

## Merhaba,

Yeni bir ay ve yeni bir sayıyla karşınızdayız. Sizler için hazırladığımız "Yıldız Takımı" köşesi hızla büyüyor. Sayfalarımıza sizlerin istekleri, gereksinimleri doğrultusunda yenilerini ekliyoruz. Bu anlamda "Yıldız Takımı"na sizler yön veriyorsunuz. Bu sayıda yine birbirinden güzel yazılar sizi bekliyor. Yıldız Takımı'yla ilgili bize görüşlerinizi ve önerilerinizi iletmeniz bizleri çok mutlu edecek. İster bize mesajlar yollayın, isterseniz çağırın, okulunuzda sizlerle söyleşiler yapalım. Dergimizde görmek istediğiniz sayfaları birlikte hazırlayalım...

**Elinizde tutmakta olduğunuz dergi buharlaşsa ne yapardınız? Ya kayaların arasından su gibi akan demir ya da kum gibi bir hava görmek sizi şaşırttı mıydı? Hayal etmek zor değil mi? Bununla birlikte biliyoruz ki bunların hiçbiri olanaksız değil. Yeter ki gerekli koşullar oluşsun!**

Yazımı yazmak üzere bilgisayarımın başına oturdum. Şöyle bir çevreme bakmak ve gördüklerimi sizinle paylaşmak geldi içimden. İlk gözüme çarpan, bu yazıyı hazırlamak için okuyup yararlandığım makalelerden oluşan kâğıt yığını oldu. Kâğıtların hemen yanı başın-

Maddenin üç temel haline en güzel örneklerden birini her hali günlük yaşamımızın bir parçası olan  $H_2O$  oluşturur. Katı haldeki buz eriyerek sıvı haldeki suyu, su da buharlaşarak gaz haldeki su buharını oluşturur.



# Nedir Bu Maddenin Halleri?

da bildiklerimi yazıya dökmemi sağlayan klavye, onun hemen arkadaysa bilgisayar ekranı bulunuyor. Masanın diğer tarafındaysa bir bardak su duruyor. Dışarı baktığımda yağmurun yağdığını görüyorum ve içeri biraz taze hava girmesi için pencereyi açıyorum. Düşünüyorum da, bu gördüklerimin ya da duyumsadıklarımın bir kısmı birbirine benziyor, bir kısmıysa tümüyle farklı. Hayır, korkmayın size "sekiz farkı bulun" gibisinden bir soru sormayacağım:) Ama benzerleri ve farklıları sınıflarken yanımda olduğunuzu bilmek, doğrusu ayrı bir keyif!

Çalışma odamdaki tüm bu maddeleri yakın ya da farklı kılan şey, "halleri". Örneğin, çalışma masası, klavye ve hatta kâğıt bu açıdan birbirlerine benziyorlar. Bardağın içindeki su ve yağmur da öyle. Ama içeri dolan hava ve dizüstü bilgisayarın ekranı hem birbirlerinden hem de diğerlerinden farklı. Aşağı yukarı sizin yaşlarınızdayken, öğretmenimiz sınıfta bir maddenin birkaç farklı halinin olabileceğini söylediğinde çok şaşırmıştım. Nasıl yani, gazozuma attığım buz, içtiğim su ve çaydanlığın ağzından çıkan buhar aynı madde miydi? O dersten sonra çevremdeki maddeleri algılayışım değişti. Artık çalışma masası yalnızca masa değil aynı zamanda katı bir madde, su sıvı, hava da gazdı benim için. Ben öğrenciyken maddenin 4 temel halinin olduğunu öğrenmiştik: Katı, sıvı, gaz ve plazma. Ancak, siz bir başka halin daha keşfine yettiniz: Bose – Einstein yoğunlaşması. Aslına bakarsanız biz çevremizde maddelerin daha çok katı, sıvı ve gaz hallerini görürüz.

## Hokus Pokus!

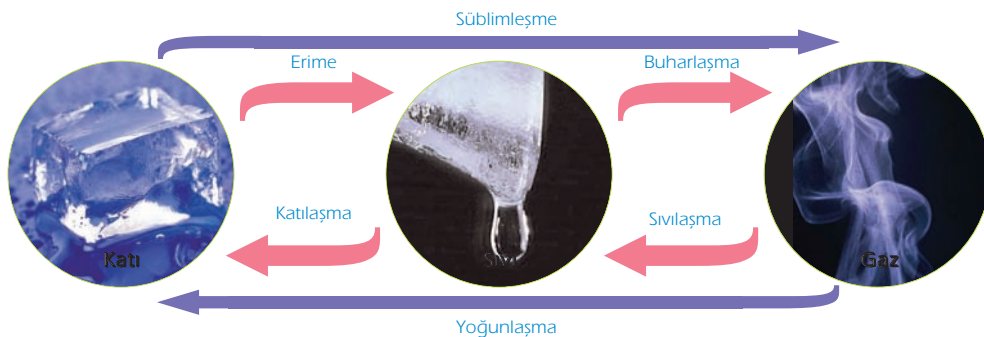
Geçtiğimiz kış aylarından aklınızda neler kaldı diye sorsam, sanırım birçoğunuz önce küresel ısınma nedeniyle normal seyrinde gitmeyen havalardan söz edersiniz. Haydi ama, arada çok soğuk günler de ya-



şamadık değil! Sabah okula giderken donup buz tutmuş su birikintisinde kaymaya çalıştığınızı bilmiyorum sanmayın sakın! Peki, havalar ısınmaya başladığında o buza ne oldu dersiniz? Evet bildiniz; yeniden sıvı haldeki suya dönüştü. Bir süre sonraysa, artık suyun orada olmadığını da fark etmiş olmalısınız. Eğer biri elinde vakumlu bir hortumla gelip suyu oradan çekmediyse - ki bu çok düşük bir olasılık - su yok oldu diyebilir miyiz? Bizim gibi bilime inanan insanların buna inanmasını kimse beklemesin lütfen! Elbette su yok olmadı, ortada bir sihirbazlık numarası da yok! Suyun buharlaşıp gaz halini aldığını söylersem sanırım herkesin yüreğine bir parça su serpilir:( Gördünüz mü, minicik bir su birikintisinde bir maddenin üç halini birden gözlemleyebildik. Dergimizin geçen sayısında siz Yıldız Takımı'nın saygıdeğer üyeleriyle tanıştırdığımız

Neon ışıklarıyla yapılan şekiller ve gösteriler çok etkileyicidir. Floresan lambada olduğu gibi neon lambasında da maddenin dördüncü hali olan plazmayı görmek mümkün.

kimyasal elementler işte yine karşımıza çıktılar. Bir su molekülü iki hidrojen ve bir de oksijenden oluşuyor. Belki bundan sonra sudan  $H_2O$  diye söz etsek, diğer hallerine haksızlık etmemiş oluruz, çünkü "su" genel olarak  $H_2O$ 'nun sıvı haline verilen adı.  $H_2O$  sıvı olabildiği gibi, yukarıda da değindiğimiz gibi buz olarak katı, ve su buharı olarak da gaz halinde de karşımıza çıkabilir. Hangi halde olursa olsun  $H_2O$ ,  $H_2O$ 'luğundan hiçbir şey yitirmez! Bir başka deyişle ister katı, ister sıvı isterse de gaz hali olsun kimyasal özellikleri değişmez. Bir madde bu çeşitli halleri arasında geçişler yaşayabilir. Bu hal değişimi o maddeyi kimyasal olarak pek etkilemez; madde yine aynı elementlerden oluşmayı sürdürür. Ancak, fiziksel birtakım değişimlere uğrar.



Aslında belki de, "birtakım fiziksel farklılaşmalar sonucu bu hal değişimleri gerçekleşiyor" dersek daha doğru olur. Yani yoğunluk, basınç ya da sıcaklık gibi kimi fiziksel özelliklerini değiştirdiğimizde madde de hal değiştirebilir.

## Nasıl Değişiyor?

Tüm maddeler bir halden bir başkasına geçebilir. Belki doğal çevremizde karşılaşmayacağımız kadar çok yüksek sıcaklık ya da çok düşük basınç gerekir, ama sonunda hepsi hal değiştirebilir. Maddenin hal değişimi, atom ya da moleküllerinin yapısında bazı değişikliklerle gerçekleşir. Maddeyi oluşturan atomları ya da molekülleri özgürleştirmek istiyorsak, onlara biraz enerji kazandırmak yeterlidir. Diyelim ki, halinden memnun olmayan bir sıvı, katı hale geçmek istiyor. "Canım sıkıldı, hayatımın geri kalanını da katı olarak geçirmek istiyorum" demek ne yazık ki yeterli değil. Bunun gerçekleşebilmesi için bazı koşulların sağlanması gerekiyor. O maddenin sıvı halden katı hale geçebilmesi için, biliminsanlarının "donma noktası" adını verdikleri bir sıcaklığa erişmesi gerekiyor. Bu donma noktası her madde için farklı olduğu gibi, birtakım fiziksel etmenlerle de değişebilir. Örneğin, maddenin çevresindeki basınç arttıkça donma noktası da yukarı çekilir. Bir başka deyişle, basınç ne kadar yüksekse bir maddeyi dondurmak da o kadar kolay olur. Şimdi de diyelim ki, elinizde bir an önce sıvı hale geçmek isteyen bir parça buz var. Bunun için ona biraz enerji kazandırmanız gerekiyor. Bir sıvıda bulunan atomlar, katıdalere göre daha fazla enerjiye sahiptir. Bunun için yine sıcaklıktan yararlanabilirsiniz. Buzu ısıtırsanız kolayca erir ve sıvı hale gelir. Her maddenin farklı bir erime noktası vardır. Örneğin, buzunki 0 °C. Sıcaklığı artırmayı sürdürürseniz, elde etmiş olduğunuz "kaynama noktası"na erişecek ve buharlaşarak gaz haline geçecektir. Tıpkı erime ve donma noktaları gibi, her maddenin kaynama noktası da farklıdır. Bununla birlikte bu değer, diğer fiziksel koşullara bağlı olarak da değişebilir. Örneğin, suyun kaynama sıcaklığı deniz seviyesinde 100 °C'dir. Oysa yükseklik arttıkça ve buna bağlı olarak atmosfer basıncı azaldıkça kaynama noktası düşer. Aslına bakarsanız bir sıvının buharlaşıp gaz haline geçmesi için mutlaka kaynaması gerekmiyor. Tıpkı yerdeki su birikintisinin başına geldiği gibi. Sıvı içindeki moleküller hareket halinde olduklarından birbirleriyle çarpışırlar. Bu çarpışmalar sırasında birbirlerine enerji aktarırlar. Yüzeydeki bir moleküle çarpıldığında, molekül bu çarpışmadan yeterince enerji kazanırsa sıvıdan ayrılabilir. Bir başka deyişle gaz haline geçer. Bunun tam tersi durumlara da hazırlıklı olmalısınız. Eğer sıvı hale geçmek isteyen bir gaza sahipseniz, sıcaklığı düşürün gitsin.

Aklımızın karışmaması için, buraya kadar yazılanları kısaca bir toparlasak iyi olur. Demıştik ki, katı bir maddenin sıvı hale geçebilmesi için erime noktasına ulaşıncaya kadar ısıtılması, sıvı halden gaz hale geçebilmesi içinse kaynama noktasına kadar ısıtılması gerekir. Isıtma işlemi ise maddenin içinde bulunan atom ve moleküllere enerji kazandırmak için yapıyoruz. Tersini bir süreç izlemek için, maddeyi soğutmamız gerekir. Böylece gaz önce sıvı, sıvı da katı hale geçer. Ancak, aklıma takılan bir şeyi sizinle paylaşmak istiyorum. Acaba, bir katı sıvı hale geçmeden gaz hale geçemez mi? İşte yanıt: Elbette geçebilir! Ancak her madde bunu başaramaz. Bazı katılar erimeden buharlaşabilir. Bu olaya "süblimleşme" deniyor. Naftalin ve iyot gibi maddelerde, atomlar ya da moleküller arasında çekim çok azdır. Bu sayede katı halden gaz hale geçebilirler.

Dördüncü hal olan plazma olma yolunda yapılması gereken nedir sizce? Eğer siz, plazma haline geçmek isteyen bir gaz olsaydınız size zaten yolu yarlamış olduğunuzu söyledim hemen. Yapılması gereken şey, atomlarınızdan bir miktar elektronu almak.

## Neden Farklılar?

Elimde çok güçlü bir mikroskop olsaydı, başında saatlerimi geçirdiğim çalışma masama iyice yakından bakmak isterdim. Belki o zaman ben üstünde yazılarımı yazarken onun saatlerce kıvıldamadan nasıl durabildiğini anlayabilirdim. Bir bilimkurgu filminin içinde de gilsen, maddelerin katı hallerinin kendi kendilerine biçim ve boyut değiştirmediklerini kolayca söyleyebiliriz. Bu durumda, masamın nasıl olup da akıp gitmediğini ya da havalanıp uçmadığını anlayabilirim. Güçlü bir mikroskopla bakabilseydim eğer masaya, onu oluşturan atomların ya da moleküllerin birbirlerine çok yakın olduklarını ve bu nedenle, neredeyse hareketsizmiş gibi göründüklerini görebilirdim (Ben farkında olmasam da masam hareket mi ediyor yani?). Ayrıca, bu atom ya da moleküllerin rastgele dizilmediklerini de fark edebilirdim. Katı maddelerin büyük kısmında bunlar son derece düzgün bir biçimde dizilirler. Çok düzgün biçimli yapılara kristal denir ve bunların içindeki atom ve moleküller birbirlerine çok yakın durduklarından uzayda olabildiğince az yer kaplarlar, aralarında çok güçlü bir çekim olduğundan hareket ya da kinetik enerjileri de düşüktür.

Madde sıvı haldeyse, atom ya da moleküllerini bir arada tutan çekim kuvvetleri de azalır. Bu sayede birbirlerinden ayrılmaları ve hareket etmeleri de kolaylaşır. Sıvılar, sizin de defalarca görmüş olduğunuz gibi, içine konuldukları kapların biçimini alırlar. Her ne kadar sıvılar katılar kadar hareketsiz de gillerse de,



onların bu hareketliliklerinin, “uçarı” gazlarınınkinin yanında lafı bile edilemez, çünkü sıvı molekülleri arasında hâlâ hissedilir bir çekim vardır.

Gaz deyince illa ki aklınıza renkli, kokulu bir duman gelmesin. Gazlar her yerdedir; atmosfer bunun en güzel örneği. Bunun en önemli nedeni de, gazlarda bulunan atomların çok yüksek enerjilere sahip olmaları ve aralarındaki çekimin çok düşük olması. Bu sayede istedikleri gibi serbestçe hareket edebilme yeteneğine sahipler. Gaz, içine konulduğu bir kabın her yerine eşit olarak dağılır. Örneğin, içine hava üfleyerek şişirdiğiniz balonu düşünün. Balonun biçimi elverdiği sürece hava her tarafına eşit olarak dağılacaktır. Oysa sıvılarda durum biraz daha farklı. Sıvı, yerçekimi etkisiyle öncelikle kabın alt tarafına dolar. Gazları sıkıştırmak da sıvı ve katılara göre daha kolaydır. Zaten birbirine çok yakın dizilmiş olan atom ve moleküllerden oluşan katı bir cisim basınç uygulayarak sıkıştırmak zordur. Benzer durum sıvılar için de söz konusu, ancak sıvı molekülleri arasında daha çok boşluk olduğu için katılardan daha fazla sıkıştırılabilirler. Gazları sıkıştırmak içinse, çok daha az basınç uygulamak yeterli. Örneğin, gazoz şişelerinin içine bile gazlar kolayca sıkıştırılıp hapsedilebilir. Siz gazozu afiyetle midenize indirmeden önce kapağı açmakla, içerideki gaza da özgülüğünü vermiş olursunuz.

Plazmaya, yolda yürürken karşılaşma olasılığımızın düşük olduğu dördüncü haldir. Yani diğer üç hal gibi çok sık görebildiğimiz bir hal değil. Kimya ve fizikte plazma için “iyonize olmuş gaz” da deniyor, ama gazlardan farklı olarak plazma, serbest elektron ve iyonlardan oluşan atomlara sahip. İyonize olmaksızın, atom ya da moleküllerden en az bir elektronun ayrılması ya da bunlara elektron eklenmesi anlamına geliyor. Kafanızda canlandırmakta güçlük çekiyorsunuz değil mi? O zaman birkaç örnek vereyim. Hepiniz floresan lamba görmüşsünüzdür. Bir tüp biçimindeki lambanın içinde gaz vardır. Işık açıldığında, elektrik tüpün içinde ilerler ve serbest haldeki elektronlar gazı oluşturan elektronlara çarparak onları daha yüksek enerji düzeylerine uyarır. Uyarılan elektron, kararlı olmadığı için çıktığı yüksek enerji düzeyinden tekrar eski düzeyine iner. Bu sırada bir ışımaya gerçekleşir ve tüpün içinde parlayan bir plazma oluşur. Aynı şey neon lambasında da gerçekleşir. Plazmayı yıldızlara bakınca da görebiliriz. Başta Güneş olmak üzere yıldızlar, yıldızlararası ve gezegenlerarası ortam ve gezegen atmosferlerinin dış katmanları plazma halindedir.

Bose-Einstein yoğunlaşması diğerlerine oranla çok yeni bir hal. En azından ben öğrenciyken henüz bi-



Kuzey Kutbu'na yakın bölgelerden görülebilen kuzey ışıkları, maddenin plazma haline güzel bir örnektir.

linmiyordu. Aslında Satyendra Bose ve Albert Einstein 1920’de böyle bir şeyin var olduğunu öngörmüşler. Ancak, gerekli malzemelere sahip olmamaları ve olanaksızlıklar nedeniyle bunu kanıtlayamamışlar. 1995’e geldiğimizde, iki bilim insanı gerçekleştirdikleri bu deney sayesinde Nobel Kimya Ödülü’nü aldılar. Maddenin plazma hali sıcak ve atomları da uyarılmış olmasına karşın, Bose-Einstein yoğunlaşmasında soğuktur ve atomları da uyarılmamıştır. Aslında belki de önce yoğunlaşmadan söz etmek Bose-Einstein yoğunlaşmasını anlamamızı kolaylaştırır. Yoğunlaşma kısaca çok sayıda gaz molekülünün bir araya gelerek sıvı hale geçmesi olarak tanımlanabilir. Bose-Einstein yoğunlaşması çok düşük sıcaklıklarda gerçekleşir. Bilim insanları 0 Kelvin dereceye mutlak sıfır diyorlar. Bu da bizim kullandığımız sıcaklık ölçü biriminde - 273 °C’ye karşılık geliyor. İşte bu sıcaklıkta moleküler hareket duruyor. Ancak, mutlak sıfırın 1 derecenin milyarda biri kadar üstündeki bir “sıcaklıkta”, bazı özel elementlerin atomları bir araya toplanarak süper atomu oluşturuyor. Bu da, Bose-Einstein yoğunlaşmasının gerçekleştiği anlamına geliyor. Maddenin bu beşinci hali kimi süper iletkenlerde ve sıvı helyum gibi maddelerde görülebilir.

Yazının sonuna geldiğimize göre, artık elinizdeki derginin buharlaşıp gitmesi konusunda daha net düşüncülere sahip olmuştunuzdur diye düşünüyorum! Ne dersiniz, derginize biraz daha sıkı sıkı sarılmanın vakti gelmedi mi?

Elif Yılmaz