

1. TÜRKİYE TARİHİ MADENLER KONFERANSI
3-4 ARALIK 2015, TRABZON/ TÜRKİYE

1st CONFERENCE ON HISTORICAL MINING SITES OF TURKEY
3-4 DECEMBER 2015, TRABZON/ TURKEY

Bildiriler/Proceedings

Editörler/ Editors

Ayhan Kesimal, C. Okay Aksoy, Eren Kömürlü

Düzenleme/ Organized by

Karadeniz Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü
Karadeniz Technical University Mining Engineering Department

Uluslararası Kaya Mekaniği Derneği Tarihi Alanları Koruma Komisyonu
ISRM Commission on Preservation of Ancient Sites

Madencilik Türkiye Dergisi
Madencilik Türkiye Magazine

Karadeniz Teknik Üniversitesi Maden Derneği
Karadeniz Technical University Mining Association

Uluslararası Zemin Mekaniği ve Jeoteknik Mühendisliği Derneği Asya Kıtası Tarihi Eserleri Koruma Teknik Komitesi
ISSMGE Asian Technical Committee on Geo Engineering for Conservation of Heritage Monuments and Historical Sites

DUYURUDUR

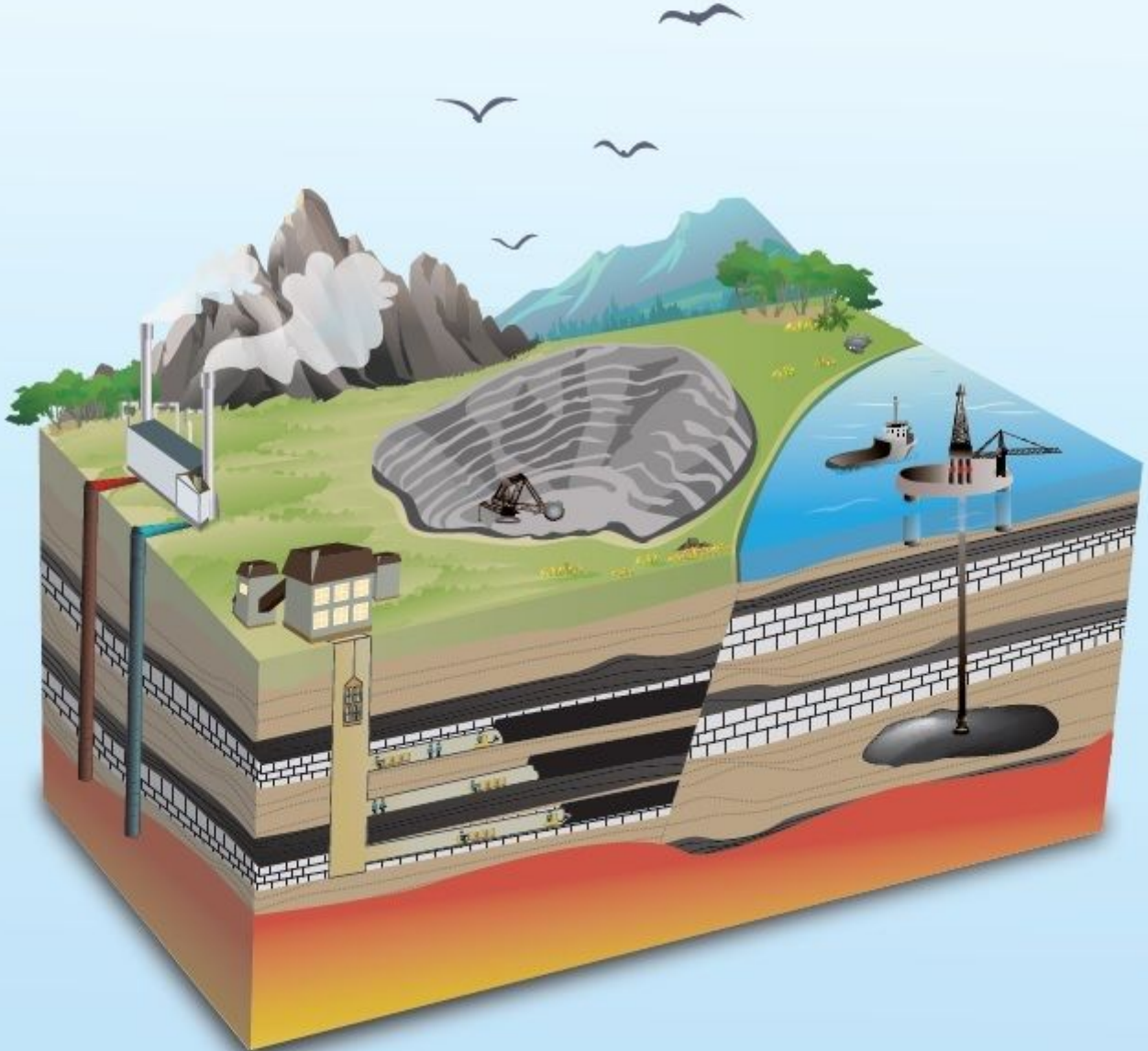
MT BilimselTM

www.mtbilimsel.com

Yer Altı Kaynakları Dergisi | *Journal of Underground Resources*

**1. Türkiye Tarihi Madenler Konferansı
bildirileri MT Bilimsel Dergisi ile Ocak
2016 tarihinde yayımlanacaktır**

ISSN: 2146-9431



ÖNSÖZ

1. Türkiye Tarihi Madenler Konferansı 3-4 Aralık 2015 tarihlerinde Trabzon 'da gerçekleştirilmiştir. Konferans konuları Tarihte Maden mühendisliği, Tarihi Maden ve tünellerin korunması olarak ana iki başlık altında toplanmaktadır. Konferans bildirileri Madencilik Türkiye Bilimsel Dergisi özel sayısı ile Ocak 2016 tarihinde ücretsiz erişime ve indirmeye açık olarak yayınlanacaktır (www.mtbilimsel.com). Bu doküman 1. Türkiye Tarihi Madenler Konferansı delegelerine verilmek üzere hazırlanmıştır.

1. Türkiye Tarihi Madenler Konferansı Karadeniz Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Uluslararası Kaya Mekaniği Derneği Tarihi Alanları Koruma Komisyonu, Madencilik Türkiye Dergisi, KTÜ Maden Derneği ve Uluslararası Zemin Mekaniği ve Jeoteknik Mühendisliği Derneği Asya kıtası tarihi eserleri koruma teknik komitesi tarafından düzenlenmiştir. Bu dökümanda 14 adet konferans sunumuna ait 10 adet tam metin bildiri ve 4 adet sunum özeti yer almaktadır. Değerli katkılarından dolayı yazarlara, hakemlere, konferans bilim kurulu üyelerine, tüm katılımcılara, konferans sponsorlarına ve konferans için emeği geçen herkese şükranlarımızı sunarız.

Konferans Organizasyon Kurulu

Konferans Organizasyon Kurulu:

Başkan: Prof. Dr. Ali Osman Yılmaz (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye)

Üyeler: Dr. Guo Qinglin (Dunhuang Academy, China)

Dr. Ersin Yener Yazıcı (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye)

Dr. Zhang Jingke (Lanzhou University, China)

Onur Aydın (Madencilik Türkiye Dergisi, Turkey)

Metin Güneş (KTÜ Maden Derneği)

Eren Kömürlü (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye)

Şener Aliyazıcıoğlu (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye)

Fatma Sinem Özkan (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye)

Ali Osman Çakır (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye)

Konferans Bilim ve Danışma Kurulu:

Başkan: Prof. Dr. Ayhan Kesimal (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye)

Üyeler: Prof. Dr. Bahtiyar Ünver (Hacettepe Üniversitesi, Türkiye)

Prof. Dr. C. Okay Aksoy (Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye)

Prof. Dr. Chen Wenwu (Lanzhou University, Çin)

Prof. Dr. David Williams (The University of Queensland, Avustralya)

Prof. Dr. Eduardo A.G. Marques (Federal University of Vicosa, Brezilya)

Prof. Dr. Erkan Topal (Curtin University, Avustralya)

Prof. Dr. Ömer Aydan (University of the Ryukyus, Japonya)

Prof. Dr. Resat Ulusay (Hacettepe Üniversitesi, Türkiye)

Prof. Dr. Wang Xudong (Dunhuang Academy, Çin)

Prof. Dr. Yoshinori Iwasaki (Geo-Research Institute, Japonya)

Doç. Dr. H. Aydın Bilgin (Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Türkiye)

Doç. Dr. Bayram Ercikdi (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye)

Doç. Dr. Guzin Gulsev Uyar (Hacettepe Üniversitesi, Türkiye)

Doç. Dr. Melih Genis (Bülent Ecevit Üniversitesi, Türkiye)

Yrd. Doç. Dr. Mostafa Sharifzadeh (Curtin University, Avustralya)

Yrd. Doç. Dr. Ferdi Cihangir (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye)

Yrd. Doç. Dr. İbrahim Çavusoglu (Gümüşhane Üniversitesi, Türkiye)

Editör Ofisi:

Editörler: Prof. Dr. Ayhan Kesimal (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye)

Prof. Dr. C. Okay Aksoy (Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye)

Eren Kömürlü (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye)

İçindekiler

Ünsal YALÇIN

Anadolu Madencilik Tarihine Toplu Bir Bakış

Synopsis on Anatolian Mining History.....1

Yusuf Ateş

The Significance of Historical Mining Sites as Cultural/Heritage Resources – A Case Study of Zilan Historical Mining Site, Erçiş, Van, Turkey

Tarihi Maden Yerlerinin Kültürel/Miras Kaynak Olarak Önemi – Zilan Tarihi Maden Yeri Örneği, Erçiş, Van, Türkiye.....12

Daniş BAYKAN

Antik Madencilik Çerçevesinde Nif Dağı Kazıları

Nif Mountain Excavations in the Frame of Ancient Mining.....25

Ceren Baykan

Nif Dağı Kazısı Metal İşleme Fırınlarmın Korunması

Preservation Procedure of the Metal Furnaces in Nif Mountain Excavations.....34

Arman Ehsani, Ersin Yener Yazıcı

Anadolu'da Bakır Madenciliği ve Kullanımının Kısa Tarihçesi

A Brief History of Copper Mining and Use in Anatolia.....42

Erkan Fidan

Tarih Öncesi Dönemlerde Anadolu'da Kullanılmış Olan Maden Yatakları

Ore Deposits of Anatolia Used in Prehistorical Times.....48

Daniş BAYKAN

Antik Metalurji Uygulamaları

Ancient Metallurgy Procedure.....60

Eren Kömürlü, Ayhan Kesimal

Rock Bolting from Past to Present in 20 Inventions.....68

Çelik TATAR

Türkiye'de Maden Makinaları Kullanımı

Use of Mining Machines in Turkey.....88

Adnan Güngör Üçüncüoğlu, Eren Kömürlü

Osmanlı Dönemi Gümüşhane ili Madencilik Tarihine Genel Bir Bakış

A General view on mining history of Gumushane city in Ottoman Era.....99

Eren Kömürlü

Notes from a trip to Titus tunnel, a Roman tunnel in Turkey

Türkiye'de bir Roma Tüneli, Titüs Tüneli Gezisinden Notlar.....106

Ali Osman Yılmaz, İbrahim Alp, Kerim Aydın, Mithat Vıçıl

Doğu Karadeniz Bölgesinde Terk edilmiş Maden Galerileri: Riskler, Kazalar, Önlemler ve Kurtarma

Abandoned Mine Entries in Eastern Black Sea Region: Risks, Accidents, Safety and Rescue..... 108

Hasan Aydın Bilgin, Bahadır Ergener, Deyvi Akkiriş

A swellex application in ground reinforcement project of the ancient St. Pierre church

Antik St. Pierre Kilisesi Zemin Güçlendirme Çalışmalarında Swellex Uygulaması.....109

Tuncay Uslu

Mines and Wars

Madenler ve Savaşlar.....110

Anadolu Madencilik Tarihine Toplu Bir Bakış

Synopsis on Anatolian Mining History

Ünsal YALÇIN

Deutsches Bergbau-Museum Bochum, 44791 Bochum, ALMANYA

e-mail: Uensal.Yalcin@bergbaumuseum.de

Özet

Anadolu Madencilik Tarihine baktığımızda birçok gelişme evreleri göze çarpar. Başta renkli mineraller toplanmakta, boya malzemesi ve boncuk yapımında kullanılmaktaydı. Henüz çanak çömleğin bilinmediği dönemlerde yüzeye yakın bazı maden yataklarında bulunan nabit bakır da toplanmaya ve küçük nesnelerin yapımında kullanılmaya başlandı. Böylece insanlığın ilk kullandığı metal bakır oldu. MÖ 6. binyıl sonlarında ise bakır cevherden ergitilmekteydi. Daha sonraki dönemlerde gelişen madencilikle tunç keşfedildi ve metal endüstrisinin temeli atılmış oldu.

Anahtar Sözcükler: Eski Madencilik, Metalurji, Bakır, Tunç, Arsenik, Kalay, Altın, Gümüş, Kurşun, Demir, Anadolu.

Abstract

For the Anatolian mining history, several development steps are remarkable to be drawn attention. First, colorful minerals were collected to be used as painting material, jewels and dots. In the times that metal pottery staffs were not invented yet, copper resources being close to the earth surface were started to be extracted to use for making small objects. Thus, the first metal used by humanity is named to be copper. In the late 6th millenium BC, copper was started to be melted. In later years, the bronze whose the invention is one of the most important milestones in the metal industry was started to produce as a resut of bettered mining applications in the ancient era.

Keywords: *Old Mining, Metallurgy, Copper, Bronze, Arsenic, Tin, Gold, Silver, Lead, Iron, Anatolia*

1. Giriş

Bilim dünyası Anadolu'yu madenciliğin beşiği olarak bilmektedir. Zira madenciliğin ve metal işleme sanatının en eski örneklerini aradığımızda, yollar bizi Anadolu'ya bağlar ve bu giderek göz ardı edilemez bir gerçeğe dönüşmektedir. Anadolu'nun jeolojik yapısına baktığımızda bölgenin maden yatakları açısından zenginliği göze çarpar. Yüzeye yakın bu yatakların çoğu tarih boyunca bölgeye yerleşen toplumların bu madenlere kolayca ulaşmasını sağlayagelmiştir.

Anadolu Madenciliği'nin geçmişi ele alınırken komşu bölgelerle olan ilişkileri gözardı edilmemeli, insanlığın ilk yerleşik yaşam kalıntılarını barındıran Yakın Doğu ve Anadolu birlikte ele alınarak değerlendirilmelidir. Bu kapsamda tüm Yakın Doğu ile ilgili arkeolojik verilere baktığımızda, kuzey ve güney bölgelerde farklı gelişmeler gözlemleriz: Bölgenin kuzeyinde yer alan Anadolu bakır yatakları açısından zengindir, söz konusu yataklarda nabit bakır da bulunmaktadır. Aynı şey Kuzeybatı İran için de söylenebilir. Hal böyle olunca,

Anadolu'ya yerleşen ilk insanların üzerinden çok zaman geçmeden bakırla tanışmaları şaşırtıcı bir sonuç sayılmaz. Bu nedenle insanlık tarihinin ilk bakır ürünlerinin Anadolu'da bulunmasını bir raslantı olarak değerlendirmemek gerekir (Yalçın, 2000a; 2008; 2013a).

İnsanoğlunun tanıştığı ilk metal bakırdır. Günümüzden 10.000 yıl önce Çayönü Tepesi ve Aşıklı Höyük sakinleri, daha çanak çömlek üretimine geçmeden, yaşadıkları yörelerde doğal olarak bulunan nabit bakırı toplayıp balık oltası, iğne ve boncuk gibi küçük nesnelere üretmişlerdir.

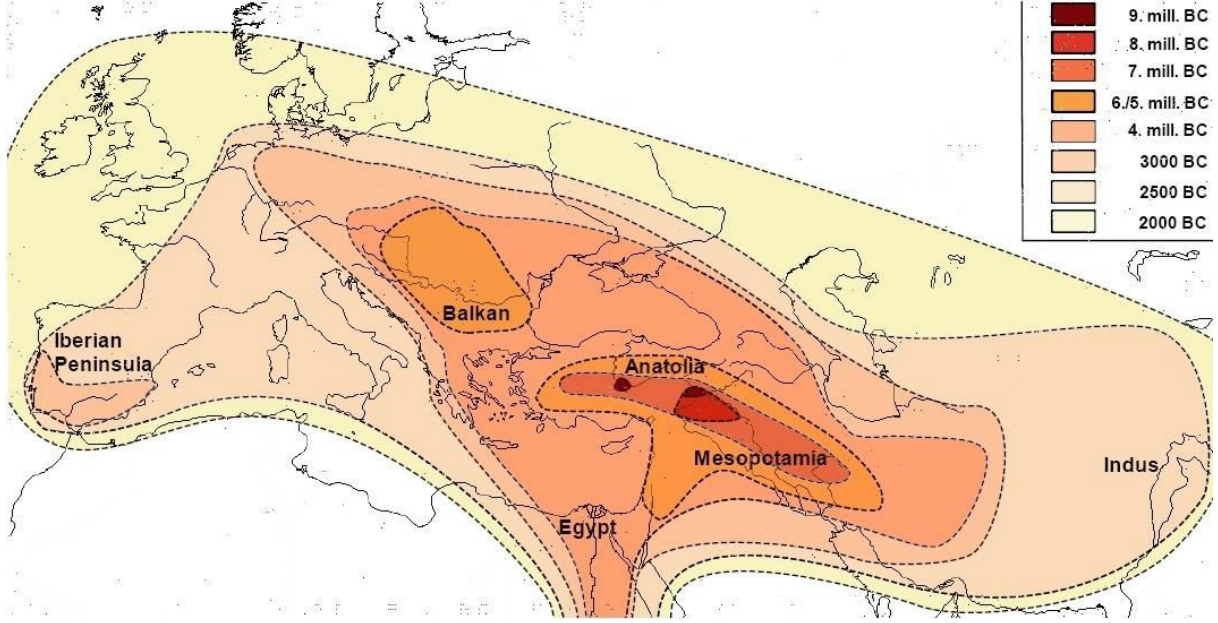
Çanak Çömleksiz Neolitik Dönem'den kalma bakır buluntulara Anadolu dışında, örneğin Suriye ve Irak'ın kuzey kesimlerinde ve İran'da da rastlamaktayız. Tell Halula, Ramad, Tell Maghzaliyeh, Tell Sotto ve Yarım Tepe gibi bazı "akeramik" yerleşim merkezlerinde nabit bakırdan oluşan ve MÖ 8. binlerin sonları ile 7. binlerin başlarına tarihlenen küçük nesnelere rastlanmıştır (Ryndina ve Yakhoutova, 1985; Tylecote, 1987; Molis vd., 2009).

Buna karşılık Levant, Ürdün ve Güney Suriye'de Neolitik Döneme ait hiç bir maden buluntuya rastlanmamaktadır. Fenan ve Timna gibi zengin bakır maden yatakları nabit bakır içermezler. Bu bölgelerde bakır yerine firuze (turkuvaz) ve malakit gibi yeşil mineraller toplanıp boya ve takı hammaddesi olarak kullanılıyordu. Bu tür buluntuların en güzel örneklerini Jericho (Eriha), Yiftahel ya da Ain Ghasal'da görmekteyiz. Söz konusu bölgede madencilik MÖ 5. binyıl sonlarında, insanların cevherden bakır ergitmesiyle başlar (Hauptmann, 2000).

2. Anadolu Madencilik Tarihi

Yukarda kısaca söz edildiği gibi, Anadolu madencilik tarihinde önemli rol oynamaktadır. İnsanın en eski metal eserlerinin Anadolu'da bulunmasının yanı sıra, madenciliğin Anadolu'dan diğer bölgelere yayıldığını da söyleyebiliriz (Şekil 1). Son zamanlarda yoğunlaşan çokdisiplinli araştırmalar madenciliğin geçmişi konusunda bilinmeyenlerin sayısını azaltmakta ve Anadolu Madencilik Tarihini kronolojik olarak çeşitli aşamalara ayırarak incelememize olanak sağlamaktadır. Buna göre Anadolu Madenciliği 5 evrede ele alınabilir (Yalçın 2000a):

1. Hazırlık Aşaması (metalsiz dönem), MÖ 8.200 öncesi
2. Başlangıç Aşaması (tek metalli dönem), MÖ 8.200 sonrası
3. Gelişme Aşaması (ekstraktif metalurjinin başlaması), MÖ 5.000 sonrası
4. Yapılanma /Deneyim Aşaması (gelişmiş metalurji), MÖ 4.000 sonrası
5. Endüstri Aşaması (Tunç ve Demir Çağları), MÖ 2.800 sonrası



Şekil 1. Madencilik yayılışı

2.1. Hazırlık Aşaması: Metalsiz Dönem (MÖ 8.200 öncesi)

Giriş kısmında da belirtildiği gibi, insanlar madenleri tanımadan önce parlak renkli mineral ve cevherleri toplayıp boya olarak kullanıyordu. Hematit ağırlıklı bu mineraller çoğunlukla kırmızı renkteydi, dolayısı ile Paleolitik Dönemden bu yana MÖ 9. binyıl sonlarına dek kırmızı rengin hakimiyetinden bahsetmek mümkün (*moda renk kırmızı*). Bu konuda en eski izlere Paleolitik ve Mezolitik Dönem’lerde kullanılmış karst boşluklarında ve mağaralarda rastlamaktayız. Bir yerleşim alanından ele geçen en eski cevher buluntusu ise Hallan Çemi (PPNA) ve Çayönü Tepesi’nde (PPNA-B) gün ışığına çıkarılmıştır.

Hallan Çemi Güneydoğu Anadolu’nun bilinen ilk yerleşimlerinden biridir. Burada Çanak Çömleksiz Neolitik Çağ’a (PPNA) ait en alt tabakada bir evin tabanında malakit parçaları bulunmuştur. M. Rosenberg’e göre malakit “pigment” olarak kullanılmak üzere toplanmıştı (Rosenberg, 1994).

Çayönü Tepesi’nin gene Çanak Çömleksiz Neolitik Çağ’a ait birinci ve ikinci kültür tabakalarında (PPNA), yuvarlak kulübelere ve ızgara planlı yapılarda, bol miktarda işlenmemiş malakite rastlanmıştır. Boncuk olarak işlenmiş malakitler ise ikinci kültür tabakasının üst kesimlerinde (PPNA-B) ve daha üst tabakalarda görülür (Özdoğan ve Özdoğan, 1999) (Şekil 2). Bu aşamada Anadolu insanı henüz bakırı tanımamaktadır. Buna göre yukarıda sözü edilen kırmızı modası sona ermekte, yerini yeşil’e bırakmaktadır (*moda renk yeşil*). Çanak çömleksiz neolitik dönemde yararlı bitkiler kulture edilir, koyun, keçi ve sığır gibi bazı hayvanlar evcilleştirilir, ve böylece avcı ve toplayıcı yaşam tarzı terkedilerek tarımla uğraşan ve üreten bir yaşam tarzına geçilir. İlkbaharda ekili tarlalar yeşermekte, doğa kendini yenilemektedir. Yeşil bereketi temsil eder ve yeni yaşam tarzının sembolü olur.



Şekil 2. Çayönü Tepesi çanak çömleksiz Neolitik Dönem malakit, obsidyen, kemik ve diğer taş boncuklar (MÖ 9. bin)

2.2. Başlangıç Aşaması: Tek Metalli Dönem (MÖ 8.200 sonrası)

İnsanoğlunun bakırla tanışması MÖ 9. binlerin sonlarına rastlar. İnsan henüz çanak çömlek üretimine geçmeden önce yüzeye yakın bakır yataklarından topladığı nabit bakırı işlemeye başlamıştır. Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu'nun ilk sakinleri topladıkları renkli mineral ve taş malzemenin yanısıra, buldukları nabit bakır parçalarını da yerleşimlere getiriyor ve onları çeşitli yöntemlerle şekillendirmeyi deniyorlardı. Ve en sonunda bakırı döverek şekillendirmeyi başardılar, bununla da kalmayıp, soğuk dövülen bakırın zamanla çatladığını, kırılıp koptuğunu, ama ısıttıklarında da bu yeni malzemenin plastik özelliğinin arttığını ve daha kolay işlendiğini gözlemlediler. Bakırı tavlayarak, yani ısıtarak dövüp levha haline getirdiler ve bu levhalardan boncuklar yaptılar; küçük iğnecikler, olta uçları elde ettiler (Yalçın ve Pernicka, 1999). Böylece insan yaşamında hem yeni bir hammadde ile tanıştı hem de bu hammaddeyi işlemek için ilk defa ısıdan yararlandı. O zamana kadar soğuktan ve yırtıcı hayvanlardan korunmak için yararlanılan ateş “teknolojik” amaçlı kullanıldı. Bu yeni “inovatif (yaratıcı)” buluşla toplumların gelişmesinde en önemli etkenlerden biri olan madencilik temel atılmış oldu. Pyroteknoloji çanak çömlek yapımından önce maden işlemede kullanıldı. Pyroteknolojinin ilk örneklerini 113 adet küçük alet ve boncuk gibi çok sayıda buluntuyla Çayönü Tepesi (MÖ 8200-7500) ve 45 adet boncukla Aşıklı Höyük'te görmekteyiz (MÖ 7800-7600; Şekil 3) (Yalçın, 2000a; Yalçın ve Pernicka, 1999).

Nabit bakır, çanak çömlekli döneme geçtikten sonra da insanlığın kullandığı tek metal olarak kalmıştır. Çanak Çömlekli Neolitik Dönem'de (PN), örneğin Çatalhöyük, Hacılar ve Niğde Tepecik'te bakırdan yapılmış küçük nesnelere bulunmuştur. MÖ 6.000 yıllarına tarihlenen Can Hasan'da bulunan topuz da nabit bakırdan yapılmış önemli örnekler arasındadır (Şekil 4). Bu dönemde ayrıca o zamana kadar bilinen hematit, malakit, azurit gibi parlak renkli bakır ve demir minerallerinin yanısıra ilk defa Galena (PbS) boncuk yapımında kullanılmıştır (Yalçın 2000a). Çanak çömleki neolitik dönemde tekrar kırmızı renklerin hakimiyeti göze çarpmaktadır. Hem üretilen çanak çömlekte hem de Çatalhöyük'te olduğu gibi duvar resimlerinde ve bezemelerde hematit, orpiment gibi kırmızı mineraller kullanılmaktadır, kırmızı modası tekrar dönmüştür ve uzun süre devam edecektir.



Şekil 3. Aşıklı Höyük bakır boncukları (MÖ 7800-7600)



Şekil 4. Nabit bakırdan yapılan Can Hasan 2b topuzu (MÖ 6000)

2.3. Gelişme Aşaması: Ekstraktif Metalurjinin Başlaması (MÖ 5.000 sonrası)

Bu aşamada ilk defa toplanılan malakit ve azurit gibi bakır cevherleri potalarda ergitilmeye başlanır. Artık pyroteknolojiye daha hakim olan bu dönemin ustaları ergitme (izabe) yoluyla elde ettikleri bakırı çeşitli yöntemlerle işliyorlardı. Potalarda kazanılan küçük bakır damlacıklarını, tekrar ısıtıp eritiyorlar, içindeki kömür, ergimemiş cevher artıkları ve pota

kırıntıları gibi yabancı maddelerden arıtıp açık kalıplara döküyorlar veya çekiçle dövülerek şekillendiriyorlardı.

Bilindiği gibi daha önceleri bakırdan boncuklar, olta gibi küçük objeler yapılmaktaydı; ancak bunlar az sayıda üretilirdi. Can Hasan topuzu bir istisna gibi görünse de nadir ve değerli bir hammadde olan bakırın törensel amaçlı kullanılmasına örnek oluşturur. Ekstraktif metallurjinin başlamasıyla, yani insanların cevherden bakır ergitme teknolojisini geliştirmesiyle, gereksinim duyulduğu kadar metal elde etme kapısı açılmış oldu. Böylece bakır balta, keski gibi aletlerin yapımında da kullanılmaya başlandı. Bunların ilk örneklerine Mersin Yumuktepe'nin XVI. kültür tabakasında, MÖ 5000-4900 yıllarında rastlamaktayız. Mersin Yumuktepe'de rulo başlı iğneler, yassı baltalar ve keskiler önce açık kalıplara dökülmüş, sonra çekiçle dövülerek son şekilleri verilmiştir (Yalçın, 2000b).

Mersin Yumuktepe'nin XVI. tabakası ile eş zamanlı olan İç Anadolu (Güvercinkaya) ve Elazığ-Altınova'daki bazı Doğu Anadolu höyüklerinde de metalurjik faaliyetlerin izlerine rastlanmıştır. Örneğin Tepecik ve Tülintepe'de izabe artıkları açığa çıkmıştır: Tülintepe'de iki parça bakır cürufu, Tepecik'te ise Pota kalıntıları ve cüruf bulunmuştur. Malatya-Değirmentepe'de ise iki adet bakır "külçe" parçası ele geçmiştir (Yalçın, 2000a).

2.4. Yapılanma/Deneyim Aşaması: Gelişmiş Metalurji (MÖ 4.000 sonrası)

Madencilik etkinlikleri MÖ 4. binlerde tüm Anadolu'da bir çığ gibi büyümeğe başlar. Hemen her yerleşimde metal ergiten ve işleyen işliklere rastlanmaktadır. Yalnız Anadolu'da değil tüm Yakın Doğu'da maden yataklarında toplanan cevherler yerleşimlere getirilmekte, gereksinim duyulduğu ölçüde ergitilip işlenmekteydi. Maden ustaları önceleri olduğu gibi sadece yüzeyden cevher toplamakla yetinmiyorlar, derinlere iniyorlar ve derine indikçe kompleks bileşimli, polimetallik cevherleri topluyorlardı. Böylece elde ettikleri maden de değişik içerik ve kalitede oluyordu. Önceleri arsenik içeren kompleks bakır cevherlerini ergitip arsenikli bakır elde ettiler ve cevherin cinsine göre ergitilen metalin bazı özelliklerinin değişkenliğini gözlemlediler. Daha sonraları ise arsenik ve bakır cevherlerini birlikte ergitmeye ve bilinçli olarak bakır-arsenik alaşımlarını yapmaya başladılar. Arsenikli bakır hem renk açısından bakırdan ayrılmakta, hem de arsenik bakırın kalitesini etkilemektedir. İçerdiği arsenik miktarına göre bakırın döküm özelliği düzelmektedir. Bunu gözlemleyen madenci ustalar örneklerini Güvercinkaya, Beycesultan, Ilıpınar, İkiztepe, Alishar, Mersin, Pulur, Arslantepe, Tülintepe, Hassek Höyük gibi birçok Anadolu yerleşiminden bildiğimiz günlük yaşamda kullanılan alet ve gereçlerin yapımında kullanmışlardı.

Son Kalkolitik Çağı kapsayan bu dönemde metal hemen her yerleşimde bulunmaktaydı. Örneğin doğuda Elazığ Altınova'da bulunan tüm höyüklerde, Kuzey Anadolu'da İkiztepe'de, İç Anadolu'da Alishar, Alacahöyük, Boğazköy ve Büyük Güllücek'te veya Batı Anadolu'da Beycesultan, Ilıpınar, Kuruçay ve Limantepe'de ele geçen maden buluntular, dönemde süre gelen yoğun madencilik gözler önüne sermektedirler (Bilgi, 2004).

Yukarıda söz edilen deneyimlerin bir sonucu olarak MÖ 4. binlerin ikinci yarısında başka madenlerle de karşılaşılır. Önce gümüş ve kurşun daha sonra altın yavaş yavaş insanlık tarihindeki yerini alır. Anadolu'da ilk gümüş buluntular Elazığ Korucutepe'de ortaya çıkmıştır (van Loon, 1978).

İşlendiği cevherin içeriğine bağlı olarak ya da bilinçli bir şekilde kazanılan bakır ve alaşımları özellikle silah yapımında kullanılmaktadır. Bu malzemeden ok ve mızrak uçları, kılıçlar, kama ve benzeri kesici aletler yapılmaktadır. Gümüş ve bakır aynı nesnede bir arada kullanılmakta, arsenikli bakırdan yapılan törensel silah ve aletler gümüşle süslenmekte veya kaplanmakta, metalden kalitesine göre bilinçli olarak yararlanılmaktadır. Birçok metalin birlikte kullanıldığı örnekler Arslantepe, Tülintepe ve Başur Höyük'ten bilinmektedir. Özellikle Arslantepe VIa yapı katına ait toplu metal buluntuları Anadolu Madenciliği açısından önemli bir yere sahiptir (Şekil 5). Toplu olarak bulunan kılıç ve mızrak uçları çift ve tek kalıp tekniklerinde dökülmüşler, kılıçların kabzası oyma yoluyla kaplama tekniğinde gümüşle süslenmiştir. Aynı dönemden kalma bir elit mezarı bol miktarda altın, gümüş, bakır ve bakır-gümüş alaşımından oluşan buluntu içermektedir (Frangipane, 2001; Hauptmann ve Palmieri, 2000).

Yine aynı döneme tarihlenen bir Tülintepe toplu buluntusunda mızrak uçlarının kalayla kaplı olduğu anlaşılmıştır (Yalçın ve Yalçın 2009). MÖ 4. bin sonlarında Tülintepe, Terim I, Troia I, Alişar I ve Tell el Cudeyde'de ilk tunç örneklerine rastlanmaktadır (Yakar, 1984; Yalçın, 2000a; Yalçın ve Yalçın, 2009).



Şekil 5. Arslantepe VIA toplu metal buluntuları (MÖ 3400-3100) (Frangipane, 2001)

2.5. Endüstri Aşaması: Tunç ve Demir Çağları (MÖ 2800 sonrası)

MÖ 3. binyılın başlarından itibaren, İlk Tunç Çağı II döneminde, madencilik alanında hızlı ve önemli gelişmeler göze çarpar. Maden ocakları artık endüstriyel olarak işletilmektedir. Cevher, galeriler açılarak yeraltından çıkarılmakta ve ocaklara yakın uygun alanlarda ergitilmektedir. Zira kükürtlü, arsenikli, antimonlu ve daha birçok kompleks element içeren cevherlerin izabesi sırasında oluşan zehirli ve kötü kokulu gazlar kent sakinlerini rahatsız etmeye başlamış ve izabe kent dışına taşınmıştır. Ayrıca üretim miktarı da arttığından, cevherin uzun mesafelerden kentlere taşınmasına gerek kalmamıştır. Ocak yakınlarında elde

edilen metal ise külçeler halinde kentlere taşınıyor veya başka bölgelere gönderiliyordu (Strahm, 1994; Yalçın, 2000a). Kentlerde kurulan işlik ve atolyelerde sadece metal işleniyor, üretimi yapılıyordu. Madencilik ocaktan imalathaneye kadar organize edilmişti. Metal ticareti ile zenginleşen yeni eliter sınıflar oluşur ve zenginliğinin simgesi olarak sarayında metal depolamaya başlar. Alacahöyük, Horoztepe, Troia ve diğer merkezlerde ele geçen metal eserler dönemin madenciliğinin doruk noktaya çıktığını göstermektedir (Şekil 6). Zamanla madencilğe dayalı ilk endüstri toplumları oluşmaya başlar, metal kültürleri doğar ve bölgesel büyük devletlerin temeli atılır. Tunçtan yapılan silahlar toplumların gelişmesi, başka bölgeleri kontrolleri altına alması sonucunu doğurur.



Şekil 6. Alacahöyük İlk Tunç Çağı kral mezarlarından tunçtan yapılmış bir güneş kursu

Arkeolojik buluntulara baktığımız zaman, kentlerdeki işliklerde pota, kalıp, külçe, yarı işlenmiş ve bitmiş ürünler göze çarpmaktadır (Müller-Karpe, 1994); cevher, ergitme fırını ya da ergitme potası ise bulunmamaktadır.

Bu dönemde madencilikte atılan en önemli adım tunç üretimi olarak gösterilebilir. Fakat tuncun kullanımı İTÇ II döneminde Mezopotamya'dan İç Anadolu ve Troia'ya kadar uzanan dar bir alan ile sınırlıdır. Bu alanın dışında kalan bölgelerde ise hala arsenikli bakır kullanılıyordu. Örneğin Alacahöyük ve Horoztepe'de tunç bilinirken, Samsun İkiztepe'de arsenikli bakır kullanılmaktadır (Yalçın, 2008).

Tunç üretimi büyük değişiklikleri de beraberinde getirdi. Ara sıra ve gereksinim nedeniyle yapılan üretim yerini seri üretime bıraktı. Döküm, tavlama, kaynak, kaplama v.s. gibi teknikler doruk noktaya ulaştı. Tuncun en yaygın olduğu Mezopotamya'da maden yataklarının olmayışı, kullanılan madenin ithalatını gerektiriyordu. Bu durum kalay için de geçerliydi. Tunç üretimi için gerekli kalay başlangıçta muhtemelen Anadolu'dan temin ediliyor daha sonraları ise ihtiyacın artmasıyla uzak mesafelerden, olasılıkla Orta Asya'dan getirtiliyordu (Yener, 2009; Yalçın, 2009; Yalçın ve Yalçın, 2009).

Endüstrileşmenin başladığı MÖ 3. binin ilk yarısında, bakır metallurjisinde kazanılan deneyimler sonunda, demir de ergitilmeye başlandı. Yakın Doğu'nun Mısır, Mezopotamya gibi bazı bölgelerinde Meteor (Göktaşı) kökenli demir bilinmekteyse de Anadolu insanı ilk defa bu dönemde hematit, magnetit, götit gibi zengin demir cevherlerini ergitmeyi ve demir elde etmeyi başardı (Yalçın, 1998). Böylece insanlığın kültürel gelişiminde yeni bir adım daha atılmış oldu. Ancak demirin ve çeliğin tunç gibi seri üretimle elde edilmesi ve hatta silah yapımında tunçun yerini alması için daha 1.500 yıl geçmesi gerekecekti. 2. binyılın sonlarından itibaren demir, halkın kullandığı metal olarak günlük hayata girmeye başladı.

MÖ 2. Binlerde Doğu Akdeniz Bölgesi ve Mezopotamya'da Hititler, Babil, Asur, Mısır ve Miken gibi bölgesel devletler oluşur ve hammadde üretimini ve ticaretini kontrol ederler. Hammadde ticareti ile zengin olan merkezler ve tacirler zenginliklerini büyük saraylar yaparak gösterirler, özel giysileriyle ayrıcalıklarını simgelerler. Bu dönemde mavi renklerin rağbette olduğu göze çarpar. Mavi kumaştan dikilmiş giysiler, Lapislazuli gibi mavi süs taşları veya mavi cam eliter sınıfın vazgeçilmezleri arasındaydı ve moda renk maviydi. Ticaret karadan denize kaymış; gemilerle tonlarca metal ve diğer hammaddeler bir limandan diğerine taşınmaktaydı (Yalçın, 2013b). Bölge devletleri ve zengin kentler hammadde kaynaklarını kontrol etmek amacıyla savaşlar yapmaya başladılar.

3. Sonuç

Anadolu dünya madenciliğinin doğduğu yerdir. İnsanlığın gelişmesinde madenin ne denli önemli bir rol oynadığı düşünüldüğünde, Anadolu'nun insanlık tarihindeki önemi bir kez daha anlaşılır. Maden ilk defa Anadolu'da kullanılmış ve madencilik buradan diğer bölgelere yayılmıştır.

Madencilik tarihine göz attığımızda madenciliğin nabit bakır işlemekle başladığını, günümüzden 10.000 yıl önce Anadolu sakinlerinin bakır külçeleri toplayıp küçük nesnelere yaptığını, Neolitik Dönem sonunda bakırı izabe yoluyla kazanmaya başladığını ve böylece ekstraktif metalurjinin temelini attıklarını görürüz. Daha sonraki dönemlerde galeriler açılarak daha derinlerdeki maden yataklarına ulaşılmış, böylece bakırın yanısıra altın, gümüş, kurşun gibi yeni metallerle tanışılmış, yeni alışmalar denenmiştir. En önemli adımlardan biri olan tunç üretiminin ve demirin ilk kullanıldığı yer de Anadolu'dur. Anadolu'nun maden yatakları açısından zenginliği ve bu yatakların birçoğunun yüze yakın oluşu gözönünde tutulursa, madenciliğin bu bölgede başlamış olması sürpriz bir sonuç sayılmaz.

Bir zamanlar nabit bakırla başlayan maden serüveni, zamanla insanoğlunun hakimiyet ve zenginlik göstergesi olmuş ve uğruna savaşlar yapılmıştır. Bugün dahi madenler ve diğer doğal hammaddeler yaşamın vazgeçilmez öğeleridir. Ne yazık ki hammadde kaynakları dünya üzerinde eşit dağılmamıştır. Bu asimetrik dağılım yine savaşlara neden olmaya devam etmektedir.

Teşekkür ve Bilgilendirme

Arkeolojik metal buluntular üzerine 1. Türkiye Tarihi Madenler Konferansı'nda sunulan "Anadolu Madenciliği" başlıklı bu giriş konuşması bildirisi başka yerlerde detaylı olarak ele alınmıştır (Yalçın, 2000; Yalçın, 2003; Yalçın, 2008; Yalçın, 2013a). Bu yazıda Anadolu

Madencilik Tarihini özetle tekrar ele almakta bir sakınca görülmemektedir. Yazar 1. Türkiye Tarihi Madenler Konferansını gerçekleştiren meslektaşlarına teşekkürlerini sunar.

Kaynaklar

Bilgi, Ö., 2004, (ed.). Anatolia, Cradle of Castings. Döktaş, İstanbul.

Frangipane, M., 2001. The Transition between two opposing forms of power at Arslantepe (Malatya) at the Beginning of the 3rd millennium. TÜBA-AR 4, 1-24.

Hauptmann, A., 2000. Zur frühen Metallurgie des Kupfers in Fenan/Jordanien. Der Anschnitt, Beiheft 11, Bochum.

Hauptmann, A. ve Palmieri, A., 2000. Metal Production in the Eastern Mediterranean at the transition of the 4th/3rd millennium: Case Studies from Arslantepe (Ü. Yalçın in ed.). Anatolian Metal I, Der Anschnitt, Beiheft 13, Bochum, 75-82.

Molist, M., Montero-Ruiz, I., Clop, X., Rovira, S., Guerrero, E., Anfruns, J., 2009. New metallurgical findings from the Pre-pottery Neolithic: Tell Halula (Euphrates valley, Syria). Paléorient, 35/2, 33-48.

Müller-Karpe, A., 1994. Anatolisches Metallhandwerk. Offa-Bücher 75, Neumünster.

Özdoğan, M. ve Özdoğan, A., 1999. Archaeological evidence on the early metallurgy at Çayönü Tepesi. The Beginning of Metallurgy (A. Hauptmann, E. Pernicka, Th. Rehren and Ü. Yalçın in eds.). Der Anschnitt, Beiheft 9, Bochum, 13-22.

Rosenberg, M., 1994. The Hallan Çemi Excavation 1993. XVI. Kazı Sonuçları Toplantısı I, 79-94.

Rydina, n.V. ve Yakhontova, L.K., 1985. The earliest copper artifact from Mesopotamia. Sovetskaya Arheologia, 155-165.

Strahm, Ch., 1994. Die Anfänge der Metallurgie in Mitteleuropa. Helv. Arch, 25, 2-39.

Tylecote, R.F., 1987. The early history of metallurgy in Europe. London.

Van Loon, M., 1978. Korucutepe, Vol. 2. Amsterdam (Allard Pierson Foundation, Studies in Ancient Civilization).

Yakar, J., 1984. Regional and local schools of metalwork in Early Bronze Age Anatolia. Anatolian Studies, 34, 59-86.

Yalçın, Ü., 1998. Frühe Eisenverwendung in Anatolien. Istanbul Mitteilungen, 48, 79-95.

Yalçın, Ü., 2000a. Anfänge der Metallverwendung in Anatolien. Anatolian Metal I (Ü. Yalçın in ed.), Der Anschnitt, Beiheft 13, Bochum, 17-30.

Yalçın, Ü., 2000b. Frühchalkolitische Metallfunde von Mersin-Yumuktepe: Beginn der extraktiven Metallurgie?. TUBA-AR 3, 111-130.

Yalçın, Ü., 2003. Metallurgie in Anatolien. Man and Mining (Th. Stöllner, G. Körlin, G. Steffens ve J. Cierny in eds.), Studies in honour of Gerd Weisgerber on occasion of his 65th birthday. Der Anschnitt, Beiheft 16, Bochum, 527-536.

Yalçın, Ü., 2008. Ancient Metallurgy in Anatolia. Ancient Mining in Turkey and the Eastern Mediterranean (Ü. Yalçın, H. Özbal ve A.G. Paşamehmetoğlu in eds.), Ankara, 15-42.

Yalçın, Ü., 2009. Stratejik ‘önemi olan’ bir metal: Kalay. TÜBA-AR 12, 99-103.

Yalçın, Ü., 2013a. Anadolu Madenciliği (Mining in Anatolia). III. ODTÜ Arkeometri Çalıştayı, Ankara, 2013, 17-28.

Yalçın, Ü., 2013b. Geç Tunç Çağında Küreselleşme. Aktüel Arkeoloji, 2013, 44-57.

Yalçın, Ü., Pernicka, E., 1999. Frühneolithische Metallurgie von Aşıklı Höyük. The Beginning of Metallurgy (A. Hauptmann, E. Pernicka, Th. Rehren ve Ü. Yalçın in eds.). Der Anschnitt, Beiheft 9, Bochum, 45-54, Taf. II-IV.

Yalçın, Ü., Yalçın, H.G., 2009. Evidence for early use of tin at Tülintepe in Eastern Anatolia. TUBA-AR 12, 123-142.

Yener, K.A., 2009. Strategic industries and tin in the Ancient Near East: Anatolia Updated. TUBA-AR 12, 143-154.

The Significance of Historical Mining Sites as Cultural/Heritage Resources – A Case Study of Zilan Historical Mining Site, Erçiş, Van, Turkey

Tarihi Maden Yerlerinin Kültürel/Miras Kaynak Olarak Önemi – Zilan Tarihi Maden Yeri Örneği, Erçiş, Van, Türkiye

Yusuf Ateş

Süleyman Demirel University, Mining Engineering Department, Isparta, 32260 Turkey
Email: yusufates@sdu.edu.tr

Abstract

Historical mining and mining-related industrial sites have been the focus of increasing attention by the scientific community in recent decades. These sites are valuable as archeological and historical resources and can be made more attractive if developed in relation to mining heritage, culture, and geo-tourism. They have not been explored in detail to date because their large scale, physical structure, remote locations, and information content is unique and unfamiliar to most archeologists and museum specialists. In the absence of a full assessment of significance by museums and archeologists, contemporary human activities could destroy the records confined in these sites for obtaining some short-sighted immediate human needs. This study examines some factors of measurement of attractiveness of such sites, which museums, archeologists and miners should consider before dismissing the sites altogether as their areas of interest. Two sites from Turkey, a very well-known Yesemek Stone Quarry and Sculpture Workshop and a newly discovered Zilan Historical Mining Site in Erçiş (Van, Turkey) are used as an illustrative examples. This examination shows importance of the Zilan site and an urgent need for critical studies evaluating the site with a balance between preserving mining heritage, containment of environmental risks, tourism, and rural development.

Keywords: Historical Mines, Mining heritage, Resource assessment, Geotourism, Open-air museums

Özet

Madencilik ve madencilikle bağlantılı tarihi-endüstriyel alanlar son yıllarda bilim dünyasının ilgisinin giderek arttığı konular arasında yer almaktadır. Bu alanlar arkeolojik ve tarihi kaynaklar olarak değerli olup, madencilik mirası, kültür ve jeo-turizm temalarıyla değerlendirildiğinde daha çok ilgi çeker hale getirilebilirler. Bu güne kadar detaylı olarak incelenmemelerinin nedenleri arasında fiziksel olarak büyük boyutta olmaları, büyük yerleşim yerlerinin dışında olmaları ve taşıdığı önemin birçok arkeolog ve müze uzmanlarının ilgisinin dışında kalması sayılabilir. Bu alanların önemine yönelik, arkeolog ve müze uzmanlarının katkılarıyla, detaylı bir değerlendirilme yapılmadıkça alanların bünyesindeki değerli bilgiler kısa vadeli güncel insan ihtiyaçları doğrultusundaki faaliyetler sonucu yok olacaktır. Bu çalışmada müzeciler, arkeologlar ve madencilerin söz konusu alanlarının önemini ortaya çıkarmak amacıyla dikkate alması gereken bazı kriterler incelenmektedir. Çok iyi bilinen Yesemek Açık Hava Taş ve Heykel Müzesi (Gaziantep) ile yeni keşfedilen Zilan Tarihi Maden Alanı (Erçiş, Van) alan örnekleri olarak kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmeler yeni bulunan Zilan Tarihi Maden Yerinin önemini ve bu yer ile ilgili olarak acil ve ciddi bilimsel çalışmalar yapılması gereğini ve

çalışmalar yapılırken de madencilik mirası, çevresel risklerin sınırlandırılması, turizm ve kırsal kalkınma boyutlarının dengeli bir şekilde gözetilmesi gerektiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Tarihi madenler, Madencilik mirası, Kaynak değerlendirme, Jeo-turizm, Açık hava müzeleri

1. Introduction

Historic industrial sites are valued globally, because they bare clues about processes that evolved the technology and society of today. The historical mining sites are special cases of industrial sites, because they contain not only architectural, but also landscape elements related to geography and topography (Conesa et al., 2008). According to UNESCO (2005), the cultural landscapes “are illustrative of evolution of human society and settlement over time, under influence of the physical constrains and/or opportunities presented by their natural environment and of successive social, economic, and cultural forces, both external and internal”. The historical mining sites fit this definition well. These sites may also be considered as mining heritage sites; where the term “heritage” is to mean a number of different kinds of phenomena, including cultural, artistic, archeological, historical, religious, military, scenic (including mining landscape) (Edward and Coit, 1996; Conesa et al., 2008). All of these phenomena are capable of generating cultural touristic activities and economic opportunities. Thus, the historical mining sites could advance the development of tourism by touching people’s curiosity and creating excitement. As a result, the number of open-air museums cultivating the concept of heritage/cultural tourism are on the rise. The mining sites are mostly located in open areas, such as in a valley or at a slope of a mountain; as such, their touristic development is suitable to open air type museums, but not to traditional in-building museum concepts.

As a land of many civilizations, Turkey has numerous historic sites, many of which are functional today as open-air museums. Efes, Hattuşa, Nemrut, and Göreme are only a few examples of such sites that are famous world-wide, each attracting millions of visitors every year. The income generated contributes not only to the economic and social wellbeing of the current generation, but also helps the sites to be protected for the benefit of future generations. In Europe, the popularity of open air museums is best proved by the fact that in 2004, there were 500 million museum visitors in the 25 countries of the European Union (Rentzhog, 2007). This number is higher than the whole population of the European Union and 33% of these people visited open air type museums. Consequently, the significance and social prestige of open air museums cannot be queried; the existing cultural policy and social dialogue must always deal with this important segment of culture.

Historical mining and mining-related industrial tourism is not as extensive as general heritage tourism, but it has been the focus of increasing attention by the scientific community in recent decades (Hardesty, 1990; Edwards and Coit, 1996; Rybar, 2010; Tuğcu, 2012). Along this attention worldwide, increase in demand for certain minerals and related revitalization of mining can create problems for historical mining sites as cultural resources, because increases in the demand and prices of certain commodities could make these long-abandoned sites potential profitable mining sites, once again. Furthermore, mining of these areas by surface mining methods can be more attractive in such circumstances because it allows mining profitably from

surface to deeper levels without resorting to more costly underground methods. However, removing tens to hundreds of meters of earth from surface to uncover the ore destroys the archeological record. To save the record, and yet benefit from the ores, requires cooperation of specialists from various areas, among them museum specialists and archeologists who can assess the significance of the site in cooperation with the counterparts in mining and metallurgical fields.

In this article some factors of measurement of cultural attractiveness of historical mining sites, which museums and miners should consider before dismissing the sites altogether as their areas of interest, are explored. Two sites (Figure 1) are used as illustrative examples: the well-known Yesemek Stone Quarry and Sculpture Workshop (Gaziantep, Turkey) and the recently discovered Zilan Historical Mining site in Erçiş (Van, Turkey).



Figure 1. General location map

2. Significance of mining and processing sites

A site is considered as significant if “it has yield or is likely to yield information in history or prehistory” (Hardesty, 1990). This information can be related to the evaluation of demography, technology, economics, social organization, or ideology, such that it can be used to reconstruct aspects of the sites during historical and pre-historical times (Table 1). In a historical mining site, remnants of any mining activity become important sources of information. Shaft tunnels, drifts, stockpiles, chips left from ore enrichment operations, and slags are all significant when evaluating a site. Any organic material left over from food, wooden utensils, or tool parts are particularly useful in dating the facility and assessing social life at the place.

Several models have been developed to systematically evaluate a historical mining site. According to one model, the following are major elements to consider: uniqueness of the site and objects in the site, conditions of the site and objects, accessibility of the site, existing scientific and professional publications, availability of information, safety criteria, visual value, value of provided service, and individual objects found at the site (Rybar, 2010).

Mining/Processing Remnants	Objects	Evaluation Processes	Areas of significance	Implications
-Slugs -Stone chips (heaps) -Tunnels -Shafts ..	-Wood -Ceramic objects -Metal objects	-Dating -Historical background -Mining/processing -Archaeometry -Cosmogenic studies	- Product(s) -Demography -Technology -Economy/Trade -Social organization -Cultural organization	-Reconstructing & Understanding past form of the site -Understanding current -Implications for future

Table 1. Major components that may be found in a historical mine site and their significance

2.1. Yesemek Stone Quarry and Sculpture Workshop (YSQSW) – An example of a historical mining and processing site currently operated as an open air museum

One of the best-known examples of open-air museums about historical mining and processing is the Yesemek Stone Quarry and Sculpture Workshop. Yesemek was first discovered by Felix Von Luschan in 1890 while he was excavating Zincirli (Sam'al). Between 1958 and 1961, the site was excavated by a team under the leadership of Prof. Dr. Bahadır Alkım. It is an ancient stone mining and processing center, with 100 000 m² areal extent, is located at about 23km distance from Islahiye, Gaziantep, Turkey. The ancient basalt quarry, and more than 300 lion, sphinx and mountain god sculptures with various degrees of finishing on the slopes of Karatepe, are the main attractions of the site (Figure 2). Each weighing 15-500 tonnes (Aktüel archeology, 2012), the exact function of these sculptures (Figures 2-5) are still not known (Tuğcu, 2012). They likely belong to the Late Hittite Era and may have been manufactured for other centers of the empire, transported to and finished on locations where they would be erected permanently (Aktüel archeology, 2012). Some highlights about this ancient stone workshop are listed below:

History

- *Most of the sculptures are dated from the 10th century through to the 8th century B.C. Yesemek sculptures cannot be dated later than the 12th century B.C. (the informational plate at the site, Tuğcu, 2012)*
- *In terms of iconographic features, the unfinished sculptures from Yesemek show similarities with Hittite art. The thesis (Tuğcu, 2012) offers the suggestion that the Yesemek stone quarry and sculptural workshop was operated under Hittite control, and was dated to the reign of Suppiluliuma II.*

- *The presence of unfinished sculptures at Yesemek indicates that the works at the sites were interrupted for some reason.*

Functionality

- *The absence of finds such as pottery and tools from the quarry site indicates that the site was used only as quarry and sculpture workshop rather than a residential area.*

Society

- *The type of work carried out at Yesemek required a highly organized authority that was strong both economically and politically.*
- *The sculptures at the site might have been intended to be used to build a monumental open-air sanctuary to the gods of Hattians and Hurrians.*



Figure 2. General view from slopes of Karatepe (Photo: Y. Ateş, 2004)



Figure 3. Scattered sculptures at the Yesemek site



Figure 4. Sculptures at various level of finishing



Figure 5. Gate lion (from Tuğcu, 2012; Photo: Murat Akar)

2.2 Zilan Valley Historical Mining and Processing Site – A site waiting to be evaluated/developed as a heritage site

The Zilan Valley Historical Mining and Processing Site is located in the Zilan Valley, close to the Hasanabdal Village, north of Lake Van (Figure 6). This historical mining area was discovered by chance in 2007 during a trip to the valley by the author and was first described in the mining/metallurgical literature by Ates and Kılıç (2012). The mining complex is accessed by leaving the paved highway and turning west from the hot springs facilities near Hasanabdal Village to an unpaved seasonal road. This road runs through the north flank of a small valley with a creek running approximately in a west to east direction and joining the Zilan River. The remnants of the historical mining facilities are located on both sides of this small valley.

Further information about the significance of the site as an indicator to the mining wealth of the area, and its role in archeology of Anatolia is provided elsewhere (Ates, 2013a; 2013b). Here, an introduction to its potential as a heritage/cultural site and as an open museum is offered.

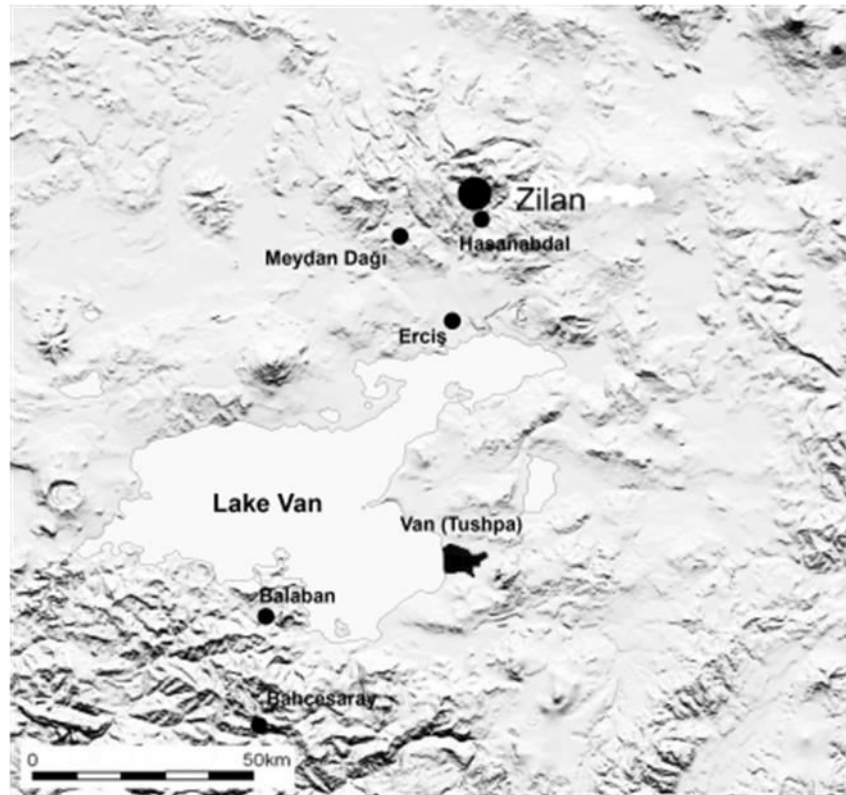


Figure 6. Location of the Zilan Valley

The Hasanabdal village is connected to the town of Erciş, near northern shores of Lake Van, via a paved highway. One of the oldest settlements known around Erciş, called “Zernişan Kale” by local people (“Zernaki Tepe” by Burney 1958), is situated at the entrance of Zilan Valley. The word “zern-” in its name, in Persian, means “golden” and “kale” means fortress. The establishment of the settlement was dated to the Urartian era by Burney (1958), but Sevin (1997) concluded that it should rather belong to the times of Shapur the Great (241-272 AD) of the Sassanid dynasty.

2.2.1. Mining and processing landscape at the site

The mine dates from some time pre-1546 to medieval times. It is highly likely that the mine was operated during the Byzantine Empire, either by the state or privately under state control (Speros, 1962). The mine then was abandoned as the central power weakened, or during a period of confusion, either by slave workers of the state, or by the designated owners. (Ates and Kiliç, 2012).

The specific mining and processing descriptions of the facilities (Figures 7 – 9), as found today, are also given by Ateş and Kılıç (2012). Among these, there is a rectangular well, in fact a mining shaft, in one location with 1.4x2.5m cross-sectional dimensions that narrows down to a 1x1m square dimension at about 2m-depth. Another one of the rectangular shafts, sunk from a steep rock slope to follow a near vertical ore vein, gently spirals down with its bottom invisible. Its total depth could not be determined at this time but from the sound of falling debris on water, is estimated to be at least 10 m.



Figure 7. Examples of structures from the Zilan Site



Figure 8. Examples of structures from the Zilan Site.

According to Ateş and Kılıç (2012), the Zilan Valley Mining and Processing Complex was mining and processing pyrolusite (MnO_2), barium or both. Barite is very dense and even hand sized pieces feel heavy, but easily crushed. These properties make it ideal for forming a heavy mud that is used to line the holes drilled during oil exploration today. However, barite is also used as an additive in paint, and this mineral is the source for barium which has applications in glassmaking and medicine. Therefore, in the context of an ancient mine, mining barite for use in paint making, glass-making, and for medicinal purposes is more likely.



Figure 9. Examples of structures from the Zilan Site.

2.2.2. Opportunity for mining heritage tourism

A summary of the remnants and objects found at the Zilan Valley Mining and Processing Complex, suggested evaluation processes for their identification, and their significance and implications for future is presented in Table 2. The site needs to be explored further to understand its history, functionality and it's a societal context. If developed, the site offers an opportunity to benefit from rising tourism demands in the area of industrial/heritage/cultural tourism, especially if developed as a part of the rich surrounding historical sites, such as the Zernaki Tepe. The development should adhere to other policies that target the protection and development of natural and cultural resources (Külahçı, 1993).

Mining/Processing Remnants	Objects	Evaluation Processes	Areas of significance	Implications
-Stone chips (heaps) -Tunnels -Shafts ..	None so far	-Dating -Historical background -Mining/processing -Archaeometry -Cosmogenic studies	- Product(s) -Demography -Technology -Economy/Trade -Social organization -Cultural organization	-Reconstructing & Understanding Urartian-Byzantine-Ottoman -Extrapolating/ understanding current -Implications for future: Museum/Mining

Table 1. Major components of the Zilan site and their implications

3. Concluding remarks

The historical mining and processing sites are valuable resources that must be protected from adverse effects of weather, pollution, and short-sighted industrial development. The Zilan site is valuable, because it exhibits a stage in mining-metallurgy-archeology within a cultural area of the world. It bears an exceptional testimony to a cultural tradition and a civilization. It is an outstanding example of a type of technological ensemble which illustrates a significant stage in human history and it has become vulnerable under the impact of irreversible change.

There is a recent upswing in coal mining (and in Turkey, precious metal mining, especially gold) that can impact historic mining areas. In addition, mine reclamation and clean-up efforts often threaten historically significant mines. Although well-intended, these clean-up activities could contribute to the loss of significant resources.

The sites similar to Zilan site can provide a larger and complete picture about mining-metallurgy-archeology of the region that cannot be assembled from smaller pieces at traditional museums. Having the larger picture, the origin of piece can be traced to whole at the site. Without understanding the processes of mining, processing, enrichment, smelting, transportation molding/forming to suit a particular use, the objects contained in museums cannot serve the new paradigm adopted by modern museums which is inclusive and proactive, rather than exclusive and reactive.

Such sites can also be dangerous if left uncontrolled; people are known have been killed at such sites elsewhere in the world because of presence of deep shafts and long tunnels with loose rocks and soil above (e.g.: Colorado Division of Reclamation Mining & Safety, 2015). Furthermore,

there may be an environmental risk, which yet to be assessed, that may be contained by preservation of the site.

There is no known institutional control or supervision for the Zilan site. Thus, there is an urgent need for critical studies evaluating the site with a balance between preserving mining heritage, containment of environmental risks, tourism, and rural development.

References

Ates Y., Kiliç, S., 2012. A report on the medieval mining and ore processing complex: Zilan Valley, Van, Turkey. *Journal of Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 12(2), 105-115.

Ateş Y., 2013a. Urartu'lardan Osmanlı'ya Van Gölü Havzası metal madenciliğine genel bakış ve Zilan Vadisi tarihi maden yeri buluntusu. *Türkiye Arkeolojisinde Metal: Arkeolojik ve arkeometrik çalışmalar*. Orta Doğu Teknik Üniversitesi. 3-5 Ekim 2013. *Bildiriler Kitabı* s. 56-68.

Ateş Y., 2013b. Historical mining and processing centers in the Van Province of Eastern Anatolia: Rediscovered. *Mining Turkey*, 2(4), 52-55.

Burney, C., 1958. Eastern Anatolia in the Chalcolithic and Early Bronze Age. *Anatolian Studies* VIII, 157-209.

Conesa, H.M., Schulin, R., Nowak, B., 2008. Mining landscape: A cultural tourist opportunity or an environmental problem? The case study of the Cartegana-La Union Mining District (SE Spain). *Ecological Economics*, 64, 690-700.

Colorado Division of Reclamation Mining & Safety, 2015. <http://mining.state.co.us/Programs/Abandoned/Tourist/Documents/DRMS062StayoutStayAliveBrochureFINAL.PDF> (Accessed 18.05.2015).

Conlin, M.V., Jolliffe, L., (Eds.), 2010. *Mining heritage and tourism: A global synthesis*. Routledge press.

Edwards, J.A., Coit, J.L., 1996. Mines and Quarries. *Industrial Heritage Tourism*. *Annals of Tourism Research*, 23(2), 341-363.

Hardesty, D.L, 1990. Evaluating Site Significance in Historical Mining Districts. *Historical Archeology*, 24(2), 42-51.

Külahçı, M., 1993. Tourism in the Southern Anatolia Project (GAP): Yesemek quarry and sculpture workshop. *Anatolia*, 4(3), 28-30.

Rybar, P., 2010. Assessment of attractiveness (value) of geotouristic objects. *Acta Geoturistica*, 1(2), 13-21.

Rentzhog, S., 2007. Open Air Museums. The history and future of a visionary idea. Kristianstad, p. 532.

Sevin, V., 1997. Van / Zernaki Tepe: On the Urartian Grid Plan once again. *Anatolica*, 13, 173 - 80.

Tuğcu, A., 2012. Yesemek Stone Quarry And Sculptural Workshop. MSc. Thesis, Middle East Technical University.

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization), 2013. Operational Guidelines for the Implementation of World Heritage Convention. <http://whc.unesco.org/en/guidelines/> (accessed 04.06.2015).

Antik Madencilik Çerçevesinde Nif Dağı Kazıları

Nif Mountain Excavations in the Frame of Ancient Mining

Daniş BAYKAN

Trakya Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Klasik Arkeoloji Anabilim Dalı, Edirne;
e-mail: *danisbaykan@gmail.com*

Özet

Bu çalışmada Batı Anadolu kazılarında özellikle de Nif Dağı Kazısı'nın Karamattepe sektöründeki maddi kültür kalıntılarının oluşum süreci demirin madenden çıkarılışından bir nesne haline getirilişine kadar geçirdiği süreç, Nif Dağı Kazısı örnekleriyle sunulacaktır. İzmir kent merkezinin hemen doğusunda yer alan ve İstanbul Üniversitesi'nden Prof. Dr. Elif Tül Tulunay başkanlığında yürütülen Nif Dağı Araştırma ve Kazıları, Buca, Bornova, Torbalı ve Kemalpaşa ilçelerinin sınırlarında kalmaktadır. İlk yedi yılını tamamlayan kazılar güneydoğu yamaçtadır. Nif Dağı kazılarının Karamattepe, Ballicaoluk, Başpınar ve Dağkızılca çalışma alanlarında iki bine yakın metal buluntu ele geçmiştir. Tasnif sırasındaki yoğunluk ve cins dağılımında, çoğunluğun Karamattepe'den demirler olduğu anlaşılmıştır. Nif Dağı Araştırma ve Kazıları kapsamında tespit edilen Karamattepe metal işliğinin demircilikle ilişkisi, işlik kullanımının başlangıcının ve kullanıldığı sürecin siyasal nedenleri tartışılacak, tarih, tipoloji ve analoginin kullanımıyla bu kültürel farklılığın kökeni için bazı önerilerde bulunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Antik demir madenciliği, arkeometalürji, Karamattepe, M.Ö. 6. yüzyıl, Nif Dağı Kazısı örnekleri.

Abstract

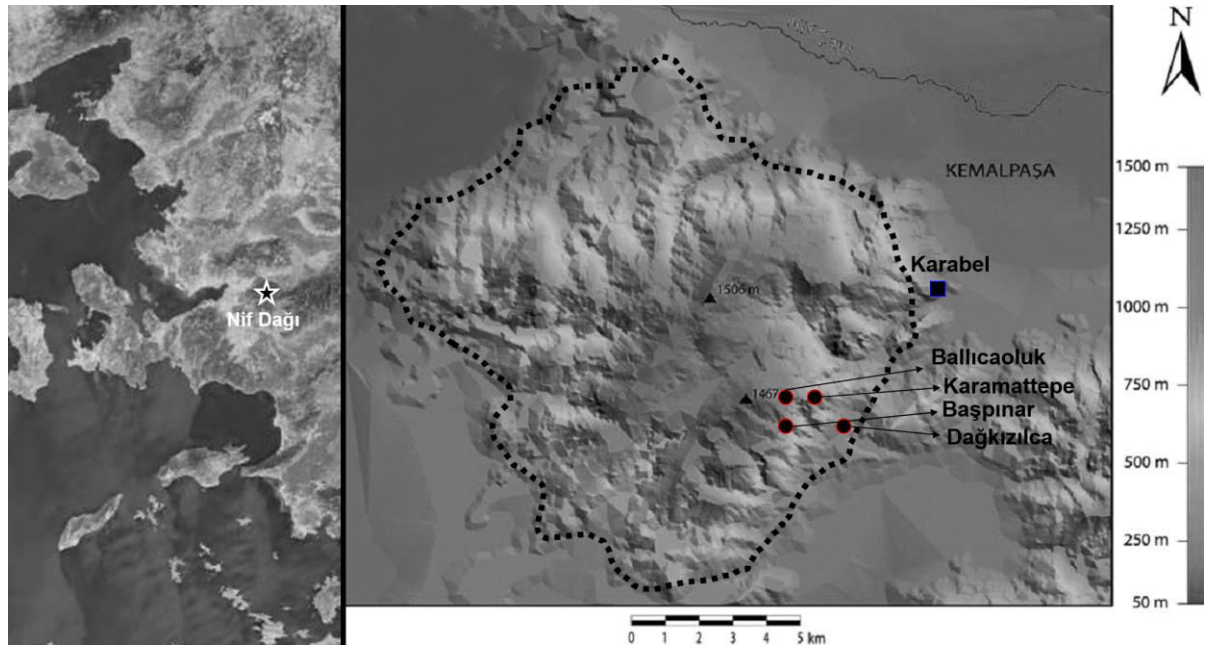
In this study, cultural heritages from Nif Mountain excavations, particularly from Karamattepe branch are presented dealing with the stages of ancient iron works from mining to making objects. Nif Mountain research and excavations in İzmir city, which are supervised by Prof. Dr. Elif Tül Tulunay from the Istanbul University are within the borders of Buca, Bornova, Torbalı and Kemalpaşa districts. The excavations that have started 7 years before are being continued at southeast side of the area, nowadays. About 2000 metal findings were obtained from Karamattepe, Ballicaoluk, Başpınar and Dağkızılca excavation sites. The biggest part of the metal findings is iron products from the Karamattepe excavation site. The metal processing area found within the Nif Mountain researchs and excavations was related with the ancient ironworking, and the political situations effect on the works at Karamattepe was discussed. The origin of some cultural diversities was suggested using the history, typology and analogy.

Key Words: *Ancient iron mining, Archeometallurgy, Karamattepe, 6th Century B.C., Nif Mountain Excavation samples.*

1. Giriş

İzmir'in kent merkezinin hemen doğusundaki Nif Dağı'nın kuzeyini Sipylos Dağı; doğusunu Tmolos Dağı sırası (Bozdağlar) sınırlar (Şekil 1). Prof. Dr. Elif Tül Tulunay başkanlığında dağın güneydoğu yamacında yürütülen ve ilk dokuz yılını tamamlayan Nif (*Olympos*) Dağı Kazıları, Karamattepe, Ballicaoluk, Başpınar ve Dağkızılca çalışma alanlarında sürdürülmektedir (Tulunay, 2006; Tulunay, 2007; Tulunay, 2008; Tulunay, 2009; Tulunay,

2010; Tulunay, 2011; Tulunay, 2012a; Tulunay, 2012b; Tulunay, 2013; Tulunay, 2014; Tulunay, 2015).



Şekil 1. Nif Dağı'nın ve Kazı Alanlarının Yerleri

Saptanan üretim atıkları arasında, cevherler, fırın atıkları, fırın çıktıları, şekillendirme aşamasında kalmış parçalar, külçeler ve tamamlanmamış objeler bulunmaktadır. Karamattepe'de arkeometalürji açısından bunlardan daha da önemlisi biri 2011, diğeri 2012 yılında bulunan iki metalürji fırınıdır. Fırın ve yakın çevresindeki ana kaya zemindeki oyuklara ve taş objelere üretim aşamalarında sırayla değinilecektir. M.Ö. 8 ila 6. yüzyıllar arasına tarihlenen Karamattepe yerleşim alanı, M.Ö. 4. yüzyılda kısa süreli bir mezarlık olarak kullanılmıştır. Konu edilen maddi kültür kalıntılarının tümü yerleşim evresine aittir. Bir metalin kaynağından cevher olarak çıkışından bir nesne haline gelişine kadar geçirdiği süreç (genellenerek); madenin bulunması; yüzeyden toplama veya maden yatağından çıkartma; cevheri zenginleştirmek için yıkama, kavurma ve ufalama; ergitme; fırın; cüruf ve kömür karışımı ara hammaddenin elde edilmesi; fırın dışına alma; fırın sonrası işlemler; döküm ve dövme teknikleri; şekillendirme; külçe ve/veya nesne yapımı şeklinde özetlenebilir.

2. Karamattepe Kazıları ve Bulgular

Karamattepe'de bakır ve kurşun metalürjisi haricinde alanın genelini kapsayan ve her aşamasından verisi olan asıl metal üretimi demirdir. Yakınıımızdaki demir cevher alanlarından ve eski demir madeni işletmelerinden Torbalı'nın Taşkesik, Dağkızılca, Arıkbaşı ve Yazıbaşı (Hortuna) köylerini bilmekteyiz (Siclen, 1934; Pilz, 1938; Poldini, 1937; Ceccatty, 1936; Granigg, 1936; Lucius, 1928; Calame, 1956; Calame, 1958; Oelsner, 1938). Bunlardan Yazıbaşı köyü kuzeyindeki bir süre işletilen maden yatağının belli oranda bakır ve altın da içermesi önemlidir. 2011 yılında Balıcaoluk'ta saptanan demir cevher damarının, Karamattepe'dekilerin kaynaklarından olup olmadığı ileriki çalışmaların analiz sonuçlarıyla kesinleşecektir. Cevherlerin diğeri metalürjik buluntularla birlikte laboratuvar incelemeleri 2015 kazı sezonu sonrasında Trakya Üniversitesi TÜTAGEM laboratuvarında başlayacaktır.

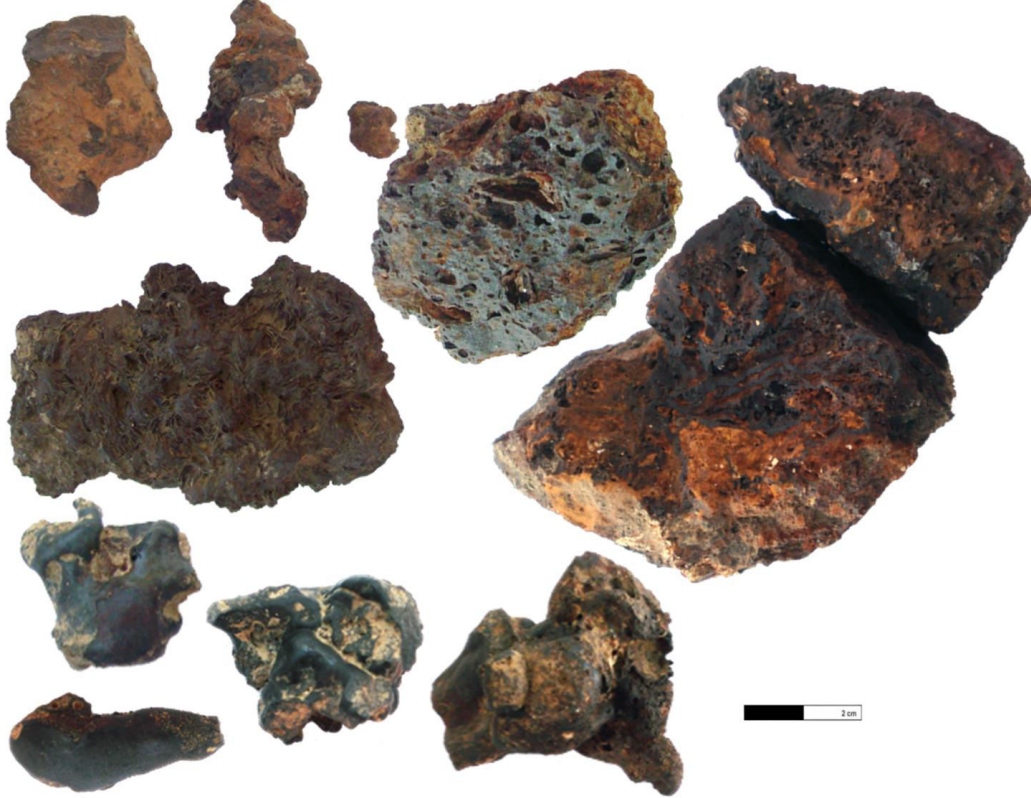
Hammaddenin, iri gözenekli yabancı maddelerden ayrılarak saflaştırılması için cevher hazırlama taşlarında dövülmesinde Karamattepe’de kullanılmış olabilecek, biri 4 ila 11 cm çaplarında on çukurlu, diğeri ana kayaya çakılı ve tek gözlü cevher hazırlama taşları ile sadece bir yüzünde aşınma, kırılma ve çukurluklar bulunan sert ve çoğu küresel formlu çay taşları ele geçmiştir (Baykan, 2013a). Karamattepe’de bakır, kurşun ve demir metalürji verilerinin aynı anda bulunması nedeniyle, cevher hazırlama taşlarının hangi metalürjik faaliyete ait olduğu Sayın Ergun Kaptan tarafından yürütülen çalışmalarla kesinlik kazanacaktır. Bu uygulamalardaki amaç ayırıştırma, ufalama ve zenginleştirme sonucunda daha az ısıyla daha kaliteli ürün elde edilmesidir. Karamattepe’nin güney doğusundaki alan, ana kayaya oyulmuş bazı çukurlar ve su kanalları nedeniyle cevher yıkamayla ilişkilendirilebilir. Fırın öncesi işlemlerden biri de cevherin kavrulmasıdır. Kavurma işlemi az miktardaki hammadde (cevher) üzerine yığılan odun ve çalıkların ateşe verilmesi şeklindedir. Metalürji fırınlarının (en azından demir fırınlarının) gereken ısıya çıkması için mutlaka odun kömürü gereklidir. Metalürjik faaliyet alanının seçiminde yakacak açısından orman yakın olmak da önem taşımaktadır. Karamattepe’nin bulunduğu alan ve yakın çevresi günümüzde bile iğne yapraklı geniş doğal orman alanlarıyla çevrilidir. Karamattepe’de, yanmış, bazıları kireçleşerek beyazlamış taşların bulunduğu ve mimarinin görülmediği bir alanın cevher kavurma işleminde veya odun kömürü yapımında kullanılmış olması muhtemeldir.

Bahsedilen aşamalardan sonra asıl ergitme aşaması yani fırının yakılması gelmektedir. Bu aşamaya örnek olarak Karamattepe’de tespit edilen her ikisi de tabanları çukursuz ve zemin seviyesinden ağız açıklığına sahip fırınların ilki (Baykan, 2013a), iç çapı 37 cm, korunmuş yüksekliği 20 cm, cidar kalınlığı 3,5-5 cm arasındadır; biri 11 cm diğeri 5,5 cm olmak üzere iki açıklıklıdır. İkinci fırın, iç çapı 41-44 cm, dış çapı 53-56 cm, cidar kalınlığı 4-7 cm arasındadır; dışı iri pişmiş toprak kap parçalarıyla desteklenmiştir; 9 ile 10 cm arasında açıklığa sahiptir (Baykan, 2013b). Her ikisi de Cleer’in tipolojisine göre, B grubunun 2.1 tipine giren fırınlardır (Cleere, 1972). Gerek fırınların görselleri gerekse koruma onarım önlemleri konusunda, bu cilt içerisindeki Ceren Baykan’ın “Nif Dağı Kazısı Metal İşleme Fırınlarının Korunması” başlıklı çalışmasına bakılabilir.

Fırınların gerekli ısıya çıkmasında bazı yöntemler geliştirilmiştir. Bunların en basit ve sık kullanılanı üfleç ve nefesle yapılan körüklemedir. Üfleme çubuğu için saz, kamış gibi organik malzemeler kullanıldığından ateşle doğrudan temas ettiği alana ve bazen de üfleme yapılan uca üfleç denilen pişmiş toprak başlıklar takılmıştır. Kültepe Tunç Çağ üfleçleriyle Osmanlı üfleçleri çok benzerdir (Kulakoğlu, 2011; Yazıcı ve Ermiş, 2011). Karamattepe pişmiş toprak buluntuları arasında geleneksel formda iki adet üfleç parçası tespit edilmiştir. Ayrıca çok sayıda fırın üretim atıkları da ele geçmiştir (Baykan, 2013a). Oddy ve Swaddling (1985) tarafından Karamattepe’de birinci fırının yakınında bulunan disk formlu bir taşın, vaso resimlerinden bilinen fırın üzerindeki bir kabın kapağı olabileceği bildirilmiştir. Kömürün oksijensiz bırakılarak ısıtılması anlamına gelen karbonizasyonun, Karamattepe’de denendiğine delil olarak, neredeyse sıvılaşmış bazı demir içerikli kütleler gösterilebilir.

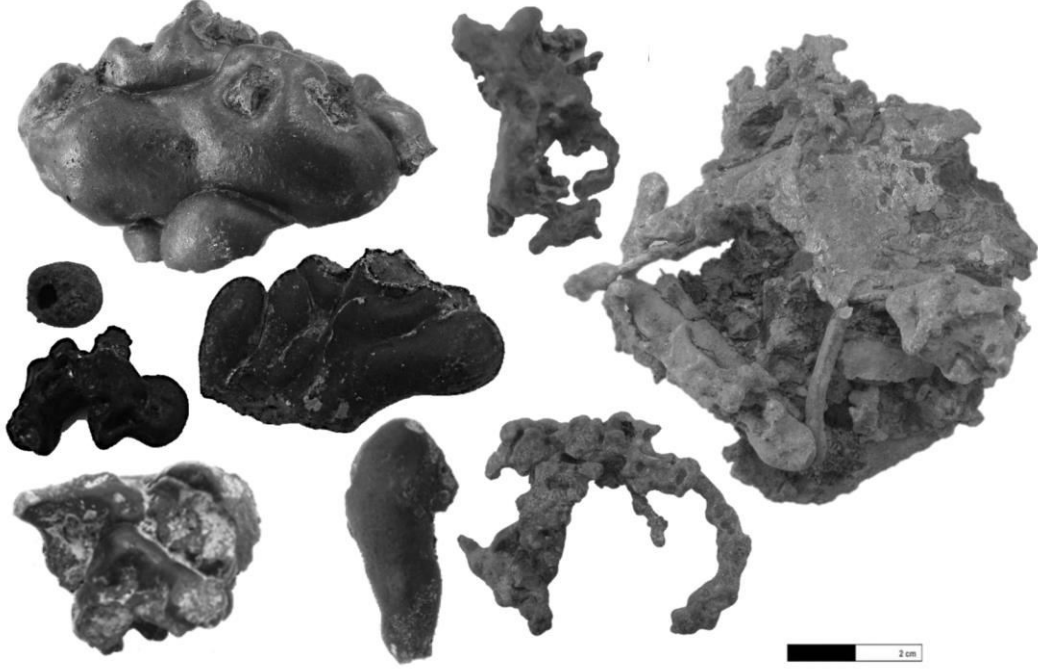
Demir metalürjisinde pota hiçbir aşamada kullanılmadığından, ergitme sonrasında, cüruf ve kömür parçacıklarını da içeren süngerimsi demir kütle, fırın ağzından ya da üstünden çıkartılmaktaydı. Üste doğru daralan bazı ergitme fırınlarının, süngerimsi kütlenin alınması sırasında kısmen yıkılması gerekebiliyordu. Karamattepe’de fırından çıktığı haliyle dövülmeden kaldığı kesitlerinde barındırdıkları hava boşluklarından anlaşılan, demir fırın çıktıklarına rastlanmıştır. Fırın içerisinden çıkartılan süngerimsi kütle sıcakken dövülerek hem yabancı parçalarından arındırılır hem de yapısı bütünleştirilerek gözeneksiz hale getirilir.

Karamattepe’de dövme aşamasında kalan parçalar ve dövme atıkları da ele geçmiştir (Şekil 2). Klazomenai demirci işliğinde muhtemel ocak alanının hemen yanındaki örs taşı gibi Karamattepe’deki bir demirci işliği mekânında da çay taşı bir örs saptanmıştır (Ersoy, 2007; Yalçın ve Cevizoğlu, 2011; Cevizoğlu ve Yalçın, 2011). Çaytaşı örs üzerinde dövüldüğü için içbükey görünüm alan dairesel külçelerden Karamattepe’de bulunmuştur. Üretim sürecinde bu işlemlerden sonra yapılmak istenen malzeme ya doğrudan dövülerek şekillendirilir ya da son şekli daha sonra verilmek üzere uygun külçelere dönüştürülürdü. Karamattepe’de tüm ve kesilmiş örnekleri ele geçen dörtgen kesitli geleneksel demir külçelerin benzerleri, M.Ö. 7-6. yüzyıldan, M.S. 2. bin başlangıcına kadar geleneksel şekilde devam etmektedir (Stölner, 2008; Pleiner ve Bjorkman, 1974).



Şekil 2. Metal Üretim Artıklarından Örnekler

Tüm bu arkeometalürjik verilerin (Şekil 3) kesin saptanmış üç metale (bakır, kurşun, demir) ait olduğunu düşünebiliriz. Üretim aşaması tamamlanmadan kalan bakır/bronz ve demir objelerin analogik ve tipolojik karşılaştırması yapıldığında aslında bu üretimlerin eş zamanlı olduğunu söylemek çok zordur. Aksine bakır/bronz üretiminden arta kalan ve tipolojisi belirlenebilen tek buluntu bir fibulaya aittir ve en geç M.Ö. 7. yüzyıl sonu veya M.Ö. 6. yüzyıl başına aittir (Şekil 4). Tipoloji veren kurşun yarı mamul obje henüz saptanmamıştır, saptanan külçe tipi ve genel dağılımı göz önünde bulundurulduğunda bakır/bronz metalürjisiyle eş zamanlı olduğunu ileri sürmek mümkündür. En çok yarı mamul obje demir metalürjisine aittir ve en erken M.Ö. 6. yüzyılın son çeyreğine tarihlenir. Daha açık söylemek gerekirse bakır/bronz (ve muhtemelen kurşun) metalürjisi ile demir metalürjisi uygulamalarının arasında en az 75 yıl vardır. Bu iki aşamayı ilk ve ikinci metalürjik faaliyet dönemi olarak adlandırmak ve mevcut verilerin hangisine veya hangilerine girdiğinin netleştirilmesi ileriki çalışmalar için de önem taşımaktadır.



Şekil 3. Metal Üretim Artıklarından Örnekler



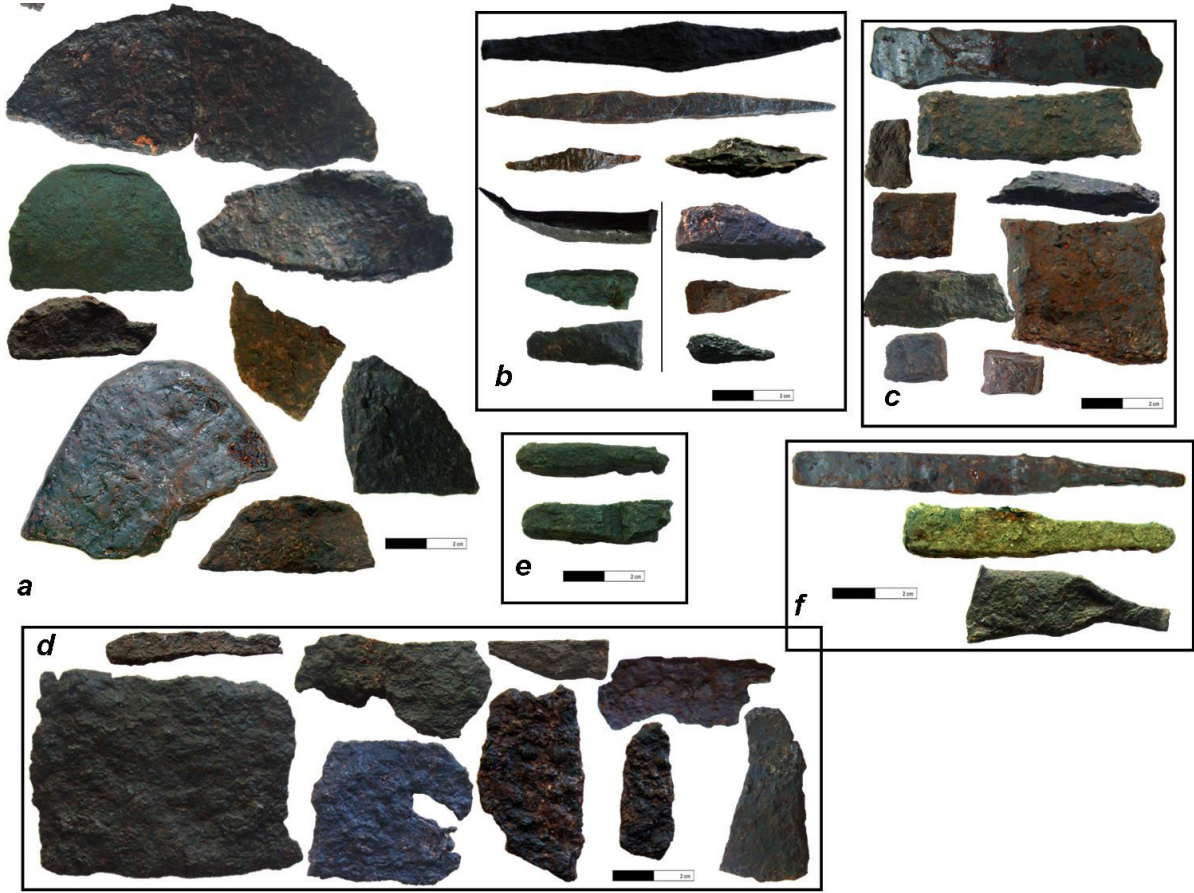
Şekil 4. Bakır ve Bronz Üretim Atıkları

Yukarıda da bahsedilen ve ayrıntılı incelemesi Sayın Ergun Kaptan tarafından yapılacak olan cevher zenginleştirme taşları ve muhtemelen bunlarla bir kullanılan ezme taşları, demir için kullanılmamış olup ilk metalürjik faaliyet dönemine ait olmalıdır. Karamattepe’de bir ocağın kenar taşı olarak kullanılan bir yüzü yoğun sürtünme nedeniyle aşınmış bir taş, birçok maden sahasında farklı ölçülerde saptanmış cevher hazırlama taşlarından ve muhtemelen diğerleri gibi ilk metalürjik faaliyet dönemine ait olmalıdır. Karamattepe arazisinin tamamı ana kaya tabana oturmaktadır ve bu taban üzerindeki renk değişimleri de bazı bilgiler verebilmektedir. 2009 yılında araziden alınan ana kaya parçaları üzerinde bazı denemeler yapılmış; Dağkızılca köyündeki ekmek fırınına yerleştirilen bir parçanın bir hafta sonra çıkarıldığında yüzeyinde

bir kızıllaşma olduğu saptanmıştır. Bu deneysel uygulamayla da kanıtlandığı gibi yoğun ısıya maruz kalan ve aslında sarımtırak olan ana kaya rengi kısmen kızıllaşmaktadır.

Sınırlı mimari verilerin yanı sıra ana kaya üzerindeki oyuk ve çukurlar da bazı ipuçları barındırmaktadır. Kenan Tepe’de M.Ö. 1. bin başlarına tarihlenen arkeometalürji alanında bazı çukurların kül, bazılarınınınsa çay taşı ve konglomera içerikli olduğu tespit edilmiştir. Karamattepe örnekleri de hem şekilsel hem de içerik olarak daha ayrıntılı ele alınmaktadır. Bu nedenle ana kaya oyuk ve çukurlarına yönelik bir tipoloji oluşturulmakta ve her tipin olası işlevi belirlenmeye çalışılmaktadır. Şu anki bilgilerimiz dâhilinde su kanalı yakınındaki su tutma çukurları, mekân içi tavlama amaçlı dairesel su çukurları, küçük dairesel ahşap dikme oyukları, nispeten büyük ve bazen dörtgen olasılıkla cevher ve kömür depolama amaçlı çukurlar, fırın yakınında muhtemel kül çukurları, büyük depolama küplerinin oturtulması için açılan çukurlar bulunmaktadır.

Karamattepe’de ne tür demir malzeme üretildiğinin daha iyi anlaşılabilmesi için imalat sırasında yarım kalan ürünlerin tespit edilmesi gerekmiştir (Şekil 5). Tipoloji ve analoji çalışması tamamlanan ve 4 tip altında değerlendirilen yüzlerce demir ok ucunun her tipine ait yarım kalmış, imalatı tamamlanmamış örnek tespit edilmesi ve bunların yarı mamul nesnelere çoğunluğunu oluşturması en önemli saptamalardan biridir (Baykan, 2012). Ok uçları haricinde yarım kalan ürünler arasında kalın iğne ve kesici gibi buluntular da vardır. Analojik olarak M.Ö. 6. yüzyılın ikinci yarısına tarihlenen bu malzemelerin, Pers ordusu tarafından, batı ilerleyişleri sırasında kullanılmış olması gerektiği daha önce de teklif edilmişti (Baykan, 2012). Karamattepe’de varlığını bildiğimiz M.Ö. 8-6. yüzyıl yerleşimi, Sardeis’in alınışından sonra bölgenin Pers himayesine geçmesi ile demir üretim alanına dönüştürülmüş ve birinci metalürjik faaliyet döneminden ikinci metalürjik faaliyet dönemine geçilmiş olmalıdır.



Şekil 5. Demir Külçe ve Dövme Aşaması Verileri

3. Sonuç

Karamattepe'deki Batı Anadolu'nun ilk ve en erken metalürji fırınları şimdiye kadar bilinenler arasında mimarisi yerinde korunmuş ve bu tipteki fırınların en erken örneklerindedir. Karamattepe kazıları kapsamında bir Pers mühimmat imalathanesi ve demir metalürjisi için erken bir tarih olan M.Ö. 6. yüzyıla ait üretimin her aşamasından örnekler barındıran eksiksiz bir kontekst saptanmıştır.

Katkı Belirtme

Kazının metal eserlerinin yanı sıra arkeometalürjik verilerini de yayınlamama izin veren Kazı Başkanı ve değerli Hocam Prof. Dr. Elif Tül Tulunay'a ve eserlerin koruma onarımı ile çizimlerini yapan sevgili eşim Öğr. Gör. Ceren Baykan'a (MA), Balıcaoluk metal ve metalürji verileriyle yakın analogi yapabilmemi destekleyen Yard. Doç. Dr. Müjde Peker'e içten teşekkürlerimi bildirmek isterim. Nif Dağı Kazı çalışmaları dâhilindeki metal ve metalürji çalışmaları, 2013 ve 2014 yıllarında Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (TÜBAP) biriminin yürütücülüğümdeki TÜBAP 2013/71 numaralı ve "Anadolu'nun M.Ö. 1. bin metal kullanım verilerinin saptanması ve korunması" başlıklı projesiyle, Temmuz 2015 sonrasında ise yine aynı birimin 2015/91 numaralı ve "Batı Anadolu ve Trakya bölgeleri arkeometalürji ve arkeometri araştırması" başlıklı projesiyle desteklenmektedir. Çalışmaların sonucuna katkı sağlayacağını umduğumuz tüm analiz ve yüzey incelemeleri bahsi geçen projeler kapsamında Trakya Üniversitesi TÜTAGEM laboratuvarında yapılacaktır.

Kaynaklar

Baykan, D., 2012. Nif (Olympos) Dağı Kazısı Metal Buluntularının Tipolojik ve Analitik Değerlendirmesi 27. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, Ankara, 231-246.

Baykan, D., 2013a. Batı Anadolu'dan Yeni Arkeo-metalürjik Veriler 28. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, Ankara, 191-204.

Baykan, D., 2013b. M.Ö.1 Bin Batı Anadolu Demirciliğine Ait Yeni Veriler. III. ODTÜ Arkeometri Çalıştayı: Türkiye Arkeolojisinde Metal: Arkeolojik ve Arkeometrik Çalışmalar (Ed. P.Ayter, Ş.Demirci, A.M.Özer), Ankara, 157-165.

Cevizoğlu, H., Yalçın, Ü., 2012. A Blacksmith Workshop in Klazomenai. *Ancient Near Eastern Studies*, 39, 73-97.

Cleere, H., 1972. The Classification of Early Iron-Smelting Furnaces. *The Antiquaries Journal*, 52(1), 8-23.

Ersoy, Y., 2007. Notes on History and Archaeology of Early Clazomenae. *Frühes Ionien Eine Bestandsaufnahme, Panionion - Symposium Güzelçamlı, Milesische Forschungen 5*. Philipp von Zabern Yayınları, 149-178.

Kulakoğlu, F., Kangal, S., (Ed.) 2011. Anadolu'nun Önsözü Kültepe Kaniş Karumu Asurlular İstanbul'da. İstanbul.

MTA 136, 1967. Türkiye Demir Yatakları. Ankara, 66-68.

Oelsner, O., 1938. İzmir Civarında Torbalı'daki Demir Cevheri Zuhuratu Hakkında Rapor. Maden Teknik Arama Rapor numarası: 1556.

Calame, J., 1958. Torbalı Hortuna Demir Cevheri Yatağı. Maden Teknik Arama Rapor numarası: 2482.

Calame, J., 1956. Menderes Masifinin Güney Kısmının Demir Cevheri Yatakları. Maden Teknik Arama Rapor numarası: 2485.

Lucius, M., 1928. Torbalı Demir Cevheri Yatağı Hakkında Rapor. Maden Teknik Arama Rapor numarası: 424.

Granigg, B., 1936. Demir Sanayi Türkiye: Bazı Demir Zuhurları Raporları. Maden Teknik Arama Rapor numarası: 463.

Ceccatty, R., 1936. Torbalı Demir Jismanı Tetkikatı Hakkında Malumat. Maden Teknik Arama Rapor numarası: 465.

Poldini, E.M., 1937. İzmir Vilayetindeki Torbalı Yatağına Yapılan Ziyaret Hakkında Rapor. Maden Teknik Arama Rapor numarası: 483.

Pilz, R., 1938. Torbalı Demir Hakkında Rapor. Maden Teknik Arama Rapor numarası: 498.

Siclen, M., 1934. Büyük Ve Küçük Menderes Nehirleri Mıntıkasında Altınlı Mispikel Damarları. Maden Teknik Arama Rapor numarası: 503.

Oddy, W.A., Swaddling, J., 1985. Illustrations of Metalworking furnaces on Grek vases, Furnaces and Smelting Technology in Antiquity. British Museum Yayınları, Londra, 43-57.

Pleiner, R., Bjorkman, J.K., 1974. The Assyrian Iron Age: The History of Iron in the Assyrian Civilization. Proceedings of the American Philosophical Society, 118(3), 283-313.

Stölner, T., 2008. Montan-Archaeology and Resaerch on Old Mining: Just a Contribution to Economic History?. Anatolian Metal IV (Ed. Ü. Yalçın), Bochum, 149-178.

Tulunay, E.T., 2006. Nif (Olympos) Dağı Araştırma Projesi: 2004 yılı Yüzey Araştırması. 23. Araştırma Sonuçları Toplantısı, Cilt 2, Ankara, 189-200.

Tulunay, E.T., 2007. Nif (Olympos) Dağı Araştırma Projesi: 2005 Yılı Yüzey Araştırması. 24. Araştırma Sonuçları Toplantısı, Ankara, 351-362.

Tulunay, E.T., 2008. Nif (Olympos) Dağı Kazı ve Araştırma Projesi: 2006 Yılı Kazıları. 29. Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt 3, Ankara, 79-98.

Tulunay, E.T., 2009. Nif (Olympos) Dağı Kazı ve Araştırma Projesi: 2007 Yılı Kazıları. 30. Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt 3, Ankara, 411-426.

Tulunay, E.T., 2010. Nif (Olympos) Dağı Kazı ve Araştırma Projesi: 2008 Yılı Kazıları. 31. Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt 3, Ankara, 387-408.

Tulunay, E.T., 2011. Nif (Olympos) Dağı Kazı ve Araştırma Projesi: 2009 Yılı Kazıları. 32. Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt 3, 405-423.

Tulunay, E.T., 2012. Nif (Olympos) Dağı Araştırma ve Kazı Projesi: 2010 Yılı Kazısı. 33. Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt 3, Ankara, 147-171.

Tulunay, E.T., 2012. Smyrna (İzmir) Yakınlarında Birçok Kültürü Barındıran Dağ: Nif (Olympos). CollAn XI, 81-99.

Tulunay, E.T., 2013. Nif (Olympos) Dağı Araştırma ve Kazı Projesi: 2011 Yılı Kazısı. 34. Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt 2, Ankara, 233-252.

Tulunay, E.T., 2014. Nif (Olympos) Dağı Araştırma ve Kazı Projesi: 2012 Yılı Kazısı. 35. Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt 2, Muğla: MSKÜ Basımevi, 343-357.

Tulunay, E.T., 2015. Nif (Olympos) Dağı Araştırma ve Kazı Projesi: 2013 Yılı Kazısı. 36. Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt 3, Ankara, 695-717.

Yalçın, Ü., Cevizoğlu, H., 2011. Eine Archaische Schmiedewerkstatt in Klazomenai. Anatolian Metal V (Ed. Ü. Yalçın), Bochum, 85-89.

Yazıcı, N., Ermiş, M., 2011. Demirköy Fatih Dökümhanesi Kazısı. Türk Eskiçağ Bilimleri Enstitüsü Haberler, 32, 37-38.

Nif Dağı Kazısı Metal İşleme Fırınlarının Korunması

Preservation Procedure of the Metal Furnaces in Nif Mountain Excavations

Ceren Baykan

Trakya Üniversitesi, Şehit Ressam Hasan Rıza GSMYO Mimari Restorasyon Programı, Edirne
e-mail: cerenbaykan@trakya.edu.tr

Özet

İstanbul Üniversitesi'nden Prof. Dr. Elif Tül Tulunay başkanlığında yürütülen Nif Dağı Araştırma ve Kazıları, Buca, Bornova, Torbalı ve Kemalpaşa ilçelerinin sınırlarında kalmaktadır. Proje kapsamında Karamattepe, Ballicaoluk, Başpınar ve Dağkızılca alanlarında kazı çalışmaları sürdürülmektedir. Dört farklı kazı alanında sürdürülen çalışmalardan Karamattepe mevkiinde yoğun olarak metal üretim atıkları ve verilerine rastlanmıştır. Bu alanda 2011 ve 2012 yılları çalışmalarında Anadolu metalurji tarihi açısından önemli fırın kalıntıları tespit edilmiştir. Bu çalışma, metal üretim fırınlarının malzemesi, durumu ve buluntu koşullarının değerlendirmesi ile kazı süreci, koruma, sağlamlaştırma aşamalarını, ayrıca belli dönemlerde tekrarlanan gözlemlerin sonuçlarını içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Arkeometalurji, Fırın, Koruma, Metal, Nif Dağı Kazısı, Onarım

Abstract

The Nif mountain researches and excavations being managed by Prof. Dr. Elif Tül from Istanbul University are being carried out within the borders of Buca, Bornova, Torbalı and Kemalpaşa districts of Izmir city of Turkey. In the project, the excavations have been performed in four different locations of Karamattepe, Ballicaoluk, Başpınar and Dağkızılca. In Karamattepe, high amount of the metal production waste and important furnaces for the Anatolian metallurgy history were come across in 2011 and 2012. This study comprises investigation of the metal furnace materials, assessment of finding conditions and excavation processes, preservation and reinforcement work stages and outcomes from regular observations.

Key Words: *Archaeometallurgy, Conservation, Furnace, Metal, Nif Mountain Excavation, Restoration*

1. Giriş

İzmir'in kent merkezinin hemen doğusundaki Nif Dağı'nın kuzeyini Sipylos Dağı, doğusunu Tmolos Dağı (Bozdağlar) sırası sınırlamaktadır. Prof. Dr. Elif Tül Tulunay başkanlığında dağın güneydoğu yamacında yürütülen Nif (Olympos) Dağı Kazıları Karamattepe, Ballicaoluk, Başpınar ve Dağkızılca çalışma alanlarında sürdürülmektedir. Bu kazı alanlarından Karamattepe, metal buluntu grubuyla ve metal üretim verileriyle dikkati çekmektedir (Baykan, 2012). Karamattepe kazı alanındaki yerleşim, M.Ö. 8 ilâ 6. yüzyıllar arasına tarihlenmektedir; daha sonra M.Ö. 4. yüzyılda kısa süreli bir mezarlık olarak kullanılmıştır (Tulunay, 2006-

2015). Çalışmanın konusu olan fırınlar da Karamattepe'nin yerleşim dönemine yani Arkaik Döneme aittir. Karamattepe'de arkeometalurji açısından son derece önemli, biri 2011, diğeri 2012 (Baykan, 2013b) yılında bulunan iki metal fırını tespit edilmiştir (Baykan, 2013a; Baykan, 2013b).

Maddi kültür kalıntıları arasında cevherler, fırın atıkları, fırın çıktıkları, şekillendirme aşamasında kalmış parçalar, külçeler ve tamamlanmamış objeler gibi üretim atıkları ve demir üretim verileri haricinde kurşun ve bakır/bronz üretimine ilişkin veriler de saptanmıştır (Baykan, 2012). Karamattepe yerleşim alanı buluntusu fırınlar tespit edildikleri andan itibaren belgelenmiş, dikkatle açılarak ortaya çıkarılmış ve bazı kısımları sağlamlaştırılarak koruma altına alınmıştır.

2. Metal işleme fırınları

Karamattepe'de biri 2011'de (1 numaralı fırın), diğeri 2012'de (2 numaralı fırın) tespit edilen metal üretim fırınlarının (Şekil 1) ikisinin de tabanları çukursuz ve zemin seviyesinden açıklığa sahiptir. 1 numaralı fırının (Şekil 2), iç çapı 37 cm, korunmuş yüksekliği 20 cm, cidar kalınlığı 3,5-5 cm arasındadır; 11 cm ve 5,5 cm olmak üzere iki açıklığa sahiptir (Baykan, 2013a). 2 numaralı fırının (Şekil 3) iç çapı 41/44 cm, dış çapı 53/56 cm, cidar kalınlığı 4-7 cm arasındadır; dışı iri pişmiş toprak kap parçalarıyla desteklenmiştir; 9 ilâ 10 cm arasında bir açıklığa sahiptir (Baykan, 2013b).



Şekil 1: Karamattepe metal işleme fırınlarının arazide konumu



Şekil 2: Karamattepe 2011 yılı buluntusu metal işleme fırını



Şekil 3: Karamattepe 2012 yılı buluntusu metal işleme fırını

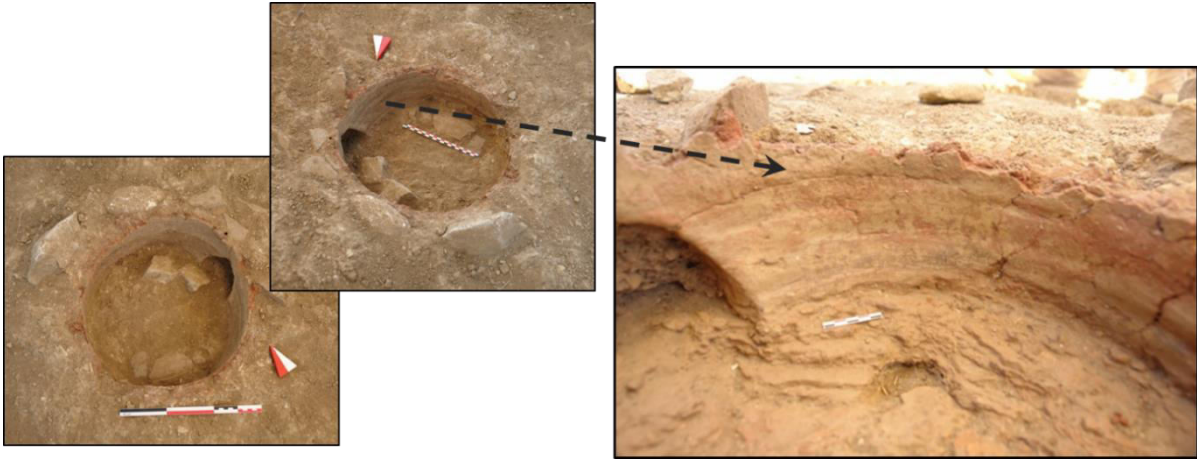
Arkeolojik eserlerin koruma ve onarımı arkeoloji çalışmalarının temel bölümlerinden biri olarak ele alınmalı, uzman ve uygulayıcılarıyla sürdürülmelidir. Özellikle arazide koruma, sabitleme ve gerek duyuluyorsa sağlamlaştırma koruma onarım uzmanı tarafından veya gözetiminde gerçekleştirilmelidir. Buluntu yerinde gerçekleştirilen uygulamalar buluntunun durumu ve ortam koşulları ile oluşabilecek değişiklikler göz önünde bulundurularak sürdürülmelidir. Koruma onarım uzmanının arazide bulunması, buluntuda kazı sonrasında ortam değişimi sebebiyle oluşabilecek bozulmaları yavaşlatmayı, mümkünse de durdurmayı sağlayacaktır. Kazı sonucu oluşan ortam değişimi son derece yıpratıcı etkiler doğurabilir; bu durum buluntuya ve ortama uygun yöntem ve müdahalelerle önlenabilmektedir. Nif Dağı Kazısı'nda gerçekleşen bilimsel kazı süreci içerisinde arazide buluntuya göre gerek duyulduğunda gerçekleştirilen sabitleme, sağlamlaştırma müdahaleleri buluntuların daha sağlıklı bir şekilde korunabilmelerini sağlamaktadır. Çamur sıva fırınların buluntu yerinde korunması gibi arazide koruma onarım uzmanının müdahalesini gerektiren durumlarda ve arazide pasif ve aktif koruma aşamaları çalışma sürecimizde gerçekleşmiş ayrıca sonraki kazı sezonlarında uygulamalar kontrol edilmiştir. Uygulama aşamalarında öncelikle uygun çalışma koşulları sağlanmıştır (Şekil 4).



Şekil 4: Arazide oluşturulan uygun çalışma koşulları

3. Buluntu anı / ilk müdahale

Fırınlara yüzeye çok yakın tespit edilmiştir. Toprakta görülen kıvılcımsı renk farkı fırınların tespit edilmesini kolaylaştırmış ve uzmanlar eşliğinde kazısı gerçekleştirilmiştir. 1 numaralı fırın içten kızıl topraktan çamurla elle sıvanmış, sıvayan kişinin parmak izleri fırın içinde net olarak görülmektedir (Şekil 5). Nispeten 2 numaralı fırından daha iyi durumdadır.



Şekil 5: Çamur sıvamayla oluşturulmuş 1 numaralı fırın

2 numaralı fırının cidarı, yüzeyi ve dış dolgu toprağı korunarak yavaş yavaş kontrollü şekilde içi boşaltılmış ve fırın içerisine yerleşmiş kılcal bitki kökleri kesilerek temizlenmiştir (Şekil 6-7). Fırın içinde bulunan ve muhtemelen üst kısımlarına ait olabilecek parçalar iç dolgunun boşaltılması sırasında tespit edilmiş, temizlenerek yerinde korunmuştur. Ani ortam değişimi ile hızlı nem kaybı yaşanmaması için gölgede sürdürülen çalışmada jeotekstil örtülerle de kısmî koruma sağlanmıştır.



Şekil 6: Fırınlara iç dolgusu ve bitki köklerinin kontrollü temizliği



Şekil 7: Fırınlara temizlik çalışmaları

4. Koruma

4.1. Aktif koruma

Buluntu fırınlar ortaya çıkarıldığı yıl içinde durum tespitleri yapıp, bu doğrultuda sağlamlaştırılmıştır. Orijinal yerinde olmaları ve yine buluntu yerinde korunduklarında asıl önemini sürdüreceği düşüncesiyle ayrıca fırınların birer mimari örneği olarak taşınmaz eser kapsamında olmaları nedenleriyle yerlerinde korunmaları uygun görülmüştür.

İçlerindeki toprak dolgu ve kılcal bitki köklerinden temizlenen fırınlarda yapılan gözlem sonucu çamur fırınların sağlamlaştırılma ihtiyacı olduğuna karar verilmiştir. Suyla hazırlanan sağlamlaştırıcının püskürtme, bazı bölgelere emdirme (enjekte etme) ve yüzeye fırçayla sürme yöntemleriyle kısmen dayanımı zayıf fırını oluşturan çamur iç yüzeye ve cidarların üst kısımlarına sağlamlaştırıcı emdirilerek yapısı güçlendirilmiştir (Şekil 8). Toprağın nem hareketine ve malzemeye uyum gösteren bir sağlamlaştırıcı olması sebebiyle Primal AC 33 kullanılmıştır. Sağlamlaştırıcı uygulama süreci belirli aralıklarla ve malzemenin emiş hızına göre sürdürülmüştür. Böylece yapılan aktif korumayla fırın malzemesi sertleştirilerek daha dayanıklı hale getirilmiştir.



Şekil 8: Püskürtme, emdirme ve sürme yöntemleriyle sağlamlaştırıcı uygulaması

4.2. Pasif koruma

Fırın gibi içi boş mimari buluntuların yerinde korunması, iç ve dış desteklerle mümkün olabilmektedir. Bu nedenle en azından iç veya dış dolgunun orijinalinin korunmasının mümkün olduğu zamanlarda, orijinal dolgunun sıkışmışlığından ve sertliğinden faydalanılmalıdır. Fırınlara gerek ölçü, gerekse açıklıklar ve olası içeriği gibi arkeolojik kayıt bilgilerin edinilebileceği asıl kısım dıştansa iç kısım olduğundan, kazı başkanlığının da uygun görüşleri alınarak dış kısımlarda belli miktarda orijinal dolgu bırakılmıştır. Karamattepe fırınlarının ikisinin de dışlarında orijinal dolgu toprağının bırakılmış olması, hem yerinde korumayı kolaylaştırmış, hem de daha sağlam tutulmalarına olanak sağlamıştır. Kazı dönemi sonlarında fırınların içleri de doldurularak önlem alınmaktadır. Kazı dönemleri sonrasında alana girebilecek büyük ve küçükbaş hayvanların olma ihtimali nedeniyle de yapılacak uygulamalarda iç ve dış koruyucu dolgular büyük önem taşımaktadır. Karamattepe fırınlarındaki kazı sırasında dış dolgunun kazılmama kararı, bu tip uygulamalarda son derece önemlidir. Başta alınan bu önlem nedeniyle fırınlar sadece içten ve belli bir seviyeden, sonra da üstten desteklenerek kışa hazırlanmaktadır. Yapılacak bu hazırlıklarla, yukarıda bahsedilen nedenler haricinde, fırınların arazide olumsuz hava koşullarından etkilenmemesi, bilinçli veya bilinçsiz çevresel davranışlar sonucu dağılması amaçlanmıştır.

Tüm belgeleme işlemleri tamamlandıktan sonra fırın içleri tamamen dere kumuyla doldurulmuştur. Kesitleri de örtecek kadar doldurulan dere kumuyla birlikte zeminle bir seviyeye gelip örtülen fırınlar ve etrafı, 2 m x 2 m genişliğinde bir alanı kaplayacak büyüklükte kesilmiş dayanıklı, nem geçirgenliği olan jeotekstil (doğal ve sentetik reçineden yapılmış elyaf) örtü ile kaplanmış ve elenmiş toprakla tekrar kapatılmıştır (Şekil 9). Bu işlem iki kat uygulanmış ve olası dış etkilere karşı fırınlar koruma altına alınmıştır. Belli bir kalınlığa ulaşan kum ve jeotekstil tabakalarının üzerine hafif ama sağlam olan yerel kireç taşı plakalar dizilmiş ve hareket etmemeleri için araları elenmiş toprakla tamamen doldurulmuş ve üzerleri de kapanacak şekilde gömülmüştür.



Şekil 9: Buluntu yerinde korunan fırınların koruyucu üst örtü dolgusuyla kapatılması

Fırınlara özel yapılan bu kapatma işlemi haricinde, Karamattepe kazı alanının tamamı her yıl kazı dönemi sonunda jeotekstil örtü tabakasıyla kaplanmaktadır (Şekil 10).



Şekil 10: Karamattepe alanının tamamının sezon sonunda koruyucu örtüyle kapatılması

1 numaralı fırın geçtiğimiz üç kazı döneminde ve 2 numaralı fırın geçtiğimiz iki kazı döneminde yapılmış olan uygulamaların kontrolü ve belgelenmesi için tekrar açılmıştır. Bu kontroller sırasında özellikle sertleştirme uygulamasının yeterliliği ve devamlılığı gözlemlenmektedir. Ayrıca her seferinde kılcak köklerin gelişim gösterip göstermediği kontrol edilmekte ve yeni oluşumlar varsa ince temizlikleri tekrarlanmaktadır. Koruma ve onarım uygulamalarında en önemli nokta; yapılan uygulamaların zaman içerisinde gözlemlenmesi ve belgelenmesidir. Bu gözlem süreci ayrıca deneysel olarak koruma onarım sürecinin gelişimini ve sonuçlarını da ortaya koymaktadır. Tüm kontrol aşamaları uygulama yapılmısa dahi fotoğrafla belgelenmekte ve raporlanmaktadır. Yukarıda bahsettiğimiz pasif koruma uygulaması fırınların her kapanışında tekrarlanarak Karamattepe fırınları günümüzde de yerinde korunmaya devam etmektedir.

Teşekkür

Nif (Olympos) Dağı Kazı Başkanı Sayın Hocam Prof. Dr. Elif Tül Tulunay'a bu konuyu çalışmama imkân sağladığı; sevgili eşim Doç. Dr. Daniş Baykan'a uygulama sürecinin her anında destek olduğu; Trakya Üniversitesi Mimari Restorasyon Programı stajyer öğrencilerime emekleri için çok teşekkür ederim.

Kaynakça

Baykan, D., 2012. Nif (Olympos) Dağı Kazısı Metal Buluntularının Tipolojik ve Analitik Değerlendirmesi. 27. Arkeometri Sonuçları Toplantısı. Ankara, 231-246.

Baykan, D., 2013a. Batı Anadolu'dan Yeni Arkeo-metalürjik Veriler. 28. Arkeometri Sonuçları Toplantısı (28 Mayıs-1 Haziran 2012). Ankara, 191-204.

Baykan, D., 2013b. M.Ö.1 Bin Batı Anadolu Demirciliğine Ait Yeni Veriler. III. ODTÜ Arkeometri Çalıştay: Türkiye Arkeolojisi'nde Metal: Arkeolojik ve Arkeometrik Çalışmalar, Prof. Dr. Halet Çambel Onuruna (Ed. P.Ayter, Ş.Demirci, A.M.Özer). Ankara, 157-165.

- Tulunay, E.T., 2006. Nif (Olympos) Dağı Araştırma Projesi: 2004 yılı Yüzey Araştırması. 23. Araştırma Sonuçları Toplantısı, Cilt 2. Ankara, 189-200.
- Tulunay, E.T., 2007. Nif (Olympos) Dağı Araştırma Projesi: 2005 Yılı Yüzey Araştırması. 24. Araştırma Sonuçları Toplantısı. Ankara, 351-362.
- Tulunay, E.T., 2008. Nif (Olympos) Dağı Kazı ve Araştırma Projesi: 2006 Yılı Kazıları. 29. Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt 3. Ankara, 79-98.
- Tulunay, E.T., 2009. Nif (Olympos) Dağı Kazı ve Araştırma Projesi: 2007 Yılı Kazıları. 30. Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt 3. Ankara, 411-426.
- Tulunay, E.T., 2010. Nif (Olympos) Dağı Kazı ve Araştırma Projesi: 2008 Yılı Kazıları. 31. Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt 3. Ankara, 387-408.
- Tulunay, E.T., 2011. Nif (Olympos) Dağı Kazı ve Araştırma Projesi: 2009 Yılı Kazıları. 32. Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt 3, 405-423.
- Tulunay, E.T., 2012. Nif (Olympos) Dağı Araştırma ve Kazı Projesi: 2010 Yılı Kazısı. 33. Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt 3. Ankara, 147-171.
- Tulunay, E.T., 2013. Nif (Olympos) Dağı Araştırma ve Kazı Projesi: 2011 Yılı Kazısı. 34. Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt 2. Ankara, 233-252.
- Tulunay, E.T., 2014. Nif (Olympos) Dağı Araştırma ve Kazı Projesi: 2012 Yılı Kazısı. 35. Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt 2. Muğla: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Basımevi, 343-357.
- Tulunay, E.T., 2015. Nif (Olympos) Dağı Araştırma ve Kazı Projesi: 2013 Yılı Kazısı. 36. Kazı Sonuçları Toplantısı, Cilt 3. Ankara, 695-717.

Anadolu'da Bakır Madenciliği ve Kullanımının Kısa Tarihçesi

A Brief History of Copper Mining and Use in Anatolia

Arman Ehsani^{1*}, Ersin Yener Yazıcı²

¹*Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Müh. ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Maden ve Cevher Hazırlama Müh. Bölümü, Adana*

²*Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Müh. Bölümü, Trabzon*

* Sorumlu yazar: aehsani@adanabtu.edu.tr

Özet

Altından sonra ortaya çıkarılan ilk metal olan bakır, insanoğlunun taş devrinden tunç devrine geçişini sağlamıştır. Tarihte bugüne kadar insanlığın en yaygın kullandığı metallerin biridir. Tarihi çağlardaki her türlü gelişim metallerin ve özellikle de bakırın kullanımı ile gerçekleşmiştir. Çeşitli kaynak ve belgelere dayanarak bakır metalinin ilk bulgularına M.Ö. 8000-7000 yıllarına ve Anadolu bölgesinde (Çatalhöyük, Konya) rastlanmaktadır. Başlangıçta Anadolu bölgesinde bakır, doğada saf olarak bulunup çekiç ile şekil verilerek çeşitli ziynet ve günlük yaşam eşyaları yapımında kullanılmıştır. Tarihte bilinen ilk metalürjik işlemi ise eş zamanlı olarak yaklaşık M.Ö. 6500 Anadolu ve Mısır'da, muhtemelen bir tesadüf eseri sonucunda bir çömlekçi fırınında malakit (malahit) cevherinden ergitme ile bakır metalinin elde edilmesi olarak bilinmektedir. Kısaca, Anadolu bakırın ilk bulunduğu, kullanıldığı ve işlendiği bölge olarak göze çarpmaktadır. Bu çalışmada kısaca tarihsel olarak bakırın Anadolu'da madenciliğine ve kullanım alanlarına değinilecektir.

Anahtar Kelimeler: Anadolu, Bakır, Çatalhöyük, Madencilik

Abstract

Copper, first metal discovered by mankind after gold, ensured the transition of human being from Stone Age to Bronze Age. Up to date, it is observed that copper is the world's most useful metal. Historic development of mankind is mainly affected by discovery and usage of metals and especially copper. Based on the initial findings of the various sources and documentations first evidence of copper usage have been observed in Anatolia (Çatalhöyük, Konya) 8000-7000 B.C. Initially in Anatolia, copper was used in pure form as found in nature, then by hammer-hardening (shape by hammer) it was used in production of jewelery and objects of daily life. The first metallurgical process known in history occurred simultaneously in Anatolia and Egypt and dated back 4000 B.C. it was obtaining of copper metal from malachite (a copper mineral) by smelting which is probably taken placed as a result of a coincidence in a potter's oven. Shortly, Anatolia stands out as the first region where copper discovered, committed and used in the world. This study will be discussed briefly the historic developments of copper mining activities and use in Anatolia.

Key words: Anatolia, Copper, Çatalhöyük, Mining

1. Giriş

İnsanoğlunu taş devrinden kurtarılmasını sağlayan ve insanlık tarafından keşfedilen ilk metaller bakır ve altındır. Eski çağlardaki bilgi ve belgelere dayanarak bakır metali insanoğlu tarafından bulunan ilk metaldir. Diğer bir deyişle, bakırın kullanımı tarihte taş devrinden maden devrine (Bronz Çağı) geçişi sağlamıştır. Eski çağlarda doğada saf olarak bulunan bakır ilk olarak çekiç ile şekil verilerek kullanılmıştır. İlk kez bakır çömlekçi fırınlarında eritilerek farklı şekiller ve amaçlarla kullanılmıştır. Daha sonra, bakır ve kalay cevherleri birlikte ergitilerek tarihteki ilk alaşım olan bronz (tunç) meydana gelmiştir. Özetle, bakır, altından sonra insanlar tarafından kullanılan ilk metal, çağlar boyunca kullanım açısından da demirden sonra ikinci metaldir. Tarih öncesi dönemde bulunmuştur ve yaklaşık M.Ö. 7000'den, hatta daha önceden başlayarak kullanıldığı düşünülmektedir. Bakır-kalay bronzunun M.Ö. 3700-2400 yılları arasından bu yana kullanıldığı bilinmektedir. Bakır çinko alaşımı olan pirincin ise Roma İmparatorluğundan önce kullanılmaya başlandığı tahmin edilmektedir (Joralemon, 1973; Cankut, 1973; Lossin, 2001; TMMOB, 2003; Koçak, 2006).

Bölgesel olarak Anadolu, tarihi çağlarda metal ve özellikle de bakırın keşfi, üretimi ve kullanımı açısından önemli gelişmelere sahne olmuştur. Bakır metaline dair en eski bulgular, günümüzden 9000-10000 yıl öncesine (M.Ö. 8000-7000) aittir ve Anadolu'nun güneyinde Konya yakınlarındaki Çatalhöyük'te bulunmuştur. İran'ın Tepe Sialk bölgesinde bulunan 6000 yıl öncesine ait bakır kalıntıları, son yıllara kadar dünyadaki en eski bakır kalıntıları olarak bilinmekteydi. Anadolu'dan sonra İran, Mısır, Mezopotamya, Hindistan, İspanya ve Çin bakır metalini eski çağlarda keşf eden ve kullanan uygarlıklar arasında yer almaktadır. (Joralemon, 1973; Lossin, 2001; TMMOB, 2003; Langner, 2011).

Bu çalışmada, Anadolu bölgesindeki bakır madenciliği ve kullanımının tarihsel ve kronolojik gelişimi ele alınacaktır.

2. Tarihsel Gelişimi

2.1. Bakırın Etimolojik Kökeni

Etimolojik olarak, Yunan mitolojisine göre Venüs veya Afrodit, Kıbrıs (Yunanca Kypros) adasında (bakırın milattan önceki yıllarda çıkarıldığı ve kullanıldığı bölge) doğmuştur. Dolayısıyla ilk olarak Romalılar bakır, Cyprium ve daha sonrada Cuprum olarak adlandırmışlardır. Bu isim, bakır (copper) isminin kökenini teşkil etmiştir. Ayrıca diğer Avrupa dillerinde de bu isim bakır kelimesinin kökenini oluşturmuştur. Örneğin; cobre (İspanyolca ve Portekizce), cuivre (Fransızca), kupfer (Almanca), koper (Hollandaca) ve kopar (İsveççe) isimleri kullanılmaktadır. (Joralemon, 1973; Lossin, 2001; TMMOB, 2003).

2.2. Bakırın Anadolu'da Tarihsel Gelişimi ve Kullanımı

Anadolu'da metale dair en eski bulgular yaklaşık M.Ö. 10000 yıllarında Paleolitik (Eski Taş Devri) ve Neolitik (Cilalı, Yontma Taş Devri) dönemlerine ait Karain ve Beldibi mağaralarında (Antalya bölgesi) rastlanmıştır. Rastlanan bu bulgular ışığında bir nevi ilk madencilik faaliyetlerinin bu dönemden itibaren başladığı tahmin edilmektedir (Akçil, 2006). Bu dönemde, bakır saf olarak doğada bulunmaktadır ve sarı-turuncu parlak renginden dolayı altın ile birlikte dikkat çekmektedir.



Şekil 1. Anadolu'da ilk yerleşim yerleri (URL 1)

Bakır metali ile ilgili dünya ve Anadolu da ilk bulgular ise Çatalhöyük (Konya, Çumra ilçesi)' de M.Ö. 8000-7000 yılları arasında rastlanmıştır. Doğu Höyük (Çatalhöyük (Doğu)), muhtemelen, bugüne kadar bulunmuş en eski ve en gelişmiş Neolitik Çağ yerleşim merkezidir. 1958 yılında James Mellaart tarafından keşfedilmiş, ilk kazıları 1961-1963 ve 1965 yıllarında yapılmıştır. Kazı çalışmaları ağırlıklı olarak "ana höyük" olarak görülen Doğu Höyükte yürütülmüştür. 9000 yıl önce ikamet edilmiş olan bu geniş kentte yaklaşık 8000 kişinin yaşadığı düşünülmektedir. Doğu ve batı yönlerinde yan yana iki höyükten oluşmaktadır. Doğudaki Çatalhöyük (Doğu) olarak adlandırılan yerleşme Neolitik (Cilalı Taş Devri) Çağ'da, Çatalhöyük (Batı) olarak adlandırılan batıdaki höyük ise Kalkolitik (Bakır) Çağ'da iskân görmüştür (URL 1; URL 2).

Saf bakır metali nispeten yumuşak olduğundan ve özellikle de silah yapımında uygun olmaması sebebi ile insanoğlunu bakır kullanımı için başka yöntemler sevk etmiştir. Bakır çağında Anadolu da yaşayan insanlar bakır metalinin sertliğini çekiç ile döverek (soğuk işlem), iki katına çıkarabilir olmasını keşfetmiştir (M.Ö. 7000). Bu işlemden sonra bakır çok kırılğan bir yapıda olsa bile, saf demir sertliğine eşittir. Bununla birlikte, hafif ısıtma (tavlama işlemi) ve tekrar çekiç ile dövülerek şekillendirilebilir ve nispeten sert bir yüzeye sahip olabilmekteydi. Daha önce değinildiği gibi, tarihte bilinen en eski metal nesnelere Anadolu'da rastlanmıştır. Bu nesnelere en iyi bilineni ise Çayönü Tepesi'nde (Diyarbakır- Ergani) bulunan bakır kanca ve tığdır. Çayönü Tepesi'ndeki bakır, Ergani maden yatağının (20 km uzaklığında) geldiği düşünülmektedir. Bu bilgiler ışığında, Dünyada bilinen ilk soğuk işlem ile şekil verilen bakır metali Çayönü tepesinde rastlanmıştır. Ayrıca Anadolu da bilinen ilk pirometalürjik işleme (muhtemelen bir seramik-çömlek fırınında) Çayönü ve Ergani bölgesinde rastlanmıştır (M.Ö. 6500-4000, tam olarak bilinmemektedir). Bakır izabesi ise muhtemelen tamamen tesadüf eseri ve Ergani bölgesinden getirilen Malakit (Malahit, yeşil renk) veya Azurit (mavi renk) cevherinin bir çömlek fırınında oluşması ile gerçekleşmiştir (Cowen, 1999).

Bakır döküm işlemi ile yapılan eşyalara ise ilk olarak Güney Anadolu'da ve Can Hasan Höyüğünde (Karaman) rastlanmıştır (M.Ö. 5000; Neolitik ve Kalkolitik (Bakır) Çağ). M.Ö. 4500 yıllarında ise Ege ve Balkanlarda bakır işletmeciliğine rastlanmıştır (Cowen, 1999; Reardon, 2011).

Daha önce değinildiği üzere saf bakır oldukça yumuşak ve dayanımı az bir metal olarak göze çarpmakta idi. Dolayısıyla dayanıklılık ve sertlik gerektiren araç ve gereçlerin (özellikle silah ve savaş aletleri) yapımında kullanımı uygun değildi. Bu nedenden dolayı dayanımı daha yüksek olan bronz, bakır ile yaklaşık olarak %12 kalayın seramik fırınlarında ergitilerek meydana gelmiştir. Bu alaşım kompleks cevherlerden direk olarak elde edilmiştir. Anadolu da M.Ö. 3700-3300 yılları arasında Bronz (Tunç) Çağı başlamıştır. Bronz alaşımı tarihte bulunan ilk alaşım özelliğini taşımaktadır. Anadolu da bulunan ilk bronz analizi %87 Cu, %11 Sn ve %1 Fe içermektedir. Bu alaşımdan sonra yaklaşık olarak 3000 yıl sonra (M.Ö. 300) Romalılar tarafından pirinç (bakır-çinko) Anadolu'da üretilmiştir. Bu nedenden dolayı bronz, medeniyetlerin tarihsel ve teknolojik gelişiminde büyük bir rol oynamaktadır. Bu evrede Anadolu'da yapılan arkeolojik kazılarda ortaya çıkarılan en önemli yerleşim yerleri Troia I, Demirci höyük, Sema höyük, Beycesultan, Tarsus, Alişar, Alacahöyük, Karaoğlan, İkiztepe, Kültepe ve Norşuntepe olarak sayılabilir (Cowen, 1999; Reardon, 2011).

Anadolu'da yaşayan krallıkların neredeyse tamamı bakır madenciliği ve metalürjisi (bronz üretimi ve döküm teknolojisi) ile ilgili büyük gelişmeler kaydetmiştir. Sümerliler (M.Ö. 4000-2000) bakır metalürjisinin gelişiminde büyük pay sahibi olan ilk kavimlerdenidir. Bu dönemde mat, bakır oksitli cevherlerden (Malakit-Azurit) kavurma ve ergitme ile bakıra dönüştürülmüştür. Ayrıca Sümerliler bakır işletmeciliğini de geliştirmişlerdir. Bu dönemin en önemli bakır eseri ise aslan başlı kartal (M.Ö. 2500 mitolojik Anzu, Şekil 2) bakır kabartmasıdır. Aynı zamanda bu dönem içerisinde bakır şekillendirme ve döküm tekniği gelişmiştir (Cowen,1999; Akçıl, 2006; Reardon, 2011).



Şekil 2. Aslan başlı kartal, Anzu (URL 3)

Asurlular (M.Ö. 2000-1750) Gutları gümüş başta olmak üzere bölgedeki maden kaynaklarına (Ergani bakır madeni) sahip çıktı. Hititliler (M.Ö. 1680-1200) bakır metalürjisini geliştirmişlerdir. Hititliler zamanında Demir Çağı başlamıştır ve özellikle de Hititliler demir dövme ve haddeleme işlemlerinde ustalaşmışlardır. Urartulular (M.Ö. 859-595) bakır işletmeciliğini ve metalürjisini büyük ölçüde geliştirmişlerdir. Lidyalılar (M.Ö. 685-547) özellikle batı Anadolu'da bakır madenciliğini geliştirmişlerdir (Cowen, 1999; Akçıl, 2006; Reardon, 2011).

Anadolu'da Roma İmparatorluğu döneminde (M.Ö. 150- M.S. 700) ise madencilik faaliyetleri ve özellikle de bakır madenciliği en üst seviyeye ulaşmıştır. Romalılar Ergani bakır madenini işletmişlerdir. Ayrıca Kıbrıs adasında bakır üretimine başlamışlardır. Bakırın etimolojik kökeni bu dönemden gelmektedir.

Daha önce belirtildiği üzere Anadolu da bilinen ilk madencilik faaliyeti M.Ö. 7000-6000 yıllarında Ergani (Diyarbakır) yöresinde yer alan bakır yataklarında gerçekleşmiştir (Cowen, 1999; Akçil, 2006). Bu bakır yatakları, M.Ö. 2000’li yıllardan itibaren önce Asurlular (M.Ö. 2000-600), daha sonra Romalılar (M.Ö. 150- M.S. 700), Araplar (Abbasiiler, M.S. 700-1200) ve Osmanlılar tarafından 1915 yılına kadar işletilmiştir. I. Dünya Savaşı ve Kurtuluş Savaşı’ndan sonra ise 1924 yılında Almanlar tarafından yeniden işletilmeye başlanmış ve 1936 yılında Etibank’a devredilmiştir (TMMOB, 2003). Özet olarak Anadolu da bakırın tarihsel gelişimini Tablo 1’de özetleyebiliriz.

Yıl	Yer	Buluş- Kullanım
M.Ö. 10000	Karain ve Beldibi Mağaraları	İlk metal bulgular
M.Ö. 7000-8000	Çatalhöyük (Konya)	İlk bakır metal süs eşyaları
M.Ö. 7000-6500	Çayönü Höyük (Ergani)	İlk bakır madencilik ve dövme ve tavlama-kanca-tığ
M.Ö. 6500-4000	Çayönü Höyük (Ergani)	Muhtemelen Malakit cevherinden Bakır izabe işlemi.
M.Ö. 5000	Can Hasan Höyük (Karaman)	Bakır dökümü
M.Ö. 3700-3300	Bronz Çağı (Orta Anadolu)	Bakır ve Kalay Kompleks cevherden Bronz eldesi.
M.Ö. 4000-2000	Anadolu	Sümerliler, Bronz Çağı gelişimi, Bakır eldesi.
M.Ö. 2000-1750	Anadolu	Asurlular, Ergani Bakır madeni, Gümüş Madenciliği
M.Ö. 1680-1200	Anadolu (Hattuşaş-Çorum)	Hititler, Bakır Metalürjisi- Demir Çağı başlangıcı
M.Ö. 860-540	Anadolu	Lidyalılar ve Urartulular bakır madenciliğinin gelişimi
M.Ö. 150- M.S.700	Anadolu-Kıbrıs-Ege-Balkanlar	Bakır madenciliğinin ve ticaretin gelişimi-

Tablo 1. Anadolu da Bakırın Tarihsel Gelişimini

3. Sonuçlar

Genel bir bakışla, eski çağlarda bakır üretimi aşağıdaki aşamalarda gerçekleşmiştir.

- ✓ Doğadan nabit (metalik) olarak elde edilen bakır çekiç ile dövme işlemi (soğuk şekillendirme) ile sertleştirilmiş ve aynı zamanda hafif ısı vermek suretiyle (tavlama işlemi) yumuşatılarak şekil verilmiştir.
- ✓ Daha yüksek ısılarda (odun kömürü ve köruk kullanımı ile) bakır ergitilerek çeşitli formlara dönüştürülmüştür.
- ✓ Oksitli bakır cevherlerinden bakır metali eldesi aynı işlemle gerçekleştirilmiştir.
- ✓ Aynı işlemle, sülfürlü bakır cevherlerinden bakır metali elde edilememiş, onun yerine mat bakır (sülfürlü yarı ürün) elde edilmiştir. Ancak M.Ö. 2000 yıllarında (bakır kullanılmaya başlandıktan 3000 yıl sonra) mat bakır, kavurma ve ergitme ile bakıra dönüştürülmüştür.
- ✓ İlk çağlarda (Bronz Çağı, M.Ö. 3300-2800) ise bronz (bakır ve kalay alaşımı) kompleks cevherlerden direkt olarak elde edilmiştir. Bu çağda bakır ve kalay cevherleri birlikte ergitilmekte idi. Pirinç (bakır ve çinko alaşımı) ise M.Ö. 1000’li yıllarda kullanılmaya başlamıştır.

4. Kaynaklar

Akçil, A., 2006. Mining history in Anatolia — Part 1. CIM. 1, 90-92.

Cankut, S., 1973. Ekstraktif Metalürji Uygulaması; Bakır. Dağ Matbaacılık, İstanbul.198s.

Cowen, R., 1999. Course Notes of Geology, Chapter 3. Fire and Metals. Unpublished.

Joralemon, I. B., 1973. Copper; the Encompassing Story of Mankind's First Metal. Berkeley, Calif, Howell-North Books.

Koçak, H., 2006. Bakır Alaşımları El Kitabı. Sağlam Metal. 105s.

Langner, B.E., 2011. Understanding Copper: Technologies, Markets, Business. Eigenverl, Germany.

Lossin, A., 2001. Copper, Wiley- VCH Nor deutsche Affinerie Aktiengesellschaft. Germany.

Reardon, A.C., 2011. Metallurgy for the Non-Metallurgist, Second Edition. ASM International, 73-84.

TMMOB, 2003. BAKIR, TMMOB Metalürji me Malzeme Mühendisleri Odası. 133 (Mayıs).

URL 1, www.alasayvan.com (Erişim tarihi: 20.6.2015).

URL 2, http://www.catalhoyuk.com/downloads/Catal_News_2010.pdf (Erişim tarihi: 20.6.2015).

URL 3, [https://en.wikipedia.org/wiki/Anzu_\(mythology\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Anzu_(mythology)) (Erişim tarihi : 14.08.2015)

Tarih Öncesi Dönemlerde Anadolu'da Kullanılmış Olan Maden Yatakları

Ore Deposits of Anatolia Used in Prehistorical Times

Erkan Fidan¹

¹ Yrd. Doç. Dr., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Bilecik.
e-mail: erkanfidan@gmail.com

Özet

Dünya üzerinde ilk metal eserin kullanıldığı Anadolu, bu ilk olma özelliğini erken dönemlerden itibaren burada yerleşik hayata geçen insanlara ve bu toprakların maden yatağı bakımından zengin olmasına borçludur. Yapılan araştırmalar Anadolu'da erken dönemlerde işletilmiş olabilecek binlerce maden yatağının olduğunu göstermektedir. Ancak bu konudaki en önemli sorun, bunların ne kadarının Anadolu'da yazının kullanılmaya başladığı MÖ 2. binyıl öncesindeki tarih öncesi dönemlere ait olduğudur. Bu çalışmada Anadolu'da tarih öncesi dönemlerde kullanılmış olabilecek maden yatakları bakır, kalay, arsenik, altın, gümüş ve kurşun başlıkları altında sıralanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Altın, arsenik, bakır, eski maden yatakları, gümüş, kalay, kurşun, madencilik tarihi.

Abstract

The use of metal products is known to initially start in Anatolia as a result of early settlements and richness of ore deposits. Researches show that there may be thousands of deposits mined in Anatolia, from early times. Number of the mining areas belonging to the pre-literate era of Anatolia, the time before the 2nd millennium B.C. is the main question here. In this study, prehistorical deposits used in Anatolia have been arranged under categories of copper, tin, arsenic, gold, silver and lead.

Key words: Gold, arsenic, copper, ancient metalliferous deposits, silver, tin, lead, history of mining.

1. Giriş

Anadolu'da henüz daha insanların mağaralarda yaşayıp, sadece mevsimin elverdiği dönemlerde geçici kamp yerleşimleri kurduğu Epi-Paleolitik Dönem'de (MÖ 12000-9500) Antalya'daki Beldibi ve Belbaşı mağaralarında bulunan demir oksit parçaları, metalik madenlerin daha o dönemlerden bilindiğini kanıtlamaktadır (Bostancı, 1967). Anadolu dışında MÖ 11. Binyıl'da Kuzey Irak'taki Shanidar mağarasındaki bir bakır minareli olan malahit buluntusu ile Kuzey Mezopotamya'da Tell Magzhaliyeh'deki MÖ 8. Binyıl'a tarihlenen bakır bız, Yakınoğu'nun en eski tekil metal buluntuları olarak görülebilir. (Solecki, 1969; Tekin, 2015). Ancak gerçek anlamda madenciliğin başlaması ve üretimin yoğunlaşması MÖ 9500 ile 5500 yıllarını kapsayan insanoğlunun yerleşik hayata geçip, tarım ve hayvancılık faaliyetlerini ilk kez yaptığı Neolitik Dönem'de Anadolu'da gerçekleşmiştir.

MÖ 7. binyılda Neolitik Dönem'in PPNB olarak adlandırılan safhasında Çayönü, Hallan Çemi ve Aşıklı Höyük gibi merkezlerde bakırdan boncuk, bız, iğne, kanca ve çeşitli levha parçalarından oluşan çok sayıda eser bulunmuştur. Bu durum dünya üzerinde gerçek anlamda ilk metal eser üretiminin Anadolu'da yapıldığını göstermektedir (Yalçın, 2000). Anadolu'da yoğun madencilik faaliyetlerinin bu kadar erken başlaması, Anadolu'nun yüzeye yakın maden yatakları bakımından zengin olmasından kaynaklanmaktadır. Sadece bakırın kullanıldığı Neolitik dönemden sonra ise kullanılan hammadde çeşidinde artış olmuş; bu ilk denemelerden, sonra yedi çeşit maden kullanılmıştır (Kaptan, 2000). Sözü edilen madenler, bakır, kurşun, gümüş, altın, demir, çinko ve kalaydır. Bunlar içinde çinko ve demirin gerçek anlamda kullanımı MÖ 1. binyıl ve sonrasında gerçekleşmeye başladığı için bu makalede araştırma dışında tutulmuştur. Bununla birlikte geriye kalan beş maden cinsi haricinde tek başına bulunan bir element olmayan ancak çeşitli madenlerle birlikte bulunabilen ya da söz konusu bu madenlere daha sonra karıştırılabilen arsenik ise araştırma kapsamına dahil edilmiştir.

Jeolojik zamanlar boyunca hareketsiz kalan Arap Plakası içindeki Mezopotamya'da maden yatakları bulunmazken, hareket halinde bulunan Anadolu Plakası, maden kaynakları bakımından oldukça zengindir (Tekin, 2015). Çok çeşitli maden yatağına sahip olan Kuzey Anadolu dağları ve Toroslar çevresi dışında Anadolu'nun diğer bir çok yöresinde de karst boşlukları ve oksidasyon alanlarında önemli maden yatakları bulunabilmektedir (Bilgi vd., 2004). Tüm Anadolu'daki söz konusu bu maden yatakları MTA tarafından araştırılmış ve bir envanter halinde yayınlanmıştır (Budanur, 1977). Tarih öncesi dönemlere ait maden yatakları ise konu ile ilgilenen jeolog ve arkeologların yaptığı yüzey araştırmalarından bilinmektedir. Söz konusu araştırmalara göre, sadece Kuzey Anadolu'da eski dönemlere ait olabilecek 1000'den fazla yer altı maden ocağı vardır (Kaptan, 2000). Tüm Anadolu düşünüldüğünde bu sayının daha fazla olacağı kesindir. Ancak bunlardan sadece Derekutuğun, Murgul, Bakırçay, Gümüşhacıköy, Küre, Gümüşköy Aktepe, Hisarcık ve Kestel gibi birkaç tanesi kesin olarak tarih öncesi dönemlere tarihlendirilebilmiştir.

Yapılan araştırmaları göz önünde bulundurarak bakır, kalay, arsenik, altın, gümüş ve kurşun başlıkları altında Roma, Bizans ve Osmanlı Dönemlerinde kullanıldıkları kesin olarak belirlenmiş olan ancak tarih öncesi dönemlerde işletilme olasılığı da bulunan en önemli maden yataklarından söz edilecektir. Ancak unutulmamalıdır ki tarih öncesi dönemler sonrasında kullanılmaya devam eden işletmelerdeki çalışmalar erken dönemlere ait delilleri ortadan kaldırmış ve bunların bulunmasını zorlaştırmış, hatta imkansız kılmıştır. Ancak buralardaki çeşitli izler, konu üzerinde çalışma yapan araştırmacıların, bu işletmelerin daha erken dönemlerde de işletilmiş olabileceği izlenimi edinmelerine yol açmıştır.

2. Tarih Öncesi Dönemlerde Kullanılan Madenler ve Maden Yatakları

2a. Bakır

Bakır madeni, nabit halde bulunabilmesinin yanı sıra, oksitli, sülfütlü, karbonatlı veya arsenikli filizler halinde de bulunur (Forbes, 1964). Adı geçen bu filizler, volkanik kayalar içinde buldukları gibi şist, kil ve kumtaşı içinde de görülmektedir (Budanur, 1977). Anadolu, bakır yatakları açısından zengindir. Bu yataklar özellikle Kuzey Anadolu dağları boyunca, Doğu Anadolu'da Elazığ-Malatya çevresinde, güneyde Toroslar üzerinde ve Kuzeybatı Anadolu'da yoğunlaşmıştır (Şekil 1). Tarih öncesi dönemlerde Anadolu ve Trakya'daki bakır madenciliği ile ilgili faaliyetler bölgelere göre şöyle sıralanabilir:

Trakya’da Kırklareli ilinde, Bulgaristan sınırına yakın konumda bulunan Dereköy (Şekil 1, No: 1) ve İkiztepe (Şekil 1, No: 2) bakır madenlerinin tarih öncesi dönemlerde kullanılmış olabileceği belirtilmiştir (Pernicka vd., 2003).

Batı Anadolu’da Çanakkale ilinin Çan ilçesinde Doğancılar köyü (Şekil 1, No: 4) yakınlarındaki bakır madeninde tarih öncesi dönemlerde kullanıldığına dair somut veriler ele geçirilememesine rağmen, yatağın erken dönemler için önemli bir bakır potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir (Pernicka ve ark., 2003). Aynı şekilde Yuvalar köyü (Şekil 1, No: 5) bakır maden ocağında da prehistorik faaliyetlerin söz konusu olabileceği bildirilmiştir (Pernicka vd., 2003). Bursa ilinde, Koçayaylar’ın 5 km kuzey batısında yer alan Tahtaköprü (Şekil 1, No: 13) bakır maden ocağı her ne kadar Geç Roma Dönemi’ne tarihlense de prehistorik madencilerin burayı kullanmış olması muhtemeldir (Pernicka vd., 2003). Aynı ilin Keleş ilçesindeki (Şekil 1, No: 12) bakır maden ocağında eski maden işletmeciliğine ait deliller ele geçirilmiş olmasına rağmen, tarihlleme yapılamamıştır. Ancak bu bakır yatağının, tarih öncesi dönemlerde kullanılmış olabileceği varsayılmaktadır (Pernicka vd., 2003). Balıkesir ilinde Çataldağ’ın güney kesiminde Serçeörenköy (Şekil 1, No: 10) olarak adlandırılan bakır maden ocağında İlk Tunç Çağı’na ait çanak çömlek parçaları bulunmuştur. Burasının Kalkolitik Çağ’da da kullanılmış olabileceği düşünülmektedir (Pernicka vd., 2003). Ayrıca Kütahya Tavşanlı’da yer alan Tepecik Höyüğü’nün kuzey yamacında bol miktarda ele geçirilen bakır cürufuna dayanılarak, bu höyüğün İlk Tunç Çağı’nda madencilik amacıyla kurulmuş bir yerleşme olabileceğinden söz edilmektedir (Efe, 2002).

Çorum ilinde yer alan Derekutuğun (Şekil 1, No: 41), Anadolu’da bilinen en erken maden işletmesi olması açısından oldukça önemlidir (Yalçın ve İpek, 2012). Burada galeriler açılarak nabit bakır çıkarıldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte işletmede madenci çıraları ile Geç Kalkolitik ve İlk Tunç Çağı’na tarihlenen tüm kaplar ve çanak çömlek parçaları bulunmuştur. Yapılan C14 analizleri buradaki madencilik faaliyetlerinin MÖ 4500’lere kadar uzandığını kanıtlamıştır (Yalçın ve Maass, 2013). Bölgedeki diğer eski bir maden yatağı ise Ankara ili Karaali köyünde yer alır (Şekil 1, No: 15). Burada bulunan cüruf yığınlarına bakılarak, söz konusu kesimde uzun süreli bir madencilik faaliyetinin olduğu düşünülmüştür. Çevresinde Frig Dönemi’ne tarihlenen yerleşmelerin yer aldığı bu alanda, İlk Tunç Çağı’na tarihlenebilecek bir höyükten söz edilmekte ve adı geçen alanın bu höyükte yaşayan insanların bakır işleme alanı olabileceği belirtilmektedir (de Jesus, 1976). Bunun yanında Çankırı Yapraklı’da (Şekil 1, No: 20) en azından MÖ 1. binyılda kullanıldığı bilinen bir bakır madeni saptanmıştır (Bilgi vd., 2004). Ayrıca günümüzde önemli bir bakır maden yatağı olan Yozgat Akdağmadeni’nin (Şekil 1, No: 21), tarih öncesi dönemlerde de işletilmiş olduğu düşünülmektedir (Kaptan, 2000).

Orta Karadeniz Bölgesi’nde, Amasya ilinin Merzifon ilçesinde, de Jesus, (1976) tarafından Geç Frig Dönemi’nde kullanıldığı belirtilen ancak Boğaziçi Üniversitesi’nce yapılan araştırmalara göre MÖ 2. binyıla tarihlenen Bakırçay (Şekil 1, No: 19) bakır madeni ile batısındaki Gümüşhacıköy (Şekil 1, No:18) olasılıkla İkiztepe halkının maden gereksinimleri için kullanılmıştır (Bilgi, 1990). Bunun yanında Kastamonu Küre’de (Şekil 1, No: 16) prehistorik dönemlerde başlayan maden işletmeciliği günümüzde de devam etmektedir (Kaptan, 2000). Doğu Karadeniz’de yer alan ve halen Türkiye’nin ikinci büyük bakır yatağı olan Murgul’da (Şekil 1, No: 39) yapılan araştırmalarda, eski dönemlere ait cüruf yığınları, eskiye tarihlenen maden galerileri ve bunların içinde maden çıkarma araç-gereçleri ele geçirilmiştir (Kaptan, 1977). MÖ 1. binyıla tarihlenen bu yatağın ilk kullanım safhasının daha erken olabileceği düşünülmektedir. 1987 yılında burada yapılan daha yeni bir araştırma,

Murgul'un özellikle İlk Tunç Çağı'nda bakır üretimi için önemli bir merkez olduğunu ortaya koymuştur (Wagner vd, 1989). Bunların yanında Tokat'ta Erbaa ilçesinin 28 km. güneybatısındaki Kozlu Eski Gümüşlük Mevkii'nde (Şekil 1, No: 26) yer alan bakır madeni yatağı, Anadolu'nun kullanılan ilk maden kaynaklarından birisidir (Kaptan, 2000). Buradaki ilk işletme tarihinin, MÖ 3. binyıldan önce olduğu düşünülmektedir (Kaptan, 1982). Aynı ilçenin Ezebağı köyünde ele geçirilen, cevher zenginleştirmek için kullanılan çok çukurlu taş havan MÖ 3. binyılın sonuna tarihlendirilmiştir (Kaptan, 1982). Aynı ilin Almus ilçesi Bakımlı köyünde tespit edilen cüruf deposu da İlk Tunç Çağı'na tarihlendirilmiş; Gevrek köyünde ise yine aynı dönemde kullanıldığı düşünülen bir döküm kalıbı parçası bulunmuştur (Kaptan, 1982). Bunlardan başka, Gümüşhane'deki Karadağ Tepesi'nde (Şekil 1, No: 13) varlığını bildiğimiz bakır madeninin çevresinde cüruf yığınları yer almaktadır. Bu cüruf yığınları civarında bakır madenin alınıdığı çukur kalıntıları izlenebilmektedir (Seeliger ve ark. 1985). Ayrıca MÖ 2. binyıldan itibaren madencilik faaliyetlerinin yapıldığı bilinen Giresun bölgesinde (Şekil 1, No: 27) antik çağlara tarihlenmiş birkaç bakır madeni işletmesi vardır (Kovenko, 1939; Kaptan, 1980; Kaptan, 2000; Kartalkanat, 2007).

Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Dicle Bölümü'nde yer alan Ergani (Şekil 1, No: 35) erken dönemlerde kullanılmış bakır maden yataklarından biridir (Çağatay, 1977; de Jesus, 1980). Bu alandaki çukurların düzensiz ve plansız durumları, tarih öncesi dönem işletmeciliğini hatırlatır (Seeliger vd., 1985). Elazığ ili Palu ilçesinin 20 km. güneydoğusunda yer alan ve Kedak veya Gedek (Şekil 1, No: 33) olarak bilinen köyün 2 km. güneyinde de birçok çukur ve açık işletme kalıntıları görülebilmektedir (Budatur, 1977). Maden ilçesinin 15 km. batısında Haçan'da (Şekil 1, No: 34) bakır madenin 500 metre doğusundaki Eski Mağara Tepesi'nde prehistorik dönemlerde bakır üretimi yapıldığını gösteren izlere rastlanmıştır (Seeliger vd., 1985). Aynı ilin Keban (Şekil 1, No: 32) ilçesinde, kurşun ve çinko içeren bir bakır yatağı bulunmaktadır. Bu yörede bulunan cüruf yığınlarının, tarih öncesi dönemlerdeki madencilik kanıtları olduğu bildirilmiştir (Refik, 1931). Tunceli ili, Ovacık kazasının 12 km. doğusunda Sorsivenk mevkiinde (Şekil 1, No: 30) bulunan bakır madenlerinde ele geçen kalıntılar, buradaki yatakların erken dönemlerde işletildiğini kanıtlamaktadır (Başaran, 1985). Ayrıca Hozat (Dersim) ilçesinin Mamlis köyü (Şekil 1, No: 31) civarında büyük bir bakır madeni yatağı olduğu ve bu madenin prehistorik dönemlerde kullanıldığına dair izler taşıdığı araştırmalardan anlaşılmıştır (Helke, 1939). Bunların dışında, Erzincan ilinin Iliç ilçesine bağlı Çöpler köyü (Şekil 1, No: 29) (Budatur, 1977; de Jesus, 1980; Kuş ve Gül, 1983) ile Erzurum'a bağlı Pasinler ilçesinin Kobalkamu köyü, prehistorik dönemlerde madencilik faaliyetlerinin sürdürüldüğü düşünülen alanlardır (Budatur, 1977).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Adıyaman'ın Gerger ilçesi Kırmızıtarla köyündeki (Şekil 1, No: 36) bakır yatakları ise MTA tarafından saptanmıştır (Budatur, 1977). Bu yatağın tarih öncesi dönemlerde kullanılmış olabileceği belirtilmektedir. Ayrıca Siirt yakınlarındaki Madenköy'de erken dönemlerde işletildikleri düşünülen eski galeriler, ergitme fırınları ve cüruf yığınları tespit edilmiştir (Seeliger vd., 1985).

2b. Kalay

Kalay esas itibariyle tek cevherli bir madendir. Kasiterit (kalay taşı) başlıca kalay minerali olup, kahverengi, siyah bazı durumlarda ise kırmızı, gri veya sarı renklidir. Doğada diğer minerallerle birlikte damarlar halinde bulunan kalay, bazen saf olarak da oluşmaktadır. Ayrıca kalay, alüvyal birikintiler içerisinde de bulunmaktadır. Ancak prehistorik dönemlerde

kullanılan kalayın daha ziyade kasiterit cevherlerinden elde edildiği düşünülmektedir (de Jesus, 1978).

Batı Anadolu'da Sakarya havzasının Bilecik'e yakın kesiminde yer alan İnhisar'da kalay birikintilerin varlığından söz edilmesine karşın, çok fazla açıklayıcı bilgi bulunmamaktadır (Ryan, 1960). Eskişehir'in Mihalgazi yöresi ile Söğüt'ün Sarıcakaya ve Gölpazarı mevkiilerinde kalay olduğu saptanmıştır (Kaptan, 1983). Bursa-Keleş Soğukpınar'da MTA tarafından yapılan araştırmalar, buradaki kalay yatağını bize tanıtmıştır. Ancak Pernicka bu yatağın tunç üretimi için yeterli olmayacağı görüşündedir. (Pernicka, 2000). Ayrıca Kırklareli'nde Burgaz ve Saray ilçelerinde kasiterit (kalay taşı) yatakları bilinmektedir. Bunların yanında İstanbul Şile, Manisa Salihli ve Uşak Murat dağı mevkiilerinde de kalay yataklarının olduğu bildirilmektedir (Kaptan, 1995).

Orta Anadolu'da tarih öncesi dönemlerde kullanıldığı kanıtlanan en önemli kalay yataklarının başında Niğde-Çamardı, Celaller köyü Kestel (Şekil 1, No: 23) kalay işletmesi gelir (Yener, 1996). İlk kullanım tarihinin MÖ 3. binyılın ilk yarısına kadar gittiği işletmede, İlk Tunç Çağı boyunca yaklaşık 100.000 ton kalay cevheri çıkarıldığı ve dolayısıyla yaklaşık 1000 ton kalay elde edildiği hesaplanmıştır (Willies, 1990; Yener vd., 1989). Aynı şekilde, Kestel'in 1.5 km kuzeydoğusunda yer alan Mine Damı Mevkii'nde de (Şekil 1, No: 22) İlk Tunç Çağı'nda kalay çıkarıldığı iddia edilmektedir (Kaptan, 1993). Bununla birlikte son yıllarda Kayseri Hisarcık'da yapılan araştırmalar önemli sonuçlar vermektedir (Şekil 1, No: 42). İlk kalay üretiminin MÖ 4. binyılın sonlarına dayandığı yatakta özellikle İlk Tunç Çağı'nda çok fazla miktarda kalay çıkarıldığı anlaşılmıştır (Yener vd., 2015). Bunun dışında Orta Anadolu'da Ankara'nın Karapürçek yöresi ile bu yörenin kuzeybatısında bulunan Bayamlı Tepe'de kalay yatakları bilinmektedir (Kaptan, 1983). Ayrıca Sivas'ta Divriği Efendi deresi ile Karakeban arasında yapılan araştırmada, kasiterit minerallerinin varlığına değinilmiştir. Ancak buradaki kalay tenörünün düşük olduğu saptanmıştır. Bunların yanında Ankara Hüseyingazi, Kırşehir Kaman, Kırıkkale Keskin ve Aksaray Hamamdere'de de kalay yataklarının varlığı bilinmektedir (Kaptan, 1983). Niğde'nin Bolcardağı mevkiinde gümüş-kurşun maden ocaklarında yapılan çalışmalar sonucunda, damarlardan alınan örneklerde, yüksek oranda kalaya rastlanmıştır. Ayrıca vadide, madenlerin ergitildiğini göste ren izabe fırınları da ele geçirilmiştir (Kaptan, 1983).

Orta Karadeniz Bölgesi'nde ise Amasya Merzifon'da ve Sakapınarı mevkiinde bulunan bakır cüruflarında kalay izlerine rastlanmıştır (Kaptan ve de Jesus, 1974). Doğu Anadolu Bölgesinde, Tunceli'ye bağlı olan Tilek köyünde kalay madeni saptanmış bulunmaktadır (Forbes, 1964). Yine aynı bölgede yer alan Pertek'te de kalay madeninin varlığı bilinmektedir (Ryan, 1960).

2c. Arsenik

Kükürte benzer jeokimyasal özelliklere sahip, onunla birlikte dağılım gösteren kolkofil bir element olan arsenik, sülfürlü minerallerin olduğu her türlü jeolojik ortamda zenginleşebilmektedir (Gökçen, 2000). Doğrudan işletilen arsenik madeni yoktur; çünkü arsenik tek başına bulunan bir element değildir. Arsenik ve bileşikleri zehirli olup buluntu alanları kısıtlıdır. Bununla birlikte arseniğin ayrı bir element olarak ancak 17.yy'da tanınmış olduğu bilinmektedir. Fakat parlak kurşuni renge sahip bu element, prehistorik insanlar tarafından bilinmekte ve Geç Kalkolitik Çağ'dan itibaren kullanılmaktaydı. Bu dönem ile birlikte bilinçli olarak yüksek arsenik oranına sahip bakır filizlerinin seçilmiş olma ihtimalinin

yanında arseniğin bakıra katılarak kullanılması da mümkündür. Ancak bakırın daha sert bir madde haline gelmesine sebep olan arseniğin, bakırla karıştırılma işlemlerinin mutlak suretle açık havada yapılması gerekmektedir. Zira arsenik ısıtıldığı zaman havaya mavimsi bir alev çıkartmakta ve sarımsak kokusu benzeri bir kokuyu etrafa yaymaktadır. Bu zehirli koku, kapalı mekanda bulunduğu canlıları ölüme götürebilecek niteliktedir. Bu özelliğinden dolayı tarih öncesi dönemlerdeki durumu bilinmese de Strabon, antik çağlarda arsenik çıkarmak için esirlerin çalıştırıldığını söylemektedir. Ünlü tarihçi Strabon, bu esirlerin zehirli gaz nedeniyle öldüklerinden ve bu sebeple de bir devir daim sistemiyle ölen esirin yerine, maden ocağına yenilerinin geldiğinden bahsetmektedir (Strabon).

Kuzeybatı Anadolu ve Ege’de önemli sayılabilecek arsenikli bakır filizlerinin varlığı bilinmese de Güneybatı Anadolu’da Uşak ve Aydın illerinde arsenik içeren küçük yataklar vardır (Przowski, 1937; Pernicka vd., 2000). Erken dönemlerde kullanılmış olabilecek arsenik yataklarına yönelik yapılan çalışmalar sayesinde Orta Karadeniz Bölgesi’nde arsenik içeren kaynakların olduğu tespit edilmiştir (Özbal vd., 2000). Özellikle Sinop-Durağan (Şekil 1, No: 17) ve Amasya-Merzifon’daki oluşumlar önemlidir (Özbal vd., 2001). Tarih öncesi dönemlerde bu arsenik kaynaklarının, Samsun-Bafra’daki İkiztepe Höyüğü’nde metal eser üretiminde kullanıldığı düşünülmektedir (Bilgi vd., 2004).

2d. Altın

Sarı renkte, hava ve suyla temas ettiğinde bozulmayan, kolay işlenebilen bir maden olan altının ismi latince parlayan, ışıldayan anlamına gelen *aurum* kelimesinden gelmektedir. Altın, parlak renginden dolayı prehistorik insanın ilgisini çekmiş ve erken dönemlerden itibaren kullanılmaya başlanmıştır.

Batı Anadolu altın madenleri açısından zengindir. Bölgenin özellikle orta ve kuzey kesimlerinde altın maden yataklarının yoğunlaştığı söylenebilir. Çanakkale ilinde Astyra Antik Kenti’nin yakınlarında yer alan (Şekil 1, No: 3) ve ilk kullanım tarihinin İlk Tunç Çağı olabileceği ileri sürülen altın madeni dikkat çekicidir (Pernicka, 2003). Batı Anadolu’nun dışında, Doğu Karadeniz Dağları ile Sivas-Elazığ çevrelerinde de altın cevherleşmesi görülür. Araştırmalar, özellikle Sivas iline dikkat çekmektedir (Kaptan, 2001). Kangal ilçesinde yer alan Bakır Tepe’de (Şekil 1, No: 11) altın işletmeciliğinin prehistorik dönemlere kadar uzanabileceği varsayılmaktadır (Kaptan, 2001).

2e. Gümüş

Gümüş, doğada saf bulunabildiği gibi genelde kurşun ve bakır içinde; bunların haricinde de kurşun sülfür, gümüş sülfür ve gümüş klorür gibi pek çok doğal mineralin içinde yer alır (Kaptan, 2001).

Batı Anadolu’da Kütahya-Gümüşköy Aktepe’de (Şekil 1, No: 9) galeriler kompleksi olarak isimlendirilen gümüş maden ocağı MÖ 3. binyılın ikinci yarısına tarihlenir (Kaptan, 1990; Kaptan, 2000). Bu işletme, Anadolu’da bugüne kadar bilinen en eski gümüş maden yatağıdır. Ege denizindeki Midilli adasında, Argenos (Şekil 1, No: 6) adı verilen ve tarih öncesi dönemlerde kullanıldığı düşünülen bir gümüş işletmesi saptanmış, ancak tam olarak tarihlendirilememiştir (Pernicka ve ark., 2003). Balıkesir ilinin Balya ilçesinde (Şekil 1, No: 8) aynı adla anılan maden işletmesi, Kuzeybatı Anadolu’nun tarih öncesi dönemlerde

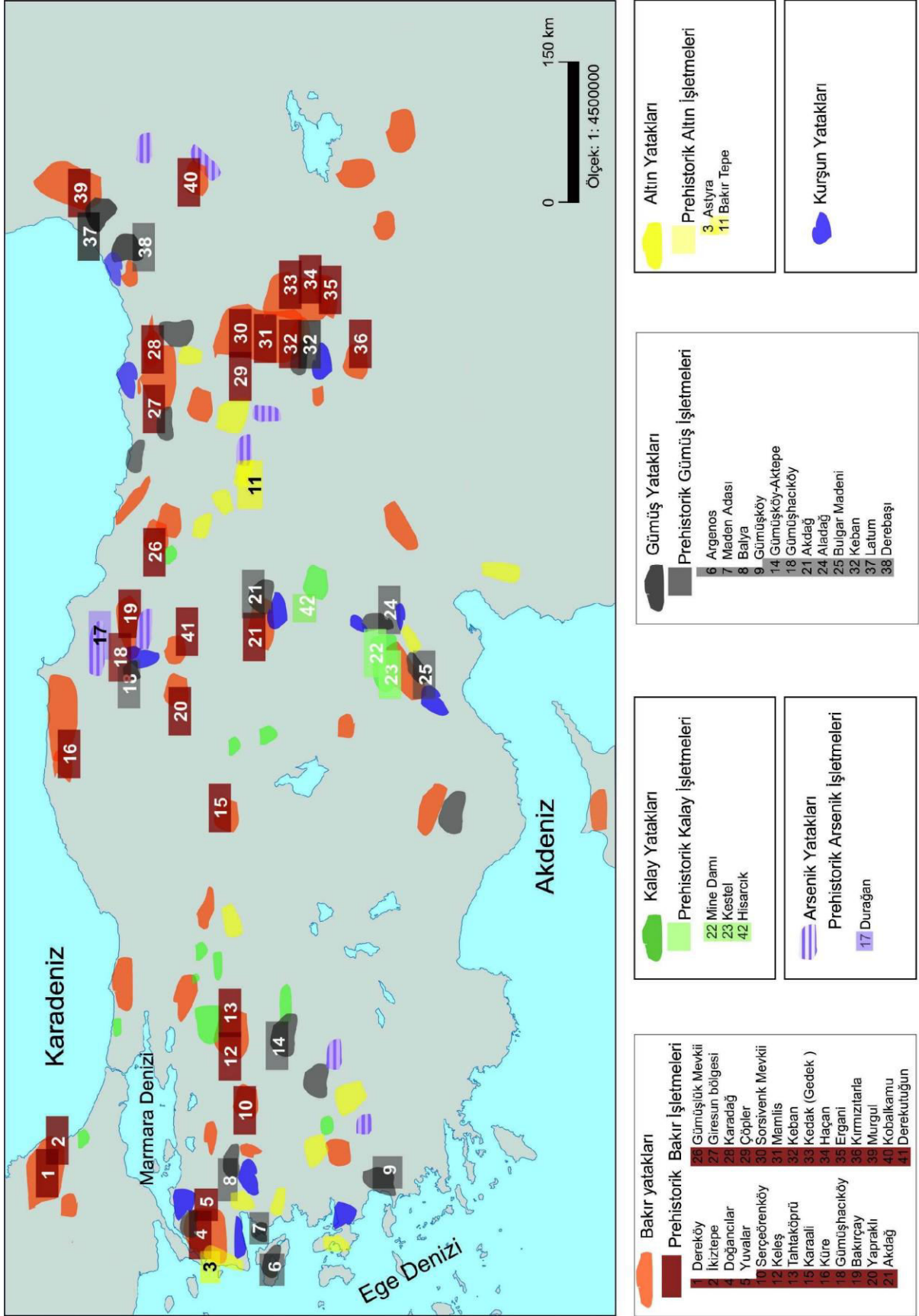
kullanılmış önemli bir gümüş yatağı olarak görülür (Pernicka ve ark., 2003). Ayvalık'ın batısında Ege denizinde yer alan Maden adasında da (Şekil 1, No: 7) eski dönemlere ait olduğu düşünülen bir gümüş işletmesi saptanmıştır (Pernicka ve ark., 2003). Ayrıca Aydın ilinde Samsun Dağı'nın hemen kuzeyindeki Gümüş köyünde, tarih öncesi dönemlerde kullanıldığı düşünülen gümüş yataklarının olduğu da bilinmektedir (Yener, 1983).

Prehistorik çağlarda kullanılmış olması muhtemel olan Anadolu'nun diğer gümüş kaynakları ise Toroslar üzerindeki Aladağ (Şekil 1, No: 24) ve bu işletmenin güneybatısında yer alan Bulgar madeni (Şekil 1, No: 25) işletmesi ile Yozgat'ta Akdağ madeni (Şekil 1, No: 21), Elazığ'da Keban madeni (Şekil 1, No: 32) ve Kuzey Anadolu dağları üzerinde yer alan işletmelerdir (Şekil 1, No: 37, 38) (Yener, 1983).

2f. Kurşun

Kurşun, maviye yakın gri renkte, soğukken bile dövülerek şekillendirilebilen oldukça yumuşak ve oksitlenmediği zaman parlak bir madendir. Kurşunun kaynağı çoğunlukla galen adı verilen kükürt-kurşun karışımı ve az miktarda gümüş içeren cevherlerdir. Çeşitli işlemlerden sonra diğer elementlerden ayrılarak kullanılabilen kurşun, dayanıklı ve dökümü kolay bir metaldir (Forbes, 1964). Tek başına eser üretiminde kullanılan bu metal; ayrıca tunç ve bakıra katılarak daha sert alaşımların oluşturulmasında da kullanılmıştır.

Batı Anadolu'da Biga yarımadasında ve İzmir çevresinde, Kuzey Anadolu dağları boyunca ve güneyde Bolkar dağları üzerinde bulunan kurşun madenleri, Doğu Anadolu'da da Sivas, Elazığ ve Malatya çevresinde yoğunluk kazanmaktadır (Şekil 1). Ayrıca Orta Anadolu'da Gümüşhacıköy ve Akdağ madeninde kurşunun varlığı bilinmekte olup Toroslar çevresinde de kurşun yataklarına rastlanmaktadır (Yener, 1983; MTA, 1993).



Şekil 1. Anadolu'daki maden yatakları ve tarih öncesi dönemlerde kullanılması muhtemel maden işletmeleri

3. Sonuç

Kuzey Mezopotamya'da gün ışığına çıkarılan birkaç buluntu dışında, dünya üzerinde ilk metal eserler, yoğun bir biçimde günümüzden yaklaşık olarak 9000 ila 10000 yıl önce Anadolu'da üretilmeye başlamıştır. Madencilikte sadece bakırın kullanıldığı söz konusu Neolitik Dönem (MÖ 9500-5500) sonrasında metal eser teknolojisinin gösterdiği gelişim, çeşitli evrelere ayrılarak incelenebilir. Konu ile ilgili ilk gelişim aşaması, Kalkolitik Dönem'de (MÖ 5500-3300) arsenikli bakır cevherleri seçilmesi ya da arsenik eklenerek bakırın, daha dayanıklı bir hale getirilmesi olarak görülebilir. Daha sonraki aşama olan Geç Kalkolitik Dönem sonunda ise sırasıyla gümüş, kurşun ve altın yavaş yavaş insanoğlunun kullanımına girmiştir. İlk Tunç Çağı'na (MÖ 3300-2000) geldiğimizde de bakıra kalay katılarak oluşturulan tunç sayesinde çok daha dayanıklı eserler elde edilmeye başlanmıştır. Anadolu'da yaşayan insanların madencilik konusundaki başarıları söz konusu bu toprakların maden kaynakları bakımından zengin olması ile doğru orantılıdır. Anadolu'daki binlerce maden yatağı içerisinde yüzeye yakın olan pek çoğunun tarih öncesi dönemlerde de kullanılmış olabileceği düşünülmektedir. Ancak bunlar içerisinde sadece Derekutuğun, Murgul, Bakırçay, Gümüşhacıköy, Küre, Gümüşköy Aktepe, Hisarcık ve Kestel gibi çok az maden yatağı kesin olarak Anadolu'da henüz yazının olmadığı MÖ 3. binyıl ve öncesinde kullanıldığı tespit edilebilmiştir. Erken Dönem madenciliği ile ilgili yapılan araştırmaların sayısının artması ve bu araştırmalara Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün destek vermesi, MÖ 9500'lerde başlayan metal eser üretimi ile şimdilik MÖ 4500'lerde başladığını bildiğimiz maden çıkarma işlemleri arasında kalan yaklaşık 5000 yıllık boşluğu doldurarak, madencilik tarihimizin daha çok aydınlanmasını, başka bir anlatımla Anadolu'nun ilk madencilerinin tanınmasını sağlayacaktır.

Kaynaklar

Başaran, S., 1985. M.Ö. 1. Binyılda Doğu Anadolu Maden Bölgeleri, İÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.

Bilgi, Ö., 1990. İkiztepe Kazılarının 1988 Dönemi Sonuçları ve Çevre Araştırmaları, XI. Kazı Sonuçları Toplantısı, s. 211-220.

Bilgi, Ö., Özbal, H., Yalçın, Ü., 2004. Bakır-Tunç Döküm Sanatı, Anadolu Dökümün Beşiği, s. 1-45, İstanbul.

Bostancı, E., 1967. Beldibi ve Mağracık'ta Yapılan 1967 Yaz Mevsimi Kazıları ve Yeni Buluntular, Türk Arkeoloji Dergisi 16, s. 51-60.

Budanur, G., 1977. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsünce Bilinen Türkiye Yeraltı Kaynakları Envanteri, MTA Rapor No. 168, Ankara.

Çağatay, A., 1977. Güneydoğu Anadolu Bakır Yatak ve Zuhurlarının Jeolojik Mineralojik Etüdü Sonunda Elde Edilen Bulgular, MTA Dergisi 89, s. 46-68.

Efe, T., 2002. The Interaction Between Cultural/Political Entities and Metal Working in Western Anatolia During the Chalcolithic and Early Bronze Ages, Anatolian Metal II, s. 49-66, Bochum.

Forbes, R. J., 1964. *Studies in Ancient Technology IX*, Leiden

Gökçen, A., 2000. *Maden Yatakları, Yurt Madenciliği Gelişim Vakfı*, İstanbul.

Helke, A., 1939. *Maden Yatakları Bilgisi Noktasından Tunceli Vilayetinde Yapılan Bir Jeolojik Tetkik Seyahati Hakkında Rapor*, MTA Rapor no: 571, Ankara.

de Jesus, P. S., 1976. *Eski Çağlarda Anadolu'da Yapılmış Olan Metallurjik Faaliyetler*, MTADER 87, s. 59-69.

de Jesus, P. S., 1978. *Considerations on the Occurrence and Exploitation of Tin sources in the ancient Near East, The Search for Ancient Tin*, s. 33-38, Washington.

de Jesus, P. S., 1980. *The Development of Prehistoric Mining and Metallurgy in Anatolia*, BAR 74, Oxford.

Kaptan, E., 1977. *Murgul Madenindeki Anayatak Kökenli Eski Devirlere Ait Bir Buluntu*, MTA Dergisi 89, s. 90-94.

Kaptan, E., 1980. *Espiye-Bulancak Yöresindeki Eski Maden Ocaklarına ait Buluntular*, MTA Dergisi 91, s. 117-129.

Kaptan, E., 1982. *Türkiye Madencilik Tarihine ait Tokat Bölgesini Kapsayan Yeni Buluntular*, MTA Dergisi 93-94, s. 150-162.

Kaptan, E., 1983. *Türkiye Madencilik Tarihi İçinde Kalayın Önemi ve Kökeni*, MTA Dergisi 95-96, s. 164-172.

Kaptan, E., 1990. *Türkiye Madencilik Tarihine Ait Buluntular*, MTA Dergisi 111, s. 175-186.

Kaptan, E., 1993. *Eski Anadolu Madenciliğine Ait Yeni Keşfedilen Eski Maden Sahası, VIII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, s. 431-439.

Kaptan, E., 1995. *Tin and Ancient Tin Mining in Turkey*, *Anatolica XXI*, s. 197- 203.

Kaptan, E., 2000. *Eski Anadolu Madenciliğine ait Buluntular, Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi (II. Kitap)*, s. 763-769, Ankara.

Kaptan, E., 2001. *Sivas Bakır Tepe'de Altın Madenciliği, 16. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, s. 57-70.

Kaptan, E. ve de Jesus, P. R., 1974. *Türkiye Madencilik Tarihi İçin Genel Bir Araştırma (Kalayın Kökeni)*, MTA Rapor No: 5226.

Kartalkanat, A., 2007. *Anadolu'da Madenciliğin tarihçesi ile ilgili yeni bir yaş bulgusu, 2500 yıllık cevher teknesi*, MTA Dergisi, s. 134, 35-39.

Kovenko, V., 1940. *Hasançelebi Mıntıkası Demir Yatakları*, MTA Raporları 1940, s. 75-92.

Kunç, Ş. ve Gül, Ş., 1983. Türkiye'de Eski Maden yatakları ve Doğal Bakırda Eser Element Analizleri, TÜBİTAK ARÜTOB III, s. 85-102.

MTA, 1993. Türkiye Kurşun-Çinko Envanteri, MTA Rapor No: 199, Ankara.

Özbal, H., Adriaens, A. M., Earl, B., Gedik, B., 2000. Samsun, Amasya, Tokat İlleri Yüzeysel Araştırmaları, XVI. Araştırma Sonuçları Toplantısı, s. 47-54, Ankara.

Özbal, H., Pehlivan, N., Earl, B., 2001. Durağan ve Bakırçay Arsenik Cevherleşmesinin Jeolojik, Minerolojik ve Kimyasal İncelenmesi, XVII. Araştırma Sonuçları Toplantısı, s. 29-40.

Pernicka, E., 2000. Zusammensetzung der Früh- und Mittelbronzezeitlichen Metallfunde aus der Nekropole von Demircihöyük-Sarıket, Die Bronzezeitliche Nekropole von Demircihöyük-Sarıket, s. 232-237, Tübingen.

Pernicka, E., Eibner, C., Öztunalı, Ö, Wagner, G.A., 2003. Early Bronze Age Metallurgy in the North-East Aegean, Troia and the Troad, s. 143-172.

Przeworski, S., 1939. Die Metallindustrie Anatoliens in der zeit von 1500-700 v. Chr., Internationals Archiv für Ethnographie, Leiden.

Refik, A., 1931. Osmanlı Döneminde Türkiye Madenleri, İstanbul.

Ryan, C. W., 1960. A Guide to the Known Minerals of Turkey, Ankara.

Seeliger, T.C., Pernicka, E, Wagner, G.A., Begemann, F., Schmitt, Strecker, S., Eibner, C., Öztunalı, Ö., Baranyi, İ., 1985. Archaometallurgische Untersuchungen in Nordund Ostanatolien, Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Mainz, 32: 597-659.

Solecki, R.S., 1969. A copper mineral pendant from Northern Iraq, Antiquity 43, s.311-314.

Strabon, Geographika.

Tekin, H., 2015. Eski Anadolu Madenciliği, Arkeolojik Verilerin Işığı Altında Başlangıcından Demir Çağı'na kadar. Bilgin Kültür Sanat Yayınları, Ankara.

Wagner, G. A, Öztunalı, Ö, Eibner, C., 1989. Early Copper in Anatolia: Archaeometallurgical Field Evidence, s. 299-306, In: Old World Archaeometallurg, Der Anschnitt Beiheft 7, eds. A. Hauptmann, E. Pernicka ve G. A. Wagner, Bochum: Deutsches Bergbau-Museum.

Willies, L., 1990. An Early Bronze Age Tin Mine in Anatolia, Historical Society 11, s. 91-96.

Yalçın, Ü., 2000. Anfänge der Metallverwendung in Anatolien, Anatolien Metal I. Der Anschnitt 13, s. 17-30, Bochum.

Yalçın, Ü, İpek, Ö., 2012. Derekutugun Tarihöncesi Maden İşletmeleri, 2. Çorum Kazı ve Araştırmalar Sempozyumu, s.11-31, Çorum.

Yalçın, Ü, Maass, A., 2013. Prähistorische Kupfergewinnung in Derekutugun, Anatolien, Anatolien Metal VI., s. 153-194, Bochum.

Yener, A., 1983. The Production and Utilization of Silver and Lead Metals in Ancient Anatolia, *Anatolica* X, s. 1-15.

Yener, A., 1996. 1994 Göltepe Arkeometrik Çalışmaları, Arkeometri Sonuçları Toplantısı XI, s. 91-104.

Yener, A., Özbal, H., Kaptan, E., Pehlivan, A.N., Goodway, M., 1989. Kestel: An Early Bronze Age source of tin ore in the Taurus Mountains, Turkey, *Science* 244, s. 200-203.

Yener, A., Kulakoğlu, F., Yazgan E., Kontani, R., Hayakawa, Y., Lehner, J., Dardeniz, G., Öztürk, G., Johnson, M., Kaptan E., Hacı, A., 2015. New tin mines and production sites near Kültepe in Turkey: a third-millennium BC highland production model, *Antiquity* 89-345. s. 596 - 612.

Antik Metalurji Uygulamaları

Ancient Metallurgy Procedure

Daniş BAYKAN

Trakya Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Güllapoğlu Yerleşkesi, 22030, Edirne
e-mail: *danisbaykan@gmail.com*

Özet

“Antik Madencilik Uygulamaları” başlığı altındaki bu çalışma Antik Çağ madenciliğinin tarihi süreçlerini değil tarihten bağımsız olarak cevherin toplanma, hazırlanma ve işlenme aşamalarını içermektedir. Antik Çağ madenciliğini üretilecek metalin cinsine göre ayırım yapılmadan genelde hepsi için geçerli olan süreçler sıralanacak, sadece bazı özel uygulama süreçlerinde metal cinsi belirtilecektir. Maden, doğal etkenlerle yer kabuğunun bazı bölgelerinde oluşan, farklı kullanımları olan minerallerdir. Kimya literatüründen farklı olarak Maden kelimesi arkeolojide metal kelimesiyle eş anlamda kullanılmaktadır. Madenlerin araştırılması, çıkarılması ve işletilmesiyle ilgili uygulamaların tümüne de madencilik denmektedir. Günümüzde kullandığımız metal kelimesi antik Yunanca *metallon* ve Latince *metallum* kelimelerinden gelmektedir. Metaller kendine özgü renk ve parlaklıkları, şekillendirmeye yatkınlıkları nedeniyle Antik Çağ ve hatta daha öncesinde de dikkat çekerek hayatın farklı alanlarında tercih edilen malzemeler olmuştur. Organik malzemeye göre daha dayanıklı olan metal, arkeolojide hem tipolojik hem de kronolojik değerlendirilmeler açısından da önemlidir. 19. yüzyılın kronoloji belirleme çalışmaları sırasında ortaya atılan “üç devir” teorisinde, Taş Çağı sonrasında Tunç Çağı ve Demir Çağı gelmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antik Metalurji, Arkeoloji, Arkeometalurji, Etnoarkeoloji

Abstract

This study with the title of “Ancient mining procedures“ does not deal with ancient time mining stages but deal with an time-independent progressions in mining and mineral processing stages. Without doing a separation the ores according their types, general operations in the ancient mining is given by stating the some metal names for specific applications. The word of “metal” coming from the “metallum” in Latin language and “metallon” in ancient greek language is synonymous with “mine” in archeology. The metals having variety in their colour, brightness, malleability have been interested and used for different reasons in ancient era and even before. The metals being stronger in comparison with the organic materials are important in terms of both typological and kronological assessments in archeology. In 19th century, the three well-known periods grouped according to the use of metals were identified as post-stone age, bronze age, iron age periods.

Key Words: Ancient Metallurgy, Archaeology, Archaeometallurgy, Ethnoarchaeology

İnsanların tarihte ilk tanıştığı maden bakırdır. M.Ö. 9. ve 8. bine tarihlenen Aşıklı ve Çayönü'nün çanak çömleksiz neolitik buluntuları bunun kanıtlarındandır. Bakır, Eskiçağ'da kullanılan tunç gibi alaşımların ana maddesidir. Doğada ham bakır, kalkopirit, malahit, azurit, kalkozit, küprit, bornit ve enargit mineralleri içerisinde bulunmaktadır. Tunç ise, bilinen en

eski alışımıldandırdır. Eldeki tarihi bilgilere göre M.Ö. 4. bin ortalarında öncelikle Ortadoğu'da kullanılmıştır. Daha kolay erimesine ve kalıba daha kolay dökülmesine karşın bakırdan daha sert olan tunç, silah ve alet yapımında, bunun yanında sanat eserlerinde ve süslemelerde kullanılmıştır. Yerkabuğunda en çok bulunan metal olan demir, nadiren saf element halinde; genelde hematit, götit, limonit, magnetit, pirit ve siderit gibi demir filizi/cevheri halinde bulunmaktadır. Anadolu'nun çeşitli yerleşimlerinde M.Ö. 3. ve 2. binyıllara tarihlenen demir örnekleri bulunmasına karşın demirin tam anlamıyla kullanılması M.Ö. 1. binyılın başındadır. Demir'in bakıra oranla üç binyıl sonra yaygınlaşması en çok 1250°C sıcaklığa erişebilen ergitme fırınlarının teknolojiyle ilişkilidir. Erken demir buluntuların, bir kısmı meteor kökenli olmasına karşın, bilimsel incelenmesi yapılmış az sayıda demir eserin meteor kökenli olmadığı belirlenmiştir. Meteor kökenli olmayan erken demir buluntuların, bilinen demir ergitme teknolojiyle dövülerek yapıldığının düşünülmesi, konuyu tarihsel, kronolojik ve teknolojik olarak açıklanamaz bir çıkmaza sokmaktadır. Bu nedenle Karadeniz ve bazı diğer yerlerde de olduğunu bildiğimiz ve günümüzde örnekleri halen gözüken demir ve demir oksit tozunun erken dönemlerde kalıplarda ısıtılarak dövüldüğünü düşünmek ve bu savın analizlerle desteklenmesi konunun anlaşılmasında anahtar görevi görecektir (Baykan, 2013). Demir dövme işleminin 700°C'de yapıldığını ve aynı dönemde bakır ve bronz üretim teknolojileri için en azından 800-1083°C arası bir ısıya çıkıldığını bilmemiz, en erken demir malzemelerin kama, kılıç gibi bronz döküm kalıplarındaki üretim formlarını andırması bu savın temel dayanaklarıdır (Baykan, 2013). Tunçtan demire geçiş sürecindeki bir keşif de kelime anlamı demire karbon ilavesi olan karbürizasyondur. En erken demir buluntular incelenirken, demirin günümüz ekonomik değerlerinden farklı olarak o dönemde altından daha değerli olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle ilk demir kullanım örnekleri çoğunlukla kılıç kama gibi törenseldir. M.Ö. 2. binin ikinci yarısında demir kullanımının Orta Doğu'da arttığı ama gene de tuncun yerini alamadığı görülür. M.Ö. 2. binin sonu ile M.Ö. 1. binin başlarında (yaklaşık: M.Ö.1150 ile M.Ö. 950) tüm Akdeniz havzasında, kayıt yetersizliği ve otorite boşluğu olarak genelleyebileceğimiz, somut anlamda kültürel verilerin azaldığı görülmektedir. M.Ö. 1. bin başından itibaren demirin Doğu Anadolu'da tuncun yerini aldığını ve Perslerin ilerleyişiyle batıya doğru yayıldığını söylemek doğru olacaktır.

Hammaddeye dayalı üretim yapılan işliklerin irdelenmesinde, günümüzde arkeometri ve ilgili diğer alanlardan yardım alınarak disiplinler arası çalışmaların yaygınlaşmasına karşın, yayınlarda arkeometri verileri, kimyasal analiz ve arkeolojik bulgunun tam anlamıyla harmanlanarak yorumlanmasında, üretimin her aşamasının detaylı irdelenmemesinden kaynaklanan bazı eksiklikler vardır. Antik madencilik uygulamalarının anlaşılabilmesi için arkeolojik kazılarda aslında sık rastlanan ama önem verilmediği için genelde incelenmeyen form vermeyen metal objeler ve madencilikte kullanılan diğer malzemelerin mutlaka değerlendirilmesi gerekmektedir. Verilerin kontekst ve mimariye bağlı yorumlanması, maddi kültür kalıntılarının oluşum aşamalarının bilinmesi, deneysel arkeoloji ve etnoarkeoloji yardımıyla bütüncül ve geniş ölçekte bir yaklaşım gereklidir. Geniş ölçekten kastedilen, coğrafi alan seçimindeki neden, mekânların kullanım amacı, mekânların kullanıcılarının kim olduğu, yapılan üretimin aşamaları ve bunların kanıtlarıdır. Geniş anlamda mekân analizi denebilecek bu tür yaklaşımlarda çevresel koşulların ve mekânın neden orada olduğunun çözümlenmesi; ardından insanın o mekânda neyi nasıl yaptığını anlamak ana hedeftir. Çevresel ve mekânsal analiz, başlangıçta sadece coğrafi anlamda (Chadule, 1987; Sanders, 1989; Béguin, 1994; Pinchemel, 1995; Pumain, 1997; Bavoux, 1998), sonradan canlandırma (Bailey 1995); etnoarkeolojik yaklaşımlı modelleme (Kroll, 1991), özel örnek çıkışlı genellemelerde (Enloe 1994) de kullanılmıştır. Klasik arkeolojide mekân analizi merkezli çalışma geleneği ortaya çıktığında, erken tarihli 18. yüzyıl kazılarından *Pompeii* ve benzerlerinin sonradan mekân analizi çalışmaları gerçekleşmiştir (Allison, 2004). *Pompeii*

örneğinden devam edecek olursak 1984 yılında yapılan bir mekân analizi çalışmasıyla konut ve mekânların tıp ve ecza ile ilişkileri saptanmış ve önceki bilgileri değiştirmiştir (Bliquez, 1994). Benzer çalışmalar küçük yerleşimler (Fellner ve Federici-Schenardi, 2007) veya *Delos* (Zarmakoupi, 2012), *Olynthos* (Cahill, 2002) gibi büyük klasik kentler için de yapılmaya devam etmektedir. Günümüzde mekân analizinin arkeolojik alanda kullanım rehberleri Rodier (2011) sayesinde arkeolojideki yerini sağlamlaştırmaktadır.

Antik Çağ metalürjisini tüm aşamalarıyla arkeolojik verilerden takip edebilmemiz, geleneksel ve güncel üretimlerin detaylı incelemeleriyle ve bunlardan yapılacak çıkarımlarla mümkün olabilir. Bu konuda etnoarkeoloji bize en verimli bilgileri sunmaktadır. Geleneksel özelliklerini halen devam ettiren Afrika'nın farklı ülkelerindeki yerel metalürji üretimleri için Antik Çağ metalürjisinin etnoarkeolojisi önemlidir (Barndon, 2004; Holl, 2000; Bisson, 2000; de Barros, 2000; Childs, 2000; Schmidt, 1997; Robion-Brunner-Martinelli, 2012). Sanayi devrimine kadar binlerce yıl antik teknolojide köklü değişiklikler olmadığı hatta muhtemelen deneme yanılma yöntemleriyle edinilen deneyimlerin zamanla kurallaştığı ve tutucu denebilecek kadar değişimlere kapalı olduğu söylenebilir. Bir metalin kaynağından cevher halinde çıkışından bir nesne haline gelişine kadar geçirdiği süreç (genelleyerek); hammadde ve yakacak temini; cevher saflaştırma; ergitme; fırın sonrası uygulamalar; döküm ve dövme teknikleri; şekillendirme; külçe veya nesne yapımı şeklinde özetlenebilir.

Metalürji sürecinin başında hammaddenin yani cevherin temini gelmektedir. Antik Çağ'da cevher yüzeyden toplama yoluyla elde edilebiliyordu. Ancak aynı bölgedeki yoğun üretimler sonrasında yüzeyde cevher kalmadığında galeriler kazılarak madencilik gerçekleştiriliyordu. Metal işlikleri genellikle cevhere yakın yerlerde bulunmaktaydı. Böylelikle cevherin taşınması kolaylaştırılmış, iş gücü ve zamandan tasarruf edilmiş oluyordu. Metalin doğadaki renk ve doku farklılıklarıyla dikkat çekmesi sonucu kullanılmaya başlaması, cevher temininin yüzeyden toplamayla başladığını kanıtlar. Tunç üretimi ve yoğun kullanımı başladığında, muhtemelen hem bakır hem de kalay için yüzeyden toplama yerine galeri madenciliğine geçilmiş olmalıdır. Cevher haricinde yakın olunması gereken unsurlardan bir tanesi de yakacaktır. Cevherlerin Antik Çağ'da günümüzden daha çok ve özellikle de yüzeyden toplama şeklinde elde edilebildiğini de düşünürsek asıl yakın olunması gereken alan ormandır. Antik Çağ'ın ısıtma işlemi uygulanan metalürji faaliyetlerinde eğer kalorisini yeterli geliyorsa odun; eğer daha yüksek ısı gerekiyorsa odun kömürü kullanılmıştır. Metalürji fırınlarının (en azından demir fırınlarının) yeterli ısıya çıkması için mutlaka odun kömürü gereklidir. Örneğin, tipik olarak 200 kilo işlenmiş demir için 1 ton demir cevheri ve 8 ton kömüre ihtiyaç vardır. Antik Çağ koşullarından bahsettiğimiz için odun kömürü haricinde bir kömür kullanımı mümkün değildir. 8 ton odun kömürüyse ancak 300 yetişkin çam ağacından elde edilebilmektedir. Antik Çağ'da odun kömürü üretimi günümüzdekinden çok farklı olmayan bir şekildedir; kesilen odunlar kümbet haline getirilir, kuru otlarla örtülür ve 2 hafta kadar ateşle beslenerek için için yanması sağlanır. Bu tekniği 1540 tarihli İtalya baskılı gravürlü bir teknoloji kitabında görebiliyoruz (Horne, 1982). Günümüzde Anadolu'da torak denilen bu işlemle, odunun beşte biri oranında kömür elde edilebilmektedir. Ayrıca yine aynı kaynaktan, hazırlanmış bir çukura yerleştirilen daha iri odun parçalarının, yine kuru otlarla örtülerek yakılması da betimlenmiştir (Horne, 1982). Günümüzde terk edilmiş bu yöntem özellikle açık alanda ve rüzgâr alan yerlerde Antik Çağ'da da tercih edilmiş olmalıdır. Torak yapımında Anadolu geleneğinde bazen yağının üstünün çamurla sıvandığı da bilinmektedir.

Günümüzde de metal cevherlerinin hazırlanması sırasında ufak parçalara ayrılması, yıkanması ve kavrulması gibi uygulamaların Antik Çağ'da da olduğunu kabul etmeliyiz. Hammadde içerisindeki iri gözenekli yabancı maddelerin ufalanarak uzaklaştırılması ve cevherin biraz

saflaştırılması için cevher zenginleştirme taşlarında, genellikle küresel sert dere taşlarıyla, dövülmesine arkeolojik metalürji alanlarında rastlanmaktadır. Bu uygulamalardaki amaç ayırıştırma, ufalama ve saflaştırma sonucunda daha az ısıyla daha kaliteli ürün elde edilmesidir. Günümüzle karşılaştırılamayacak Antik Çağ metalürji fırınlarının ısısı için muhtemelen deneme yanılma yöntemiyle bazı yöntemler geliştirilmiştir. Bakır ergimesi için gereken 1083°C, %20 kalay katkısıyla 800°C'ye; saf demir ayrışması için gerekli 1200°C, karbon verilmesiyle 1000°C'nin altına çekilmiştir. Demirin dövülmesi için ise 700°C yeterlidir. Yıkama aşaması, hammadde parçalarının özellikleriyle ve arıtma yapılan alanın suya yakınlığıyla doğrudan ilişkilidir. Yıkama işlemi, hammadde özelliğine göre, bazen kavurma öncesi, bazen kavurma sonrası ve bazen de her iki aşamada uygulanmış olabilir. Urartu kültür bölgesinde saptanan demir üretim merkezlerinden %86'sının dere yatağına yakınlığı, demir üretiminde suyun önemine dikkat çeker (Belli, 1986). Yıkamanın önemi hammaddenin tozdan arındırılması, farklı renkli mineral ve oluşumların daha rahat görünmesini sağlayarak arıtma aşamasının kolaylaştırılmasıdır. Örneğin ilk yıkamada hammadde içerisinde kireç parçalarının tespit edilmesi, bunların kavurma işlemine alınarak daha rahat ufalanmasını sağlar. Cevher hazırlama işlemlerinden biri de cevher parçalarının kavurulmasıdır. Kavurma işlemi belli miktardaki hammadde (cevher) üzerine yığılan odun ve çalının ateşe verilmesi şeklindedir. Bu işlem cevher topraklarındaki kireç kütlelerinin ısı nedeniyle patlayarak ufalanmasını, ayrıca ısıyla uzaklaştırılabilecek bazı minerallerden de ayrışmasını sağlar.

Bahsedilen cevher hazırlama aşamalarından sonra asıl ergitme aşaması yani fırının yakılması gelmektedir. Antik Çağ metalürji fırınlarının ne şekilde olduğuna dair tanımlama içeren antik yazılı kaynağımız yoktur. Bu konuda vazo resimleri üzerindeki betimler (Oddy ve Swaddling, 1985) ile ergitme fırınları ve işleme ocaklarını kapsayan Cleere'nin sınıflandırması (Cleere, 1972) fikir vericidir. Antik Çağ ergitme fırınları, bazen çukur bazen düz zemin üzerindeki kerpiç yapıdan oluşmuştur. Kazıda kerpiç fırın kalıntısının fark edilmesi ve yerinde rastlanması güç olduğundan bazılarının varlığı rapor ve kesit fotoğraflarından veya Knossos'un M.Ö. 1 - M.S. 3. yüzyıl tabakasındaki gibi yerinde olmayan parçalardan bilinmektedir (Lancel 1981; Photos vd. 1988). Anadolu'da tespit edilen nadir ergitme fırınlarından Subaşı (Merzifon-Bakırçay Vadisi) ve Hisarcıkaya (Çankırı-Eldivan) Geç Roma Dönemi izabe fırınlarının kalıntısı günümüze ulaşmamıştır (Jesus, 1976). Metalürji fırınlarının çoğu bakır üretimiyle ilişkili olup demir ergitme fırınlarına nadiren rastlanmaktadır. Populonia'da Baratti koyunda keşfedilen demir ergitme fırını, her ne kadar "erken demir çağ", "arkaik" veya "M.Ö. 1. bin" olarak tarihlendirilse ve iki binli yılların başına kadar "dünyanın en eski demir fırını" olarak adlandırılrsa da (Voss, 1988), yapılan analiz ve araştırmalarda tarih aralığı M.Ö. 3. yüzyıl sonu ile M.Ö. 1. yüzyıl başı öncesine gitmemektedir. Yayınlanmış M.Ö. 1. bin demir üretim ve fırın verileri son derece sınırlıdır (Tylecote, 1992). Kenan Tepe'de tespit edilen demir üretim verileri de içeren arkeometalürjik kontekstin M.Ö. 1. bin başına tarihlenmesi, eksik olan Anadolu demir üretim tarihinin tamamlanabilmesi açısından önem taşır. Ağzı zemin seviyesinde, tabanı çukursuz demir fırınlarının kalıntıları Macaristan'da M.S. 1. bine ait benzerleri gibi genellikle Roma Dönemi öncesine gitmemektedir (Gömöri, 1988; Gömöri, 2006; Gömöri, 2012). Adana Mansurlu köyü ve Urartu bölgesinde bazı tarihlenmemiş fırın izlerine dair aktarımlar haricinde korunmuş ve tarihlenmiş Anadolu demir fırını örneğimiz Arsemia'daki (Adıyaman) 40 cm çapında, 3-4 cm cidarlı ve 100 cm yükseklikte ve İslami tabakada ele geçendir (Tylecote, 1992; Belli, 1986). Hindistan, Nepal, Japonya, İran ve bazı Afrika ülkelerinde 20. yüzyıla kadar kullanılan bu tip fırınların etnoarkeoloji açılı yaklaşımlarla deneysel fırın denemeleri de gerçekleştirilmiştir (Cleere, 1991; Cleere, 1971; Cleere, 1970; Cleere, 1963; Shrivastva, 1999).

İzabe sırasında metallerin ayrışması için gerekli ısı körüklemeye sağlanmıştır. M.Ö. 2. binin yaygın pişmiş toprak körük tipi değişmeden 4000 yıl kullanılmıştır. Her dönem kullanılan deriden torba körükler, körüğün fırına giren ucundaki üfleçler Afrika'da halen yaygındır. Kültepe buluntuları ile Demirköy Osmanlı dökümhanesi üfleçleri benzeştir.

İzabe fırınından çıkartılan metal kütesinin hangi metal olduğu bundan sonraki aşamada önem kazanmaktadır. Bakır elde edilen bir fırından sonra süreç bakır külçesi dökümü veya kalayla karıştırarak tunç (bronz) külçe veya obje dökümü olarak devam edecektir. Fırında ayrıştırılan metal demir ise cüruf ve kömür karışımı süngerimsi demir kütesi, fırın ağzından ya da üstünden çıkartılarak sıcakken dövülür, bu sırada yabancı parçalarından arınır, yapısı bütünleşir ve gözeneksiz demir elde edilirdi. Bu işlemlerden sonra yapılmak istenen malzeme dövülerek şekillendirilir veya sonra işlenmek üzere uygun külçelere dönüştürülürdü. M.Ö. 7. yüzyıl Sargon II dönemine ait külçelerle Roma İmparatorluk Dönemi demir külçeleri arasındaki benzerlik yine uzun süreli bir geleneğin göstergesidir (Stölner, 2008).

Üretilen metal hangisi olursa olsun gerek aşamaları gerekse kullanılan gereçler veya ortaya çıkan külçe tiplerinde binlerce yıllık bir benzerlik ve alışkanlık söz konusudur. Bu durum antik teknolojinin söz konusu olduğu benzer araştırmalarda sadece kendi döneminin verilerine bakılmayıp aksine etnoarkeoloji yardımıyla daha çok veri elde edilebileceğinin de göstergesidir.

Kaynakça

Allison, P.M., 2004. Pompeian Households an Analysis of the Material Culture, Monograph 42. Cotsen Institute of Archaeology California Üniversitesi, Los Angeles.

Bailey, T.C., Gatrell, A.C., 1995. Interactive Spatial Data Analysis. Essex.

Barndon, R., 2004. An Ethnoarchaeological Study of Iron-Smelting Practices among the Pangwa and Fipa in Tanzania. BAR International Series 1308, Oxford.

de Barros, P., 2000. Iron Metallurgy: Sociocultural Context. Ancient African Metallurgy the Sociocultural Context, (Ed. Joseph O. Vogel). Altamira Yayınları, Oxford, 147-198.

Bavoux, J.J., 1998. Introduction à l'analyse spatiale. Paris.

Baykan, D., 2013. Batı Anadolu'dan Yeni Arkeo-metalürjik Veriler. 28. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, Ankara. 191-204.

Béguin, M., Pumain, D., 1994. La Représentation des Données Géographiques. Paris.

Belli, O., 1986. Doğu Anadolu Bölgesinde Antik Demir Metalurjisinin Araştırılması. Araştırma Sonuçları Toplantısı III, Ankara, 365-378.

Bisson, M., 2000. Precolonial Copper Metallurgy: Sociopolitical Context. Ancient African Metallurgy the Sociocultural Context (Ed. Joseph O. Vogel). Altamira Yayınları, Oxford, 83-145.

Bliquez, L.J., 1994. Roman Surgical Instruments and other Minor Objects in The National Archaeological Museum of Naples. Philipp von Zabern Yayınları, Mainz.

Cevizoğlu H., Yalçın, Ü., 2012. A Blacksmith Workshop in Klazomenai. *Ancient Near Eastern Studies* 39, *Anatolian Iron Ages* 7, 73-97.

Chadule, G., 1987. *Initiation aux Pratiques Statistiques en géographie*. Paris.

Childs, S.T., 2000. Traditional Iron Working: A Narrated Ethnoarchaeological Example. *Ancient African Metallurgy The Sociocultural Context* (Ed. Joseph O. Vogel). Altamira Yayınları, Oxford, 199-253.

Cahil, N., 2002. *Household and City Organization at Olynthus*. Yale Üniversitesi Yayını, New Haven.

Cleere, H., 1963. Primitive Indian iron making furnaces. *The British Steelmaker*, 154-158.

Cleere, H., 1970. Iron smelting experiments in a reconstructed Roman furnace. *Iron and Steel Institute*, Londra.

Cleere, H., 1971. Ironmaking in a Roman furnace. *Britannia*, 2, 203-217.

Cleere, H., 1972. The Classification of Early Iron-Smelting Furnaces. *The Antiquaries Journal*, 52(1), 8-23.

Cleere, H., 1991. Iron smelting experiments: towards a systematic policy for international cooperation, *Archéologie expérimentale*. Tome 1 - le feu: le métal, la céramique, actes du Colloque International Expérimentation en archéologie: Bilan et perspectives. Paris, 45-49.

Enloe, J.G., 1994. Patterns of Faunal Processing at Section 27 of Pincevent: The Use of Spatial Analysis and Ethnoarchaeological Data in the Interpretation of Archaeological Site Structure. *Journal of Anthropological Archaeology*, 13, 105-124.

Fellner, R., Federici-Schenardi, M., 2007. Develier-Courtételle, un habitat rural mérovingien 5, Analyse spatiale approche historique et synthèse Vestiges gallo-romains, *Cahier d'archéologie jurassienne* 17. Office de la culture et Société jurassienne d'Emulation. Porrentruy.

Gömöri, J., 1988. The Szakony Bloomery Workshops. The First Iron in the Mediterranean / Il primo ferro nel Mediterraneo. *Journal of the European Study Group on Physical, Chemical, Biological and Methematical Techniques Applied to Archaeology PACT* 21, Ed. G. Sperl. 101-110.

Gömöri, J., 2006. The Bloomery Museum at Somogyfajsz (Hungary) and some Archaeometallurgical Sites in Pannonia from the Avar- and Early Hungarian Period. *Metalurgia - Journal of Metallurgy*, 12(2-3), 185-198.

Gömöri, J., 2012. Vasolvaszto kemencék zsira-Kenderszer dülöben. *Régészet És Anyagi Kultúra*, 66(1), 31-39.

Holl, A., 2000. Metals and Precolonial African Society. Ancient African Metallurgy The Sociocultural Context (Ed. Joseph O. Vogel). Altamira Yayınları, Oxford, 1-81.

Horne, L., 1982. Fuel for The Metal Worker, The Role of Charcoal and Charcoal Production in Ancient Metallurgy. Fall, 6-13.

Jesus, P.S., 1976. Eski Çağlarda Anadolu'da yapılmış olan metalurjik faaliyetler. Maden Teknik Arama Dergisi, 87, 55-69.

Kroll, E.M., Price, T.D., 1991. The Interpretation of Archaeological Spatial Patterning. Londra.

Lancel, S., 1981. Fouilles Françaises à Carthage, La Colline De Byrsa et L'occupation Punique (VIIe Siècle - 146 Av. J.-C.) Bilan de Sept Années de Fouilles. Comptes-rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, 125(2), 156-193.

Oddy, W.A., Swaddling, J., 1985. Illustrations of Metalworking furnaces on Grek vases. Furnaces and Smelting Technology in Antiquity, Occasional Paper 48. British Museum Yayınları. Londra, 43-57.

Photos, E., Filippakis, S.J., Salter, C.J., 1988. Preliminary Investigations of some Metallurgical Remains at Knossos, Hellenistic to Third Century AD. The First Iron in the Mediterranean / Il primo ferro nel Mediterraneo. Journal of the European Study Group on Physical, Chemical, Biological and Methemathical Techniques Applied to Archaeology PACT, 21, 189-197.

Pinchemel, G., Pinchemel, P., 1995. La Face de la Terre. Éléments de Géographie. Paris.

Pumain, D., Saint-Julien, T., 1997. L'Analyse spatiale 1: Localisations dans l'espace. Paris.

Robion-Brunner, C., Martinelli, B., 2012. Métallurgie du fer et Sociétés africaines, Bilans et nouveaux paradigmes dans la recherche anthropologique et archéologique. BAR International Series, 2395, Oxford.

Rodier, X., 2011. Information spatiale et archéologie. Errance Editions. Paris.

Sanders, L., 1989. L'Analyse Spatiale des Données Appliquée à la Géographie. Montpellier.

Schmidt, P.R., 1997. Iron Technology in East Africa Symbolisme, Science and Archaeology. Indiana Üniversitesi Yayınları, Indianapolis.

Shrivastva, R., 1999. Smelting Furnaces in Ancient India. Indian Journal of History of Science, 34(1), 33-46.

Stölner, T., 2008. Montan-Archaeology and Resaerch on Old Minning: Just a Contribution to Economic History?. Anatolian Metal IV (Ed. Ü. Yalçın), Bochum, 149-178.

Tylecote, R.F., 1992. A History of Metallurgy (2. Baskı). Londra.

Zarmakoupi, M., 2012. The Quartier du Stade on late Hellenistic Delos: a case study of rapid urbanization (fieldwork seasons 2009-2010). Institute for the Study of the Ancient World Papers, 6 (çevrimiçi: <http://dlib.nyu.edu/awdl/isaw/isaw-papers/6/preprint/>).

Rock Bolting from Past to Present in 20 Inventions

Eren Kömürlü ^{1*}
Ayhan Kesimal ¹

¹ *Karadeniz Technical University, Department of Mining Engineering, Trabzon, Turkey,*

* Corresponding author: ekomurlu@ktu.edu.tr, erenkomurlu@gmail.com, tel: 0462 377 42 97

Abstract

This work aims to better understand improvements in history of the rock bolt support. Although the rock bolt was invented more than one hundred years before, its usage has increased in mining and tunneling industries since the 1930s. Then, the steel rock bolts have become one of the most widely used tunnel supports since the third quarter of the 20th century, which was a time of changing strategies regarding supports and many challenges faced concerning the use of new support materials. Twenty inventions in the rock bolt history from its start of usage to nowadays are briefly explained in this paper. It can be inferred from the listed matters in this paper that many of the important developments in the rock bolt history were because of the need for use of new materials like contemporary grout materials increasing the load bearing capacity or rock bolts made with engineering polymer materials having good resistivity against the ground water. Also, developments in the mechanical science have made rock bolting an effective support method due to improvements such in the drilling technology or new anchoring mechanisms developed to overcome the problems in rock bolting. As a result of growing applications during 20th and 21st centuries, new challenges have come into being as in the energy-absorbing rock bolts being improved for the rock burst problem since 1990s.

Key words: Rock bolts, rock bolt history, rock support, tunnelling history, material handling in rock engineering, underground support

1. Introduction

Although the first date for use of rock bolts is not clear, the first rock bolt patent application is known to be done in 1913 by Stephan, Fröhlich and Klüpfel who introduced their invention used in German coal mines as grouted steel rebar type of rock bolt (Stephan et al., 1918). In 1930's, the rock bolts also known to be applied in USA in early 20th century systematically started to be used in US mining industry (Gardner, 1971; Tully, 1987).

As a result of invention of the contemporary support systems, tunnel excavations have been able to be carried out with lower costs. Principally, the background of the contemporary support strategy had been made for long years. One of the most important improvements for having the opportunity to excavate underground openings with large-cross sections in weak rock zones can be accepted to be new materials use in rock support. Before the invention of use of steel materials in the rock engineering, the main support material was wood that caused many of different rock mass properties which are able to be supported in today's conditions impossible to perform engineering applications in history.

Many of the important civilisations in ancient times like Romans, Babylons, Egyptians, Persians, Aztecs, Incas excavated tunnels for different aims such as mining, transportation,

drainage, hiding and living, fighting in wars. Egyptians and Romans are known to excavate mining tunnels at the depths reaching 200 meters in the ancient times. The Roman Empire was the first country to have a special ministry on water transportation (Sandstrom, 1963). Therefore, many of the Roman tunnels were excavated under the official inspections of the empire. Some of the Roman tunnels excavated in the ancient times can be still considered big engineering applications in today's conditions.

Findings for the 6th Century BC refer that people could excavate tunnels in hard rocks with the rate of 9-10 meters per a year (Fukushima, 2012). One of the three wonders of the Hellenistic world was a water transportation tunnel with 1 km length whose the excavation was completed in 530 BC. The name of tunnel considered as a wonder of Hellenistic world is Eupalinos which was excavated in the Samos Island of Greece. Then, the excavation rates and the length of tunnels increased by the Roman Empire that excavated the biggest tunnels of the ancient times. A Roman tunnel excavated for draining the water of Fucino lake in Italy was the longest tunnel until 1876. Excavation of the tunnel with 5.8 kilometers length and depth reaching 120 meters was started by the Emperor Cladius (a.d. 11-54) and completed in 11 years. For excavation of the tunnel, 30000 people worked to excavate the total length of over 10 km including the shafts (Parry, 2013). Another important Roman tunnel was excavated to divert the floodwaters threatening the harbour near the ancient city of Seleucia Pieria in Turkey nearly before 2000 years. The tunnel with the name of Titus tunnel was started to excavate by Emperor Vespasian (a.d. 9-79) and also excavated during the time of Emperor Titus (a.d. 39-81). Considering the cross-section area of tunnel excavation of over 50m² and length of 1.4 kilometers, it can be said that the 2000 years old Titus tunnel is an important heritage from the ancient times and still an important tunnelling project in today's conditions.

It was a quite tough job to manually excavate tunnels in history. For making rock masses be excavated with an easier way, fire was made on face and quenched by pouring water for an immediate change in temperature which causes cracking. After the quenching, it was easier to excavate rock using metal tools (Wahlstrom, 1973). An example of ancient excavation marks from the Titus tunnel is given in Figure 1. Although excavation rates could be increased significantly as a result of the developments in the excavation tools due to the improvements in metallurgy, it should be noted herein that the human power was the main need to have a success in the tunnelling in the ancient times.



Figure 1. a) A view of the Titus tunnel, b) excavation tool Marks

Although the metal tools were used to excavate rock since very early times, metals were not used to support rock masses until the 18th century. In terms of economical use of metals as support material, developments in the metallurgy during the 18th century have made an important background for important inventions. Steel material being widely used as support material in todays was firstly used for an aim except making weapon, tools and some goods in 1778, as being the construction material of the Coalbrookdale Bridge in England (Baugh and Elrington, 1985). For the start of steel material use as construction material, the Abraham Darby's invention to make coke from coal was an important milestone which caused to produce steel materials with cheaper costs. English ironmaster Henry Court's invention of puddling process was also an important milestone for having high strength steel materials.

The first time to use steel support material for rock supporting was just 17 years after the first steel construction of the Coalbrookdale Bridge. In 1795, steel lining support was firstly applied to support a coal mine shaft in England. A prefabricated steel lining shaft support from 1850's that was used in another coal mine of England is shown in Figure 2. Prefabricated steel liner supports had become a widely used support, and started to be applied as tunnel lining in addition to being shaft support in 19th century. The first prefabricated steel lining tunnel support was used in a subway tunnel construction in London. Because of the development in concrete science, cheaper prefabricated concrete liners have taken the place of steel lining supports. However, steel ribs are being still used and most widely seen conventional support in tunnel constructions. By using steel support, higher strength and more practical supports with lower prices could be set in comparison with the previous support methods such as timbering and bricking. Until shotcrete material became wide in tunnelling, steel ribs were used with wood support. Steel ribs had started to be used in several European countries in the second half of the 19th century (Merivale, 1888).

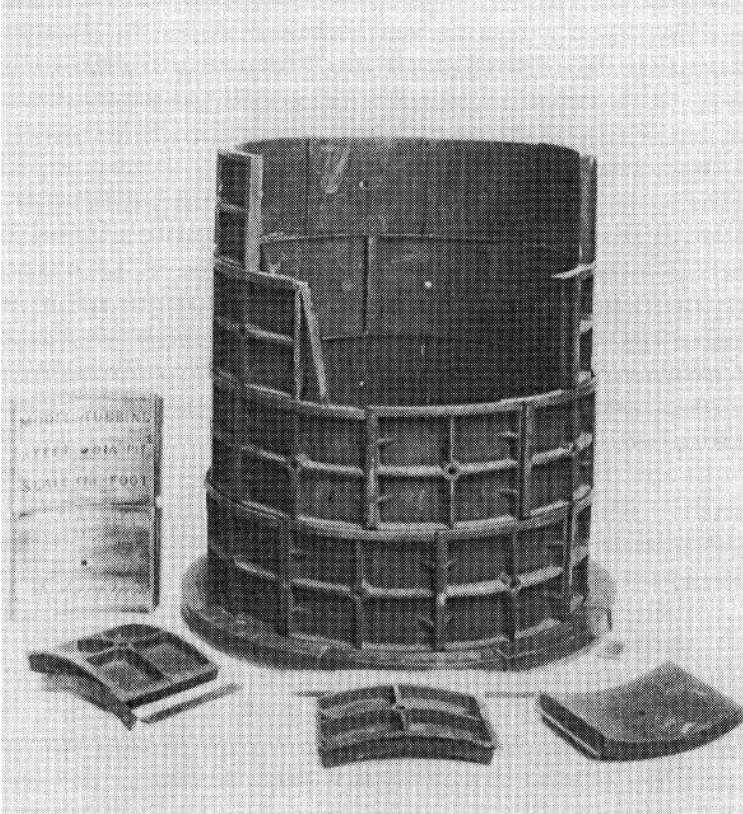


Figure 2. Steel shaft liner support produced in 1859 (West, 1988)

There were notable developments in the 19th century which established tunnelling as a modern industry. As a result of inventions of drilling machines and effective explosives with nitroglycerin, the excavation rates in tunnelling have been increased significantly in the 19th century. As drilling machines have made rock bolts possible to be applied practically, frontiers of rock excavation in the 19th century also had an important role on the development of the rock bolt supports in addition to the entrance of the steel supports into the rock engineering applications.

In the 19th century, numerous tunnel projects were needed to set network for the reason of increasing transportation requirement resulting from the industrial revolution. Different European countries developed their own tunnelling methods in 18th and 19th centuries (English method, German method, Belgian method, Austrian method, etc.). However, the most important revolution can be accepted to be in the 20th century with the new Austrian tunnelling method (NATM). The most important difference of contemporary support strategy of the NATM firstly introduced in 1950's was considering rock mass to support itself which can be supplied using rock bolts and shotcrete (Muller, 1990).

2. Twenty Milestones in History of Rock Bolting

2.1. The first rock bolt patent

The first time to use rock bolts is not definite and believed to be late 19th century. Although the first patent for the rock bolt support was applied by Stephan, Fröhlich and Klüpfel in 1913, the patent in rock bolt history was got in 1918. The long delay in the time for getting patent was probably because of the 1st World War (Kovari, 2003b). Stephan et al. (1918) reported that two different locations in ground can be linked using the grouted rock bolts inserted in drill holes. Therefore, it is explicitly understood that the firstly patented rock bolt was the grouted rebar type bolt.

2.2. Some examples making Rock Bolt use popular in Europe and North America

Although rock bolts could not become a widely used support in 1920's, they have fastly grown up in tunnelling since 1930's and become popular in 1960's (Kovari, 2003a). The 20th century was the century of changing support strategies and many challenges based on using new support materials. The New Austrian Tunnelling Method (NATM) named in the second half of 50's was developed as a result of using rock bolts with shotcrete in tunnel supporting (Muller, 1990). Some important examples which made rock bolting widely applied can be listed as follows:

- In 1930, rock bolts were applied in tunnels of Keyhole dam in USA
- Rock Bolts started to be used in a Canadian mine of Melntyre in 1934
- In 1942, rock bolts were firstly applied in Europe for transportation (motorway) tunnels excavated in England.
- From 1948 to 1950, rock bolts were applied in underground coal mine galleries with a total length of 1400 km in USA.
- In 1950, rock bolts were used in a water carrying tunnel excavated in Manchester.
- In 1950's, rock bolts were applied in several dam constructions in Canada, Norway, Sweden and France.

- From 1958 to 1962, rock bolts were applied in a motorway tunnel with a depth reaching 2200 meters and length of 11,6 km, between France and Italy.

2.3. Portland cement

Grout quality is one of the most important issues in rock bolt support performance. In terms of having a better grout material, invention of Portland cement which is the most widely used cement material all through the world is a significant improvement in the rock bolting practices. The Portland cement was invented by an English chemist of Joseph Aspdin in 1824 (Aspdin, 1824). As the color of the cement is close to that of limestone of the Portland island in England, it is called as Portland cement. The first Portland cement was introduced to market selling it as a modern binder material in 1845 (Eckel, 1913).

2.4. Shotcrete

In terms of the success of contemporary support strategies, use of rock bolt with shotcrete has a capital importance because of bettering the performances of each other. Shotcrete has important advantages to control deformations of the bolted ground. Before the use of shotcrete in tunnelling, iron plates were used to link bolts each other and supply support pressure on the wall which results from the load bearing by the rock bolts (Figure 3). The invention of shotcrete and its use with rock bolts were the main reasons for realising the contemporary support mentality firstly detailed with the NATM (Rabcewicz and Golser, 1973).

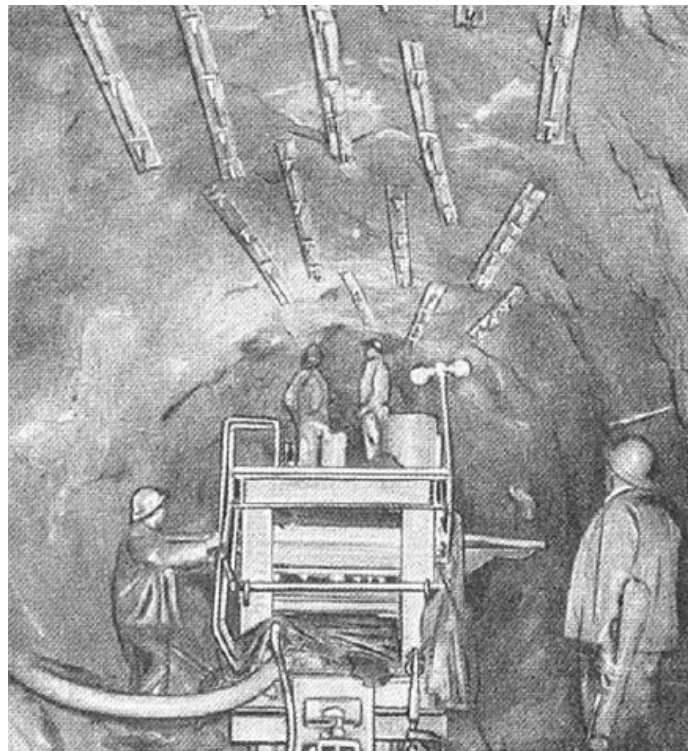


Figure 3. A rock bolt application in 1950's (Perez, 1952)

The first spraying concrete called gunite was found by an American taxidermist of Carl Akeley to be used with animal models in early years of the 20th century. In the first system,

solid was being carried by air and water was being mixed immediately before spraying from the nozzle. Carl Akeley got the patent of his invention of the cement gun in 1911. The most important difference of the Akeley's method in comparison with the typical shotcrete applications is using no mixer to make the sprayed concrete. The first mixer machine was invented by Chester A. Beach in 1910, just a year before the invention of Akeley (Bicik, 2012). Therefore, it can be inferred that all the concrete materials were manually mixed in 19th century.

First shotcrete application performed in an American mine is known to be in 1914. In 1930's, American railway engineering association (AREA) firstly used the name of "shotcrete". Early shotcrete applications were performed as dry mix that water and solid were mixed in a mixer used in application area and sprayed with air pressure. Wet mix shotcrete which is mixed outside of application area and generally transported by the mixer trucks has started to apply in 1950's.

2.5. The first frictional rock bolts (Split sets)

The frictional rock bolt was invented by an American Engineer, Dr. James Scott in 1972 (Scott, 1974; Davis, 1979; Scott, 1981). Because the system is quick and simple to install, it fastly gained acceptance by miners all throught the world. As it is installed by pushing into a hole with slightly lower diameter than that of the rock bolt, the radial spring force is generated by the compression of the tube with cross-section of C shape, which provides the frictional anchorage. Although increase in the normal forces applying on the drill hole surface is an advantage in terms of the frictional load bearing capacity, having a high ratio of tube diameter to drill hole diameter is a disadvantage for the insertion performance of the rock bolts. Split set type of rock bolts generally have similar load bearing capacity with the load level reached during the insertion. Although the load bearing capacity increases due to increase in the split set tube wall thickness and/or diameter, insertion practicality of the rock bolts is affected as a result of increase in the split set tube wall thickness and/or diameter. Furthermore, the corrosion problem getting worse by scratching of the steel surface contacting to the drill hole should be payed attention with the increase of tube diameter (Li and Lindbald, 1999; Hassell ve Villaescusa, 2005).

2.6. Another frictional rock bolt: swellex

Atlas Copco invented the swellex type frictional rock bolts in 1980's. Because the swellex type rock bolt tubes have smaller diameter than the drill hole diameter before insertion, it needs to be expanded in the drill holes to supply frictional load bearing capacity. One of the most important advantages of the swellex type rock bolts is having no significant scratching problem during their insertion which limits the frictional load bearing capacity as in the split sets application. Therefore, higher stress applying on the hole surface from the swellex type tubes can be supplied in comparison with those in the split set applications.

2.7. Resin type grouts

The first resin grout product was developed in Germany, in 1956. The resin grouts which need short time for curing reactions are usable for the rock bolts that start to carry load in short time as insertion is done. The first application carried out in 1959 to use resin grout cartridges

was also in Germany. Nowadays, many different resin grout materials having a significant variety can be found in the market. Mechanical properties of resin grouts can change using chemical additives. Resistivities against the ground water and dynamic load resulting from the blasting applications are important issues making the resin grouts advantageous in comparison with the conventional cement grouts (Hoek, 2006; Komurlu and Kesimal, 2013a).

2.8. The first mechanically anchored rock bolts

The first rock bolt having expansion device at the front of the shank for the mechanical anchoring was firstly used in construction of an Australian dam called “Snowy Mountains Scheme” in 1947 (Meacham, 2007). The first application carried out in Australia was an important milestone for the invention of the modern pre-tensioned rock bolts being able to supply active support pressure without the need for the ground deformation.

2.9. Cable bolts

Hoek et al. (1995) reported that cable bolts were firstly applied in underground mining in Canada in 1963. In 1964, cable bolts were also started to use in South African mines. Because cable bolts were able to be inserted for support of deep rock masses, they were found convenient to use in rock engineering and became a widely used support in Australian and Scandinavian mines in 1970’s. During 1980’s and 1990’s, cable bolts became a typical mine support all through the world, support reaction of cable bolts have been well understood and different kinds of cable bolts were produced (Yazici and Kaiser, 1992; Kaiser et al., 1992; Hyett, 1992; Windsor, 1992; Hutchinson and Diedrichs, 1996).

2.10. Polymer composite rock bolts

For the aim of eliminating the affect of ground water, composites of engineering polymers having no corrosion problem and proper mechanical properties were started to use in 1985. The first application of the polymeric rock bolts was carried out in Switzerland (Firep, 2013). Light density of the polymer composite rock bolts is another advantage in terms of the application practicality. Polymer composite rock bolts are generally made with glass or carbon fiber reinforcement used in the matrix of polymer materials such as ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene), epoxy, polyester, vinylester (Komurlu and Kesimal, 2013b). Depending on the production details and additives, it is possible to find the polymer composites being much stronger material in compasion with the steel widely used in rock support applications.

2.11. Cone bolts

To combat rock burst problem in deep mines, many challenges have been faced concerning the use of new rock bolts. The first rock bolt developed to use in the mines having rock burst problem is the cone bolts having increased energy absorbing capacity resulting from the anchoring of cone end of the shank. The cone bolts firstly used in 1992 have a simple design

with an expanded front end which can increase the anchoring performance in the grout material, were developed in South Africa (Jager, 1992).

2.12. Energy absorbing rock bolts with sliding body (Garford, Roofex)

In 2008, Garford bolt (Australia) and Roofex bolt (Sweden) were developed to increase the energy absorbing capacity against the dynamic load resulting from the rockburst problems, consisting of a solid steel bar sliding in polymeric materials, an anchor and a coarse-threaded sleeve at the far end of the bolt. The Garford and Roofex bolts have a high deformation limit, ductile support reactions and also high static load bearing capacity which make the support effective to combat rock burst problem (Li et al., 2014). As the increase of mining depths make miners face with the rock burst problem, the energy absorbing rock bolts seem to be used more widely in future than being in today's. Figure 4 illustrates the high deformation let by the Roofex type energy absorbing rock bolts.

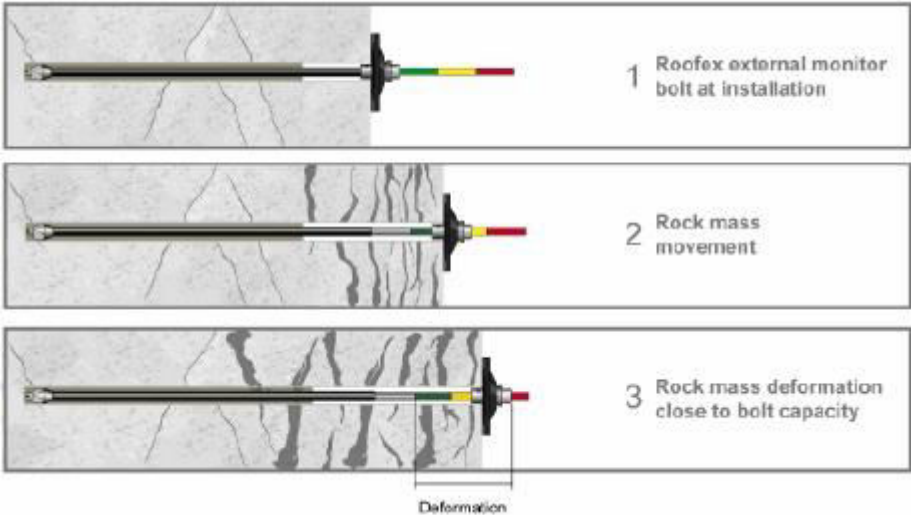


Figure 4. Deformation let by Roofex bolts (Atlas Copco, 2015)

2.13. Thin spray-on liner coated rock bolts

The deficiencies of tunnel supporting lead up to be improved by including the use of new materials. Corrosion problem can be considered as the most important problem of steel support usage. Underground water can substantially affect steel support material and decrease the load bearing capacity especially for long terms and acidic underground water conditions (Ranasooriya et al., 1995; Li and Lindblad, 1999; Komurlu, 2012; Hassell and Villaescusa, 2005).

The polyurea-type thin spray-on liner was firstly applied to be water resisting coating for the steel rock bolts in 2013 (Komurlu et al., 2014; Komurlu and Kesimal, 2014). Polyurea is an isocyanate-based copolymer used for surface treatment applications, such as liners for truck beds, tanks, ships, buildings, pools, and waste deposition isolation plants, because of its good water-resisting performance (Komurlu and Kesimal, 2012). Polyurea is being used as spraying membrane in tunnelling and a support called thin spray-on liner (TSL) (Holter, 2014; Ozturk, 2012). It has good adhesion with rock, concrete and steel surfaces (Ozturk and

Tannant, 2010; Tannant, 2001; Komurlu and Kesimal, 2013b; Jain and Gupta, 2012; Ozturk, 2012; Komurlu and Kesimal, 2012; BASF, 2009).

A Turkish copper mine with acidic underground water condition was the first area to apply the polyurea coated rock bolts. Rebar and split set types of rock bolts were easily coated with polymer spraying method. It was found that material and workmanship costs for the surface treatment method are quite low; two people can easily coat more than 100 rock bolts in one hour. Long and short terms pull-out tests were separately performed on polyurea coated and uncoated rock bolts to examine the effect of the surface treatment method on rock bolt corrosion and load bearing capacity. It was confirmed by the tests applied on the grouted rebars that polyurea has excellent adhesion with steel and cement mix injections. In addition, the substantial increase in pull-out test results for the split-set-type frictional bolt showed that the polyurea coating adheres well to the hole surface. The results indicated that polyurea coat significantly increases frictional load bearing performance of the contact between the bolt and the rock surface. It was observed from the field study that polyurea type TSL prevented steel corrosion economically while bolt load bearing capacity was being increased significantly (Komurlu and Kesimal, 2014). Figure 5 shows the polyurea type thin spray-on liner coating and the surface of polyurea coated rock bolts.

2.14. Frictional Rock Bolts with plastic body

Komurlu and Kesimal (2015) have started to investigate the use of fiber reinforced engineering polymer tubes as frictional rock bolt, obtained proper load bearing capacities with tests applied using the plastic frictional bolts. The plastic frictional bolts developed by Komurlu and Kesimal are plastic type split sets which have thicker tube wall in comparison with typical steel split sets. The fitting devices, material handling and application details for the plastic split-sets are still being developed with laboratory and field studies performed in Turkey and Australia. Some field studies showed that frictional load bearing capacities of steel split sets applied in a mine with acidic underground water problems resulting from sulphuric ore content can decrease by 400% only within several months, although they are galvanized (Komurlu and Kesimal, 2015). New, economical and high strength polymeric split sets with high chemical resistivity are expected to be helpful for improving the rock bolt performance especially for the corrosive ground conditions.

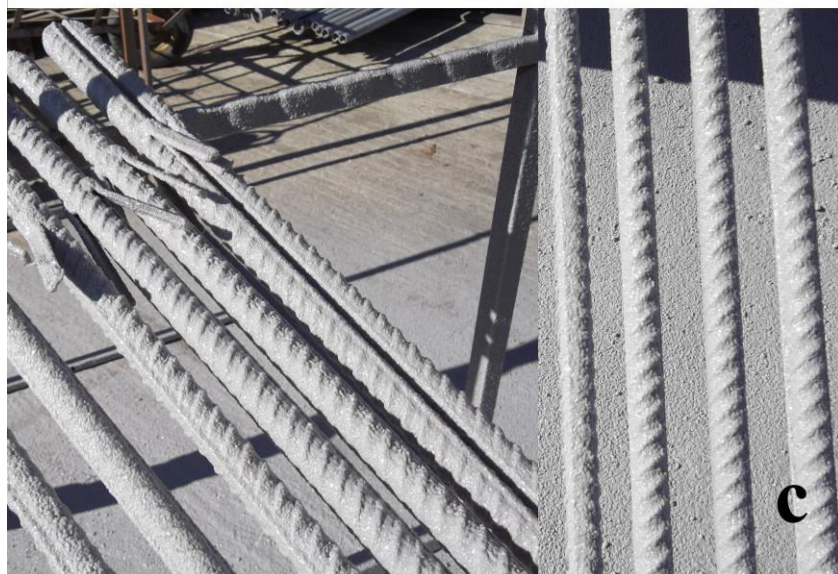
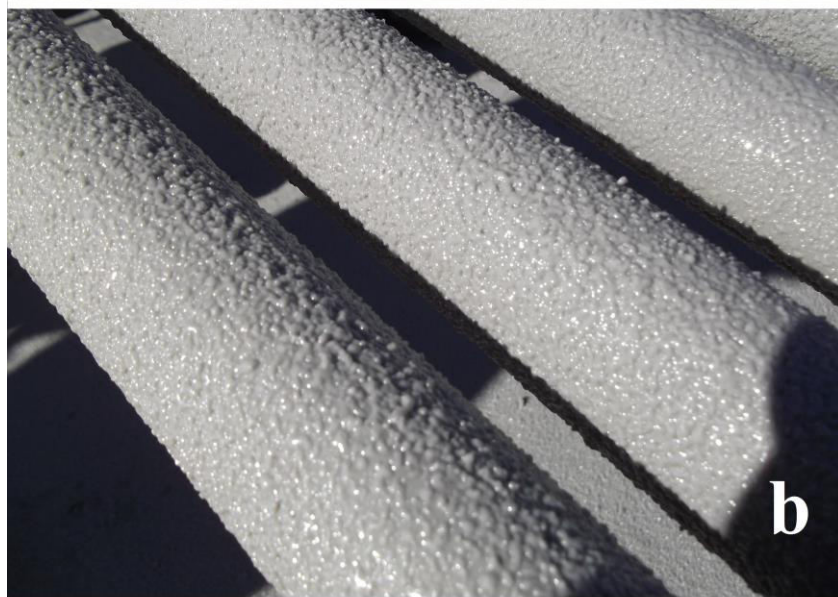


Figure 5. Polyurea coating on rock bolts, a) spray-application of polyurea coating, b) polyurea coated split set bolts, c) polyurea coated rebar bolts (Komurlu and Kesimal, 2014)

2.15. Tungsten carbide drill bits

The improvements in the drilling technology were not only increasing the rate of excavation, but also made rock bolt application easier and more effective. The invention of drill bits with tungsten carbide tips can be accepted to be one of the most important inventions of drilling in rock engineering.

The invention of the electric furnace in 19th century opened the way for experiments on the reactions of elements at very high temperatures which could make tungsten carbide possible to be produced. The tungsten carbide alloy firstly produced in the late 19th century was an important milestone in rock engineering which was firstly produced in France. In 1920's, a German firm took over the production of sintered tungsten carbide products and introduced hard metal alloys made from sintered tungsten carbide which were marketed under the name "Widia" meaning "like diamond". In 1928, the manufacture of sintered tungsten carbide tools began to be sold in outside of Germany. The production of sintered tungsten carbide in Germany rose from 1 ton per month in 1930 to 40 tons per month in 1944 (West, 1988).

Indeed, results of the idea of using rock drill bits with early tungsten carbide tips were not desired because of brittleness and brazing difficulties. The idea was taken up in the early 1940s as a result of co-operation between Atlas Diesel (Atlas Copco in today's) and Luma which was a firm making electric light bulbs. Atlas designed the sintered tungsten carbide bits and Luma manufactured them. Later on, Luma's tungsten carbide manufacturing operation was taken over by the Sandvik, but Atlas and Sandvik continued with the joint development work. In 1947, many of the difficulties to produce economical and effective drill bits with tungsten carbide tips had been overcome and the world-famous drill steels tipped with sintered tungsten carbide came onto the market (Gardlund et al., 1974).

2.16. Compressed air rock drilling machines

Before the 1850s, the method of driving tunnels was same with that used for the previous 200 years. The heading was advanced by drilling a number of holes into the face. The drilling was done by a man holding the drill steel and two other men hammering to penetrate the drilling steel into the face. The basic features of the method are illustrated in Figure 6. A drilling steel would only drill about 0.3 m because of becoming blunt. A procession of men, or boys, carried sharp drill steels to the face and took the blunt drilling steels to bring them for resharpening. Drilling rates for a single hole were as slow as a meter per three hours (Stauffer, 1906). After having the enough number of holes drilled into the face, the holes were charged with gunpowder also called "black powder".

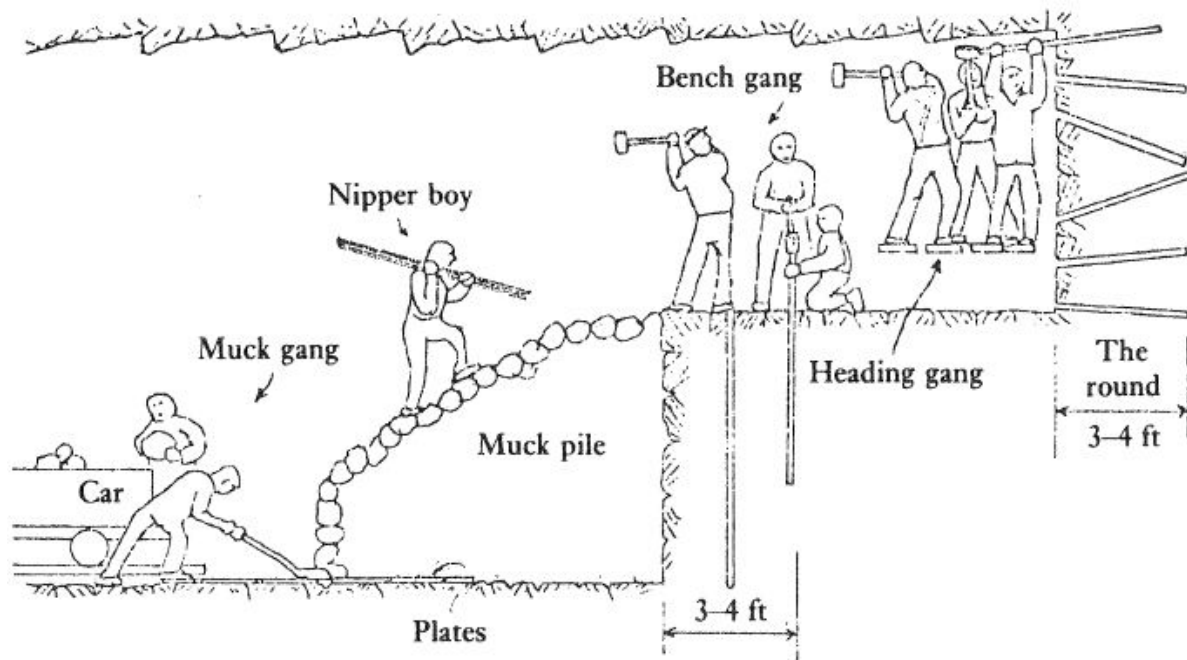


Figure 6. Tunnel driving in first half of the 19th Century (West, 1988)

From the 1850s, tunnelling was revolutionised by extremely important innovations such as the compressed air rock drilling machine use in 1850s, the use of nitroglycerine explosive in 1860s, the tungsten carbide drill bit in 1940s, the hydraulic rock drilling machine in 1970s.

Although the steam engine was available as a source of power for operating a rock drill in 1840s and 1850s, a steam boiler could not be operated in the space of a tunnel as the exhausting steam was a big disadvantage making the working atmosphere intolerable. A solution to the problem was using compressed air rock drilling machines for driving holes into the face. Air compressed drilling machines was used in 1850s in European mining industry. The first time for use of air compressed drilling machines in tunnelling industry is known to be 1861. The Mont Cenis Tunnel was built to provide a railway connection between Chambery in France and Turin in Italy. Construction started in 1857 and the tunnel was constructed by manual drilling until 1861, with the advance rate of only 7 meters per month. Germano Sommeiller was responsible for the design of the rock drilling machines to increase the efficiency in the tunnel excavation. He introduced air drilling machine to be used in the Mont Cenis Tunnel in 1861 (West, 1988). As mechanised rock drilling in the Mont Cenis Tunnel had become to be a routine operation by the middle 1860s, the rate of advance increased to 70 meters per month.

The first use of compressed air rock drilling machine in USA tunnels was at the Hoosac tunnel in 1866. During the 1860s, different rock drilling machines were being fastly developed in United States of America, an engineer, Charles Burleigh worked on and produced an efficient compressed air rock drilling machines to be used in tunnelling industry. The Burleigh drill machine was started to use in Hoosac tunnel and significant improvements in the machine was carried out with new works (Andre, 1876). A sketch of the Burleigh's compressed air drilling machine produced in 1870 is shown in Figure 7.

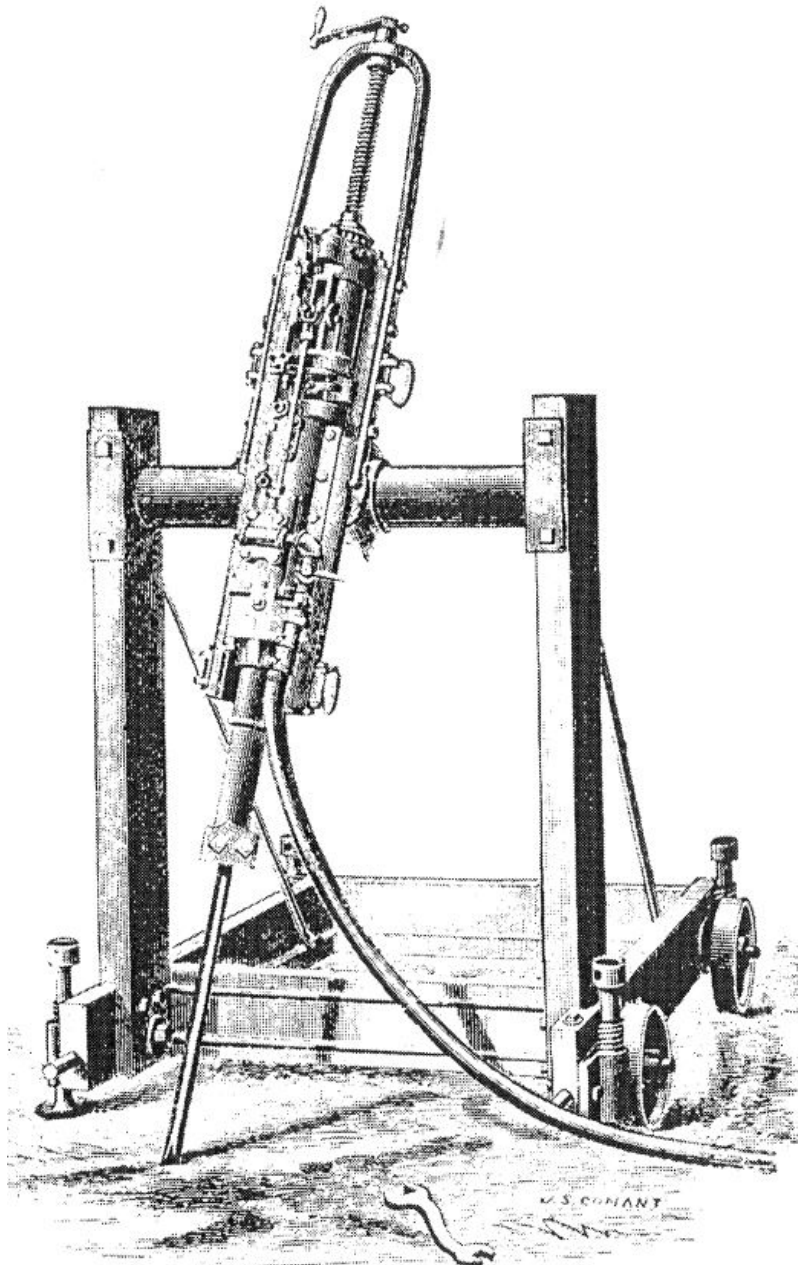


Figure 7. A primitive rock drilling machine, Burleigh's drill used in 19th century (Andre, 1876)

2.17. Hydraulic drillers

In 1876, the first hydraulic rock drilling machine was invented by a German engineer, Alfred Brandt (1846-98). Brandt had the idea of utilising the water power directly for avoiding the energy loss involved in compressed air method. He firstly developed a percussive type rock drill machine similar to the compressed air rock drills except that it was driven by water pressure instead of compressed air. Although the first machine was unsuccessful, it was important milestone for the second drilling machine of Brandt which was successfully used in rock drilling applications (Sandstrom, 1963). The second machine was operated with the water consumption of 1.8-2.5 m³ per hour. Its hydraulic engine developed 8-15 hp and run at 200-300 revolutions per minute. (Stauffer, 1906) By the development in hydraulic rock

drilling machines, oil was started to use instead of water, and modern drilling machines used in nowadays have been shaped.

2.18. Jumbo driller machine

Because heavy driller machines and devices being able to drill holes with high lengths has to be hold and controlled effectively, proper mounting equipments were needed to use. Invention of the jumbo drillers can be accepted to be an important stage in development of modern drilling machines. The first working hydraulic percussive rock drills with hydraulically-controlled articulated arms were pioneered by Montabert which is a major drilling equipment manufacturer situated in France. The first machine was introduced in 1969. Then, the jumbo machines were fastly developed in different countries. Six European and two American drill machine manufacturers had their own versions of the new hydraulic rotary percussive rock drilling machine in 1974 (West, 1988).

Jumbo driller has made easy to drill holes in rock engineering and significantly increased the excavation rates. As well as excavation, modern jumbo drillers have significantly bettered the practicality of the rock bolting applications. Before the invention of jumbo driller machine, it was not practical to drill rock bolt holes especially for the roof. The increase of drilling efficiency due to the developments in machinery science is illustrated in Figure 8.

2.19. Rock bolter machines

Jumbo drillers have been modified to be able to insert rock bolts in addition to drilling the holes rock bolts are inserted in. The machines called as rock bolter also have devices to grout the hole. Therefore, they have made rock bolt application more practical and significantly decreased the time needed for carrying out the rock bolt applications. The rock bolters are known to use in 1980s (Nelson, 1986)

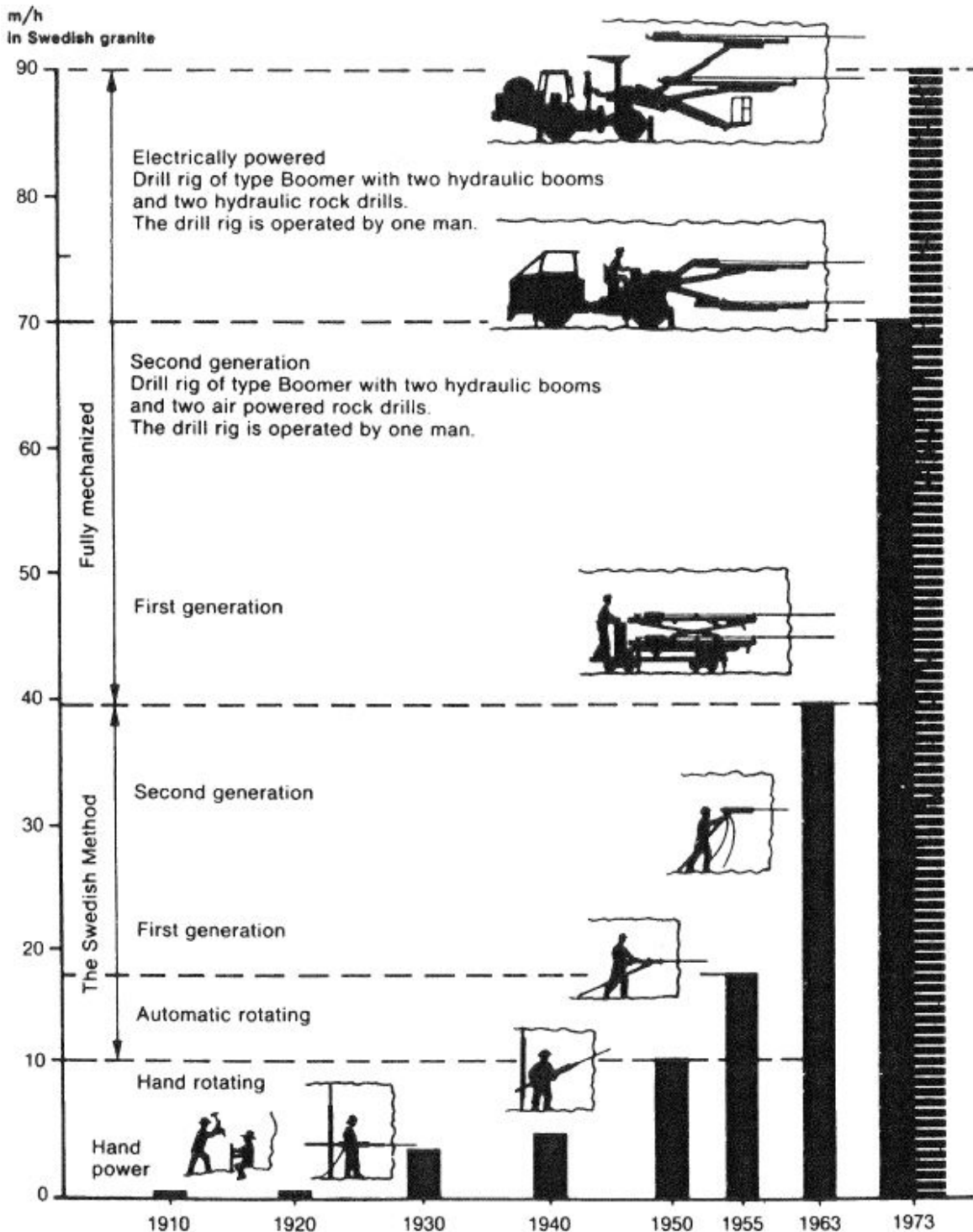


Figure 8. Increase in drilling rates (West, 1988)

2.20. Self-drilling bolts

The self-drilling bolts used since 1980's have front part with drill-bit and enable high rates of installation, good directional stability and also help to consolidate the grout within the borehole. Self-drilling rock bolts provide a unique bolting solution for unstable drill-hole conditions as in drilling in highly fractured rock masses. The technique of the self-drilling can

be accepted to supply an important contribution to the rock bolting. Figure9 shows a self-drilling type rock bolt.



Figure 9. Self-drilling rock bolt (URL1)

3. Conclusions

The invention of the rock bolts can be accepted to base on the improvements of material and engineering sciences in 18th and 19th centuries. Because of increasing demand for new transportation networks which mostly resulted from the industrial revolution and finding opportunity to start using steel support materials due to the developments in the metallurgy, the second half of 19th century was a time for significant leaping forward of the tunnelling industry to change into a modern industry. However, the most important development in understanding the ground reactions and realising the contemporary support strategies were because of the new supports of rock bolts and shotcrete entering in tunnelling industry in 20th century.

The entrance of the new materials in applications caused not only many of the important improvements in the rock bolt support history to come true, but also all the topics in the rock engineering. The main idea of contemporary support is use of rock mass to support itself, which could be supplied by using rock bolts and shotcrete, preventing to carry dead load of rock mass. In the 20th century, many of the ground conditions which were quite difficult to excavate and support have become possible application areas as a result of using new materials, support methods, machines and new systems in rock engineering.

Although steel materials have caused big advantages in rock support applications, it has some lacks which need to be improved by use of new materials. New engineering polymers have been started to use as support materials because of their chemical resistivity, light density, high load bearing capacity especially against the dynamic loads. Nowadays, high strength new engineering polymers and composites are being produced and derived. To have better solutions in support practices, new polymeric materials and their composites should be assessed in comparison with other engineering polymers, which may have even better effects on support performance.

The success in today's rock bolting applications is result of many developments in different scientific disciplines and technology. A better focusing on the history of tunnel supporting would be helpful for new developments and enlarging the frontiers of the rock engineering.

References

- Andre, G.G., 1876. A practical treatise on coal mining. E. and F.N. Spon, London.
- Aspdin, J., 1824. An Improvement in the Modes of Producing an Artificial Stone. London: Patent number BP 5022.
- Atlas Copco, 2015: <http://www.atlascopco.ch>
- Baugh, G.C., Elrington, C.R., 1985. A history of the country of shropshire. Victoria country history, 11, 21-23.
- BASF, 2009. Solutions for tunnelling and mining injections (Broschure of injection products), Zurich.
- Bicik, M., 2012. Dünyada ilkler. Tutku, Ankara.
- Bullock, R.L., 1974. Industry-wide trend toward all-hydraulically powered rock drill. Mining Congress Journal, 60, 54-65.
- Davis, R.L., 1979. Split-set Rock Bolt Analysis. Int J Rock Mech Min Sci & Geomech Abstr, 16, 1-10.
- Eckel, E.C., 1913. Portland cement materials and industry in the United States. Government Printing Office, Washington.
- Firep, 2013: <http://en.firepworld.com/company/profile>
- Gardlund, T., Janelid, I., Ramstrom, D., Lindblad, H., 1974. Atlas Copco 1873-1973. Atlas Copco AB, Stockholm.
- Gardner, F.J., 1971. History of rock bolting, Symposium on Rock Bolting, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Illawarra Branch, Paper No. 2, 11.
- Hassell, R., Villaescusa, E., 2005. Overcoring Techniques to Assess in Situ Corrosion of Galvanised Friction Bolts, Proceedings of 24th International Conference on Ground Control in Mining. Morgantown, WV, USA, pp 349-356.
- Hoek, E., 2006. Kaya Mühendisliği (Turkish translation of “Rock Engineering”). Publication of The Chambers of Mining Engineers of Turkey, Ankara.
- Holter, K.G., 2014. Loads on sprayed waterproof tunnel linings in jointed hard rock: A study based on Norwegian cases. Rock Mechanics and Rock Engineering, 47, 1003-1020.
- Hutchinson, D.J., 1996. Diederichs MS. Cablebolting in underground mines. Bitech, Vancouver.

- Hyett, A.J., Bawden, W.F., Coulson, A.L., 1992. Physical and mechanical properties of normal Portland cement pertaining to fully grouted cable bolts, In: Rock support in mining and underground construction. Balkema, Rotterdam, pp 341-348.
- Jager, A.J., 1992. Two new support units for the control of rockburst damage, In: Proc. Int. Symp. on Rock Support in Mining and Underground Construction. A.A. Balkema, Rotterdam, pp 621-631.
- Kaiser, P.K., Yazici, S., Nosé, J., 1992. Effect of stress change on the bond strength of fully grouted cables. Int J Rock Mech Min Sci Geomech Abstr, 29, 293-306.
- Kovari, K., 2003a. History of the sprayed concrete lining method-part I: milestones up to the 1960s. Tunnelling and Underground Space Technology, 18, 57-69.
- Kovari, K., 2003b. History of the sprayed concrete lining method-part II: milestones up to the 1960s. Tunnelling and Underground Space Technology, 18, 71-83.
- Komurlu, E., 2012. Effects of rock and granular material horizontal stresses on support design. Karadeniz Technical University Mining Engineering Department, Trabzon, MSc thesis.
- Komurlu, E., Kesimal, A., 2012. Using sprayed polymer as tunnel support, In: Proc. 7th Asian Rock Mechanics Symposium (ARMS 7), Seoul, South Korea, pp 1486-1499.
- Komurlu, E., Kesimal, A., 2012. Poliüretan malzeme ile güçlendirilmiş zemin dayanımının incelenmesi, 14. ulusal zemin mekaniği ve temel mühendisliği kongresi bildiriler kitabı, Isparta, 631-642.
- Komurlu, E., Kesimal, A., 2013a. New Support Materials for Forepoling and Umbrella Applications, In: Proceedings of 3rd International Symposium on Underground Excavations for Transportation, Istanbul, Turkey, 423-435.
- Komurlu, E., Kesimal, A., 2013b. Tunnelling and Support Materials from Past to Present. The Journal of the Chamber of Mining Engineers of Turkey, 52, 33-47.
- Komurlu, E., Kesimal, A., 2014. Improved Performance of Rock Bolts using Sprayed Polyurea Coating. Rock Mechanics and Rock Engineering, 48, 2179-2182.
- Komurlu, E., Kesimal, A., Colak, U., 2014. Polyurea type Thin Spray-on Liner Coating to Prevent Rock Bolt Corrosion, 8th Asian Rock Mechanics Symposium, Sapporo, Japan, pp 1389-1397.
- Komurlu, E., Kesimal, A., 2015. The usability of frictional rock bolts with plastic body. The Journal of the Chamber of Mining Engineers of Turkey (Accepted in November 2015).
- Li, C., Lindblad, K., 1999. Corrosivity classification of the underground environment, In: Rock Support and Reinforcement Practice in Mining (Ed. by Villaescusa, Windsor and Thompson). Rotterdam, AA Balkema, pp 69-76.

Li, C.C., Stjern, G., Myrvang, A., 2014. A review on the performance of conventional and energy-absorbing rockbolts. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 6, 315-327.

Meacham, S., 2007. Nifty idea made a whole lot of difference. *The Sydney Morning Herald*, June 4.

Muyne, W.D., Belie, N.D., Verstraete, W., 2009. Effectiveness of admixtures, surface treatments and antimicrobial compounds against biogenic sulfuric acid corrosion of concrete. *Cement and Concrete Composites*, 31, 163-170.

Muller, L., 1990. Removing the misconceptions on the New Austrian Tunnelling Method. *Tunnels & Tunnelling*, 22, 15-18.

Nelson, E.T., 1986. Automated temporary roof support system for mining equipment. United States Patent, Patent Number: 4595316

Ozturk, H., 2012a. Püskürtülen İnce Kaplamaların Elastik Özellikleri. *Madencilik*, 50, 41-45.

Ozturk, H., Tannant, D.D., 2010. Thin spray-on liner adhesive strength test method and effect of liner thickness on adhesion. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Science*, 47, 808-815.

Parry, D., 2013. *Engineering ancient world*. The History Press, Gloucestershire.

Perez, H.T., 1952. Tunneling costs drop way down when bolts hold up tunnel roof. *Constr Methods Equipment*, March: 48.

Rabcewicz, L., Golser, J., 1973. Principles of dimensioning the supporting system for the "New Austrian Tunnelling Method". *Water Power*, March, 88-93.

Ranasooriya, J., Richardson, G.W., Yap, L.C., 1995. Corrosion Behaviour of Friction Rock Stabilisers Used in Underground Mines in Western Australia, 6th AusIMM Underground Operators Conference. Kalgoorlie, Australia, pp 9-16.

Sandstrom, G.E., 1963. *The history of tunnelling*. Barrie and Rockliti, London.

Scott, J.J., 1974. Friction rock stabilizers and their application to ground control problems. AIME-SME Fall Meeting.

Scott, J.J., 1981. Ground control technology transfer problems in metal and coal mines of the USA, 22nd U.S. Symposium on Rock Mechanics, pp 518-523.

Stauffer, D.M., 1906. *Modern tunnel practice*. Archibald Constable and Co Ltd, London.

Stephan, A., Frohlich, A., Klupfel, A., 1918. Verfahren zum abfangen und sichern des hangenden und der stosse im bergbau ohne stutzung von unten. Patentschrift Nr. 302909, Klasse 5c. Gruppe 4, Pat 25. Juli 1913y Ausgegeben 7. Januar 1918, Kaiserliches Patentamt Berlin.

Tannant, D.D., 2001. Thin Spray-on Liners for Underground Rock Support, 17th International Mining Congress and Exhibition of Turkey (IMCET 2001), pp 57-73.

Tully, D.M., 1987. Rock bolt reinforcement systems for coal mine roadways. University of Newcastle upon Tyne, PhD Thesis.

URL1: www.alibaba.com (June 2015)

Wahlstorm, E., 1973. Tunneling in Rock. Elsevier, Amsterdam.

West, G., 1988. Innovation and the rise of the tunnelling industry. Cambridge University Press, Cambridge.

Windsor, C.R., 1992. Cable bolting for underground and surface excavations, In: Rock support in mining and underground construction, Int. symp. on rock support. Balkema, Rotterdam, pp 349-376.

Yazici, S., Kaiser, P.K., 1992. Bond strength of grouted cable bolts. Int J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr, 29, 279-292.

Türkiye’de Maden Makinaları Kullanımı

Use of Mining Machines in Turkey

Y.Doç.Dr. Çelik TATAR*

**DEÜ Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi*

e-mail: celik.tatar@deu.edu.tr

Özet

Ülkemiz, doğal kaynakları açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu kaynaklar verimli bir şekilde değerlendirilmelidir. Makina sektörü, mühendislik sanayilerinin önemli bir bölümüdür ve Avrupa Birliği ekonomisinin başlıca dayanağı ve önemli temel direğidir. Türk Makina Sanayi 1990 yılından bu yana yaklaşık % 20 oranında yıllık büyüme gösterdi. Birçok ülkede olduğu gibi, Türkiye’de de makina imalatçılarının büyük çoğunluğu küçük ve orta ölçekli işletme (KOBİ) niteliğindedir. Ülkemizdeki maden makinaları sektörü kararlı bir gelişme çizgisi gösterememektedir. Maden makinaları sanayi politikamızın olmaması, İthalata yönlendirilmesi, maddi olarak yeterince desteklenmemesi maden makinaları sektörünün yeterince gelişmemesine neden olmuştur. Yeraltı madenciliğinde teknoloji kullanımı istenilen düzeyin altındadır. "Maden Makinaları" denilince, akla ilk gelen kömür üretimi için kullanılan makinalardır. Kömür yapısal özelliklerinden dolayı makina kullanmaya elverişlidir. Mermer sektöründe de yoğun makina kullanımı görülmektedir. Ülkemiz madenciliğinde maden makinaları uygulaması gün geçtikçe artmaktadır. Genellikle ithal edilen makina kullanımı yaygındır. Ancak günümüzde bazı makinaların imali hatta ihracı mümkün hale gelmiştir. Bu çalışmada geçmişten günümüze kadar ülkemizde kullanılan maden makinaları hakkında kısa bilgi verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Makina sektörü, maden makinaları

Abstract

Our country has a significant potential in terms of natural resources. These resources should be evaluated efficiently. Machinery sector is an important part of the engineering industry and is the mainstay of the economy and an important pillar of the European Union. Turkish Machinery Industry showed annual growth of about 20% since 1990. As in many countries, the majority of the machine manufacturer in Turkey small and medium-sized enterprises (SMEs) in nature. Mining machinery industry in our country can not show a steady development. Mining machinery industry is not developed enough because there is no mining machinery industrial policy, it rely on import, no support financially. The use of technology in underground mining is below the desired level. Whenever "Mining Machinery" is mentioned, the machines used for coal production is the first come to mind. Coal is appropriate to use the machine due to its structural characteristics. The use of heavy machinery is also shown in the marble sector. The use of mining machinery applications increase day by day in our country. In general imported machines are widely used. Today, however, the manufacture of some machines have become possible. In this study, a brief information about the development of the mining machineries used in our country is presented.

Key words: Machinery sector, mining machinery

1. Giriş

Ülkemiz, sahip olduğu doğal kaynakları açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu kaynaklar verimli bir şekilde değerlendirilmelidir. Makina sektörü, mühendislik sanayilerinin önemli bir bölümüdür ve Avrupa Birliği ekonomisinin başlıca dayanağı ve önemli temel direğidir. Makina imalat sanayi, sanayi sektörleri içinde yatırım malı üreten temel sektör olup, imalat sanayi içinde özel ve önemli bir yeri vardır. Makina imalat sanayi bütün dünyada olduğu gibi ülkemizin sanayileşmesinin de itici gücüdür ve gelecekte de ülkemizin gelişiminin temel taşı olacaktır. Türk Makina Sanayi 1990 yılından bu yana yaklaşık % 20 oranında yıllık büyüme gösterdi. Birçok ülkede olduğu gibi, Türkiye’de de makina imalatçılarının büyük çoğunluğu küçük ve orta ölçekli işletme (KOBİ) niteliğinde olup, bu yapı değişen ekonomik koşullara ve teknolojik gelişmelere karşı daha esnek ve hızlı cevap verme imkânı sağlıyor. Sektörde faaliyet gösteren KOBİ’lerin sahip olduğu ucuz işgücü avantajı ve gelişmiş mühendislik becerileri, makina imalatçılarının uluslararası pazarlarda rekabet şansını arttıran unsurlardır. Ülkemizde Makina imalat sanayi, bazı iller çevresinde daha fazla yoğunlaşmış bulunmaktadır. Bunlar; Bursa, İstanbul, Kocaeli, Trakya dâhil Marmara Bölgesi, İzmir, Eskişehir, Ankara, Konya, Gaziantep gibi illerdir. Çukurova bölgesi de bu kapsamda yer almaktadır. Takım tezgâhı imalatı ise, daha çok Bursa, Kocaeli, İstanbul, İzmir ve Konya’da ön planda olan imalat konusudur. Ülkemizdeki maden makinaları sektörü kararlı bir gelişme çizgisi gösterememektedir. Maden makinaları sanayi politikamızın olmaması, İthalata yönlendirilmesi, maddi olarak yeterince desteklenmemesi maden makinaları sektörünün yeterince gelişmemesine neden olmuştur. Yeraltı madenciliğinde teknoloji kullanımı istenilen düzeyin altındadır.

"Maden Makinaları" denilince, akla ilk gelen kömür üretimi için kullanılan makinalardır. Kömür yapısal özelliklerinden dolayı makina kullanmaya elverişlidir. Mermer sektöründe de yoğun makina kullanımı görülmektedir. Ülkemiz madenciliğinde maden makinaları uygulaması gün geçtikçe artmaktadır. Genellikle ithal edilen makina kullanımı yaygındır. Ancak günümüzde bazı makinaların imali hatta ihracı mümkün hale gelmiştir. Maden makinası üretimi ilk defa 1910 yılında Zonguldak’ta buharlı lokomotif ve vagon tamiri için kurulan atölyelerde gerçekleştirilmiştir. 1940 yılında Fransızlardan devralınmış, 1949 yılında MAZ (Merkez Atölyeleri Zonguldak) adı ile faaliyete geçmiştir. 1972 yılında şube müdürlüğü, 1987 yılında fabrika işletme müdürlüğü olmuştur. Günümüzde maden makinaları üretimine devam etmektedir. Ürettiği makinalar, manevra vinci, santrifüj su pompası, pnömatik hızzar makinası, kömür delici, dalgıç pompa, martoperfaratör, martopikör, vantilatör, sondaj makinası, direk çekme vinci, tek zincirli konveyör, çift zincirli konveyör, devre kesiciler, elektrik motoru ve konveyör redüktörüdür.

2. Madenlerde Kullanılan Makinalar:

Martopikör, kazı işinde kullanılan bir makinedir. İlk martopikörler İngiltereden ithal edilmişlerdir. Ülkemizde ilk martopikör üretimi ise MAZ atölyelerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Günümüzde birçok firma tarafından değişik yapı ve özellikte ülkemizde üretilmekte ve ihraç edilmektedir.

Saban, her iki tarafında keskiner bulunan, kırılma dayanımı 60-85 ton olan bir zincirle ayak boyunca ileri-geri çekilen, taban taşı veya konveyör sacı üzerinde kayarak hareket eden, sıyırma şeklinde kazı prensibi olan bir çelik yapıdır. Ülkemizdeki ilk saban, Almanya’nın Ereğli Kömür İşletmeleri (EKİ)’nde kullanılmak üzere hibe ettiği koparıcı sabandır.

Zonguldak-Gelik Bölgesi'nde, taşkömürünün yapısal ve jeolojik özelliklerinden dolayı etkin olarak kullanılmayan koparıcı saban, 1983 yılında Orta Anadolu Linyitleri (OAL)'nde kurularak verimli olarak kullanılmıştır (Şekil 2). Orta Anadolu Linyitleri'ndeki bu yarı-mekanize uzunayak deneyimi, 1986 yılında fiili olarak üretime başlayan tam-mekanize ayaklar için bilgi birikimi sağlamıştır.

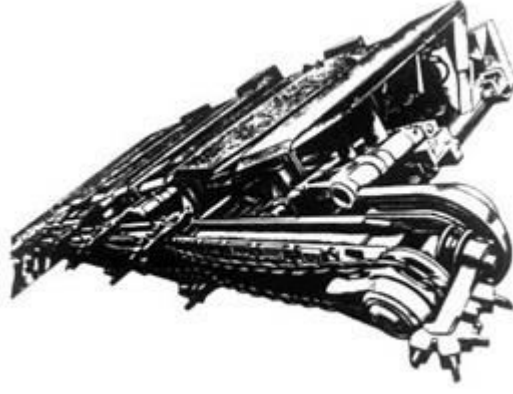


Şekil 1. MAZ tipi martopikör



Şekil 2. Koparıcı saban

Rusya'da, yarı dik ve dik damarlarda uygulanmak üzere "ANŞ (ANSch)" mekanize üretim sistemi geliştirilerek uygulanmıştır. Ülkemizde ANŞ Sistemi Uygulaması: T.T.K. ve Rus teknik elemanları tarafından yapılan ön inceleme sonucunda, Üzülmez Taşkömürü İşletmesi Müessesesi, Dilaver İşletmesi'ndeki Büyük Kılıç damarında +56/-50 kotları arasında ANŞ sisteminin uygulanabileceğine karar verilmiştir. 60 m'lik bir 2ANŞ sisteminin ilk yatırım maliyeti, 1990 yılı fiyatlarına göre 1140000 USD (\$) 'dır. Uygulama amacı ile denemek üzere 2 adet 2ANŞ sistemi Rusya'dan getirilmiştir. Dilaver işletmesi +56/-50 Büyük Kılıç panosunda yapılan uygulamada çıkan sorunlar giderilememiş ve uygulama başarısız olmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. ANŞ dik damar mekanize üretim sistemi

Tamburlu Kesici-Yükleyiciler, uzunayakta üretim yapan kesme ve yükleme işini birlikte yapan makinadır. Pek çok ülke ve firma, çok çeşitli isimler altında, değişik özelliklere sahip kesici-yükleyici kazı makinaları üretmektedir. Tamburlu kesici-yükleyici makinaların diğer üretilen kazı makinalarına üstünlükleri açıkça görüldüğünden, günümüzde tamburlu kesici-yükleyici kazı makinaları uygulaması gün geçtikçe artmaktadır. L tipi tek tamburlu kesici-yükleyici makinalar, günümüz yer altı kömür madenlerinde etkin ve verimli olarak kullanılmaktadırlar.

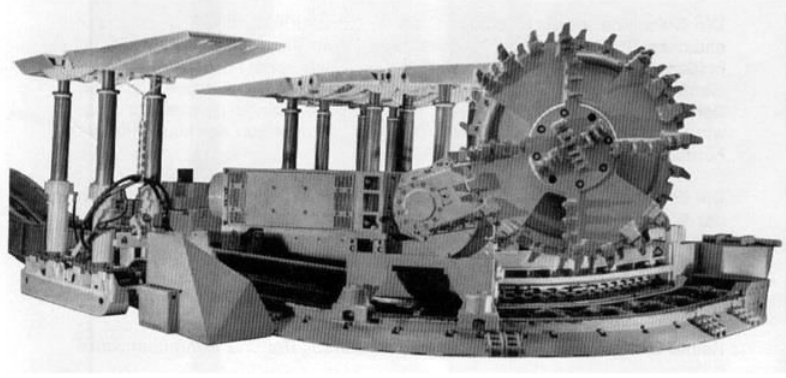
Ülkemizde L Tipi Tek Tamburlu Kesici-yükleyici Uygulaması Soma'da Ege Linyitleri İşletmesi (ELİ) Müessesesi Eynez İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Eynez yeraltı ocağında, Şubat 1990'da +455 mekanize pilot ayağında yapılmıştır. Bu yarı mekanize ayak 50 m uzunluğundaydı. Doğrultu boyunca çalışan bu ayakta kazı aracı olarak Eickhoff ESA-60L tipi tek tamburlu kesici-yükleyici çalışmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. L tipi tek tamburlu kesici-yükleyici

Tek tamburlu L tipi kesici-yükleyiciyle kömür üretimine bir başka örnek Garp Linyitleri İşletmesi (GLİ)'ne bağlı Tunçbilek yeraltı ocağıdır. Burada 340 m uzunluğundaki bir panoda, geçilmesi düşünülen tam mekanize üretime bilgi birikimi sağlamak ve kömürün mekanizasyona uygunluğunu saptamak amacıyla, 30 m uzunluğunda bir pilot mekanize ayak oluşturulmuştu. Pilot Mekanize Ayak Projesi'nin dış finansmanı 1980 Fransız Hükümeti kredisinden sağlanmıştır. Yapılan kredi anlaşmasına göre makinaların toplam bedeli 11955512 Fransa Frankıdır. Performans deneme üretimine 21.11.1983 tarihinde başlamıştır.

ELİ'de devre dışı bırakılan bu makina daha sonra OAL'ye alınarak, tavan-taban yolları arasında ayak oluşturma işinde kullanıldı (Şekil 5).



Şekil 5. GLİ'de kullanılan kesici-yükleyici

Ülkemizde L Tipi Çift Tamburlu Kesici-Yükleyici Uygulaması Ankara Çayırhan bölgesindeki Park Teknik A.Ş. linyit işletmelerinde başarı ile kullanılmaktadır. İşletme A, B, C ve F sektörlerine ayrılmış durumdadır ve hepsinde üretim yapılmaktadır. İşletilmekte bulunan sektörlerden A sektörü Türkiye Kömür İşletmeleri tarafından açılmış olup 2000 yılında Park Teknik A.Ş.'ye devredilmiş, B ve C sektörleri ise Park Teknik firması tarafından açılmıştır. A sektöründe üretim 1986 yılında Eickhoff EDW 200-230 tipi kesici-yükleyici ile yapıldı. B sektörü 1997, C sektörü ise 1999 yılında üretime başlamıştır. Ayakta üretim Eickhoff SL 500 tipi kesici-yükleyici ile yapılmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. C sektöründe kullanılan kesici-yükleyici

Hidrolik Direk, manuel üretimlerde tahkimat için kullanılmaktadır. Çelik ayak tahkimatı uygulaması ayak mekanizasyonunun gelişmesi yolunda yeni bir sayfa olmuştur. İlk üretilen

sürtünmeli direklerin eksiklikleri düzeltilerek münferit hidrolik direkler geliştirilmiştir (Şekil 7). Ülkemizde bazı firmalar tarafından başarılı bir şekilde üretilmektedir.

Paletli kollu galeri açma makinaları, özellikle yeraltı madenciliğinde hazırlık işlerinde etkin ve verimli olarak kullanım alanı bulmuştur. OAL'de Pk9r, Dosco Mk2A, Dosco Mk 2B tipi kollu galeri açma makinaları kullanılmıştır (Şekil 8). Zonguldakta Türkiye Taş Kömürleri (TTK), Soma ELİ, İstanbul Metro kazısı, İzmir metro kazısı, karayolları tünelleri, Urfa sulama tüneli gibi yerlerde etkin ve verimli kullanılmıştır. Bu tip makinaların üretimi ülkemizde yapılamamaktadır.

Kızaklı Kollu Galer Açma Makinası, İstanbul Eyüp Tüneli projesinde kullanılmıştır. Bu proje, İstanbul'da Haliç ve yöresinin kanalizasyon probleminin çözümü, tüm bölgedeki konutların ve endüstriyel atıkların denize ulaşmadan sahillere paralel kollektörlerle toplanarak arıtma tesislerine taşınması ve buralarda arıtma işlemine tabi tutulduktan sonra denizin dip akıntılarına boşaltılmasını esas alan Güney Haliç Projesi'nin bir kısmını oluşturmaktadır.

Tam kesit galeri açma makinaları (TBM), prensip olarak bütün aynayı kesikleri ile kavrayıp aynı anda kazı yapar. Kazı sırasında makinanın gövdesi devamlı olarak ileriye doğru hareket eder. Makina tüm aynayı kapattığından kazı sırasında arını görme, arına yanaşma mümkün değildir. Sert kayaç için üretilen tam kesit galeri açma makinalarında kesici uç yerine disk kesimler kullanılır (Şekil 9). İstanbul'da Söğütlü Çeşme-Üsküdar arası, İzmir'de Nenehatun metro tüneli, Bursa Uluabat Kuvvet Tüneli bu tip makinalarla açılmışlardır. Bu makinalar oldukça komplike ve pahalı makinalardır. Proje kapsamında geçici olarak kullanılmıştır. Ülkemizde üretimi yoktur.



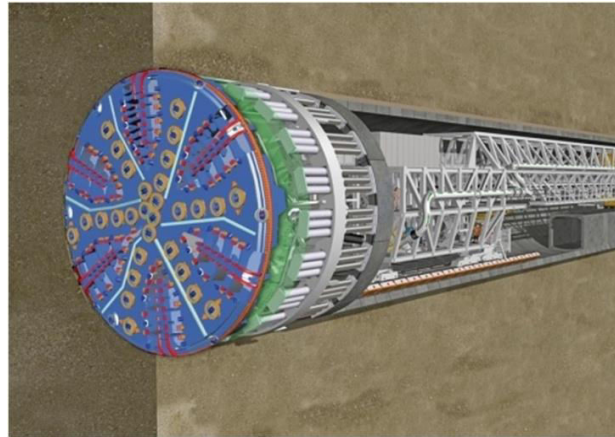
Şekil 7. Hidrolik direk



Şekil 8. Kollu galeri açma makinası

Darbeli galeri açma makinası, kısmi kesit galeri açma makinalarının bir çeşidir. Bu makina vurarak kayaları parçalayıp tünel açma işlemini gerçekleştirmekte ve yükleyici ile birlikte çalışmaktadır. İlerleme yapılırken, yükleyici aynı anda yüklemeyi yapabilmektedir. Bu makina mermer ocaklarında da farklı amaçlara yönelik olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde yabancı üretim firmalarının lisansı ile genellikle montaja dayalı bir sanayisi vardır. Yüzlerce mermer işletmelerinde Volvo, Komatsu, Hitachi, Atlas Copco, Hyundai, New Holland gibi büyük yabancı firmaların hidrolik kırıcıları kullanılmaktadır. İzmir Aydın otobanı üzerindeki Selatin tünelleri, İzmir Karşıyaka tünelleri, İstanbul-Ankara otobanı, İstanbul-Ankara tren yolu üzerindeki bazı karayolu tünelleri bu tip makinalarla açılmıştır (Şekil 10).

Dragline, sallama kepçeli bir ekskavatördür. Belli kalınlık ve genişliği olan kazı dilimi üstünde çalışır. Örtü katmanını kazarak, yan tarafındaki kömürü alınmış dilime döker. ABD ve Rusya'da etkin kullanımı vardır. Ülkemizde GLİ Tunçbilek, Güney Ege Linyitleri İşletmesi (GELİ)'nde Yatağan, Tınaz, Milas Bölgesinde, Sivas-Kangal Linyitleri İşletmesi (SKLİ), Bolu Linyitleri İşletmesi (BLİ) Orhaneli'nde dragline kullanılmaktadır (Şekil 11). Genellikle ABD menşeli ve Marion ve Page firmalarının makinalarıdır. Çok pahalı olan bu makinaların ülkemizde üretimi yoktur.



Şekil 9. Tam kesit galeri açma makinası (TBM)



Şekil 10. Darbeli hidrolik kırıcı

Döner kepçeli ekskavatörler, madencilikte ve inşaatlarda kullanılan ağır araçlardır. Günümüze kadar yapılmış olan en büyük araçlar döner kepçeli ekskavatörlerdir. TEAŞ Elbistan açık işletmesinde her biri 3.000 m³/saat kazı-yükleme kapasitesinde 6 adet döner kepçeli ekskavatör kullanılmaktadır (Şekil 12).



Şekil 11. Dragline



Şekil 12. Döner kepçeli ekskavatör

Hidrolik ekskavatör, değişik seviyelerdeki zemini kazmak, gevşek malzemeyi ya da kazılmış toprağı bir yere yığmak veya yüklemek için kullanılan iş makinasıdır. Kazma, koparma ve taşıma işlemlerini hidrolik silindirlere ve motorları vasıtası ile yapar. Madencilikte açık

işletmelerde çok etkin kullanılır. Bom başlığı değiştirilerek aynı makina ile farklı işlerin yapılması da mümkündür. Ülkemizde Volvo, Komatsu, Hitachi, Atlas Copco, Hyundai, New Holland gibi büyük firmaların hidrolik ekskavatörleri kullanılmaktadır (şekil 13).



şekil 13. Hidrolik ekskavatör

Yukarıda bahsi geçen makinaların dışında madencilikte kullanılan delik delme makinaları, kepçe, mermer ocaklarında tel kesme makinası, mermer kesme ve işleme teknolojisinde kullanılan katraklar, köprü kesme makinaları, S/T makinaları, cilalama, ebatlama, kurutma makinaları ülkemizde üretilmektedir. Bunlar aynı zamanda ihraç edilmektedir.

Maden makinaları sanayinde en çok ithal ettiğimiz makinalar ABD, Almanya, Japonya, İsveç, Hollanda, Çin, İtalya, İngiltere, Fransa, Polonya, Çek Cumhuriyeti menşeli ülkelerdir. Dış Ticaret TÜİK verilerine göre, Türkiye'nin makina ve aksamaları ihracatı ile ithalatı karşılaştırıldığında; 2013 yılında ihracatın ithalatı karşılama oranı %43,1 olarak gerçekeşmiştir. İhracatın iki katı ithalat yapılmıştır. Artış oranlarına bakıldığında; 2013 yılında ithalatta %14,6, ihracatta %8,3 artış kaydedilmiştir.

İthalatta ise, 6 milyar dolar ile Çin en fazla Makina ve Teçhizat ithalatı yaptığımız ülke durumundadır. Ardından 5,5 milyar dolar ile Almanya ve 3,2 milyar dolar ile İtalya sıralanmaktadır.

Yıllar	İhracat (TL)	İthalat (TL)
2004	4.125.934.224	13.456.961.963
2005	5.246.419.256	16.400.314.593
2006	6.516.725.596	18.998.763.088
2007	8.781.250.664	22.570.359.331
2008	10.258.590.486	22.539.347.921
2009	8.132.786.712	17.131.961.889
2010	9.413.410.924	21.266.829.661
2011	11.560.990.083	27.110.683.481
2012	11.999.299.748	26.315.986.393
2013	12.994.320.920	30.155.805.611

Çizelge 1. Türkiye'nin makina ve aksamaları ihracatı ve ithalatı (Kadeş 2014)

Ülkeler	2009	2010	2011	2012	2013
Çin	3.305.014.511	3.616.097.149	4.505.422.892	5.053.846.193	6.017.419.445
Almanya	2.901.074.228	3.631.203.934	5.078.251.648	4.917.364.337	5.527.231.624
İtalya	1.858.473.811	2.498.769.031	3.652.371.486	3.373.401.223	3.248.354.403
Japonya	909.590.205	1.104.485.374	1.362.258.921	1.258.572.855	1.527.895.957
İngiltere	839.345.121	1.152.536.643	1.456.880.803	1.266.032.315	1.492.040.355
Güney Kore	520.738.379	773.913.654	944.379.181	1.015.868.895	1.310.686.340
Fransa	1.357.314.019	1.399.753.135	1.414.908.478	1.233.282.173	1.294.535.805
ABD	963.986.090	1.415.515.944	1.217.960.932	1.051.142.137	1.174.271.729
Polonya	509.929.521	622.758.214	894.374.562	730.630.971	969.984.868
Çek Cum.	303.921.852	307.413.547	456.274.811	586.059.959	768.923.712

Çizelge 2. Ülkelere Makina ve Aksamaları İthalatı (ABD Doları) (İlk 10 Ülke)(Kadeş 2014)

3. Sonuç

Avrupa Birliği üyelik sürecinde ülkemizin hem toplumsal ihtiyaçlara cevap verebilmesi, hem de uluslar arası alanda rekabet edebilmesi işgücünün niteliğine bağlıdır. Ekonomisi çeşitlenmiş, güçlenmiş ve küreselleşmeye entegre olmuş bir ekonominin sürdürülebilir bir büyüme için vasıflı işgücüne ihtiyacı vardır. Vasıflı işgücü konusunda ilgili Bakanlıklar, YÖK ve DPT ortak çalışmalar yürütmektedir. Yapılması gerekenleri sıralamak gerekirse;

* Maden makineleri üretimi ülke içinde yapılarak dışa bağımlılık ortadan kaldırılmalıdır. Gelişmiş bir makina imalat sanayi, daha az dışa bağımlılık, daha az döviz harcanması ve daha az açık veren bir dış ticaret dengesi demektir.

* Maden Makinaları sanayinin gelişmesi için bu sektöre özel teşvikler verilmelidir. Sektör, tüm gelişmiş ülkelerde birinci sırada ele alınmakta ve sektörün geliştirilip korunması bir devlet politikası olarak benimsenmektedir.

* Yüksek katma değerli teknoloji üretimine dayalı makina üretilmelidir.

* Sektörde AR-GE çalışmalarına önem verilmeli, ayrılan kaynak artırılmalıdır.

*Sektörde yeni teknolojilerin kullanımı ve teknik eleman istihdamının artırılması verimliliği artıracaktır.

*Üniversite-Sanayi işbirliği güçlendirilmelidir.

* Her sektörde olduğu gibi maden makinaları sektöründe de işçi sağlığı ve iş güvenliğine yönelik gerekli tedbirler yeterince alınmadığı için her gün iş kazası ve meslek hastalıklarıyla karşılaşmaktadır. Gelişen teknolojiye bağlı olarak gerekli tedbirler alınmalı ve denetlenmelidir.

4. Kaynak

Kadeş, C., Adana ili makine sektör raporu 2014, Adana Ticaret Odası, 2014, Adana

Osmanlı Dönemi Gümüşhane ili Madencilik Tarihine Genel Bir Bakış

A General view on mining history of Gumushane city in Ottoman Era

Adnan Güngör Üçüncüoğlu^{1*}

Eren Kömürlü²

¹ Araştırmacı-Yazar, Torul, Gümüşhane, Türkiye

² Karadeniz Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye

* Sorumlu yazar: agungorucuncuoglu@hotmail.com

Özet

İlk Tunç Çağına dayanan madencilik tarihine sahip olan Gümüşhane’de Hititler, Persler, Romalılar, Bizanslılar, Trabzon Rum İmparatorluğu, Osmanlı İmparatorluğu gibi pek çok önemli uygarlık madencilik yapmıştır. Derin bir madencilik tarihine sahip olan Gümüşhane ili sınırlarında bilinen 100 üzerinde tarihi madenin çoğu Osmanlı döneminde işletilmiş olup, bu maden ocakları Osmanlı’nın gelişmesine bağlı olarak gelişme, duraklama ve parçalanma durumuna göre paralellik arz etmişlerdir. XVII. yy. da altın çağını yaşayan bölgedeki maden işletmeleri XVIII. yüzyılın sonlarına kadar oldukça aktif şekilde faaliyetlerine devam etmiştir. Bu dönemden sonra ise üretim zamanla azalarak bölgedeki maden işletmeleri yavaş yavaş terk edilmeye başlanmıştır. Bu durumun en önemli sebeplerinden biri bölgedeki maden işletmelerinin çağın teknolojisine ayak uyduramamaları olmuştur. Bunun yanı sıra, yaşanan savaşlar, artan kaçak maden sayıları, devlet tarafından görevlendirilen maden emirlerinin görevlerini kötüye kullanmaları, artan rüşvet olayları, ekonomideki gerileme nedeni ile ücretlerin ödenememesi Gümüşhane tarihinde madencilik olumsuz yönde etkilemişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Gümüşhane, Madencilik Tarihi, Anadolu’da Madencilik, Osmanlı Dönemi Madencilik

Abstract

The Gumushane city where the earliest record of mining is dated to be in the Early Bronze Age was governed by different empires such as Hittites, Persians, Romans, Byzantians, Trabzon Pontus and Ottomans. In the Gumushane city borders, there are over 100 historical mines that most of them were mined in the Ottoman Era. Historical mines were operated in parallel with different Ottoman periods of development, stagnation and decadence. The gold era for mining history of Gumushane city can be accepted to be 17th century. Until the end of 18th century, the mining operations in Gumushane were performed actively. After the active mining time during the 17th and 18th centuries, mines in Gumushane started to be abandoned because of some reasons such as no following the international technological developments. Beside, wars, mine stealers, the commissioned mine managers who misconducted their duties and had no respect to the laws, the worsening economy of the Ottoman Empire made the mining industry in Gumushane city be influenced negatively and stop in early years of the 20th century.

Keywords: Gumushane, Mining History, Mining in Anatolia, Mining in Ottoman Era

1. Giriş

Gümüşhane’de ilk madencilik ne zaman yapıldığına yönelik net bir tarih belirli olmasa da Hititlerden önceki dönemlere MÖ. 18. yüzyılda madencilik faaliyetlerinin gerçekleştirilmiş olduğuna yönelik bulgular mevcut olmakla birlikte, bu bölgede madencilik tarihinin ilk tunç çağına dayandığı düşünülmektedir. Tarihte çok tanınan bir madencilik şehri olan Gümüşhane ile ilgili, MÖ. 7. veya 8. yüzyılda yazılan meşhur İlyada destanında “*Alizonlar ta uzaklardan gelirler, gümüşün yurdu Alybe’den*” ifadesindeki “*Alizonlar*” bir halk, “*Alybe*” ise Gümüşhane-Bayburt bölgelerine verilen genel isimdir (Üçüncüoğlu vd., 2009).

İlyada destanının orta dizelerinde Torul’a bağlı, Hititlerden önceki dönemlerden itibaren önemli bir madencilik bölgesi olarak bilinen Kromni bölgesi’nin de isminin geçtiği görülmektedir. Gümüşhane-Bayburt bölgelerinde Hititler, Asurlulardan, Urartulara, İskender’e, Perslerden, Pontus’a ve iki madenci ve yerli topluluk olan Haldi’lerden, Khaliplere kadar her devrede yöredeki zengin maden yatakları işletilmiştir. Gümüşhane-Bayburt bölgesi madenlerinin Hititler devrinde işletilmesi için Mısır’dan ve Van bölgelerinden özel olarak madenci ustaları gelmiş ve bu bölgede çalışmışlardır. Gümüşhane ilinin Cumhuriyet dönemi öncesi madencilik tarihi açısından bazı önemli kronolojik gelişmeler aşağıdaki gibi listelenebilmektedir:

İlk Tunç Çağı (M.Ö.3000-2000), Orta Tunç Çağı Asur Kolonileri Dönemi (M.Ö. 2000-1750), Son Tunç Çağı Azizi –Hayyaşa dönemi (M.Ö.1750-1200), Gümüşhane madenlerinde Urartu madencilerinin faaliyetleri (M.Ö.?-720), Kimmer-İskit akınları dönemi (M.Ö.720-665), Göçler Dönemi (M.Ö.665-560), Med Egemenliği Dönemi (M.Ö.560-550), Persler Dönemi (M.Ö.550-331), Pontus Krallığı Dönemi (M.Ö.331-64), Roma Dönemi (M.Ö.64-M.S.395), M.S.395 yılında Bizans Döneminin başlaması, M.S.656-661 Gümüşhane’nin yeniden Bizans egemenliğine girmesi, Trabzon Rum İmparatorluğu Egemenliği dönemi (M.S.1204-1461), 1461 yılında Fatih Sultan Mehmet’in Trabzon Rum İmparatorluğunu yıkması ile Osmanlı etkilerinin görülmeye başlanması, 1473 yılı Otlukbeli savaşı ile Gümüşhane’nin kısmen ve 1514 yılı Çaldıran savaşı ile tamamen Osmanlı İmparatorluğu toprağı olması ile Osmanlı madencilik kültürünün bölgede yerleşmesi, 1914 yılı 1. Dünya savaşının başlangıcı ve 1918 yılı Gümüşhane’nin Ruslar tarafından işgali ile bölgedeki madencilik faaliyetlerinin durması Gümüşhane madencilik tarihinde önemli izler taşımaktadır.

2. Osmanlı Dönemi Gümüşhane ilinde madencilik

Gümüşhane ili, ismini almış olduğu gümüşün yanı sıra, altın, demir, bakır, manganez, kurşun, çinko, pirit, linyit kömürü, krom, mermer ve uranyum yatakları gibi önemli yer altı kaynaklarına sahip bir ilimizdir. Gümüşhane’de Osmanlı Devrinde Kanuni Sultan Süleymân ve özellikle Dördüncü Murad dönemleri Gümüşhane ilinin madencilik tarihi açısından zirvenin yaşandığı dönemler olarak kabul edilmektedir. Osmanlı Devrinde Gümüşhane’nin Canca Mahallesi’ndeki darphanede 12 çeşit gümüş ve altın para basıldığı ve Gümüş madenlerinin işletilmesi nedeni ile 1750 senesinde Gümüşhane şehir nüfusunun 60 bini bulunduğu bilinmektedir (Üçüncüoğlu, 2013). Evliyâ Çelebi, 1647 senesinde Gümüşhane’yi gezdiğinde; “*Burada olan gümüş madeni hiç bir diyârda yoktur. Halkı yalnız gümüş işler.(...) 70 kadar ocak olup, fakirliğin bilinmediği bu yerde doğan her çocuğun gümüşten mama tabağı vardır*” demiştir. Bölgeden çıkarılan madenler Osmanlı Devleti’ne asırlarca önemli iktisadî gelir temin etmiştir. Bu kazançlardan bazı önemli olanları aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

1) Kanuni Sultan Süleyman'ın 1534 Doğu Seferi'nde Canca (Gümüşhane) Darphanesi'nin bastığı gümüş ve bakır sikkelerle sefer masrafları karşılanmış, asker ve memurların maaşları ödenmiştir. II.Selim (1566-1574) ve III.Murad (1574-1595) zamanlarında da bu durum devam etmiştir.

2) Yöredeki kurşunlar Anadolu, Suriye, Irak şehirlerindeki dinî yapıların kubbe kaplamasında kullanılmıştır.

3) İran, Gürcistan ve Dağıstan Seferlerinde, askerlerin 'fındık' adı verilen tüfek mermileri ile top gülleleri bölgeden çıkarılan kurşun ve bakırla üretilmiştir.

4) Yörede çıkan kurşun kervanlarla Erzurum, Sivas, Tokat, Diyarbakır, Halep ve Bağdat'a ihraç edilerek gelir kazanılmıştır.

5) Yöredeki maden ustaları fethedilen yerlerdeki maden ocaklarına gönderilerek oraların işletilmesinde öncülük yapmışlardır. Maden yataklarındaki ahali de vergiden muaf tutularak maden işletmeciliğinde istihdam edilmişlerdir.

İdari açıdan Trabzon, malî açıdan Erzurum'a bağlı olan Gümüşhane'nin, Şark seferleri, Celali isyanları ve Abaza Mehmed Paşa isyanları gibi nedenlerle bazı dönemlerde tersi görülse de XVI. ve XVII. yüzyılda demografik açıdan büyümesine devam etmesinde Osmanlıların iskân siyasetinin etkili olduğu söylenebilir. Civardaki yeni maden yataklarının işletilmesi için yetenekli madencilerin göç ettirilmeleri Gümüşhane'nin nüfusunu etkilemiştir (Saylan, 2014; URL 1). Madenci halk, öncelikli olarak bireysel yetenekleri ve buldukları yere yakın maden merkezlerine göre istihdam edilmiş olup, bu konuda madenci olma konusunda beceri ve yeteneğin dışında herhangi bir ayırım olmamıştır.

Kaza nüfusunun büyük çoğunluğu madencilik sektöründeydi. Ziraî üretim, hayvancılık ve ticaret, madencilik kadar etkili alanlar değildi. Madenciler, işledikleri madenlerden devletin hakkını ödedikten sonra kendi paylarını değerlendirerek geçimlerini sağladılar. Madenlerin atıl duruma düşmemeleri ve madencilerin mağdur olmamalarına özen gösterildi. Osmanlı madenleri kontrol altına alabilmek için bölgeye Maden eminleri atanmış. Trabzon Sancakbeyine bağlı bir Maden Emni gözetiminde gümüş akçalar ve bakır mangırlar olarak kesilen bu sikkelerin devlet damgasıyla tedavüle sürülmüş olduğu bilinmektedir¹. Madenler o kadar önemsenmiştir ki Osmanlılar maden ocağı işletilen yerlere kervanların, yolcu kabilelerinin ve silahlı kimselerin girip çıkmasını yasaklamıştır. XVIII. yüzyılın ortalarına kadar Anadolu'nun doğu bölgesinde yer alan madenlerin (Erzurum, Trabzon, Sivas, Diyarbakır ve Kars) zapt ve idaresi genelde Gümüşhane madeni eminlerine aitti. Gümüşhane ili madencilik tarihindeki zirvede olunan dönem olan 17. yüzyılda sadece Gümüşhane madenlerinden sağlanan gelir tüm Osmanlı İmparatorluğu bütçesinin yaklaşık %5'ini karşılamaktaydı (Ekinci, 2013).

Gümüşhane bölgesindeki maden ocakları Osmanlı'nın gelişmesine göre gelişme, duraklama ve parçalanma durumuna göre paralellik arz etmektedir. Yöredeki madenlerden elde edilen verim her ne kadar XVIII. yüzyılda teknik ve idarî nedenlerden dolayı önceki dönemlere göre azalmışsa da, özellikle bakır üretme işleminin bu süreçte de yoğun bir şekilde devam ettiği bilinmektedir. 1801 yılına ait bir Hatt-ı Hümayûn'a göre, Gümüşhane madenlerinin XVIII. yüzyıl sonu ile XIX. yüzyıl başlarındaki durumu pek iç açıcı değildir; En mühim madenlerden

olan Gümüşhane ve ona bağlı olan madenlerin istihsalı azalmış, maden işçileri gördükleri haksızlık ve zulümden dağılmış ve bazı kuyuların büsbütün kapanmış olması önemli bir sorun halini almıştı.

XVIII. yüzyılda Trabzon ve çevresinde tutunamayan eşkiyalar Gümüşhane taraflarına kaçarak geçici de olsa devletten yakasını kurtarmakta, buradaki madencilere zulüm etmekte ve devlete ait olan bakırı bazı zamanlarda zapt etmekteydiler. Eşkiyanın bölgedeki olumsuz faaliyetleri yanında, madenlerin işletilmesinden devlete teslim edilmesine kadar geçen bütün işlemlerin en yetkilisi olan maden eminlerinin görevlerini layıkıyla yapmayarak rehavete kapılmaları madencilerin büsbütün işlerini ihmal etmesine yol açmaktaydı (Pamuk, 2006).

Osmanlı devletinin genelinde olduğu gibi çoğunlukla "Emanet" sistemiyle idare edilen Gümüşhane ve çevresindeki madenlerin önem kaybetmesi sadece bölgenin ıssız ve dağlık olmasından yararlanan eşkiyanın baskısı ve ehl-i örfün madenlere olan müdahalesi sonucu değildi; madenlerdeki cevherin çok derinde kalması, madenleri işletmek için yeterli sermayenin bulunamaması, ocakların havalandırmasının yetersiz olması, ocakların su ile dolması ve çıkarılan maden cevherinin zenginleştirilmesi için yeterli miktarda odun ve kömürün Gümüşhane'de bulunamaması nedeniyle daha uzaklardan nakledilmesi ve benzeri nedenler maden çıkarma maliyetinin artmasına yol açmıştı (Saylan, 2014).

XVIII. Yüzyıl sonlarına doğru maden eminlerini desteklemek amacıyla nakdî olarak yapılan para yardımının ülkenin içinde bulunduğu ekonomik şartlar neticesinde yapılamadığı bilinmektedir. Halkın elindeki altın ve gümüş eşyaların devlet tarafından toplatılıp darphaneye nakledilerek nakit açığının kapatılmaya çalışılması, altın ve gümüş eşya kullanımının tamamen yasaklanması gibi gelişmeler ise uzun vadede pek bir yarar sağlamamıştır.

Osmanlının bütün cephelerde ve bölgelerde gerileme devrine girmesi, Maden ocaklarının çeşitli nedenlerle işletilemez durumda olması, yeni açılan madenlere ruhsat verilmemesi nedeniyle bölge halkının eski maden zenginliğinin tamamen ortadan kalkması nedeniyle bu defa madenler ruhsatsız çalıştırmaya yoluna girdiler. Diğer yandan yeni açılan ve devredilen madenlerin çalıştırma ruhsatlarının tamamen paralı, torpile ve rüşvete dayalı olduğu için çoğu işletilemez durumda kalan Gümüşhane madenleri arasında 20. yüzyıla gelinmesi ile ruhsatlı bir iki tanesi ayakta kalabilmiştir.

Gümüşhane ili sınırları içinde 100 üzerinde tarihi madenin varlığı bilinmekte olup, bunların çoğunun Osmanlı döneminde fermansız kaçak madenler olarak işletildiği bilinmektedir. Osmanlı'da Gümüşhane ili madenleri aşağıdaki sebepler nedeni ile olumsuz yönde etkilenmiş ve kapanma noktasına gelmişlerdir:

Osmanlının atadığı maden eminlerinin maaşları dışına çıkarak madenlerden büyük oranda pay alması için madencilere yaptığı baskı, idam, sürgün ve hapis cezalarından bunalan halk madenlerde çalışmayı bırakarak bölgeden göç etmişlerdir. Maden çıkarılan bölgelerde bilindiği gibi orta boy tomruklara ihtiyaç olması, yakınlarda kesilen ormanların tükenmesi nedeniyle uzaklardaki ağaçların nakliyesi ve iş gücü giderleri madenciliği olumsuz yönde etkilemiştir. 1829 Osmanlı Rus savaşında her ne kadar Ruslar Gümüşhane'ye kadar gelmemişse de Bayburt'u istila eden Rusların geldiğini gören Gümüşhaneli Rum ailelerin yarattığı çeteler Türk ve Müslümanlar üzerinde baskı kurmuş, Rusların çekilmesi ile hayalleri yok olan Rumlar bu defa Türklerin baskısından korktukları için bölgeyi terk etmişlerdir. 93 harbi (1877-78) yıllarında yapılan Osmanlı Rus savaşı hem Osmanlı için hem de madenler için yok olma savaşı olarak adlandırılabilir. Bu harbin Gümüşhane'de de geçmesi nedeniyle

bölgedeki Türk, Rum veya başka azınlıklar bölgeyi büyük oranda terk etmek zorunda kalmışlardır. Bunların dışında, irili ufaklı sebepler nedeniyle madenler çalıştırılmaz duruma gelmiştir.

XVIII. yüzyıldan sonra maden ocaklarının işletilmesinde büyük çapta çözülme yaşanmaya başlamasıyla devlet, bu çözülmenin önüne geçebilmek amacıyla Tanzimatın ilanından sonra çıkardığı nizamnamelerle ve kanunname ile madencilik sektörünü tekrar canlandırmaya çalışmıştır (Çağatay ve Çopuroğlu, 1990). Bunun için Maadini Hümayun Meclisi kurmuş, 1858'de Arazi Kanunnamesi, 1861 tarihinde de Maâdin Nizamnamesi çıkarmıştır. 1887 tarihinden itibaren ise yabancılara 99 yıla kadar imtiyazlar verilmeye başlanmıştır (Çadırcı, 1987)

Madencilik sektöründe atılan bu adımlar ve bu yüzyılda Avrupa'da gelişen sanayi için Osmanlı topraklarında bol miktarda maden olduğu yönündeki yaygın kanaat sonucunda kısa zamanda Anadolu toprakları maden işletmesi yapan yabancı müteşebbislerin akınına uğramaya başlamıştır. Bir taraftan maden arama ruhsatı alan girişimciler, diğer taraftan Gümüşhane'de uzun yıllar aktif bir şekilde faaliyet gösteren ancak daha sonra kendi kaderine terk edilen madenlerin işletme ruhsatlarını almaya başlamışlardır. Bu bağlamda Gümüşhane bölgesindeki madenlere ilgi duyan başta yabancı firmalar olmak üzere çok sayıda girişimci bölgede maden arama ruhsatı almaya başlamıştır.

Gümüşhane'de ilk düzenli maden arama çalışmaları 1883 ile 1888 yılları arasında Daniel Pappa et Co. şirketi tarafından yapıldı. Daniel Papa et Co. şirketinin Gümüşhane yataklarındaki maden arama çalışmaları 1860 yılına kadar dayanmakta olup, şirketin çalışmaları 1894 yılında işletme yetkisinin elinden alınması ile son bulmuştur (Kovenko, 1941).

Gümüşhane'de çalışan bazı yabancı şirketler aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

Daniel Papa et Co. (Gümüşhane bölgesindeki 15 madeni olan bu şirketin 1894 yılında maden işletme ruhsatı iptal edildi), Fransız Alfanzo Maden şirketi (Torul-Yurt-Karaçukur-Kürtünde toplam 12 tane madeni vardı), Fransız Contury Maden şirketi (çoğu Torul bölgesinde olmak üzere 8 tane madene sahipti)

Yabancı şirketler dışında yerli şirketler de Gümüşhane'de önemli madenleri işletmekteydi. 2 Temmuz 1887 tarihinde Giresunlu Hüseyin Nazif Efendi Kürtün'e bağlı Folköy, Emrik köyü ve Şıhlar köyünün Dere mevki ve çevresinde maden arama ruhsatını elde etti. Ancak, Hüseyin Efendi maden arama imtiyazını elde etmesine rağmen kısa süre sonra bu imtiyazını başka müteşebbislere devretti.

Esad Ağa şirketinin, Tekoğlan, Yeşilli, Büyük Mağara, Nerdbanlı, Kozancı, Suyolu, Cedveful, Terazici, Circir, Kütehdalık, Abanikulu, Tebroker, Kokcas ocakları bulunmaktaydı. Hasan Efendi şirketinin ise Ananya, Kazgancı, Halkend isimlerinde kurşun ocakları bulunmaktaydı.

Torul kazasında Tepebaşı, Körköse, Artil köyü, Karfur dağı, Teburk deresi ve Zigana köylerinde gümüş ve kurşun madenleri, Alacaçayır ve Şimera köylerinde bakır madenleri, Gavur dağında ise kömür ocakları vardı. 1870'li yıllarda, bunlardan Körköse madeni hariç diğer ocaklar terk edilmiş vaziyetteydi. Önemli rezerve sahip Körköse madeni için irâde-i seniyye çıkarılmadığı için işletilememekteydi. 1880 senesinde Körköse madeni de terk

edilmiş ve kullanılamaz bir haldeydi. Daha sonra Osmanlı Devleti tebaasından Kongalidi Yorgi 1911 yılında Köstere köyündeki madeni işletme hakkını elde etti. Bölgedeki madenler için hazırlanan şartname ve mukavelenamelere bilahare ilaveler yapılarak buradaki madenler işletilmeye çalışıldı.

20.yüzyıla gelindiğinde, Gümüşhane ilinde madencilik çağ dışı uygulamalar ve Dünya metal fiyatları ile rekabet edemeyecek maliyetlerle çalışılıyordu. Ayrıca, ocakların birçoğu zengin cevherlere sahip iseler de gerektiği gibi işletilmediklerinden çalışmalar durdurulmuş durumdaydı.

Charles S. Ryan isimli Avustralyalı bir seyyah, Avustralya'daki maden ocağı kasabalarıyla Gümüşhane'yi karşılaştırarak, "burada maden atıkları nerededir, istampaların kükremeleri yok, pompaların monoton su sesi yok ve bu yerde yeterli bir şantiye yok" sözleri ile düşüncelerini belirtmiştir (Ryan, 1877). Ryan'ın bu sözleri, bölgedeki maden ocaklarının hala eskiden kalma ilkel tekniklerle işletilmeye devam ettiğini ifade etmektedir.

3. Sonuç

16. ve 17. yy. da altın çağını yaşayan bölgedeki maden ocağı işletmeleri bu dönemdeki kadar olmasa da 18. yüzyılda da faaliyetlerine devam etmiştir. Bu dönemden sonra ise üretim zamanla azalarak bölgedeki maden işletmeleri yavaş yavaş terk edilmeye başlanmıştır. Bu durumun en önemli sebeplerinden biri bölgedeki maden işletmelerinin çağın teknolojisine ayak uyduramamaları olmuştur. Bölgedeki maden ocaklarının çağ dışı, ilkel tekniklerle işletilmeye devam edilmesi hızla gelişen Batı devletlerine kıyasla maliyetleri artırmıştır. Ek olarak, Osmanlı devletinin zayıflaması ve idari olarak madenleri kontrol altında tutamaması nedeni ile kaçak olarak çalıştırılan pek çok maden ve usulsüz üretimler, devletin atamış olduğu maden eminlerinin kendi çıkarları doğrultusunda davranmaya başlamaları, eşkiyaların halk üzerindeki baskıları, yaşanan önemli savaşlar neticesinde bölgedeki farklı etnik kökene sahip insanlar arasında çıkan huzursuzluk ve güvensizlik ortamı gibi nedenler 19. yüzyılın sonunda Gümüşhane'de madenciliği durma noktasına getirmiştir. Osmanlı devletinin gerileme ve yıkılma dönemlerinin etkileri Gümüşhane ili madencilik tarihine net bir şekilde yansımıştır.

Kaynaklar

Çağatay, A., Çopuroğlu, İ., 1990. Gümüşhane kurşun çinko yataklarının minerolojisi. Maden Teknik Arama Dergisi, sayı 11

Ekinci, İ., 2014. Milas (Mesudiye) Bakır Madeni. Turkish Studies, 8, 243-259

Kovenko, V., 1941. "Gümüşhane'nin Simli Kurşun Madenleri", Maden Teknik ve Arama Mecmuası, Sayı: 3/24, Ankara, s. 283

Pamuk, B., 2006. XVII. Asırda Gümüşhan (Canca) Maden Mukataasına dair Bazı Bilgiler. A.Ü. Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi, 30, 167-184

Ryan, S.C., 1877. Gümüşhane seyahati notları, ulaşılan web adresi: www.gumushane.gen.tr

Saylan, K., 2014. Gümüşhane idari, sosyal ve ekonomik tarih, Gümüşhane Üniversitesi Yayınları

Üçüncüoğlu, A.G., Kahveci A.C., Güğercin, M., 2009. Gyminas Şehri Thekesh Tepesi. Topkar, Trabzon.

Üçüncüoğlu, A., 2013. Maden ve Mağara Kardeşliği, Yayınlanmamış kitar, Gümüşhane

URL 1, Gümüşhane İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü sitesi (Erişim tarihi: Kasım 2015), <http://www.gumushanekulturturizm.gov.tr>

Notes from a trip to Titus tunnel, a Roman tunnel in Turkey

Türkiye’de bir Roma Tüneli, Titüs Tüneli Gezisinden Notlar

Eren Kömürlü ^{1*}

¹ *Karadeniz Technical University, Department of Mining Engineering, Trabzon, Turkey, e-mail: ekomurlu@ktu.edu.tr, erenkomurlu@gmail.com, tel: 0462 377 42 97*

Genişletilmiş Özet

Titüs tüneli, Hatay ilinin Samandağ ilçesinde bulunan Seleukeia Pieria isimli bir antik kentin dağ yamaçlarından gelen sular altında kalmasını engellemek için bir drenaj tüneli olarak kazılmıştır. Roma İmparatoru Vespasianus (MS.69–79) tarafından başlatılan tünel kazıları, oğlu İmparator Titus (MS.79–81) döneminde tamamlanmıştır. Titus tüneli kapalı bölümü 130 metre olmak üzere aç/kapa kısımları ile beraber 1380 metre uzunluğundadır. Yaklaşık 2000 yaşındaki, çağının önde gelen mega yapıları arasında olan Titüs tünelinin değişken olan kesit alanı ortalama 45 m² dolaylarındadır ve tünelin kapalı bölümlerinin derinliği 50 metreyi bulmaktadır. Titüs tüneli tabanında biriken farklı boyutlarda bloklar olduğu ve sık bir su akıntısının devam ettiği görülmüştür. Mevsimsel olarak artış gösteren tabandaki su akıntısı ve özellikle tünelin aç/kapa kısımlarında kesit üzerinden düşen zemin malzemesi tarihi tünelin gezisi için zorluklara ve güvenlik sorunlarına yol açmaktadır. Tünel içinde aydınlatma olmaması ve turistler için yürüyüş yollarının bulunmaması nedeni ile yer yer derinleşen su içerisinde yürünmesi gerekmektedir. Tünel içerisinde su akışını artıran, su geliri olan kısımların da mevcut olduğu görülmüştür. Bu konuda, duraylılık üzerindeki etkileri de incelenerek enjeksiyon uygulaması ile su geliri kesilebilecektir. Tünel güzergahı boyunca sahil tarafına yakın, aç/kapa olan bazı kısımlar dışında az çatlaklı bir kaya kütlesi içerisinde kazının gerçekleştiği görülmüştür. Ancak, tünel tavanından düşen büyük boyutlu blokların olduğu gözlenmiş ve bu blokların su akışı ile önemli ölçüde aşınmış olmaları nedeni ile uzun süre önce duraysızlık yaşamış oldukları sonucuna varılmıştır. Yapısal kontrollü duraysızlık riski bulunan birçok bloğun kaya saptamaları ile sağlam zemine bağlanmaları ve öncesinde tünelin iyi bir aydınlatma ile tetkik edilmesi gereklidir. Ek olarak, kaya kütlesi özelliklerinin belirlenmesi adına sondaj çalışmalarının gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Tarihi değer taşıyan tünel cidarı görüntüsünün ve eski dönem kazı izlerinin kaybolmaması için kimyasal bozulmanın önlenmesi amaçlı tedbirlerin alınması önemlidir. Titüs tüneli devamında bulunan kaya mezarlarında kimyasal ve fiziksel bozulmanın ileri derecede olduğu görülmüştür. 2014 yılı başlarında gerçekleştirilen bir gezi kapsamında, tarihi Titüs tüneli için güvenlik önlemleri alınmaması, aydınlatma olmaması ve tünel içi yürüyüş yollarının belirlenmemesi gibi eksikliklerin olduğu görülmüştür. İnşa edildiği tarih ve boyutları düşünüldüğünde benzer örnekleri ile kıyasla tanıtımı açısından önemli çalışmaların yapılmasına gerek olan, ancak UNESCO Dünya mirasları arasına girmek üzere aday listesine girmiş bulunan Titüs tüneline ilgi ve turist sayısının son yıllardaki artışı tünel için yapılacak çalışmalar açısından umut vericidir.

Anahtar Kelimeler: Roma Dönemi, Titüs Tüneli, Tünelcilik Tarihi, Hatay, Samandağ

Extended Abstract

Titus tunnel is an ancient tunnel excavated to drain water coming from mountain side to prevent floods in Seleukeia Pieria which was an important seaport city. The tunnel excavations started by the Roman Emperor Vespasianus (BC. 69–79) was completed by his son, Emperor Titus (BC. 79–81). The Titus tunnel having 1380 meters length in total was

constructed with the methods of cut and cover and underground excavations. The maximum depth of the tunnel excavation is 50 meters and varying cross-section area of the Titus tunnel that is approximately 2000 years old and was one of the most important tunnels in its time is 45 m² in mean. It was observed from the tunnel that there is an important amount of accumulation of gravels and blocks on the floor of tunnel still having a shallow water flow with different rates varying in accordance with the change in seasons. Because of having no lighting system in the tunnel and no ways for the tourists, it is needed to walk in partly deepening water. The water seepage from the tunnel walls causes an increase in the flowrate in the tunnel. In this topic, the injection application is considerable to stop seepage and also for stability. Except of some parts being close to the seaside, the Titus tunnel can be accepted to be excavated in a strong rock mass having few joints. However, the big blocks were seen to be fallen from roof of the tunnel, which are estimated to fall down many years before as a result of their abrasion due to the waterflow in tunnel. Some blocks that can be easily seen by the naked eye and have instability risks are suggested to be bolted after the tunnel is properly lighted to explore new risky blocks. To determine the rock mass properties, drilling applications are suggested to perform in the tunnel. The excavation marks on the tunnel wall which have a significant importance for being a historical engineering monument are found to be preserved. As another important issue, the rock-cut underground tombs at the end of the tunnel were seen to be highly weathered. Within this trip in 2014, Titus tunnel was found to have important lackings such as having no lighting system, safety cautions, walking ways on the blocky floor of the tunnel. New geomaterial transportations into the tunnel due to water flow is another concern for the future of the tunnel. Considering its time of construction and the dimensions, the Titus tunnel can be assessed to not be advertised well in comparison with similar ones. However, it is very hopeful for the Titus tunnel that it has been entered into the candidate world heritage list of UNESCO and the tourist number is increasing year by year.

Keywords: *The Roman Era, Titus Tunnel, Tunnelling History, Hatay, Samandag*

Doğu Karadeniz Bölgesinde Terk edilmiş Maden Galerileri: Riskler, Kazalar, Önlemler ve Kurtarma

Abandoned Mine Entries in Eastern Black Sea Region: Risks, Accidents, Safety and Rescue

Ali Osman Yılmaz^{1*}

İbrahim Alp¹

Kerim Aydın¹

Mithat Vıçıl²

¹ Karadeniz Technical University, Department of Mining Engineering, Trabzon, Turkey

² Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering, Trabzon, Turkey

* Corresponding author: aoyilmaz@ktu.edu.tr

Özet

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde madencilik faaliyetleri çok eski çağlara kadar uzanmaktadır. Bölgenin birçok yerinde izabesi yapılmış maden atıklarına rastlanılmaktadır. Bölgenin metal madenciliği açısından zengin olması nedeniyle atıkların büyük bir çoğunluğu metal madenciliğine aittir. Halen çeşitli yerlerde söz konusu maden galerileri mevcut olup, birçoğu eski çağlara ait olmakla birlikte yakın zamana ait arama-işletme amaçlı kullanılmış galeriler de bulunmaktadır. Terk edilme esnasında genellikle galerilerde gerekli güvenlik tedbirleri alınmamakta, bu durum zaman zaman yaralanmalara hatta can kayıplarına neden olmaktadır. Bu çalışmada, veri toplayan bir üniversite öğrencisinin hayatına mal olan bir olayın etrafında, eski maden galerilerinde iş güvenliği açısından saklı riskler incelenmekte, değişik amaçlarla (inceleme, numune alma, kurtarma vb.) bu galerilere girecek değişik meslek grubundaki kişilerin alması gereken önlemler belirli bir çerçevede incelenmektedir.

Anahtar kelimeler: Tarihi madenler, Doğu Karadeniz Bölgesi metal madenleri, Terk edilmiş madenler, İş güvenliği, Kazalar

Abstract

Mining activities date back to ancient ages in Eastern Black Sea Region. Mine wastes after smelting can be encountered in many parts of the region. The region has quite a high number of metallic ore reserves and therefore, the majority of these wastes comes from the metal mining. In addition to the old entries found at the region, there are new entries constructed for exploration/production purposes. After closure of mines or terminating exploration work, these entries are not left taking necessary safety measures and this may cause serious injuries and even deaths. Based on an event causing a death of a university student, this study investigates the risks found in the abandoned mine entries and discusses the measures that needs to be considered in case of entering to the abandoned mines for different purposes (investigation, sampling, rescuing etc.).

Key words: Historical mines, Metal mines of Eastern Black Sea Region, Abandoned mines, Work safety, Accidents

A swellex application in ground reinforcement project of the ancient St. Pierre church

Hasan Aydın Bilgin^{1*}

Bahadır Ergener²

Deyvi Akkiriş^{2*}

¹ *Middle East Technical University, Department of Mining Engineering, Ankara, Turkey*

² *Atlas Copco Turkey, Ankara, Turkey*

* Corresponding author: deyvi.akkris@tr.atlascopco.com

Abstract

St. Pierre was the one of the six apostles who first believed to Jesus Christ. St. Pierre converted a cave to be a church located in Hatay city of Turkey. St. Pierre church is one of the oldest churches that have been built in early years of Christianity. The church stands under a cliff, so there were some rock falling issues. A project to renovate the church was prepared and rock reinforcement types were suggested by experts from Middle East Technical University. This article focuses on the Swellex type friction rock bolt application for rock reinforcement in the St. Pierre church project. Rehabilitation of rock mass has been carried out dropping some small rock blocks to secure the area. Then, rock reinforcement using the rock bolts was performed. The swellex type friction bolts have been applied on the edge of the cliffs. Applications consisting of three main stages of drilling, mounting and swelling were done by professional squad of Kuzey Industrial Mountaineering and Atlas Copco. In the application, special coated Swellex rock bolts with lengths of 3.0 m and 3.6 m were used.

Key words: Swellex friction bolts, St. Pierre church, Rock support, Slope stability, Ancient site preservation

Mines and Wars

Tuncay Uslu¹

¹ *Karadeniz Technical University, Department of Mining Engineering, Trabzon, Turkey,*

* Corresponding author: tuncay43@ktu.edu.tr

Abstract

Mankind has used mines since the beginning of humanity and gained the civilization by means of using mines. A life cannot be imagined without mines due to intensive use of mines in all sectors such as construction, energy, communication, transportation, health, food, etc. Although mines increased the life quality of humanity, wars caused by struggles for having them led the death of millions of people. History of the wars shows that a great majority of the wars broke out owing to mine deposits. It should not be forgotten that criminals of these wars are not mines and miners but bad eggs who want to be rich by imposing on other people. In the present study, wars for mines since the early ages were mentioned. In addition, readers were informed about mine-based separatist movements and colonialism activities.

Key Words: Mines, Wars, Separatist Movements, Colonialism

Sponsors/ Sponsorlar



ETİ Bakır Inc. Co./ ETİ Bakır A.Ş
www.etibakir.com.tr

Trabzon Ortahisar Municipality/ Trabzon Ortahisar Belediyesi
www.trabzonortahisar.bel.tr

FKK Güney Auto Tire Inc. Co./ FKK Güney Oto Lastik A.Ş.
www.fkk.com.tr

Koza Gold Inc. Co./ Koza Altın İşletmeleri A.Ş.
www.kozaaltin.com.tr

Ustaoglu Mining & Construction Ltd. Co./ Ustaoglu Mad.& İnş. Ltd. Şti
www.ustaoglu.com.tr

Yıldız Bakır Mining Inc. Co./ Yıldız Bakır A.Ş.
www.yildizbakir.com.tr

Atlas Copco Turkey/ Atlas Copco Türkiye
www.atlascopco.com/trus

Official Media Sponsors/ Resmi Medya Sponsorları:



Madencilik Türkiye: Mining & Earth Sciences Magazine in Turkish / Madencilik ve Yerbilimleri Dergisi
www.madencilik-turkiye.com

Mining Turkey: Mining & Earth Sciences Magazine in English / İngilizce Madencilik ve Yerbilimleri Dergisi
www.miningturkeymag.com

Tünel Teknolojisi: Tunnelling Technologies Magazine / Tünelcilik Teknolojileri Dergisi
www.tunelteknolojisi.com

MT Bilimsel: Scientific Journal of Underground Resources / Yeraltı Kaynakları Bilimsel Dergisi
www.mtbilimsel.com