

ESKİ ÇAĞDA DEMİR ÜRETİM, TEORİ VE TEKNOLOJİSİ

■ Ali FATHALİZADEH Metalurji Yüksek Mühendisi

ÖNSÖZ

Eski çağ Madencilik ve Arkeometalurjisi ile ilgili yazılarda genellikle demir metalinin istihsalı demirin erime sıcaklığının yüksek olduğundan ve bu sıcaklığa ancak, körüğün icadıyla erişilebildiğinden daha sonra üretildiği yazılmaktadır. Bu yazıda metalurjik reaksiyonlara dayanarak demirin, cevherinden istihsalı için onun erime sıcaklığı olan 1535°C ulaşmaya gerek olmadan ve ergime sıcaklığının çok altında, bakırın, cevherinden odun kömürüyle redüklenme sıcaklığı olan 800-1200°C de tesadüfen demir elde edildiğini anlatmaya çalışılacak ve bugünkü Direkt Redükleme tekniği adıyla tanımlanan ve çok eskilerden beri uygulanan ve günümüzde bu tekniğe dayanan çok modern demir üretim tesisleri kurulan teknik ile vuku bulup ve cereyan ettiği gösterilecektir ve devamında genellikle Anadolu'da metalurjinin kronolojisini göz önüne alarak ve arkeolojik kazı ve çalışmaları sonucunda ortaya çıkarılan arkeometalurjik fırınların çeşit, tip ve inşafına değinilecektir.

THE PRODUCTION OF THEORY AND TECHNOLOGY IRON IN ANCIENT ERA

In most archeology writings it is known that the delay in accessing to iron was because of the iron's high melting point. The issue was explained as "after the invention of exhalation system, the man could raise the heat of the forge up to above of iron melting point which is 1535°C, with the help of that system; thus they enabled to produce this metal". in this essay with rely upon archeology achievements like the piece of copper containing 20 percent of iron which belongs to second B.C. millennium and were found in Reyhanely region in Anatolia ; and chemical reactions that release the metal from it's ore as a result; and with help of written resources of Islamic scientists from A.D. 900 up to now, such as Abu Rayhan Biruni , Jabir Ibn Hayyan and Nishaburi will be tried to prove that in metallurgy science and technique there is no need to the mentioned heat for extracting this

metal from it's ore but it could be produced in extracting heat of copper means 1000°C.

DEMİR VE METAL

Sümerce de **wr. an-bar** (*L)⁽⁵¹⁾, **An.Bar**, **Ku.An**^(7T), **TI.BIRA**^{5F}, Akadca da **Parzillu**, Hitit ve Huricede **Hapalki**, Luvice de **Kiklubassar** ^(7T,9T) eski Mısır ve Babil dilinde sırasıyla **Banipe**⁽⁶¹⁾, **An.bar.sug**⁽⁵¹⁾ demir metalini istihsal edilip ve ondan çelik (demir + karbon) alaşımı yapması insanın sosyal ve ekonomi yaşantısı ve dolayısıyla medeniyetinde dev bir çağ açıp ve ilerlemesine sebep olmuştur.

Önasya'nın en erken demir buluntularının Mezopotamya kökenli olduğu ve M.Ö.6. bin yıla tarihlendiği öne sürülür, fakat bu buluntuların eski hafriyata ait olması tarihledirme makbul-u amme değildir. Bunun yanısıra Anadolu'da ise ilk demir buluntuları 3. binyıla tarihlenmiştir.

Demir denince bilimsel olarak Fe simgesi ile gösterilen saf demir elementi akla gelir fakat halk arasında bu terim yumuşak (düşük karbonlu) çelik için kullanılmaktadır. Saf demir gerek yumuşaklığından ve gerekse düşük mekanik dayanımı, paslanma özelliğinden ve pahalı olduğundan dolayı hemen hemen hiç kullanılmaz.

Sanayide kullanılan ve genellikle demir denilen material bir demir-karbon alaşımıdır. Bu alaşımda karbon elementi çoğalınca meydana çıkan alaşımlar sırası ile Demir, Çelik ve Dökmedemir olarak adlandırılır. Doğada elementler, afinite özelliklerinden dolayı, saf veya diğer elementlerle bileşik halde bulunabilirler. Demir ise oksijen v.s ye afinitesinden dolayı klasik kaynaklara göre doğada hiç bir zaman saf halde bulunamaz. Bundan dolayı doğada demirin, hemen hemen tümü: Oksit, Sülfür, Karbonat ve ... bileşikleri halinde bulunmaktadır. Buna rağmen, doğada az olsada yer menşeli demir bulunmaktadır. Buna örnek olarak Riksmuseet müzesinde, Griland - Vivfag (ovifka) da bulunmuş yaklaşık 25 ton ağırlığındaki yer menşeli bir demir (daha doğrusu demir carbon alaşımı) kütlesi sergilenmektedir. Bu demirin insan eliyle değil, doğada redüklenme ile meydana geldiği söylenmektedir. Bazı kaynaklar yanlış olarak meteor kaynaklı demir - nikel (Nikel az miktarda olsa bile) alaşımlarından saf demir diye bahsederler. Bunlara rağmen, kolaylık olsun diye bu yazıda, demir-carbon alaşımlarını şöyle adlandıracağız: yumuşak olana demir, sert olan çelik ve kırılğan olan ve eğilme kabiliyeti olmayan karbon içeriği yüksek olana, Dökme Demir denilecektir.

Her ne kadar demir çağının klasik olarak M.Ö.1000 lerde başladığı söylenirse de M.Ö.6.bin dönemine ait Mısır'da demirden süs eşyası bulunmuştur. Gök menşeli demire (aslında Nikel alaşımı çeliğe) Mısırlılar «Göğün armağanı» Sümerler, «Göğün madeni» ve eski Türkler «Gök demir», Sanskrit ve eski Pers'cede gök anlamı olan asuman kelimesiyle aynı kökeni olan «Asen» derlerdi. Bunun nedeni ilk tanıdıkları demirin gök menşeli olan meteor olmasıdır. Ugaritcede meteor demire AN. BAR GE Ki-i-na-an denilir ⁽⁷⁷⁾. Çok geçmeden dünyevi demirde üretilmeye başlanmıştır çünkü araştırmalar, arkeolojik kazılarda bulunan demir eşyaların tümünün meteor kaynaklı olmadığını göstermiştir.

Meteor Demirden Yapıldığına İnanılan Objeler ⁽³¹⁾

Objeler	Bulunduğu Yer	Tarih	Fe	Analiz %		Cu
				Ni	Co	
Hançer	Ur	3000 M.Ö.	89.1	10.0	-	-
Tesbih tanesi	Gerzeh	3500 M.Ö.	92.5	7.5	-	-
Bıçak	Eskimo	Recent	91.47	7.78	0.53	0.016
Bıçak	Deir el Bahari	2000 M.Ö.	-	10.0	-	-
Bıçak	Eskimo	1818 M.S.	88.0	11.83	eser	eser
Balta	Ras Shamra	1450-1350 M.Ö.	84.9	3.25	0.41	eser
Hançer	Tutankhamun	1340 M.Ö.	-	-	-	-
Headrest	Thebes	1340 M.Ö.	-	-	-	-
Plaka	Alaca Höyük	2400-2200 M.Ö.	-	3.44 (NiO)	-	-
Gürz başı	Troya	2400-2200 M.Ö.	-	3.91 (NiO)	-	-

Yeryüzünde metalurjinin beşiklerinden bir olan Anadolu'nun metal kronolojisi şöyle sıralanmaktadır:

Tek (single) metal devri genel olarak nativ bakır basit aletler yardımıyla şekillendirmesi ile M.Ö.8200 lerde başlar ve bunu M.Ö.5000 lerde Ekstraktiv metalurjinin başlangıcı bakır cevherini redüklüyerek bakır istihali takip eder ve arkasından M.Ö.4000 yılında polimetallik devri cevherlerden ilk bakır alaşımı üretimi başlar ve sonra endüstriyel devri denilebilecek zaman dilimi bronz ve demir istihali ile I. Bin yılında itibaren başlar.

Çivi yazılı metinlerde ham madde, demir ve diğer metal üretimi hakkındaki bilgiler ya çok noksandır yada tarihi tespit edilmemiştir ancak Mezopotamya çivi yazılı arşivler metinlerinin «yapım/üretim yöntemleri» bir bölümünü içermektedirler. Bazı metin verilerine göre ham madde önce ayıklanmış ve sonra tartılmıştır, fırından alınan eritilmiş ham demir «An.Bar Ki.Ne» ve diğer metaller yarım kilogramlık külçeler veya tamamlanmış ürünler olarak dökülmüştür. ⁽⁷⁷⁾

Doğada demir içeren, çok kırılabilir ve demire renk ve özellik olarak hiç benzemeyen Hematit (siyahimsi kan renginde), Manyetit (Demir siyahı, grimsi siyah, opak), Götit (siyahımsı kahverengi, kırmızımsı-sarımsı kahverengi; opak), Pirit (Metalik pirinç sarısı), Siderit (Soluk sarımsı, sarımsı gri,..), Limonit (Sarımtırak-kahverengi) bileşikler halinde bulunmaktadır. Bu maddelerden fiziksel özelliği hiç benzemeyen «göksel metal» dünyada üretmeyi insanlar nasıl akıl ettikleri hala bir muammadır.

Demir cevherinin işlendiği fırınların büyüklüğü, biçimi, üfleç ve körük tür ve sistemi ayrıca elde edilen demirin işlendiği atölyelerin düzeni ve demirci ustalarının el aletlerinin hangi düzeyde olduğu şimdilik pek bilinmemektedir. Doğu Anadolu'da erken demir çağında bulunan demir eşya bronz eşyalara kıyaslanamayacak düzeyde azdır. Balta, kama, bıçak, topuz başları bu dövme tekniği ile yapılmışlardır.

Urartular 400 sene boyunca Aşur krallığına çeşitli metal hammadde, eşya ve silah haraç olarak vermişler.

Bence büyük metalurjistler olan Urartu' ların kıralları (Argiştı oğlu Sarduri ve II. Argiştı oğlu II. Rusa gibi) kuzeybatı İran'nin Karabağın karşısındaki Aras nehri vadisinin güney kenarında ve sert dağlık olan Qaradağ ya Eresbaran Urartulara göre Bi-ai-nili ülkesi bölgesinde bulunan çok zengin bakır, demir, altın madenleri ve bunlardan elde edilen cevherlerden metal istihsalı için gereken enerji temini için ormanları bulunan bölgeyi feth edip ve Verzqan kasabasının Razlıq gibi yerlere kaleler yapıp ve Zağan dağı gibi kayalara bu fetihlerini bizlere iletmek için yazı yazdıkları, metal kaynakları için gelmişlerdir. Günümüzde Aras nehrinin güney kıyısı bölgesinde geçmiş çağlara ait olan maden galerileri ve metal istihsal kalıntıları bulunan Qarodağ (karadağ) da, özellikle bakır ve altın madenlerini işletmek için İran'da, milyonlar dolar yatırım yapılmaktadır ve 1918 lere buradaki cevherlerden demir istihsalı için İngilizler tarafından bir yüksek fırın kurulmuşmuş.

ESKİ ÇAĞDA DEMİR ÜRETİM TEKNOLOJİSİ

Arkeolojik kalıntılar arasında, demir obje ve curuflarını inceleme kaynaklarına bakıldığında, eski çağlardan beri demir istihsal teknolojisinin temelinde bir değişiklik görünmüyor. Bu demir istihsalı, demiroksit bileşiğinden oksijeni ayırma yada redüklemekten ibarettir. Değişen şey bu temelin uygulama teknolojisidir. Bu teknolojilerden biri 1960 lardan endüstriyel uygulamaya giren ve teorisine aşağıda değinilecek olan Direk Redükleme metodudur. Yukarıda sözü geçen incelemeler eski çağda demir üretiminin şöyle yapıldığını göstermektedir;

Demir cevheri dövülür, resim ve çizimleri aşağıda verilen umumen yamaçlarda inşa edilen fırın ya ocaklar, önce odun yakılarak ısıtılır ve sonra sırasıyla odun kömürü ve dövülmüş demir cevheri şarj edilir. Kömür havanın oksijeni ile yanarak demiroksit bileşiğinden oksijeni koparmak (redüklemek) için gereken ısı enerjisini, sıcaklık derecesi ve karbonmonoksiti (redükleyici) temin eder. Sonuç olarak cevher parçacıklarının yüzeyinde demir metali meydana gelir. Ortaya çıkan ürün dövülüp ve tekrar ocağa şarj edilir... Bu proses, demir karbon alaşımının gereken özelliğe erişinceye kadar bir kaç kez tekrar edilir.

Dövme Tekniği adı ile tanımlanan bu eski çağ demir istihsal tekniği esasında cereyan eden reaksiyonlar günümüzde Direkt Redüksiyon adı ile geniş uygulanan tekniğin aynısı olup ve aşağıdaki gibidir.

REAKSİYONLAR

Tüm metallerde olduğu gibi demir işçiliğinde de, işlem teknolojisi ergitme ya istihsal (Ekstraktif Metalurji) ve şekillendirme (Fiziksel Metalurji) olarak iki ana bölüme ayrılmaktadır. Ekstraktif Metalurji için fırın, cevher ve enerji üç temel unsurdur.

Eski çağdan kesin olmamak kaydıyla M.S. 700 lere kadar saf demirin erime sıcaklığı olan 1535°C ulaşılabilme imkanını sağlayacak gerekçe, yani köruk, icad edilmemiş gibi gözüküyor. Söylediğimiz gibi klasik olarak demir çağının M.Ö. 100 yy larda başladığı yazılmış ise de Arkeolojik buluntular insanın bundan çok önce cevherden demir istihsal ettiğini göstermektedir. Peki bu iş nasıl olmuştur? Bu iş günümüzde milyonlarca ton demir üretim kapasiteli, cevherden demir istihsal tesislerinin teknolojisini teşkil eden ve başlangıcı M.Ö. 2000 lere kadar uzanan Direk Redükleme tekniği ile yapılmaktaydı.

Bütün metallerde olduğu gibi demiri, pirometalurji (ısı ile) metodu ile üretebilmek için, üretilecek cevherin oksit halinde olması gereklidir.

Demir içeren: Magnetit (Fe_3O_4), Hematit (Fe_2O_3), Götite ($HFeO_2 - FeO(OH)$), Limonit ($FeO(OH).nH_2O$) ve Siderit ($FeCO_3$) oksijen içeren cevherlerden metal üretimi sırasında genel olarak kömürde bulunan karbonun kendisi ve ondan hasil olan karbonmonoksit metal ile bileşik halde bulunan oksijeni ondan ayırmaya temeline dayanır ve genel olarak reaksiyonlar şöyledir :

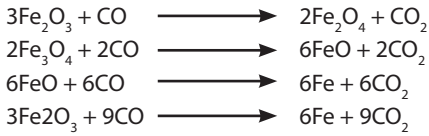
MO (metal oksit) + C (karbon) \xrightarrow{ISI} M (metal) + CO (Karbonmonoksit)

$MO + CO \xrightarrow{ISI} M$ (metal) + CO_2 Karbondioksit.

Her ne kadar arkeolojik literatürde insanın demir üretiminin zaman olarak gecikmesi, demirin ergime sıcaklığı olan 1535°C ulaşılma tekniğinin bilinmesine bağlayarak körukün icadından sonra mümkün olduğunu yazılmakta isede ben bu görüşe katılmıyorum.

Bu fikri öne sürenler metali cevherden üretme sırasında ne gibi metalurjik olaylar ve kimyasal reaksiyonların cereyan ettiğinden haberdar olmamasından kaynaklanabilir. Çünkü bilimsel olarak, yukarıda yazıldığı gibi demir oksitin redüklenmesi ve dolayısıyla üretimi, 1535°C çok altında 800°C⁽⁸⁷⁾ civarında vuku bulur. Bu olay günümüzde «Direkt Redükleme» denilen modern demir istihsal tekniğiyle olmaktadır. Bu metod ise yaklaşık 40 seneden beri istihsal sırasında fırının sıcaklığı 1550°C civarına çıkan klasik «Yüksek fırın» metodunun yanısıra endüstriyel alanda uygulanmaya başlamıştır. Esas olarak eski çağdan

200 sene evvele kadar demir üretimi «Direkt Redükleme» usulüne dayanmaktadır. Bu ortaçağ çoğunlukla Ebu Reyhan Biruni (973 -1048/1051?) gibi İslam dünyası bilim adamlarının yazılarından ve eski çağlardan kalma metal istihli artıkları curuflarında anlaşılmaktadır. Şöyle ki üretim ortamının sıcaklığı curufu meydana getiren gangın erime sıcaklığına erişmiş ise meydana gelen curuf parlak ve kaygan halde olur. Yanlız şunuda ilave etmek gerekiyor ki yukarıda adı ve kimyasal formülü verilen demir cevherleri bütün cevherlerde olduğu gibi ender olarak halis halde bulunurlar ve hemen hemen her zaman gang denilen diğer bileşiklerle birlikte dirler ve bu ganglar üretim sıcaklığı ve şartlarını etkilemektedirler. Kolay olsun diye saf Hematitin karbon (kömür) karşısında hangi sıcaklıkta redüklenerek demire dönüşme formülleri aşağıda verilmektedir. Hematiten demir elde etmede sırasıyla aşağıdaki reaksiyonlar meydana gelmektedir.



Bu reaksiyonların devam edip ve cevherdeki demir açığa çıkması için 1000- 1150°C sıcaklık yeter. Fakat bu sıcaklık demir elementinin erime sıcaklığı olan 1535°C dan hayli düşük olduğundan meydana gelen demir tanecikleri sıcaklık etkisiyle gangların meydana getirdiği yarı erimiş (hamur halinde) curufun içine karışıp ve süngere benzemesinden dolayı «Sünger Demir» denilen demir meydana gelir.



Kalkhedon(Kadıköy) da bulunan demir curufu.
M.Ö650(Istanbul Arkeoloji müzesi)

Eğer ocak veya fırında sıcaklık gang veya meydana gelen curufun erime sıcaklığına kadar yükselmiş ise, üretim artığı olan curuflar camsı ve parlak ve kaygan olur. Demirin ilk üretilişinin bakır istihsalı sırasında tesadüf eseri olarak, bakır cevherlerinde bulunan demir cevherinin redüklenmesi ile demir elde edildiğini açıklayan görüşlerde vardır.

Açan höyüğü (Hatay Reyhanlı ilçesi) elde edilen M.Ö.1920 ye tarihlenen bakır külçelerin analizinde % 8-20 kadar demir bulunması eski çağda demir istihsalinin bakırın istihsalı sıcaklığı olan 1150°C meydana geldiğine dair önemli bir delil teşkil etmektedir. Örnekte ki bakır alaşımında % 6.3 gibi alüminyum bulunması metallurji bilimi açısından ilginç ve çok dikkat çekicidir.

<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Si</u>	<u>S</u>	<u>Mg</u>
52.55	20.4	10.24	4.66	2.23
<u>Mn</u>	<u>Al</u>	<u>P</u>	<u>Cr</u>	<u>Ni</u>
0.14	6.3	0.78	0.03	0.53

<u>Zn</u>	<u>As</u>	<u>Pb</u>	<u>Co</u>	<u>Mo</u>
0.04	0.27	0.01	0.78	0.01

Külçedeki demir, gangların erime sıcaklığını düşürmek amacı ile oksit halinde curuf yapıcı olarak ilave edilmesi ile bakıra girmiş olasılığında vardır.

Günümüzdeki modern "Direkt Redükleme" metodu ile demir ergitmesinde kullanılan hammadde karışımı şöyledir;

- % 80 ni 45 mikronun altına olan demir cevheri tozu
- % 1 kireç taşı (CaCO₃) curuf yapıcı olarak
- % 0.6 Bentonit. yapıştırıcı olarak
- % 9-10 rutubet

Bu maddeler mikserlerde iyice karıştırıldıktan sonra paletleme makinesinde aşağıdaki resimde görüldüğü gibi palet haline getirilip kok kömürü veya sentetik petrol koku ile karıştırılıp elektrik fırınlarında 1200 derece santigrad civarında ısıtılır. Bu ısıtma sonucunda demir tanecikleri ihtiva eden ve Sünger Demir olarak adlandırılan ve aşağıda resmi verilen ürün elde edilir.



Pelet
(Foto: Ali Fathalizadeh)



Sünger demir
(Foto: Ali Fathalizadeh)

Eski çağda demir metal parçacıkları ve curuf ihtiva eden ve bugün sünger demir denilen ürün kaç sefer dövülüp ısıtıldıktan sonra curuf mühtevası mümkün mertebe düşürülmüş demir metali elde edilirdi.

Günümüzde İran'nın direkt redükleme metoduyla sünger demir üreten kuruluşlarından biri olan Zobahen Kaim in aylık ortalama analizi şöyledir:

Fe Metal	Fe Total	C	MD
%83.79	%89.49	%1.94	%93.60

MD= $\frac{FeM}{FeT}$ Metalizasyon derecesi

FIRINLAR

Eski çağlardan beri metal üretim ve işlenmesinde aşağıdaki çeşitli fırınlardan faydalanılmaktadır.

- Ergitme ya metal istihsal fırınları
- Cevher Kavrurma fırınlar
- Eritme fırınları
- Demirci fırınları
- Isıl işlem fırınları

Bu fırınlardan konumuz olan metal istihsalında ergitme fırınlarının şekli ve resimleri aşağıda verilmektedir.

En primitive veya ilkel fırın toprak yer veya kayada açılmış bir «kase» şeklinde çukurdan ibarettir.

Arkeolojik kazılarda bulunan metal külçelerin ve istihsal artığı curuftaki metal ebadı ve şekli, onların üretiminde kullanılan fırın veya ocakların kapasitesi, sıcaklığı ve tipi hakkında bilgi verebilmektedir.



Ceremonial axe with an iron blade. Bronze, gold, iron, Middle Syrian period, from the palace quarter of Ugarit (Ras Shamra) Length 19.7 cm 2nd mill.bce



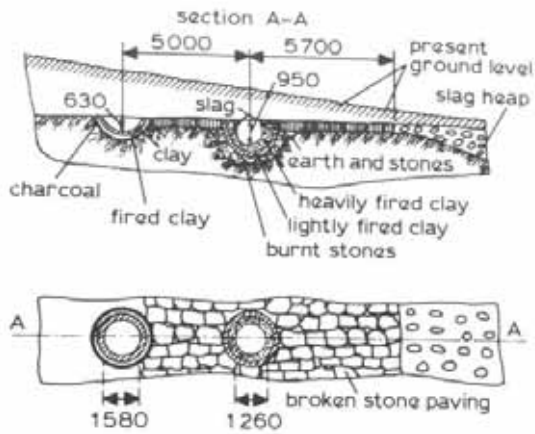
M.Ö. 3000 ayit metal fırını kalıntısı. Arisman-Natanz Iran(MÖ3000) Greece ayit Şaft fırını. M.Ö.6.yy⁽³¹⁾



Greece ayıt Şaft fırını. M.Ö.6.yy⁽³⁾



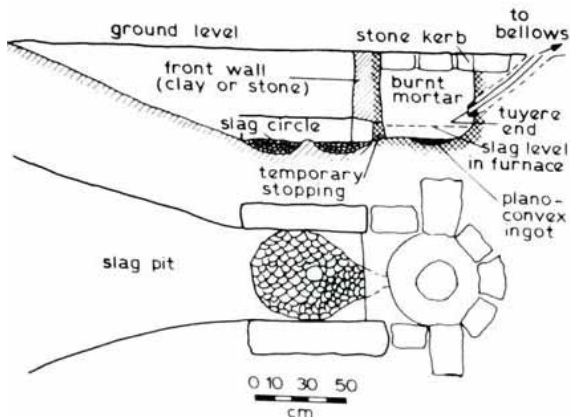
Eski çağ ocak kalıntısı



Erken demir çağı, Kase (Bowel) tipi fırın (Huttenberg Austurya)⁽³⁾



Cevherden bakır istihsal fırını. Arisman İra



Bakır istihsal fırını. Timna İsrail⁽³⁾



M.Ö.1500 ayıt bir Mısır papirüsü

Bu resimde solda iki kişiden biri bakır külçesi ve diğeri büyük ihtimalle yakıt için kömür veya bronz alaşımı yapmak için kalay kırıntılarını taşımaktadır. Sağ üste, iki kişi ortalarında yer fırına ait ayaklarının yanındaki körükleri çalıştırıyor ve ortadaki kişi ise eritme pota fırınına karıştırıyor. Sağ alta, iki kişi fırından döküm potasına alınan erimiş metali resimin ortasında görülen kalıplara dökmek için taşımağa çalışıyor³



Bu şahsın taşıdığı külçenin Ulu Burun Batığı ile aynı şekilde olması ilginçtir.



Kaş Ulu burun da bulunan gemi batığından çıkarılan M.Ö. 1300 ayit 10 ton bakır külçelerinden biri.
Foto: Ali Fathalizadeh (İzmir Arkeoloji müzesi.)



Bakır külçesi.Susa/Shush İran.M.Ö.3.bin yılının ortaları



Demir balta. Tahran arkeoloji müzesi Luristan(Susa) İra,



Demirci aletleri, demir külçe ve objeler.
The Byci skala Cave, Moravia, Czechoslovakia (6th-5th BCE)



Ahameniş ler devrine (M.Ö.559-330) ayit demir kılıç.Persepolis-Tahran arkeoloji müzesi
Foto:Ali Fathalizadeh

KAYNAKLAR

Türkçe:

- 1T - Hititler Bilinmeyen Bir Dünya İmparatorluğu** - Birgit Brandau, Hermut Schickerl, Ç.Nazife Meteoğlu, Arkadaş yayınları
- 2 T - Anadolu Dökümün Beşiği** - Döktaş A.Ş. 2004
- 3 T - 20. Arkeometri Sonuçları Toplantısı** - Kültür Bakanlığı 2004
- 4 T - Ortaçağda İslam Dünyasında Madencilik ve Maden Sanayi** - Prof. Dr. Abdulhalik Bakır 2002
- 5 T - Arkeo Atlas** - Sayı 3-2004
- 6 T - MÖ 3. bin yılında Anadolu'da Bronz** - Prof. Dr. Hadi Özbal - Türkiye Bilimler Akademisi
- 7T- Çivi yazılı Belgeler Işığında Anadolu'da (İ.Ö. 2. bin yılında) madencilik ve maden kullanımı** - S.Ö. savaş Türk Tarih Kurumu-2006
- 8T- IV Arkeometri Sonuçları Toplantısı-Çavuştepe demir buluntularının metalografik etüdü** - Prof.Dr.emel Geçkinli ve...
- 9T- DEMİR ÇAĞI: BAŞLANGICI VE BAŞLATANLARI, ANADOLU'YA ETKİLERİ ÜZERİNE** Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 16, Sayı 1, 2007, s.501-518

Farsca:

- 1F- احیای مستقیم (تئوری تولید آهن اسفنجی)- دکتر ناصر توحیدی. دانشگاه تهران ۱۳۸۱**
«Direkt redükleme ile demir üretim teorisi»
- 2F- استخراج مواد معدنی در آسیای میانه در سده های ۱۶-۱۹ میلادی-سازمان زمین شناسی کشور- ۱۳۷۳**
«Orta Asyada 16-18 yy. larında - madencilik»
- 3F- تاریخ زمین شناسی و معدن در ایران - کرامت الله علی پور - سازمان زمین شناسی ۱۳۸۰**
«İran ın Jeoloji ve Maden Tarihi»
- 4F- گزارش مقدماتی مطالعات فلزکاری و معدن کاری کهن در محوطه های باستانی پیش از تاریخ اریسمان و وشنو (کاشان و قم)**
metalurji üzrine «İran ın Veşno ve Arisman kasabalarında tarih öncesi madencilik ve arkeolojik araştırmaların ön raporu .

İngilizce:

- 1İ- Persian Metal Technology** - James W. Allam- University of oxford 1979
- 2İ- Early Mining and metallurgy on the western Iranian plateau. First results of the Iranian** -German, archeological research at Arisman 2000-2004
- 3İ- A History of Metallurgy- R.F. Tylecote** - Metal Society-second edition 1992
- 4İ- Ancient Anatolian Metallurgy.** Hadi Özbal.Boğaziçi University, Istanbul
- 5İ- <http://psd.museum.upenn.edu/epsd/nepsd-frame.html>**
- 6İ- <http://www.gizapyramid.com/meteorite.htm>**