

Kuyumculukta Deneysel Döküm Teknikleri: Organik, İnorganik ve Polimer Türevli Malzeme Davranışı ve Doku Transferi

Başak Gürsoy¹

Özet

Bu çalışma düşük maliyetli ve malzemesi sınırlı kuyumculuk atölyelerinde uygulanabilecek deneysel döküm yöntemlerini, sistematik olarak incelemeyi amaçlamaktadır. Geleneksel döküm tekniklerinde yüzey tamamıyla kalıba bağlı bire bir olarak oluştuğundan, kalıbın dışında bir doku bu yöntem içinde üretilmemektedir. Günümüzde doku çeşitliliğine ve kişiye özgü tasarımlara yönelik artan talep nedeniyle, kalıp dışı davranış sergileyen organik, inorganik ve polimer türevli alternatif malzemelerin dökümünde oluşturduğu yüzeylerin araştırılmasını gerekli hale getirmiştir. Çalışmada organik (fasulye, pirinç, limon çekirdeği, çam yaprağı, çalı süpürgesi, ceviz kabuğu vb.), kompozit (strafor ve lastik) ve inorganik-mineral bazlı (tuz, alçı, cam bilye vb.) çok çeşitli malzemeler kullanılmıştır. Kullanılan her malzemenin metal akışı ve yüzey davranışını incelemek amacıyla ayrı ayrı döküm yapılarak test edilmiş; dökümlerin sonuçları fotoğraf ve gözlem yollarıyla kayıt altına alınmıştır. Yüzey karakteristikleri, metal akışını yönlendiren temel değişken olarak ele alınmış ve oluşan doku tipleri bu doğrultuda sınıflandırılmıştır. Bulgular, organik malzemelerin rastlantısal, dokuyla orantılı ve granülasyon benzeri yüzeyler oluşturduğunu; inorganik ve kompozit malzemelerin ise daha kontrollü, malzeme sınırlarında biriken katmanlı dokular oluşturduğu yönünde raporlanmıştır. Bu sonuçlar düşük bütçeli ve erişilebilir basit malzemelerle uygulanabilen deneysel döküm tekniklerinin kişiye özgü form oluşturmada güçlü bir yöntem olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Bu çalışma, kuyumculuk öğrencileri, tasarımcılar ve teknikle ilgilenen araştırmacılar için kolay erişilebilen malzemelerle oluşturulmuş geniş bir doku sözlüğü sunmakta; ayrıca deneysel dökümün eğitim müfredatına entegrasyonu için uygulanabilir bir model önermektedir.

1 (Öğr. Gör.) E-mail: basak.gursoy@deu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-2876-6556
Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir Meslek Yüksekokulu, El Sanatları Bölümü, Kuyumculuk ve Takı Tasarımı Programı, İzmir, Türkiye

1. Giriş

Döküm en yalın anlamda, kullanılacak yöntem çeşidine göre hazırlanan bir kalıbın içerisine, ergimiş metalin dökülerek kalıp şeklini almasıyla oluşan bir şekillendirme ve üretim işlemidir. Döküm yöntemi, hızlı ve seri üretimde ürün üretilmek istendiğinde tercih edilen bir yöntemdir. Geleneksel kuyumculukta mücevher döküm teknikleri çoğunlukla kayıp mum, kuma döküm, sübye dökümü gibi standart yöntemlerle sınırlandırılmıştır. Ancak, teknolojinin gelişmesiyle birlikte bu alanda malzeme çeşitliliğine yönelik arayış hızlanmış, çağdaş üretim yöntemlerinin geliştirilmeye çalışılması ve farklı yüzey dokusu arayışlarının başlaması ile kuyumculukta tasarım ve üretim açısından malzeme farklılığına gidildiği hem sektörel bazda hem de kişisel gözleme dayalı uygulamalı eğitim çalışmalarında tespit edilmiştir.

Tasarım ve üretim anlamında hem form hem yüzey çeşitlilikleri aranarak çağdaş tekniklerin geliştiği ve farklı üretim yöntemlerinin kullanılarak farklılıklar yaratıldığı bir döneme girilmiştir. Kişiye özel tasarımların daha aranır olduğu bu dönemde, standardın dışına çıkan malzemelerle yapılan üretimler ilgi çekmeye başlamıştır. Geleneksel döküm tekniklerinden olan kayıp mum tekniği, kuma döküm ve sübye kemiğine döküm teknikleri her ne kadar üretimde kendine yer bulsa da hem eğitimde hem üretimde farklılık arayışında olan yeni nesil için birebir aynı sonucun yakalanmadığı tekniklerin öğretilmesinin gerekliliği ön plana çıkmıştır.

Bu çalışma, öncelikle kuyumculuk eğitimi alan öğrencileri hedef alarak, onların kolay öğrenebileceği bir kaynak oluşturmak amacıyla, az malzeme ve basit bir atölye ortamında rahatlıkla uygulayabilecekleri deneysel döküm tekniklerini görsel örneklerle güçlendirilerek kapsamlı, sistematik ve akademik bir formatta hazırlanmıştır. Bir kuyumculuk atölyesinde kolayca uygulanabilen fakat literatürde neredeyse pek yer almayan bazı döküm teknikleri sistematik olarak incelenmiştir. Amaç hem yüzey tasarımı olup hem de form üretiminde tasarımcıya sınırsız bir doku sözlüğü sunmaktır. Yazımda her teknik uygulama için ayrı başlıklar atılmıştır ve her biri için bilimsel bir açıklama, uygulama yöntemi, gerekli olan yerlerde ayrıca ek güvenlik analizi yazılmış ve en sonunda elde edilen parçanın estetik sonuç değerlendirmesi yapılmıştır.

Çalışmada;

*Tamamen organik; fasulye, pirinç, limon çekirdeği, çam yaprağı, çalı süpürgesi, ceviz kabuğu, ağaç kabukları ve ağaç blok, keçe yünü, sargı bezi.

*Kompozit kalıp ve yüzeyler olarak ise; strafor ve lastik.

*İnorganik-mineral bazlı olarak ise; tuz, bentonit esaslı kedi kumu, kil-seramik hamuru, alçı, cam bilye ve su kullanılmıştır.

Dökümü yapılacak malzemeler uygun atölye şartlarında bir araya getirilip, uygun malzeme ve döküm teknikleri kullanılarak teker teker denenmiş ve analiz edilmiştir. Her birinin verdiği tepki ve dikkat edilmesi gereken kurallar belirtilmiştir. Bu deneysel döküm araştırmasında, malzeme yüzey özellikleri metal akışını yönlendiren bir etken olarak ele alınmıştır. Döküm sonuçları bu açıdan oluşan form ve doku çeşitliliği üzerinden değerlendirilmiştir.

2. Döküm Tekniğinin Kullanım Tarihçesi

Antik dönem döküm kalıplarından birçok örnek günümüz arkeolojik kazılarında gün yüzüne çıkartılmıştır (Şekil 1). Döküm işlemi ilk olarak MÖ 4.500–3.600’de Mehrgarh (Pakistan) ve MÖ 4.500’te Varna (Bulgaristan) bölgelerinde görülmektedir (Davey, 2009). Bu dönemlerde metallerin öncelikle bakırın eritilip dökümünün yapıldığı buluntulanan figür örneklerinden tespit edilmiştir. Bakırı eritip şekillendirmeden sonra kireç taşı veya kil malzemeden yapılmış kalıplara metal dökülerek basit alet yapımına geçildiği buluntularda elde edilen yolluk izlerinden, maça kalıp kalıntılarından, kırık kil kalıplarından görülmüş ve karbonlaşmış mum izleri ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) analiziyle görülen döküm tabakaları sayesinde tespit edilmektedir. Bu uygarlıkların dışında Yunanistan Karası, Girit Adası ve Kıbrıs Adasında balmumu döküm ile yapılmış altın insan ve hayvan figürlerinin birçok örneği bulunmuştur. Çinlilerin ise Mezopotamya ve Mısır’daki teknikleri kullanmakla birlikte, kalıp yapımında seramiği geliştirdiği ve parça kalıplı döküm (piece-mould casting) tekniğiyle daha büyük, daha karmaşık objeler yaptıkları görülmektedir. Mısırlılar döküm kalıbını üst ve alt parça olarak iki kısımda yaparlarken aynı zamanda döküm boşlukları ve yollukları yaptıkları daha ilerleyen dönemlerde (M.Ö. 1.550 civarı) de kalıpların ortasına ek parça yaparak içi boş heykeller, bilezikler ve mühür yüzükleri yaptıkları bilgilerine ulaşılmıştır (Davey, 2009). Mısırlı ustaların çömlekçilikte kullandıkları teknikleri metale uygulamaları ile kayıp mum tekniği ortaya çıkmış ve bu teknikle karmaşık takı parçalarının üretimi gerçekleştirilmiştir (Hunt, 1974). Mezopotamya’da yapılan kazılarda özellikle Sümerler döneminde (M.Ö. 3.000–2.000) metalürjinin çok yüksek bir seviyeye ulaştığı M.Ö. 1.500 yılında yapılan kazılardaki bronz içi boş döküm örneklerden görülmüştür. Arkeolojik incelemelere ve yazılı kaynaklara bakıldığında döküm tekniğini sistemleştiren ve takı yapımında yaygınlaştıranların Mısırlılar olduğu arkeo-metalürjik alanda yapılan çalışmalarda; karbonlaşmış mum izleri ve SEM analiziyle görülen döküm tabakaları sayesinde tespit edilmiştir. M.Ö. 480-450 de Arkaik Yunan ve Erken

Klasik Dönem de yine bu teknik küçük obje ve takı yapımında kullanılmıştır (Hemingway, 1996). Ayrıca kayıp mum tekniğinin kullanıldığına dair en önemli kanıt M.Ö 1.792-1.750 yıllarında bulunan Hammurabiye ait kil tablette yazan metal işleme yapan işçiye verilen balmumu miktarının kayıt altına alınması yazısının örneği ile de kesinleşmiştir. Nicholson ve Shaw (2000) da Mısır'da çömlekçilikte kullanılan kil kaplama ve pişirme tekniklerinin metal modelleme süreçleriyle birlikte kullanılması sonucu kayıp mum dökümünün geliştiğini; bunun da özellikle altın takılarda ince detayların elde edilmesini sağladığını belirtmiştir. Döküm tekniği olarak bu tarihe kadar kum, taş ve kemik kalıplar ile parçalar üretilmiştir. Sanayi Devriminde ve sonrasında ise modern kayıp mum tekniği geliştirilmiş ve santrifüj döküm, vakum döküm makineleri yapılarak daha detaylı dökümler yapılmaya başlanmıştır. 20 yy da ise gelişen teknoloji ile hassas döküm teknikleri daha da gelişmiş ve santrifüj ve vakum tekniklerinde kullanılan hassas mum kalıbının dışında, üç boyutlu (3D) baskı ile de dökülecek parçaların döküm modelleri üretilmiştir.



Şekil 1. Antik dönem döküm kalıplarından örneklemeler (www.google.com'dan alınmıştır)

3. Kuyumculukta Kullanılan Genel Döküm Teknikleri

3.1 Kayıp Mum Tekniği

Alçılı fanus içindeki mumdan yapılan modellerin ısı ile eriyerek oluşturduğu boşluklara metal akıp katıldığı için buradaki aşamadan tekniğin adını kayıp mum tekniği olarak almıştır (Şekil 2).



Şekil.2 Kayıp mum tekniği aşamaları (<https://www.marketsquarejewelers.com>'dan alınmıştır)

Teknik, İngilizcede “Lost Wax Casting” olarak adlandırılır. Kullanılacak model ya mum olarak üretilir ya da istenilen örneğin kauçuk kalıbı alınır. Model elde mum olarak, mum basma makinesi kullanılarak mum model basılarak veya 3D yazıcıdan reçine olarak üretildiyse de direkt mum ağacına dizilecek şekilde hazırlanır. Çoğaltılan bu mum modellerin döküm için mum ağacına hangi şekilde dizileceğine karar verilir. Mum dizme işlemi çok önemlidir ve bu aşamada belli kurallara vardır. Ağaca dizilecek mumlar temiz, aynı çeşit ve aynı sıcaklıkta eriyen türde olmalıdır ve yolluk kalınlıkları bağlandığı ana yolluk kesit kalınlığına eşit olmalıdır. Mum modellerle kauçuk taban arasında mutlaka mesafe bırakılmalıdır. Ana yolluğa mum model bağlanırken yatayla 10- 20°'lik açı oluşturmali, dizilişi dıştan içe doğru spiral şekilde ve eşit aralıklarla yapılmalıdır. Mumun bağlantı noktaları düz, pürüzsüz, fazlalıkları alınmış ve yuvarlatılmış olmalı, kesinlikle döküm esnasında alçının kırılıp döküm boşluğuna düşmesine neden olabilecek keskin köşeleri olmamalıdır. Model büyüklüğüne göre küçük olanlar üstte, büyük olanlar ise alt kısma dizilmelidir. Konik olan ana yolluğun boyu fanus boyundan 1,5 - 2 cm aşağıda olacak şekilde kesilerek ayarlanmalı ve fanustan 1cm. içeride kalacak şekilde dizilmelidir. Hazırlanan mum ağacın alçı kalıbının alınması için ağaç fanus içine dikkatlice konmalıdır. Fanus içine konan mum ağacı dikkatli bir şekilde hazırlanan alçıyla kaplanır ve döküm fanusuna titreşim verilerek alçıdaki hava kabarcıklarının çıkması sağlanır. Küçük fanuslar 1, büyük fanuslar 5 saat kadar alçının donması için bekletilmelidir. Alçı katılaşınca fazlalıkları fanusun üst

kısından bıçak yardımıyla temizlenir ve düzeltilir. Ardından mum ağacın dizildiği kauçuk taban çıkartılır. Alçı kalıp sağlamlaşması için pişirilrken içindeki mum modeller erir ve döküm ağızından dışarı akar. Eriyen mumun oluşturduğu boşluklar metal dökümün yapılacağı alanı oluşturur. Dökümü yapılacak metal mum katsayısına göre hesaplanır ve hazırlanır. Döküm işlemi için uygun tekniklerden biri seçilir. Metal eritilir ve fanustaki döküm ağızına dikkatlice dökülerek modellerin şeklini alması sağlanır. Dökümü tamamlanan fanusun 5-6 dakika soğuması beklenir ardından maşa ile tutularak su dolu kovanın (ısıya dayanıklı) içine batırılıp yavaşça birkaç tur çevrilir. Bu sırada sıcak alçı, soğuk olan su ile temas ederek çatlayarak metal ağacın üzerinden dökülür. Basınçlı su püskürten makinede de kalan alçı parçaları temizlenerek döküm mum ağacı metal ağaç şeklinde çıkarılır.

3.2 Kuma Döküm Tekniğı

Düşük maliyetli hızlı sonuç alınan bir döküm tekniğıdir. Döküm kumunda mukavemet ve gaz geçirgenliğı çok önemlidir. Bu nedenle daha çok silis kumu tercih edilir. Malzemenin kalıbını oluşturacak kum, çelik veya alüminyumdan yapılmış genellikle kare, yuvarlak veya dikdörtgen şeklindeki bir çift kalıp maçası içinde sıkıştırılır Kalıpta kullanılacak kumların seçimi çok önemlidir; çünkü kum (silikalı ince kum, killerin bağlayıcı olarak kullanıldığı kum ve yağ bağlayıcılı kum) kalıpta döküm sonucu çıkan metalin yüzey kalitesini ve gazın daha kolay döküm içinden çıkışını sağlamaktadır (Şekil 3A).



Şekil 3A. Kuma Döküm Malzemeleri

İlk önce kumun döküm için uygunluğu kontrol edilir. Bunun için avuç içine alınan bir parça kum avuçta sıkılır ve parçalanma olup olmadığına bakılır. Ayrıca kalıbı alınacak modelin kuma yapışmasını önlemek için ince dokunmuş bez içine pudra, tebeşir tozu veya grafit tozu konulur ve bohça şeklinde hazırlanır. Maçalardan birinin içine döküm kumu konulur ve bastırılarak sıkıştırılır. Maşa tam dolana kadar kum konulur ve iyice bastırılır.

Aralarda boşluk kalmamalı ve kum tam sıkıştırılmalıdır. Fazlalıklar spatula yardımıyla temizlenir ve üstüne pudra serpilir (Şekil 3B).



Şekil 3B. Kuma döküm aşaması.

Ana kalıp, kum doldurulan maçanın içine kalıbın yarıya yakını kumun içine gelecek şekilde oturtulur. İkinci maça parçası bunun üzerine konulur ve içine tekrar pudra serpilir. Suluboya fırçası yardımıyla serpilten pudranın ana modele iyice nüfuz etmesi sağlanır. Üstüne tekrar kum konulur ve dikkatlice bastırılarak kum sıkıştırılır. Maçanın üstüne kadar kumun dolması önemlidir. Kum iyice sıkıştırılınca fazlalıkları alınır ve maça ikiye ayrılır. Ana kalıp kumun içinden dikkatlice çıkartılır, kumun bozulmamasına dikkat edilir. Bozulma varsa dikkatlice düzeltilir (Şekil 3C).



Şekil 3C. Kuma döküm aşaması.

İnce bir çubuk (şiş olabilir) ile model boşluğuna batırılır ve maçanın üst kısmından çıkana kadar itilir. Oluşan bu delik konik bir şekilde genişletilerek döküm ağzı oluşturulur. Altta kalan maçanın model boşluğu çevresine 5 - 6 adet ince hava boşluğu, yolluklar açılır. Kalıplar dikkatli bir şekilde üst üste konulur ve iyice oturtulur. Potada metal eritilir ve kalıbın döküm ağzından dökülür. Üzerine biraz ısı tutularak dökülürken donmaması sağlanır. Maça soğuduktan sonra dikkatlice açılarak dökülen ürün kumun içinden çıkartılır, tesviye ve cila işlemleri yapılarak kullanıma hazır hale getirilir (Şekil 3D).



Şekil 3D. Kuma döküm aşaması.

3.3. Sübye Kemigine Döküm Tekniği

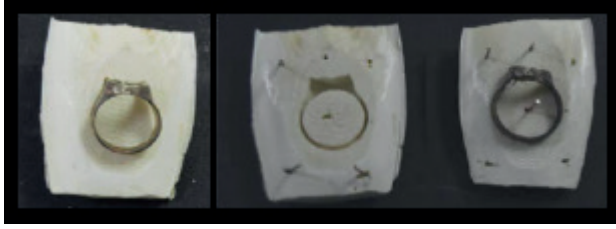
Sübye; mürekkep balığı kemiğidir ve içinde bulunan % 85- 90 aragonit (CaCO_3) kristalli kalsiyum karbonat bileşimli yapısı nedeniyle oyulma, kalıp çıkarma, ısının kalıp içinde dağılımı ve gaz çıkışının nispeten kolay olması açısından çok kullanışlıdır. Kuyumculukta döküm kalıbı olarak kullanılan bu kemikten her seferinde bir adet ürün elde edilir. Ancak hazırlanan kalıp iyi kullanılırsa aynı kalıba birkaç kez daha döküm yapılabilir. Elbette kuma dökümde kumun yapısından dolayı oluşan pürüzsüz görünüm burada pek yakalanamaz çünkü sübye kemiğinin kendine has bir dokusu vardır ve bu metal yüzeyine geçer. Bu doku kişiye göre bazen farklı bir görünüm (organik çizgisel bir doku) oluşturması nedeniyle olduğu gibi korunurken bazı kişiler ise tesviye yaparak metalin pürüzsüz görünümünü yakalamak ister.

Dökümde kullanılacak sübye kemiği parçalanmamış (bütün halde), hasar görmemiş, kalın enli ve ana modele göre daha büyük boyda olmalıdır. Sübye kemiğinin etrafındaki ince kabuklar ilk önce kırılarak ayrılır ardından, kemiğin etli kısmının başlangıç ve bitiş kısmı dikkate alınarak kemik başından ve sonundan düzgünce kıl testere ile kesilir. Buradaki düzgün kesim döküm sırasında bu kalıbın düzgün durması açısından da çok önemlidir (Şekil 4A).



Şekil 4A. Sübye kemiği hazırlama aşaması.

Kesilen parçaların birleştirme sırasında aralarında boşluk kalmaması için yüzeyleri birbirine sürtülerek düzleştirilir. Bir fırça yardımıyla kemiğin üzerindeki tozlar temizlenir (Şekil 4 A).



Şekil 4B. Örnek işin kalıbının alınması.

Dökümü yapılacak ana model sübye parçalarından birinin tam ortasına yatay bir şekilde konulur ve dikkatlice bastırılarak yarısına kadar sübye kemiğine batırılır. Diğer parçada bunun üzerine konulur ve yavaşça bastırılarak sübyenin yüzeyleri birbirine tam oturtulur. İşaret konulur, bu bir daha ki açıp kapamalarda kişiye yol gösterici olur. Dikkatlice üstteki kemik kaldırılır ve diğerinin içinden ana model çıkarılır. Tozlar üflenerek temizlenir. İstenirse sübye kemiğinin üzerine model çizilip, oyularak ta kalıp hazırlanır. Ardından döküm sırasında sübye parçalarının kaymaması (açılmaması) için pim yapılır. Pimler şu şekilde yapılır; sübyenin bir tanesinin üst kısmının iki kenarına yarıya kadar pirinç tel batırılır, bir tane de alt kısmına aynı şekilde batırılır. İkinci sübye parçası daha önce konan işaretlere dikkat edilerek diğerinin üzerine kapatılarak hafifçe bastırılır. Böylece pirinç telin dışarıda kalan diğer uçları üstteki sübyeye batırılmış olur (Şekil 4B). Dökümü sorunsuz yapabilmek için sübye kalıbının üstüne döküm ağzı, ayrıca döküm sırasında erimiş metal kalıp içine akarken oluşan gazların rahatça dışarı çıkabilmesi için hava yolu denilen kanallar açılmalıdır. Çünkü kalıp arasında boşluk kalması metalin buradan akmasına, gaz birikmesine ve yüzey kusurları oluşturmaya neden olurken; hava yollarının düzgün ya da yetersiz açılması da gazın içte sıkışıp kalıbı patlatmasına neden olur.



Şekil 4C. Sübye kemiğine döküm işlemi.

Döküm ağızı sübye kemiğine konik bir şekilde açılmalıdır. Genişliği model genişliğinin 2/3'ü genişliğinde olmalıdır. Model bıçağı veya herhangi bir bıçak ucu ile kalıbın üst kısmından içine model boşluğuna doğru daralan bir şekilde (konik) bu işlem yapılır. Diğer sübye parçasının da aynı şekilde aynı yerine bu işlem uygulanır. Döküm sırasında ateş verildiğinde ısınan CaCO_3 , $\text{CaO} + \text{CO}_2$ ayrışmasına neden olurken kalıp içinde gaz birikimini yaratabilir bu nedenle gazın dışarı rahat bir şekilde çıkabilmesi için sübyelerin yüzeylerine model boşluğundan başlanarak kemiğin kenarına doğru ince çizikler (oyuklar, yollar) yapılır. Tekrar oluşan tozlar fırça yardımıyla temizlenir. Kalıplar dikkatlice kapatılır ve kalıpların kenarları ısıya dayanıklı tel ile dikkatlice çok baskı yapmadan birkaç kez sarılarak bağlanır veya yaylı çift ile tutturulur. (Şekil 4C).



Şekil 4D. Döküm İşleminin Tamamlanması

Döküm ağızı yukarıda kalacak şekilde sübye kalıbı dik olarak amyant üzerine konulur. İstenirse parçanın kaymaması için küçük amyant parçaları ile iki yandan desteklenebilir. Metal potada eritilir ve ne çok yavaş ne de çok hızlı olacak şekilde döküm ağızı tamamen dolana kadar tek hareketle kalıp boşluğuna dökülür. Birkaç dakika metalin katılaşması beklenir. Pense yardımıyla tel çözülür ve kalıp çift yardımıyla açılarak ürün içinden çıkartılır. Döküm ürünün tesviye ve cila işlemleri yapılarak kullanıma hazır hale getirilir.

4. Kuyumculuk Eğitiminde Deneysel Döküm Uygulamaları: Organik, İnorganik ve Polimer Türevli Malzeme Davranışı ve Doku Transferleri

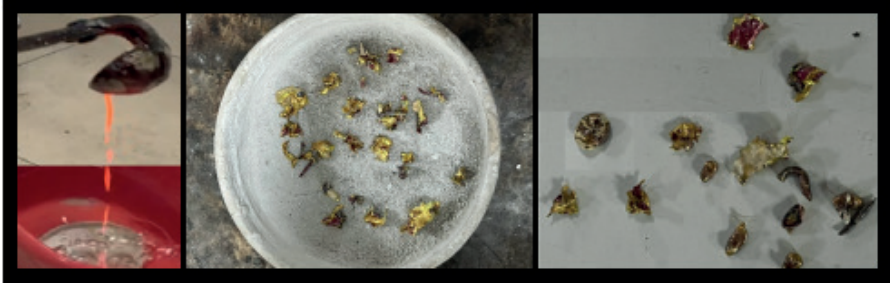
Kayıp mum tekniğini uygulamak için başlı başına ayrı bir kuyumculuk atölyesi gereklidir. Malzemeleri oldukça pahalı ve küçük ve az bütçeli bir atölyede yapılamayacak kadar maliyet gerektirmektedir. Bunun yanında kuma döküm ve sübye kemiğine döküm kolay ve az sayıda parça üretilmesine neden olsa da yüzey farklılık, çeşitlilik ve yaratıcılık açısından organik döküm kadar geniş değildir. Ayrıca özellikle düşük bütçeli ve standart el aletlerinin

olduğu bir atölyede farklı alternatif yöntemlerin denenmesi uygulayıcı ve tasarımcılar açısından daha yaratıcı olabilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada ham madde olarak her yerde kolaylıkla bulunabilecek ve farklı formlarda ürün verebilecek malzemelerin kullanılması örneklendirme olması açısından amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan malzemeler; su, fasulye, pirinç, limon çekirdeği, çam yaprakları, süpürge, ceviz kabuğu, tuz, kedi kumu, çamur/kil kalıplar, kartonpiyer alçı, cam bilye, keçe yünü, sargı bez, strafor, paketleme lastiği, ağaç dalları, ağaç kabukları ve ahşap blok olarak farklı malzeme türevleri olması ve farklı yüzey dokusu oluşturmaları düşünülerak belirlenmiştir. Malzeme uygulamaları için ayrıca amyant taşları, ergitme potaları, ısıya dayanıklı kaplar, gaz ile çalışan şaloma, güvenlik malzemeleri (önlük, ısıya dayanıklı eldiven, koruyucu gözlük, alev alma ihtimaline karşı yangın söndürme tüpü, maşa, çift, yüzey parlatma malzemeleri kullanılmıştır. Denemeler Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir Meslek Yüksekokulu, El Sanatları Bölümü, Kuyumculuk ve Takı Tasarımı Programının Kuyum atölyesinde, havalandırma ve güvenlik sistemlerinin bulunduğu üretim atölyesinde yapılmış ve uygulama öncesi, uygulama sırası ve sonrası olarak kayda alınmıştır.

4.1. Suya Döküm Tekniği

Bu yöntem soyut formlar oluşturmak için bir kova su içine ergitilmiş sıvı metali dökme sürecinden oluşur. Soğuk döküm de denilmektedir. Birçok farklı yöntemle sıvı malzemeye döküm yapılabilir. Bunların hepsinde de farklı görünümde sonuçlar elde edilmektedir. Doğrudan suya döküm yapıldığında daha çok yuvarlağa yakın formlar elde edilirken bu yuvarlağımsı formların hiçbiri birbirine benzemez. Çünkü su 100 °C civarında buharlaşır, sıvı faz kalmaz ve eriyik metal ile temas ettiğinde aniden buharlaşır, ani ısı kaybına uğrar ve metal içinde gözenek, mikro krater, pütürlü yerler ve düzensiz kenar yapıları gözlenmesine neden olur. Çıkan parçaların formları oldukça rastlantısaldır bu döküm sonucunda yapıla gözleme göre aynı ortam ve koşullar sağlansa dahi birbirinin aynısı olamayacak şekilde farkların olduğu örneklerin çıkacağı bir döküm olacağı saptanmıştır. Döküm sonrası elde edilen formlar; eriyik metalin akış yönüne doğru hafif basık ve yüzey gerilimine göre şekillenerek bazı yerlerde uzamış damla formunda çıkmıştır. Metal akış formunu korumuştur. Ayrıca suyun miktarına göre, birden dökülmesine göre, yavaş dökülmesine göre ve buzlu suya dökülmesine göre de farklı formlarda oluşumlar elde edilmektedir. Döküm ısısına yakın metal döküldüğünde daha damlacık ve granül şeklinde, döküm ısısından az ısıtıldığında çıkıntılı yüzeyler şeklinde, soğuk suya ani çarpmada yüzey çatlaklı ve kabarcıklı (patlama tehlikesi vardır), su sıg, az olduğunda daha yuvarlak

şekilli, yüksekte döküldüğünde ise daha uzun ve mercan görünümlü şekiller oluşmaktadır. Bu döküm tekniği standart aynı ürünlerin üretilmesi için değil kısa sürede üretimde seri çeşitlilik yakalamak için çok uygundur (Şekil 5).



Şekil 5. Suyu döküm tekniği ve uygulaması.

4.2. Fasulye ile Döküm Tekniği

Fasulye ile döküm, su ile döküm ile aynı şekilde yapılır. Tek farkı su yerine sadece fasulye kullanılmasıdır. Metal bir kutu veya ısıya dayanıklı kap içine fasulyeler doldurulur. Metal potada eritilir ve çok hızlı olmadan ama bir anda dökülür. Metal fasulye arasındaki boşluğa akarken fasulye üzerinde farklı ısılarda ilerlerken farklı noktalarda kademeli olarak katılır ve metal yüzeyinde farklı şekiller oluşturmuştur. Fasulyeler ısı nedeniyle tamamen erimese de kısmi karbonizasyona (yanma) uğramış, hacimsel deformasyon oluştururken metalin bu boşluklarda pütürlü kabuk benzeri yüzeyler oluşturarak heykelsi bir form oluşturmuştur (Şekil 6).



Şekil 6. Fasulye ile döküm ve çıkan ürün.

4.3. Pirinç Taneler Üzerine Döküm

Fasulye dökümünde olduğu gibi ateşe dayanıklı pota içerisine pirinç taneleri bolca konularak ve gümüş ergime sıcaklığındayken potanın 2 cm. üzerinden döküm yapılmıştır. Döküm sonucu elde edilen formlarda küçük

uzunumsu oval yapıda boşluklar elde edilmiştir. Fasulye dökümüne benzese de pirinç tanelerinin daha küçük olması fasulyeninkinden daha farklı minimal formlar yakalanmasına neden olmuştur. Pirinç taneleri bu noktada bir kalıp olarak değil metal sıvı akışını bölen organik bir yapı olarak, metalin temas noktalarında farklı ısı değişimi (soğuma) yaşayarak, herhangi bir patlama göstermemiş kısmi yüzey yanığı ve dehidrasyon (su kaybı) etkisiyle küçülme nedeniyle mikro boşluklar oluşturarak ilerlemiş ve mikro çıkıntı, boşluk ve kıvrımlar oluşturmuştur (Şekil 7).



Şekil 7. Pirinç taneleri üzerine döküm ve çıkan ürün.

4.4. Limon Çekirdeğine Döküm

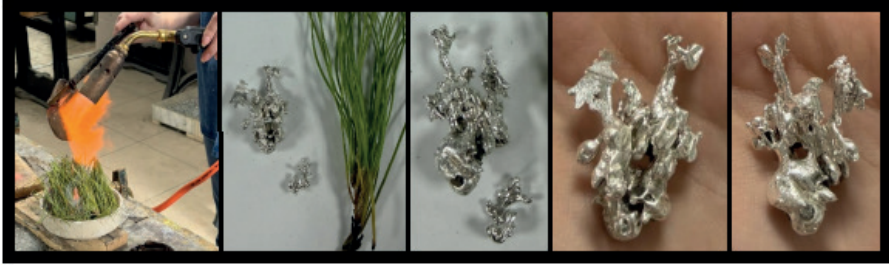
Fasulye ve pirinçten sonra ara boyutlu bir malzemenin yüzey oluşumunu görmek için kurumuş limon çekirdekleri ısıya dayanıklı bir potaya konmuştur ve üzerine eriyik halindeki gümüş dökülmüştür. Çekirdeklerin ayrıldığı ancak tam anlamıyla kaybolmadığı fakat hızlı yapılan döküm nedeniyle çekirdeklerin altında merkeze doğru ilerleyerek daha çok biriktiği görülmüştür. Metalin ısısı limon çekirdeğine temas ettiği noktada ani soğuma ve limon çekirdeğinin yanarak dehidrasyon (su kaybı) nedeniyle düzensiz mikro akış kanalları oluşturmasına ve bunlarında birbirinden farklı ve benzersiz damla formuna yakın asimetrik çukurluklar oluşturmasına neden olmuştur (Şekil 8).



Şekil 8. Limon çekirdeğine döküm ve çıkan ürün.

4.5. Çam Yaprığına Döküm

Çam ağacının yeşil yaprakları kullanılarak elde edilen farklı form ve dokuya sahip dökümdür. Kullanılan çam ağacının yapısına, yaprakların diziliş ya da demet halinde toplanarak su dolu kaba ya da ateşe dayanıklı kaba konulup, çeşitli yükseklik ve savurma şeklinde döküm yapılmasına göre farklı farklı formlar elde edildiği görülmüştür. Çam iğneleri dik konulduğunda uzun ve ince organik formlar elde edilmiştir. Aşağıdaki fotoğrafta iğne yapraklı çam demeti büyük bir pota içine konularak gümüş ergime derecesine geldiğinde 5 - 8 cm kadar yükseklikten dökülerek elde edilen formlar görülmektedir. Burada çamın selüloz ve reçine yapısı nedeniyle ısıyla temas ettiğinde karbonize olarak yanmış ve mikro boşluk oluşturmuştur, eriyik haldeki metal bu boşluklara akarak organik damar izli bir form oluşturmuştur (Şekil 9A).



Şekil 9A. Çam İğnelerine döküm ve çıkan ürün.

Çam ağacının farklı yapıdaki yapraklarından farklı doku alabilmek amacıyla 2. bir döküm hazırlanmıştır. İğnemsisi ancak daha dallı bir yapıdaki yaprakları pota içine yatay olarak yerleştirilmiştir ve yine eriyik halindeki has gümüşü potanın hemen üzerinden pota içindeki yapraklara dökülmüştür. Ancak malzememizin az, eriyik haldeki gümüşün fazla olması ve dalların yatay düzlemde konularak uygulamanın yapılması nedeniyle, iğne formu parçadan çok farklı olarak daha yatay ve az dokulu bir parça elde edilmiştir (Şekil 9B).



Şekil 9B. Farklı şekildeki çam yaprağına döküm ve çıkan ürün.

4.6. Çalı Süpürgesine Döküm Tekniği

Değişik form ve doku elde etmek için su dolu bir kabın içine oturtulmuş demet halinde bir çalı süpürgesinin içine sıvı metalin dökülmesi işlemini içermektedir. Çalının sıkı bağlanması, çalı oranına göre uygun gramajda metalin seçilmesi, dökümdeki yayıcı hareket, hatta çalının uzunluğu bile dökümün sonuçlarını farklılaştırmaktadır. Bu teknikteki en önemli diğer kural ise çalının mutlaka su dolu bir kap içinde oturtularak yapılmasıdır. Çalının yapısı nedeniyle eriyik haldeki sıvı metalle teması sonucu hemen karbonize olup yanma şekline ve formuna bağlı olarak çizgisel mikro oyuklar oluşmuştur. Çalı formu kalıp olarak kullanılmadığı için metalin ilerlerken ki soğuma yolu boyunca keskin olmayan kıvrımlı kenarlar oluşturduğu da gözlenmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Süpürgeye döküm ve çıkan ürün.

4.7. Ceviz Kabuğuna Döküm

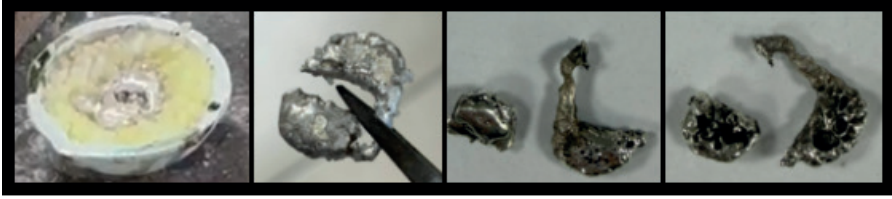
Ceviz kabuğunun çok kıvrımlı ve dokulu bir yüzeyi olması nedeniyle döküm işlemi 2 farklı halde denenmiştir. İlk denemede ceviz kabuğu kuru olarak ters çevrilmiş ve içine eriyik haldeki gümüş hızlı bir şekilde dökülmüştür. Ancak metal ölçüsü az olduğu için istenilen sonuca ulaşılamamıştır bu nedenle daha fazla metal eklenerek tekrar bir döküm yapılmıştır. Ceviz kabuğu su ile içi doldurulup 5-10 dakika bekletildikten ve içindeki su döküldükten sonra daha fazla gramdaki gümüşle tekrar aynı hızla ikinci deneme işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapısı nedeniyle yanmaya daha önce denenmiş malzemelerden biraz daha dayanıklı olan ceviz kabuğu ani ısı ile karbonize olarak yanmış, kabuğun iç yüzeyine dolmaya başlamış, düz olmayan ancak daha yumuşak bir formda kabuktan kopyalanan mikro heykelimsi bir form almıştır (Şekil 11).



Şekil 11. Ceviz Kabuğuna Döküm ve çıkan ürün.

4.8. Tuza Döküm Tekniği

Teknik olarak fasulye ve su döküm ile aynıdır, buradaki tek fark malzeme olarak kalın taneli tuz kullanılmıştır. Yalnız metal limon tuzuna dökülecekse, dökme kısmında limon tuzunun metalle birleşimi sırasında patlama ihtimali oluşabileceği düşünülerek kaya tuzu tercih edilmelidir. Tuz malzemeye döküm sonrası elde edilen form; mercansı, çok delikli ve çukurlu dokular şeklindedir (Şekil 12).



Şekil 12. Tuza döküm tekniği ve çıkan ürün.

4.9. Kedi Kumuna Döküm

Kedi kumu, inorganik olduğu için yanmamaktadır; organik katkı varsa onlar yanmakta ama kil fazı kalmaktadır. Bu yüzden kedi kumu ısıtıldığında su kaybetse de sonra kısmen pişen bir kil gibi davranmaktadır. Tuza dökümde olduğu gibi malzememiz ısıya dayanıklı pota içine, potanın içini doldurana kadar koyulmuştur. Amyant üzerine konan potaya has gümüş malzemesi konularak eritilmiştir ve kumun olduğu potanın 2-3 cm. üzerinden döküm gerçekleştirilmiştir. Bazı kedi kumu içerisinde kum haricinde özel bir malzeme olduğunda döküm sırasında sıçrama yapma ihtimali olabileceği düşünülerek karışimsız kedi kumu kullanılması terci edilmelidir. Kedi kumu üzerine döküm yapıldığında, eriyik haldeki metal; kum tanelerine temas noktalarında ani ısı değişimi (soğuma) nedeniyle mikro boşluklar oluşturarak ilerleyip, mikro çıkıntı ve çoklu boşluklar oluşturmuştur (Şekil 13).



Şekil 13. Kedi kumuna döküm tekniği ve çıkan ürün.

4.10. Seramik Çamuru / Kil Dökümü

Seramik hamuru ile tek seferlik döküm yapılmaktadır çünkü seramik hamuruna yüksek ergime sıcaklığına sahip metaller döküldüğünde hamur kurutulmuşta olsa çatlamayıp yapmaktaki ve kalıp kullanılamaz hale gelebilmektedir. Seramik hamur kalıbı ile uygulama yapılmak isteniyorsa kurutulmuş ya da fırınlanmış (50-90°) seramik hamuruna deneme yapılması önerilir. Ayrıca gümüş ergime sıcaklığı ne kadar altın veya bakır alaşımlarından düşük olsa da yine de bu malzeme ile dikkatli çalışılmalıdır (Altının ergime ısısında kalıbın ısıyı kaldırıp kaldırmayacağı garanti görülmemektedir). Seramik çamurunu şekillendirilerek kalıp formu verilir ve bir gece kuruması için dışarıda bırakılır. Has gümüş potaya konup ergitilerek alçı kalıbın üzerine dökülür. Alçı kalıbındaki form için az miktarda metal gerekse de her ihtimale karşı biraz daha fazla oranda metal eritilmesinde yarar vardır çünkü fazla oranda metal ile döküm yapıldığında artan miktar döküm yerinin dışı alanını da kaplayacaktır. Denemede fazla miktarda dökülen kısım olsa da parçanın fazlalıkları kesildikten sonra dökümü yapılan parçanın birebir kalıbının formunu aldığı gözlemlenmektedir. Dökmeden önce sağlam olan seramik hamurunda döküm sorası çok ince çatlak gözlenmiştir. Ancak döküm kalıbı içinde hiçbir bozukluk olmamıştır. Yine de çatlağın ilerlemesi ihtimali ile bu kalıbın bir kez kullanımının (tek kullanımlık) daha garanti olduğu not edilmelidir. Elde edilen gümüş parçada herhangi bir çapak veya bozukluk gözlenmeyecektir. Kalıbın alacağı kadar malzeme ile çalışılması ve ani dökümden kaçınılarak normal hızda dökülmesi tavsiye edilmektedir. Her ne kadar hassas döküme elverişli olmadığı düşünülse de derin formlu işlenmiş kalıpta olumlu sonuçlar alındığı görülmektedir (Şekil 14).



Şekil 14. Çamur Döküm İşlemi ve Sonucu.

4.11 Kartonpiyer Alçıya Döküm

Kartonpiyer (çabuk donan) alçı kuyumculukta birçok işlemi kolaylaştırma da kullanılmaktadır. Bu çalışmada alçıya ceviz kabuğu bastırılarak dikkatli bir şekilde kabuğun çeyreğinin kalıba alınarak 3-5 mm. derinlikte negatif bir kalıp oluşturulmuş ve iyice kuruduktan sonra gümüş ergime sıcaklığında patlama- saçılma tehlikesine karşı önlem alınarak bu kalıba döküm yapılmıştır. Dökümdeki metal yüzey gerilimi ve hacim daralması nedeniyle dökümün üst kısmı dalgalı ve pürüzlü bir görünüm oluşturmuştur. Metal soğurken alçının yapısı nedeniyle metal üstünde çökme halkaları, mat- parlak düzensiz bir doku ve ince buruşmanın yanında minik tepeciklerde gözlenmiştir. Gözlemlenen bir diğer sonuç ise alçı kalıptaki formun derinliği ne kadar yayık ve büyük olursa formun çok daha net çıktığı gözlemlenmiştir (Şekil 15).



Şekil 15. Kartonpiyer alçıya döküm işlemi ve sonucu.

4.12 Polistren Köpük Levhaya Döküm

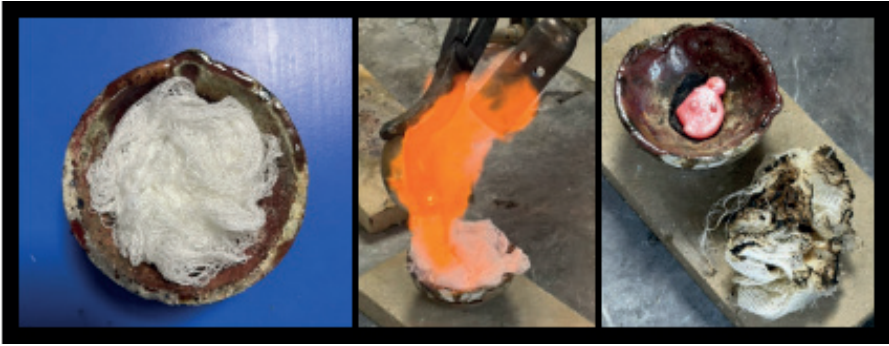
Polistiren köpük, polistiren adı verilen polimer boncuklarının gaz ile geniştirilmesi ve sıkıştırılması ile elde edilen hafif ve kullanım alanı son derece geniş bir malzemedir. Yapısı sayesinde ince tüneller oluşturacağı düşünülse de tehlikeli olacağı düşünülmektedir ve bütün önlemler alınarak strafor parçalar katman katman üst üste dizilip 9 kat olarak hazırlanmıştır. Metal eritilip kat kat dizilen strafor üzerine 1-2cm yükseklikten orta hızda dökülmüştür. Strafor alev alsa da bir yangın çıkaracak kadar kuvvetli olmamıştır. Kontrollü sönme yapıldıktan sonra çıkan şekil aşağıda görülmektedir. Burada kullanılan malzeme yüksek ısıda hızla bozularak metalin yüzey morfolojisini belirleyen bir rol üstlenmiştir. Katın arasındaki ısının döküm hızındaki değişmesi nedeniyle her katmanda farklı çökmeler yaratmış bu da en sondaki derin boşluğu oluşturmuştur. Gözlem sonucu dökülen metal oranının daha az (30 gr.) olması durumunda sonucun daha farklı bir görünüm elde edilebileceği sonucuna varılmıştır. Çünkü çökme çok hızlı olmuş ve mikro boşluk gerçekleşmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. Kartonpiyer alçıya döküm işlemi ve sonucu.

4.13 Sargı Bezi Üzerine Döküm

Direkt sargı bezi üzerine döküm yapıldığında beklenen görsel forma ulaşılmadığı için bu deneme başarılı olamamıştır. Sargı bezi kendi üzerinde döndürülerek yuvarlağımsı potanın içine, potaya tam olarak oturacak ve dolduracak şekilde konulmuştur. Eriyik metal biraz fazla gramda (40 gr.) döküldüğü için sargı bezi içinde yayılıp dökülmesi istenirken sabit ve hızlı döküm nedeniyle ortada büyük bir parça oluşturmuştur. Beklenen farklı doku ve form yakalanamamıştır. Deneme parçası büyük bir alev almasa da deneme yapılacaksa mutlaka güvenlik önlemleri alınıp yapılması gerektiği önerilmektedir (Şekil 17).

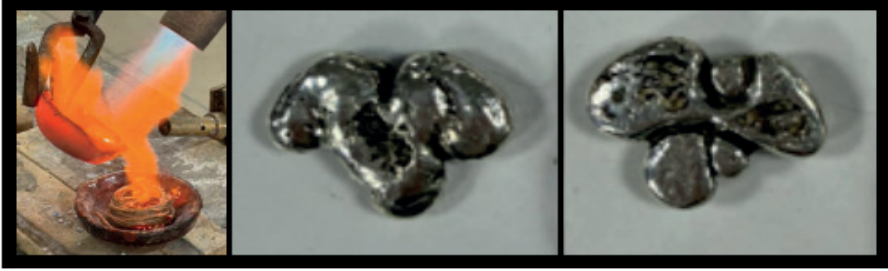


Şekil 17. Sargı bezi döküm işlemi ve sonucu.

4.14 Jüt İpinden Yumağa Döküm

Jüt ipi jüt bitkisinden elde edilen bitkilerden yapılmaktadır. Bu yüzden liflidir. Jüt ip boşluklu bir şekilde sarılır ve ısıya dayanıklı kaba konulur. Eriyik haldeki metal 4-5 cm üzerinden dökülür. İnce çoklu lif yapısına sahip jüt üstüne dökülürken parçada yanma yaratarak ilerlerken demet arasında düzensiz çökmüş ve lifler arasından ilerleyerek donmuş ve lif boşlukları

değişik formda derin kıvrımlar oluşturmuştur. Çıkan parçalar arasında jüt ipin güzel bir ayırıcı heykelimsi form oluşturduğu görülmektedir (Şekil 18).



Şekil 18. Jüt İpine döküm işlemi ve sonucu.

4.15 Lastik Bant Dökümü

Düğümlü, büzülme gösteren yüzeyler elde edileceği düşünülerek bir avuç dolusu paket lastiği çeşitli şekillerde düğümlenerek döküm için hazırlanmıştır. Potanın içine kum konularak üstüne düğümler atılmış şekilde paket lastikleri yerleştirilmiştir. Döküm potanın hemen üzerinden bir kerede orta hızda dökülerek yapılmıştır (bu döküm sırası çıkacak duman ve koku nedeniyle kapalı ortamlarda ya da havalandırmanın iyi olmadığı ortamlarda yapılması tavsiye edilmemektedir). Elastik polimer yapısı metalin akışı içinde eriyiğin akışını bölen, ısı karşısında çökme gösteren sentetik bir döküm işlemi olmuştur. Bu kademeli soğuma kenarların daha kıvrımlı, yüzeyi baskı temaslı her biri birbirinden farklı heykelimsi ara parçalar oluşturmuştur. Elde edilen görüntü beklendiği gibi olmadığı ve eriyik dağıldığı için ufak parçalar elde edilmesi nedeniyle büyük parçalı ürün elde etmek için pek uygun bir yöntem olmadığı düşünülmektedir (Şekil 19).



Şekil 19. Ceviz kabuğuna döküm tekniği, aşamaları ve çıkan ürün.

4.16 Cam Bilyelere Döküm

Cam bilyeler ateşe dayanıklı bir pota içine doldurulmuştur ve erimiş haldeki gümüş normal bir hızla 10 cm. yukarıdan bilyelerin üzerine dökülmüştür. Çatlayıp fırlama ihtimaline göre önlem alınsa da hiçbir olumsuzluk yaşanmamıştır. Metal bilyelerin arasında tek bir akış kanalı izlemeyerek taneler arasında dağılarak çevresindeki boşlukları doldurarak katılaştığı gözlenmiştir. Çoklu ve düzensiz soğuma nedeniyle gümüş bazı yerlerde granüller şeklinde yüzey oluştururken bazı bilyelerin üzerinde ise minik çıkıntılar oluşturmuştur. Dökme işleminden sonra metal soğuyunca bilyelerden ayrılması sırasında herhangi bir zorluk yaşanmamıştır. Bilyelerin büyüklüğüne göre oluşan form büyüklüğü de değişmektedir. Cam bilyelerin metal ısısında patlamadığı sadece şekillendirme yüzeyi oluşturduğu gözlenmiştir (Şekil 20).



Şekil 20. Cam bilyelere döküm tekniği aşamaları ve çıkan ürün.

4.17 Ağaç Dallarına Döküm

Çeşitli boy ve tipte toplanan ağaç dalları ve gövde parçalarına döküm yapılmış ve düzgün yüzeyli uzun formulu dallarda daha düzgün, dal boşluklarına uygun formlar; dokulu ve düzensiz ağaç kabuklarına yapılan dökümlerde ise aşağıdaki şekiller elde edilmiştir. Kısmi yanan ve karbonizasyon oluşturan ağaç kabuğu yanıp tamamen yok olmadan önce metal yüzeyinde karbonize bölge ve mikro çökme noktaları üretmiştir. Düzgün yüzeylerdeki döküm sonucu bir sonraki deneme parçalar açısından farklı bir fikir oluşturmaktadır (Şekil 21).



Şekil 21. Ağaç dallarına döküm tekniği aşamaları ve çıkan ürün.

4.18 Ahşap Ağaç Kalıbı Yapımı ve Ahşap Kalıba Döküm

Ağaç dallarına yapılan dökümde dalın düzgün formunun alması sonucu eğer istenilen form ağaç kalıptan olsaydı sonuç düzgün bir model üretimini sağlar mıydı sorusuna yönelinmesine neden olarak bu kısımdaki çalışmanın hedef konusunu oluşturmuştur. Ağaç kalıbı kavak ağacı plakasından kesilip freze motorunda fisür ve topbaşla açılan kanallar olarak yapılmıştır. Üst kısım metal eriyiğin dökülmesi amacıyla genişletilmiştir, ancak hava kanalı açılmayacağı düşünülerek kalıp döküm ağzı oldukça büyük açılmıştır. Eriyip metal fazla miktarda eritilerek ahşap kalıba dökülmüştür. Ağaç soğutulup kesilerek açılmış ve dökümün olduğu gibi tüm açılan boşluğu kapladığı ve sorunsuz bir şekilde çıktığı görülmüştür. Bu döküm yapılırken yanarak karbonize olması, hacmini kaybedebileceği kaygısı parçanın çok iyi çıkmayacağını düşündürse de oluşan karbon sürtünmesinin artarak metalin akışını yavaşlattığını göstermiştir. Metal açılan tüm boşluklara tamamen akarak dolmuştur. Döküm kalıbı ahşap olduğu için tek kullanımlık olmuş ancak istenilen modelin daha orta detay seviyesinde sorunsuz üretildiği görülmüştür (Şekil 22).



Şekil 22. Ahşap kalıba döküm tekniği aşamaları ve çıkan ürün.

5. Sonuçlar ve Öneriler

Dökümü yapılan malzemenin dayanımı, aslında malzemenin kalıp olarak malzeme aktarım aracını yoksa yüzey üzerinden form geliştiren yüzey transfer aracı mı oluşturması gerektiğinin kararında ayırt edici bir ölçüt olmuştur. Literatürde geçen klasik yöntemlerde kullanılan malzemelerin dışında kum ve sübye kemiğinden yapılan kalıpların kullanıldığı hem akademik yazın taramasında görülmüş hem de daha önceki eğitim denemelerimde kullandığım bir teknik malzeme olduğu için burada referans gösterilmiştir. Ancak; ahşap kalıp, alçı kalıp, seramik çamuru (kurutulmuş) gibi malzemelerden kalıp yapıldığına dair kesin bir akademik çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle burada malzemeler 2 ayrı yönde değerlendirilmiştir;

1. Kalıp olarak kullanılmayan sadece yüzey farklılığı oluşturma açısından kullanım; metalin döküm anındaki akış davranışıyla yeni yüzeyler geliştirdiği, yüzeyden form türetme açısından değerlendirilmiştir.

2. Formun kendisini farklı yüzeylerle çoğaltmak amaçlı kullanımda ise; malzemenin yeniden şekillendirilebilirliği ve formunu ne kadar koruduğu açısından değerlendirilmiştir.

Bu yönle göre ahşap kalıp, alçı malzemesi ve pişirilmeden kurutularak kullanılan seramik hamuru tek kullanımlık kalıplar olarak tespit edilmiştir. Seramik çamurunun pişirilmiş halde denenmemiş olması ise yeni bir araştırma konusunun hipotezini oluşturmaktadır.

Sadece doku ve form oluşturmaya amacıyla kullanılan malzemeler arasında en güzel doku örneklerini, derin ve belirgin formlar şeklinde çıktığı için; su, fasulye, çam, çalı süpürgesi, çam yaprakları, tuz, pirinç ve limon çekirdekleri vermiştir. Ceviz kabuğu, düzensiz ağaç gövdesi, paketleme lastiği, jüt ipi, ağaç gövdeleri ve bilyenin ise beklenmedik estetik düzeyde farklı doku ve formlar oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Özellikle su dökümünün farklı oranlarda su ve metal malzeme kullanılarak döküm farklılaşmasına gidilmesi, taneli ürünlerden olan malzemenin karıştırılarak ya da başka malzemeler ile birleştirilerek kalıp şeklinde dökülmesi, fimo- alçı-seramik çamuru gibi kalıpların kurutulma dışında pişirilerek de denemelerinin yapılması uygulama çalışmaları için farklı öneriler olarak görülmektedir. Özellikle ahşap malzeme ile kalıp yapılma kısmının geliştirilerek denenmesi başka çalışmalar için ek bir öneri olarak da görülmektedir.

Okul ya da küçük ölçekli atölyelerde özellikle hemen ürünün elde edilmesi, kolay uygulanabilirlik, malzeme fiyat düşüklüğü ve eğlenceli uygulama oluşturmaya nedeniyle burada kullanılan malzemelerin tercih edilebileceği düşünülmektedir. Ayrıca okul gibi eğitim veren kurumların atölyelerinde (özellikle de eksiklerin yoğun olduğu yerlerde) bu tür malzemelerin kolaylıkla bulunup, eğitim amaçlı uygulanması açısından ve öğrencilerin deneysel çalışmalar yaparken beyin fırtınası yaparak toplu çalışmalarını sağlaması yanında; eğlenerek üreticiliklerini de genişletmeleri ve farklı malzemeleri keşfetme olanaklarının olabildiğini görmeleri açısından önemli bir sonuç olacağı bu çalışmada bir sonuç olarak da ön plana çıkmaktadır.

Çalışmanın avantajları olarak kalıp malzemelerinin, doku malzemelerinin ucuz ve erişilebilirlik açısından kolay olması, fazla işçilik gerektirmemesi açısından daha basit, küçük ölçekli ve yaratıcı işlemler için uygun döküm yapılabilmesi gösterilebilir. Bunun yanında çalışma, organik doku isteyen tasarımlar için de çok uygundur. Çalışmanın dezavantajı ise, detayların her zaman çok hassas ve sonuçların her zaman birebir aynı olmaması gösterilebilir. Ayrıca kullanılan malzemelerin çoğu tek kullanımlıdır. Farklı organik, sentetik ve kompozit malzeme grupları ile gerçekleştirilen metal dökümde doku ve form üretimine etkisini birlikte inceleyen bu birincil deneylere dayanan deneysel bir kuyumculuk atölye çalışmasına, yapılan literatür taramasında hiçbir dilde rastlanmamıştır. Ayrıca malzeme teması metal döküm çeşitlendirmesine dair eşdeğer bir multidisipliner bir çalışmaya rastlanmadığı için bu çalışma alana özgü ve yenilikçi bir yöntemsel yaklaşım kazandırmaktadır.

Bu çalışmada atölye şartlarında fazla makine ve malzemenin olmadığı zamanlarda üretimde ve eğitimde kullanılabilirliğini görmek ve göstermek amacıyla uygulanacak döküm tekniğinde kullanılmak üzere hazırlanması düşünülen malzemeler, özellikle ekonomik açıdan herkesin ulaşabileceği malzemeler göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Bu kapsamda su, fasulye, pirinç, limon çekirdeği, çam yaprakları, süpürge, ceviz kabuğu, tuz, kedi kumu, çamur/kil kalıplar, kartonpiyer alçı, cam bilye, keçe yünü, sargı bez, strafor, paketlenme lastiği, ağaç dalları, ağaç kabukları ve ahşap blok olarak farklı malzeme türevleri hazırlanıp döküm sıcaklığına elverişli kaplara konularak uygulamanın yapılması sağlanmıştır. Eritme yönteminde gaz başlıklı şaloma ısı için kullanılmıştır. Elbette bütün gaz çıkışı, tehlikeli olabilecek buharlaşmaya karşı havalandırma sistemi ve yangın tehlikesine karşı da yangın söndürme tüpü bulundurulmuştur. Deneyler saf gümüş ve 925 ayar gümüş olarak denenmiş. Saf gümüşte 925 ayar gümüş alaşımına göre daha rahat sonuçların alındığı gözlenmiştir. Döküm sonucu elde edilen malzemeler incelendiğinde istenilen doku farklılıklarına ve farklı formlara ulaşıldığı görülmüştür. Ayrıca uygulama sonucunda bazı malzemelerin sadece doku değil tek kullanımlık kalıp olarak bile kullanılabileceği görülmüştür. Bu örneklerle etrafta rahatlıkla bulunabilecek hatta ekonomik olarak fazla bir altyapı gerektirmeden de kişinin yaratıcılık sınırlarını genişletecek sonuçlara ulaşılabilceği söylenebilir. Buna ek olarak deneme sırasında atölyede bulunan öğrencilerin verdiği tepkiler ve meraklarının fark edilmesi mesleğin bu kısmının daha eğlenceli ve daha öğrencileri bütünleştiren bir ders olarak da uygulanmasının olumlu bir hareket olacağını göstermiştir.

En nihayetinde, bu çalışma kuma döküm ve sübye kemiği gibi klasik yöntemlerin dışında metalin alternatif kalıp ve yüzeylerle doğrudan etkileşime sokulduğu, form ve doku çalışmasının tamamen atölye ortamında uygulandığı deneysel gözleme dayalı olarak değerlendirilen özgün bir kuyumculuk döküm araştırmasıdır. Bu çalışmanın devamında üretim alanında, kalıp olarak daha farklı malzemelerin kullanılması; doku açısından farklı malzemelerin birleştirilerek uygulanması ve eğitim alanında ise daha deneysel ders içeriklerinin hazırlanması önerilmektedir. Bu çalışmadan elde edilen veriler; farklı tasarımlar elde etmek isteyen üreticiler, alana ilgi duyan araştırmacılar ve öğrenciler için farklı bir referans kaynaklarından biri olma potansiyeli taşımaktadır.

Kaynaklar

- Davey, C. J. (2009). *The early history of lost-wax casting*. Academia. <https://www.academia.edu/4614800>
- Gürsoy, B. (2013). Kuyumculuk Teknikleri, MENĞİ Basım Ambalaj Ltd. Şti. ISBN: 978-605-85869-0-1
- Ergün, V. (2013). İstanbul'da kuyumculukta kullanılan kalıp çeşitleri, *Yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Ankara*
- Ergün, B. (2022). Kuyumculukta döküm tekniği (kayıp mum tekniği ile yapılan ürünün üretim aşamaları, Erciyes Akademi Dergisi. 36 (3), 1149-1166. <https://doi.org/10.48070/erciyesakademi.1114379>
- Hunt, L. B. (1974). The long history of lost wax casting. Gold Bulletin. 7(2), 50-56. <https://doi.org/10.1007/BF03215456>
- Nicholson, P., & Shaw, I. (Eds.). (2000). Ancient Egyptian materials and technology. Cambridge University Press.
- Kuşoğlu, M., Z. (1994). Türk Kuyumculuk Teknik Terimler Sözlüğü, Ötüken Yayınları. İstanbul.
- World Gold Council, Altın Takı Üretimi Teknik El Kitabı, İstanbul.
- Raw, P. (1997). The Assaying And Refining Gold Jewellery, A Guide For The Gold Jewellery Producer. World Gold Council, London
- Arkeoloji Dergisi, Beycesultan 2007-2008 Yılları Kazı Çalışmaları Ön Raporu <https://www.marketsquarejewelers.com/blogs/msj-handbook/the-jewelry-casting-process-lost-wax-casting?srsId=AfmBOopB4i5gw-6O-ifRzTy-Z-YzC0qTjqfwLd8SFXJMtpHizDFpUSRq>
- <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-tehnologiya-polucheniya-imitatsiy-samorodkov-zolota-i-serebra-dlya-yuvelirnogo-di.pdf>

