				
İstanbul Arkeo	337	--				
Çanakkale Arke	186	--				
İzmir Sanat Mü	143	--				
Yüzük	403	--				
Çanakkale Arke	204	--				
Kırklareli Ark	300	--				
Kırklareli Ark	299	--				
Milas Arkeoloj	44	--				
İstanbul Arkeo	360	--				
Milas Arkeoloj	46	--				
İstanbul Arkeo	377	--				
İstanbul Arkeo	378	--				
İstanbul Arkeo	352	--				
İstanbul Arkeo	343	--				
Milas Arkeoloj	52	--				
Milas Arkeoloj	55	--				
Çanakkale Arke	188	--				
Bodrum Arkeolo	74	--				
İstanbul Arkeo	351	--				
İzmir Sanat Mü	144	--				
İzmir Arkeoloj	141	--				
İstanbul Arkeo	320	--				
Milas Arkeoloj	42	--				
Bodrum Arkeolo	80	--				
Çanakkale Arke	203	--				
Tekirdağ Arkeo	263	--				
Tekirdağ Arkeo	265	--				
İstanbul Arkeo	380	--				
Çanakkale Arke	190	--				
Çanakkale Arke	202	--				
İzmir Sanat Mü	147	--				
Çanakkale Arke	226	--				
İstanbul Arkeo	338	--				
Çanakkale Arke	196	--				
Kırklareli Ark	310	--				
Çanakkale Arke	172	--				
Çanakkale Arke	227	--				
İstanbul Arkeo	365	--				
İstanbul Arkeo	369	--				
Milas Arkeoloj	35	--				
Çanakkale Arke	171	--				
İstanbul Arkeo	364	--				
İstanbul Arkeo	367	--				
İstanbul Arkeo	350	--				
İstanbul Arkeo	366	--				
İstanbul Arkeo	368	--				
Milas Arkeoloj	38	--				
İstanbul Arkeo	340	--				
Milas Arkeoloj	36	--				
İstanbul Arkeo	393	--				
Küpe	418	--				
Yüzük	401	--				
İzmir Sanat Mü	145	--				
İzmir Sanat Mü	146	--				
Bodrum Arkeolo	78	--				
Çanakkale Arke	239	--				

Şekil 4.12. M. Aydın'ın çalışmış olduğu eserler ile beraber yapılmış kümelem şekli (Devamı)

İstanbul Arkeo	336	--
İstanbul Arkeo	359	--
Bodrum Arkeolo	75	--
Çanakkale Arke	200	--
Milas Arkeoloj	53	--
İstanbul Arkeo	387	--
Çanakkale Arke	189	--
Çanakkale Arke	212	--
Bodrum Arkeolo	77	--
İstanbul Arkeo	374	--
Çanakkale Arke	195	--
İstanbul Arkeo	342	--
İstanbul Arkeo	361	--
Kırkklareli Ark	311	--
Çanakkale Arke	167	--
Çanakkale Arke	174	--
Milas Arkeoloj	56	--
İstanbul Arkeo	328	--
Çanakkale Arke	173	--
İstanbul Arkeo	363	--
İstanbul Arkeo	329	--
Çanakkale Arke	169	--
İstanbul Arkeo	318	--
İstanbul Arkeo	354	--
İstanbul Arkeo	353	--
İzmir Arkeoloj	140	--
İstanbul Arkeo	319	--
Çanakkale Arke	166	--
İstanbul Arkeo	390	--
Milas Arkeoloj	45	--
Tekirdağ Arkeo	259	--
İzmir Arkeoloj	104	--
İstanbul Arkeo	321	--
İstanbul Arkeo	322	--
İzmir Arkeoloj	82	--
İzmir Arkeoloj	129	--
Çanakkale Arke	238	--
İstanbul Arkeo	381	--
İstanbul Arkeo	382	--
İzmir Arkeoloj	136	--
Milas Arkeoloj	7	--
İzmir Sanat Mü	154	--
İstanbul Arkeo	379	--
İstanbul Arkeo	346	--
İzmir Sanat Mü	142	--
İstanbul Arkeo	373	--
Çanakkale Arke	168	--
Çanakkale Arke	181	--
Bodrum Arkeolo	68	--
İzmir Arkeoloj	127	--
Çanakkale Arke	170	--
Milas Arkeoloj	37	--
İzmir Arkeoloj	92	--
İzmir Arkeoloj	139	--
Bodrum Arkeolo	73	--
Kırkklareli Ark	288	--
Tekirdağ Arkeo	280	--
Milas Arkeoloj	61	--
İzmir Sanat Mü	161	--
Çanakkale Arke	180	--
İzmir Sanat Mü	149	--
Çanakkale Arke	201	--
Milas Arkeoloj	2	--
İzmir Sanat Mü	153	--
İzmir Arkeoloj	118	--
Milas Arkeoloj	62	--
İzmir Arkeoloj	93	--
İzmir Arkeoloj	125	--
İzmir Sanat Mü	162	--
İzmir Arkeoloj	131	--
İzmir Arkeoloj	135	--
İzmir Arkeoloj	124	--
İzmir Sanat Mü	160	--
İzmir Arkeoloj	138	--

**Şekil 4.12.** M. Aydın'ın çalışmış olduğu eserler ile beraber yapılmış kümelem şekli (Devamı)

Tekirdağ Arkeo	281	--
Çanakkale Arke	223	--
Tekirdağ Arkeo	248	--
Tekirdağ Arkeo	249	--
Çanakkale Arke	225	--
Çanakkale Arke	224	--
İstanbul Arkeo	357	--
Milas Arkeoloj	39	--
İzmir Arkeoloj	119	--
Çanakkale Arke	178	--
Tekirdağ Arkeo	264	--
İzmir Arkeoloj	130	--
Çanakkale Arke	175	--
İzmir Arkeoloj	132	--
İzmir Arkeoloj	134	--
İzmir Arkeoloj	133	--
Çanakkale Arke	176	--
Tekirdağ Arkeo	251	--
İzmir Arkeoloj	137	--
Çanakkale Arke	192	--
Çanakkale Arke	193	--
Tekirdağ Arkeo	260	--
Çanakkale Arke	179	--
Çanakkale Arke	222	--
Çanakkale Arke	237	--
İstanbul Arkeo	384	--
Çanakkale Arke	177	--
Çanakkale Arke	191	--
Tekirdağ Arkeo	255	--
Tekirdağ Arkeo	256	--
Tekirdağ Arkeo	257	--
Tekirdağ Arkeo	250	--
Tekirdağ Arkeo	279	--
İzmir Arkeoloj	128	--
Çanakkale Arke	211	--
Milas Arkeoloj	11	--
Küpe	409	--
Milas Arkeoloj	43	--
Milas Arkeoloj	49	--
Milas Arkeoloj	47	--
İstanbul Arkeo	334	--
Çanakkale Arke	194	--
İstanbul Arkeo	335	--
Milas Arkeoloj	41	--
Milas Arkeoloj	54	--
Milas Arkeoloj	50	--
Milas Arkeoloj	58	--
İstanbul Arkeo	362	--
Çanakkale Arke	184	--
Milas Arkeoloj	48	--
Çanakkale Arke	209	--
Takı Parçası	433	--
Bodrum Arkeolo	79	--
Tekirdağ Arkeo	254	--
Milas Arkeoloj	64	--
İzmir Arkeoloj	106	--
Çanakkale Arke	233	--
İstanbul Arkeo	339	--
Milas Arkeoloj	24	--
İstanbul Arkeo	397	--
Milas Arkeoloj	25	--
Çanakkale Arke	247	--
Milas Arkeoloj	19	--
Milas Arkeoloj	59	--
İzmir Arkeoloj	102	--
Broş	427	--
Çanakkale Arke	214	--
Kırklareli Ark	304	--
Çanakkale Arke	243	--
Kırklareli Ark	305	--
Çanakkale Arke	213	--
Küpe	420	--
Tekirdağ Arkeo	283	--
Tekirdağ Arkeo	284	--

Şekil 4.12. M. Aydın'ın çalışmış olduğu eserler ile beraber yapılmış kümelem şekli (Devamı)

Milas Arkeoloj	66	--
İzmir Arkeoloj	83	--
Milas Arkeoloj	6	--
Bodrum Arkeolo	72	--
İzmir Arkeoloj	84	--
İstanbul Arkeo	392	--
İzmir Arkeoloj	85	--
Milas Arkeoloj	3	--
Milas Arkeoloj	5	--
Çanakkale Arke	215	--
İstanbul Arkeo	399	--
Milas Arkeoloj	8	--
Yüzük	400	--
Milas Arkeoloj	4	--
Milas Arkeoloj	63	--
Milas Arkeoloj	13	--
Bodrum Arkeolo	69	--
İzmir Sanat Mü	156	--
İstanbul Arkeo	355	--
Çanakkale Arke	216	--
Çanakkale Arke	245	--
Çanakkale Arke	244	--
Milas Arkeoloj	29	--
İstanbul Arkeo	395	--
İstanbul Arkeo	347	--
İstanbul Arkeo	356	--
Milas Arkeoloj	23	--
İstanbul Arkeo	349	--
Milas Arkeoloj	31	--
Milas Arkeoloj	26	--
Milas Arkeoloj	30	--
Küpe	416	--
Milas Arkeoloj	34	--
İzmir Arkeoloj	114	--
Çanakkale Arke	206	--
İzmir Arkeoloj	103	--
Çanakkale Arke	219	--
İstanbul Arkeo	333	--
Milas Arkeoloj	21	--
Çanakkale Arke	182	--
Çanakkale Arke	183	--
İstanbul Arkeo	394	--
İstanbul Arkeo	331	--
İstanbul Arkeo	330	--
Küpe	426	--
İstanbul Arkeo	323	--
İstanbul Arkeo	324	--
İstanbul Arkeo	325	--
Çanakkale Arke	210	--
İzmir Arkeoloj	109	--
Çanakkale Arke	185	--
Milas Arkeoloj	60	--
İstanbul Arkeo	375	--
İstanbul Arkeo	332	--
İstanbul Arkeo	376	--
Çanakkale Arke	199	--
İstanbul Arkeo	386	--
Milas Arkeoloj	32	--
Milas Arkeoloj	33	--
İstanbul Arkeo	327	--
İstanbul Arkeo	345	--
İzmir Arkeoloj	81	--
İstanbul Arkeo	326	--
Milas Arkeoloj	28	--
İzmir Arkeoloj	96	--
İzmir Arkeoloj	97	--
İzmir Sanat Mü	158	--
İzmir Arkeoloj	115	--
Çanakkale Arke	197	--
Çanakkale Arke	240	--
İzmir Arkeoloj	98	--
Çanakkale Arke	241	--
Bodrum Arkeolo	70	--
İstanbul Arkeo	398	--

Şekil 4.12. M. Aydın'ın çalışmış olduğu eserler ile beraber yapılmış kümelem şekli (Devamı)

İzmir Arkeoloj	91	--
İzmir Arkeoloj	87	--
İzmir Arkeoloj	88	--
Kırklareli Ark	301	--
Kırklareli Ark	298	--
Kırklareli Ark	302	--
İzmir Arkeoloj	105	--
İzmir Arkeoloj	120	--
İzmir Sanat Mü	148	--
İzmir Arkeoloj	112	--
İstanbul Arkeo	358	--
İzmir Arkeoloj	94	--
İstanbul Arkeo	383	--
İzmir Arkeoloj	95	--
Çanakkale Arke	234	--
İzmir Sanat Mü	152	--
İzmir Sanat Mü	164	--
İzmir Sanat Mü	163	--
İzmir Sanat Mü	165	--
İzmir Arkeoloj	99	--
İstanbul Arkeo	341	--
İzmir Arkeoloj	108	--
İzmir Sanat Mü	150	--
Çanakkale Arke	205	--
İstanbul Arkeo	344	--
Çanakkale Arke	198	--
İstanbul Arkeo	385	--
Kırklareli Ark	292	--
Kırklareli Ark	293	--
Çanakkale Arke	230	--
Kırklareli Ark	291	--
Çanakkale Arke	228	--
İzmir Arkeoloj	122	--
Kırklareli Ark	294	--
İzmir Arkeoloj	123	--
İzmir Arkeoloj	121	--
Çanakkale Arke	231	--
İzmir Arkeoloj	89	--
Kırklareli Ark	290	--
Kırklareli Ark	297	--
Bodrum Arkeolo	71	--+
İstanbul Arkeo	388	--
İzmir Arkeoloj	101	--
İzmir Arkeoloj	107	--
İzmir Arkeoloj	86	--
Çanakkale Arke	235	--
İzmir Sanat Mü	155	--
Çanakkale Arke	246	--
Çanakkale Arke	207	--
Çanakkale Arke	236	--
Milas Arkeoloj	18	--
İstanbul Arkeo	391	--
İzmir Sanat Mü	159	--
Kırklareli Ark	296	--
İzmir Arkeoloj	117	--
Kırklareli Ark	295	--
Kırklareli Ark	303	--
Milas Arkeoloj	16	--
Milas Arkeoloj	57	--
İzmir Arkeoloj	100	--
Tekirdağ Arkeo	253	--
Çanakkale Arke	229	--
Kırklareli Ark	285	--
Kırklareli Ark	286	--
Kırklareli Ark	309	--
Kırklareli Ark	312	--
Milas Arkeoloj	51	--
Küpe	413	--
Küpe	423	--
Tekirdağ Arkeo	273	--
Küpe	419	--
İstanbul Arkeo	316	--
İstanbul Arkeo	317	--
İstanbul Arkeo	314	--

Şekil 4.12. M. Aydın'ın çalışmış olduğu eserler ile beraber yapılmış kümelem şekli (Devamı)

Milas Arkeoloj	15	--	
İstanbul Arkeo	315	--	
İzmir Sanat Mü	157	--	
Küpe	410	--	
Küpe	411	--	
Küpe	412	--	
Takı Parçası	432	--	
Küpe	414	--	
Yüzük	404	--	
Takı Parçası	430	--	
Kırkclareli Ark	306	--	
Kırkclareli Ark	307	--	+-----+
Küpe	422	--	
Kırkclareli Ark	308	--	
Çanakkale Arke	242	--	
Yüzük	402	--	
Çanakkale Arke	218	--	
İstanbul Arkeo	371	--	
Kırkclareli Ark	287	--	
Kırkclareli Ark	289	--	
Küpe	421	--	
Çanakkale Arke	208	--	
İstanbul Arkeo	396	--	
Milas Arkeoloj	10	--	
Milas Arkeoloj	17	--	
Milas Arkeoloj	65	--	
Milas Arkeoloj	67	--	
İzmir Arkeoloj	110	--	
Milas Arkeoloj	22	--	
İzmir Arkeoloj	90	--	
Çanakkale Arke	220	--	
İstanbul Arkeo	389	--	
Milas Arkeoloj	27	--	
İzmir Arkeoloj	111	--	
Küpe	417	--	
Küpe	408	--	
İstanbul Arkeo	370	--	+-----+
Takı Parçası	431	--	
Takı Parçası	435	--	
Milas Arkeoloj	20	--	
Tekirdağ Arkeo	276	--	
Küpe	405	--	
Tekirdağ Arkeo	274	--	
Tekirdağ Arkeo	275	--	
Tekirdağ Arkeo	272	--	
Takı Parçası	434	--	
Milas Arkeoloj	9	--	
Milas Arkeoloj	14	--	
İstanbul Arkeo	313	--	
Tekirdağ Arkeo	270	--	
Tekirdağ Arkeo	278	--	
Milas Arkeoloj	12	--	
Tekirdağ Arkeo	277	--	
Tekirdağ Arkeo	271	--	
Küpe	415	--	
İzmir Arkeoloj	116	--	
Tekirdağ Arkeo	267	--	
Tekirdağ Arkeo	268	--+	
Tekirdağ Arkeo	282	--	
İzmir Sanat Mü	151	--	
Küpe	407	--	
Küpe	406	--	+-----+
Bilezik (İç yü	429	--	
İzmir Arkeoloj	113	--	
Bilezik (İç yü	428	--	
Çanakkale Arke	217	--	+-----+
Tekirdağ Arkeo	252	--	+-----+
İstanbul Arkeo	372	--	+-----+
Çanakkale Arke	221	--	+-----+
İstanbul Arkeo	348	--	+-----+
Tekirdağ Arkeo	258	--	+-----+
Çanakkale Arke	232	--	+-----+
Tekirdağ Arkeo	269	--	+-----+