



**Benim merak ettiğim konu minimum sıcaklık olarak bilinen  $-273,15$  °C dereceye pratikte gelinemeyip teorik olarak varsayılmasına rağmen, nasıl oluyor da bu denli hassas bir değer bizlere sunabiliyor? Güney Öztürk**

Aslında bu değer, böyle tanımlandığı için kesin bir değer, yani gelecekte birilerinin daha hassas ölçümler alıp bu değeri değiştirmesi mümkün değil. En son 1990'da toplanan uluslararası bir komisyon, suyun üçlü noktasının (yani saf buz, su ve buharın bir arada dengede bulunabildiği, belli basınç ve sıcaklık değerleri) sıcaklığının  $273.16$  Kelvin olarak tanımlanması gerektiğine karar vermiş. En düşük sıcaklık, yani mutlak sıfır noktası da, yine tanım gereği,  $0$  Kelvin. Son olarak Celsius ölçeği de üçlü noktanın sıcaklığı  $0.01$  oC olacak şekilde ve  $1$  °C'lik değişim,  $1$  Kelvinlik değişime karşılık gelecek şekilde tanımlanıyor. Yani suyun bir atmosferde erime ve kaynama noktalarını referans alan eski tanım artık geçerli değil. Bu durumda da mutlak sıfır sıcaklığı, kesin değer olarak  $-273.15$  °C'ye eşit oluyor. Bu değer, yeni ölçümlerle değil, ancak yeni bir komisyonla değişebilir.

Bilim insanlarının sıcaklığı bu şekilde tanımlamalarının nedeni bu tanımın termometreleri çok hassas bir şekilde kalibre etmeye olanak sağlaması. Suyun üçlü noktası, çok kararlı sıcaklık

ve basınç değerlerine sahip. Dışarıdan karışıma küçük bir ısı aktarılsa bile (veya karışımı içeren kabın pistonu biraz daha bastırılsa bile), buz, su ve buhar arasındaki faz dönüşümü sonucu sıcaklık ve basınç tekrar eski sabit değerine dönüyor. Buna karşın, çeşitli nedenlerden dolayı, eski Celsius ölçeğinde bir atmosferlik dış basınç koşulunu sağlamak çok daha zor.

Tanım olarak eski Celsius ölçeğini kullansanız bile, mutlak sıfır noktasının kaç derecede olduğunu ölçmek mümkün (eski bilim insanlarının yaptığı gibi). Bunun için değişik yöntemler var. Örneğin ideal gaz yasasını kullanmak. Ideal gazlarda moleküller arasında çarpışmalar olmaz. Fakat, gerçek bir gazın basıncını çok düşürerek oda sıcaklığında bile ideale çok yakın bir gaz elde edebiliriz. İdeal gaz yasasına göre de basınç mutlak sıcaklıkla (Kelvin ölçeği) doğru orantılıdır. Buna göre basıncın sıfıra düştüğü sıcaklık  $0$  Kelvin olmalı. Gerçi bu kadar düşük sıcaklıklarda gaz yoğunlaşmaya başlayarak idealden oldukça uzaklaşıyor ama amacımız için gazı bu kadar soğutmaya gerek yok. Yapmamız gereken iki farklı sıcaklıkta basınç değerini ölçmek, buradan ikisi arasındaki orantıyı bulmak ve son olarak sıcaklığı ne kadar düşürürsek basıncı nerede sıfırlayacağımızı bulmak. Dolayısıyla, oda sıcaklığı koşullarından ayrılmadan mutlak sıfır noktasının sıcaklığını ölçmek mümkün.

Kısacası ihtiyacımız olan şey, mutlak sıcaklığa nasıl bağlı olduğunu kuram yardımıyla kesin olarak bildiğimiz bir takım fiziksel özellikler (ide-



al gazların basıncı, bir yarıiletkenin direnci, sıcak bir gazdan yayılan ışığın değişik dalgalı boyundaki şiddeti vb). Bu özellikleri ölçerek mutlak sıfır noktasının nerede olduğunu belirleyebiliriz. Ama bu tip özellikler daha çok, farklı bir amaç için kullanılıyor, yani sıcaklığı belirlemek (termometre yapmak) için.

**Sorumuz şöyle: Camın bir yönlü kumaşa sürtünmesi sonucu diğer birçok maddelerden farklı olarak neden pozitif yükü yüklenmesinin nedeni nedir? Bu camın hangi özelliğine bağlı olarak oluşmaktadır? Musa Derin**

Camın kazandığı yük, sürtüldüğü malzemeye, her iki malzemedeki yüzey atomlarının tiplerine ve yaptıkları bağlara bağlı. Statik elektriklenme sürtünmeden çok farklı malzemelerin teması sonucu oluşur. Sürtünmenin etkisi, bu temas süresini artırarak elektriklenmenin daha fazla olmasını sağlamaktır.

Farklı tipte A ve B atomları düşünün. Her bir atomda elektronların belli enerji düzeyleri vardır. Atomlar farklı olduğu için, bu enerji düzeyleri de doğal olarak birbirinden farklı olacaktır (böyle bir fark, atomlar aynı tipte olsa bile, başka atomlara farklı bağlarla bağlandıkları için de oluşabilir). Bu nedenle, örneğin A'da en üst enerji düzeyinde bulunan bir elektron, B'deki daha düşük enerjiye sahip boş bir düzeye geçmeyi tercih edebilir. Bu atomları içeren iki malzeme birbiriyle temas ettiğinde, yü-

zeydeki atomlar arasında bu tipten elektron transferleri gerçekleşerek, kimyasal bağlar oluşturulur. Malzemeler birbirinden ayrılıp, oluşan bağlar kırıldığında da transfer edilen elektronların daha düşük enerji düzeyine sahip atomlarda kalma olasılığı daha yüksek olacaktır. (Örneğimizdeki A ve B ayrıldıklarında, B bir elektron kazandığından negatif yüklü, A da bir elektron kaybettiğinden pozitif yüklü olacaktır).



Kısacası, atomlardan birinin elektron kaybederek pozitif iyonlaşması için gereken enerji, diğerinin elektron kazandığında açığa çıkan enerjiden azsa, o zaman temas sonucu statik elektriklenme söz konusu. Buna göre değişik tipteki atomları ve molekülleri, elektron kabul ederek iyonlaşma eğilimlerine bağlı olarak sıralamak mümkün (bu eğilim atomlarda elektronegatiflik olarak da adlandırılıyor). Bu şekilde, triboelektrik dizi olarak adlandırılan malzeme listeleri oluşturuluyor. Bir çok yerde bulabileceğiniz, pozitiften negatife doğru kısa bir liste şöyle: Kuru insan cildi, deri, tavşan tüyü, cam, insan saçı, naylon, yün, kedi tüyü, ipek, kağıt, pamuk, tahta, kehribar, akrilik, polyster, orlon, PVC, teflon.

Bu listeden herhangi iki malzeme birbirine sürttüğünüzde, listede yukarıda olan malzeme pozitif yüklü, altta olanda negatif yüklü hale gelir. Elektriklenmenin ne kadar fazla olduğu, bu malzemelerin listede ne kadar yakın olduklarına bağlı. Buna göre cam bir kumaşa sürtüldüğünde pozitif yük kazanır, ama deriye sürtüldüğünde bu defa negatif yük kazanır. Her şey, hangi malzemenin atomlarının "elektron sevgisinin" daha güçlü olduğuna bağlı. Bu konuda daha fazla bilgi için [http://en.wikipedia.org/wiki/Triboelectric\\_effect](http://en.wikipedia.org/wiki/Triboelectric_effect) adresindeki web sitesine bakabilirsiniz.