

**HEYKEL SANATINDA
BRONZ DÖKÜM TEKNİĞİ**

VE

YÖNTEMLERİ

Yüksek Lisans Tezi

Ergün ARSLAN

Eskişehir 2019

**HEYKEL SANATINDA
BRONZ DÖKÜM TEKNİĞİ VE YÖNTEMLERİ**

Ergün ARSLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Heykel Anasanat Dalı

Danışman: Prof. Rahmi ATALAY

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü

Nisan 2019

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

F. Ergün ARSLAN'ın “**Heykel Sanatında Bronz Döküm Tekniği ve Yöntemleri**” başlıklı tezi **30 Mayıs 2019** tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca, **Heykel Anasanat Dalı Yüksek Lisans** tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Üye (Tez Danışmanı) : Prof. Rahmi ATALAY

Üye Doç. Bülent ÇINAR

Üye Dr. Öğr. Üyesi Selçuk YILMAZ

Prof. Hayri ESMER
Anadolu Ün versitesi
Güzel Sanatlar Enstitüsü Müdürü

ÖZET

HEYKEL SANATINDA BRONZ DÜKÜM TEKNİĞİ VE YÖNTEMLERİ

Ergün ARSLAN

Heykel Anasanat Dalı

Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Nisan, 2019

Danışman: Prof. Rahmi ATALAY

İnsanoğlu varoluşundan beri yaratma güdüsüyle, çevresinde bulduğu taş, ahşap, kil gibi doğal malzemelerden oluşan objeler yapmışlardır. Düşünce ve ifadelerini bu malzemeleri biçimlendirerek, primitif formlar eşliğinde, somut bir anlatım aracı olarak kullanmışlardır. İlk heykellerin oluşturulduğu Paleolitik Çağ sonrası, insanların yerleşik hayata geçmesiyle, diğer kullanılan doğal malzemelere alternatif olarak keşfedilen ilk metal maden, bakır olmuştur. Ham bakırın ateşle olan etkileşiminden metalürji doğmuş ve bakırın yeni özellikleri keşfedilip daha kullanışlı objeler üretme imkânına erişildiği görülmüştür. Madencilik sanatındaki bu gelişim süreci, dökümcülükle birlikte metallerin eritilip, bakır – kalay alaşımından oluşturulan bronzun kullanılmasıyla devam etmiştir. Bu yeni güçlü alaşımın kullanım olanakları büyüdükçe, uygarlıklardaki yaşamın çoğu alanında kullanılmaya başlanmıştır.

Tunç Çağı'nda kullanılan kap-kacak ve savunma aletlerinin yanı sıra, som döküm olarak dinsel temalı heykellerin yapımında da sıklıkla bronzun kullanıldığı görülmektedir. Antik Yunan'a kadar üretilen küçük ölçekli som heykelcikler, yerini gerçek boyutlu, içi boş ve daha detaylı yapısıyla, bronz heykel dökümcülüğünün son evresine ulaşmıştır. Bu bağlamda bronz döküm tekniği, eski çağlardan beri ilk uygulanan klasik temelini günümüze kadar sürdürmüştür. Sanayi devrimi sonrası, ilerleyen teknolojik gelişmelere dayanarak, günümüz bronz heykel döküm tekniğindeki yöntemlerin gelişmesini ve en modern şekliyle heykel sanatındaki vazgeçilmezliğini sürdürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Heykel, Bronz, Döküm, Teknik

ABSTRACT

BRONZE CASTING TECHNIQUE AND METHODS IN SCULPTURE ART

Ergün ARSLAN

Department of Sculpture

Anadolu University, Institutional of Fine Arts, April, 2019

Supervisor: Prof. Rahmi ATALAY

People have created objects of natural materials such as stones, wood and clay that they found around it with the motive to create since their existence. They used their thoughts and expressions as a concrete expression tool by shaping these materials with the help of chipped primitive forms. After the Paleolithic Age, where the first sculptures were formed, the first metal mine discovered as an alternative to the other natural materials was copper. Metallurgy has emerged from the interaction of raw copper with fire and it is seen that the new properties of copper have been discovered and the possibility of producing more useful objects has been attained. This development process in the art of mining continues with the melting of the metals together with the foundry, and the use of bronze from the copper - tin alloy. As the possibilities of the use of this new strong alloy grow, it has been kept in most areas of life in civilizations.

Bronze is often used in the construction of religious-themed sculptures as solid castings, as well as pots and defense tools used in the Bronze Age. Small-scale som figurines produced up to Ancient Greece reach the final phase of bronze sculpture, with its real-size, hollow and more detailed structure. Bronze casting has maintained the foundation of the classical method that was first applied since ancient times. After the industrial revolution, on the basis of advancing technological developments, modern bronze sculpture casting technique and the development of the methods in the art of sculpture continues to be indispensable.

Keywords: Sculpture, Bronze, Casting, Technique

ÖNSÖZ

Tezin birinci bölümünde, heykel sanatındaki bronz döküm tekniğinin, eski çağlara kadar dayanan bakır alaşımı olan bronzun oluşturulması ve bu yeni özellikli metalin heykeldeki kullanımını antik dönem ilk uygarlıklarındaki gelişmesiyle kronolojik olarak incelenmiştir.

İkinci bölümde, geçmişten bu güne kadar gelen geleneksel bronz döküm tekniğinin günümüzdeki yöntemlerinin uygulanışı ve malzeme çeşitliliğinin verdiği değişimler doğrultusunda bronz heykel yapımının süreçleri sunulmuştur. Maddeler halinde aktarılan yöntemlere ek olarak, gelişen kimya ile çeşitlenen patina kullanımının bronz yüzeyindeki olan etkiselliğine değinilmiştir.

Üçüncü bölümde, modernizm ve sonrası heykelde kullanılan bronzun, Rodin’le başlayan heykelin biçim diliyle olan ilişkisi, bronzun kattığı farklı anlam ve biçimin öz yapısıyla olan bütünlüğü, sanatçıların bronz heykelleri üzerinden anlatımıyla bu bağlamdaki etkileri araştırılmıştır.

Tez çalışma zaman zarfında araştırma konularımda yardımlarından dolayı danışman hocam olan Prof. Rahmi Atalaya’a ve çalışma döneminde destekleriyle yanımda olan arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Ergün Arslan

Tarih : 30.05.2019

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmamın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

İmza

Öğrencinin Adı Soyadı

Fettah Ergün Arslan

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
GÖRSELLER DİZİNİ	ix
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1. BRONZUN TARİHSEL GELİŞİMİ VE MALZEME OLARAK BRONZ.....	2
1.1. Eski Çağlarda Madenin Keşfi Ve Gelişimi.....	2
1.1.1. Metalürjinin başlaması.....	4
1.1.2. Bronz dönemi	5
1.2. Malzeme Olarak Bronz	18
1.2.1. Bronzun tanımı ve yapısı	18
1.2.2. Heykel dökümcülüğünde kullanılan çeşitleri.....	19

İKİNCİ BÖLÜM

2. BRONZ DÖKÜM VE PATİNA YÖNTEMLERİ.....	21
2.1. Kuma Döküm Yöntemi	21
2.1.1. Döküm kumunun özelliği.....	21
2.1.2. Kuma döküm aşamaları.....	24
2.2. Kayıp Mum Yöntemi	30
2.2.1. Model mumunun yapısı	30
2.2.2. Model mumunu hazırlama	31
2.2.3. Mumun dökülmesi.....	33
2.2.4. Maça yapımı.....	34
2.2.5. Yolluk sistemi.....	35
2.2.6. Mum yok etmede seramik kaplama yöntemi	39

2.2.7. Mum yok etmede alçı kalıp yöntemi	41
2.3 Patina Uygulamaları.....	46
2.3.1. Kullanılan temel kimyasallar ve yüzey etkileri.....	48
2.3.1.1. <i>Potasyum sülfür</i>	48
2.3.1.2. <i>Amonyum sülfür</i>	48
2.3.1.2. <i>Bakır nitrat</i>	49
2.3.1.3. <i>Demir nitrat</i>	49
2.3.1.4. <i>Bizmut nitrat</i>	49
2.3.1.5. <i>Çinko nitrat</i>	50
2.3.1.6. <i>Gümüş nitrat</i>	50
2.3.1.7. <i>Demir oksit</i>	50
2.3.1.8. <i>Krom oksit</i>	51
2.3.1.9. <i>Titanyum oksit</i>	51
2.3.2. Patinanın uygulanması.....	51

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. SANATÇI BAĞLAMINDA BRONZUN HEYKEL PLASTİĞİNDEKİ

YANSIMALARI	54
3.1. Auguste Rodin	54
3.2. Constantine Brancusi	56
3.3. Jean Hans Arp.....	58
3.4. Umberto Boccioni	60
3.5. Jacop Epstein.....	61
3.6. Lucio Fontana	63
3.7. Arnaldo Promodoro.....	64
SONUÇ	66
KAYNAKÇA.....	67
ÖZGEÇMİŞ	

GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel 1.1. “Delici İğne”, Bakır, Çayönü, M.Ö 8000, Diyarbakır Müzesi.....	3
Görsel 1.2. “Boncuklar”, Bakır, Aşıklı Höyük- Aksaray, M.Ö 8000, Aksaray Müzesi.....	3
Görsel 1.3. “Mızrakucu”, Arsenikli Bakır, Samsun- İkiztepe, M.Ö. 27 yy, Samsun Müzesi.....	7
Görsel 1.4. “Taştan çoklu kalıp”, Kültepe & Kaneş, M.Ö.18 yy, Anadolu Medeniyetler Müzesi,Anakara.....	7
Görsel 1.5. İlk Tunç Çağında heykelcik ve hançer dökümü çizimi.....	8
Görsel 1.6. “Kadın heykelciği”, kulak memeleri, göğüsler ve ayakları gümüş kaplamalı arsenikli bakır, Alacahöyük, Çorum, M.Ö. 25 yy, Anadolu Medeniyetler Müzesi, Ankara.....	9
Görsel 1.7. “ Geyik heykelciği”, Alacahöyük, Çorum, M.Ö.25. yy, Anadolu Medeniyetler,Müzesi,Anakara.....	9
Görsel 1.8. “Çocuk emziren kadın heykelciği”, Arsenikli bakır, M.Ö.22. yy, Horoztepe, Tokat, , Anadolu Medeniyetler Müzesi, Ankara.....	10
Görsel 1.9. “Altın çapraz bantlı ve halhallı kadın heykelciği”, baş ve boyun altın kaplama, Arsenikli bakır, M.Ö.22.yy, Hasanoğlu-Ankara, Anadolu Medeniyetler Müzesi, Ankara.....	10
Görsel 1.10. “ Akat Hükümdarı”, M.Ö.2300-2200, Bronz, 30.5 cm, Irak Müzesi.....	11
Görsel 1.11. “Ayakta duran tanrı heykelciği”, Bronz, Yeni Hitit Krallığı Dönemi Doğantepe -Amasya, Amasya Müzesi.....	12
Görsel 1.12. “ Ayakta duran tanrı heykelciği”, Bronz, Yeni Hitit Krallık Dönemi Boğazköy, Berlin Doğu Eserleri Müzesi.....	12
Görsel 1.13. “İnsan benzeri baş”, M.Ö. 1200-100, Bronz, 36.7 cm, Sihuan, Vilayeti Arkeoloji Enstitüsü.....	13
Görsel 1.14. “Ptah”, Bronz ve Altın Kakma, 17.8 cm, M.Ö.600, Ashmolean Müzesi, Oxford.....	15
Görsel 1.15. “ Poseidon ya da Zeus Anıtı”, Bronz, Yaklaşık M.Ö. 460, Ulusal Arkeoloji Müzesi, Atina.....	16

Görsel 1.16. “Riace Savaşçıları”, Bronz, M.Ö. 460-450, Reggio Calabria Müzesi, İtalya.....	16
Görsel 1.17. “Dinlenen Boksör”, Bronz, M.Ö. 330-50, Ulusal Roma Müzesi, İtalya.....	17
Görsel 1.18. “Nijerya Saray Memuru ya da Tanrı Hizmetlisi”, Pirinç, 16. ya da 17.yy 65.4 cm, Metropolitan Müzesi, New York.....	18
Görsel 2.1. Silika Kumu Örneği.....	22
Görsel 2.2. Zirkon kum Örneği.....	23
Görsel 2.3. Olivin Kumu Örneği.....	23
Görsel 2.4. Kalıp Kasasına Kum Ekleme Aşaması.....	24
Görsel 2.5. Mum Modelin Kuma Yerleştirilme Aşaması.....	25
Görsel 2.6. Döküm Kumunun Sıkılaştırılma Aşaması.....	25
Görsel 2.7. Ayırıştırıcı Pudra Uygulanması Aşaması.....	26
Görsel 2.8. Üst Kalıp Kasasına Kum Eklenecek Doldurulma Aşaması.....	26
Görsel 2.9. Kumun Traşlanarak Düzeltilme Aşaması.....	27
Görsel 2.10. Kalıp Boşluğuna Yolluk ve Çıkıcıların Açılma Aşaması.....	27
Görsel 2.11. Döküm Ağız ve Gaz Yollarının Açılma Aşaması.....	28
Görsel 2.12. Kalıbın Açılma Aşaması.....	28
Görsel 2.13. Metalin Kalıba Döküm Aşaması.....	29
Görsel 2.14. Mikrokristalin Mum Örneği.....	31
Görsel 2.15. Silikon Kalıp Aşaması.....	32
Görsel 2.16. Mumun Kalıp İçine Dökülme Aşaması.....	33
Görsel 2.17. Kalıp Maçası Çizimi.....	34
Görsel 2.18. Maça Pimlerinin Çizimi.....	35
Görsel 2.19. Çeşitli Yolluk Çubukları.....	36
Görsel 2.20. Tepeden Besleme Sisteminin Çizimi.....	37
Görsel 2.21. Dipten Besleme Sisteminin Çizimi.....	37
Görsel 2.22. Ana Yolluğun İçeriden Bağlanma Çizimi.....	38
Görsel 2.23. Ara Yollukların Duruş Açısı Çizimi.....	38
Görsel 2.24. Modelin Silika Tanakına Batırılması Ve Kaplanma Aşaması.....	40

Görsel 2.25. Kaplama Sonrası Fırınlanma Aşaması.....	40
Görsel 2.26. Yolluklu Mum Model.....	42
Görsel 2.27. Modelin Derece Kalıba Alınma Aşaması.....	43
Görsel 2.28. Mumun İndirgenmesi ve Kalıbın Pişirilme Aşaması.....	43
Görsel 2.29. Metalin Dereceye Dökülme Aşaması.....	44
Görsel 2.30. Su Tankında Alçı Patlatma Aşaması.....	45
Görsel 2.31. Yolluklar ve Çıkıcıların Kesilmesi Aşaması.....	46
Görsel 2.32. Sıcak Patina Aşaması.....	52
Görsel 3.1. Aguste Rodin, “ <i>Yürüyen Adam</i> ”. Bronz, 86x56x28 cm, 1877- 1878.....	55
Görsel 3.2. Auguste Rodin, “ <i>Heaulmiere</i> ”, Bronz, 50.5x27.9x20.3 cm, 1910.....	55
Görsel 3.3. Constantin Brancusi, “ <i>Newborn</i> ”, Version I, Bronz, 14.6x21x14.6 cm, 1920.....	56
Görsel 3.4. Constantin Brancusi, “ <i>Genç Bir Adamın Torsu</i> ”, Bronz, 1924, 102.4 x 50.5 x 46.1 cm, Hirshhorn Müzesi, Washington, DC.....	57
Görsel 3.5. Jean Hans Arp, “ <i>Daphne</i> ”, Bronz, 120.5 cm, 1955, Paul ve Helen Zuckerman Koleksiyonu.....	58
Görsel 3.6. Jean Hans Arp, “ <i>Demeter</i> ”, Bronz, 104.1x 50.5x 41.9 cm, 1961, İsrail Müzesi.....	59
Görsel 3.7. Umberto Boccioni, “ <i>Uzaydaki Eşsiz Süreklilik Formları</i> ”, Bronz, 111.2 x 88.5 x 40 cm, 1913.....	60
Görsel 3.8. Jacob Epstein, “ <i>The Rock Drill</i> ”, Bronz, 70.5x58.4x 44.5 cm, 1913-14... 61	
Görsel 3.9. Jacob Epstein, “ <i>Portrait of Iris Beerbohm Tree</i> ”, Bronz, 34.8x29x22.8 cm, Tate Galeri.....	62
Görsel 3.10. Lucio Fontana, “ <i>Tabiat</i> ”, Uzamsal Kavram Serisi, Bronz, 1959-60, Kröller- Müller Heykel Bahçesi, Hollanda.....	63
Görsel 3.11. Arnaldo Pomodoro, “ <i>Bir Kürenin İçinde Küre</i> ”, Bronz, 1990, Vatikan Müzesi, Roma.....	64
Görsel 3.12. Arnaldo Pomodoro “ <i>Cubo IV</i> ”, 1965-1975, Bronz, 130 cm, Cidde Heykel Müzesi, Suudi Arabistan.....	65

GİRİŞ

Heykel sanatında, geleneksel ve başka maddeler olmak üzere, kullanılabilir sayısız çeşitli malzemeler bulunmaktadır. Bu malzemeler çok çeşitlilik gösterip, organik ve inorganik maddelerden oluşmakta, her maddenin kendine özgü renk, doku ve sertliği bulunmaktadır. Ve yine her biri fiziksel karakteristiğine göre belirlenen, kendine özgü kapasiteleri ve sınırlamalarıyla işlenebilme süreçleri barındırmaktadır.

Malzeme başlangıçtır, çünkü her şey bir şeyden yapılmıştır. Her bir malzeme kendi içinde eşsiz karakteristiğini içermektedir. Heykeltraş bir malzemenin sayısız olasılığın olmasından haberdar olmalıdır. Ve malzemeyle çalışmak için gereken araç ve teknik bilgiye sahip olmalıdır. Hiçbir heykeltraş malzemeyi nötr kılamaz, her hareketin bir anlamı vardır. George,2014 s.12

Doğrudan malzemeye sarılarak, malzemenin bütün eğilme, bükülme, yontulma, oyulma, esneme, kırılma, erime ve döküm olanaklarını zorlaması, bu deney süreci sonunda kendi biçim duygusunu okşayacak, doyuracak sonuca varmasıdır. Biçime elverişli malzemeye aktarmaktır.

Heykel biçimsel bir obje olmamakla beraber, malzemesinin çevresiyle etkileşim halinde olduğu bir nesnedir. Heykelin boşluk-doluluk, ışık-gölge, kompozisyon, doku gibi elemanlarının yanı sıra, seçilmiş olan malzemenin de heykelin plastik dilindeki etkisini tamamlamaktadır. Bu bağlamda heykelin malzemeyle vücut bulduğu düşünülürse, duygu ve düşüncelerin aktarımında izleyicisiyle aracı olan malzeme, nitelikleri düşünülerek ve elverişliliğiyle seçilmelidir.

Binlerce yıldır doğal malzemelere biçim veren insan, tarih boyunca heykelde kullandığı ahşap, taş, bronz gibi maddeleri değişik coğrafyalarda ve kültürde farklı üsluplarda heykellere dönüştürmüştür. Bu heykellerin en göz kamaştırıcı örnekleri Mezopotamya, Mısır, Yunan gibi Antik Çağ'ın büyük uygarlıklarında bulunmaktadır. Çağlar boyunca heykelin geleneksel malzemesi olan bronz, zamana direnen yapısıyla diğer heykel malzemeleri gibi tarihin bir aktarıcı parçası olmuştur. Bronzun oluşturulduğu, binlerce yıllık zaman diliminden günümüz çağına kadar, çok farklı alanlar içinde kullanılmış ve heykelin vazgeçilemez ögesi haline gelmiştir. Bu anlamda bronzun fiziksel özelliği ve heykeldeki plastik ifadeye kattığı değerle, her zaman heykelin geleneksel malzemesi olmakla beraber rolü de büyüktür.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. BRONZUN TARİHSEL GELİŞİMİ VE MALZEME OLARAK BRONZ

1.1. Eski Çağlarda Madenin Keşfi Ve Gelişimi

Eski çağlarda insanlar, tarihi boyunca temel ihtiyacı olan beslenme ve barınma gibi temel gereksinimlerini; doğada bulduğu taş, ağaç, kemik, boynuz vb. doğal nesnelere yararlanarak av ve savunma aletleri üretmişlerdir. Aynı zamanda mağara, ağaç kavuğu gibi doğal oluşumlarda barınma ihtiyaçlarını karşılamışlardır. Göçebe bir yaşantının hâkim olduğu o dönemlerde, zamanla uygun koşulların oluşmasıyla buldukları bölgelerde kalıcı bir yaşantıya geçilmiştir. Neolitik Çağ'da (M.Ö. 9000-7000), yavaş yavaş yerleşik düzene geçilmesiyle, yaşadıkları çevreyi ve doğayı daha detaylı inceleme fırsatları doğmuştur. Hematit, malakit vb. cevherler keşfedilerek boya malzemesi olarak kullanılmıştır. Ancak o dönemde henüz bu cevherlerin nasıl bir kimyasal yapısı olduğunu bilinmemektedir. "İnsanoğlunun ilgisini ilk çeken metal altın olmuştur. Parlaklığıyla, dikkat çeken sarı rengi, tabiatta serbest halde bulunması ve korozyona dayanıklılığı gibi sebepleri, altının dikkat çekmesinin nedenleri arasında gösterilebilir" (Metalurji ve Malzeme Mühendisleri Odası, 2007, s. 6). Ancak metallerin pratik olarak kullanılmaya başlanması bakırın bulunmasıyla başlamıştır. "Taş kullanımının ardından madene geçişin öyküsü tam olarak bilinmese de; buluntular ışığında yapılan araştırmalar az da olsa bazı ipuçları vermektedir" (Savaş, 2006, s. 14).

Anadolu topraklarının madencilik ilk defa ortaya çıktığı ve beşiği olduğu şimdiye kadar ele geçen en eski buluntulardan bilim dünyasına kabul görmüş bulunmaktadır. Madencilik en eski izlerinin Anadolu'da bulunmasının da tesadüf olmadığı bu topraklarda insanlık tarihinin kültürel ve teknolojik gelişiminde çok önemli rol oynayan bakır, demir, arsenik, antimon, kurşun, gümüş, altın, çinko gibi metallerin bol olmasından açıkça anlaşılabilir (Bilgi, 2004, s. 3).

Anadolu coğrafyasında, Diyarbakır'ın Çayönü'nde (M.Ö.8200-7500) ve Aksaray'ın, Aşıklıhöyük (M.Ö.7800-7600) çevresinde bulunmuş olan küçük alet ve boncuklar insanlık tarihindeki ilk örnekler olarak kabul görülmüştür (Görsel 1.1,1.2). Bu arkeolojik buluntular, o dönemde yaşayan insan topluluklarının bakır cevherinin nasıl kullandıklarına dair kanıt niteliğindedir.



Görsel 1.1. (solda) “*Delici İğne*”, Bakır, Çayönü-Diyarbakır, M.Ö 8000, Diyarbakır Müzesi



Görsel 1.2. (sağda). “*Boncuklar*”, Bakır, Aşıklı Höyük- Aksaray, M.Ö 8000, Aksaray Müzesi Bilge,2004,s.7

Bakır, taştan yapılmış olan çekiç ve örs benzeri aletlerle döverek şekillendirme denemeleri yapılmış, sonucunda bakırın kolayca şekillenebildiği anlaşılmasıyla; iğne, bız, kanca, mızrak ucu vb. silah, el aletleri ve gündelik eşyalar üretilmiştir.

Soğuk dövülen bakırın zamanla çatladığını, kırılıp parçalandığını ama ısıtıldığında bu yeni maddenin daha kolay işlendiğini, plastik özelliğinin arttığını gözlemlemişlerdir. Böylece, insanlar hem yeni bir ham maddeyle tanışmışlar, hem de bu hammaddeyi işlemek için ilk defa ısıdan yararlanmışlardır. Bu yeni yaratıcı yeni buluş ile ilk insan topluluklarının gelişmesinde en önemli etkenlerden biri olarak kabul edilen madencilikğin temeli atılmış olmuştur (Bilgi, 2004, s. 8).

M.Ö.7000 sonlarında, zamanla madenlerin yeni özellikleri keşfedilerek bakırdan daha elverişli el aletleri meydana getirilmiştir. Bu bağlamda, zamanla madenlerin yeni nitelikleri fark edilmeye başlanmış ve bu alandaki ilk önemli adım bakır tavlamanın keşfi olmuştur. Soğuk dövme işlemine tabi tutulan bakırın gittikçe sertleşmesinden dolayı, ateşte ısıtılıp genleşme sağlanarak daha kolay işlenmesi için çözüm geliştirilmiştir. Madencilikğin sanılandan çok önce başladığı, insanların kilden çanak, çömlek yapımından önce, bakır gibi madenleri ısıtarak biçimlendirmelerinin anlaşılması ile ortaya çıkmıştır.

Arkeolojik kazı sonuçlarında, bakır tavlamanın ilk örnekleri Anadolu’da, Neolitik Çağ’da yapıldığını ortaya koymaktadır. Çatalhöyük, Çayönü ve Suberde kazılarında bakırdan dövülerek yapılmış ufak aletler ve süs eşyalarına rastlanmıştır. Bu rastlanan buluntular şimdiye dek bilinen en eski madeni örneklerdir (Eczacıbaşı , 2008, s. 976) .

Ağaç ve taştan sonraki bu geçiş ve gelişim içinde, madeni dövmenin, tavlamanın kesmenin ve öğütmenin yöntemler olarak yapılabilme pratiğine dönüşmesi ve sonrasında madenlerin eritilip dökülebildiğinin anlaşılması ile metalürji, artık insanla yaşamaya dönüşmüştür. Tüm bu unsurlar zaman içinde; gözlemler, araştırmalar, denemeler, ince ve detaylı hesaplar ve de kültür alışverişleriyle kendini geliştirmişti (Savaş, 2006, s. 15).

1.1.1. Metalürjinin başlaması

M.Ö 5000'den sonra insanlar bakırı, ilk defa yaptıkları kil potalarda ergitmeye başlamışlardır. Ergimiş bakırı hazırladıkları açık kalıplara dökmelelerinden sonra, soğuyan ve sertleşen bakırı tekrardan döverek istedikleri şekli vermişlerdir. Bunun sonucunda, dökülen bakırın ilk defa balta, keski vb. el aletlerinin yapımında kullanılmıştır.

Sıcakken yumuşak olan maden soğutulduğunda, taş kadar sert, bıçak kadar keskin ve ince bir alet oluşturulabilmekteydi. Üstelik dövülerek biçime sokulan madenin en önemli yanı taştan daha dayanıklı olmasıydı. Taş ve diğer doğal malzemelerden yapılan aletler zaman içinde sürekli kullanımdan dolayı geri dönüşümü olmayan yıpranmalara maruz kalmaktaydı. Ancak bakır yeniden eritilip dökülebilir ve bu işlem birçok kez yinelenebilir, aletler eskisinden farksız olurdu. Diğer doğal malzemelere nazaran bu gibi üstünlükler fark edildiğinde, metalürjinin doğuşu olmuştur (Childe, 2004, s. 87).

Metalürji en genel anlamıyla, gerekli hammaddeler kullanılarak, metal ve alaşımlarının üretilmesi, saflaştırılması, şekillendirilmesi ve korunmasını içeren bilim ve teknoloji dalı olarak ifade edilmektedir(http-1).

Metalürjinin evrimi şöyle görülmektedir: Minerallerin taşlardan ayırt edilmediği ya da bir tür taş olarak görüldüğü doğal maden evresi. Bakır, altın, gümüş ve meteor demirinin dövme, kesme gibi işlemlere tabi tutulduğu doğal maden evresi. Karışımın birinci etmen olduğu, madenin cevherinden alınıp işlendiği, alaşım düşüncesinin doğduğu maden evresi. Bu evrede kurşun, gümüş, bakır, antimon, kalay gibi madenlerle bronz ve pirinç gibi alaşımlar bulunmaktadır. (Savaş, 2006, s. 14).

“Arsenikli bakır olarak adlandırılan ilk alaşımlar metal teknolojisinde yeni bir dönemin başlamasını sağlar. İçerisinde % 2-6 oranında arsenik içeren ilk bakır alaşımlarının mekanik özellikleri saf bakıra oranla çok daha sert olup, döküm ve dövme özellikleri de daha kolaydır” (Özbal, 2005, s. 10).

Kalkolitik Çağ'da, sadece Anadolu'da maden kullanımının olmamasıyla beraber diğer bölgelere de yayıldığı bilinmektedir. Bakır madeninin kullanımı, farklı medeniyetlerde de eş zamanlı olmayarak kendini göstermiştir. Maden sanatı ve metalürji gelişiminin ilk örnekleri Ortadoğu, Ön Asya ve Asya uygarlıkları arasında görülmüştür.

Mısır'da Amratien kültüründe de doğal bakır kullanıldığı; fakat cevherin çıkarılıp tavlanmasına ilişkin bilginin, bu dönemin son evresinde, M.Ö. 3800-3700' de ya da Gerze Kültürünün ilk dönemlerinde oluşabildiği anlaşılabilmektedir. Mezopotamya kültüründe altın ve bakır gibi madenler M.Ö. 3500'lerde bölgeye ulaşmış; bundan yaklaşık üç yüzyıl sonra, Mısır'da da bu evreye erişilmiş (Savaş, 2006, s. 17).

Mısır kültüründe, tavlamanın olduğu dönemlere ait olan bakırdan yapılmış takı, el eşyası ve mızrak uçları gibi buluntulara rastlanmıştır. Coğrafi olarak Mısır'da maden kaynaklarının azlığı sebebiyle ve bakıra olan talebin yüksek olmasından dolayı diğer medeniyetlerden maden ihtiyacını karşılamaya gerek duyulmuştur.

Herkesin büyük ilgisini çeken bakırı elde edebilmek için karşılığında başka değerli maddeler, dokuma ve seramik gibi mamul eşyayı değiştirme isteği ticareti doğurmuş, insan toplulukları arasındaki bu alışveriş istek listelerinin, envanter eşyasının tespitini ve karşılıklı haberleşmeyi gerektirmişti. Bu nedenle semboller, resimli işaretler biçimindeki hiyeroglif yazı ortaya çıkmıştır. Böylece M.Ö.4. binin sonlarına doğru kentler oluşmaya başlamış, ticaret ve yazı ortaya çıkarak insanlık, bugünkü uygarlığın ilk büyük adımlarını atmış bulunmaktadır (Akurgal, 1989, s. 24,25).

Bu çağda, madencilik ekonominin gelişmesinde en önemli faktörlerden biri olmuştur. Bakır alaşımlarını yapabilmek için gerekli olan kalay gibi metalleri, farklı coğrafyalardaki medeniyetlerden ticaret yoluyla temin edilmiştir. Diğer kültürlerle yapılan ticaretin sonucunda bronzun oluşturulması ve kullanımı meydana gelmiştir. Bu bağlamda Bakır Çağı, Bronz Çağı'na doğru ilerleyen, insanlığın gelişiminde kısa fakat önemli bir dönemi olarak geçmektedir.

1.1.2. Bronz dönemi

M.Ö. 3000 yıllarından sonra madencilikte atılan en önemli adım tunç üretimine başlanmasıdır. İnsanlar, bakır ile kalayı birlikte kullanarak bronz alaşımını elde etmeyi başarmışlar ve bu alaşımdan temel gündelik gereçler ve silah yapımında kullanmışlardır. Bakır, kalay alaşımı metalin sertliğinin belirgin bir şekilde arttırdığı ve döküm için çok daha uygun bir duruma getirdiği görülmüştür ve bu keşif insanlık tarihinin akışını değiştirmiştir. ‘‘Metal dökümünün icadıyla, daha önce kilden veya taştan yapılan kapacak ve silah gibi nesnelerin kalıplarını alabileceklerini ve eşi benzeri görülmemiş göz alıcı ve seçkinler için statü sembolü olacak ürünler üretebileceklerini keşfettiler’’ (Bell, 2009, s. 46).

Kalkolitik Çağ'da olduğu gibi, tarım ve hayvancılıkla uğraşmanın yanında, ticaret ve maden işçiliği gibi iki önemli faaliyet de oluşturulmuştur. Her türlü madenin işlenip, döküm ve dövme tekniklerinin iyi gelişim göstermesini, ticaret yordamıyla başka coğrafyalara dağılmış olan eserler kanıtlamaktadır. O dönemin ilk örnekleri yine Anadolu'da yaşamış olan uygarlıklar tarafından üretilmiştir. Maden işleme sanatının ticareti, bu çağda önem kazanmış ve bu sanatın geliştiği atölyeler doğu ve kuzeydoğuda yer almıştır.

M.Ö. 2. binyılın başlarında Asur Koloni Çağ'ında gerçekleşen bölgeler arası ticaret kapsamında kalayın Asurlu tüccarlar tarafından Anadolu'ya getirildiği belgelenmiştir. Yazılı kayıtlarda kalayın tam kaynağı belirtilmese de, doğudan geldiği ima edilmiştir. Bilinen ilk tunç eserler M.Ö.3. binyılda Anadolu'da Troya, Alacahöyük, Horoztepe, Ahlatlıbel, Kilikya ve Amuk yerleşimleri ile Mezopotamya 'da bulunmuştur. Anadolu ve Mezopotamya yerleşimlerinde ortaya çıkan metal eserler insanlık tarihinin en eski bronz eserlerini oluştururlar ve olağanüstü gelişmiş bir ustalıkla üretilmişlerdir (Özbal, 2005, s. 11).

“Anadolu yarımadası'nın, Neolitik Çağ'dan başlayarak kendi içinde ve çevre bölgelerle sıkı ticari ilişkiler geliştirdiği bilinir. Neolitik'te obsidyen, Kalkolitik ve Erken Tunç Çağları'nda ise bakır kaynaklarının varlığına dayanan bu hareketlilik ilk kez Geç Kalkolitik Çağ'da büyük çapta örgütlü bir hal almıştı ‘’(Sevin, 2003, s. 114).

Anadolu'da madencilik bu gibi gelişmeleri olmasaydı, Asur Ticaret Kolonileri Çağı'ndaki ticaretin yorumlanabilmesi çok daha zor olunabileceği düşünülmektedir. Madeni heykellerin üslupları, düşünce ürünü ve şematik olsa da maden sanatının gelişimini ve Anadolu halkının sanat yeteneğini göstermesi açısından önem taşımaktadır. Bu dönemin bazı yerleşim yerlerinde işlenen maden genellikle silah, alet ve takı gibi eserlerin üretiminde yoğun olarak kullanıldığı görülmüştür. Samsun-İkiztepe dolaylarında çıkarılan mızrak uçları o döneme ait ilk örneklerindendir (Görsel 1.3).



Görsel 1.3. ‘‘Mızrakucu’’, Arsenikli Bakır, Samsun- İkiztepe, M.Ö. 27 yy, Samsun Müzesi (Bilge, 2004,s.49)

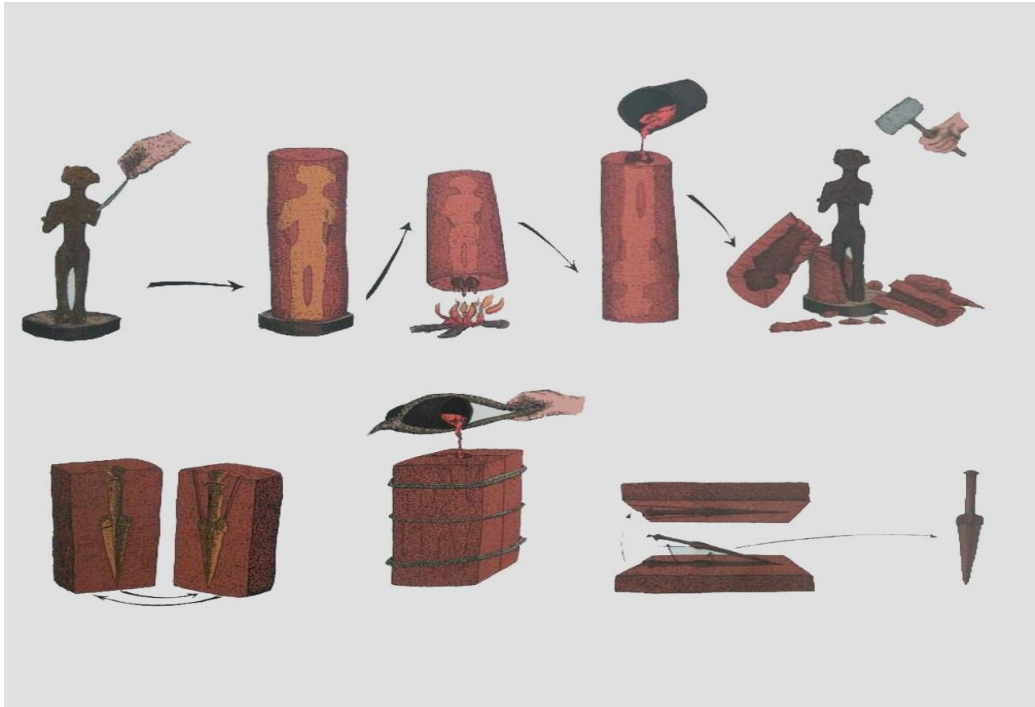
Yapılan mızrak ucu, balta gibi aletlerin, taştan ve kilden hazırlanmış olan tekli veya çoklu kalıplara dökülmüş, ardından elde edilen kaba formu sıcak veya soğuk dövme işlemine tabi tutularak biçimlendirilmiştir. ‘‘Oysa her iki yanını kavisli olan bir nesneyi biçimlendirmek çok daha zor bir işlemdi. Böyle bir aleti daha kolay yapabilmek için iki parçalı bir kalıp kullanılmaya başlanmıştır. Modeli işlenmiş bu her iki parça da eş olup ve birbirine birleştirilip kullanılıyordu’’ (Childe, 2004, s. 88) (Görsel 1.4).



Görsel 1.4. ‘‘Taştan çoklu kalıp’’, Kültepe & Kaneş, M.Ö.18 yy, ,Anadolu Medeniyetler Müzesi, Ankara (Bilge,2004,s.27)

M.Ö. 2400 - 2100 arasında arsenikli bronz ve diğer metal alaşımlarının en ilginç eserleri Malatya civarındaki Arslantepe Höyüğü 'nden çıkartılmıştır. Arsenikli bakırdan yapılmış, yalın gümüş kakmalarla bezemelerin olduğu kılıçlar ve mızrak uçları ile kurşun, arsenik ve gümüş, nikel ve kurşun gibi farklı metal alaşımlardan yapılmış olan iğne, kolye ve pandomtifler bunlardan bazılarıdır. Bu tür örneklerin çıkarılmasıyla Kalay-bakır alaşımı olan bronzun kullanılmasının yarı sıra ileri düzeyde ergitme ve döküm imkânı sağlayan yeni alaşımlar geliştirilmiş olduğu görülmüştür.

Kalkolitik Çağ'da açık kalıba dökülme işleminden sonra kabaca yapılan şekillendirme işlemi bu teknik gelişimin sonucu olarak kullanılması bırakılmıştır. Yerini parçalı ve kapalı kalıpla döküm tekniği ile en karışık formların yapımı gerçekleştirilmiştir. Bunun sonucunda metal işçiliğinde seri ve standart üretim aşamaları başlamıştır (Türe, 2011, s. 33,53) (Görsel 1.5).



Görsel 1.5. İlk Tunç Çağında heykelcik ve hançer dökümü çizimi
(Bilge,2004. s.19)

Bu kapalı kalıp tekniğiyle üretilmiş Eski Tunç Çağı'ndaki Anadolu uygarlığının eriştiği üst düzeye tanıklık eden bir diğer merkez de Alacahöyük'tür. Alacahöyük, kazılarında çıkarılan eserler genellikle boğa, geyik gibi hayvan figürleri, geometrik şekiller ve deforme edilmiş kadın formunda heykelcikler o dönemin sembol ürünleri olarak üretilmiştir. Kalıba döküm yönteminin kullanıma başlamasıyla ilk maden heykelcik örnekleri de görülmeye başlanmıştır. Bu dinsel amaçla yapılmış olan güneş kursları, geyik ve boğa heykelleri, tanrıça heykelcikleri eşsiz birer sanat eserleridir (Görsel 1.6,1.7).



Görsel 1.6. (solda). *''Kadın heykelciği''*, kulak memeleri, göğüsler ve ayakları gümüş kaplamalı arsenikli bakır, Alacahöyük, Çorum, M.Ö. 25 yy, Anadolu Medeniyetler Müzesi, Ankara (Bilgi,2004, s.52)

Görsel 1.7.(sağda), *''Geyik heykelciği''*, Alacahöyük, Çorum, M.Ö.25. yy, Anadolu Medeniyetler Müzesi, Ankara (Bilge, 2004, s.53)

Arslantepe kazılarında elde edilmiş, farklı alaşımların kullanıldığı arsenikli bakırdan yapılmış aletlerin yanında, aynı zamanda kadın betimlemesi yapılan heykelciklerinde de yenilikler rastlanmıştır.

Daha önceki figürlerin soyut bir formda olmasına nazaran, ayakta duran bir kadının çocuk emzirmesi ve diğer bir figürün ellerini kavuşturmuş, başı ve göğüs kısımları altınla işlenmiş, daha gerçekçi çözümlerle betimlenmiştir. Hatti Uygarlığı'nda görülen bu örnekler, Asur Ticaret Kolonileri ve Hitit Çağı'nda görülen güneş, geyik ve boğa kültünün, ana tanrıçanın ilk örnekleridir (Görsel 1.8,1.9).



Görsel 1.8. (solda) ‘‘Çocuk emziren kadın heykelciği’’, Arsenikli bakır, M.Ö.22. yy, Horoztepe, Tokat, , Anadolu Medeniyetler Müzesi, Ankara
(Bilge,2004,s.66)

Görsel 1.9. (sağda). ‘‘Altın çapraz bantlı ve halhallı kadın heykelciği’’, baş ve boyun altın kaplama, Arsenikli bakır, M.Ö.22.yy, Hasanoğlu-Ankara, Anadolu Medeniyetler Müzesi, Ankara
(<http://www.hurriyet.com.tr/fatihin-hanlarindaki-muze-40458568>, Erişim tarihi:05.01.2019)

O dönemde kullanılan tek yol, hazırladıkları taş kalıbın içine eritilmiş bakır ya da bronz madenini dökmektir. Bu yöntem sonucu elde edilen alet ve heykeller hem ağır hemde maliyetli olmaktadır. Mezopotamya’da heykel sanatçıları bu sorunu, geliştirdikleri farklı ve karışık bir kalıba döküm yöntemi ile çözmüşlerdir. Bu sayede, büyük ölçekli heykellerde daha az maliyetli metal kullanılmaya başlanmıştır (Nardo, 2007).

Bu kapalı kalıp döküm tekniği, Mezopotamya'da 'mum yok etme' yöntemi adıyla uygulanmaktaydı. İstenilen objenin önceden mumdan modeli yapılır, sonra üstüne kil kaplanır ardından kili pişirerek çömlek oluşturulurdu. Bu arada mum eriyip akar, bundan sonra içindeki boşluğa maden akıtılır, en sonra da kil kalıp kırılır, mum modelinin biçimindeki maden ortaya çıkartılırdı (Childe, 2004, s. 87,88). Bu yöntemle heykeller, objeler ve kralların gerçek baş ölçüde büstleri üretilmiştir. Çok az sayıda bronz heykeller Mezopotamya uygarlıklarından günümüze kadar gelmiştir. En ünlü örneği, Akad Uygarlığı döneminden günümüze kadar gelmiş olan, döküm tekniğini tam yansıtan Akad Kralı *Sargon*'a ait olan bronz büsttür (Görsel 1.10).



Görsel 1.10. "Akad Hükümdarı", Nivoka, Irak, M.Ö.2300-2200. Bronz, 30.5 cm, Irak Müzesi. (Dünya Sanat Tarihi, s.45)

Aynı dönemlerde, Anadolu topraklarında yaşayan ve Suriye dolaylarına kadar yayılan Hitit Uygarlığı'nın sanatsal üslubu, kendinden önceki Hatti kültürü ve Ortadoğu kültürüyle şekillenmiştir. Döküm heykelcikleriyle diğer uygarlıklara benzemeyen kendine özgü bir sanat anlayışları oluşturmuşlardır. Heykellerin ölçüleri, betimlemedeki ayrıntıları, kompozisyon vb. özellikler belirgindir. Savaş sonucu yağmalanma veya tekrardan eritilerek yeni formlara dönüştürme gibi nedenlerle, günümüze kadar heykelciklerden pek azı ulaşabilmiştir.

Hitit sanatı hakkında ise dönemin heykelticiklerinin az sayıda bulunmasından dolayı, bulunan bronz ve değerli maden heykelticiklerden bilgi edinilmiştir. Aşağıda göreceğimiz gibi, bronz heykelticikler Eski Hitit Krallığı sanat geleneğinin izlerini taşımaktadır. İnsan figürü olan heykellerin hemen hepsi, tanrı betimlemeleri içermektedir. Dinsel anlamlı bu kült heykelticikler bir hayli ayrıntı yansıtmaktadır. Maden, özellikle bronz tanrı heykelticiklerinin yapımında, o dönem içinde yeni bir yöntem uygulanmıştır. Beden kısmı kalıba dökülmüş, kollar, bazen de bacakları ayrı yapılmış bedene sonradan perçinlenmiştir. Böyle bir parçalı birleştirme tekniği, Hititler'in ilk defa kullandıkları düşünülmektedir (Görsel 1.11,1.12).



Görsel 1.11 (solda) ‘Ayakta duran tanrı heykelciği’, Bronz, Yeni Hitit Krallığı Dönemi, Doğantepe, Amasya Müzesi
(Dünya Sanat Tarihi, s.101)



Görsel 1.12 (sağda) ‘Ayakta duran tanrı heykelciği’, Bronz, Yeni Hitit Krallık Dönemi, Boğazköy, Berlin Doğu Eserleri Müzesi
(Dünya Sanat Tarihi s.101)

Bu heykelticiklerin en büyük boyutta olanı, kolları ve bacakları eksik tanrı figürüdür. Figürün gövde kısmı 21.5 cm’dir. Ayrıca bu heykelticik, Hititler’in bronz dökümde ulaştıkları üstün döküm seviyesini bir kanıtı olarak görülmektedir (Darga, 1992, s. 95,99,100,102).

Bronz Çağı uygarlıklarından olan Çin ise, kültürel olarak bir aksama yaşamadan günümüze kadar devam etmiştir. Kendine has karakteristik yapıları sanatını bu sayede korumuştur. Sanxingdu'da yapılmış olan arkeolojik çalışmalarda, M.Ö 1200-100 yılları arasında ustalıkla dökülmüş bronzdan heykel eserler gün yüzüne çıkmıştır. Bu bronz heykellere bakıldığında, biçim olarak somurtkan ifadeli masklar ve soyut insan başları olduğu görülmektedir.

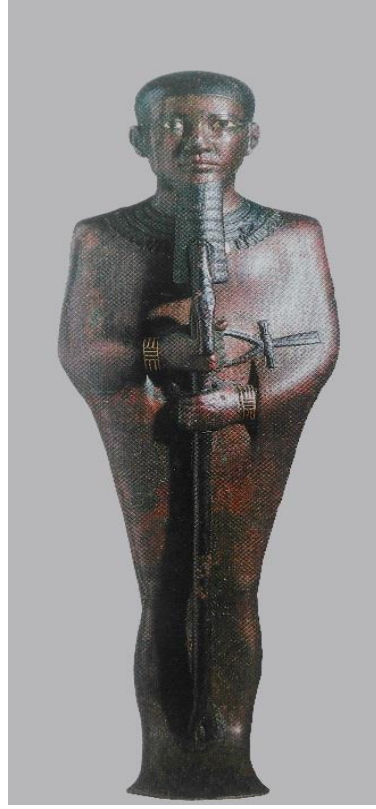
Bu insan biçimli heykel, daha sonraki tarihlerde çok nadir üretildiği ve Çin'in diğer bölgelerinde üretilen heykeller ile ilgili hiçbir bilgiye sahip olunmadığı için önemlidir (Görsel 1.13). Şang Hanedanlığı döneminde birkaç mermerden yapılmış olan heykel dışında çoğu sanat eseri bronzdan üretilmiştir. Bronzun dışında da diğer metallerin kullanıldığı, büyük bir ustalıkla işlenmiş oldukları görülmektedir. Aynı dönemlerde batıdaki bronz eserler sıkıştırılmış kuma ya da hassas bir döküm elde edilen mum yoketme tekniğini uygulamaktaydılar. Fakat sadece küçük parçalı eserlerin yapımında uygulamışlardır (Honour & Fleming, 2016, s. 77) .



Görsel 1.13. “İnsan benzeri baş”, Çin, M.Ö. 1200-100, Bronz. 36.7 cm. Sihuan Vilayeti Arkeoloji Enstitüsü
(Dünya Sanat Tarihi. s.77)

Mezopotamya'daki Tunç Çağı'nın başlangıcında savaşın ve ticaretin yayılmasıyla, bronz döküm tekniği kısa sürede Mısır'a da ulaşmıştır ve daha önce kireçtaşı, granit, ahşap gibi malzemelerin egemen olduğu heykel geleneğine hemen eklenmiştir. En iyi Mısır bronz eserler 3. Orta Dönem ve Son Dönem arasında 7. yüzyıl civarında üretilmiştir. Ptolemaios Krallığı dönemine kadar (Yunanlar'ın Mısır'ı yönettiği dönem) seri üretimde bir artış ve işçilikte bir düşüş olduğu görölmüştür. Mevcut bronz eserlerin çoğu tanrıları temsil etme eğilimindedir ve ölenlerin korunması için bir tapınağa tapılmak ya da bir mezara yerleştirilmek üzere tasarlanmıştır. Mısır sanatı, birçok üstün bronz örneği içermektedir. İsis ve Osiris gibi tanrı heykellerinden çarpıcı kedi, boğa ve balık heykellerine kadar çeşitlilik göstermektedir (http-2).

M.Ö.600 dolaylarında yapılmış olarak tahmin edilen *Ptah* bronz figürü, Antik Mısır'dan kalan diğer bronz heykellerden iyi şekilde korunarak kalmış olanlardan birisidir. Dolu döküm olarak yapılmış bu bronz figürün görüntüsü bedeni kumaşla sarmalanmış, ayaklar gizlenmiş ve eller sadece bileklerde ortaya çıkartılmış mumya biçimlidir. Sakal kısmı, Mısır taş heykellerinde olduğu gibi klasik bir şekilde boyun ve göğüse bitiiştir, ancak asa yarısından vücuttan ayrı durmaktadır. Figür üç ayrı parça halinde dökölmüş ve eller içeriden geçirilerek montajlanmıştır. Yüzeydeki alanlarda, önem verdikleri bölgelere süs eşyalarında sıklıkla kullandıkları altın kakmalar bezenmiştir. Heykelin bütününde kestane renginin hakim olduğu ve bazı kesimlerde yeşil patina uygulandığı görölmektedir. Bu patina bronz alaşımı için doğal bir görüntü olmasına rağmen; sa, sakal ve asa üzerinde sülfür içerikli yapay siyah patinayla da bir zıtlık oluşturmuştur. Bu siyah renk tonu, Mısır heykelinde temel ana renk olarak kullanılmış olmasıyla birlikte, özellikle de değer verilen heykellerde tercih edilmiştir (Penny, 1993, s. 225,226)(Görsel 1.14).



Görsel 1.14. ‘Ptah’, *Bronz ve Altın Kakma*, 17.8 cm M.Ö.600 Ashmolean Müzesi, Oxford, İngiltere (Penny,1993,s.225)

Yunan Arkaik döneminin sanatı, Minos ve Miken uygarlıklarının M.Ö.3000-1100 tarihleri arasında yapılmış olan ilk heykellerine dayanmaktadır. M.Ö 6.yy’da Arkaik Çağ’ın kendisinde, farklı türlerde büyük ölçekli heykeller üretilmiştir. Antik Yunan heykeltçiliğinde, *Kouros* olarak adlandırılan taştan yontu insan figürleri yapılmıştır. Bu heykellerin betimlemeleri, Mısır heykel sanatının üslup izlerini taşımaktadır.

Figürlerin kompozisyonlarında, Mısır heykellerinde olduğu gibi kollar sert bir şekilde yanlara konumlandırılmış ve sol bacak biraz ileriye doğru duruşla yerleştirilmiş statik bir duruş sergilemektedir. Yüzeyler kabaca bırakılmış az ayrıntılarla tamamlanmıştır. Yunan heykel sanatı gerçek modern dönemini M.Ö. 5 ve 3.yy arasında klasik ve helenistik dönemler arasında ileriye taşımıştır. (Nardo, 2007, s. 28,33)

Klasik dönem kabaca 5. ve 4. yüzyıllar arasında anıtsal heykellerden oluşmuş ve tamamen mermerden ya da bronzdan oluşturulmuştur. Bronz döküm 5. yüzyılın başlarında, büyük eserler için tercih edilen ayrıcalıklı bir malzeme haline gelmiştir. En çarpıcı gelişme bronz heykellerde, Yunan ve Romalılar gerçek ölçeklerde içi boş döküm tekniğini ilk defa uygulanarak yaşanmıştır.

Ünlü *Riace* bronzları, (Görsel 1.15, 1.16) keşfedildiklerinde bu boş döküm yöntemiyle yapıldıkları saptanmıştır. Ayrıca bronz yüzeyinde çeşitli renk tonları ve altın yaldız kakma gibi farklı yöntemler de kullanılmıştır. Böylece sporcu anıtları kahverengimsi bir tunç ve deniz ile ilgili figürler de daha gümüşümsü bir ton görüntüsü elde edilmiştir. Altın gibi diğer metallerin heykelerde kullanılması ve yapay gözlerin ilave edilmesiyle figürlerde polikromatik bir etki sağlanmıştır. Bu döküm yöntemi Rönesans ve Barok gibi daha sonraki dönemlerde de uygulanmaya devam etmiştir. (Marquand, Frothingham, & Fuchs, 2002, s. 78).

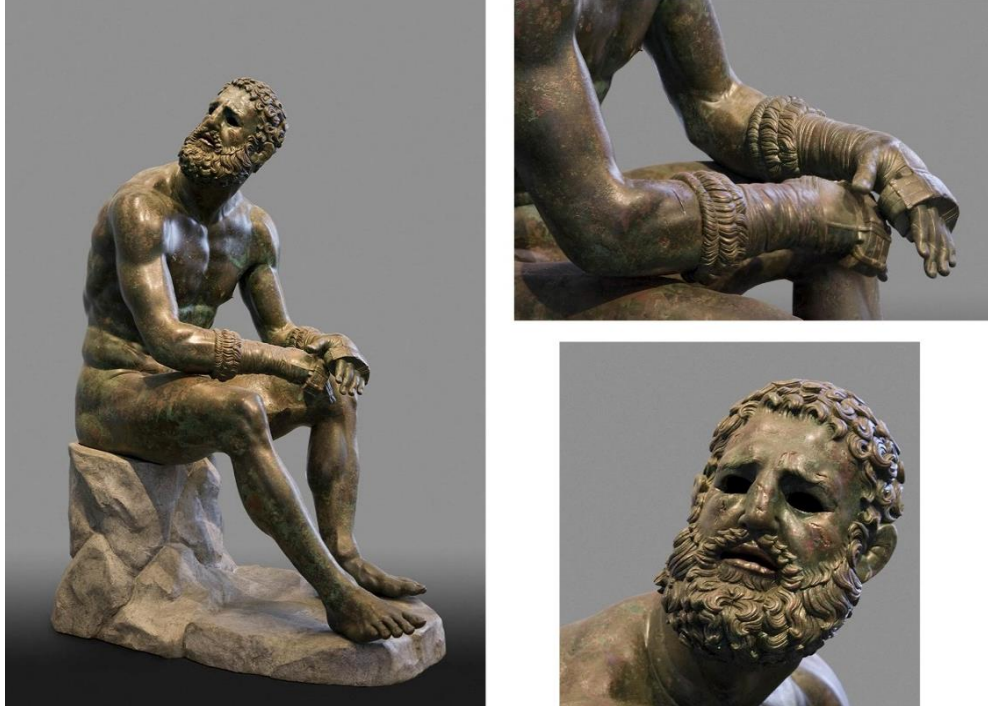


Görsel 1.15. (solda) “Poseidon ya da Zeus Anıtı”, Bronz, Yaklaşık M.Ö. 460, Ulusal Arkeoloji Müzesi, Atina

(<https://www.learner.org/courses/globalart/work/235/zoom.html> , Erişim tarihi:12.01.2019)

Görsel 1.16. “Riace Savaşçıları”, Bronz, M.Ö. 460-450.Reggio Calabria Müzesi, İtalya
(<http://news-art.it/news/i-bronzi-di-riace-di-nuovo-visibili-al-pubblico.htm>, Erişim tarihi:12.01.2019)

Bir diğer antik eser de *Dinlenen Boksör* heykeli, Helenistik dünyadan kurtulmuş en iyi bronz heykel örneklerinden biridir. Bu dönemdeki eserler, kolayca eritildiklerinden ve yeni nesnelere dönüştürüldüklerinden dolayı nadirdirler. Eser, Yunan sanatında, bedenin ve gençliğin ideal kahramanlık tasvirlerinden uzak bir hareketin olduğu ve duygusal temalar ile daha büyük gerçekçiliklerin keşfedildiği bir dönemden geliyor (http-3) (Görsel 1.17).



Görsel 1.17. "Dinlenen Boksör", Bronz, M.Ö. 330 – 50, Ulusal Roma Müzesi, İtalya
(http://d3vjn2zm46gms2.cloudfront.net/blogs/2015/09/27010106/gm_341521EX6_detail.jpg, Erişim tarihi:12.01.2019)

Antik Çağ'da, maden döküm üzerine teknolojik gelişmelerde bazı uygarlıklar geride kalmıştır. Nijerya'daki Igba - Ukwu bölgesinde, tahmini MS.10. yy başlarında bronz döküm eserlerin meydana getirilmiş olmasına rağmen, Afrika'da çok az maddeden yapılmış eserlerin buluntularına rastlanmıştır.

Bakırın Arap tüccarları tarafından en geç 11. yüzyıl dolaylarında Sahara boyunca taşındığı biliniyor olsa da, Igbo-Ukwu bronzlarının keşfedildiği alanın yakınında kurşun ve bakır birikintilerinin olduğu belirtilmiştir. Dahası Antik Çağ'da Jos Platosu'nda kalay çıkarıldığı için, kullanılan alaşımın yerel olarak bulunması ve teknolojinin ithal edilmemiş olması muhtemeldir. Çoğu heykel Ife bölgesindeki Yoruba insanları tarafından M.S 12. ve 15. yy arasında bakır ve çinko alaşımı olan pirinçten yapılmışlardır. Göğsünde haç olan ayakta duran adam figürü, Beninde sunaklara yerleştirildiği bilinen bir heykel türüdür. Muhtemelen 16. veya 17.yüzyıllar arsında dökülmüştür. (Penny, 1993, s. 223)(Görsel 1.20)



Görsel 1.18. “Nigerian saray memuru ya da Tanrı hizmetlisi”, Pirinç,16. ya da 17.yy 65.4 cm,
Metropolitan Müzesi, New york
(Penny,1993, s.2239)

1.2. Malzeme Olarak Bronz

1.2.1. Bronzun tanımı ve yapısı

Has metaller, nitelikleri bakımından farklı kimyasal yapıdadırlar. Yumuşaklık, dayanıklılık ve ergime derecelerindeki değişkenlik olarak döküme elverişliliği gibi değişken özellikler göstermektedirler. Alaşımların oluşturulması ve kullanımına göre, saf haldeki metallerin temel özelliklerinden daha farklı özellikler göstermektedirler.

Kısaca alaşım, bir metal elementin en az bir başka element (metal, a-metal) birleşmesiyle oluşan homojen karışımdır. Elde edilen malzeme, yine metal karakterli malzeme oluşturur. Alaşımlar, karışıma giren metallerin özelliklerinden farklı özellikler gösterirler (<http-4>).

Günümüzde mevcut olan metal ve metalik alaşımların sayısı binlercedir, ancak heykel dökümcülüğünde kullanılan metaller sayıca azdır. Bilindiği üzere bakır alaşımı olan bronz, tüm heykel sanatının en yaygın kullanılan malzemesini oluşturmaktadır. Büyük popülaritesi, öncelikle maddenin mükemmel fiziksel özelliklerinden

kaynaklanmaktadır. Bunların arasında yüksek yapısal mukavemet, fiziksel kalıcılık ve korozyona karşı direnç, döküm kolaylığı ve yüzey patine uygulanabilmesiyle öne çıkmaktadır. Bileşimi genellikle %85 bakır ve %15 kalay oranıyla meydana gelen bronzun içerisinde kalay oranı arttıkça metal alaşımın sertlik derecesi de artmaktadır, oran düştükçe sertlik derecesi de düşmektedir. 1100-1200 derece aralığında ergimesi gerçekleşmektedir. Döküm sonrası, metalin hızlı soğuması yumuşak ve esnek, yavaş soğuması sert ve gevrek bir yapıya sahip olmasına neden olmaktadır. Bakır ve kalay alaşımı olan bronz; sadece küçük miktarlarda diğer metaller zaman zaman, fiziksel güç veya korozyona karşı yüksek direnç sağlanabilmesi nedeniyle eklenmektedir. Doğrudan bakır-kalay alaşımının dışında, günümüzde çoğu kullanılan bronzların içerisinde çinko, alüminyum, nikel, manganez ve fosfor gibi elementlerde kullanılmaktadır (Rich, 1988, s. 135)

Sonuç olarak tarih değiştikçe bronz metalinin gelişimi de değişmiştir. Günümüzde ihtiyaç ve isteklerine göre çok çeşitli bronz alaşımları geliştirilmiştir. Sanatsal kullanımının dışında endüstriyel sektörde farklı niteliklere sahip diğer elementlerle oluşturulmuş bakır alaşımları kullanılmaktadır. Bu bağlamda heykel dökümcülüğünde kullanılan bazı bronz türleri şunlardır:

1.2.2. Heykel dökümcülüğünde kullanılan bronz çeşitleri

- *Kızıl pirinç ya da diğer adıyla Avrupa bronzu:* %85 bakır, %5 kalay, %5 çinko ve %5 oranında kurşun bileşimiyle oluşmaktadır. Bu alaşım yüzyıllar boyunca Avrupa'da bronz heykellerde kullanılmaktadır. Bu bronzun alaşımının yüzey kısmı parlatıldığı zaman, pembemsi bir renk tonu ortaya çıkmaktadır.
- *Silikon bronzu:* Silikon bronz, oldukça geniş çeşitlilik sahasına sahiptir. Gelişmiş döküm kalitesi, yüksek gerilme mukavemeti, dövülebilirlik ve şekillendirilebilirlik açısından birinci derecede talep edilmektedir. Silikon bronz alaşımı kendi içinde iki sınıfa ayrılmıştır, yüksek ve düşük silikon oranı içeren bakır alaşımı olarak. Bronz heykel dökümünde, yüksek silikon oranı kullanılması tercih edilmektedir. Silikon bronz alaşımı, %95 bakır, %4 silikon ve %1 manganezden oluşmakta ve demir gibi muhtelif diğer elementler de olabilmektedir. Silikon içeriğinin ve yüksek bakır oluşumundan, korozyona karşı dirençli olmasından dolayı, yüzeye patina uygulaması diğer bronz alaşımlarından daha zordur.

- *Alüminyum bronzu:* Alüminyum bronzları %4 ile %10 arasında alüminyum içeren bakır alaşımlardır, ayrıca bir çok bileşiminde demir, nikel ve manganez gibi alaşım elementleri de içermektedir. Bu alaşımların en yaygın olanları %88 bakır, %9 alüminyum, % 3 demir veya %95 bakır ve %5 alüminyum içerir (Kipper, 1995, s. 26,27).

Başıoğlu'nun (Başıoğlu, 1979, s. 13) ifadesiyle ‘‘ Bronzun biçimlendirilmesi, gerek endüstride gerek başka konularda, değişiktir. Malzemenin özelliğine dayanarak kullanılma yerlerine göre alaşımlarının oranı değiştiği gibi döküm türleri de değişir.’’

İKİNCİ BÖLÜM

2. BRONZ DÖKÜM VE PATİNA YÖNTEMLERİ

Yılmaz'ın (Yılmaz, Heykel Sanatı, 1999, s. 51) tanımıyla "Teknik ve yöntem, kullanılan malzemeye göre değişir. Başka bir deyişle, her malzeme (taş, bronz, kil, alçı vb.) kendi teknik ve yöntemini gerekli kılar" Heykel tekniklerinde bilindiği üzere, kalıba döküm işlemi kısaca; hazırlanmış olan ve sertleşebilen sıvı malzemeyi bir kalıp içerisine döküp, sertleşmesi gerçekleştikten sonra kalıp içerisinden çıkarılması işlemi olarak tanımlayabiliriz. Bu sertleşme tekniği, modellenen formun yüzeyinden alınan kalıp boşluğundan, kendi ağırlığı veya basınç etkisiyle akıtılarak uygulanmaktadır. Günümüzde, bronz heykel dökümlerinde hala eski geleneksel yöntem ve teknikler sürdürülmektedir. Sadece gelişen teknolojinin etkisiyle; daha pratik, maliyeti düşük ve hassas dökümler gerçekleştirilebilmektedir. Bronz dökümlerinde en çok iki ana temel döküm yöntemi kullanılmaktadır; kuma döküm ve mum yoketme teknikleridir. Üçüncü bir yöntem de, dolu döküm yöntemi. Dolu döküm, yöntemi diğerlerine göre daha basit olmakla beraber heykelde sadece küçük boyutlu ölçeklerde uygulanmaktadır. Bu yüzden metal dökümünde pek tercih edilmemektedir.

2.1. Kuma Döküm Yöntemi

Adından anlaşılacağı gibi ana malzemesi kum bazlı olan, yüzyıllar boyunca kullanılmış ve günümüzde de endüstriyel boyutuyla sık kullanılan bir döküm yöntemidir. Döküm kolaylığı ve düşük maliyetinden dolayı en çok tercih edilmiş yöntemdir. Heykel dökümcülüğünde ise, ince detaylara ihtiyaç duyulmayan, özellikle büyük parçaları üretmek için tercih edilen bir yöntem olmuştur. Dökümcülükte en iyi sonuçların elde edilebilmesi için çok ince taneli bir kum yapısı kullanılarak bu kumun özelliği öne çıkmaktadır.

2.1.1. Döküm kumunun özelliği

İki tür döküm kumu vardır. Bunlar, doğal kumlar ve sentetik kumlardır. Doğal kumlar, doğadan nasıl elde ediliyorlarsa o şekilde kullanılırlar. Yani herhangi bir işleme tabi tutulmazlar. Doğal kalıp kumunun en kullanılabilir özelliği, nemi uzun süre bünyesinde tutabiliyor olmasıdır. En kötü yanı ise özelliklerinin değişken

olmasıdır. Sentetik kumlar, doğal kumların işlenmiş (yıkamış, empüriteleri giderilmiş) ve elenerek istenilen tane boyutuna ve şekline getirilmiş kumlardır. Sentetik kumların en önemli özelliği gaz geçirgenliğinin fazla olması ve daha refrakter (sıcaklığa dayanabilme) özellikte olmasıdır. Bunun yanında sentetik kumlar doğal kumlara nazaran daha kararlı yapıdadırlar ve süreçte kontrol edilebilirler. Döküm kumlarından beklenen en önemli özellik gaz geçirgenliğidir.

Kalıp kumununtanelerinin iriliği, 0,01-0,5 mm arasındadır. Kumun taneleri ne kadar ince olursa, döküm o oranda temiz detaylı olur. Fakat kumun gaz geçirme yeteneği de azalır. Kum taneleri hep aynı irilikte olursa, döküm gazları kolay çıkabilir. Karışık taneli kalıp kumunda iri tanelerin arasını küçük tanecikler doldurur ve gazların sızmasına engel olur. (Başoğlu, 1979, s. 14)

Eğer kum kalıp, gazı iletmiyorsa döküm esnasında metalden gelen gazlar kalıpta sıkışma yaratacak, poroziteler (gözeneklere) ve patlamalara neden olacaktır. İkincil olarak beklenen en önemli parametre mukavemettir. Döküm kumu hem yaş hem de kuru mukavemete sahip olmalıdır. Eğer gereken mukavemet sağlanamazsa, döküm esnasında veya dökümden sonra kalıp parçalanır (http-5).

Çoğu döküm kumu, genellikle silikat ve kuvars karışımlarından oluşur. Dökümhanelerde en çok kullanılan kum, yabancı ve organik maddeler içermeyen saf silika tanelerinden oluşmaktadır. Temiz ve renksiz görünen silika kumu beyaz ve parlak yapıdadır. Kullanılan diğer iki kum ise zirkon ve olivin kumudur. Zirkon, zirkonyum silikattır. Olivin, bir seri karışık magnezyum, silikat ve demir silikat kristalinden oluşur. Siyahtan yeşile kadar değişebilen renk özelliğine sahip olan bir mineral çeşididir. Bu kumların her üçü de yüksek dayanıklılık ve ısı şoka karşı dirençlidirler (Görsel 2.1, 2.2, 2.3).



Görsel 2.1. Silika kum örneği

(<https://towardsdatascience.com/my-silica-sand-data-adventure-3b9231e6ba08>, Erişim tarihi: 11.02.2019)



Görsel 2.2. Zirkon kum örneği

(<https://www.imagenesmi.com/im%C3%A1genes/zircon-sand-1f.html>, Erişim tarihi: 11.02.2019)



Görsel 2.3. Olivin kum örneği

(<https://www.sandatlas.org/olivine-sand>, Erişim tarihi 11.02.2019)

Bu tür kumlar tek başlarına kullanılmadıkları için, belli oranlarda içine bağlayıcı görevi görecek organik ve inorganik katkı maddeleri eklenmektedir. Organik bağlayıcılar, döküm sonrası çabuk dağılıp, gaz oluşturmaları gibi dezavantaja sahiptirler. İnorganik bağlayıcılar ise, gaz oluşturmamaları gibi avantajlı olup, döküm sonrası zor dağılan bir etkisi görülmektedir. İnorganik bağlayıcı olarak kil, çimento, reçine ve benzin gibi katkı maddeleri kullanılmaktadır. Dökümde en yaygın kullanılan yöntem, yaş kuma dökümdür. Yaş kum yönteminde; kum tanelerini kil ve su karışımı ile bağlayarak bir kum karışımı elde edilmektedir.

Yaş kum kalıpları için bağlayıcı olarak kaolin (beyaz kil) veya bentonit killer kullanılmaktadır. Kullanılabilecek kil miktarı, büzülme ve kalıbı gözenekli tutma ihtiyacı nedeniyle %10 - %20 arasında katılmaktadır. Yağsız bir kum %5-8 oranında, az yağlı kum %15 ve yağlı kum %15'ten daha fazla kil oranıyla üç türdür. Karışıma katılacak

su miktarı ise % 5-12 oranında tutulmaktadır. Yağsız kalıp kumu, kuru halde dağılmalar göstereceğinden dolayı, döküm esnasında kalıp kumu nemlendirilmelidir. Gaz geçirgenliğinin sağlanabilmesi için mutlaka döküm öncesinde çok iyi kurutulmalıdır. Bu sayede, kurutulmuş kumda meydana gelen çatlaklardan gaz geçirgenliği sağlanmış olacaktır. Döküm esnasında kalıp kumunun yanarak yapışmaması için de %5-20'lik oranda öğütülmüş taş kömürü katılır. Erimiş madeni kalıba dökerken, yaş kum yüzeyine grafiti tozu ya da odun kömürü serpilir. Aynı işlem kuru kum yüzeyinde de sulandırılıp fırça ile sürülür. Böylece dökülen modelle kum arasında kömür zerreleri yanarak, döküm parçası ve kum arasında koruyucu bir gaz yüzeyi oluşturur. (Başoğlu, 1979, s. 14,15)

2.1.2. Kuma Döküm Aşamaları

Bronz dökümün kum kalıbı işlemindeki genel prosedür, ilk önce orijinal kil modeline göre pozitif bir model yapmaktan ibarettir. Kuma döküm, iki parçalı olan ve yüzeyleri düzgünce örtüşen, birbirlerine kenetlenebilen çelik, demirden veya ahşaptan yapılmış kasalar içerisinde gerçekleştirilmektedir. İlk kasa, önce düz bir zeminde konumlandırılıp ve ardından döküm kumuyla doldurulur (Görsel 2.4).



Görsel 2.4. Kalıp Kasasına Kum Ekleme Aşaması

(<https://www.instructables.com/id/Making-a-sand-cast-bronze-sculpture/#discuss>, Erişim tarihi: 13.02.2019)

Kalıbın içine doldurulan kum kütesine, daha sonrasında pozitif modeli dikkatli ve terazili bir şekilde yavaşça bastırılarak yerleştirilir (Görsel 2.5).



Görsel 2.5. Mum Modelin Kuma Yerleştirilme Aşaması
(<https://www.instructables.com/id/Making-a-sand-cast-bronze-sculpture/#discuss>, Erişim tarihi:
13.02.2019)

Gömülmüş olan modelin çevresindeki kumlar da daha sonra eşit bir şekilde dağıtılarak ve hafifçe dövülerek sıkıştırılır. Bu işlemden sonra, kum birikintilerinin kenarları düzgün bir şekilde temizlenmelidir. Tamamlanan kısım veya kum kalıp ünitesi, bir sonraki ünite biçimlendirilmeden önce, ayrıştırma materyali olarak pudra ile iyice tozlanmaktadır (Görsel 2.6, 2.7).



Görsel 2.6. Döküm Kumunun Sıkılaştırılma Aşaması
(<https://www.instructables.com/id/Making-a-sand-cast-bronze-sculpture/#discuss>, Erişim tarihi:
13.02.2019)



Görsel 2.7. *Ayrıştırıcı Pudra Uygulanması Aşaması*
(<https://www.instructables.com/id/Making-a-sand-cast-bronze-sculpture/#discuss>, Erişim tarihi: 13.02.2019)

Pudralama sonrası, ikinci kalıp kasası ilk parçanın üzerine yerleştirilir ve bağlayıcı pimlerle kaymaması için birbirlerine sabitlenirler. Bu esnada modelin sabitlenen ikinci kalıp kasası boşluğuna tekrardan kum ilavesi yapılır. Yapılan kum eklemeleriyle, beraberinde dövülerek sıkı bir kütle elde edilene kadar tamamen doldurulmaktadır. Ardından yüzeydeki bozuk olan fazla kum birikintilerini, düz bir çubuk malzemeyle tıraşlanarak düzeltilir (Görsel 2.8, 2.9).



Görsel 2.8. *Üst Kalıp Kasasına Kum Eklenerek Doldurulma Aşaması*
(<https://www.instructables.com/id/Making-a-sand-cast-bronze-sculpture/#discuss>, Erişim tarihi: 15.02.2019)



Görsel 2.9. Kumun Traşlanarak Düzeltme Aşaması
(<https://www.instructables.com/id/Making-a-sand-cast-bronze-sculpture/#discuss>, Erişim tarihi: 15.02.2019)

Kalıplar sökülerek üst ve alt parçalar birbirinden ayrıştırılır. Üst kalıp parçasına gaz çıkışı ve döküm yolu kanalları hazırlanır. Bu ana yolğun görevi, eriyik metalin kalıp boşluğunun akışını sağlamak; çıkıcıların da, dökülen metalin kalıp boşluğunun doluluk yeterliliğini gözlemlemeye yaramaktadır. Yolluk kanalının ağız kısmı, döküm işlemi rahat işlev görebilmesi için geniş bir boşluk oluşturulmalıdır. Kumun döküm esnasında tamamen gaz geçirgenliğini sağlamak için kum yüzey şişlenerek kanallar açılır (Görsel 2.10, 2.11).



Görsel 2.10. Kalıp boşluğuna yolluk ve çıkıcıların açılması
(<https://www.instructables.com/id/Making-a-sand-cast-bronze-sculpture/#discuss>, Erişim tarihi: 17.02.2019)



Görsel 2.11. Döküm Ağzı ve Gaz Yollarının Açılma Aşaması
(<https://www.instructables.com/id/Making-a-sand-cast-bronze-sculpture/#discuss>, Erişim tarihi:
17.02.2019)

Kum içine gömülü olan model, ilk önce suyla ıslatılmış bir fırça yardımıyla modele değen kenerlarını nemlendirilir. Böylelikle kumun modele yapışması engellenmiş olunur ve kalıp kenarlarında dağılmalar gerçekleşmez. Bir tokmak yardımıyla model etrafınca hafif bir şekilde tokmaklandıktan sonra model alt kalıptan dikkatlice çıkartılır. Her iki negatif yüzeye maden döküm öncesi grafit tozu veya kömür tozu serpiştirilir (Başoğlu, 1979, s. 19,20) (Görsel 2.12).



Görsel 2.12. Kalıbın Açılma Aşaması
(<https://www.instructables.com/id/Making-a-sand-cast-bronze-sculpture/#discuss>, Erişim tarihi:
17.02.2019)

Eğer dökülecek parçaların formlarında girintili, çıkıntılı boşluklu ve delikli alanların elde edilmesi gerekiyorsa, tamamen kalıplanmadan önce model içerisine maça kumu hazırlanıp eklenmesi gerekmektedir. Maça yapımının esas malzemesi genellikle Silis (silis SiO_2), Olivin ($\text{MgFe}_2\text{SiO}_4$), Kromit ($\text{FeO-Cr}_2\text{O}_3$) veya Zirkon (ZrSiO_4) kumlarından oluşmaktadır. Kil bağlayıcısıyla hazırlanan maçalar, duruma göre yaş veya kuru halde uygulanabilmektedir. Maça için kalıbın şekline uygun bir şekilde ince demir ve telden oluşan armatür oluşturulur. Hazırlanan yaş kum, armatüre iyice sıkıca doldurulup şişlenir ve yüzeyine grafiti veya kömür tozu sürülür. Hazırlanan kum, 150 ila 350° arasında fırında kurutulularak mukavemeti artırılır. Kurutulan maça kumu, döküm işlemi sonrasında kolaylıkla dağılarak model boşluğundan boşaltılabilmektedir.

Bitmiş kalıp daha sonra zemine veya bir döküm çukuruna dökülme pozisyonunda yerleştirilir. Potada eritilen metal, maşalarla tutularak ve kalıp üzerine uygun pozisyonda iken, akışkan olan metali döküm ağzından akıtılır. Bu uygulama sırasında çıkıcılardan metal yüzeye erişene kadar devam edilir. Bu sayede kalıbın eksiksiz dolmuş olduğu anlaşılmaktadır.(Bkz. Görsel 2.13)



Görsel 2.13. Metalin Kuma Döküm Aşaması

(<https://www.instructables.com/id/Making-a-sand-cast-bronze-sculpture/#discuss>, Erişim tarihi:17.02.2019)

Bronz döküldükten ve sertleştirildikten sonra, sıcak metal kalıp bölümleri levye yardımı ile ayrıştırılır. Dökülen model soğuduğunda, döküm ve maça kumu kırılıp parçalanarak modelden arındırılır. Ardından yolluklar, metal testeresi ya da kesici bir disk yardımıyla kesilir. Ardından eğe ve zımpara ile yüzey rötuşlanır. Dökümden sonra yüzey temizliği için; tel fırça ile fırçalanıp ve ardından ağırtılma işlemi için su ile seyreltilmiş

bir nitrik asit çözeltisi kullanılır. Bronzun aside batırılma süresi çok uzun tutulmamalıdır ve asidin aşındırıcı etkisini durdurmak için asit banyosundan çıkarıldıktan sonra temiz suyla iyice yıkanmalıdır. (Rich, 1988)

2.2. Mum Yoketme Yöntemi

Hassas döküm yöntemi, kalıp içindeki model mumun (mum yok etme) buharla veya ısı yordamıyla eritilip döküm ağzından akıtılıp, boşalan kalıp boşluğuna erimiş madenin doldurulma esasına dayanan bir yöntemdir. Bu döküm yöntemi, günümüzde dereceli ve seramik kaplama yöntemi olarak iki ana yöntemle uygulanmaktadır. Bu yöntemler, model hazırlama tekniği açısından tamamen aynıdır. Seramik kaplama yönteminin farklı yanı, modellerin hemen her zaman bir ön kaplama işlemine tabi tutulmasıdır. Dereceli hassas döküm yönteminde ise modeller ön kaplama işlemine tabi tutulabilir veya hiç ön kaplama yapılmayabilir.

2.2.1. Model mumunun yapısı

Hassas dökümcülükte kullanılan mumların ana maddesi, çoğunlukla doğadan elde edilen organik yapılu balmumdur. Geçmişte heykel dökümcülüğünde, genellikle istenen bazı nitelikleri üretmek için bir takım bileşenleri bir araya getirerek kendi mum formülleri oluşturmuşlardır. Elde ettikleri mumun, sertliği için parafin, esneklik için balmumu, kayganlık için bir miktar petrol jeli ya da lanolin ve renk için demir oksit veya lamba isi gibi bileşenler içermektedir. Formüllerin çoğunun temeli, eşit miktarda balmumu ve parafin olup, diğer bileşim maddelerine küçük miktarlarda olmak suretiyle toplamın üçte birini geçmeyecek şekilde- ilave edilmektedir.

Bu formülleri (Donald.J.Irving, 1970, s. 91) ‘dan örneklendirmek gerekirse; biçimlendirilebilen bir mum için %50 balmumu, %40 parafin, %7 vazelin,%3 lanolin (koyun ve keçi yününden elde edilen madde) veya %40 balmumu, %40 parafin, %15 reçine, %5 vazelin bileşimleriyle elde edilmektedir.

Yontma, daldırma ve boyama olarak kullanım için; %20 balmumu,%30 parafin, %30 Ceresin (parafin ve mikrokristalin mum bileşimi),%20 Carnauba (palmiye yağı) olarak formüle edilip oluşturulmaktadır.

Ancak günümüzde bir petrol ürünü olan, parafinden ve balmumundan daha ince mikroskobik yapısı olan ve mikrokristalin olarak adlandırılan mumlar kullanılmaktadır. Ayrıca, mikrokristalin mumlar şu an günümüzde bronz dökümde yaygın olarak

kullanılmaktadır. (Bkz. Görsel 2.14) Hassas dökümcülük için formüle edilmiş bu ticari mumlar; kullanım amacına göre çeşitli sertlik derecelerine ve erime noktalarına sahiptirler. (Andrews, 1983, s. 251)



Görsel 2.14. *Mikrokristalin Mum Örneği*
(<https://www.truthinaging.com/ingredients/microcrystalline-wax>, Erişim tarihi: 21.02.2019)

2.2.2. Model mumunu hazırlama

Mum yok etme işlemi öncesinde, bugün piyasada kullanılan tüm esnek kalıplama bileşiklerinin icadından önce, heykel yüzeyinden kalıp almada ve karmaşık parçalı alçı kalıplar yapılmasında ya da kullanımı zor ve çok kısa bir ömre sahip olan erimiş jelatin kullanılmaktaydı. Ancak tüm bunlar son yirmi yıl içerisinde büyük ölçüde değişti. Ve bu temel kalıplama malzemeleri: lateks, polisüflitler, poliüretanlar, silikonlar ve çeşitli başka temel malzemeler olarak gruplandırılabilir. Mum yok etme işlemi öncesi heykel yüzeyinden en ince ayrıntı detayları bile alabilen silikon kalıp daha çok tercih edilmektedir. Katalizörler tarafından aktive edilen farklı tipteki soğuk kalıplama bileşiklerinden yapılan bu silikon, heykel yüzeyine fırça ile sürülerek veya dökülerek iki türlü uygulanmaktadır (Görsel 2.15).

Parçaların boyutuna bağlı olarak, daha mükemmel bir mum dökülebilmesi ve montaj kolaylığı için heykel yüzeyinde parçalı bölümler oluşturulabilir. Bu silikon kalıp bölümleri, esnek kalıbın yeterince sert tutulmasına sağlayabilmek için üstüne tekrardan alçı ile kaplanarak ikinci bir ana kalıp sistemi uygulanmaktadır. Böylelikle mum uygulama esnasında negatif yüzeyin esnemesi kesilir.



Görsel 2.15. Silikon Kalıp Aşaması
(<https://www.baerbronze.com/molds>, Erişim tarihi: 22.02.2019)

Parçaların boyutuna bağlı olarak, daha mükemmel bir mum dökülebilmesi ve montaj kolaylığı için heykel yüzeyinde parçalı bölümler oluşturulabilir. Bu silikon kalıp bölümleri, esnek kalıbın yeterince sert tutulmasına sağlayabilmek için üstüne tekrardan alçı ile kaplanarak ikinci bir ana kalıp sistemi uygulanmaktadır. Böylelikle mum uygulama esnasında negatif yüzeyin esnemesi kesilir.

Eğer ana kalıp malzemeniz sadece alçıdan oluşmaktaysa; kuru kalıp parçalarına mum dökülürken yapışmaması için öncesinde ıslatılması gerekmektedir. Böylelikle mum nemli olan alçı kalıptan kolaylıkla ayrılmaktadır. Eğer mum kuru alçıya yapışırsa, bir süre suya batırıp ıslatılarak mumun kalıp parçasından ayrışması sağlanabilir. Mumun çeşitli katmanlarını oluşturabilmek için hangi sıcaklıkların en iyi olduğu konusunda çeşitli söylemler vardır.

Langland'ın (Langland, 1999) uygulamalarında gözlemlediklerine göre; ilk katın yaklaşık 104°C de ısıtıldığı ve ardından gelen katların hızlı bir şekilde soğuduğu zaman iyi sonuçlar almıştır. İlk kattan sonra, 93°C 'de, ikinci bir kat, 82°C'de, bir üçüncü 77°C'de, bir dördüncü 71°C'de vb. uygulamıştır. Bu bağlamda erimiş mumun kalıba uygulanmasında dökme ve fırçayla sürme olarak iki yöntem uygulanmaktadır.

2.2.3. Mumun dökülmesi

Genellikle, boşaltma ve bekleme yöntemiyle dökülen mum, kapalı kalıp tamamına gelene kadar doldurulmaktadır. Döküm esnasında hava kabarcığı oluşmaması için düzgün bir yüzey sağlamak adına döküm esnasında hafifçe döndürülür. Sıcak mumun kalıp içinde, dıştan içe doğru soğuması gerçekleşirken kenarların donması için beklenmektedir. Kenarlarda uygun bir kalınlık elde edildiğinde, geri kalan mum yavaşça eğilerek dışarı boşaltılır. Ardından tamamen soğuyan mum model kalıptan çıkartılır. Böylelikle boş bir döküm mum modeli elde edilmiş olunmaktadır. Kabartma veya açık bir kalıpta çalışılıyorsa, 104 ° C'de olan mumu kalıp üstünde fırça ile yaydırılarak kaplanır (Görsel 2.16).



Görsel 2.16. Mumun Kalıp İçine Dökülme Aşaması
(<https://www.baerbronze.com/wax-pour>, Erişim tarihi: 23.02.2019)

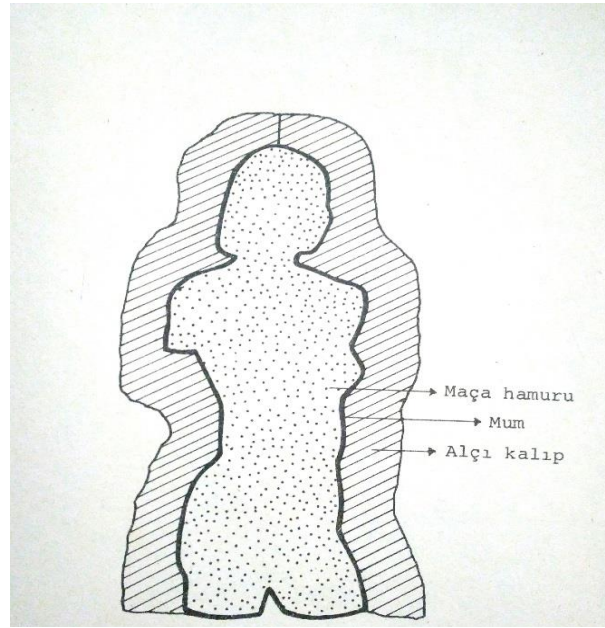
Tüm yüzeyi mum tabakası ile kapladığınızda, uygulanan mum yüzeyi soğudukça bir diğer kat için fırça işlemine devam edilmektedir. Yaklaşık 4 veya 5 milimetre kalınlığa ulaşılan kadar kalıbın tüm yüzeyine eşit miktarlarda sürülerek bir tabaka oluşturulmaktadır.

Çok parçalı bir kalıp kullanıyorsa, kalıbın içerisine ilk kat mumu fırçayla sürüldükten sonra kalıbı kapatıp, birleşim yerlerine de mumu sürerek ya da akıtarak kenetlemek gerekmektedir. Bir başka seçenek olarak, ilk katmanı sürerken aynı anda kalıp kenarlarına da ince bir kat sürülür. Kalıp daha sonra kenarlarındaki ince mum tabakası ile bir araya getirilip kapatılır ve geri kalan balmumu içine dökülür. Bu bize daha sonra tıraşlanmak

üzere bir çıkıntı oluşturup, ardından dökülen mumun kalıp birleşim yerlerinden dışarı akmasını sağlayacaktır. (Langland, 1999, s. 124,125)

2.2.4. Maça yapımı

Yolluk sistemine geçilmeden önce, kalıp içerisindeki boş mum modelimiz içerisine maçalama işlemi yapılır. Maça sistemi, döküm sonrası heykelin hafif ve içi boş olması için hazırlan özel karışimli alçı veya kumdan oluşan mum modelin iç kısmına yerleştirilen pozitif dolgudur (Görsel 2.17).

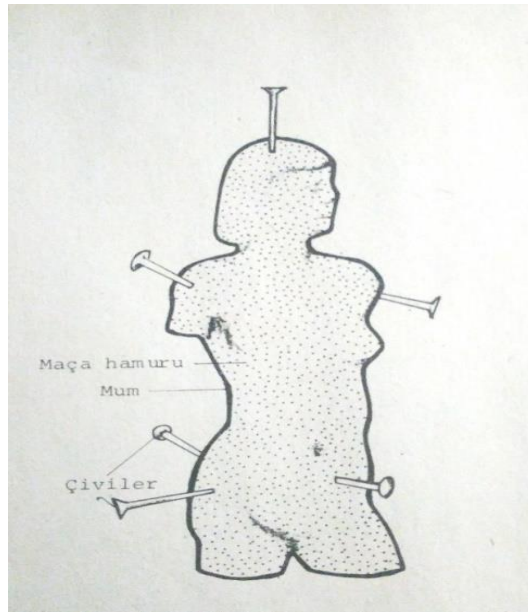


Görsel 2.17. Kalıp Maçası Çizimi
(Başoğlu,1979,s.33)

Maça kumu, kalıbın diğer yerlerine göre daha fazla erimiş metal ile temas halinde olacağından, daha yüksek mekanik sıcaklığa dayanıklı, kum ve bağlayıcı karışımı ile hazırlanan kum kütlelerdir. Kuma döküm yönteminde hazırlanan kum ve bağlayıcılarla aynı formül ile hazırlanmaktadır. Belli oranlar dahilinde karıştırılmış maça kumu; pişirilme, gaz verme (cam suyu olarak bilinen sodyum silikat ($\text{Na}_2(\text{SiO}_2)\text{O}$) ile bağlanan kum karışımından karbondioksit gazı (CO_2) geçirilerek pişirmeye gerek kalmadan sertleşme esası) ya da zamana bağlı olarak kendiliğinden oluşacak kimyasal reaksiyonlar sonucundaki sertleşme neticesinde elde edilirler. (Döküm Teknolojisi, 2016)

Mum modelin maça aşaması tamamlandıktan sonra, kalıptan çıkarılarak maça pimleri eklenmektedir. Bu pimler 5 ile 6 cm'lik boylar olarak da kullanılmaktadır. Kullanılacak maça pimlerinin boyutu, işin boyutuna göre de değişebilmektedir. Kullanım

amacı, negatif kalıp içindeki mumun eritilip dışarı atıldıktan sonra, maçanın negatif kalıp içerisinde eşit ve güvenli bir şekilde askıda kalabilmesi için uygulanmaktadır. Bu maça pimleri, çividen veya bronz çubuklardan oluşmaktadır. Bronz pimler, döküm alaşımı ile aynı görünüme sahip olmalarından dolayı, döküm sonrası pimler kesildiğinde ve çivinin bırakacağı metal kalıntılara nazaran yüzeyde leke göstermezler. Bu pimler model mumunun yüzeyinden yarısına kadar içeri doğru çakılarak maça malzemesine nüfuz etmelidir. Ve modelin etrafına kaplanacak kalıp alçısına sıkıca tutunabilmesi için model mum yüzeyinden yeteri kadar dışarısında olmalıdır.(Bkz. Görsel 2.18)



Görsel 2.18 Maça Pimlerinin Çizimi
(Başoğlu,1979,s.34)

2.2.5. Yolluk sistemi

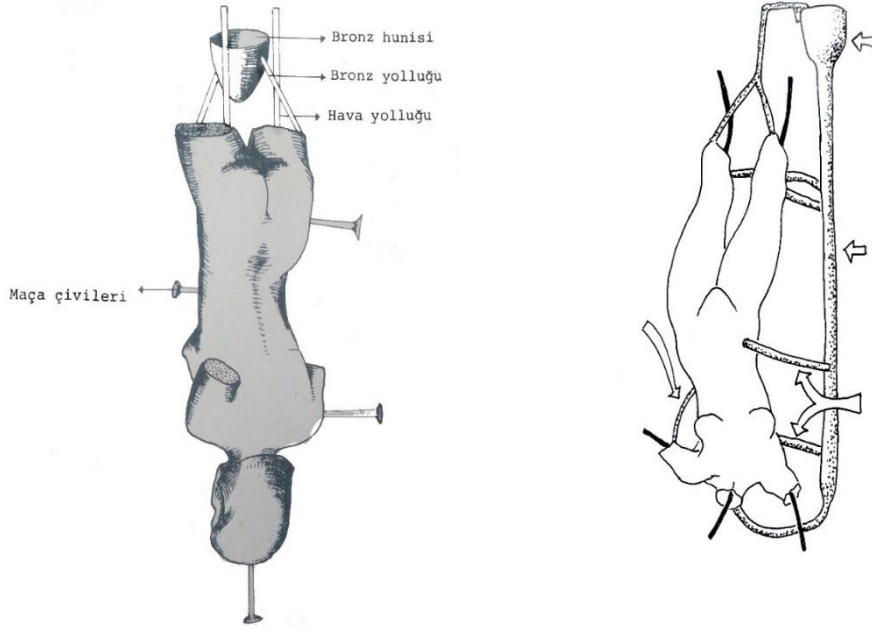
Yolluk sistemi, modeli döküm hunisine bağlayan mum çubukların oluşturduğu ağlardır. Yolluk ve hava çıkış çubukları yuvarlak, kare veya dikdörtgen gibi çeşitli şekillerde olabilmektedirler. İçi boş ve dolu olarak da iki çeşittirler. Çeşitli türleri olmakla beraber standart kırmızı yolluklar en yaygın olanlarıdır. Kalınlıkları 3 milimetre ile 7 cm aralığında veya daha fazla olabilmektedirler (Görsel 2.19).



Görsel 2.19 *Çeşitli yolluk çubukları*
(Langland,1999, s.130)

Dökümden hemen önce yerleştirilen bu yolluklar, döküm işleminde üç ana işlevi yerine getirmektedirler. Mum kütesinin ilk aşamasında, eriyerek kalıp dışına akıtılması işlemini gerçekleştirir. İkinci aşamada, bu sistemin ana kanalları erimiş metalin kalıp boşluğunun tüm kısımlarına ulaşmasına ve beslenmesine izin verir. Bir grup küçük kanallar ise, döküm sırasında erimiş metal tarafından üretilen gazın kalıp içinde sıkışmaması için gaz çıkışını sağlamaktadır. Çoğu yolluk sistemi üstten ve dipten besleme olarak iki çeşitte uygulanmaktadır. Üstten besleme sistemi, eriyik metal, heykelin üstüne yerleştirilen döküm hunisinden boşaltılarak, yukarıdan aşağıya doğru doldurmak için boşluğa akar. En basit ve en doğrudan sistem olarak tanımlanabilir (Görsel 2.20).

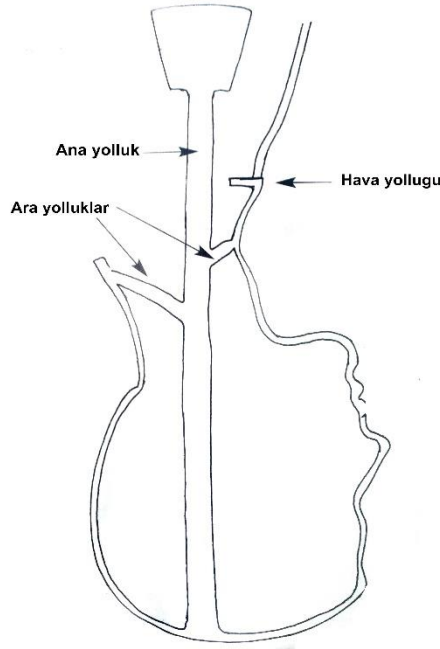
Alttan besleme sistemi, metali ana yollukla heykelin dibine doğru taşıyarak ve daha sonra içerideki havayı dışarı atmak için aşağıdan yukarıya yükselerek boşluğu doldurmasıdır (Görsel 2.21). Yolluklar belirlenen uzunluklarda ayarlandıktan sonra, havaya ile ısıtılarak ya da sıcak muma batırıldıktan sonra belirlenen konumlara bağlanarak ana modelle birleştirilmesi sağlanır.



Görsel 2.20. (solda) *Tepeden besleme sistemin çizimi*
(Başoğlu, 1979, s.35)

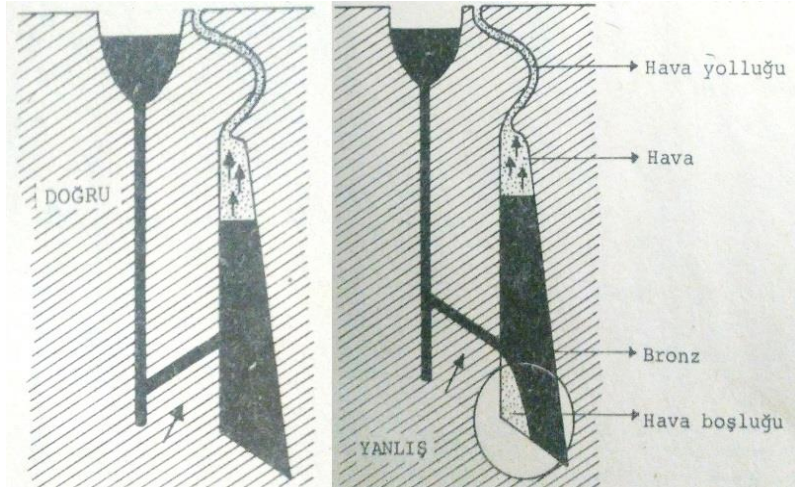
Görsel 2.21. (sağda) *Dipten beslemeli sistemin çizimi*
(Langland, 1999, s.129)

Alttan besleme sistemi biraz daha karmaşıktır. İlk önce sistemin içten mi yoksa dıştan mı yollukların bağlanacağına karar verilmelidir. Portre başı gibi geniş boşluğa sahip olan modele kolayca yolluğu içeriden yerleştirilebilmektedir (Görsel 2.22). Eğer parça uzun ve darsa küçük bir figür gibi, yolluk sistemi dışarıdan bağlanmalıdır. Bir sonraki karar ilk ana beslenmenin nereden yapılacağıdır. Dışarıdan veya içeriden, dipten uygulamada, yollukların kolayca kesilebileceği ve yeniden işlenebileceği bir yerde olmalıdır (Langland, 1999, s. 128,130).



Görsel 2.22. Ana Yolluğun İçeriden Bağlanma Çizimi
(Langlan,1999, s.130)

Anlaşılacağı gibi bronz yolluk sisteminde üzerinde durulacak nokta; erimiş metalin dolacağı yerdeki havanın, rahatça yerini metale bırakmasını sağlamaktır. Bunun için metalin gelişi daima aşağıdan yukarı doğru havayı itecek durumda olmalıdır. Aksi takdirde metal kalıp içindeki havayı sıkıştırarak hava boşlukları oluşacaktır (Görsel 2.23).



Görsel 2.23. Ara yollukların duruş açısı çizimi
(Başoğlu,1979, s.36)

2.2.6. Mum yok etmede seramik kaplama yöntemi

Seramik kaplama tekniği, daha yeni bir teknoloji içeren bir döküm tekniği olup, 1960'ların ortalarında endüstriyel döküm sisteminden, günümüzdeki sanatsal dökümcülüğüne aktarılmıştır. Ve bugünkü bronz heykel dökümcülüğünün en az yüzde 95'ini oluşturmaktadır. Bu teknik, alçı kalıbı döküm tekniğine oldukça benzemektedir. Tek farkı, kalıp malzemesi olarak alçı yerine yüksek ısıya dayanıklı refrakter malzeme kullanılır olmasıdır. Bu döküm tekniğinde, genellikle dipten besleme sistemi kullanılmayarak, sadece tepeden besleme yolluk sistemi tercih edilmektedir. Kalın yolluk çubukları içi boş balmumu borularından olması tercih edilmelidir. Böylece mum boruların genişerek seramik kabuğun çatlamasına engellenir.

Bu teknikte iki malzeme kullanılmaktadır. Ham maddesi sütlü bir sıvı harç kıvamında hazırlanan Kolloidal Silika (ince, gözeneksiz silika parçacıkları) ve silika tozudur. Dış kabuğu oluşturan silika, yüksek yanma ısısı ile kaynaşır ve sert, kırılğan, güçlü bir seramik haline gelir. Karmaşık yolluk sistemi olan modellerde döküm sırasında gaz çıkış ihtiyacına izin veren, hafif gözenekli bir yapıya sahiptir. Alçı döküm tekniğine göre daha az yere ihtiyaç duyulmakla beraber, döküm sonrası kalıp atığının temizlenmesi büyük ölçüde daha kolay olmasına imkân vermektedir.

Modelin yolluk sisteminin tamamlanmasının ardından, mum modelin sıvı silika havuzlarına batırıldıktan hemen sonra silika tozuyla katmanlar halinde bütün yüzey kaplanır. Silika tozu yukarıdan yağmurlama şekliyle sıvı silika üzerine model çevrilerek serpiştirme veya toz havuzuna batırılarak iki şekilde uygulanabilmektedir. Bu işlem, model mumun etrafında çok ince bir silika kaplaması oluşturur. İlk daldırma ve tozlama işleminden sonra yüzey kurumaya bırakılır. Belli bir mukavemete, yaklaşık 9 mm kalınlığa erişene kadar, katlar arasında kurutmalar gerçekleştirerek 6-8 defa tekrarlanmaktadır (Görsel 2.24). Her bir kat 1mm kadar kalınlık elde eder. Katlar arasındaki kurutma süresini hızlandırmak için fan kullanarak işlem süresi kısaltılabilir. Mum indirgemesi için model fırınlanmadan önce bekleme esnasında oda sıcaklığının artmaması gerekmektedir. Aksi takdirde mum genişerek seramik kalıp yüzeyinde çatlamalara neden olacaktır (Andrews, 1983, s. 285,286,287).



Görsel 2.24. Modelin Silika Tanakına Batırılması Ve Kaplanma Aşaması
(<https://www.baerbronze.com/slurry>, Erişim tarihi: 27.02.2019)

Kaplanan mum modeli, metal dökümü için model mumunun kalıptan eritilerek çıkarılması gerekmektedir. Kalıp önceden 870 ila 900 santigrat derece arasında önceden ısıtılmış bir endüstriyel fırına yerleştirilir. Kalıbın şekline ve boyutuna göre otuz dakika ila iki saat arasında değişen bir süre boyunca bekletilir. Bu sayede kalıptaki model mumun döküm yolluklarından akarak kalıptan boşalması sağlanır.

Ayrıca bu yüksek sıcaklık hem seramik kabuğun pişmesine hem de yanan mumdan geri kalan gazın oluşumunu sağlayacaktır. Böylece, iyi derecede temiz ve güçlü bir seramik kalıp elde edilir. Tamamen boşaltılan ve pişirilen kalıp artık eritilmiş bronzun dökümüne hazırdır (Görsel 2.25).



Görsel 2.25. Kaplama Sonrası Fırınlanma Aşaması
(<https://www.baerbronze.com/slurry>, Erişim tarihi: 27.02.2019)

2.2.7. Mum yok etmede alçı kalıp yöntemi

Mum yok etme aşamasında, birçok çeşitli kalıp karışımı kullanılmaktadır. Eski döküm yöntemlerinde kil, gübre, kül ve kum gibi doğal malzemelerle hazırlanan kalıp bileşkeleriyle mükemmel sonuçlar elde edilmiştir. Artık günümüzde kalıp malzemesi olarak endüstri veya dış döküm teknikleri için geliştirilmiş alçılar ve çeşitli ısıya dayanıklı malzemeler oluşturulmaktadır. Genellikle kullanım amaçlarına göre, hassas dökümler için üretilmiş yüksek ısıya dayanıklı ve fırınlanabilen özel alçılar kullanılır.’’ Bu alçılara sadece demir dışı metaller dökülebilmektedir. Bunun temel nedeni kalıp alçısının ana bileşeni kalsiyum sülfat (CaSO_4) olmasıdır. Alçı, $1193\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta faz dönüşümüne başlayarak, kristal yapısında bozulmalar gerçekleşmektedir ve $1450\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta da erimesi gerçekleşir’’ (Döküm Teknolojisi, 2016).

Normal bir alçı kendi başına, yanma ve döküm işlemlerinde karşılaşılan sıcaklık değişikliklerine dayanamaz. Yüzde 40 ila 60 oranında başka refrakter malzeme ile karıştırılarak ancak önemli bir sıcaklık şokuna dayanabilecektir. Yaygın olarak kullanılan bu refrakter silika tozu, kil, şamot gibi basitçe kullanılan maddelerden oluşmaktadır (Andrews, 1983, s. 262).

Bu refrakter kalıp karışımı için Başoğlu’nun (Başoğlu, 1979, s. 41) anlatımına göre; %60 şamotlu çamur, %20 alçı, %15 tuğla kırığı ve % 5 sulandırılmış kil ile birbirine iyice karıştırılıp su ilave edilerek karıldıktan sonra 500 veya 600 derecede pişirilmektedir. Pişirilen kalıp karışımı daha sonra tekrardan döğülerek iri taneli kalıplama karışımı elde edilmektedir.

Bu bağlamda, yolluk sistemi ve rutuşlama işlemleri tamamlanan model mumunu iki şekilde kalıplayabiliriz (Görsel 2.26). Birincisi, modelin yüzeyine kalın bir kabuk oluşana kadar alçı sıvanarak tamamen kapatılmasına dayanmaktadır. İkinci olarak, mum modeli ahşap çerçeveler ya da katranlı kağıdı silindirik şekline getirerek döküm kasası elde edip, modeli etrafında katı bir blok oluşabilecek şekilde döküm hunisine kadar kalıp alçısıyla tamamen doldurulmasıdır.



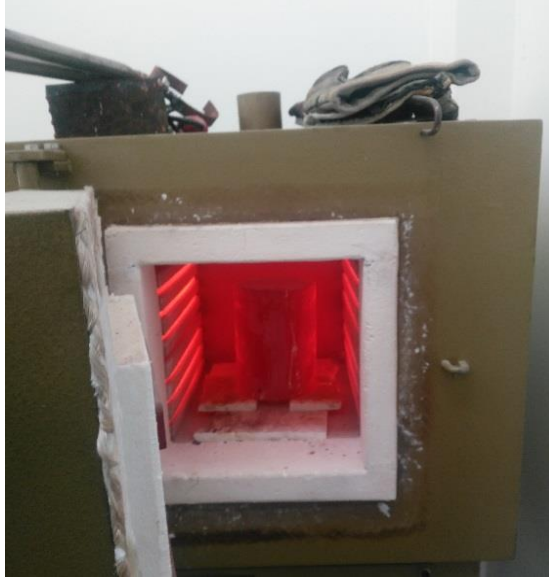
Görsel 2.26. *Tepeden Beslemeli Mum Model*
(Ergün Arslan,2019)

Ya da tam tersi modeli hazırlanan alçı içine dikkatlice batırılarak yerleştirilebilir. İkinci sistemin bir diğer alternatifi, çok iyi avantajları olan geniş çelik boru (derece) kullanmaktır (Görsel 2.27). Bu avantajlardan biri; alçı kalıbı tamamen fırınlanma sürecinde yüzeyde patlamaların gerçekleşmesinin önüne geçmesidir, bir diğeri de fırınlanma sonrasında kalıbın dışarı çıkarılarak oda sıcaklığına temas etmesinden dolayı yaşanacak büzülme ve çatlakların oluşmasına engel olmasıdır.

Bu kalıplama esnasında model mumun kasa kenarlarına temas etmemesine ve yolluk sisteminin hasar görmemesine dikkat edilip kalıp alçısının donması beklenmelidir. Donma gerçekleştikten sonra kalıp kasaları sökülerek mum indirgeme için kalıp, fırına döküm ağızı aşağıya gelecek şekilde yerleştirilir (Görsel 2.28).



Görsel 2.27. Modelin Derece Kalıba Alınma Aşaması
(Ergün Arslan,2019)



Görsel 2.28. Mumun İndirgenmesi ve Kalıbın Pişirilme Aşaması
(Ergün Arslan,2019)

Kalıplar başlangıçta 600 ila 650 ° C en çok 700 ° C derece sıcaklığa kadar ısıtılır. Sıcaklığın 0 ° C den belirtilen derece kademeli yükselmesi haliyle bir sıralama gerektirir. Yükselen ısı 20 ila 70 ° C dereceler arasında kalıbın içindeki mum ergir. 100 ila 200 ° C dereceler arasında kalıbın nemi ve mumun dumanı dışarı atılır. 200 ve 450° C arasında mum, gaz olarak kalıptan ve fırından atılır. 700 ° C ulaşıldığında kalıp alçısı pişmeye başlamaktadır ve kalıp yavaşça kırmızı bir kor haline gelerek içeride mumun

kaybolduğunu ve gazın atıldığını garantilenmektedir. Bu süre zarfında kalıpların alevlendiği görülebilir; alev yanmakta olan kalıbın üzerinde karbon kaldığını göstermektedir ve izlenmesi son derece önemlidir. Bu gözlem sırasında kalıp yüzeyinde alevlenme kalmayarak, saf, beyaz ve tamamen kuru bir yapıda gözükmelidir. Böylelikle rölelide bir sıcaklık elde edilmiş olunmaktadır ve kalıp bronz dökümü için hazır hale ulaşmıştır. Bu mum indirgeme ve pişirme sürecinde kalıbın şekline ve ölçülerine göre fırınlanma süreleri değişim göstermektedir (Williams, 1995, s. 183,184) (Başoğlu, 1979, s. 47).

Bronz, yaklaşık 1000 ° C' lik bir sıcaklıkta ergimeye başlar, ancak yaklaşık 1150 ° C de dökülebilme sıcaklığına ulaşır. Erimiş metal kalıpla temasa geçmeden önce kalıbın iyice ısındığına emin olunmalıdır. Az miktarda bile nemin kalması döküm esnasında bronzun şiddetli bir şekilde püskürmesine ve patlamalara neden olabilmektedir. Fırınlanma işleminden sonra büyük ölçekli kalıplar dikkatlice kum havuzlarına yerleştirilirler. Küçük ölçekli dereceli kalıplar da uygun bir zemine alınarak konumlandırılabilir. Bundan sonra ocakta eritilen bronz döküm hunisinden yavaşça kesintisiz bir şekilde içeri dökülür ve çıkıcı hava deliklerden görünene kadar boşaltılmaya devam edilir (Görsel 2.29).



Görsel 2.29 Metalin Dereceye Dökülme Aşaması
(Ergün Arslan,2019)

Döküm işlemi sonlandıktan sonra eriyik bronz hızlı bir şekilde soğuyarak sıvı fazdan katı faza geçer. Kalıp yaklaşık 45 dakika sonra kum havuzundan alınarak birkaç saat içerisinde açılabilme soğukluğuna erişip, bir çekiç kullanılarak alçı kalıp parçalanarak bronz modelden ayrıştırılır. Kapalı dereceler ise; kalıp alçısının patlatılması için bronzun donmasından hemen sonra derecenin tam soğuması gerçekleşmeden ya tazyikli su tutularak ya da su dolu havuza yavaşça kontrollü bir şekilde batırılır.

Bu sayede soğuk suyla temasa geçen sıcak alçı ani tepkimeye girip hızlı bir şekilde çözülme gerçekleştirerek temiz ve zahmetsiz bir şekilde derece içinden çıkarılabilir. (Bkz. Görsel 2.30)



Görsel 2.30. Su Tankında Alçı Patlatma Aşaması
(Ergün Arslan,2019)

Bundan sonra bronz modelin yüzeyinde oluşabilecek hatalar kontrol edilir. Tel fırçayla ya da kumlama yapılarak yüzeydeki girintili kısımlarda kalan döküm kalıntıları rahatlıkla temizlenebilmektedir. Kalıp alçısından arınan bronz model daha sonra nitrik asit çözeltisiyle kimyasal ağartma yapılarak döküm kararmaları giderilir. Böylelikle bronz modelimiz; oksitsiz, parlak kendine has rengini elde etmiş olur. Bu işlemler sonrasında; bir taşlama aletiyle ya da demir testereyle modelin yolluk sistemi, çıkıcıları ve kullanıldıysa maça pimleri kesilir (Görsel 2.31). Temizleme işlemlerinden sonra bronz modelin patina işlemi için son bir aşaması kalmaktadır.



Görsel 2.31. *Yolluklar ve Çıkıcıların Kesilmesi Aşaması*
(Ergün Arslan,2019)

2.3 Patina Uygulamaları

Sözlük anlamına göre patinalar, doğal veya yapay olarak oksidasyon sonucunda bakır alaşımlarında görülen, kahverengi ya da yeşil renkli ince korozyon tabakasıdır. Bu korozyon tabakası metaller üzerinde oluşan ilk doğal renk formlarıdır. Doğal patinler tipik olarak aşındırıcı ve çoğunlukla karbon, oksijen ve su içeren kimyasal reaksiyonların sonucu olarak meydana gelmiştir. Bu metal yüzeyinde oluşan reaksiyonlarının çoğununun oluşumunun gerçekleşmesi için saatler, haftalar, hatta uzun yıllar süren bir sürece dayanmaktadır. Haliyle bakır alaşımı olan bronzun yüzey kısmında kabuklu yeşil bir bileşiğin oluşması, oksijen ve zaman gerektiren bir reaksiyon sonucu meydana gelmekte olduğu bilinmektedir (McCreight & Bsullak, 2001, s. 8).

Zaman, doğal bir patine görüntüsü oluşumunda çok önemli bir faktördür ancak heykel sanatında bronz eserlerin renklenmesi için uzun bir süreç beklenmesi kaçınılmaz olmuştur. Çünkü sonuç alabilmek için yıllar gerektirmektedir. Bu bağlamda bir taraftan suni patinaların bulunmalarıyla, bu doğal oluşumun benzerliğine sahip sonuçlar elde edilmiştir ve zaman süresi ortadan kaldırmıştır. Suni patinalar, doğal patinalarda bulunmayan daha geniş renk ton çeşitlilikleriyle ve doğrudan hızlıca sonuç göstermeleriyle birlikte, patinalama uygulamalarında önemli bir avantaj kazanılmıştır.

Suni patinalar kendi içlerinde; klasik, geleneksel ve çağdaş olmak üzere üç stilde adlandırılmıştır. Bunlar, tarihsel olarak kategorize edilmiş üç farklı görünümü temsil etmektedir.

Klasik tarz, doğal yollarla oluşmuş olan renklerin mümkün olduğu kadar basit şekilde, en yakın olarak benzerliğiyle adlandırılmaktadır. Tuz, sirke ve amonyak gibi kullanılan bileşikler batı dünyasında bulunan ilk yapay patina girişimlerinden bazılarıdır. Avrupa'da Rönesans'ın başlangıcıyla, bronz patinaların gerçek gelişimi ve özellikle bir sanat formu olarak kullanılması görülmüştür. Sadece doğal patinaların etkilerini gösteren patinler değil, aynı zamanda bronz heykel yüzeylerinde kullanılan balmumu ve yağ gibi mühürleyici malzemeler kullanılarak yeniliklerle daha kalıcı görünümler yaratılmıştır. Rönesans dönemindeki sanatsal gelişmeler devam ettikçe, bronz heykel patinelemesinin simyası da aynı zamanda gelişme kaydetmiştir.

Geleneksel patinalama, 19. yüzyılın sonlarına ve 20. yüzyılın başlarına kadar olan zaman içerisindeki uygulamalarını temsil etmektedir. Bunlar daha incelikli ve hafif tonların yansıtıldığı; koyu kahverengi, şeffaf kırmızılar, tozlu koyu sarı ve eski bronzlarda görülen koyu yeşil tonlardır. Diğer taraftan çağdaş patine uygulamaları, geleneksellikten daha uzak bir görsellik sunarak diğerlerinden ayrılmaktadır. Bu patinalama tarzı; gösterişli, ışığı yansıtan, renk değiştiren, zengin içerikli taransparan renk tonları gibi çeşitlilikleri içinde barındırarak bronz heykel renklendirilmesinde kendini göstermiştir. Ayrıca mermer ve granit gibi organik oluşumlara ait has yüzey desenlerinin benzerliği, bronz yüzeyinde taklit edebilme özelliğine yansıtılabilmektedir. 20. yüzyıla girerken kimya bilimi geliştikçe patine çeşitliliği de gelişme göstermiştir.

Sonuç olarak, bugün batı dünyasında deneyimleriyle patine sanatı, sadece renk ve ton olarak değil, aynı zamanda derinlik ve doku etkilerinin çeşitlenmesinde evrimsel bir sürecin yaşandığını gösterir. Bu sadece sanatçının heykelini tamamlaması seçeneğini sunmadığı gibi, sanatçının eserini daha önce hiç olmadığı kadar ifade etmesi gibi önemli bir unsuru da güçlendirmiştir (Kipper, 1995, s. 15,16,19,20).

2.3.1. Kullanılan temel kimyasallar ve yüzey etkileri

Bronz yüzeyde gerekli patina renklerinin elde edilebilmesi için belirli kimyasal bileşiklerin ısı ile tertip halinde kullanılması gerekmektedir. Temel olarak tek başına veya birden fazla karışım halinde olmak üzere farklı fonksiyonlara hizmet eden üç inorganik metal tuzu kategorisi bulunmaktadır. İlki polisülfürler, metal yüzeyinde temel baz katları oluşturmak için kullanılır. Nitratlar, bağlayıcı işlevselliğini göstermektedir. Oksitler ve hidroksitler ise nitrat bağlayıcıların oluşturduğu renklendirmeyi vurgulamak için kullanılmaktadır.

2.3.1.1. Potasyum sülfür

Potasyum sülfür, su içindeki çözelti yoğunluğuna bağlı olarak sarıdan kahverengiye ve griden siyaha kadar değişen renklerle bronz patinesinde kullanılan en yaygın kimyasal bileşiktir. Bronz alaşımında bulunan bakır elementiyile reaksiyona girerek yüzeyde koyu kalıntı yaratır ve oksidasyona neden olur. Potasyum sülfür, sıcak patine uygulamalarına oranla, bronz yüzeye soğuk olarak uygulanan tek bileşiktir. Bunun gibi bütün polisülfürler temel kat olarak uygulanırken, potasyum sülfür bronz yüzeyine kesinlikle soğuk olarak uygulanmalıdır. Eğer sıcak olarak bronz yüzeyine uygulanırsa, soğuk uygulamaya oranla hızlı tepkimeye geçip ve daha koyu bir görüntü oluşturur.

2.3.1.2. Amonyum sülfür

Amonyum sülfür, koyu bir baz kat elde edilmesi için kullanılan başka polisülfid kimyasaldır. Bronz yüzeyinde oluşturulan bu temel renklenme, potasyum sülfürün yarattığı renk tonuyla benzer orantıdadır. Ancak potasyum sülfid, daha çok kahverengiden siyahımsı bir mor renk görüntüsü verirken, amonyum sülfid mavimsi bir siyah renklenme bırakmaktadır. Amonyum sülfür biraz daha değişken olmasına rağmen, potasyum sülfürden çok daha geniş bir renk ve etki çeşitliliğine sahiptir.

Sülfürlerden sonra, nitrik asit ailesine ait metal tuzlar olan nitratlar bulunmaktadır. Bronz yüzeyinde gerçek rengi elde etmek için kullanılan bu tuzlar, renk ve oksitlenmeyi gerçekleştirerek yüzeyde bir bağlayıcı olarak kullanılır. Her bir inorganik bileşik nitrat, kendine ait özel özelliklere sahiptir. Renk değişikliklerinin yanı sıra, bazı nitratlar diğerlerinden daha iyi bağlayıcı görevi görürken, bazıları ise tamamen şeffaflık özelliği gösterir, bir diğeri ise tamamen opaklık sergilemektedirler.

2.3.1.2. Bakır nitrat

Bakır nitrat, patine paletindeki en eski zamanlardan beri kullanılmakta olan kimyasal bileşenlerden biridir. Eski dönemlerde, bronz heykellerin dökümünden sonra yüzeyindeki oluşan boşlukları doldurmak için pirinç ve çinko çubuk gibi metaller kullanılmaktaydı. Bu metallerin verdiği renk değişimini kapatmak için kalın bir karışım halinde hazırlanarak kapatıcı görevi görmektedir. Mavi kristal yapılı bu kimyasal ısıtılmış bronz yüzeyine uygulandığında, gök mavisinden yeşil turkuaza kadar renk çeşitliliği oluşturmaktadır. Bronz heykel yüzeyinde şeffaflık ya da opak olarak yıllanmışlık etkisi yansıtmasını göstermektedir.

2.3.1.3. Demir nitrat

Demir nitrat sarı, altın, turuncu, kahverenginin çeşitleri, kırmızı ve bordo gibi renkleri bronz heykel yüzeyinde oluşturabilmektedir. Bu ayrı ayrı renkler, farklı sıcaklık dereceleri ile birlikte kimyasal dayanıklılıkla elde edilir. Zayıfça hazırlanmış bir demir nitrat çözeltisi sarı ve altın rengi oluşturur. Bu zayıf karışımın daha fazla ısı ve katmanı tekrarlanarak tatbik edilmesi kırmızı tonların elde edilmesi sağlar. Diğer yandan, daha güçlü bir bakır nitrat çözeltisi uygulanırsa bronz heykel yüzeyinde koyu kahverengi ve kırmızı renk sonuçları elde edilir. Bu Nitrat da patina paletindeki en eski bileşiklerden biridir ve ağırlıklı olarak batı sanat dünyasında kullanılmıştır.

Her bir kullanılmakata olan nitrat ve oksitleyici, diğer birçok kimyasal maddeyle uyumluluk içindedir. Kullanılan tek şeffaf nitrat bileşiktir ancak güçlü bir yoğunluğu olduğunda oldukça opaklık yapabilmektedir.

2.3.1.4. Bizmut nitrat

Bizmut nitrat, patineleme işleminde bronz yüzeyini tozlanmış, mat, beyazımsı grilerin oluşturulmasında ve opak beyaz renklerin efektif olarak yansıtılmasında kullanılan bir bileşiktir. Başka diğer oksitler ile birlikte birleşik çözelti oluşturularak daha farklı renk grupları elde edilebilmektedir. Bunu örneklendirmek gerekirse, Bizmut Nitratı ve Krom oksit karışımının sonucunda; açık, tozlu, bezelye yeşili veya içerisine birkaç " hematit " demir oksit kristalli karıştırılarak, Bizmut nitratı pembe tonlarında yapabilmektedir. Bizmut nitrat, diğer nitrat bileşiklere uygulandığında renk değerindeki değişiklikler çoğalmaktadır. Bakır nitrat ile Bizmut kullanıldığında, beyazımsı mavi bir

renklenme elde edilebilmektedir. Demir Nitrat ile karıştırılması sonucunda, parlaklık etkisiyle kırmızı tonlardan daha çok opak turuncu ve koyu sarı oluşabildiği bilinmektedir.

2.3.1.5. Çinko nitrat

Çinko nitrat, geleneksel olarak pirinç alaşımında kullanılmaktadır. Bronz heykelde uygulandığında ise uygulanan bölümlerde beyaz ve krem renk tonlarını açığa çıkarmaktadır. Bu bileşiği uygulama esnasında, diğer nitrat bileşiklerinden daha yüksek bir sıcaklıkta ısıtılmış yüzeye uygulanması gerekmektedir. Bronz yüzeyi yeterince sıcaklık oluşturulamazsa, çinko nitrat da kolay bir şekilde yüzeye bütünleşme sağlayamayacaktır.

2.3.1.6. Gümüş nitrat

En zarif ve güzel çağdaş patina etkilerini gümüş nitrat kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Gümüş nitrat, hem avantajları hem de dezavantajları olan hafif ve ısıya duyarlı bir bileşiktir. Zayıf ve yoğun karışımlar halinde hazırlanmış çözeltiler kolayca yüzeyde ısıyla işlenebilmektedir. Bronzun yüzeyine uygulanan zayıf bir çözeltinin yakılması, çok sayıda desen içerisinde metalik bir ışıltı ve parıltı verebilir. Yoğun olarak uygulanan gümüş nitrat, krem, bej tonları oluşturabilir ve uygulama bölgeleri telle ovalandığında uygulama bölümü gümüş kaplanmış gibi bir etki elde edilebilmektedir.

Son olarak kullanılmakta olan inorganik kimyasallar metal oksitlerdir. Bronz patinalamasında kullanılan nitratlarla karıştırıldığında, bronz yüzeyde oluşacak renk tonunu ve değer seçeneklerini büyük ölçüde arttırabilen bileşiklerin ailesidir. Ayrıca patinaların daha opak görünmesini sağlamak için bu oksitler de kullanılmaktadır. Oksitler, her zaman bir nitrat bağlayıcı karışım eşliğinde veya nitrat tabakaları arasında katlar halinde sürülerek uygulanmaktadır. Tek başına heykel yüzeyinde nitratları kullanmak, kendilerine ait bir bağlanma gücüne sahip olmadıkları için bronz yüzeyde ovalandığı zaman, oldukça kolay bir şekilde çıkar. Demir oksit, krom oksit, titanyum oksit ve kalay oksitler, bu oksit ailesinde bulunan ve kullanılan kimyasal bileşikleri oluşturmaktadırlar.

2.3.1.7. Demir oksit

Demir oksitler, koyu kırmızılardan paslı parlak bir sarıya kadar geniş bir renk yelpazesine sahip olan, ince toz halinde bir mineral türüdür. Kırmızı renkli demir oksit, demir nitrat ile beraber kullanımıyla ortaya daha zengin bir kırmızı ton ortaya çıkmaktadır. Ayrıca sentetik bir üretim ürünü olan siyah renkli demir oksit, titanyum oksitle, bir bağlayıcı görevi olarak bizmut nitratla beraber uygulanmasında tamamen opak grilerin elde edilmesinde çeşitlilik sağlamaktadır.

2.3.1.8. Krom oksit

Krom oksit, bronz yüzeyde yeşillenmelerin oluşumu için kullanılmaktadır. Yüzeyde elde edilecek yeşil tonun değeri oldukça yoğunluk göstermektedir. Titanyum oksitle beraber kullanımı esnasında, yeşilin birçok tonunu elde edilmesine imkan vermektedir.

2.3.1.9. Titanyum oksit

Bronz yüzeyde, beyaz veya kireçli etkiler oluşturulmak istendiğinde titanyum oksit kullanılmaktadır. Titanyum oksit, bizmut nitratla beraber karıştırılarak ısıtılmış bronz yüzeye uygulanması esnasında tamamen beyaz bir yüzeye veya dantelli bir biçim etkisine dönüşmesine neden olmaktadır. Demir nitratla kullanımında, yüksek yoğunlukta, tozlu opak bir kahverengiye dönüşmesini sağlamaktadır.

Titanyum oksitin sağladığı beyazlık yerine kullanılan bir diğer oksit ise kalay oksittir. Titanyum oksit, bizmut nitrat ile karıştırılarak kullanılması sayesinde kesin bir beyazlık elde edilmesi garantilenmiş olmaktadır (Kipper, 1995, s. 43-51).

2.3.2. Patinanın uygulanması

Patinalar, uygulanacak metallerin büyüklük ve küçüklüklerine göre birkaç farklı teknik uygulanmaktadır. Bronz heykelerde genellikle patinalanma sürecinde soğuk ve sıcak olmak üzere iki şekilde yüzeye bağlantı sağlanır. Soğuk patinalamada seçilmiş olan kimyasal çözeltiler, doğrudan soğuk bronz yüzey üzerine sürülmesine dayanan işlem olarak bilinmektedir. Bu iki süreçte de genellikle kimyasal bileşikler ya fırça ile sürerek ya da sprey ile püskürtme yapılarak bronzun yüzeyine istenilen yeterlilikte teması sağlanmasıyla gerçekleştirilir.

Soğuk uygulanan patinaların en iyi sonucu elde edebilmesi için oda veya hava sıcaklığının yaklaşık 18° ile 23° arasında olmalıdır. Bu uygulama işlemi yüzeye bir kez uygulandığında bazı soğuk patinlerin reaksiyona girebilmesi için saatler veya günlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu süreç için genellikle patine katmanları oluşturacak şekilde döngüler içererek uygulanabilmektedirler. Diğer yandan, kimyasal çözeltileri doğrudan ısıtma ile bronz yüzeye uygulamaktır. Bu sıcak uygulama süreci genellikle bir şaloma aleviyle yaklaşık 100 ° C'ye kadar gelecek şekilde, orta bir tempoyla yüzeyde gezdirilerek ısıtılır. Bu esnada metal yüzeyde genişleme sağlanarak gözeneklerin genişlemesi ve ardından kullanılacak kimyasal çözeltiler bir fırça veya sprey ile yüzeye teması sağlanmaktadır. Bu aşamadan sonra metalin soğuma sürecine geçmesinden dolayı, gözeneklerin daralmasıyla birlikte kimyasal çözelti yüzeye homojen bir yapıda yedirilmesi sağlanmış olur (Barnes, 2019, s. 4) (Görsel 2.32).



Görsel 2.32. Sıcak Patina Aşaması
(<https://fonderiamariani.com/patina/?lang=en>, Erişim tarihi:01.04.2019)

Mümkün olduğu kadar sıcak patinalama işlemine başlamadan önce, bronz yüzeyin doğru sıcaklıkta olup olmadığının kontrol edilmesi gerekir. Bu durumda “Çözeltinin uygulanacak yüzeyin sıcaklık derecesi kritik bir noktadır. Bu ise doğrudan ölçülememektedir, ancak uygulanan bölgenin ısıl tepkimelerinin gösterdiği verilere gözlemine dayanarak doğru bir şekilde anlaşılabilir” (Hughes & Rowe, 1991, s. 36) .

Bunu test etmenin kolay bir yolu ise, bir sprey şişeden birkaç damla suyu sıcak metal yüzeye serpmektir. Suyun yüzeye teması sonucu vereceği reaksiyonlar, bize ısı derecesi hakkında ipucu sağlayacaktır. Eğer sıkılan su buharlaşma gösterirse, doğru sıcaklığa erişildiği anlaşılmaktadır. Suyun yüzeyden akması halinde, metal henüz istenilen ısıya gelememiş demektir. Suyun yüzeyde cızırdayarak taneciklenmesi halinde ise, bu işlem için fazla bir sıcaklığa erişilmiş olduğuna işaret etmektedir.

Tüm bu işlemler sonucunda tamamlanan renklendirme sürecinin bitiminde, bronz heykel kuruma ve soğuma aşamasına bırakılır. Sonuç olarak, patina renkleriyle tamamlanan yüzey; “Genellikle, üç boyutlu olan heykelin pozitif modelin vurgulayıcı tarafı ve ışık, gölgelerin kattığı yansımalar görsel olarak göz önüne çıkmaktadır. Bu nedenle; renk, gölge ve ışık unsurlarının, yüzey üzerinde bütünlük oluşturmasını ve korunmasını sağlayarak, oldukça net bir şekilde yansıtır” (Rawson, 1997, s. 47).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. SANATÇI BAĞLAMINDA BRONZUN HEYKEL PLASTİĞİNDEKİ YANSIMALARI

3.1. Auguste Rodin

Klasik sanat dönemi heykel sanatında, doğanın seçmeci hali ve taklidine dayanan geleneksel kuralların, heykel sanatının ifadesinde etkisi bulunmaktaydı. Bu dönem heykellinde her zaman işlenen tema insandı. Bu doğrultuda işlenen figür heykeller, heykel sanatını tanımlayan vazgeçilmez tek ögesi olarak ele alınıyordu. Bütün heykel sanatçıları, bu temasal ve ifadesellik kurallarının tamamına bağlılardı. François Auguste Rodin (1840 - 1917) , heykel sanatındaki temasal olarak ilerleyen geleneksel kuralların hakimiyetini yıkmakla bir başlangıcın öncüsü olmuştur. Rodin'in oluşturduğu kısmi figürler, heykelle yeni bir bütünlük anlayışı getirmiştir. ‘‘Rodin, anatomik bütünlük gerekliliğini reddetip; heykelsel bütünlüğün geleneksel bitirişten daha önemli olduğunu savunmuştur. Böylece özgürlük yolunda sanatçı ilk adımını atmış oluyordu’’ (Bilge, 2000, s. 4) .

Rodin heykeline, bütünlük kadar önemli olan parçaları, biçimi, konu olarak nitelik kazandırarak bitmemişlik hissiyatını aktarmıştır. Özellikle bitmemiş gibi duran ‘‘*Yürüyen Adam*’’ heykeliyle sırdan bir hareketi konu haline getirmiştir (Görsel 3.1).

Kamusal alanlarda ‘‘Rodin, broz figürlerini kaidelerden aşağıya indirerek, aynı zamanda izleyiciyi heykelle aynı alanda olmasının paylaşımını yaparak, klasik anıt heykelciliğini kökten sarmış olmuştur. Bu tutumuyla da 1960’tan itibaren heykeldeki temel değişikliklerin bazı köklü değişimlerinin belirtisini göstermiştir’’ (Ruhrberg, Schneckenburger, Fricke, & Honnef, 2000, s. 411).

Eserlerinin çoğunda insan figürü çalışan Rodin, hareketli olan figürlerini ışık ve gölge öğeleriyle ele alıp, fiziksel ve duygusal gerilim gibi ifadeleri heykellerinin üzerinde anlatımı daha güçlü halde kullanmıştır. (Görsel 3.2)



Görsel 3.1. (solda) “Yürüyen Adam”, Bronz, 86 cm x 56 cm x 28 cm, 1877–1878
(<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/198565>, Erişim tarihi: 07.04.2019)

Görsel 3.2. (sağda) “Heaulmière”, Modelaj 1885, döküm 1910, Bronz, 50.2 × 27.9 × 20.3 cm
(<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/191805>, Erişim tarihi: 07.04.2019)

Rodin, figürlerindeki biçimsel ve duygusal aktarımlarını, ışık- gölge ve kendine has patinasıyla bronz heykellerinde kullanarak daha kuvvetli vurgular elde etmiştir. Figürlerinde, bronzun yapısının verdiği etkiyle, daha gerçekçi ve yaşayan bir form olarak görülmektedir. Rodin, bronzun bu kendine has niteliklerini kullanarak, heykellerini mermer dışında çoğunlukla bronzdan oluşturmuştur.

3.2. Constantine Brancusi

Constantin Brancusi (1876 - 1957), 20. Yüzyıl modern heykelin önde gelen yenilikçi sanatçılarından en önemlileri arasında sayılmaktadır. Brancusi, kariyeri sırasında kısa bir süreliğine Rodin'in çalışmalarında yardımcılığını yapmıştır. Rodin'in yüceltilmiş figürlerinin aksine, Brancusi'nin heykelleri aldatıcı bir şekilde yalındır. Gizli olan gerçekleri, yarattığı formlarında indirgeyerek ortaya çıkarmıştır. Kendine özgü formlar üretmiştir. Brancusi heykellerinde diğer geneksel malzemeler kullandığı gibi, bronzu heykellerinde sıklıkla kullanmıştır. Boşluğu çevreleyen sonsuz bir devamlılık oluşturmak için, bronz yüzeyi tamamen parlatılmış olarak kullanmıştır. "Sanki kütlelerin dışından içine doğru mükemmel ve eksiksiz bir varoluşa ilerlermişçesine". (http-6) "Brancusi'nin titiz şekilde parlatılmış yumuşak ve pürüzsüz bronz heykelleri izleyiciye, düşünsel bir seffaflığı aktarmaktadır"(Görsel 3.3). (Abrams, 1997, s. 7).



Görsel 3.3. "Newborn", version I, 1920, Bronz, 14.6 x 21 x 14.6 cm
(<https://www.yatzer.com/simplicity-complexity-resolved-constantin-brancusi/slideshow/18>
Erişim tarihi: 07.04.2019)

Heykelleri aynı temel formda olup, farklı malzemelerden yaptığı sayısız eseri bulunmaktadır. *Genç Bir Adamın Torsu*, ahşap ve bronz olmak üzere farklı malzemelerden yapılanlardan biridir. Bu bronz eser, diğer ahşap eserle nerdeyse aynı ölçüde ve aynı formdadır. Parlatılmış olan yüzey, mükemmel bir makine görüntüsünü yansıtmaktadır.

Işığın yoğunluğuna bağlı olarak, bu parlak yüzey, torsun formunu kendi yansıyan ışığında çözümlenmesine neden olmaktadır (George, 2014, s. 15).

“Pürüzsüz bronz ve mermer eserleri, makinaların sanatçıları etkilediği fikrini ne kadar çağrıştırmasa da, yeni bir ‘makina esteti’ nin kurulmasını sağladı. Pürüzsüz yüzeyin ortaya koyduğu ışık yansımalarının heykelle yeni boyutlar kazandırdığına inanıyordu ” (Bilge, 2000, s. 27) (Bkz.Görsel 3.4).



Görsel 3.4. “Genç Bir Adamın Torsu”, Bronz,1924, 102.4 X 50.5 X 46.1 cm. Hirshhorn Müzesi, Washington, DC.
(<http://www.clevelandart.org/art/3205.1937>, Erişim tarihi: 07.04.2019)

Brancusi, geleneksellikten kurtulmuş yeni bir heykel anlayışıyla; yalın, karmaşık olmayan, kaidenin de heykelle bütünleştiği, soyut biçimlerden oluşturmuş bir heykel sanatı benimsemiştir. Kaideyi heykelle bütünleştirerek daha etkili biçimde kullanmıştır. Bu biçim ve kompozisyonu heykelde kullanıp, geleneksellikten ayrılarak yeni bir biçim ve estetik ortaya koymuştur.

3.3. Jean Hans Arp

Biyomorfik heykelleri ile 20. yüzyılın başlarında Dada akımının kurucularından olan Hans ARP (1887 - 1966), çok yönlü düşünce ve çalışmaları olan modernizm döneminin yaratıcı sanatçılardan biridir. Genellikle heykellerindeki formları, çoğunlukla organik soyutlamaya dayanan biçimler içermektedir. ‘‘Baktıkça şekillenen, biyomorfik, yumuşak kenarlı, oluşumu yansıtan eserler vermiştir’’ (Huntürk, 2016, s. 267).

Dönüşüm, büyüme, doğurganlık ve metamorfoz konularını heykellerinde başlıca tema olarak ele almıştır. İnsan ve doğa ilişkisini özdeşleştiren Arp, estetik yargılara, ilke ve kurallara uymayan; sezgilerden ortaya çıkan, tamamen güdüsel bir anlatımın hakim olduğu bir sanat anlayışını benimseyen ilk heykeltıraştır. ‘‘Arp’ın; ahşap, taş, alçı ve bronzdan yapılmış olan dik açılı ve eğimli formlara dayanan heykelleri, dikkate değer bir şekilde daima parlaklık ve keskinlik içermektedir’’ (Fauchereau, 1988, s. 20) (Görsel 3.5).



Görsel 3.5. ‘‘Daphne’’, Bronz, 1955, 120.5 cm, Paul and Helen Zuckerman Koleksiyonu
(<https://modernartnotespodcast.files.wordpress.com/2018/10/jean-arp-daphne-1955-900.jpg>)

Erişim tarihi: 10.04.2019)

Arp'ın, heykellerindeki görülen saf görsel yapının yüzeyinde yansıttığı bozulmalar, kendi başına görsel bir doku olarak algılanır. Arp'ın aynamsı bir parlaklığa sahip olan Demeter heykelinde, bronzdaki sertlik, pürüzsüzlük hissini arasında oluşan kontrast, yüzeydeki yansılarda görülmektedir. Arp, bronzu parlak kullanmasıyla, heykelin etrafını çevreleyen ışık ve diğer formların, bükülme ve hareketini de yansıtmıştır. Böylece heykeli çevreleyen objelerin yansımaları, yüzeyin tümüne dağıtıp bronzun sert etkisini kırarak organik bir görünüm sağlamıştır. ‘Demeter heykeli doğum, yaşam, ölüm döngüleri hakkındaki bağlantısıyla; heykelin şekli, mitle uyumlu olup, bereketi ve doğurganlığı simgeleyen yenileyici bir kadın formunu anımsatmaktadır ‘ (George, 2014, s. 64) (Görsel 3.6).



Görsel 3.6. ‘Demeter’, Bronz, 1961, 104.1x50.5x41.9 cm, İsrail Müzesi
(<http://www.galleryintell.com/artex/demeter-jean-hans-arp/>, Erişim Tarihi: 11.04.2019)

3.4. Umberto Boccioni

Umberto Boccioni (1882 - 1916), İtalyan ressam, heykeltıraş ve Fütürizm akımının teorisyenidir. Modern teknolojinin dinamizmini, hareket ve hızını yücelten, Fütürist hareketi başlatan şair Filippo Marinetti'den etkilenip çalışmalarına yansıtmıştır. Boccioni, daha sonraları Kübizm'e yönelerek resmin yanında heykelle de ilgilenmeye başlamıştır. O dönemde "Fütürist Heykel Manifestosu" nu yayımlayarak modern heykel sanatı ile ilgili görüşlerini sunmuştur. "Heykel, figüratif temsilin aksine, biçimleri belirleyen kütle ve yüzeyleri soyutlamalı ve yeniden inşa etmelidir" (Yılmaz, 2013, s. 127) olarak açıklamış olduğu bu düşünce manifestolarından biridir.

Boccioni, geleneksel malzemelerin dışında farklı malzeme türlerinin de heykelde kullanılmasını savunmuştur. Ayrıca, kendi alanı içinde biçimlenmiş ve kapsanmış yeni bir heykel türünü öngörmüştür. Fakat eserlerinde görüldüğü üzere, Boccioni'nin teorisinden çok daha geleneksel yapıya sahip heykeller üretmiştir. "Uzaydaki Eşsiz Süreklilik Formları" adlı başyapıtı, bu geleneksel yapıda olan modern dönemin ilk heykelleri arasında bulunmaktadır (Görsel 3.7).



Görsel 3.7 "Uzaydaki Eşsiz Süreklilik Formları", Bronz, 1913, 111.2 x 88.5 x 40 cm
(<https://collectionapi.metmuseum.org/api/collection/v1/iiif/485540/1005475/main-image>
Erişim tarihi: 12.04.2019)

Bu figür silüeti üzerinde yaratılmış dalgalı planlar, rüzgara karşı ilerlemenin devinimini göstermektedir. Baccuoni'nin vücut planlarında oluşturduğu bu deformasyonlarla, figürün formunda aerodinamikliğin ve hızın somut aktarımını oluşturmuştur. Bronzun parlak metalik etkisi ise, figüre ritmiklik katıp, kas enerjisini yansıtarak, ana teması Futürizm olan modern makina teknolojisine hitap etmesini sağlamıştır.

3.5. Jacop Epstein

Jacob Epstein (1880 – 1959), Modern İngiliz heykel sanatının en önemli öncülerindendir. 1913'de İngilterede modern sanatı destekleyen yazar ve sanatçıların önyak olduğu London grubunun kurucu üyeliğini yapmıştır. Bu süreçte, yalın formlar ve dingin yüzeylerden oluşan, oldukça güçlü deneysel çalışmalarını ortaya çıkarmıştır. *The Rock Drill* heykeli, çoğu çalışmalarının arasında bulunan en güçlü ifadeye sahip olan eseridir (Görsel 3.8).



Görsel 3.8. *'The Rock Drill'*, Bronz, 1913-1914, 705 x 584 x 445 mm
(https://www.tate.org.uk/art/images/work/T/T00/T00340_10.jpg
Erişim tarihi: 13.04.2019)

Makinaların günlük yaşamdaki rolünün insanlar üzerindeki artan kaygısını ve endüstri çalışanlarının mekanik bir seviyeye çekilmesini yansıtmaktadır. İlk örneği alçıdan olup, sonrasında figür üzerinde kollarda ve boyda eksiltmelere giderek yarıya indirmiştir. Tors haline getirdiği figürün tamamı bronzdan dökülmüştür. Kollardaki kırılmışlık ve yoksun bırakılmışlık hissiyle, modern çağın şiddetinin verdiği savunmasızlığı ve güçsüzlüğü betimlemektedir. Ana malzemenin bronzla döndürülmesiyle, makinalaşma ve insan anlatımını ifade biçimi olarak daha da güçlendirmiştir.

“*Portrait of Iris Beerbohm Tree*” (Görsel 3.9) Epstein, bu heykelinde kaba patina ve hassasça parlatılmış yüzeyleri birleştirerek bronzun özelliklerini kullanmıştır. Yüzde ve boyunda oluşturulmuş pürüzlü dokunun aksine, heykelin saç kısmının oldukça parlatılmış oluşu ikisinin arasında bir kontrast gerçekleştirmiştir. Böylece saçın pürüzsüz yüzeyi ve büstün patinalı kısımları arasında ayrıntılar sağlanmıştır. Saç bölümünde, bronzun gerçek renginin tutulmasıyla modelin karakteristik bir özelliğini yansıtarak dikkat çekmektedir ([http-7](http://www.tate.org.uk/art/images/work/T/T07/T07051_10.jpg)).



Görsel 3.9. “*Portrait of Iris Beerbohm Tree*”, *Bronze*, 1915, 348 x 290 x 228 mm, Tate Gallery (https://www.tate.org.uk/art/images/work/T/T07/T07051_10.jpg, Erişim tarihi: 13.04.2019)

3.6. Lucio Fontana

Uzamsalcılığın kurucu olarak bilinen Lucio Fontana (1899-1968), heykelin mekânsal özellikleriyle ilgilenip ve resmin iki boyutlu olan düzleminin gelenekselliğini bozmayı hedeflemiştir. Kariyeri boyunca, yüzey ve boyutluluk arasındaki ilişkiyi detaylı şekilde ele almıştır.

Fontana, ışık ve ses öğelerini ve biçimlerin en sade hallerini kullanarak iki türlü üslupta çalışmalar yapmıştır. Işığı kullanarak boyanın kullanımının, artık sanatta gerek olmadığını belirtmiştir. 1946'da Beyaz Manifesto'yu yayımlayarak uzamsalcılığı tanıtmıştır. Manifestonun içeriği, öncelikle yerleştirmelerine yönelik olan ışık ve ses öğeleri üzerine olup, en sade biçimlere yönelme düşüncesini belirginleştirmiştir. (Huntürk, 2016, s. 276,277) .

Fontana, bu teorisini “*Uzamsal Kavram*” olarak bilinen tek renkli tuvalerinde uyguladı. Tuval düzleminde boyutsal alanı ortaya çıkarmak için yüzeyde kesmeler ve delikler açmıştır. Bu sayede “iki boyutlu tuvali keserek üçüncü boyutu kazandırır. Sanatçı, tuvali kestiği çalışmaları için “*İmha etmiyorum, yapılandırıyorum*” der. Bu şekilde uzamsal bir huzur, sonsuzluk duygusu, kozmik etki verdiğini söyler.” (Huntürk, 2016, s. 278). Daha sonraki noktada, bronzdan yapmış olduğu ‘Tabiat’ temalı çalışmalarının yüzeyinde de kesikler ve ezilmeleri kullanarak heykele taşımıştır (Görsel 3.10).



Görsel 3.10. “*Tabiat*”, *Uzamsal Kavram Serisi*, *Bronz*, 1959-60, *Kröller-Müller Heykel Bahçesi*, *Hollanda*
(<https://www.bluffton.edu/homepages/facstaff/sullivanm/netherlands/amsterdam/krollermullersc/20106.jpg>
Erişim tarihi: 13.04.2019)

Tabiat heykeli, basit ve ham bir görünüme sahiptir. Keskin ve sert planları olan bronz heykele, merkezi boyunca yatay bir yarık açılmıştır. Bu kesilmeler, kütesel forma güçlü bir özellik katmıştır. Çalışmalarında belirleyici öge olan deliklerde ve kesmelerde olduğu gibi, *Tabiat* heykellerinde yer alan yatay yara, belirleyici bir sanatsal hareketin fiziksel izleridir. Sanat yapmanın hareketini ve enerjisini ima ederken, sanatın var olabileceği yeni alanların açılmasını da önermektedir.(http-8)

3.7. Arnaldo Pomodoro

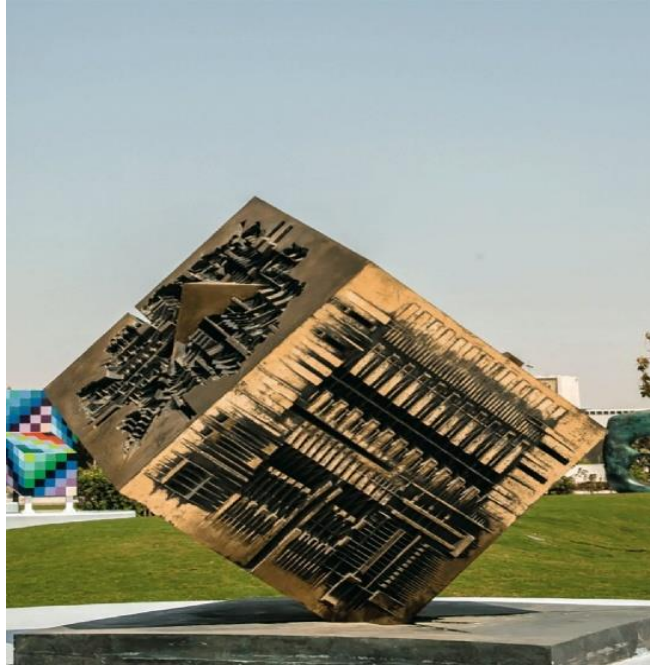
Geometrik bronz heykelleri ile bilinen İtalyan asıllı çağdaş sanatçı Arnaldo Pomodoro (1926), kariyerinin başında Milan'a giderek, sahne tasarımı ve kuyumculuk üzerine çalışmalarda bulunup ve Lucio Fontana gibi öncü sanatçılarla tanışmıştır. İlk sergisini takı çalışmalarından oluşturan Promodoro, altın, gümüş ve sonrasında demir, broz gibi madenleri çalışmalarına eklememiştir. Bu süreçte heykel çalışmalarına ön ayak olacak çalışmalarının adımını atmıştır. Eserlerinin yüzeyi çoğunlukla altını tonlarda olup, bronzun metalik parlaklığını ön planda tuttuğu görülmektedir. Pomodoro, parlatılmış bronz formların doğasındaki olasıklarını Brancusi'nin öğretilerinden derlemiştir. Heykellerinin ana formu küre, disk, piramit, konik, sütun ve küpler gibi temel geometrik biçimlerden oluşmaktadır (Görsel 3.11).



Görsel 3.11. "Bir kürenin içindeki küre", Bronz, 1990, Vatikan Müzesi, Roma
(<http://www.vatican-patrons.org/content/uploads/2015/10/04-sfera-con-sfera-IFC.jpg>, Erişim tarihi: 15.04.2019)

Bu formlar Hititlerin çivi yazılarından, Mısır hiyerogliflerine, Fütürist ve Rus Konstrüktivizm'in dinamizmine, Klee'nin mikrokozmunun mikroskobik detaylarına ve doğrudan 20. yüzyılın soyutçuluk aşamasına kadar heykellerinde işlemektedir. Heykellerinde, çoğunlukla mermer ve koyu tonlu bronz olmak üzere geleneksel iki malzemede yoğunlaşmıştır. Kütlelerin gerilme ve çekme gibi unsurlar üzerinde yönelerek, plastik bir dil kullanmıştır (Skira, 2007).

Küp IV adlı çalışması, Pomodoro'nun ilk öklid geometrisinin temel şekillerinin üzerinde araştırmalar yaptığı ve kütesel geometrik formlu çalışmalarının temasını geliştirdiği zamana kadar dayanmaktadır. Yüzeyde kendi içinde bir bütünlük oluşturarak düzensiz bir şekilde işaretler, çizgiler, devamlı bölünmeler gibi katı sert kırılımlar içermektedir. Bu parçalar, belirli kurallar veya prensiplere dayanmaksızın, organik doğal bir titreşim süreci gibi dışı doğru gelişmektedir (http-9)(Görsel 3.12).



Görsel 3.12. "Cubo IV", 1965-1975, Bronz, 130 cm, Jeddah Heykel Müzesi on the Corniche, Cidde, Suudi Arabistan
(<https://new.arnaldopomodoro.it/archive/detail/407/cubo-iv?lang=en>, Erişim tarihi: 15.04.2019)

Microkozmetik kristal nitelikleri betimleyen planlar, polisajlanmış bölümlerin parlatılmasıyla, ışık ve gölgelerin artan etkileri ile elde edilmiş boyut ve uygulama açısından makroskopik niteliktedir. Kabartma yüzeylerde oluşan ışık ve gölge unsurları, aynı zamanda değişen parlaklıklar ve biçimsel bitişirmelerin etkileşimi, organik ve mekanik anlamlarını yoğunlaştırmıştır. (Skira, 2007, s. 65,73)

SONUÇ

Heykel sanatına, tarihsel süreç içerisinde bakıldığında, biçimle hayat bulan malzemenin, heykelin ana belirleyici unsurlarından biri olduğu görülmektedir. Tarih öncesi çağlardan günümüze kadar, farklı malzemedен biçimlendirilmiş heykeller, imgeler dünyasının izlerini taşımıştır. Heykelin kendi dilini yansıttığı önemli malzemelerinden biri olan bronz, heykel dökümünün ilkel haliyle devam eden tekniği, zaman içerisinde gelişen icat ve keşifler eşliğinde, heykelin değişen anlatımıyla biçimsel olarak da değişmiştir. Özellikle Yunanistan ve Roma'da döküm tekniğinin geliştirilmesiyle, gerçek boyutlu, kusursuz detaylara ve yüzeye sahip bronzdan üretilmiş eşsiz heykeller takibinde, klasik dönem heykelin de devamlılığını sürdürmüştür.

19.yy sonrası gelişmekte olan teknolojinin her alanda olduğu gibi heykelin teknik ve yöntemlerinde kullanılan araç gereçlerine, gelişmelerle birlikte fonksiyonellik katmıştır. Bu bağlamdaki bronz döküm tekniğinin yanında, bronzun makyajı olan patinanın kimyası, klasik sınırlı kullanımının yanında, suni patina çeşitlenmesiyle de renk ve dokusal görüntüde farklı yaklaşımlar sergilemiştir. Bu tarz gelişmelerin sonucunda zenginleşen heykel teknikleri bronzun formuna yeni yönelmeler eklemiştir. Modernizm ve Postmodernizm akımlarıyla beraber sanatçıların üsluplarındaki değişimle bronzun klasik kullanımının dışına çıkılarak yeni görsel yaklaşımlara kaymıştır.

Tarih öncesinden günümüze bakılacak olursa, insanın malzemeyle olan ilişkisi ve ona biçim verme isteğiyle, heykelin son şekline bürünmesi malzemenin niteliklerinin olanakları doğrultusundadır. Bu bağlamda heykeltıraş, malzemenin olanaklarını da iyi bir şekilde bilmesi gerekmektedir. Heykelin malzemesi olan bronzun yeni özellikleri keşfedildikçe, işleniş hususunda uygulanan teknikler de gelişim göstermiştir. Yaygın bir şekilde heykelde kullanılan bronz, farklı araç ve gereçlerin de katılımıyla birlikte birbirinden farklı yöntemler de türemiştir. Bu anlamda günümüz teknolojisi, genellikle eski geleneksel teknik ve yöntemlerle bütünleşerek her türlü imkanı sunmaktadır.

Bu tez araştırması kapsamında bronz döküm tekniğinin tarihsel süreçteki işleniş ve gelişimi, heykel sanatındaki sanatsal kullanımı bulgular eşliğinde incelenmiş, bronz döküm ve patina uygulamalarının teknik bilgileri rehber bir kitap olacak şekilde derlenmiştir.

KAYNAKÇA

- Abrams, H. (1997). *Brancusi ,Great Modern Masters*. New York: Hannry N. Abrams Yayınları.
- Akurgal, O. (1989). *Anadolu Uygarlıkları*. İstanbul: Net Turistik Yayınlar.
- Andrews, O. (1983). *Living Materials A Sculptor's Handbook*. London: University of California Press.
- Barnes. (2019, 03 31). *Sculpt Nouveau Patines and Metal Finishes*.
https://www.barnes.com.au/files/sn_product_guide.pdf adresinden alındı
- Başoğlu, T. (1979). *Bronz Döküm*. İstanbul: İ.D.G.S. Akademisi Yayınları.
- Bell, J. (2009). *Sanatın Yeni Tarihi*. Doğu Grubu İletişim .
- Bilge, N. (2000). *Modern ve Soyut Heykelin Doğuşu*. İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınları.
- Bilgi, Ö. (2004). *Anatolia Cradle Of Casting*. İstanbul: Döktaş A.Ş. Kültür Yayınları .
- Childe, V. (2004). *Kendini Yartan İnsan , İnsanın Çağlar Boyunca Gelişimi*. İstanbul: Varlık Yayınları.
- Darga, A. M. (1992). *Hitit Sanatı*. Akbank Kültür Yayınları.
- Donald.J.Irving. (1970). *Sculprure Matarial and Process*. London: Van Nostrand Reinhold Company Yayınları.
- Eczacıbaşı . (2008). *Sanat Ansiklopedisi* . İstanbul: Yem Yayınları.
- Fauchereau, S. (1988). *ARP*. Barcelona: Edinicones Poligrafa Yayınları.
- George, H. (2014). *The Elements Of Sculpture*. London: Phaidon Yayınları.
- Honour, H., & Fleming, J. (2016). *Dünya Sanat Tarihi*. İstanbul: Alfa Yayınları.
- Hughes, R., & Rowe, M. (1991). *The Colouring Bronzing And Patination Of Metals*. New York: Watson-Guptill Yayınları.
- Huntürk, O. (2016). *Heykel Ve Sanat Kuramları* . İstanbul: Hayalperest Yayınları.
- Kipper, P. (1995). *Patinas for Silicone Bronze*. Loveland Yayınları.
- Langland, T. (1999). *From Clay To Bronze*. New York: Watson Guptill Yayınları.
- Marquand, A., Frothingham, A. j., & Fuchs, C. (2002). *History Of Sculpture*. United States Of America: Research&Education Association.

- McCreight, T., & Bsullak, N. (2001). *Color on Metal*. U.S.A: Guild Yayınları.
- Metalurji ve Malzeme Mühendisleri Odası. (2007, Şubat). *Bakır Tarihi*.
https://www.metalurji.org.tr/hurdaci/sayi_1/hurdaci1_0607.pdf adresinden alındı(Erişim Tarihi: 28.01.2019)
- Nardo, D. (2007). *Sculpture*. United States of America : Thomson Gale.
- Özbal, H. (2005). *MÖ. 3.Binyılda Anadolu'da Bronz*. Ankara: Türkiye Bilimler Akademisi.
- Penny, N. (1993). *The Metarials of Sculpture*. London: Yale University Press.
- Rawson, P. (1997). *Sculpture*. Philadelphia: University of Pennsylvania Yayınları.
- Rıch, J. C. (1988). *The Materials and Methods Of Sculpture*. New York: Oxford University Yayınları.
- Ruhrberg, Schneckenburg, Fricke, & Honnef. (2000). *Art Of The 20th Century*. Köln: Taschen Yayınları.
- Savaş, S. Ö. (2006). *Çivi Yazılı Belgeler Işığında Anadolu'da Madencilik ve Maden Kullanımı*. ANKARA: Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Tarihi Kurumu Yayınları.
- Sevin, V. (2003). *Eski Anadolu ve Trakya*. İstanbul: İletişim Yayınları.
- Skira. (2007). *Arnaldo Pomodoro Catalogo ragionato della scultura*. Milano: Skira Yayınları.
- Türe, A. (2011). *Eski Çağlardan Orta Çağa Dünya Kuyumculuk Tarihi 1*. İstanbul: İstanbul Kuyumcular Odası Yayınları.
- Williams, A. (1995). *Sculpture Techniques From Content*. Massachusetts: Davis Yayınları.
- Yılmaz, M. (1999). *Heykel Sanatı*. Ankara: İmge Yayınları.
- Yılmaz, M. (2013). *Modernizmden Postmodernizme Sanat*,Ankara: Ütopya Yayınları.

İNTERNET KAYNAKÇASI

- (http-1): <https://insanveevren.wordpress.com/2011/05/28/eski-misirda-metal-sanati/>
(Erişim tarihi: 14.7.2018)
- (http-2): <https://www.christies.com/features/Ancient-Egyptian-bronzes-collecting-guide-7915-1.aspx> (Erişim tarihi:09.01.2019)
- (http-3): https://en.wikipedia.org/wiki/Boxer_at_Rest (Erişim tarihi: 13.01.2019)
- (http-4): <https://tr.wikipedia.org/wiki/Ala%C5%9F%C4%B1m>
(Erişim tarihi: 13.01.2019)

(http-5): <https://malzemebilimi.net/dokum-kumlari.html> (Erişim tarihi: 11.02.2019)

(http-6): <https://www.theartstory.org/artist-brancusi-constantin.htm>

(Erişim tarihi: 07.04.2019)

(http-7): <https://www.tate.org.uk/art/artworks/epstein-portrait-of-iris-beerbohm-tree-t07051> (Erişim tarihi:12.04.2019)

(http-8): <https://www.theartstory.org/artist-fontana-lucio-artworks.htm>

(Erişim tarihi: 13.04.2019)

(http-9): <https://new.arnaldopomodoro.it/archive/detail/407/cubo-iv?lang=en>

(Erişim tarihi: 15.04.2019)