

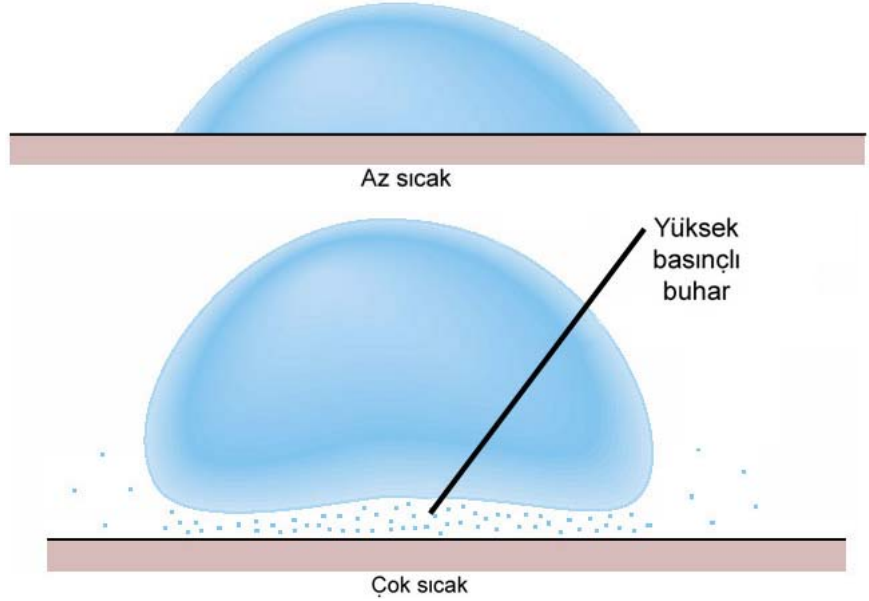
Leidenfrost olayı nedir acaba? Bir kitapta şöyle yazıyordu ve benim ilgimi çekti: Sıcaklığı -185 °C olmasına karşın bir damla sıvı hava avuç içine kalsa soğukluk hissedilmez. Bu hal fizikte görülen Leidenfrost olayından ileri gelir. Taylan Laçınok

Önce normal Leidenfrost etkisinden başlayalım. Bu etki, içi su dolu bir kap alttan çok fazla ısıtıldığında ortaya çıkar. Kabin sıcaklığının, suyun kaynama noktası olan 100 °C'den daha yüksek olması durumunda, suyun kapla temas eden bölgesinin hemen buharlaşacağını tahmin edersiniz. Eğer kabin sıcaklığı 100 °C'den sadece birkaç derece yüksekse, dipte oluşan buharlar toplanarak kabarcıklar oluşturur ve suyun üzerine doğru yükselmeye başlar. Bunların yerine geçen su, kapla temas ettiğinden yeniden bir buharlaşma gerçekleşir. Ocakta çaydanlığı kaynattığımızda olan da bu.

Fakat eğer kabin sıcaklığı 100 °C'den çok daha fazlaysa, o zaman kabarcıkların oluşup uzaklaşması için yeterli zaman olmadığından, suyun dibi tamamen buharlaşabilir. Buharın ısı iletkenliği sıvıya göre çok daha zayıf olduğundan, bu durumda ısı aktarımı düşer. Gerçi buhar tabakası kısa sürede toplanıp yukarı yükselir ve kapla sıvının teması yeniden gerçekleşir. Ama, bu olaylar zinciri boyunca kap-sıvı teması bir süreliğine kesildiği için, ısı aktarımı ortalama olarak düşer. Yani, kısa süren sıvıyla temas boyunca ısı aktarımı yüksektir, ama daha uzun süre var olan buhar tabakası, aktarımı düşürür. Eğer kabin sıcaklığı artırılırsa, sıvıyla temas daha kısa sürede gerçekleşeceğinden ortalama ısı aktarımı daha da düşer. İşte Leidenfrost etkisi bu: Kabin sıcaklığı artarsa ortalama ısı aktarımı azalır. Normalde beklediğimiz tam tersi.

Bu etkiyi, çoğumuzun daha önce gördüğü ama üzerinde fazla düşünmediği bir olayı yorumlayarak daha iyi anlayabiliriz. Boş bir kabı ocakta ısıtın. Kaba bir damla su bırakın. Eğer kap çok sıcak değilse (yaklaşık 200 °C'den soğuk), damla kaba çarparak üzerine yayılır ve birkaç saniye içinde hemen buharlaşır. Kabı ısıtmaya devam edin. Yeteri kadar ısıtıldığında (200 °C'den sıcak) yine bir damla bırakın. Bu defa damla kaba yayılmayıp, şeklini korur ve cızırtılar çıkarak kap içinde dolaşmaya başlar. Üstelik damla, çok daha uzun bir süre boyunca –bir dakika kadar– kap içinde dolaşmaya devam eder. Kısacası, kap ne kadar sıcaksa, damlanın buharlaşması da o kadar yavaş olur.

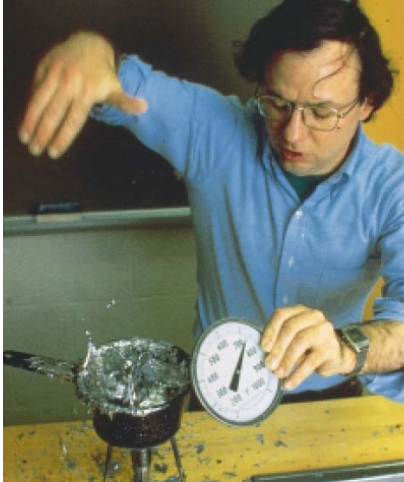
Olayın açıklaması şu: Damla kaba değmez, kapla temas eden bölgesi anında buharlaşır. Buhar kısa bir sürede ortaya çıktığı için yüksek basınca sahip. Bu basınç damlayı yukarı iterek damlanın kapla temasını kesiyor. Tıpkı bir hoverkraft gibi, damla bu buhar yatağı üzerinde serbestçe hareket ediyor ve kap içinde dolaşmaya başlıyor. Buhar tabakasının ısı iletkenliği zayıf olduğu için, damladan çok az buharlaşma var. Buna karşın alttaki buhar tabakası havaya göre yüksek basınçlı olduğu için, buradan yanlara süreklili bir buhar kaçağı da var. Ama kaçan buharın yerini, damladan yeni ayrılan buhar dolduruyor. Eğer bu yeterli gelmezse, damla aşağı inerek kapla temas ediyor, yüksek basınçlı bu-



har tabakası yeniden oluşuyor ve damla yine yükseliyor (cızırdama sesi bu nedenle çıkıyor).

Leidenfrost etkisi deyince, Jearl Walker'dan bahsetmemek olmaz. Burada anlatılanların hepsini ve daha fazlasını, Walker'ın http://www.wiley.com/college/phy/halliday320005/pdf/leidenfrost_essay.pdf adresinde bulabileceğiniz makalesinde okuyabilirsiniz. Uzun süre Scientific American dergisinin Amateur Scientist (amatör bilimci) köşesini hazırlamış olan Walker, bilimin popülerleştirilmesi alanında önemli bir isim. Ama daha çok, bilimi öğretmek adına yaptığı tehlikeli gösterileriyle biliniyor. "Öğrencilerin ilgisini, profesörün ölme olasılığı olan bir gösteri kadar hiç bir şey çekemez" diyor Walker, Leidenfrost etkisini anlatmak için de birkaç tehlikeli gösteriye kalkışmış. Bunlardan biri, ıslak elini eritilmiş kuşun dolu bir kaba daldırmak. Burada da, kurşun çok sıcak olduğundan elin çevresindeki suyu anında buharlaştırıyor. Bu da, en azından bir süreliğine bir ısı yalıtımı sağlıyor.

Walker ayrıca, basında çok sık karşılaştığımız, kızgın közler üzerinde yürüme gösterilerinin de bu etkiyle açıklanabileceğini düşünüyor. Eğer ayakların altı ıslaksa, közle temas sonucu oluşan buhar ısı ya-



Jearl Walker, ıslatılmış elini, erimiş kurşun dolu kaba sokup çıkardıktan sonra görüldüğü.

litimini sağlıyor. Bazen bunu sağlamak için yürüyüşten önce insanlar ıslak çimen üzerinde gezdirilir. Bazı durumlarda ise, insanların bu farklı deneyime girmeden önce duydukları heyecan ve korku ayakların terlemesine ve dolayısıyla ıslanmasına neden olabilir. Walker, kendi gerçekleştirdiği beş gösterinin ilk dördünde fazla sorun olmadan yürüyüşü tamamlayabilmiş. Ama beşincisinde, kendine güveninin tam olduğunu, sakinliğinden dolayı da ayaklarının yeteri kadar terlememiş olması gerektiğini söylüyor. Zira bu son yürüyüşte ciddi yanıklar oluşmuş. Fakat, bu olayın Leidenfrost etkisinden farklı başka açıklamaları olabilir. Örneğin, odun közlerinin hem ısı sığası, hem de ısı iletkenliği düşüktür. Bu nedenle, yürüyüş sırasındaki kısa temas boyunca, yanıklara neden olacak kadar ısı aktarımı gerçekleşmeyebilir.

Asıl soruya dönelim. Oksijenin kaynama noktası -183°C, azotunkiye -195°C olduğu için bahsettiğin sıvı hava aslında sıvı oksijen. Sıcaklık (-185°C) oksijenin kaynama noktasına çok yakın olduğu için, küçük bir miktar ısı oksijenin buharlaşmasına neden olur. Bu nedenle, bu sıvının oda sıcaklığında herhangi bir şeyle temas etmesiyle anında buharlaşacağı açık. Dolayısıyla yukarıda anlattığımız her şey burada da geçerli. Tek fark, suyun yerini sıvı oksijenin, kızgın tavanın yerini de elimizin alması. Sıvıya ısı aktarımı zayıf olduğundan, elimiz de fazla soğumaz. Böyle bir olasılık varken, Walker'ın bunu dramatik gösterimesi düşünülemez. Walker, ağzına bir miktar sıvı azot aldığı söylüyor. Anlattığına göre, bu gösteriyi son kez yaptığında, dişlerini kaybetme tehlikesiyle karşı karşıya kalmış.

Son olarak, burada anlattıklarımıza bakarak kimsenin bu tip tehlikeli deneylere kalkışmamasını öneririz. Birçok değişik etken bir araya geldiği için hiçbir deney anlatıldığı kadar basit değildir. Dolayısıyla, deneyin önceden tahmin etmediğiniz birçok etkenden dolayı ters gitme olasılığı var. Walker, gözü kara olmasına karşın, yaptığı gösterilerde yanında her zaman ilk yardım yapabilecek birisini hazır bulundurduğunu söylüyor. Yukarıda anlattığımız deneylerin çoğununsa, büyük bir tehlike atlattıktan sonra yapmayı bırakmış.