



Fırat Üniversitesi Harput Araştırmaları Dergisi (FÜHAD)
Cilt: 7, Sayı: 14, Eylül 2020, s. 85-94, ISSN: 2148-2527

Journal of Harput Studies, Vol. 7, Issue 14, September 2020, pp. 85-94

Araştırma Makalesi/Research Article

ELAZIĞ MÜZESİ'NDEN URARTU DÖNEMİ ELAZIĞ KEMERİNİN XRF YÖNTEMİYLE KİMYASAL ANALİZİ

*p-XRF Analysis on the Fragments of the Urartian Period Elazığ Belt
from the Elazığ Museum*

Ümit GÜDER*

Abdulkadir ÖZDEMİR**

Ayşe ÖZDEMİR***

Tolga ÖZAK****

Geliş/Received: 27.05.2020

Kabul/Accepted: 27.07.2020

Öz

MÖ 9.-7. yy'da Doğu Anadolu Bölgesi'ni egemenliği altına alan Urartular maden işleme tekniği ve işçiliği konusunda oldukça ileri seviyede bir uygarlıktır. Urartulara ait metal eserler içerisinde özellikle kemerler, Urartuların estetik anlayışını, sanatını ve dönemi içerisindeki önemli olayları bize yansıtması bakımından önemlidir. Bu çalışma, Elazığ Müzesi'nde bulunan Elazığ Kemerini üzerinde taşınabilir XRF ölçüm cihazı ile yapılan kimyasal bileşim analizini içermektedir. Elazığ Kemerini, üzerinde anlatılan savaş ve av sahneleri ile öne çıkmaktadır. Ayrıntılı işçiliği kemerin önemini daha da arttırmaktadır.

Elazığ kemeri üzerinde taşınabilir XRF cihazı ile yapılan kimyasal analizlerde, buluntunun çinko oranı yüksek bronz türü alaşım olduğu belirlenmiştir. Kimyasal kompozisyondaki çinko miktarının ortalama değeri çinko içerikli mineralleri barındıran bakırca zengin cevherlerin işlenmiş olabileceğini göstermektedir. Elazığ kemerinin sadece yüzeyinden ölçüm yapılabilmesi nedeniyle, gerçek alaşımın kimyasal içeriği tam olarak tespit edilememiştir. Elazığ kemerinin, Urartu metal buluntuları üzerinde gerçekleştirilen arkeometrik çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

* Dr. Öğr. Üyesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, COBILTUM, Arkeometri Laboratuvarı-Çanakkale, uguder@comu.edu.tr; <https://orcid.org/0000-0002-4156-2339>

** Dr. Öğr. Üyesi, Fırat Üniversitesi, İnsani ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Arkeoloji Bölümü-Elazığ, aozdemir@firat.edu.tr; <https://orcid.org/0000-0003-3333-9118>

*** Doktorant, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Arkeoloji Anabilim Dalı-Aydın, ayseabali09@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3952-8745>

**** Doktorant, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Arkeoloji Anabilim Dalı-Aydın, tolgaolak92@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2409-3251>

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu, Urartular, Elazığ Kemer, Arkeometri, Bronz, Çinko.

Abstract

The Urartu civilization, which dominated the Eastern Anatolia Region in the 9th-7th BC, was at the forefront in metalworking. The metal artifacts unearthed during archaeological excavations are important since they reflect the aesthetic approach of Urartian art and important events during their period. This study reveals the results of the chemical composition analysis performed by the portable XRF measuring device on the Elazığ Belt in the Elazığ Museum. The Elazığ Belt stands out with its war and hunting scenes. Detailed metalworking emphasizes the importance of it.

As the result of chemical analyzes on the Elazığ belt, it was found that the belt was made of bronze alloy with a composition rich in zinc. The average value of the amount of zinc in the chemical composition indicates that copper-rich ores bearing zinc-containing minerals may have been processed. Since the Elazığ belt could only be analyzed on its surface, the actual chemical composition of alloy could not be determined precisely. As the result of chemical analyzes on the Elazığ belt, it was found that the belt was made of bronze alloy with a composition rich in zinc. As the result of chemical analyzes on the Elazığ belt, it was found that the belt was made of bronze alloy with a composition rich in zinc. It is proposed that the Elazığ belt will contribute to the archaeometric studies carried out on the Urartu metal finds.

Keywords: East Anatolia, Urartians, Elazığ Belt, Archaeometry, Bronze, Zinc.

Giriş

Kemer, hem görsel hem de işlevsel olarak her dönemde sevilerek kullanılan bir giysi parçası olmuştur. Erken dönemlerde deri, dokuma, örgü gibi malzemelerden yapılan kemerlerin MÖ 3. binin ilk yarısından itibaren metal örneklerinin kullanıldığı bilinmektedir (Kendall 1977: 31).

Urartular, MÖ 9.-7. yy'da Doğu Anadolu Bölgesi'ni içine alan Yakın Doğu'nun güçlü uygarlıklardan biridir (Resim-1). Urartular yaşadıkları dönem içerisinde benzersiz metal işçiliğine sahip bronz eserler ortaya koymuşlardır. Çeşitli eserler arasında kemerler, miğferler, kalkanlar, kazanlar, adak levhaları, at koşum takımları sayılabilir. Genellikle bronzdan yapılan kemerlerin ise bu eserler içerisinde özel bir yeri vardır. Kemerlerin birçoğu, ekonomik açıdan ayrıcalıklı olan kişilerin mezarlarında katlanmış şekilde ele geçmiştir (Ergürer 2010: 2). Urartu Dönemi'ne tarihlenen kemerler günümüzde genellikle satın alma yoluyla ya da karışık malzeme olarak ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca Urartu'da çok sayıda ele geçen kemerler, Urartu toplu-munda bir kemer takma modası olduğunu göstermektedir.

Urartu metal işçiliğinde, kemerler levha haline getirilmiş metal işlenerek üretilmiştir. İşlenmek istenen konu ve figürlerin ana hatları kemer soğukken repousse (kabartma) tekniği ile arkadan dövülerek şekillendirilir. Ardından ince keski ile detaylar işlenir (Brestian 2008: 28-29). İşlenmek istenen konu ve figürler kabartma ya da çökertme tekniği kullanılarak uygulanır (Çavuşoğlu 2002: 22-25; Özdemir vd. 2019: 53-54). Elde edilen kemerler genişliklerine göre dar ve geniş kemerler olmak üzere kendi içerisinde bir tipolojiye sahiptir (Çavuşoğlu 2002: 33).

Metal eserlerin önemli bir yere sahip olduğu Urartularda bronz kemerlerin dış yüzü zengin motiflerle bezelidir. Kemerler üzerinde savaş ve av sahneleri, tanrılar, geometrik ve bitkisel motifler, hayvanlar, dini ve mitolojik konular, hayat ağacı, kale tasvirleri, anıtsal yapılar işlenmiştir (Çavuşoğlu 1995: 17). Bu motifler kemer üzerinde dikey ya da yatay şerit bantları içerisinde, arka arkaya yer almaktadır. Bazı kemerlerin toka kısmında kralla ilişkili, tek sıra çivi yazısı vardır. Bu sayede kemerin kesin tarihi ortaya çıkmaktadır (Belli 2004: 188).

Elazığ Kemer

Çalışmaya konu olan Elazığ Kemer¹, Elazığ Müzesi (Env. No. 75 TMKC /19-44a,b,c,d) envanterinde yer almaktadır². Elazığ Kemer dört parçadan oluşmaktadır. Çalışmada tek parça (Env. No. 75 TMKC/ 19-44c) üzerinde (Resim-2), p-XRF analiz çalışması yapılmıştır³ (Resim-3).

Geniş kemerler kategorisine ait olan kemer 16,8 cm en ve 56,7 cm uzunluğa sahiptir. Levha tekniğinde yapılmış ve kabartma tekniği kullanılmıştır. Dört parçadan oluşan kemerin iki ucunda başlangıç ve bitiş noktaları sağlamdır. Kenarlarında, dört tarafını dolaşacak şekilde düzenli aralıklara sahip delikler yer almaktadır. Bu delikler kemerin bir kumaş ya da deri üzerine tutturulduğunu göstermektedir. Sağ ucunda kemer halkasının yerini belirten iki adet perçin bulunmaktadır. Kemerde Urartu sanatında çok karşılaşılmayan savaş ve av sahneleri birlikte tasvir edilmiştir. Kemer üzerinde olay

¹ Prof. Dr. Veli Sevin tarafından çalışılan ve yayınlanan bu kemer, Sevin tarafından "Elazığ Kemer" olarak adlandırılmıştır. Elazığ Kemer hakkında daha detaylı bilgiye Sevin, V. "Elazığ Müzesi'nden Bir Kemer ve Urartu Narratizmi" *Archaeological Essays in Honour of Homo amatus: Güven Arsebük için Armağan Yazılar*, Ege Yayınları, 2003, İstanbul, 209-217 makalesinden ulaşılabilir.

² T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü'nün 25.09.2019 tarih ve 88842112-051.99-E.785867 sayılı izniyle.

³ Bu eseri çalışmamıza ve yayımlamamıza izin veren T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü'ne, Elazığ Müze Müdürü Sayın Ziya KILINÇ'a ve Müze uzmanı Arkeolog Bilal AYDIN'a içtenlikle teşekkür ederiz. Ayrıca Diyarbakır Restorasyon ve Konservasyon Bölge Laboratuvarı Müdürlüğü uzmanı Restoratör İbrahim BULUT'a teşekkür ederiz.

ve motif örgüsünü devam ettiren çok sayıda figür bulunmaktadır. Figürler, beş adet yatay ve dikey panel içerisinde yerleştirilmiştir. Figürler bir orta eksenden sağa ve sola hareket halindedir (Sevin 2003: 209).

Çalışmamıza konu olan parça üzerinde; solda savaşı başarıyla tamamlamış, süslü atlarıyla mızraklı Urartu atlıları betimlenmiştir. Figürlerin sağ kolları yukarıya doğru ve geride betimlenmiş, ellerinde ise mızrak tutmaktadır. Dikey olarak iki sıra halinde 10 adet savaşçı figürü yerleştirilmiştir. Atlar sola doğru hareket halindedir. Parçanın sağında, dikey olarak beş adet Urartu savaş arabası yer almaktadır. Ancak bu kısımda sadece koşum takımlı, hareket halindeki atlar ve yular iplerinin bir kısmı korunmuştur. Kemerin üç kenarında küçük ip delikleri bulunmaktadır.

Elazığ Kemerinin XRF Yöntemiyle Kimyasal Analizi

Kemerin üretildiği metalin kimyasal özelliklerinin tespit edilmesi için, hasarsız analiz yöntemlerinden X-ışını Floresans (XRF) analizi taşınabilir cihazla uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

Günümüzde p-XRF (taşınabilir XRF) yöntemi, müze ve arkeolojik kazı alanlarında, arkeolojik buluntuların kimyasal kompozisyonunda yer alan majör ve minör elementlerin, hasarsız bir şekilde ölçülmesine olanak sağladığı için arkeometri çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır (Shugar ve Mass 2012: 17-20). Ancak düşük voltajlı ve vakumsuz ortamda gerçekleşmesi nedeniyle p-XRF analizleri hassasiyetinin, laboratuvar ortamında toz ya da pellet haline getirilerek homojenize edilmiş numuneler üzerinde uygulanan laboratuvar ortamındaki XRF analizlerine göre daha düşük olduğu bilinmektedir. Buna ek olarak ölçümlerin yüzeyden gerçekleşmesinden dolayı, buluntu yeri veya restorasyon çalışmaları kaynaklı kontaminasyon, analiz sonuçlarını etkileyebilmektedir (Craddock 2009: 137). Ayrıca korozyon nedeniyle yüzeyi kaplayan oksit tabakaları, gerçek metal kompozisyonundan farklı değerler elde edilmesine neden olmaktadır (Lutz ve Pernicka 1996: 316). Analiz uygulama ve yorumlama aşamalarında, p-XRF yönteminin bu tip sınırlılıklarına ve dezavantajlarına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Elazığ kemerinin XRF analizlerinde Spectro X-Sort Combi cihazı Hafif Elementler modunda (50 kV gerilim, 0,016 mA akım ve 12 saniye ölçüm süresi) kullanılmıştır. Ölçümler kemerin Env. No. 75 TMKC/ 19-44c kodlu parçasının ön yüzeyinden 4 farklı nokta ve iç yüzeyinden de bir nokta seçilerek yapılmıştır. Ölçüm noktaları p-XRF cihazının iç kamerasıyla gözlemlenmiş, yer yer patina tabakasının kalktığı ve metalik bakır renginin görüldüğü bölgeler seçilmeye çalışılmıştır. Analizler sonucu tespit edilen elementler ve ağırlık yüzdesindeki değerleri Tablo-1'de görülmektedir.

Ölçüm Noktası	Cu	Sn	Zn	As	Pb	Fe
Dış Yüzey 1	80,95	12,36	5,26	<0,084	0,89	0,54
Dış Yüzey 2	79,60	11,52	7,36	0,14	0,74	0,64
Dış Yüzey 3	80,40	11,39	6,64	0,12	0,83	0,61
Dış Yüzey 4	80,71	10,28	7,32	0,19	0,87	0,64
İç Yüzey 1	80,25	9,68	8,75	<0,060	0,88	0,44
Ortalama	80,38	11,05	7,06	0,09	0,84	0,58

Tablo-1. Kimyasal analiz ağırlık yüzdesi sonuçları (tespit limitleri dışında kalan elementler tabloya dahil edilmemiş ve sonuçlar %100'e normalize edilmiştir.)

Bu sonuçlara göre bu kemerin dış yüzeyinin kimyasal kompozisyonunda %80 civarında bakırın (Cu) dışında başlıca %9,68 - %12,36 aralığında kalay (Sn) ve %5,26 – %8,75 aralığında çinko (Zn) yer almaktadır. Ortalama %11 civarındaki kalay klasik bronz kompozisyonlarında yer alan miktarla örtüşmektedir. Kurşun (Pb), demir (Fe) ve arsenik (As) miktarları ise %1'in altındadır. Bu kompozisyon bakır-kalay-çinko alaşımı ya da çinko katkılı bronz olarak adlandırılabilir.

Elazığ kemerinin metal alaşımında çinko içeriğinin bu kadar yüksek miktarda olması dikkat çekicidir. Ayanis Kalesi'nde gerçekleştirilen kazılarda ele geçen okluk ve miğferlerin incelemesinde kimyasal kompozisyonadaki çinko miktarı %0,2 oranını geçmezken (Batmaz vd. 2019: 412), yine aynı kaleden bronz kalkanlarda en çok %1,15 çinko içeren alaşımlara rastlanmıştır (Ingo vd. 2010: 795). Ayanis Kalesi'nde ele geçen aslan başı şeklindeki bronz protomdan alınan örnekte ise %2,13 oranında çinkoya rastlanmıştır (Reindell ve Riederer 2003: 205). Bir diğer çalışmada Urartulara ait çelik kılıç ve hançerlerin kabza ve balçak kısımlarında yer alan bronz metal alaşımlarında çinko oranı %0,8'i aşmamaktadır (Biber vd. 2008: 159,161). Toprakkale'de ele geçen bronz mobilya parçasında %4,7 olarak tespit edilen yüksek çinko içeriğinin, bakır cevherine karışmış çinko içeren mineraller ya da izabe işlemi sırasında eklenen eritken (fluks) kaynaklı olduğu şeklinde yorumlanmaktadır (Hughes vd. 1981: 143). Harvard Üniversitesi Fogg Sanat Müzesi koleksiyonunda yer alan bir Urartu kazanından geriye kalan boğa başının analitik incelemelerinde, boynuz ve baş bölümü dökümlerinin farklı alaşımlardan ayrı ayrı yapıldığı tespit edilmiş ve boynuzdan alınan iki farklı örneğin ilkinde %1-10 ikincisinde ise %0,1-1 oranlarında çinkoya rastlanmıştır. Boğanın baş kısmından alınan numunelerde ise çinko tespit edilememiştir (Hanfmann ve Hansen 1956: 58). Boynuzdan alınan iki numune çinko miktarı açısından oldukça farklı sonuçlar verse de boynuzun patinanın kalktığı bölgedeki renginin baş kısmına göre daha açık ve pirinç sarısına yakın olduğu aynı raporda belirtilmektedir.

Çinko elementi içeren mineraller, sülfürlü (ZnS, sfalerit), karbonat (ZnCO₃, smitsonit) ya da silikat ($Zn_4\{(OH)_2[Si_2O_7]\cdot H_2O$ hemimorfit/kalamin) formlarında bakır ve kurşun cevherleriyle birlikte bulunabilmektedir (Moorey 1997: 254). Nitekim MTA tarafından yayınlanan modern madencilik raporlarında Elazığ il sınırları içerisinde Keban-Simli bölgesinde yer alan günümüze kadar 577.000 ton üretim yapılmış çinko kurşun cevherinin yanı sıra Yurtbaşı-Gurbet, Palu-Kedek ve Sivrice-Helezür'de çinko içeren bakırca zengin maden zuhurlarından bahsedilmektedir⁴. Çinko içerikli bakır cevherlerden izabe edilmiş metallerde çinkonun düşük oranlarda alaşım elementi olarak karışımıza çıkması beklenmektedir. Bu şekilde kazara oluşmuş alaşımlarda çinko oranı %8'i aşmamaktadır (Pollard ve Heron 2008: 198).

Çinkonun bilinçli ve kontrollü olarak bakıra alaşım maddesi olarak katılması ise çinkonun bakırın erime sıcaklığından daha düşük bir derecede uçucu hale geçmesi nedeniyle metalürjik açıdan teknik zorluklar barındırmaktadır. Tarih boyunca metalik çinkonun üretilmesinde farklı yöntemler denenmiştir. Anadolu'da sfaleritin kavrulması ve buharlaşan çinkonun baca veya özel ocak yapılarında yoğunlaştırılarak tutulmasıyla elde edildiği antik yazılı kaynaklara bakılarak anlaşılmaktadır (Ponting ve Segal 1998: 117). Elde edilen çinko metali bakır ya da bronz ile karıştırılarak istenilen alaşımlar elde edilmiştir.

Değerlendirme ve Sonuç

Doğu Anadolu bölgesini MÖ 9-7 yüzyıllar arasında egemenliği altına tutan Urartular, demir, bakır ve kalay madenlerini işleyerek, teknik ve işçilik konusunda oldukça ileri seviyede oldukları savaş silahları, takılar, kazanlar, adak levhaları ve kemerlerden anlaşılmaktadır. Özellikle Urartu kemerleri üzerindeki tasvirlerden aynı zamanda dönemin sosyal ve gündelik yaşamı, dini, mitolojisi, giyim kuşamı ve ekonomisi gibi önemli bilgiler de edinilmektedir. Ayrıca kemerler üzerinde işlenen figürler ve konular arasında olan savaş ve av sahneleri, tanrılar, geometrik ve bitkisel motifler, hayvanlar, hayat ağacı, kale tasvirleri, anıtsal yapılar dönemin özelliklerini yansıtmaları bakımından da oldukça önemlidir. Çalışmamıza konu olan Elazığ Müzesi'nde bulunan Elazığ Kemer, Urartu Krallığı'nın estetik anlayışını, sanatını ve metal işçiliğini yansıtmaları açısından çok önemli bir eserdir.

Elazığ kemerinin farklı noktalarından yapılan p-XRF ölçümleri sonucunda kimyasal kompozisyonunun ortalama %11 kalay ve %7 çinko içeren bir bakır alaşımından olduğu ortaya çıkmıştır. Bronz kemerdeki çinko mik-

⁴ https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden_potansiyel_2010/Elazig_Madenler.pdf (Erişim tarihi 23 Mayıs 2020).

tarının yüksekliği çinko içerikli mineraller barındıran bakır cevherlerinin işlenmiş olması şeklinde açıklansa da kimyasal analizden kemerin yüzeyinden yapılması nedeniyle tam olarak gerçek metal kompozisyonu yansıtmayabileceği hesaba katılmalıdır. Bronzdan üretilmiş arkeolojik buluntuların incelenmesinde gömü alanının kimyasal ve fiziksel parametrelerine bağlı olarak kalayın yüzeyde zenginleştiği çeşitli çalışmalarda tespit edilmiştir (Craddock 2009: 137; Nørgaard: 2017: 113). Çinko alaşımlı bakırlarda ise toprak altı koşullarına göre sulu ortamda elektrokimyasal reaksiyonlar sonucu yüzeyden çinkosuzlaşma süreci yaşanabilmektedir (Pollard ve Heron 2008: 207). Bu durum aslında Elazığ kemerinin gerçek metal içeriğinde daha düşük kalay ve daha yüksek çinko olma ihtimalini ortaya çıkarmaktadır. Kemerden herhangi bir numune alınması mümkün olmadığı için bu ihtimal şimdilik bir belirsizlik olarak karşımızda durmaktadır. Ancak Murat Tepe’de ele geçen Urartu dönemine tarihlendirilen buluntuların hem p-XRF yöntemiyle yüzeylerinde hem de Taramalı Elektron Mikroskopuna (SEM) bağlı X-Işını Enerji Dağılımı Spektrometresi (EDS) ile kesitlerinde yapılan incelemelerinde yüksek oranda çinko içeren örnekler saptanmıştır⁵. 1950’li yıllarda analiz edilen boğa başının da işaret ettiği üzere, çinkonun Urartu metalürjisinde tanınan bir alaşım metali olduğu ve alaşım oluşturma yöntemlerinin bu coğrafyada bilinirliği konusunda kanıtlar gittikçe artmaktadır.

Kaynakça

BATMAZ, Atilla; Joseph W. Lehner; Gonca Dardeniz, “Long-Distance Interaction in Urartu?: Provenance and Composition of Copper Alloys from Ayanis, Turkey.” *Archaeometry* 61(2), 2019, pp. 406–22.

BELLİ, Oktay, *Urartu: Savaş ve Estetik*, Yapı Kredi Yayınları-1917, İstanbul, 2004.

BİBER, Hanefi; Veli Sevin; Ünsal Yalçın, “Technological and Archaeometallurgical Studies on the Urartian Swords and Daggers.” In *Ancient Mining in Turkey and the Eastern Mediterranean*, eds. Ünsal Yalçın, Hadi Özbal, and A.G. Paşamehmetoğlu. Ankara 2008, pp. 149–73.

BRESTIAN, Scott de, “Horsemen in Bronze: A Belt From Urartu”, *MVSE Volumes Thirty-Nine, Forty & Forty-One 2005-2007*, Annual of the Museum Art and Archaeology University of Missouri, Columbia 2008, pp. 23-43.

CRADDOCK, P.T., *Scientific Investigation of Copies, Fakes and Forgeries*. Oxford: Butterworth-Heinemann 2009.

⁵ Bingöl İli, Solhan İlçesinde yer alan Murat Tepe arkeolojik kazılarında ele geçen Urartu dönemi metal buluntularının arkeometrik yöntemlerle incelenmesi sonucu elde edilen bulgular bu makalenin yazarları tarafından yayına hazırlanmaktadır.

ÇAVUŞOĞLU, Rafet, *Urartu Kemerleri*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, 2002, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

ÇAVUŞOĞLU, Rafet, *Van Müzesindeki Urartu Bronz Kemerleri*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 1995. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.

ERGÜRER, Hatice, "Urartu Kemerleri Üzerindeki İnsan Tasvirleri", *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2010 14 (2), 1-22.

HANFMANN, M. A.; P. Hansen, "Hittite Bronzes and Other Near Eastern Figurines in the Fogg Art Museum of Harvard University." *Türk Arkeoloji Dergisi* 6(2), 1956, s. 43-58.

HUGHES, M. J.; John E. Curtis; E. T. Hall, "Analyses of Some Urartian Bronzes." *Anatolian Studies* 31(May) 1981, pp. 141-45.

INGO, Gabriella Maria; Altan Çilingiroğlu; Federica Faraldi; Cristina Riccucci; Maria Pia Casaletto; Aylin Erdem; Atilla Batmaz, "The Bronze Shields Found at the Ayanis Fortress (Van Region, Turkey): Manufacturing Techniques and Corrosion Phenomena." *Applied Physics A: Materials Science and Processing* 100(3), 2010, pp. 793-800.

KENDALL, T., "Urartian Art in Boston: Two Bronze Belts and a Mirror", *Boston Museum Bulletin* 75, 1977, 27-57.

LUTZ, Joachim; Ernst Pernicka, "Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Analysis of Ancient Copper Alloys: Empirical Values for Precision and Accuracy." *Archaeometry* 38(2), 1996, pp. 313-23.

MOOREY, P. R. S., *Ancient Mesopotamian Materials and Industries*. Oxford: Clarendon Press 1997.

NØRGAARD, Heide Wrobel, "Portable XRF on Prehistoric Bronze Artefacts: Limitations and Use for the Detection of Bronze Age Metal Workshops." *Open Archaeology* 3(1), 2017, pp. 101-22.

ÖZDEMİR, Ayşe; Abdulkadir Özdemir; Ziya Kılınç, "Murat Tepe'den Urartu Kemer Parçası", *Fırat Üniversitesi Harput Araştırmaları Dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 12, 2019, 53-63.

POLLARD, Mark; Heron, Carl, *Archaeological Chemistry*. Second Edi. RSC Publishing 2008.

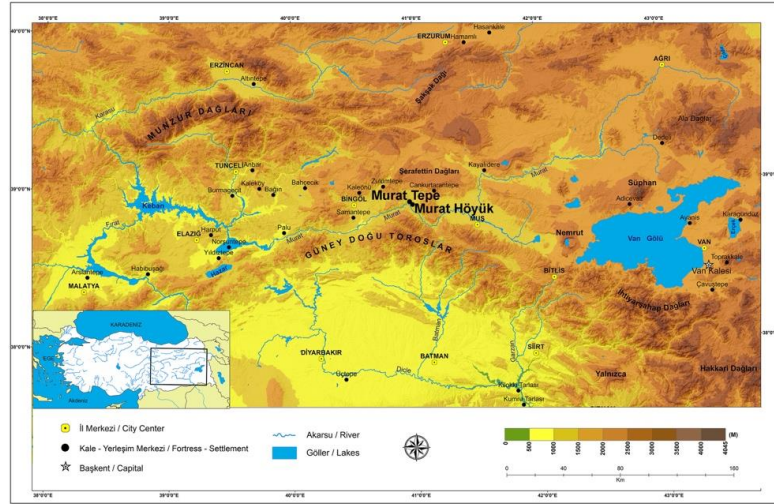
PONTING, M.; I. Segal, "Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectroscopy Analyses of Roman Military Copper-Alloy Artefacts from the Excavations at Masada, Israel." *Archaeometry* 40(1), 1998, pp. 109-22.

REINDELL, Ingrid; Josef Riederer, "The Urartian Bronzes of Ayanis (Turkey). First Metal Analysis." In *Studi Micenei Ed Egeo-Anatolici*, Roma: Istituto di Studi Sulle Civiltà Dell'egoe e Del Vicino Oriente 2003, pp. 203-7.

SEVİN, Veli, “Elazığ Müzesi’nden Bir Kemer ve Urartu Narratizmi”, *Archaeological Essays in Honour of Homo amatus: Güven Arsebük için Armağan Yazılar*, Ege Yayınları, 2003, İstanbul, 209-217.

SHUGAR, Aaron N.; Jennifer L. Mass, *Handheld XRF for Art and Archaeology*. Leuven: Leuven University Press 2012.

RESİMLER



Resim-1: Doğu Anadolu’da Orta Demir Çağı’na Ait Bazı Merkezler.



Resim-2: Elazığ Müzesindeki Elazığ Kemerinin XRF cihazı ile analiz edilen parçası (Env. No. 75 TMKC/19-44c).



Resim-3: Elazığ Müzesi deposunda, Elazığ Kemerinin taşınabilir XRF cihazı ile ölçüm yapılırken.