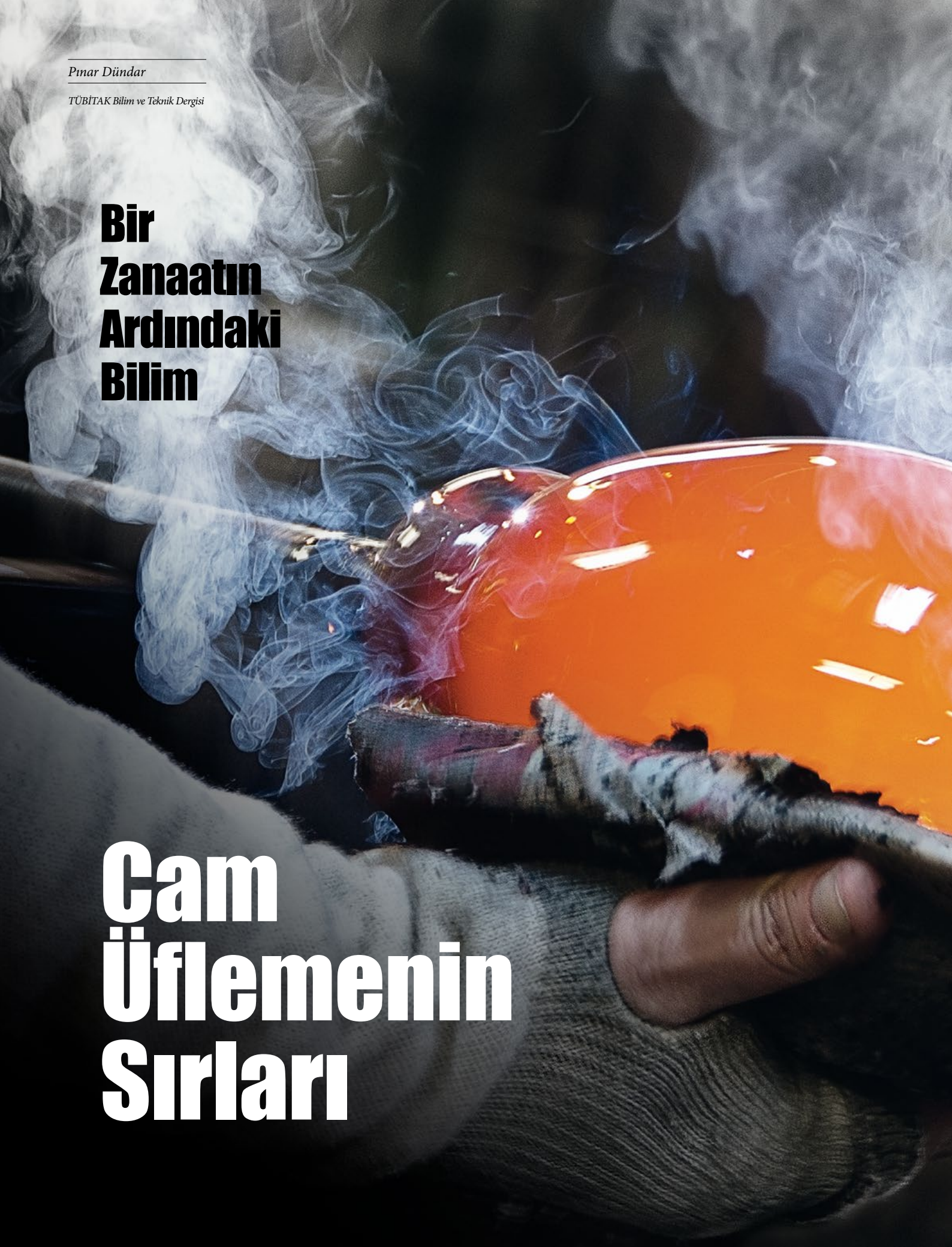


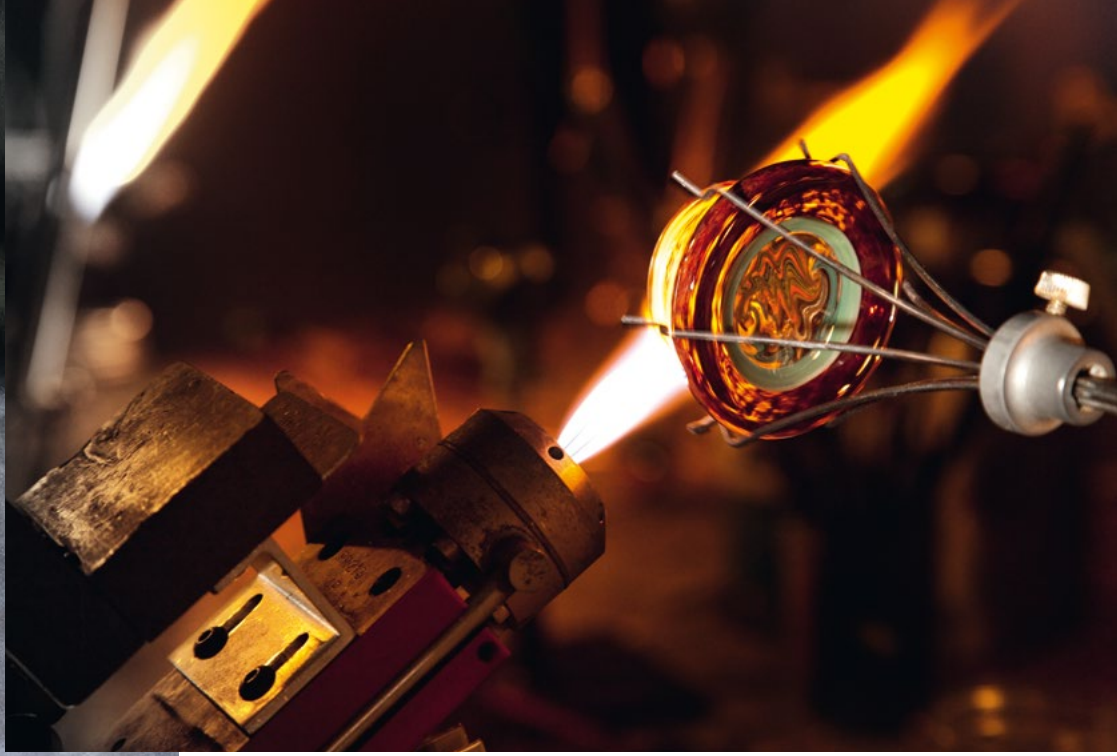
Pınar Dünder

TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Bir Zanaatın Ardındaki Bilim

Cam Üflemenin Sırları





Çocukken evde top oynamayı bize yasak eden kristal vazo, yalnızca bayramlarda görücüye çıkarılan renk renk, desenli şekerlikler ve her evin bir köşesine ilâştirilen nazar boncukları... Hepsi cama özenle ve sabırla verilen emeğin sonucunda ortaya çıkıyor.

Peki, yaşamımızın içinde hep var olan, binlerce yıllık geçmişe sahip cam ürünler üretilirken hangi bilimsel gerçeklerden yararlanılıyor?

Cam, doğada volkanik kayalar türlerinden biri olan obsidiyen olarak bulunur. İnsanlar obsidiyeni binlerce yıl boyunca ok ucu, balta gibi av malzemeleri ve kesici aletler yapmak için kullanmış. Ancak zaman içinde camı kendileri üretmenin çeşitli

yollarını bulmuşlar. Bunlardan biri de cam üfleme tekniği. Tekniğin bulunuşu Suriye'ye, MÖ 1. yüzyıla kadar dayanıyor. Cam üfleme ustalarının kullandığı aletler ve ortaya çıkardıkları ürünler zaman içinde değişse de üretim aşamaları iki bin yıl öncesiyle neredeyse aynı.

Renklendirmek için fırından çıkarıldıktan sonra camın üzerine metal tuzları katılır.

Örneğin mavi için bakır, kırmızı için altın, siyah için manganez ve demir gibi metaller kullanılır.



Camın ana maddesi silisyum dioksit (SiO_2) yani silikadır. Silika saf kum olarak da bilinir. Bu yüzden de cam üretmek için öncelikle iyi kalitede, yabancı maddelerden arındırılmış kum gerekir. Cam, amorf katı bir maddedir. Amorf katıların özelliği katılar gibi esnemeyen bir yapıda olmalarına karşın sıvılardakine benzer bir moleküler dağılıma sahip olmalarıdır. Katı maddelerde atomlar belirli bir düzende dizilir ve birbirlerine yakın duracak şekilde bağlıdır. Sıvılarda ise atomlar rastgele dağılmış haldedir ve aralarındaki bağ katılara göre çok daha zayıftır. Molekül yapısı bakımından sıvılara benzeyen camın saydam olmasının nedeni de budur. Böylece ışık, camın serbest halde dağılmış molekülleri arasından geçebilir. Yüksek sıcaklıklarda ısıtıldığında camın esnemeyen yapısı tamamen değişir ve tıpkı su gibi akışkan hale gelir. Bu da camın kolayca şekillendirilebilmesini sağlar. Saf kumu akışkan hale getirmek için gereken sıcaklık 1600°C 'nin üzerindedir. Ancak cam üfleme tekniğinin ustaları saf kumu neredeyse 1000°C 'de eritmeyi başarıyor. Nasıl mı? Erime sıcaklığı yüksek olan saf bir maddenin içine, erime sıcaklığı daha düşük olan başka bir madde karıştırırsanız saf maddeyi daha düşük sıcaklıkta eritebilirsiniz. Böylelikle daha az enerji harcayarak daha ucuza üretim yapmış olursunuz. Bu yüzden de cam üfleme ustaları saf kumun içine, elde etmek istedikleri camın özelliklerine göre, farklı malzemeler katıp özel bir fırında ısıtır. Örneğin soda camı olarak bilinen camın yapısına soda ve kireç katılır. Soda, camın akışkan hale gelmesi için gereken sıcaklığı düşürür. Kireç ise camın dayanıklılığını artırarak kimyasal olaylardan daha az etkilenebilmesini sağlar.

Cam üfleme ustaları karışımı hazırlayıp fırında akışkan hale getirdikten sonra üfleme borusu olarak bilinen madeni bir boruyu fırına daldırır. Boruyu içeride çevirerek üzerine bir miktar camın sarılması sağlar ve sonunda fırından bal kıvamında bir ateş topu çıkarırlar. Camın ateş topu gibi parlak olmasının nedeni, erimiş haldeyken sahip olduğu ısı enerjisini kırmızımsı turuncu ışık olarak çevreye yaymasıdır. Üfleme borusu fırından çıkarıldıktan sonra da çevrilir. Böylece sıvı haldeki cam biraz olsun soğutulup akışkanlığı azaltılır ve camın yere dökülmesi engellenir. Ardından bu ateş topu çelik, pürüzsüz yüzeye sahip bir masanın üzerinde sağa sola çevrilir. Şekillendirmenin bu ilk aşaması camın düzgün yüzeyli olmasına yardımcı olur. Sonrasında çubuğun bir ucundan üflenir ve içeri giren hava camı her yönden dışarı iterek şişirir. Hem içeride hem de dışarıda havayla temas eden sıcak cam, bu haliyle içeriden ve dışarıdan ince birer zarla hapsolmuş gibidir ve havanın etkisiyle soğur. Elindeki cam şekillendirilmeye uygun kıvama geldiğinde, cam üfleme ustası makas, maşa, kanca gibi aletlerin yardımıyla camı tutup bükerek, keser ve camın yüzeyini yuvarlatır. Tüm bunları yaparken belki de hiç unutmaması gereken kural, üfleme çubuğunu sık sık çevirmektir. Bu sayede yerçekiminden yararlanarak camın her yanının çubuğun merkez eksenine belirli bir uzaklıkta kalmasını sağlar ve camın şeklini korur. Aynı zamanda camın katılaşmasını engelleyerek şekillendirmeye devam etmek için camı tekrar ısıtır. Bunu yaparak dış zarın soğuk kalması ile içteki camın şekil verilebilecek ölçüde sıcak olması arasındaki dengeyi korumuş olur.



Geleneksel bir Türk cam ürünü olan çeşm-i bülbül yapılırken önce özel bir kalıba dizilmiş renkli çubukların ortasına sıcak cam üflenir. Sıcak cam bu çubukları eriterek gövdesine katar. Daha sonra yeniden fırına daldırılır ve üzerine bir miktar daha cam sarılır. Ardından şekillendirmenin en önemli aşaması başlar. Bu aşamada desenlerin düz ya da kıvrımlı olması, cam üfleme ustasının akışkan haldeki camı çevirme hızına bağlıdır.



Şekil verme sırasında isterse camı biraz daha uzatmak için üfleme çubuğunu sarkaç gibi iki yana sallayarak merkezkaç kuvvetinden yararlanır. Böylece merkezden dışa doğru ivme kazanan cam, üfleme çubuğuyla birleştiği yerin tersine doğru kayarak uzar.



Cam üfleme ustası, cama istediği şekli verdikten sonra camı başka bir çubuğa aktarır, gerekiyorsa kulp ya da ayak gibi eklemeleri yapar. Son aşamada camı bütünüyle soğutmak için çubuktan ayırarak tavlama fırını adı verilen özel bir soğutma fırınına yerleştirir. Burada soğutmanın hızı ve derecesi çok önemlidir. Çünkü cam hızlı soğutulduğunda kristalleşebilir. Bu durumda atomlar birbirine çok yaklaşacağından, camın şeffaflık özelliği ortadan kalkar ve çok kırılğan bir hale gelir. Bu, camı cam yapan niteliklerin yok olması anlamına geldiğinden istenmeyen bir durumdur.

Olması gereken ise soğuma sonucunda camın, akışkan haldeyken sahip olduğu dağınık moleküler yapıyı koruması ancak akışkanlık özelliğinin ortadan kalkması yani katılaşmasıdır. Soğutmadan sonra oyma, parlatma ve sırlama işlemleri de yapıldığında ürün ortaya çıkar.

Her ne kadar adına cam üfleme tekniği dense de, bu tek nefese sığamayacak kadar karmaşık ve hassas bir iş. Cam üfleme ustalarının her aşamada titizlikle ve el çabukluğuyla hareket etmesi gerekiyor. Bir bakıma atomların nabzını tutuyorlar. Tabii söz konusu aynı zamanda estetik olunca bilimsel açıklamaların yetersiz kaldığı durumlar da var. Her ne kadar üretim aşamalarında bir cam üfleme ustasının hangi bilimsel gerçeklerden yararlandığından adım adım söz edebilirsek de zanaatının bir formülünü çıkarmak mümkün değil. Çünkü her zanaatkârın cama şekil verirken sergilediği yetenek kendinde saklı.



Britannica Ansiklopedisi'nin 1875 tarihli sayısında yer alan, bir cam üfleme atölyesini gösteren çizim

Kaynaklar

- Aslan, T., Yazar, T., "Bicimlerin Temel İlkeleri Bağlamında Simge Olarak Geleneksel Türk Cam Sanatı ve Gelişimi", *The Journal of Academic Social Science Studies*, Cilt 6, Sayı 3, s. 829-854, 2013.
- Czerski, H., "The Ancient Art of Glassblowing Requires Mastering The Atomic World", *Focus*, Sayı 271, s. 31, 2014.
- Küçükerman Ö., *Cam Sanatı ve Geleneksel Türk Camcılığında Örnekler*, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 1985.