

# EGE BÖLGESİ'NDEKİ ARKEOMETRİK ÇALIŞMALAR

Tuncay ERCAN\*

G ünümüzde arkeoloji ile birlikte fizik, kimya, jeoloji gibi doğa bilimlerinin katkılarıyla "Arkeometri" bilimi meydana gelmiştir. Arkeometrinin ana amacı, tüm eski insanlara ilişkin buluntuların yaşlarını ve kaynaklarını saptamaktır. Son zamanlarda, özellikle eski insanlara ait, metalik madenlerden yapılan araç ve gereçlerde kimyasal analizler ve radyometrik yaş belirlemeleri yapılmaktadır.

## METALİK MADENLER

Dünyadaki metalik madenler, genellikle magmatik kayalara bağlı olarak meydana gelmişlerdir. Arkeolojide en önemli metalik madenler, altın ve gümüşdür. Altın, karakteristik sarı rengeyle tanınan, kolayca şekillendirilen, yumuşak ve ağır bir element olup, metaller içinde özel bir yere sahiptir. Tablatta, serbest halde, nabit altın olarak (Au) bulunabildiği gibi, Kalaverit (Au, Ag) Te<sub>2</sub> - Silvanit (Au, Ag) Te<sub>4</sub> - Tetsit (Au, Ag) Te ve Nagyatit (Te, Sb, S)<sub>n</sub> Pb<sub>n</sub> Au<sub>n</sub> gibi bileşikler şeklinde de bulunur. Ayrıca, Pirit, Arsenopirit, Kalkopirit, Bizmutin, Pirrotin türde başka cevher bileşikleri içinde, katı halde çözünmüş olarak bulunmaktadır. Dünyada altın, çoğunlukla kumlar içinde plaserler şeklinde bulunur ve elde edilir. Kimi yerlerde magmasal kökenli olarak kuvarş damarları içinde oluşmuşlardır. Kısmen de başka cevher bileşikleri içinde elde edilirler. Bugüne kadar Anadolu'nun çeşitli bölgelerinde saptanmış 48 altın yatağı olup, en önemlileri, İzmir-Karşıyaka-Arapdağ, Çanakkale-Madendağ-Kartaldağ, Manisa-Salihli-Sart ve Bolkar dağlarındaki yataklardır. Ülkemizin bilinen altın rezervi 340.000 Ton olup, halen işletilmekte olan altın yatağı yoktur.

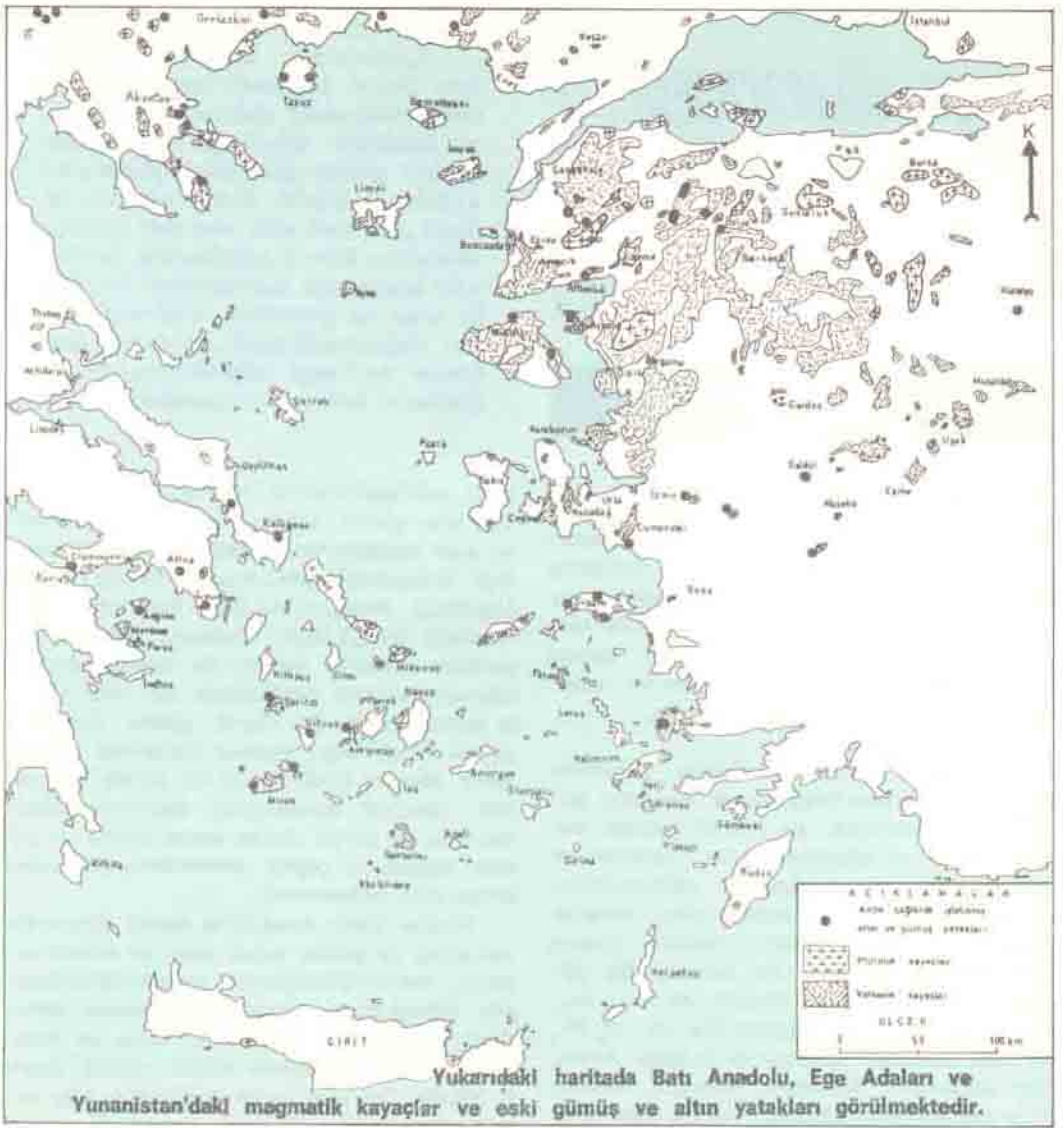
Gümüş, doğada bükülmüş, dallı budaklı kütleler halinde bulunan beyaz bir elementtir. Ko-

Çağımızda, uygarlık tarihinin tam olarak saptanabilmesi için yapılan çalışmalar giderek gelişmekte ve özellikle arkeolojik çalışmalarda her geçen gün yeni yöntemler uygulanmaktadır. Artık, eskiden olduğu gibi salt eski eserleri bularak müzelerle koyup sergilemek yerine, eski insanların kullandıkları her türlü araç ve gereçleri toplayıp bunları değerlendirmek, yaşlarını saptamak ve hangi uygarlıklara ait olduklarını belirlemek gerekmektedir.

layca şekillendirilebilen ve yüksek cilaya elverişli olan gümüş, antik çağlardan beri tüketilen en eski metallerdendir. Tablatta serbest halde (Ag) bulunabildiği gibi, Argentit (Ag<sub>2</sub>S) - Prüstit (Ag<sub>3</sub>SbS<sub>3</sub>) - Pirargirit (Ag<sub>3</sub>AsS<sub>3</sub> - Serargirit (AgCl) - Stefanit (5Ag<sub>2</sub>S Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) - Polibazit (8Ag<sub>2</sub>SSb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) şeklinde bileşikler halinde de bulunur. Ayrıca, bakır-kurşun-çinko yataklarında yan ürün olarak ta bulunmaktadır. En önemli gümüş taşıyıcısı, galenit (PbS) olup, izomorf çözünmüş gümüş içerir. Sfalerit (ZnS) de iyi bir gümüş taşıyıcısıdır. Gümüşlü kurşun-çinko damarları dünya üzerinde en yaygın oluşan damar tipidir ve gümüş, çoğunlukla çeşitli yöntemlerle bu yataklardan elde edilmektedir.

Bugüne kadar Anadolu'da çeşitli bölgelerde saptanmış 26 gümüş yatağı olup, en önemli yataklar, Trabzon-Gümüşhane, Amasya-Gümüşhacıköy, Ankara-Denek, Yozgat-Akdağmadeni, İzmir-Karşıyaka-Arapdağ, Bolkaradağı, Balya ve Altınoluk'takilerdir. Ülkemizde bilinen gümüş rezervi 345.000 Ton olup, halen işletilmekte olan gümüş yatağı yoktur. Oysa ki, Anadolu'da gümüş üretiminin binlerce yıllık bir geçmişi vardır. Arkeolojik açıdan Anadolu'da ilk gümüş buluntular, Çivril yakınındaki Beycesultan ve Elaziğ yakınındaki Korucutepe'nin MÖ 4000 yılına ait Kalkolitik tabakalarında bulunmuştur. Beycesultan'da eski maden eserler bir höyüğün 34. ncü tabakasında bir küp içinde ortaya çıkmıştır. Bu maden buluntularının 14 tanesi bakırdan aletler, bir tanesi ise gümüş bir halkadır. Korucutepe'de ise yine Kalkolitik dönemlere ait mezarlarda gümüşten yapılmış süs eşyaları bulunmuştur. İlk Tunç çağı olan MÖ 3000 yıllarında Anadolu'daki gümüş buluntular bir hayli fazladır. Troya, Alishar, Alaca, Mahmatlar, Eskişehir ve Horoztepe gibi antik yerleşme merkezlerinde yapı-

\* Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Jeoloji Dairesi, ANKARA



lan kazılarda pek çok gümüş, bakır, tunç, demir, kurşun ve altın buluntular ortaya çıkarılmışlardır. Bu çağda, Anadolu ile Mezopotamya (Asurlular) arasında gümüş, altın ve kumaş ticareti başladığı ve geliştiğine ilişkin veriler elde edilmiştir. Eskiçağlarda Anadolu'da, bugün çoğu tüketilmiş durumda olan zengin gümüş yataklarının bulunması, bu maden kaynağı olmayan Mezopotamya gibi komşu bölgelerdeki uygarlıkların, gümüş gereksinimlerini Anadolu'dan karşılamalarına yol açmış ve komşuluk ilişkilerinin gelişmesine yol açmıştır. Ancak, önemli olan husus, bu gümüşün Anadolu'daki hangi yörelerden çıkarılıp kullanıldıklarını ve üretimdeki teknolojiyi saptayabilmektir.

#### ARKEOMETRİK ÇALIŞMALARIN ÖZELLİKLERİ

Her maden cevherleşmesinde doğal olarak bulunan ve eski çağlarda metal elde edilirken kullanılan izabe ve eritme çalışmaları sırasında sabit kalan iz elementler, bugün, bu cevherin hangi eski maden ocağından çıkarıldığını saptamada çok yararlı olmaktadır. Tarihsel değeri olan kılıçlar, ok ve mızrak uçları, eski madeni paralar, ve diğer çeşitli gereçler, şayet metallerden imal edilmişlerse, araştırmacılar tarafından örnekler alınarak bunların iz element içerikleri araştırılmakta, o bölgedeki eski maden ocaklarındaki cevherlerden de toplanan örneklerdeki iz element kapsamları saptanarak karşılaştırılmakta ve sonuçta, arkeolojik buluntunun

hangi ocaktan alınan cevherden yapıldığı belirlenmektedir. Saptanan bu iz elementler, Au, Ag, Co, Cr, Ni, Se, Te, As, Cd, Mn, Cu, Bi, Zn, Sb, vb. türde olurlar. Metalik buluntularda ve cevherlerdeki iz element saptanması, genellikle termal nötron aktivasyon analizi (NAA) ve atomik soğurma spektrometresi (AAS) yöntemleriyle yapılmaktadır. Genellikle antik çağlarda altın ve gümüşten yapılan madeni paralarda uygulanan kimyasal analiz yöntemlerine ilişkin pek çok araştırma bulunmaktadır.

Madeni arkeolojik buluntularda iz element analizlerinin yanı sıra, kurşun izotop analizleri de yapılmaktadır. Bu analiz, altın, gümüş, bronz paralara, süs eşyalarına, savaş araçlarına ve heykellere uygulanmaktadır. Tüm bu gereçler çok az miktarda kurşun içerirler. Günümüzde ayrıntılı çalışmalarla 1 mikrogram kurşunun bile izotop analizi yapılabilmektedir. Kurşunun 4 izotopundan üçü yörelere göre farklılık gösterirler. Zira bunlar radyoaktif bozuşma ürünleridir. Dünya üzerindeki kurşun iki kaynaktan meydana gelir. Bunlardan ilki, dünyanın oluşması sırasında meydana gelen 204Pb izotopudur. Diğer üç kurşun izotopu ise 206Pb, 207Pb ve 208Pb olup, uranyum ve toryum izotoplarının radyoaktif bozunmasından meydana gelirler. Buna göre, 208Pb/204Pb, 207Pb/204Pb ve 206Pb/204Pb oranları, çevrelerinde önemli miktarda uranyum ve toryum varsa artacaktır. Belli bir bölgede oluşan cevherlerdeki kurşun izotop oranları değişmez. Böylece kurşun içeren gümüş ve benzeri eserlerin kurşun izotop oranlarıyla bölgedeki maden cevherinin kurşun izotop oranı eş olursa, o eski eserin bölgedeki o cevherden alınarak yapılmış olduğu meydana çıkmaktadır. Özellikle eski gümüş paralardaki kurşun izotop oranları ölçümleri, kütle spektrometresiyle yapılmakta olup, bu izotop oranlarının arkeolojide kullanılışı son 20 yıldan beri geliştirilmektedir. En önemli sorun, kurşunun herhangi bir bulaşıklığa uğramadan madeni gereç içinden alınabilmesidir. Bu işlem için en iyi yöntem önce katodik, sonra anodik çöktürme yöntemidir. Özellikle karışık doğal silikat ortamında 10 mg ve daha fazla miktardaki kurşun, bu yöntem ile saf olarak elde edilebilmekte ve elde edilen 1 mikrogram saf kurşunun bile atomik kütle spektrometresi ile içerdiği izotop oranları % 0.1 derecesinde doğru olarak saptanabilmektedir.

#### **BATI ANADOLU VE EGE ADALARI'NDAKİ ARKEOMETRİ ÇALIŞMALARI**

Son yıllarda ülkemizde de bu tür çalışmalara başlanmıştır. TÜBİTAK tarafından Arkeometri ünitesinin oluşturulmasından sonra özellikle ar-

keolojik kazılardan elde edilen çeşitli gereçlerde iz element analiz çalışmaları da yapılmaya başlanmıştır. Örneğin, MÖ. 200 yılından Selçuklulara kadar çeşitli medeniyetlere ilişkin çivi, tekerler, ok ve mızrak uçlarında iz element analizleri yapılarak bu metalik buluntuların ait olduğu devirler ve maden yatakları saptanmaya çalışılmıştır. Tarihöncesi çağlarda Anadolu'da gümüş üretimi ve kullanımına ilişkin kaynak tanımlama analizleri belirlenmiştir. Çalışmalarda, Anadolu'daki eski maden yatakları araştırılmış ve Ergani bakır yataklarından elde edilen örneklerde atomik soğurma spektrometresi ile iz element analizleri yapılarak, Anadolu'da madencilikğin yaklaşık MÖ 8000 yıllarında başladığı ve doğal bakırın olasılıkla ilk kullanılan maden olduğu belirtilmiştir.

Bunların yanı sıra, Batı Almanya'daki Max-Planck Çekirdek Fiziği Enstitüsü uzmanlarından Prof. Dr. Günther Wagner yönetiminde bir ekip, Batı Anadolu'da arkeometrik çalışmalara başlamıştır. Batı Anadolu Arkeometri Araştırmaları Projesi, Batı Almanya Max-Planck Çekirdek Fiziği Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Bölümü ve Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü tarafından ortak olarak oluşturulmuştur. Projenin amacı, eski altın ve gümüş paraların izotopik bileşimlerinden hareketle, bu paraların kökeni olan altın ve gümüş madenlerinin hangi yöredeki maden ocaklarından alındığını saptamaktır. İlk bakışta geçmişe yönelik gibi görülen bu araştırmalar, bazı yörelerde, örneğin Sakız Adası'nda çoktan unutulmuş bazı altın ve gümüş yataklarının yeniden ele alınarak değerlendirilmelerine önayak olmuştur. Prof. Wagner ve ekibi bu konuda uzun yıllardan beri çalışmakta olup, daha önceki yıllarda Ege adalarında ve Yunanistan'da eski altın ve gümüş cevherleşmelerini incelemiş, antik altın ve gümüş Grek paralarının cevherlerinin kaynaklarını saptamışlardır.

Proje, ilk aşamada Batı Anadolu'da Biga Yarımadası'ndaki arazi çalışmalarını tamamlamıştır. Biga Yarımadası, ülkemizin Au-Ag-Cu-Pb-Zn-Sb-Hg gibi metalik madenler bakımından en önemli bölgelerinden biridir. Ayrıca W-Mo-Fe-Mn gibi madenler bakımından da zengindir. Biga Yarımadası'ndaki cevherleşmeler, magmatizmaya bağlı olup, bölgenin jeolojisi ve tektonik yapıyla da yakından ilgilidir. Magmatik kayalar, 10 milyonlarca yıllar önce farklı zaman ve evrelerde oluşmuşlardır ve bu magmatik kayaların cevher ürünleri de farklı yaş ve niteliklerde olarak kimi yerlerde yan yana bulunabilmektedirler. Bölgede salt bakır-kurşun-çinko bakımından en az 15-20 milyon tonluk bir rezervin varlığı tah-

min edilmektedir. Ancak bu cevher potansiyeli dar bir kesimde birikmiş olmayıp, geniş bir alana serpilmiş durumdadır ve zuhurların tek başlarına rezervleri 50-500 Bin ton düzeyinde kalmaktadır.

Biga Yarımadası'ndaki bu zengin maden yatakları binlerce yıldan beridir çeşitli medeniyetlerce işletilmektedir. Yarımada'da bugün terk edilmiş yüzlerce eski maden ocağının yanı sıra yüzlerce de antik yerleşme merkezi bulunmaktadır. Eski maden ocaklarının bir kısmı çok uzun zaman işletilmiş, kimileri ise kısa bir zaman sonra terk edilmişlerdir. Bölgedeki maden ocaklarından eski zamanlarda toplanan ham cevherler, çok azının günümüze değin korunabildiği ilkel fırınlarda eritilerek metal parçaları elde edilmiş ve artık kaba cürüflar ise çevrede kümeler halinde yığılmışlardır. Özellikle demir, bakır ve kurşun cürüfları, çok sayıda mevkide ve tonlarca miktarda olup, işlerinde günümüzde işletilecek değerde cevher bulunmaktadır. Biga Yarımadası'ndaki bu antik cevher cürüflarının günümüzde yeniden ele alınarak değerlendirilmeleri düşünülmektedir.

Proje çalışmaları sırasında, eski maden ocaklarında, antik çağlarda yaşayan ve bu ocaklarda çalışan insanların kullandıkları testi, tabak, çanak, küp ve vazo gibi toprak eşya kırıkları bulunmuştur. Elde edilen bu seramik parçalarının arkeolojik tanımlamaları da yaptırılmış ve kimilerinin Helenistik devre, bir kısmının Bizans, bir kısmının Roma, kimilerinin Osmanlı ve bazılarının da Cumhuriyet Türkiye'sine ait oldukları saptanmıştır. Helenistik devir, MÖ 330-30 yılları arasında geçtiğine göre, Biga Yarımadası'nda en azından 2300 yıldan beridir madencilik yapılıyor demektir.

Çalışmalar sırasında, ekonomik önem taşıyan ve bugün unutulmuş eski maden ocakları da saptanmış olup, çok uzun yıllar önce terk edilen bu ocakların günümüzde yeniden ele alınıp değerlendirilmeleri gerekmektedir. Biga Yarımadası'ndaki zengin kurşun yataklarının (PbS) bir kısmı gümüş içeriği bakımından zengindirler. Eski devirlerde, bu gümüşlü kurşun cevherleri ilkel izabe fırınlarında işlenmiş ve ilkel kupelasyon yöntemleri ile gümüş külçeleri elde edilmiştir. Günümüzde, Yunanistan ve Ege adalarında bulunan Antik gümüş paraların bir kısmı, olasılıkla Biga Yarımadası'ndan elde edilen gümüş cevheri kullanılarak basılmışlardır. Biga Yarımadası'ndaki arazi çalışmaları tamamlanmış olup, halen yaklaşık 90 eski maden ocağından alınan cevher örneklerinde iz element ve kurşun izotop analizleri, Batı Almanya'da Max-Planck Çekirdek Fiziği Enstitüsü Laboratuvarları'nda sürdürülmektedir. Bu çalışmaların sonucunda, bugün kaynağı bilinmeyen antik gümüş Grek paralarının köken sorunları aydınlatılacak, olarak bulunduğu taktirde aynı işlemler, Truva, Bizans ve Osmanlı gümüş paralarında da yapılacaktır.

● Dünyamız oldukça dağlık bir gezegendir. Yeryüzü'ndeki karaların 1/4'ünün deniz seviyesinde yüksekliği 800-100 m. dolayındadır.

● Eğer Ay tam tepemizde olsaydı, kütle çekim gücü ile Kuzey Amerika Kıtasını 15 cm. yukarı kaldırılabirdi.

