



ANADOLU SELÇUKLU DÖNEMİ DEMİR ALETLERİNİN ÜRETİM YÖNTEMLERİ*

Ümit GÜDER**

Alptekin YAVAŞ***

Ünsal YALÇIN****

ÖZET

Kubad Abad ve Samsat kazılarında ortaya çıkarılan Anadolu Selçuklu dönemine ait bıçak, okucu, mızrak ucu, çivi ve demircilik faaliyetlerine ait buluntuların arkeometrik yöntemlerle incelenmesi sonucunda bu buluntuların üretim malzemeleri ve yöntemleri tespit edilmiştir. Buluntulardan alınan numunelerin mikroskobik ve kimyasal analizler ile incelenmesi bu dönemde demir alet üretiminde kullanılan demir - çelik ara ürünlerinin iki farklı teknolojik kökene sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bunlardan ilki insanlık tarihinde ilk cevherden demir elde etme yöntemi olan doğrudan izabe yöntemi iken bu yöntemle elde edilmiş demir külçeler (luppeler) okucu, mızrak ucu, çivilerin tümünde ve bıçakların bazılarında üretim malzemesi olarak kullanılmıştır. Demir külçelerden dövülmüş Kubad Abad bıçak, okucu ve bazı çivi örneklerinde karbürleme, katmanlı kaynak gibi metalürjik işlemler ustalıkla uygulanarak ürün özellikleri geliştirilmiştir. Samsat okucu ve mızrak ucu örnekleri ise basit dövme ürünler olarak değerlendirilmektedir. Samsat'da ele geçmiş olan bir bıçak ve iki Kubad Abad örneğinde kökenleri Orta ve Güney Asya'ya uzanan bir teknoloji olan pota çeliği ürünü çelik külçelerin kullanıldığı tespit edilmiştir. Anadolu'da ilk defa örnekleri tespit edilen bu üstün özellikli bıçakların ilk üretim sonrası yüzeylerinde su akışını andıran damask motiflerinin bulunduğu içyapılarına bakarak tahmin edilmektedir. Kubad Abad kazılarında "İşlik" adı verilen bölgede yoğun bir şekilde bulunan demirci cürufları, demirci başlangıç malzemeleri (safaştırılmış luppeler) ve üretimi yarıda bırakılmış ürünlerin incelenmesi, burada döverek kaynak ve ince işçiliklerin yapıldığı bir demirci atölyesinin varlığını ortaya çıkarmıştır.

Anahtar Kelimeler: Anadolu Selçuklu, Demir İşçiliği, Arkeometalürji, Teknoloji Tarihi.

* Bu makale Crosscheck sistemi tarafından taranmış ve bu sistem sonuçlarına göre orijinal bir makale olduğu tespit edilmiştir.

** Arş. Gör. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sanat Tarihi Doktora Öğrencisi, El-mek: uguder@comu.edu.tr

*** Doç. Dr., Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Sanat Tarihi Bölümü, El-mek: alptekinyavas@hotmail.com

**** Prof. Dr., Deutsches Bergbau Museum, Bochum, Almanya, El-mek: uensal.yalcin@bergbaumuseum.de

PRODUCTION TECHNIQUES OF ANATOLIAN SELJUKS IRON TOOLS

ABSTRACT

As the result of archaeometric studies on knives, arrowheads, spearheads, nails and iron smithing finds belonging to Kubad Abad and Samsat, Anatolian Seljuks period, the production methods and materials of these finds have been revealed. The metallographic and chemical analysis show that the smiths' forging materials have got two different technological origins. The first one is the oldest iron production technique; direct production technique. The blooms which were produced with this technique, were used for forging arrowheads, spearheads, nails, and some of the knives. The properties of iron products from blooms were improved by implementation of some metallurgical techniques like carburization, quenching, tempering etc. The other source of iron is crucible steel technology which has got Central and Southern Asia origins. The strong evidences of crucible steel which was used to produce high quality knives and blades, were detected in Samsat knife and two other Kubad Abad knives. It is estimated from the special microstructure of the samples from these knives that they used to have damascene pattern on the surface. In Kubad Abad the intense archaeological evidences of iron forging related findings (scrap metals, iron smithing slags) are proofs of a blacksmith workshop at which not only bloom refining but also iron forging craft operations were done.

STRUCTURED ABSTRACT

In this study archaeological iron related finds from Kubad Abad, a medieval palace complex nearby the lake of Konya-Beysehir and Samsat, a fortress in the vicinity of Adiyaman, are analyzed by using archaeometry techniques. The types of analyzed finds, all of which are coming from excavations' Anatolian Seljuks cultural layers dated around 13. century, are knives, arrowheads, spearheads, nails, luppe pieces and iron smithing slags. Metallographic, SEM-EDX and hardness analysis were done on the samples from knives, arrowheads, spearheads, nails, luppe pieces and XRD, ICP-MS, thin section analysis were applied on samples from slags. The results of the analysis gave important information about iron, steel semi-products used for forging iron tools, the production techniques of iron tools and working properties of iron smithing workshop in the period of Anatolian Seljuks.

The analysis on iron objects revealed that there are two different types of semi-products used as the starting materials to forge the tools. Blooms coming from the direct production method, which is the oldest one to smelt iron bearing mines in human history, were the main starting forging materials for Anatolian Seljuks' forgers. On the other hand, as a different technology, it is detected that three knives, two from Kubad Abad and one from Samsat, were produced from crucible steel. Crucible steel which is not an iron production technology but producing high quality steel by melting iron with other ingredients in crucibles, has got

Turkish Studies

International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 10/9 Summer 2015



roots in Central and Northern Asia. Therefore this result addresses Anatolian Seljuks as an enrichment period of Anatolia in the means of metallurgical technology.

The analysis has uncovered different characters of smithing practices which can be explained according to the type of finds.

The study shows that complex techniques and high quality materials were used in the production of knives. Two small scaled knives (KU No.07 and 11) which were found at the bath section of the main palace in Kubad Abad, were produced by hot-welding of steel layers or from piled steel. Medium carbon and low carbon steel materials were observed as alternative layers, which were forged in a way that the medium carbon layer stays in the middle as it forms the cutting side. In the microstructure the most interesting part is the zero carbon iron at the back of the knife most probably behaves as spine of the tool. The small amount of slag inclusions, except the welding sand, shows the use of well refined blooms in the production. From the microstructure the signs of quenching and tempering can be seen as well. As seen from martensite quenching was applied all body of the knife and hardness measurements show slight tempering to relieve some stress and decrease the brittleness. The microstructure of three knives (KU No.04, 14 and SA No.13) shows great distinctness when compared with samples from the Palace Bath. First of all the microstructures include almost no slag inclusions and they are homogenous. Secondly the high carbon content can be seen by the existence of pro-eutectic cementite. Cementites are in the forms of globule, aligning like chains in two samples (KU No.04, SA No.13) and broken groups of needles in the other one (KU No.14). The background is consisted of spheroidized perlite in all microstructures. The idea that these characteristic structures are belonging to crucible steel materials, is supported by chemical analysis of iron body and inclusions. While the average manganese percentages in the body of metals changes between 0.51- 2.02% which is too high for bloomery iron, the inclusions oxide content is consisted of iron oxide, manganese oxide and sulphides.

The arrowheads from Kubad Abad which have got flat cross sections, were forged from parts of bloomery iron with no carbon. Following forging process carburization were practiced for hardening. In a few examples strong evidences of piled steel usage were observed in microstructures. The un-welded needle parts of the arrowheads which look like semi-circles in the metallographic sections, are used to provide the connection of metal piece to the wooden body. This might be a conscious practice to strengthen the join. Samsat's arrowheads and spearheads which were classified with their weights since all of them have got same forms and rectangular cross-sections, were forged from bloomery iron with plenty of slag inclusions and heterogeneous carbon content. Carburization seems the only post-forging metallurgical process systematically applied on arrowheads. On the other hand no signs of carburization were observed in the microstructures of spearheads.

Nails which were produced by forging from discarded iron pieces, shows microstructures with many slag inclusions and heterogeneous carbon content as expected. However the metallographic analysis on the

Turkish Studies

International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 10/9 Summer 2015

samples from a nail suggest a special production. In this nail, as hardness measurements support, two different steel materials were forge-welded and twisted to have a tool with optimum hardness and flexibility. Therefore the idea that some nails for certain purposes were produced with special care, is reasonable.

The workshops area at where certain production or repairing services were done for the needs of Kubad Abad palace, also includes an iron workshop as discarded false products, smithing slags and bloom pieces were found in archaeological soundings. Bloom pieces with high carbon regions gives the idea that these pieces are “crown” parts of the blooms which were discarded due to the difficulties in forging. Existence of “crown” materials shows that in the smithy not only pre-refined iron forging blocks were used but also bloomery furnace products were refined. Variety in the types of smithing slags is also an evidence of different forging operations of the smithy. Besides plano-convex bottom smithing slags which are the most frequent types of smithing slag finds, lumpy slag finds are the signs of the smithing hearth operated at high temperatures like hot-welding. Since the slag finds are not in high numbers, but the metal finds are, most probably the other slags were discarded somewhere where has not been discovered yet.

Key Words: Anatolian Seljuks, Iron Forging, Archaeometallurgy, History of Technology

GİRİŞ

Kubad Abad saray külliyesinde ve Samsat kalesinde gerçekleştirilen kazı çalışmalarında ele geçen Anadolu Selçuklu dönemine ait demir aletler ve demircilikle ilgili buluntular arkeometrik yöntemler kullanılarak incelenmiştir¹.

Anadolu Selçuklu hükümdarı I.Alâeddin Keykubat tarafından 1235 yılı civarında inşa ettirilen Kubad Abad, Konya-Beyşehir Gölü güneybatı kıyısında Anamas Dağı eteklerindeki alüvyon ovada yer alan bir saray sitesidir (Arık, 2000, s.45). Dünya çapında şöhrete sahip çinileriyle tanınan Kubad Abad sarayının metal buluntuları zengin bir repertuara sahiptir (Yavaş, 2012.a, s.2635).

Adıyaman ilinin 37 km. güneydoğusunda ve Fırat nehri kıyısında yer alan Samsat'ta gerçekleştirilen kazılarda 6000 yıl öncesine uzanan 30 kadar kültürel tabaka tespit edilmiştir. Orta Çağ buluntularına ise en üst 3 tabakada rastlanmıştır. Buluntular, Samsat'ın Haçlılar ve Bizanslılar ile Müslümanlar arasında sürekli el değiştiren bir sınır kalesi özelliği göstermesi nedeniyle zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Orta Çağ katmanlarına ait mimari yapılardan, höyük zirve düzlüğünün en güneyinde yer alan Kule olarak adlandırılan yapının oldukça zarar görmüş duvarları höyük yüzeyinden dört metre kadar yüksekliğe ulaşmaktadır. Kule'nin güney duvarında duvar kalınlığında bir oda ve bu odaya ait dikdörtgen boşluklarda 12. - 13. yüzyıl Anadolu Selçuklu dönemine ait zengin

¹ Bu çalışmanın Kubad Abad buluntuları ile ilgili analiz ve deney çalışmaları Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Doktora Sırası Yurtdışı Araştırma Bursu, Deutsches Bergbau Museum Arkeometalürji - Arkeomadencilik Enstitüsü (Bochum) ve Max-Planck Demir Araştırmaları Enstitüsü (Düsseldorf) tarafından desteklenmiştir. Max-Planck Enstitüsü'nden Prof. Dr. Dierk Raabe ve Dr. Cem Taşan içyapı ve şekillendirme teknikleri konusundaki tartışmalara katılmışlardır. Bu çalışma kapsamında Kubad Abad demir içerikli buluntularının çalışılması konusundaki izinleri ve destekleri nedeniyle kazı başkanı Prof. Dr. Rüçhan Arık Hocamıza teşekkürlerimizi sunarız. Samsat buluntuları ile ilgili analiz ve deney çalışmaları ise 114K791 no'lu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

bir koleksiyon oluşturan seramiklere ve çoğunluğunu okucu ve mızrak uçlarının oluşturduğu çok sayıda metal buluntuya rastlanmıştır (Özgüç, 2009).

Kubad Abad ve Samsat buluntuları arasında yer alan, incelenecek objelerin seçiminde kullanım amaçlarına, kazı alanındaki dağılımlarına ve demircilik faaliyetiyle doğrudan ilişkilerine dikkat edilmiştir. Bu kapsamda seçilen objeler; bıçaklar, okucu – mızrak ucu, çiviler ve cüruf-ara ürünler olarak dört türde sınıflandırılmıştır. Objelerden XRD (X ışını kırınım yöntemi) analizi uygulanan cüruf örnekleri için toz numuneler, metalografi, SEM-EDX (Taramalı elektron mikroskopu – enerji dağılımlı X ışını spektrometresi), mikro-sertlik (Vickers sertlik testi) analizleri uygulanan demir alet, cüruf-ara ürünler için ise ince ve parlak kesit numuneleri hazırlanmıştır. Bu numunelerin incelenmesi sonucunda Anadolu Selçuklu döneminde kullanılmış olan aletlerin üretimlerinde kullanılan hammaddeler, üretim yöntemleri ve Kubad Abad'da bulunan demirci atölyesinin çalışma özellikleri konusunda elde edilen bilgiler objelerin türlerine ait alt başlıklarda sunulmaktadır.

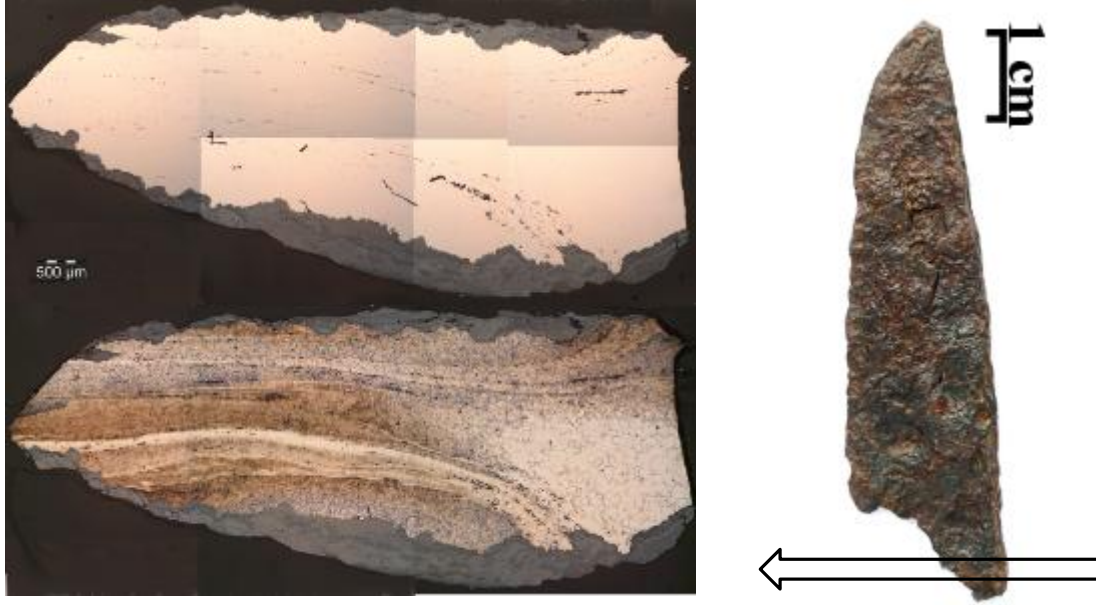
I. BIÇAKLAR

Kubad Abad sarayı metal buluntuları arasında bıçaklar sayı olarak en büyük gruplardan birini teşkil etmektedir. Bıçaklar kazıların ağırlıklı olarak sürdürüldüğü, sitenin göl kıyısındaki kuzey ucunda, merkezi binalarının yer aldığı alanın tamamına yayılmış bir şekilde bulunmuştur (Yavaş, 2012.b, s.128). Çalışma kapsamında Kubad Abad buluntuları arasında yer alan dört bıçak kullanılan malzeme ve üretim yöntemi açısından incelenmiştir.

İncelenen bıçakların hepsinin sadece ağız bölümleri günümüze ulaşabilmiştir. Sap ve ağız birleşimlerinden kırıldığı belli olan KU No.07 ve 11 kodlu küçük boyutlu bıçakların ikisi de Büyük Saray'ın hamam ile bağlantısını sağlayan koridorda çıkarılmışlardır. Ağız uzunlukları 7 santimetrenin altında olan bu bıçakların metalografi incelemesi küçük ebatlarına rağmen usta bir işçilik sonucu çeşitli karbon oranlarına sahip saf demir ve çelik malzemelerin katmanlar halinde dövülerek kaynatılmasıyla üretildiğini göstermiştir. KU No.07'ye ait sap birleşimine yakın alınan kesitin sırt bölümünün dağlanmamış ve Nital ile dağlanmış görüntülerinden hazırlanan fotoğrafta farklı katmanlar beyaz ve kahverengi tonları ile ayırt edilebilmektedir (Res.1). Dağlanmamış fotoğrafta seçilebilen gövdedeki uzanmış kara lekeler cüruf kalıntılarının dövme eksenine dik uzanmış halleridir. Bazı cüruf kalıntıları özellikle katmanların birleşim bölgelerine denk gelmektedir. Bunun nedeni demircinin katmanları kaynatmadan önce üzerlerine ince kum dökerek dövme esnasında oluşacak oksitlenmeyi önlemek ve katmanların birbirine daha sıkı tutunmasını istemesidir. Metal gövdeye yayılmış diğer cüruf kalıntıları bıçağın yapımında kullanılan malzemenin doğrudan izabe yöntemiyle² üretildiğini işaret etmektedir. Bıçaktan alınan kesitin dağlanması ile farklı karbon oranına sahip martensit, perlit ve ferrit yoğunluklu bölgeler katmanlar halinde ortaya çıkmıştır. Katmanların sayısı bıçağın keskin olan ağzına doğru azalmaktadır. Bu bıçağı yapan demirci ustası

² Doğrudan İzabe Yöntemi: İnsanlık tarihinde demirin cevherden elde edilmesinde kullanılan ilk yöntemdir. 15. yüzyılda yüksek fırınlarda sistematik bir şekilde dökme demir üretilmeye başlanmasına kadar Avrupa kıtasında en çok tercih edilen üretim yöntemi olmuştur. Bu yöntemle bir fırın içerisinde demir cevherinin odun kömürü ile ısıtılarak demirin erimeden cevherden ayrışması ve birleşerek metalik demirce zengin süngerimsi bir malzeme meydana getirmesi amaçlanmaktadır. Farklı tasarımları olan izabe fırınlarında oluşan karbonca bol atmosfere ısıtılma süresince çoğunlukla körüklerle hava girişi sağlanmaktadır. 1100 °C civarlarında cevherden eriyerek ayrışan cüruf, fırın malzemesi ve odun kömürü külleri ile birlikte fırın içerisinde zeminde ya da bazı tasarımlarda fırın duvarındaki bir boşluktan akıtılarak fırın dışındaki havuzlarda izabe cüruflarını oluşturmaktadır. İşlem sonucu elde edilen gözenekli demir ürün halen yüksek miktarda cüruf içermesi nedeniyle fırından sıcak halde çıkarılır ve dövülerek ilk saflaştırma işlemi uygulanır. Luppe (ya da bloom) denen bu ürün çoğunlukla saf demir içerse de farklı karbon oranına sahip bölgeleri bulunmaktadır (Tylecote, 2000, s.48-49).

bıçağın ağzının sert olabilmesi için orta karbonlu çelik kullanmış, bu çeliği daha sonra su vererek³ daha da sertleştireceği ve kırılgan hale getireceğini bildiği için az karbonlu perlitli çeliği de üzerine döverek kaynatmıştır. Bu katmanları özellikle sırt kısmında bir kez daha tekrarlayarak bıçağın dayanıklılığını arttırmıştır. Bu tasarımda ilginç bir uygulama ise neredeyse sıfır karbonlu yumuşak demirin bir omurga gibi bıçağın sırt kısmında kullanılmasıdır.



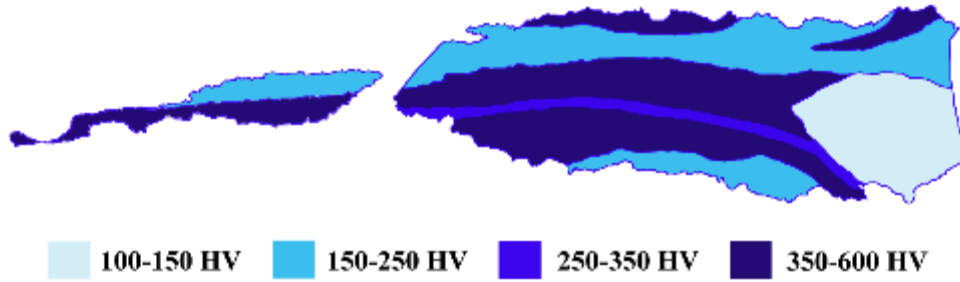
Resim 1. KU No.07 kodlu bıçağın kesiti sap kısmına yakın bölümden sırttan alınmıştır. Dağlanmamış ve nital ile dağlanmış halleri görülmektedir.

Numunelerin korozyona uğramamış metal bölgelerinin mikro-sertlik ölçümleri sonucunda hazırlanan sertlik haritasında görüldüğü üzere (Res. 2) bıçağın en yumuşak kısmı 100 HV ile sırttaki ferritli bölge olup en sert kısmı ise bıçağın kesici ağzında da yer alan martensitli bölgedir. Bu bölge için ölçülen 600 HV değeri normal martensit sertlik değerlerinden bir miktar daha düşüktür. Bu nedenle bu bıçağın su verme işleminden sonra bir süre menevişlendiği⁴ ve yumuşatıldığı düşünülebilir. Sertlik haritasında görülen ikinci en sert bölge benzer karbon oranına sahip iki ayrı metal plakanın kaynak çizgisidir. Korozyon nedeniyle eksilen kısımlar tamamlandığında demircinin bıçak tasarımı ortaya çıkmaktadır (Res. 3).

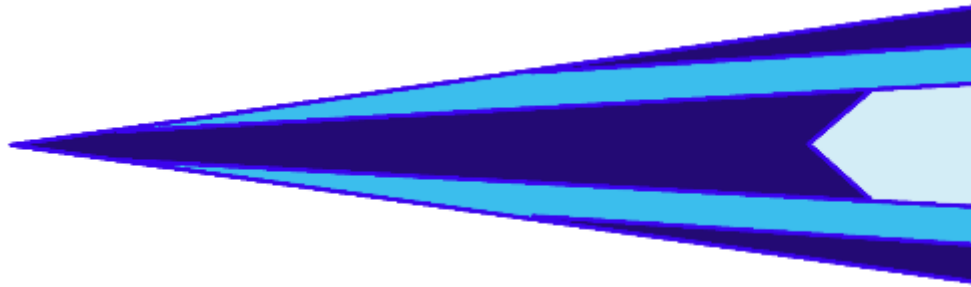
Aynı açmada çıkarılan KU No. 11 ait metalografik incelemede de farklı karbonlu katmanların kullanıldığı ve benzer demirci tekniğinin kullanıldığı tespit edilmiştir.

³ Su verme (Quenching): Genellikle 900 °C'nin üzerindeki çeliğin suya ya da asidik sıvılara daldırıldığı ısıtma işlemidir. Çelikteki karbon oranına ve soğuma hızına bağlı olarak sert ama kırılgan martensit yapısı oluşur (Pleiner, 2000, s.291).

⁴ Menevişleme (Tempering): Su verme işlemi uygulanmış çeliğin 500-600 °C'nin altındaki sıcaklıklarda bekletilerek kırılganlığının ve aynı zamanda sertliğinin azaltıldığı ısıtma işlemidir. Bekletilme süresi ve sıcaklığına bağlı olarak martensit yapısında değişiklikler meydana gelir (Pleiner, 2000, s.292).



Resim 2. KU No.07'ye ait korozyona uğramamış bölgelerin sertlik dağılımları farklı renklerle gösterilmektedir.



Resim 3. Korozyona uğramış bölgeler tahmini olarak tamamlandığında KU No.07'ye ait malzeme tasarımı ortaya çıkmaktadır. Koyu mavi; orta karbonlu çelik, turkuaz; düşük karbonlu çelik ve açık mavi; sıfır karbonlu demir bölgelerini temsil etmektedir.

Kubad Abad buluntuları arasından seçilen diğer iki bıçak üzerinde yapılan arkeometrik incelemeler bıçak malzemesi üretiminde çok daha farklı bir teknolojinin kullanıldığının kanıtlarını sunmuştur. “İşlik” diye tabir edilen alanın batısında yer alan açmada ele geçen KU No.04 kodlu bıçağın sap kısmına yakın bölümden alınan kesitin incelemesi bu bıçağın yapımında oldukça homojen ve temiz tek bir malzemenin kullanıldığını göstermektedir (Res.4). Detaylı inceleme esnasında ötektiköncesi sementit⁵ adacıklarının etrafında yarı küreselleşmiş sementitler görülmesi nedeniyle çeliğin ötektiküstü⁶ yüksek karbonlu bir kompozisyona sahip olduğu görülmüştür (Res.5.a). Doğrudan izabe yöntemi ile bu kadar homojen ve yüksek karbonlu çeliğin elde edilememesi, ayrıca içyapının özel görünümü bıçağın yapımında kullanılan malzemenin pota çeliği⁷ olduğunu işaret etmektedir. Orta ve Güney Asya'ya özgü bir çelik üretim yöntemi (Rehren&Papakhristu, 2000, Feuerbach, et al., 2007) olan yüksek kaliteye sahip pota çeliği külçelerinden üretilmiş bıçak ve kılıçların yüzeylerini su akışını andıran motifler (damask) süslemektedir. Damask motifinin oluşumu şekillendirme esnasında östenit dönüşüm sıcaklığının

⁵ Ötektiköncesi Sementit: Yüksek karbonlu çeliklerde perlitte ek olarak görülen sementit yapılarına denmektedir.

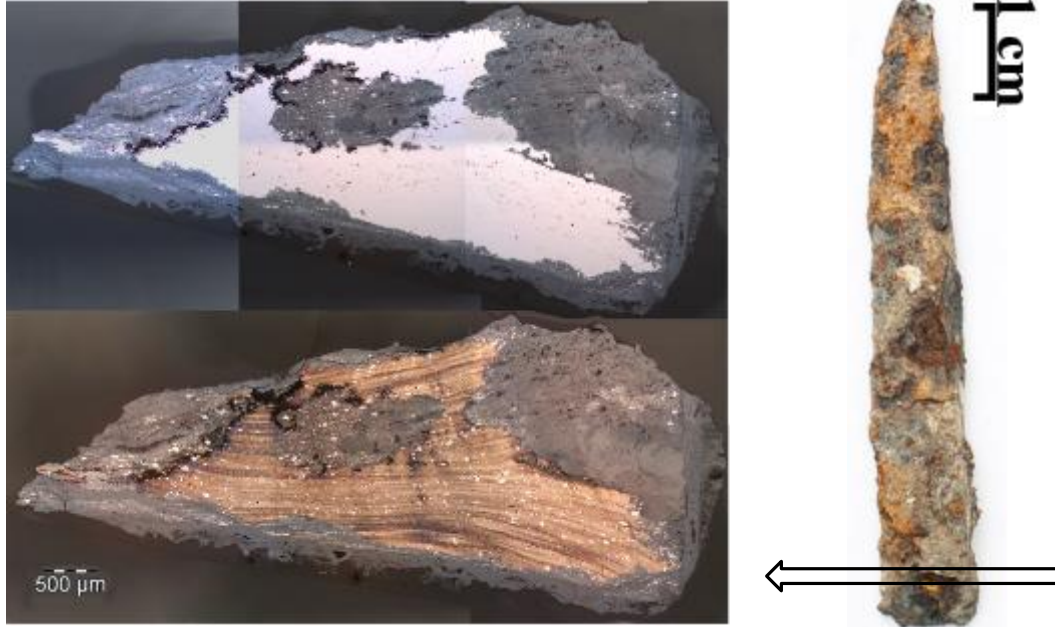
⁶ Ötektiküstü: Ötektik kompozisyondan (demir-karbon alaşımları için % 0,77) daha yüksek oranlarda çözünen içeren alaşımlara verilen addır.

⁷ Pota Çeliği: İzabe kaynaklı demir parçalarının, karbonca zengin organik malzemelerle birlikte kapalı refrakter potalar içerisinde özel fırınlarda günlerce ısıtıldığı bir tekniktir. Isıtma işlemi demir karbonu yeterince emdiği ve eriyik hale geldiği ana kadar devam eder. Cürufun çeliktan tamamen ayrıştığı bu süreç 1300 °C – 1400°C arasında gerçekleşir (Williams, 2007, s. 233). Farklı bölgelerde pota içerisine dökme demir ve izabeden gelen düşük karbonlu demirin birlikte koyulduğu (co-fusion) uygulamalardan da tarihsel kaynaklarda belirtilmektedir (Craddock, 1998, s.45).

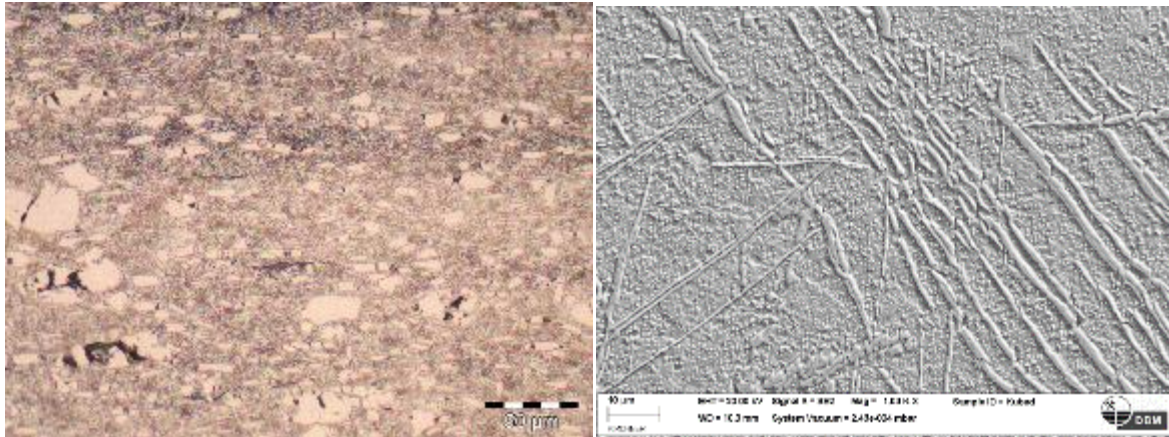
Turkish Studies

International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 10/9 Summer 2015

aşılmaması ve defalarca ocakta ısıtarak dövülmesi gerektiği için demirci ustasının becerisine bağlıdır (Verhoeven&Jones, 1987, s. 154). Külliye'nin batısında hamamı içine alan LX-T açmasında bulunan aynı tür malzemeden üretilmiş KU No.14 kodlu bıçak parçasının yüzeyi SEM ile incelendiğinde yüksek karbonlu kompozisyonu işaret eden uzanmış ve kümeleşmiş ötektiköncesi sementit levhaları görülmüştür (Res.5.b).



Resim 4. KU No.04 kodlu bıçağın sap kısmına yakın bölümünden alınan kesitte korozyona uğramamış bölgeler cüruf kalıntıları açısından temizdir. Dağlandığında homojen bir içyapı dağılımına sahip oldukları görülmektedir.



Resim 5. a) KU No.04'e ait içyapının detay görüntüsünde ötektiköncesi sementit adacıkları ve etrafında daha öncesinde perlitte ait olan küreselleşmiş sementit yapıları görülmektedir. b) KU No.14'e ait bıçağın yüzeyinden alınan SEM görüntüsünde sementit plakaları kümeleşmiş bir şekilde uzanmaktadır.

Turkish Studies

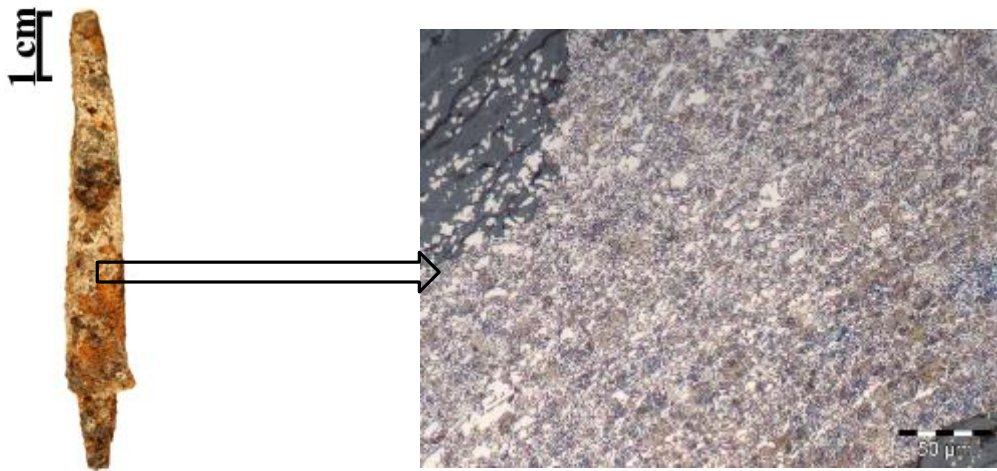
International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 10/9 Summer 2015

Bıçakların korozyona uğramamış bölgelerinde yapılan EDX analizlerinde çelik malzemelerin farklılıkları özellikle mangan içerikleri ile ortaya çıkmaktadır (Şek.1). Doğrudan izabe yöntemiyle üretilen luppelerde mangan oranının % 0,2'yi geçmemesi beklenmektedir (Craddock, 2009, s.154). Bu yüzdeyi aşan metal objelerin pota çeliği ya da döküm yöntemi ile üretildiği sorgulanmalıdır. Nitekim pota çeliği olduğu düşünülen bıçaklardaki (KU No.04 ve 14) ortalama mangan ağırlık yüzdesi 0,51 ve 1,08'dir. Diğer bıçaklarda ise bu değer %0,15'i aşmamaktadır.

		Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Mn	Fe	Ni
KU No.04	Minimum	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.20	96.37	0.00
	Maksimum	0.73	0.49	0.96	0.31	0.15	0.23	0.00	1.12	99.43	0.31
	Ortalama	0.20	0.18	0.47	0.14	0.04	0.04	0.00	0.51	98.23	0.10
KU No.07	Minimum	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	96.77	0.00
	Maksimum	0.81	0.70	1.20	0.10	0.12	0.32	0.00	0.24	99.74	0.83
	Ortalama	0.33	0.26	0.59	0.02	0.03	0.08	0.00	0.11	98.30	0.22
KU No.11	Minimum	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	92.48	0.00
	Maksimum	2.63	0.56	1.26	0.05	0.16	0.26	2.59	0.34	99.58	0.15
	Ortalama	0.47	0.26	0.54	0.03	0.05	0.05	0.15	0.15	98.27	0.04
KU No.14	Minimum	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.69	98.40	0.00
	Maksimum	0.00	0.00	0.37	0.23	0.11	0.00	0.00	1.28	99.03	0.16
	Ortalama	0.00	0.00	0.11	0.10	0.06	0.00	0.00	1.08	98.61	0.04

Şekil 1. Bıçaklarda çoklu noktalardan yapılan EDX kimyasal analiz ölçümleri

Samsat'da Kule olarak tabir edilen mimarı yapıda ele geçen Anadolu Selçuklu döneminde ait metal buluntuların arasında yer alan bir bıçak tespit edilmiş ve incelenmiştir. SA No.13 kodlu sap ve namlusu korunmuş bir şekilde günümüze ulaşmış küçük ebatlı bıçakta kullanma aşınması gözlemlenmemiştir. Sap ve en uç kısmından alınan numunelerde yapılan incelemelerde bıçağın oldukça homojen ve yüksek karbonlu tek malzemeden üretildiği ortaya çıkmıştır. Numunelerden alınan metalografik ve SEM görüntülerinde KU No.04 ve KU No.14'e benzer içyapılar tespit edilmiştir (Res.6). EDX ölçümleri sonucu korozyonsuz bölgelerde tespit edilen %2'yi aşan mangan (Mn) oranı ile birlikte bu bıçağın da bir pota çeliği ürünü olduğu belirlenmiştir.



Resim 6. SA No.13 kodlu bıçağın sap kısmına yakın bölümünden alınan numunenin yakınlaştırıcı mercekle yapılan metalografi incelemesinde cüruf kalıntısı açısından temiz içyapıda ötektik öncesi sementit adacıkları zincirler halinde uzanmaktadır. Fon ise muhtemelen çok ince küreselleşmiş perlitik sementitlerden oluşmaktadır.

Pota çeliğinin özelliklerinde mangan oranının etkili olduğu ve bu nedenle bazı üretimlerde pota içerisine demir ve diğer katkı maddelerinin yanında mangan içerikli anorganik malzemelerin konulduğu bilinmektedir (Feuerbach, 2005, s.29). KU No.14 ve SA No.13 kodlu bıçakların SEM incelemelerinde bu anorganik katkı malzemesinin izleri gövdede yer alan az sayıdaki cüruf kalıntılarında bulunmuştur. Kalıntılar üzerinde yapılan EDX analizlerinde mangan-sülfür içerikli kalıntıların %30'u aşan oranlarda manganoksit içerdiği tespit edilmiştir (Şek.2).

		P2O5	SO3	MnO	FeO
KU No.14 Cüruf Kalıntıları	Minimum	0.01	0.24	1.38	33.72
	Maksimum	0.27	33.66	32.45	98.11
	Ortalama	0.15	21.40	21.58	56.85
SA No.13 Cüruf Kalıntıları	Minimum	0.01	0.43	31.83	27.67
	Maksimum	0.12	28.17	41.01	51.81
	Ortalama	0.07	10.89	38.54	38.84

Şekil 2. KU No.14 ve SA No.13 kodlu bıçaklarda cüruf kalıntılarına yapılan çoklu EDX analiz sonuçları

II. OKUÇLARI – MIZRAK UÇLARI

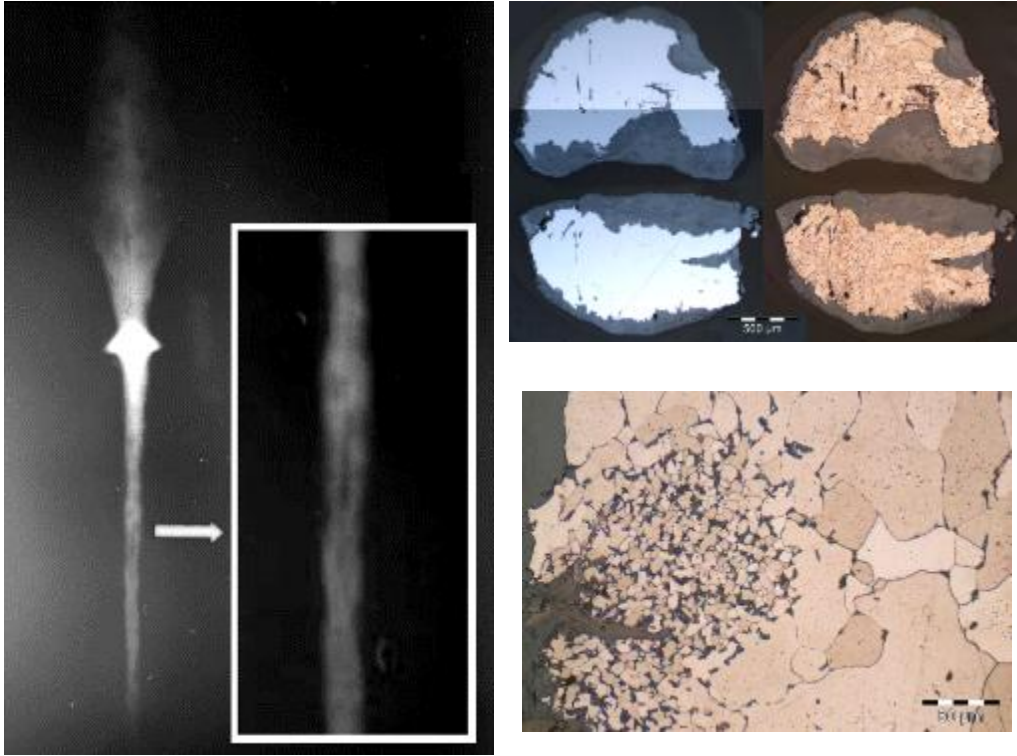
Kubad Abad metal buluntuları arasında tür ve sayı olarak oldukça zengin sayılabilecek bir başka buluntu çeşidi okuçlarıdır. Kubad Abad'dan incelemek üzere seçilen okuçlarının tümü yassı kesitli olup çeşitli bilezik uzunluklarına sahiptir. Bu okuçlarının formları nedeniyle zırhsız, yumuşak hedeflere atılmak üzere üretilmiş olması muhtemeldir. “İşlik” diye adlandırılan bölgede yer alan üç odalı yapının ortasındaki odada bulunan KU No.12 kodlu okucunun, yassı iğnesi ve delici kısmının kıvrılarak kesilmeden bırakılmış olması nedeniyle üretimi tamamlanmamış, dövme sürecinde ıskartaya çıkarılmış olduğu kabul edilebilir (Res.7). Kazı raporlarında bu odada demircilik emareleri görüldüğü bildirilmektedir (Arık, 2004, s.347). Bu nedenle saray külliyesinde demir alet üretiminin gerçekleştirildiği ve bu tip okuçlarının üretildiği muhtemel alanlardan birisinin burası olduğu düşünülmektedir.



Resim 7. Üretimi yarıda bırakılmış okucu (KU No.12)

Okuçlarının üretim ve malzeme özellikleri incelendiğinde hepsinin homojen olmayan karbon oranlarına sahip, çoğunluğu düşük karbonlu lüppeden şekillendirildiği görülmektedir. Bazı okuçlarının (KU No.06 ve 09) üretiminde katmanlı çelik (piled steel) olarak tabir edilen farklı karbon oranlarına sahip malzemelerin dövülerek katmanlar oluşturulduğu malzemelerin kullanımına da rastlanmıştır. Metalürjik yöntemler açısından incelendiğinde ise üretim aşamasında iki nokta dikkat çekmektedir. İlk olarak okuçlarının iğne kısımları iki farklı parçadan oluşmaktadır ve bu parçalar birbirine kaynatılmamıştır. Bu durum okuçlarının radyografik incelemesinde iğnelerde ince kanallar şeklinde gözlemlenmiştir (Res.8.a), metalografi incelemesi için kesitler iğnelerden iki ayrı parça halinde alınabilmektedir (Res.8.b). İğnelerin ısıtılarak gövdeye oturtulduğu göz önüne alındığında, bunun iğnenin soğuma esnasında gövdeyi daha sıkı tutması için bilinçli bir şekilde geliştirilmiş bir

yol olduğu varsayılabilir. İkinci dikkat çekici metalürjik uygulama ise okuçlarında karbürleme⁸ yapılmasıdır (Res.8.c). Okuçlarının küçük boyutlarına rağmen detaylı formları malzemenin yumuşak bir haldeyken şekillendirilmesini gerektirmektedir. Bu nedenle demirci ustası, yumuşak karbonsuz demirle çalışmış daha sonra hem hedefe çarpma anında darbeyi karşılayabilmesi hem de iğnenin gövdeye geçirilme esnasında deforme olmaması için demirci ocağında odun kömürü içerisinde okucunu bekleterek yüzeyden karbon emmesini ve sertleşmesini sağlamıştır.



Resim 8. a) Yassı kesitli okucunun radyografik görüntüsünde iğne kısmındaki kılcal boşluk koyu bir kanal şeklinde tespit edilmiştir. b) KU No.08 kodlu okucuna ait iğnenin iki ayrı parçadan üretildiği ve kaynatılmadığı görülmektedir. c) Aynı okucuna ait iğnenin dış yüzeylerine yakın bölgelerde perlit oluşumları okucunun yumuşak demirden şekillendirilmesinin ardından karbürlendiğini göstermektedir.

Samsat'ta bulunan ve 12.-13. yüzyıl Anadolu Selçuklu dönemine tarihlendirilen okucu ve mızrak uçlarının toplam sayısı 12.200 civarındadır. Bu yoğun buluntu grubunun çoğunluğunu çeşitli ebatlara sahip dörtgen kesitli okuçları, mızrak uçları oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında incelenen örnek sayısı ise 12 olup bu objelerin ağırlıkları 8 ile 22,5 gram arasında değişmektedir.

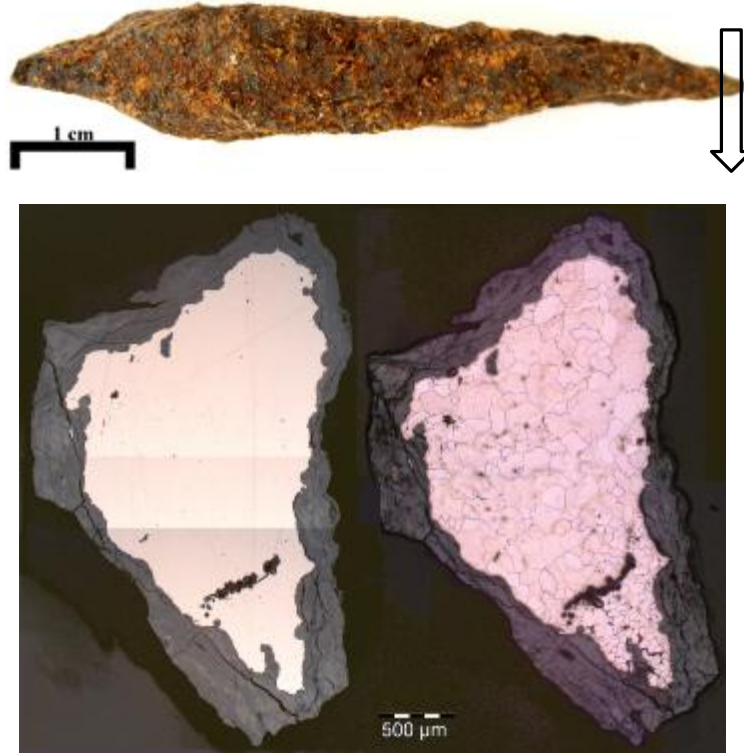
Benzer formlara sahip olması nedeniyle okuçları ve mızrak uçlarını ayırt edebilmek oldukça güçtür. Oku fırlatmak için kullanılan yayın belli bir ağırlığın üstündeki yükü istenilen uzaklığa

⁸ Karbürleme: Odun kömürü gibi karbon içerikli malzemelerin içerisinde östenit değişim sıcaklığı üzerinde bekletilen demir ya da çelik aletlerin yüzeyden karbon emmesini sağlayan ısıtım işlemidir. Kesici kısımları saatlerce ocakta odun kömürü içerisinde bekletilerek karbon difüzyonu sağlanmış bıçak ya da kullanım aletlerine sıkça rastlanmaktadır (R. Pleiner, 2000, s.292).

atamaması beklenmektedir. Bu nedenle okucu ve mızrak uçlarını ayırmaya yönelik çalışmalar uçların ağırlıklarına yoğunlaşmıştır.

Korfmann (1972), Arap atıcılık eğitimini konu alan kaynaklardan yararlanarak yaptığı tespitlerde bir okucunun en fazla 8,3 gram ağırlığında olabileceğini belirtmiştir. Öte yandan Yücel (1999), Osmanlı okuçları arasında 16-17 gramı bulan örnekler olduğunu savunmaktadır. İncelenen Samsat buluntularından 17 gramı aşan 5 örnek mızrak ucu olarak değerlendirilmiştir.

Samsat mızrak uçları doğrudan izabe yöntemi ürünü luppelerden doğrudan dövülerek tek parçadan üretilmiştir. Luppelerin yumuşak olmasına dikkat edilmiş ve çok iyi rafine edilmemiş olanlar kullanılmıştır. SA No.04 kodlu mızrak ucundan alınan numunenin dağlanmış görüntüsündeki çeşitli boyutlardaki ferrit taneleri, üretimde sıfır karbonlu yumuşak demir malzeme kullanıldığını ve herhangi bir karbürleme işleminin uygulanmadığını göstermektedir (Res.9). Karbürleme işleminin sadece bir mızrak ucunda ve bu örnekte de tek yüzeyde görülmesi sürekli tercih edilen bir uygulama olmadığını göstermektedir. Mızrak uçlarında karbürleme işleminin görülmemesi, bu aletlerde ağırlığın delme işlevini yerine getirmeye yeterli olduğunu işaret etmektedir.



Resim 9. SA No.04 kodlu mızrak ucundan alınan numunenin dağlanmış halinde ferrit tane sınırları açıkça görülmektedir.

Okuçları mızrak uçlarına benzer şekilde luppeden doğrudan dövme tekniği ile üretilmiştir. Çok sayıda cüruf kalıntısının varlığı iyi rafine edilmemiş luppe kullanıldığını göstermektedir.

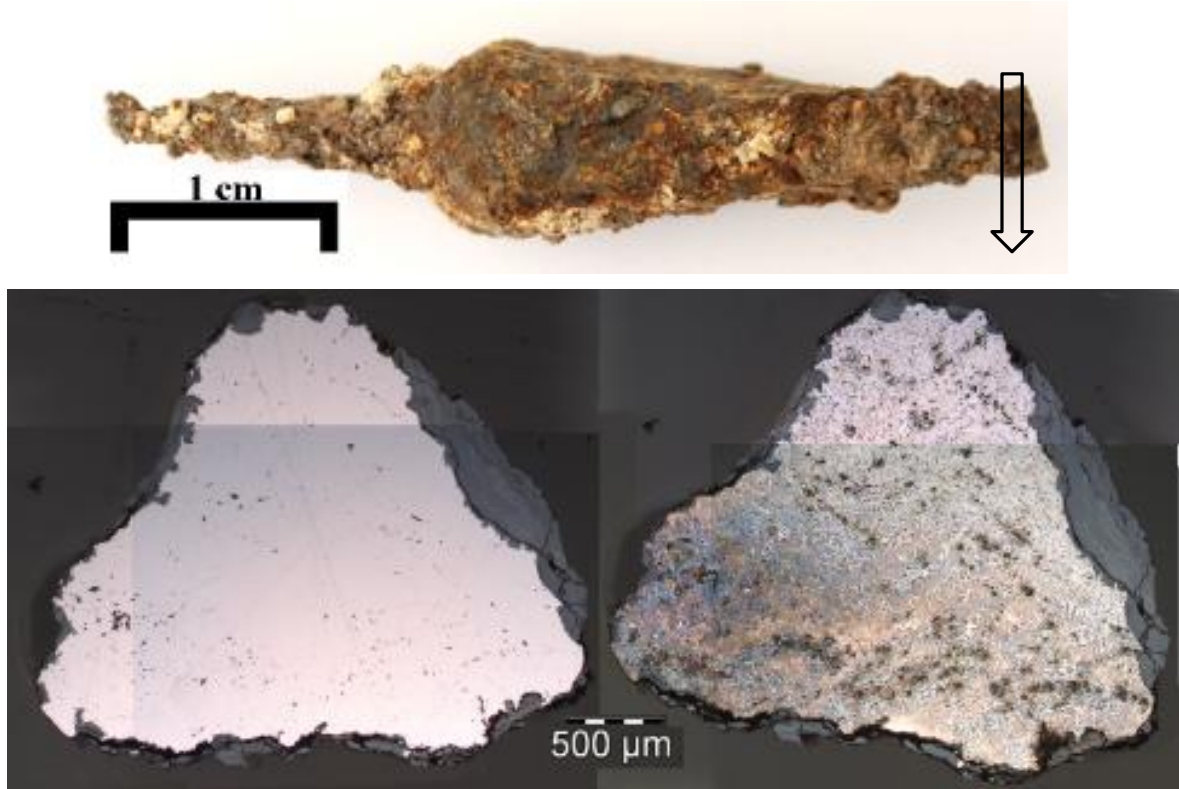
İncelenen altı okucunun dördünde yüzeyde karbon zenginleştirmek için karbürizasyon işleminin kullanıldığının gözlemlenmesi bu işlemin aletin delicilik özelliğini arttırmak için tasarlanarak uygulanan bir işlem olduğunu düşündürmektedir. Bu işlemin uygulandığı SA No.02 kodlu okucunun uç kısmında alınan numunede karbürizasyon işleminin oldukça etkili olduğu perlitik

Turkish Studies

International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 10/9 Summer 2015

yapıların yoğunluğu ile ortaya çıkmıştır (Res.10). Isıl işlem sonrası havada soğuma gerçekleştirildiği perlit tanelerinin yapılarından anlaşılmaktadır.

Samsat örneklerinde kullanılan luppelerin cüruf kalıntısı açısından çoğunlukla kirli oluşu özensiz bir üretim yapıldığını göstermektedir. Starley'e (2005) göre 15. yüzyıldaki Agencourt savaşında yaklaşık 7 bin okçu dakikada ortalama 14 ok fırlatmıştır. Dolayısıyla savaşlarda çok sayıda kullanılan okuçlarının her birinin orta karbonlu malzemeden zaman alıcı metalürjik işlemler uygulanarak üretilmiş olması beklenmemelidir. Samsat'taki okuçlarının çoğunda görülen karbürleme izleri bir Haçlı kalesi olan Arsür'da bulunan benzer tipteki 13. yüzyıl okuçlarında görülmemiştir (Ashkenazi et al., 2012). Karbürleme işlemi Samsat örneklerine teknik anlamda bir miktar daha üstünlük sağlamaktadır.



Resim 10. SA No.02 kodlu okucunun uç kısmındaki kesite ait dağlanmamış görüntüde cüruf kalıntıları ve dağlanmış görüntüde ise özellikle sol kenara doğru karbürleme sonucu oluşmuş yoğun perlitli bölgeler görülmektedir.

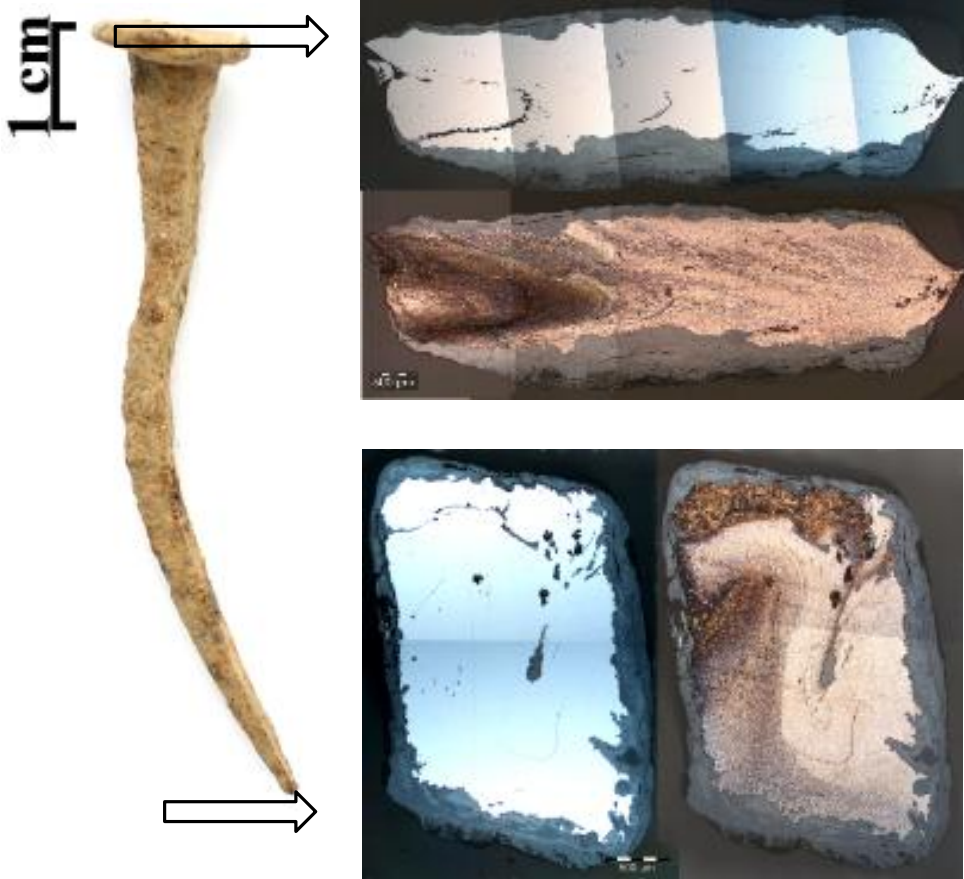
III. Çiviler

Çiviler Ortaçağ katmanlarında en çok rastlanılan demir obje türlerindendir. Yapılarda bolca kullanılan ve bir sarf malzemesi olan çivinin üretiminde demircinin hem malzeme hem de üretim emeği açısından en ekonomik seçimleri yapması beklenir. Demirci çoğunlukla artık malzemelerden hazırladığı demir çubukları ocağında ısıtarak uçtan itibaren dövme işlemiyle uzatır ve sivrileştirir. Şekillendirme esnasında çubuğu hep aynı dört yönden dövmeyle şekil değiştirir. Böylelikle düzgün bir dörtgen kesit oluşturur. İstenilen uzunluğa ulaştığında çubuğun geri kalan kısmını başka çiviler yapmak üzere keser. Eğer mantar başlı çivi üretmek istiyorsa gövdeyi kesitine uygun kalın demir bir bilezikten geçirir ve çivinin sivri olmayan uç kısmını diklemesine bilezikten destek alarak döver. Düz olup kullanım esnasında başının dövülerek kıvrıldığı çivi türleri için ise başına doğru

Turkish Studies

International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 10/9 Summer 2015

hafif eğimli kalın bir bölüm bırakır. Kubad Abad'da iki türden de çiviye rastlanmış olup, hepsi luppeden üretilmiş ürünlerde beklendiği üzere homojen olmayan malzeme yapısına sahiptir. Ancak bu çivilerden bir tanesi özellikleri ile diğerlerinden ayrılmaktadır. KU No.02 kodlu bu çivinin, baş ve sivri uç kısımlarında yapılan metalografik ve mikro-sertlik incelemelerinde kullanım amacına yönelik bilinçli bir üretim yöntemi uygulandığını düşündüren yapılar tespit edilmiştir (Res.11). Çivinin baş kısmında çekiç darbesini alacağı kısım orta karbonlu perlitli çelik, yanak kısımları ise ferritli demir görüntüsü vermektedir. Ayrıca sivri uç kısmında yine perlitli çelik ve ferritli demir içyapıları kıvrılarak iç içe geçmişlerdir. Çivinin başı ve ucundaki bu iki yapı, orta karbonlu çelik ve ferritli demir plakaların birbirleriyle dövülerek kaynatıldığını ve bu plakaların iki kez birbirinin üzerine katlanmış ya da döndürerek dövülmüş olduğunu göstermektedir. Böylelikle diğer çivilere göre optimum sertlikte ve esneklikte bir tip elde etmiştir. Kesitlerden alınan sertlik ölçümleriyle baş kısmında 190 – 269 HV, uç kısmında 152 – 359 HV arasında değişen sertliklere sahip bölgeler olduğu tespit edilmiştir. Baş kısmındaki deforme olmuş ferrit taneleri çivinin kullanım esnasında şiddetli darbelere maruz kaldığını göstermektedir. Elde edilen bu bilgiler, çivinin sert malzemelere çakılmak üzere üretilmiş olduğunu düşündürmektedir.



Resim 11. KU No.02 kodlu çivinin baş ve uç kısmından alınan kesitlerde kullanılan iki farklı demir içerikli malzeme ve birleşim şekilleri görülmektedir.

Diğer Kubad Abad çivilerinde uç ve baş sertliklerinin arttırılması için şekillendirme sonrasında karbürleme uygulandığı gözlemlenmiştir. KU No.05 kodlu çivinin baş kısmından alınan

Turkish Studies

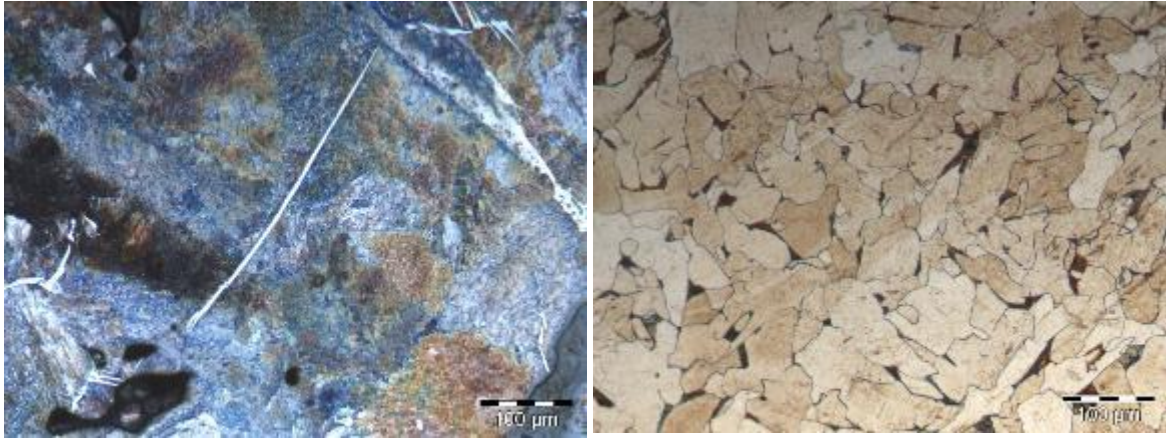
International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 10/9 Summer 2015



kesitte karbon oranının yüzeyde oldukça yüksek olduğu ve bu oranın iç bölgeye doğru gidildikçe azaldığı görülmüştür.

IV. CÜRUFLAR – ARA ÜRÜNLER

Kubad Abad kazı alanında iki farklı açmada çok sayıda cürufumsu malzeme ele geçirilmiştir. “İşlik” adı verilen alanın batısında yer alan “Köşklü Hamam” yapısına ait hamamı içine alan LXXII-H ve yine “İşlik” alanının kuzey tarafındaki LXV-C kodlu açmalarda bulunan bu malzemelerden 17 tanesinin özellikleri arkeometrik yöntemlerle incelenmiştir. Numune kesimi esnasında KU-CU No.02, 06 ve 13 kodlu malzemelerde yoğun metal gövdelere rastlanmış olup bunların demircinin aletleri şekillendirmek için kullandığı hammadde (luppe) parçaları içerdikleri fark edilmiştir. KU-CU No.02 ve 13 kodlu luppelerin cüruf ve homojenlik bakımından saf olmadığı yüksek karbonlu bölgeler içerdiği, KU-CU No.06 kodlu luppenin ise dövülerek pekiştirildiği ve saflaştırıldığı metalografik incelemelerde ortaya çıkmıştır (Res.12.a.b). Bu bilgiler ışığında ilk iki luppenin daha büyük bir parçanın demirci tarafından kullanımı tercih edilmeyen işlenmesi zor bölümleri oldukları düşünülebilir. Demirci bu parçayı kullanmamak üzere cüruf malzemelerle birlikte gözden çıkarmıştır⁹.



Resim 12. a) KU-CU No 02 kodlu luppenin yüksek karbonlu bir bölgesinde ağırlıklı olarak ince perlitik yapılara ek olarak sementit plakaları, cüruf kalıntıları ve korozyon bölgeleri görülmektedir
b) KU-CU No.06 kodlu luppe ise az karbonlu olup içyapısı Widmanstatten ferrit ve perlit adacıklarından oluşmaktadır.

Diğer cürufumsu malzemelerin mineral içeriklerini ortaya çıkarmak üzere yapılan XRD analizlerinde vüstit, manyetit ve götit gibi demir işleme cüruflarında (demirci ocağı cürufları) bulunması beklenen demiroksitli mineral türleri tespit edilmiştir.

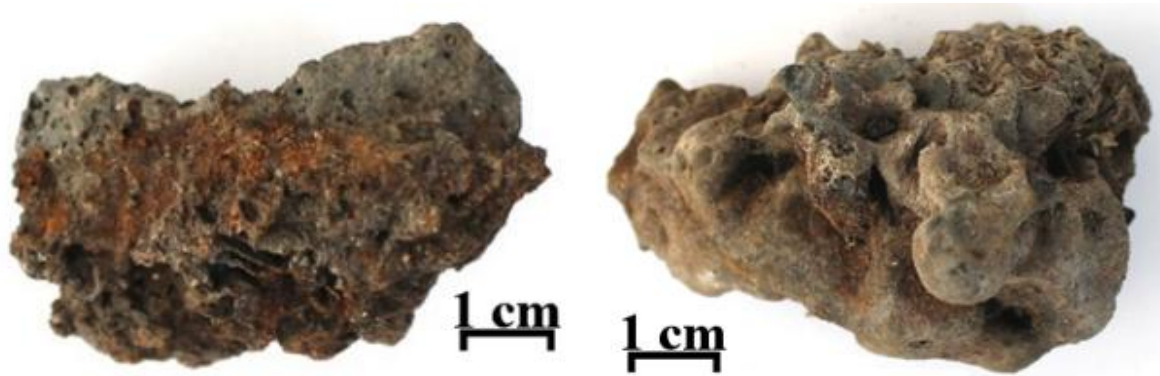
İncelenen cürufların çoğu daha büyük parçalardan kopmuş izlenimi vermektedir. Ancak morfolojileri, renkleri ve yapılarına göre demirci ocağı cüruflarının bazı tipik özelliklerini taşıyan örnekleri görmek mümkündür.

KU-CU No.08, 09, 04, 11 ve 12 kodlu cüruflar konkav-konveks forma sahiptirler. Bu cürufların konkav formdaki üst bölgeleri gri renkte, kırığı az gözenekli ve yoğunken konveks

⁹ Doğrudan İzabe Yöntemi esnasında oluşan luppeler oldukça inhomojen yapıya sahiptirler. Özellikle luppenin üst kısmında bir taş gibi yer alan yüksek karbonlu bölgelerin kullanımı sertliği ve kırılganlığı nedeniyle demirciler tarafından tercih edilmemektedir. Bu tarz cürufumsu malzemelere luppelerin dövülerek rafine edildiği izabe ocaklarının yakınlarında ya da demirci ocaklarında diğer atıklarla birlikte rastlanır (Rehren et al., 2007, s.215).

formdaki alt bölgeleri gözenekli, pas renginde olup yanmış odun kömürü ya da toprak izleri taşımaktadırlar (Res.13.a). Demircilerin luppeden şekillendirdiği aleti ocakta aralıklarla ısıtarak dövmesi ve dövme sürecinde oksitlenmeyi önlemek için ara ara kumlaması esnasında oluşan bu tür cüruflar en sık rastlanan demirci ocağı cürufu türlerindendir.

KU-CU No.07, 14 ve 16 kodlu cüruflar ise yumrulu ve büyük gözenekli bir görünüm sergilemektedirler (Res.13.b). Daha yoğun olan bu tür cüruflar demircinin ince plakalar oluşturma, döverek kaynatma gibi demirci ocağını daha yüksek sıcaklıklara çıkarmak zorunda kaldığı durumlarda oluşurlar. İyi birleşmemiş, ara ürünlerin saflaştırılması esnasında çokça demirin cürufta kalması gibi durumlarda da bu tip cüruflara rastlanmaktadır. İki durumda da cüruflar yüksek oranda okside olmuş demir içerirler. Özellikle KU-CU No.07 ve 14'ün XRD incelenmesinde sadece vüstitte rastlanması da bu durumun sonucudur. Atıklar arasında bulunan luppe parçaları (KU-CU No.02 ve 13), demircinin atölyesinde iyi birleşmemiş, saflaştırılmamış ara ürünleri işlediğini göstermesi açısından bu tarz cürufların varlığını desteklemektedirler.

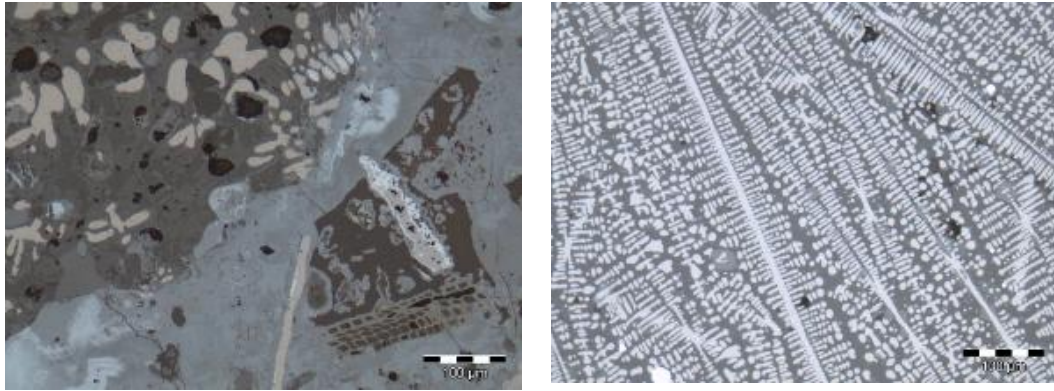


Resim 13. a) KU-CU No 08 kodlu cürufta üst bölümler yoğun az gözenekli iken alt bölüm yanmış odun parçaları ve toprak parçaları içermektedir. b) KU-CU No.07 kodlu cüruf yumrulu görünüme sahiptir.

Cürufların ince kesit görüntüleri oluşum süreçleri konusunda yapılan yorumlarla eşleşmektedir. KU-CU No.08 kodlu cürufa ait ince kesitte dövme esnasında demir objeden ayrılan demir parçalarının oksitlenmiş halleri olan demir pulları¹⁰ ve vüstit oluşumları görülmektedir (Res.12.a). Ayrıca ocağın ısıtılmasında kullanılan odun kömürü kalıntısı ve fonda fayalit kristalleri cam fazı ile birlikte yer almaktadır.

KU-CU No.07 kodlu cürufa ait ince kesit görüntüsü ise beklendiği üzere vüstit ağırlıklıdır (Res.12.b). Vüstit'in uzun dendritler şeklinde oluşu hızlı soğumaya işaretir. Demirci ocağının cüruf sıcak haldeyken temizlenmiş olması muhtemeldir.

¹⁰ Demir Pulu (Hammer scale) Demirci şekillendirme esnasında ürünü sıcak tutması gerektiği için aralıklarla demirci ocağına sokmak zorundadır. Obje ocaktan çıkıp hava ile temas eder etmez yüzeyden oksitlenmeye başlar ve kabuk bağlar. Bazen bu kabuk demircinin oksitlenmeyi azaltmak için attığı kumla da birleşir. Dövme esnasında demir pulu denilen bu kabuklar yüzeyden ayrılır ve demirci atölyesi zemininde birikir ya da ocağın içindeki cürufla birleşir (Crew, 1996, s.1-2)



Resim 13.a) KU-CU No.08 kodlu cürufun ince kesit görüntüsünde bu tip cüruflarda görülebilecek demir pulları, vüstit oluşumları, odun kömürü kalıntıları ve korozyon bölgeleri gibi yapılar bir arada görülmektedir b) Vüstit dendritlerinin hâkim olduğu bu ince kesit görüntüsü KU-CU No.07 kodlu cürufa aittir.

SONUÇ

Kubad Abad saray sitesi ve Samsat buluntuları arasında yer alan demir aletlerin üretim yöntemleri incelenerek yüksek teknik birikim ve beceriyle donanmış Anadolu Selçuklu demir metalürjisinin izleri ortaya çıkarılmıştır.

İncelenen demir aletlerin üretimlerinde hammadde olarak en eski cevherden demir elde etme yöntemi olan doğrudan izabe ile elde edilmiş luppelerin yanı sıra Orta ve Güney Asya kökenli bir teknik olan pota çeliğinin üretim malzemesi olarak kullanılması, Anadolu'nun teknolojik açıdan zenginleştiği bir dönemi işaret etmektedir.

Büyük Saray hamamında çıkarılan küçük ebatlı bıçaklarda uygulanan malzeme tasarımı, demircilerin farklı karbonlu çelikleri ayırt ederek bunları katmanlar halinde ustalıkla kaynatabildiklerini ve ısıtma işlemlere (su verme, menevişleme vb.) oldukça hâkim olduklarını göstermiştir. Bu bıçaklarda kullanılan luppeler oldukça iyi rafine edilmiş olup çok az izabe kaynaklı cüruf kalıntısı içermektedir. Karbürize edilmiş ya da luppelerin karbonca zengin bölgelerinden seçilmiş katman merkezde kesici ağıza denk gelecek şekilde kullanılmıştır. Sırtta ise kalın yumuşak bir demir şeridi uygulanmıştır. Dekarbürizasyon yaşanmaması ve dövme esnasında demir pulu oluşumunun azaltılması için düşük sıcaklıklarda ama hızlı bir şekilde dövme işlemi tamamlanmıştır. Su verme işlemi dövme sonrasında tüm gövdeye uygulanmıştır. Sırttaki ferrit taneciklerinin eş merkezli görüntüsü su verme sonrası oluşan kırılma azaltmak için bir süre menevişleme yapıldığını doğrulamaktadır. Çelik ve demir katmanların kesite dik bir şekilde birbirleriyle kaynatılarak oluşturulduğu sandviç tarzı bıçaklara MS. 5. yüzyıldan itibaren özellikle Kuzey ve Kuzeydoğu Avrupa'da oldukça sık rastlanmaktadır (Pleiner, 2006, s.202). Britanya'da ise Erken Ortaçağ buluntuları arasında merkezde çeliğin kenarlarda demirin yer aldığı bıçaklar en çok rastlanılan ikinci bıçak türü olarak bildirilmektedir (Blakelock&McDonnell, 2007, s. 55). Katman sayılarının sırtta doğru artması, üç farklı karbon oranına sahip malzemenin kullanılması ve boyuttaki küçüklük nedeniyle KU No.07 kodlu bıçağın bu türün çok daha gelişmiş bir varyasyonu olduğu söylenebilir.

Sadece değerli bıçak ve kılıçlarda kullanılan pota çeliğinin üretildiği atölyelerin izlerine Orta Asya'da Merv'de ve Fergana vadisinde yer alan Akhsiket'de rastlanmıştır (Rehren, 2002, s.38). Özellikle Merv'de 9. ve 10. yüzyılları arasında işlevsel olan üretim merkezinde kullanılmış seramik potalara ait geniş bir alana yayılmış kırıklar, buradaki üretim akışı ve teknolojisi hakkında önemli

Turkish Studies

International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 10/9 Summer 2015

bilgiler elde edilmesine imkân vermiştir (Feuerbach et al., 1996, s. 106). Kubad Abad ve Samsat'ta ele geçen bıçaklarda kullanılan pota çeliğinin kaynağının Orta Asya olup olmadığı henüz bilinmemektedir. Ancak Anadolu Selçuklu uygarlığının işlenebilir demir cevheri açısından oldukça zengin olan Anadolu'ya sadece pota çeliğinden üretilmiş bıçakları, kılıçları ya da çelik külçeleri değil aynı zamanda diğer teknik birikimleri ile birlikte bu üretim yöntemini de getirmiş ve Anadolu'da henüz bilinmeyen bir yerlerde pota çeliği fırınları kurmuş olması azımsanmayacak bir ihtimal olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yassı kesitli okuçlarındaki ince işçilik yumuşak demirin şekillendirilmesi ile gerçekleştirilmiş ardından sertleştirmeye yönelik karbürleme ve sap gövde bağlantısını güçlendirecek iğneleri kaynatmama gibi bazı uygulamalar bilinçli olarak uygulanmıştır. Bazı yassı kesitli okuçlarında katmanlı çeliğin kullanıldığı görülmüştür. Samsat'tan incelenen dörtgen kesitli okuçlarında özellikle uç bölgelerde sistemli karbürlemeye yönelik izler tespit edilmişse de mızrak uçlarında aynı yöntemin uygulanmadığı ortaya çıkmıştır. Bu uygulamanın tercihinde daha hafif olan okuçlarının etkisinin artırılması istenmesinin etkili olduğu düşünülmektedir.

Genellikle artık malzemelerden üretilen çivilerde farklı amaçlara yönelik özel üretimler gerçekleştirildiği içyapı incelemeleri sonucu ortaya çıkarılmıştır. Daha sert zeminlerde uygulanmak üzere üretilen okuçlarında farklı karbonlu malzemelerin bilinçli olarak kaynatıldığı ve belli bir düzende dövüldüğü ortaya çıkmıştır.

Kubad Abad saray sitesinde sadece demir değil farklı üretim atölyelerinin de bulunduğu düşünülen “İşlik” bölgesinde ele geçen cüruflar-ara ürünlerde yapılan analizler Kubad Abad'da luppelerin saflaştırıldığı, ince işçilik ve döverek kaynak isteyen aletlerin dövüldüğü bir üretim atölyesinin varlığını ispat etmiştir. Kazı alanında ele geçen cürufların büyük kısmı araştırma kapsamında incelenmiştir. Her demirci ocağının yanışında bu tarz cüruflardan oluştuğu (Serneels&Sebastien, 2003, s. 472) ve ele geçen demir buluntu sayısı düşünüldüğünde çok daha fazla miktarda cürufun henüz tespit edilmemiş bir yere ya da yerlere atılmış olması muhtemeldir.

KAYNAKÇA

- ARIK R., (2004), “Kubad-Abad 2002 Yılı Çalışmaları”, 25. Kazı Sonuçları Toplantısı, (Bildiriler 26-31 Mayıs 2003 Ankara) 2.Cilt, Ankara, s.345-351.
- ARIK R., (2000), Kubad-Abad, Selçuklu Saray ve Çinileri, İstanbul.
- ASHKENAZİ D., GOLAN, O. & TAL, O.. (2012), "an Archaeometallurgical Study of 13Th-Century Arrowheads and Bolts From the Crusader Castle of Arsuf/Arsur", *Archaeometry*.
- BLAKELOCK E., MCDONNELL G., (2007), “A Review of Metallographic Analyses of Early Medieval Knives”, *Historical Metallurgy*, 41(1), s.40–56.
- CRADDOCK P. T., (1998), “New Light on the Production of Crucible Steel in Asia”, *Bulletin of the Metals Museum*, 29, s. 41-66.
- CRADDOCK, P. T., (2009), “Scientific Investigation of Copies, Fakes and Forgeries”, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- CREW P., (1996), “Bloom Refining and Smithing Slags and Other Residues”, *Historical Metallurgy Society: Archaeology Datasheet No.6*.
- FEUERBACH A., (2005), “An Investigation of the Varied Technology Found in Swords, Sabres and Blades from the Russian Northern Caucasus”, *Iams*, 25, s.27–43.

Turkish Studies

International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 10/9 Summer 2015



- FEUERBACH A., BALASUBRAMANIAM R., KALYANARAMAN S., (2007), “On the Origin of the Terms Wootz, Hinduwani and Pulad”, *Indian Journal of History of Science*, 42(3), s.377–386.
- FEUERBACH A., MERKEL J. F., GRIFFITHS D., (1996), “Production of Crucible Steel by Co-fusion: Archaeometallurgical Evidence from the Ninth - Early Tenth Century at the Site of Merv, Turkmenistan”, *Materials Issue in Art and Archaeology V*, Massachusetts, s.105-109.,
- KORFMANN, M., (1972), *Schleuder und Bogen in Südwestasien : von den frühesten Belegen bis zum Beginn der historischen Stadtstaaten*, Habelt, Bonn, 1972.
- PLEINER R., (2000), *Iron in Archaeology: The European Bloomery Smelters*, Archeologicky Ustav Av Cr, Prag.
- PLEINER R., (2006), *Iron in Archaeology: Early European Blacksmiths*, Archeologicky Ustav Av Cr, Prag.
- REHREN T., (2002), “As Similar as Black and White : Steelmaking Crucibles from South and Central Asia”, *Archaeology International*, 1, s.37–39.
- REHREN T., CHARLTON M., CHIRIKURE S., HUMPHRIS J., IGE A. & VELDHUIJZEN H.A., (2007), “Decisions set in slag : the human factor in African iron smelting”, Ed. S. La Niece, D. Hook, & P. Craddock, *Metals and Mines Studies in Archaeometallurgy*, Archetype Books, s.211–218.
- REHREN T., PAPAHRISTU O., (2000), “Cutting Edge Technology - The Ferghana Process of Medieval Crucible Steel Smelting”, *Metalla*, 7(2), Bochum, s.55–69.
- SERNEELS V., SEBASTIEN P., (2003), “Quantification of Smithing Activities Based on the Investigation of Slag and Other Material Remains”, In *Archaeometallurgy in Europe*, Associazione Italiana di Metallurgia, s. 468-478.
- STARLEY D., (2005), "What's the Point? A Metallurgical Insight into Medieval Arrowheads", (ed. Bork, R.), *De Re Metallica: The Use of Metals in the Middle Ages*. Ashgate, 2005.
- TYLECOTE R.F., (2000), *A History of Metallurgy*, The Institute of Materials, 2.baskı, Londra, s.48-49.
- VERHOEVEN J. D., JONES L. L., (1987), “Damascus Steel, Part II : Origin of the Damask Pattern, Metallography”, 20, s.153–180.
- WILLIAMS A., (2007), “Crucible Steel in Medieval Swords”, Ed. S. La Niece, D. Hook, P. Craddock, *Metals and Mines Studies in Archaeometallurgy*, Archetype Publications, s. 233-241.
- YAVAŞ, A., (2012.a), "Kubad-Abad Sarayında Bulunan Kemer ve Askı Tokaları" *Turkish Studies - International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, Cilt:7/3), s. 2635-2648.
- YAVAŞ, A., (2012.b), “Kubad-Abad Sarayı Kazılarında Bulunan Metal Eserler (Bıçaklar)”, *Türk Dünyası Araştırmaları*, Sayı:198, s. 125-141.
- YÜCEL Ü.,(1999), *Türk Okçuluğu*, Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı Yayınları, Ankara.

Turkish Studies

International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 10/9 Summer 2015

Citation Information/Kaynakça Bilgisi

GÜDER, Ü., YAVAŞ, A., YALÇIN, Ü., (2015). “Anadolu Selçuklu Dönemi Demir Aletlerinin Üretim Yöntemleri / Production Techniques Of Anatolian Seljuks Iron Tools”, *TURKISH STUDIES -International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic-*, ISSN: 1308-2140, (Prof. Dr. Şefik Yaşar Armağanı), Volume 10/9 Summer 2015, ANKARA/TURKEY, www.turkishstudies.net, DOI Number: <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.8641>, p. 193-212.

Turkish Studies

International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 10/9 Summer 2015

