

Bir belgeselde, bir astronotun su içmesini gördüm. Burada ilgimi çeken şey, su kütlelerinin, yerçekimsiz ortamda dağılmadan küre şeklini aldığıydı. Normalde sıvılarda, atomların çekim kuvveti katılara göre daha zayıf olduğundan, sıvılar ancak buldukları kabın şeklini alabilmektedirler. Herhangi bir kap olmadığı zaman sıvılar bir bütün gibi davranamaz ve saçılırlar. Neden yerçekimsiz ortamda sıvılar dağılmayarak küre şeklini almaktadırlar? Bu tür bir ortamda sıvı kütlelerinin (atom ve moleküllerin çekim kuvveti bakımından) kısmen de olsa katı-

Suyu ağırlıksız ortamda dağılmaktan koruyan şeyin su molekülleri arasındaki kuvvetler olduğunu öncelikle belirtelim. Üstelik bu kuvvetler, katı halden sıvı hale geçildiğinde pek fazla değişmezler. Bunu anlamamızın en basit yolu faz değişimi için gerekli ısıya bakmak. Bir gram buz (0 °C'de) eritmek için 80 kalori ısı harcamak gerekiyor. Buna karşın, bir gram suyu (100 °C'de) buharlaştırmak içinse 540 kalori gerekir. Bu ısılar, moleküller arasındaki bağları zayıflatmak için gerekli enerji olarak yorumlanırsa, buradan erime sırasında su molekülleri arasındaki bağın ancak yedide bir kadar zayıflıyor anlamını çıkarabiliriz. Su dışındaki diğer bütün maddelerde de durum aynı. Kısacası, moleküller arasındaki kuvvetlerin büyüklüğü açısından, sıvılar katılardan pek farklı değil.

Sıvıyı küre şekline sokmaya çalışan kuvvete "yüzey gerilimi" deniyor. Sıvı içindeki herhangi bir molekül, her taraftan diğer moleküllerle çevrili olduğu için, yani her yöne ortalama olarak eşit miktarda çekildiği için, yine "ortalamada" herhangi bir kuvvet hissetmez. Ama sıvının yüzeyinde olan moleküller, sadece sıvının olduğu taraflardan çekildiği için, bunları sıvının içine çeken net bir kuvvetin varlığından söz etmek mümkün. Böylece, moleküller arasındaki etkileşim, sıvının yüzeyini içeri doğru çeken net bir kuvvete neden oluyor.

Bu kuvvet, aynı zamanda sıvının yüzeyini mümkün olduğu kadar küçültmeye çalışıyor. Yüzeydeki moleküllerin bir tarafla-

lar gibi davrandıklarını söyleyebilir miyiz? Ergimiş bir demir kütlesi (sıvı haliyle) düşünelim. Bu da su gibi davranarak, dağılmadan küre şeklini alır mı? Bunu sormamızın sebebi, erimiş haldeki demir kütlelerinin sıcaklığının, suyun sıcaklığına göre yüksek olmasıdır. Tüm maddelerin sıvı halleri (sıcaklıkları ne olursa olsun) yerçekimsiz ortamlarda aynı şekilde mi davranırlar? Bunu genelleyebilir miyiz? Ayrıca gazların yerçekimsiz ortamlarda davranışları nasıldır?

Ahmet Özdemir, Kayseri

rının boş olması, bu moleküllerin içerdekilere göre daha fazla enerjiye sahip olması anlamına geliyor. Öyleyse bir sıvının ne kadar büyük yüzeyi varsa, yüzey molekülleri toplam enerjiyi o kadar artırır. Bütün fiziksel sistemler, enerjilerini azaltacak şekilde hareket ettiği için, sıvılar yüzey alanlarını küçültmeye çalışırlar. Bu anlamda yüzey, şişirilmiş bir balon gibi düşünülebilir. Balonun, içerdeki havayı sıkıştırması ile yüzey alanını küçültmeye çalışması aslında aynı şey.

Bu olgu kendini en açık biçimde, yerçekimi kuvvetinin olmadığı, ağırlıksız ortamlarda gösterir. Böyle bir durumda sıvının alacağı şekil iki bin yıldır bilinen eski bir matematik problemine dönüşür: Sabit hacimli bir cisim, hangi şekli aldığı için en küçük yüzey alanına sahip olur? Bu sorunun çözümü ileri matematik gerektirse de, yanıtı oldukça basit: küre.

Üstelik, aynı olayı Dünya üzerinde de görmek mümkün. Musluktan damlayan, yağ içinde yüzen ya da cam üzerinde yoğunlaşan su damlaları, hatta çaydanlıkta kaynayan suyun içindeki kabarcıklar; aynı olgu nedeniyle mümkün olduğu kadar küreye yakın şekillere girmeye çalışırlar. Bu tip yerlerde diğer kuvvetler de (yerçekimi, sürtünme, kaldırma kuvveti vs.) işin içine girdiği için, ideal şekil mükemmel bir küre değildir.

Burada dikkat edilmesi gereken önemli nokta şu: Yüzey geriliminin kendini açık bir şekilde gösterebilmesi için, yüzey ener-



jisi diğer enerjilere oranla büyük olmalı. Bu da, yüzeyin hacme oranı büyük olduğunda mümkün oluyor. Yüzey/hacim oranını bir küre için hesaplırsanız, küre küçüldüğünde oranının büyüdüğünü görürsünüz. Kısacası, su damlalarınız ne kadar küçükse, yüzey gerilimi o oranda etkin olur ve damlalar mükemmel küre şeklini almaya başlar. Tabii, uzaydaki ağırlıksız ortamda, diğer kuvvetler olmadığı için, su kütlelerinin ne kadar büyük olduğu önemli değil.

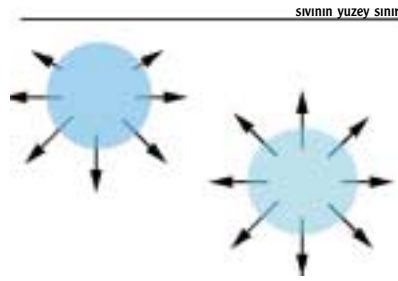
Yüzey gerilimi bütün sıvılarda ve her sıcaklıkta vardır. Belki değişen sıcaklık ve sıvı içindeki yabancı moleküller (sudaki sabun gibi) yüzey geriliminin büyüklüğünü değiştirebilir, ama nitel etki her zaman aynıdır. Yani, erimiş demir de uzayda küre şeklini alacaktır.

Üstelik aynı olgunun katı cisimlerde de var olduğunu söylemek mümkün, ama önemli bir farkla: Yüzey enerjisi yüzeyin hangi doğrultuda yöneldiğine bağlı olduğu için, katının en ideal şekli bir küre değil, fakat simetrik, düzgün yüzlü şekillerdir. Örneğin tuz kristalleri kırıldıklarında ya da kristal büyütmeyle oluşturulduklarında düzgün küpler ortaya çıkar.

Gazlarda, moleküller arası etkileşim çok zayıf olduğu için, bu etkileşimlerin bir sonucu olan yüzey gerilimi de oldukça düşük olmalı (ölçülemeyecek kadar düşük). Üstelik, gaz genişlipe idealliğe yaklaştığında, yüzey gerilimi daha da düşmeli. Bu nedenle, uzayda kendi haline bırakılan bir gaz kütlesi, bir kere genişlemeye başlayınca sonsuza kadar genişlemeye devam edecektir.



Bir tuz (NaCl) kristali



sıvının yüzey sınırı