

Bilimsel Devrim Yüzyıllarında Kimya

On yedinci ve on sekizinci yüzyıllarda diğer bilim dallarında olduğu gibi, kimyada da birçok gelişme gerçekleşti.

Bu gelişmelerin başlangıcını ise doğada boşluk olup olmadığını belirlemeye yönelik çalışmalar ile bunların sonucu olarak ortaya çıkan yanma ve solunum deneyleri oluşturdu.

Guericke'nin havası boşaltılmış kürelerle yaptığı deney

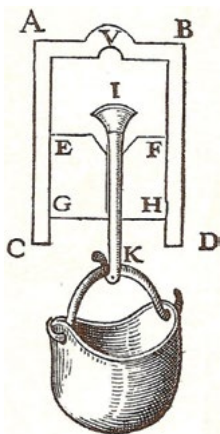


1. Alev alma özü olan kükürt
2. Sıvılık ve uçuculuk özü olan cıva
3. Sabitlik ve tepkimezlik özü olan tuz

Bu yaklaşımı biraz değiştiren Johann Becher (1635-1682) bütün madenlerin ve metallerin saydam, uçucu ve yanıcı olmak üzere üç bileşenden meydana geldiğini savundu ve katı, topraksı maddelerin de üç bileşen içerdiğini ileri sürdü. Bunlar tıp kimyasındaki tuza karşılık gelen ve tüm katılarda bulunan *terra lapida*, kükürde karşılık gelen ve yanıcı maddelerde bulunan *terra pinguis*, cıvaya karşılık gelen ve akıcı maddelerde bulunan *terra mercurialis*'ti. Şu halde yanıcı maddeler diğer bileşenlerin yanı sıra yağlı-yanıcı bileşen içeriyordu. Bu düşüncelerden hareketle Georg Stahl (1660-1734) kimyayı, bileşikler elementlerine ayırma ve tekrar birleştirme yöntemi olarak tanımladı ve ilk defa Becher tarafından ortaya atılan *terra pinguis*'e ısı veya ateş hareketi anlamına gelen filojiston adını verdi. Oksijenin bulunuşuna kadar, kimyada etkin olan ve yanma olgusunu açıklamak üzere ileri sürülen filojiston kuramına göre her yanıcı madde, yanıcı olmayan sabit bir maddeden ve yanıcı olan filojistondan oluşur. Bir cisim ne kadar kolay yanıyor o kadar fazla filojiston içeriyor demektir. Buna göre, kömür ve kükürt neredeyse saf filojistiktir. Metaller oksitlendiği, bitkisel ve hayvansal maddeler de yandığı zaman filojiston ortaya çıkar ve geriye filojiston barındırmayan bir kalıntı kalır. Bir metal ısıtıldığında metalden filojiston çıkar ve ortada metal kireci kalır. Metal - filojiston = metal kireci (oksidasyon). Eğer bu kalıntıya tekrar filojiston eklenirse başlangıçta ısıtılan metali tekrar elde ederiz. Yani yanma sonucunda ortaya çıkan kalıntı filojistonca zengin olan kömür ile tekrar ısıtılırsa, kalıntıya filojiston eklenir ve orijinal metal tekrar elde edilir. Buna göre, metal kireci + filojiston = metal'dir (redüksiyon). O halde yanma bir ayrışmadır.

Geleneksel kabullerin aksine Galileo Galilei'nin (1564-1642) ve daha sonra Magdeburg yarım küreleriyle ve vakum pompasıyla Otto von Guericke'nin (1602-1686) boşluğun olanaklı olduğunu deneysel olarak kanıtlanması, önemli ilk gelişmeler olarak ortaya çıktı. Havanın fiziksel özellikleriyle ilgilenen Robert Boyle (1627-1691) ise Robert Hook (1635-1703) ile birlikte vakum pompasını kullanarak, bir gazın hacmi ve basıncı arasındaki ilişkiyi belirten Boyle Yasasını ileri sürdü. Hooke ise havanın yanmanın oluşmasını sağlayan bir özellik taşıdığını savundu. Kimya çalışmalarında hassas ölçü ve tartımın gerekli olduğuna dikkat çeken Jean Baptista van Helmont (1580-1644) ise yanmayla ilgilenerek katı ve sıvıların yakılmasıyla açığa çıkan dumanların kimyasal olarak havadan ve su buharından farklı olduğunu gösterdi ve bu yeni maddeye *gaz* adını verdi. John Mayow (1641-1679) ise gazları su üzerinde toplamak için bir yöntem geliştirdi ve hem solunum hem de yanma durumunda havadan bir şeyin alınıp harcandığını ve harcanan şeyin "azotlu hava parçacıkları" olduğunu ileri sürdü.

Kimya çalışmalarını on altıncı yüzyılda olduğu gibi, on yedinci yüzyılda da tıp kimyacıları gerçekleştiriyordu. Yaygın görüşe göre kimyasal maddeler üç özden oluşuyordu:



Galileo'nun boşluğun varlığını göstermek için hazırladığı deney düzeni

Yanma olayı ve gazların incelenmesi çalışmalarının sürdürülmesi sonucunda, Joseph Black (1728-1799) kireç suyu ve beyaz bir toz olan *magnesia alba* üzerinde yaptığı araştırmalarla havanın tek değil, birden fazla maddeden oluştuğunu belirledi. Henry Cavendish (1731-1810) ise bir asit bir metal üzerine etki ettiğinde *yanıcı hava* açığa çıktığını ve bunun metalin kendisinden geldiğini buldu.

Hava hakkındaki ilk ayrıntılı açıklamaya Joseph Priestley (1733-1804) ulaştı ve düzenlediği bir deneyde kırmızı cıva oksidi, büyük bir büyüteçten geçirilerek yoğunlaştırılmış güneş ışığıyla ısıtarak renksiz bir "hava" elde etti. Bu havanın içinde mum parlak olarak yandığı gibi, havanın kendisi suda çözülmüyordu. Bu havaya *filojistonu alınmış hava* adını verdi. Deneylerini sürdüren Priestley, bir şişe içinde *yanıcı hava* ile *filojistonu alınmış havanın* karışımını kıvılcım kullanarak patlattığında *çiy* (yani su) oluştuğunu fark etti. Bu gözlemi, adı havanın filojistonu alındığı zaman içindeki nemi bıraktığı şeklinde yorumladı. Cavendish daha sonra bu deneyi tekrarladı ve çiyin "saf su" olduğunu buldu ve "filojistonu alınmış havanın gerçekte filojistonu alınmış sudan başka bir şey olmadığı" sonucuna vardı. Böylece su ile havanın bileşenleri arasında bir bağ kurulmaya başlandı. Aslında Priestley'den önce Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) filojistonu alınmış havayı keşfetmişti ve iki cins "hava" olduğunu açıklamıştı: Yanmayı sağlayan "ateşin havası" ve yanmayı önleyen hava. Ancak onun sonuçları yayımlanmamıştı.

Konuya asıl katkısı yapan ve gelişmeleri bir sonuca bağlayan ise Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) oldu. Hassas ölçümlere dayalı deneyler yapan Lavoisier, yanma olayını incelemeye başladı ve kalsinasyon işlemi uygulanan bir metalin "ateş parçacıkları" yani "bağlanmış hava" emmediğini gösterdi. Priestley'den öğrendiği filojistonu alınmış havayı da dikkate alarak birkaç deney daha yapan Lavoisier, havanın, bir kısmı çok iyi yanabilen, diğer kısmı ise solunuma elverişsiz bir çeşit bileşik olduğunu düşündü. 1779'da havanın yanıcı kısmının bütün asitlerin bir bileşeni olduğunu iddia etti ve bu bileşene "asidin esas maddesi" veya *principe oxygine* adını verdi. Bundan böyle, Lavoisier asitlerin metaller üzerindeki etkisini ve son deneyleri sırasında oluşan "yanıcı havayı" inceledi. Sonuçta, suyun bazı şartlar altında bir taraftan *principe oxygine*'i, diğer taraftan suyun esası olan bir maddeyi *principe hydrogen*'i vermek için ayrıştığını kabul etti. Bundan sonra Lavoisier oksijen ve hidrojenin tepkimelerdeki rolünü gösterdi ve "ateş unsuru" olan filojistona başvurmaksızın tamamen yeni bir kimya kurabildi.

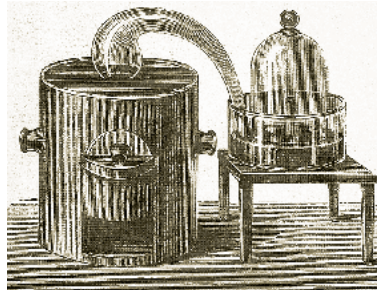
Bu kimya, daha ileri araştırmalara yol açtı ve giderek her bileşiğe kimyasal bileşimini belirten bir isim verildi, elementler büyük titizlikle tanımlandı ve böylece modern kimya doğdu.

Filojiston Kuramı

Filojiston kuramı, bütün yanma olgularını birleştiren ve kimyasal tepkimeleri açıklayabilen ilk kuramdır. Kuram sayesinde solunum, demirin havada paslanması ve diğer yanma olguları arasında temel benzerlikler bulunduğu anlaşılabilir. Ayrıca ilk kez oksidasyon-redüksiyon süreci açıklanabilir. Buna karşın kuramın problemleri yönleri de vardı. Kuramdaki en önemli sorun, filojistonun madde olarak kabul edilmesiydi. Yanan bir cisimden bir madde yani filojiston çıkıyordu. Öyleyse yanan cismin ağırlığı azalmalıydı. Bu durumda cisim yandıktan sonra oluşan kalıntı yanan cisimden hafif olmalıydı. Oysa deneyler bunun tam tersini gösteriyordu, yani kalıntı cismin kendisinden daha ağırdı.

Kuram tüm eksikliklerine rağmen benimsendi ve filojiston üzerine pek çok deney yapıldı. Ancak bir süre sonra yapılan deneyler kuramı zor duruma soktu ve oksijenin bulunmasına zemin hazırladı. Joseph Priestley konuya ilişkin yaptığı deneylerde cıva oksidi ısıttı ve geriye saf cıva kaldığını belirledi. Bir mum bu gazda çok parlak bir şekilde yanıyor ve bir fare, bu gazın bulunduğu bir ortamda, aynı miktarda havanın bulunduğu başka bir ortamda yaşayabileceğinden iki kat

daha fazla yaşayabiliyordu. Bulgular, bu gazın yanmayı sağladığını ve hayvanların solunumunda etkin olduğunu gösteriyordu. Bir süre sonra Priestley bu gaza *filojiston çıkaran gaz* adını verdi. Priestley'den bir süre sonra aynı gazı Scheele de elde etti ve buna ateş havası adını verdi. Onların buldukları bu gazın aslında oksijen olduğunu ise Lavoisier keşfetti. Lavoisier yaptığı deneyler sonucunda, yanma sırasında ortaya çıkan kalıntının yanan cisimden daha ağır olmasının sebebinin, yanma sırasında Priestley'in ve Scheele'in sözünü ettiği gazın cisim ile birleşmesi olduğunu buldu. Bir başka deneyinde, kapalı bir kapta bir miktar cıvayı, daha sonra da bir miktar kalay kaynama derecesine gelinceye kadar ısıttı ve şu sonuçlara ulaştı: Isıtılma sonucu oluşan kalıntılardaki ağırlık artışı filojiston sonucu değildir; kalıntıda oluşan ağırlık artışı emilen havanın ağırlığına eşittir; bir cisim sadece saf havada (oksijen) yanar; metallerin oksidasyonunda cisimden bir şey ayrılmaz, aksine metal çevresindeki oksijenle birleşir. Lavoisier'nin yaptığı "yanma, bir maddenin oksijenle birleşmesidir" tanımı bugün de kullanılmaktadır. Lavoisier, her tür yanma olgusunda oksijen ilavesinin gerekli olduğunu kanıtlayan ilk kişidir.



Lavoisier'nin oksijeni incelemekte kullandığı alet (solda) ve Lavoisier (sağda)

Kaynaklar

- Dampier, W. C., *A History of Science*, Cambridge University Press, 1989.
- Forbes, R. J. ve Dijksterhuis, E. J., *A History of Science and Technology*, Volume I, Penguin Books, 1963.
- Mason, S. F., *Bilimler Tarihi*, Çeviren: U. Daybilge, Kültür Bakanlığı, 2001.
- Ronan, C. A., *Bilim Tarihi*, Çeviren: E. İhsanoğlu, F. Günergun, TÜBİTAK Yayınları Akademik Dizi, 2003.
- Topdemir, H. G. ve Unat, Y., *Bilim Tarihi*, Pegem, 2008.