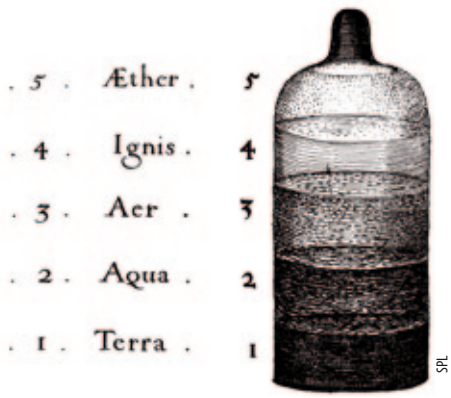
Doç. Dr. Abdurrahman Coşkun

2500 Yıldır İnşaatı Devam Eden Bina

Elementlerin Periyodik Tablosu

Doğanın dili element alfabesiyle yazılıyor. Yunan filozoflarına göre element alfabesinde sadece dört harf bulunuyordu: Hava, su, toprak ve ateş. Doğadaki her nesne bu dört elementten oluşuyordu. Her nesnede bu dört elementin oranları değişiyordu ve bu da o nesneye farklılık kazandırıyordu. Ancak havanın, suyun, toprağın ve ateşin element olmadığı yaklaşık 300 yıldan beri biliniyor. Günümüzde sayıları 100'ü geçen elementlerin bir tabloya yerleştirilmesi, sanılanın aksine sadece Mendeleyev'in değil çok sayıda bilim insanının uzun yıllar süren çalışmalarının ürünü.

Yunan filozof Empedokles'e (MÖ 492-MÖ 430) göre doğa dört temel elemandan (kök eleman) oluşuyordu. Toprak, su, hava ve ateş. Empedokles'ten sonra Aristoteles 4 temel elemana, gökte var olduğunu iddia ettiği eteri de ekledi. Bu görüşün etkisi 2000 yıldan daha uzun sürdü. Empedokles bu dört element için "kökler" veya "kök elemanlar" ifadesini kullanıyordu. Ancak atomistler olarak da bilinen Leukippos ve Demokritos'un maddenin temel yapısı konusunda ortaya attığı görüşler, kelimenin tam anlamıyla dehalarını yansıtıyordu. Leukippos ve öğrencisi Demokritos (MÖ 500?-MÖ 404) maddenin bölünerek küçük parçacıklara ayrılması ve bu parçacıkların da giderek daha küçük parçacıklara ayrılması durumunda belli bir parçacık büyüklüğüne varıldığında artık bölünemeyeceğini düşünüyorlardı. Kendisinden daha küçük parçacıklara bölünemeyen bu temel parçacığa "bölünemez" anlamına gelen atom adını verdiler. Bununla da yetinmeyen dâhi filozoflar bir adım daha ileri giderek bir parçacığın yeni bir düzenlemeyle başka bir parçacığa dönüşebileceği fikrini de ortaya attılar. Leukippos-Demokritos'un kuramına göre atomlar katı maddelerdi, sonsuz şekilde ve sayıdaydılar. Hepsi değilse bile büyük çoğunluğu görülmeyecek kadar küçüktü. Daha sonra Epikuros (MÖ 341-MÖ 270) atomların tümünün görülmeyecek kadar küçük olduğunu ileri sürdü. Bu, ölçüme dayanmayan ve zekice düşünülmüş, ancak 2300 yıl sonra varılabilecek bilimsel bir sonucun düşünsel bir örneğidir. Her ne kadar bu görüş o zaman geniş kabul görmediyse de varlığını ve etkisini az da olsa sürdürmeyi başardı. Buna karşılık dört temel element görüşü daha yaygın kabul görüyordu.



Beş temel element. İngiliz Robert Fludd (1574-1637) tarafından çizilen bu diyagramda beş temel element, yerden göğe doğru toprak (Terra), su (Aqua), hava (Aer), ateş (Ignis) ve eter (Aether) şeklinde sıralanıyor.

Hindistan'da ve Çin'de de elementlerin sayıları ve niteliği konusunda benzer görüşler ortaya atılmıştı. Dört veya beş temel element vardı. Örneğin Çinliler toprak, ateş, su, metal ve ağaçtan (odun) oluşan beş temel element olduğuna inanıyorlardı. Hangi kültürden olursa olsun antik çağda yaşayan insanlar, doğayı oluşturan temel unsurların sayısının bir elin parmaklarını geçmediğini düşünüyordu.

Orta çağda Yunan filozofların elementler ve atom konusundaki düşünceleri karanlık bir döneme girdi. Bir çeşit bilim, sanat ve büyü karışımı olan simya, ortaçağda elementler konusundaki çalışmaların rayından çıkarak sonu olmayan bir yola girmesine neden olmuştu. Bu dönemde kimyacılardan çok simyacılar iş başındaydı. Ancak yine de az sayıda bilim insanı sağduyulu davranıp kimya bilimine önemli katkılarda bulundu. Örneğin el-Razi (Ebubekir Muhammed ibn Zekeriya el-Razi, 865-925) simyanın mistik tarafını reddederek, daha çok simyacıların deneylerle elde ettikleri sonuçları dikkate alıyordu. Yazdığı eserlerle kimya, farmakoloji ve mineralojiye çok değerli katkılarda bulundu. Bilimin diğer alanlarına değerli katkılar yapmış olan çok sayıda bilim insanı da simya ile ilgilenmekten kendilerini alamamıştı. Hatta dünyanın gelmiş geçmiş en büyük bilim insanı olarak kabul edilen Isaac Newton da simya çalışmalarına epey vakit harcamıştı.

Elementler konusunda farklı düşünen ilk bilim insanı, gazlar konusundaki çalışmaları ile tanınan Robert Boyle'dur (1627-1691). O zamana kadar yapılmış tanımlardan farklı olarak elementin temel özelliğini şöyle tanımlamıştır: Başka elementlerle bir araya gelerek bileşik oluşturan, daha basit başka bir maddeye indirgenemeyen temel yapı. Boyle'u takiben ilk ciddi çalışmaları Antonie Lavoisier gerçekleştirdi. O zamana kadar temel element olarak kabul edilen havanın, oksijen ve azotunu ayırmayı başardı. Henry Cavendish de (1731-1810) suyun hidrojen ve oksijenden oluştuğunu ortaya koydu. Bu çalışmalarla Yunan filozofların ileri sürdüğü temel elementlerin hiçbirinin element olmadığı artık anlaşılıyordu.

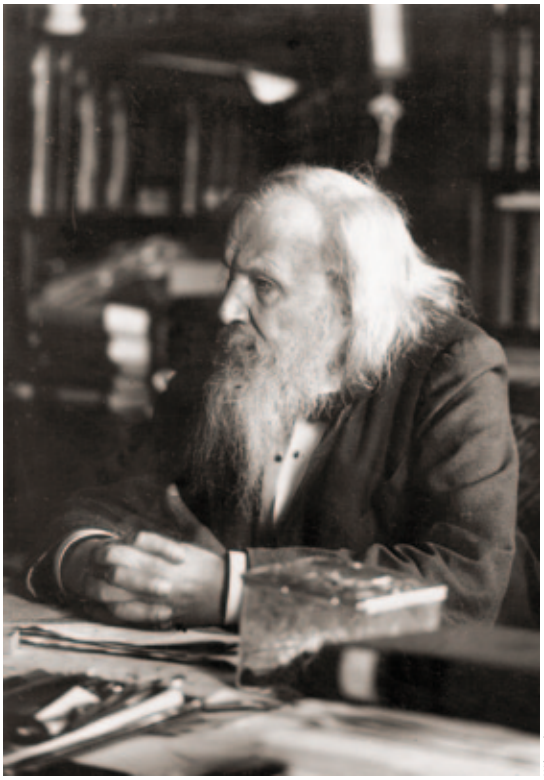
1800'lü yıllarda İngiliz kimyacı John Dalton Demokritos'un atom düşüncesini modern bilgiler ışığında yeniden yorumladı. Dalton'a göre farklı elementler farklı atomlardan oluşuyordu, atomların farklı olmalarını sağlayan da ağırlıklarıydı. Kuşkusuz 1800'lü yılların olanakları ile atom gibi çok küçük yapıların ağırlıklarını ölçmek mümkün değildi. Ancak bu teknik olanaksızlıklar bilim insanlarını yıldırmadı ve 1828 yılında İsveçli Kimyacı Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) atom ağırlıklarını gösteren iki farklı liste yayımladı. Bu listeler elementlerin ağırlıklarını göreceli olarak gösteriyordu. Birinci liste hidrojenin ağırlığı 1, ikinci liste ise oksijenin ağırlığı 100 kabul edilerek hazırlanmıştı. Diğer elementler de bunlara göre sıralanıyordu. Dâhice bir çalışma örneği idi.

coskun2002@gmail.com

1828 yılında Berzelius'un, 1862 yılında da İtalyan kimyacı Stanislao Canizarro'nun (1826 –1910) atom ağırlıkları kavramını inandırıcı bir şekilde ortaya koymalarıyla tünelin sonundaki ışık da görünmeye başladı. Elementleri atom ağırlıklarına göre düzenlemek mümkün olabilirdi. Bu düşünceden hareketle Fransız jeolog Alexande Emile Beguyer de Chancourtois (1820-1886) ve İngiliz kimyacı John Alexander Reina Newlands (1837-1898) birbirlerinden bağımsız olarak elementlerin dizilimi hakkında ilk gerçekçi düşünceleri ortaya attılar. Onlara göre, elementleri artan atom ağırlıklarına göre sıralamak ve benzer özelikleri olan elementleri de alt alta gelecek şekilde yerleştirmek mümkün olabilirdi. Newlands hangi elementlerin alt alta gelebileceğini de belirtiyordu. Bu amaçla "oktavlar yasasını" öneriyordu. Çünkü elementleri atom ağırlıklarına göre sıralarken, her 8. elementin 1. elemente benzediğini fark etmişti.

1869 yılında Rus kimyacı Dimitri İvanoviç Mendeleyev (1834-1907) Chancourtois ve Newlands'in görüşleri doğrultusunda periyodik tabloyu yeniden düzenledi. Mendeleyev elementleri atom ağırlıklarına göre sıraladı, ancak atom ağırlığı dışındaki özellikleri de ön planda tuttu. Hazırladığı tabloda istenen özellikleri taşıyan bir elementin bulunmaması durumunda ilgili kutucuğu boş bıraktı. Bu boş kutucuklar geleceğin bilim insanlarına, var olan ancak henüz keşfedilmeyen elementlerin özelliklerini de önceden bildiriyordu. Mendeleyev bulunması gereken üç elementin özelliklerini ortaya koymuş ve kendisi hayatta iken bu üç element (galyum, skandinavyum ve germanyum) keşfedilerek Mendeleyev'in öngörüsü doğrulanmıştı. Tüm bunlara rağmen elementlerin bulunduğu kutucukların değişmez olduğu henüz tam doğrulanamamıştı. Bazı bilim insanları, Mendeleyev'in hazırladığı periyodik tablonun âdeta bir kum yığını üzerine inşa edildiğini iddia ediyordu. Pek de haksız sayılmazlardı. Çünkü keşfedilecek farklı bir özelliğin, ilgili elementi yerinden etmeyeceğinin garantisi yoktu. Durum belirsizliğini korurken dolaylı bir yöntem devreye girdi: X ışınları. Ernest Rutherford'un öğrencisi olan İngiliz fizikçi Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887-1915) çeşitli elementlerin yayımladığı X ışınlarının dalga boyları ile atom numaraları arasında ilişki olduğunu ortaya koydu. Vardığı sonuç olağanüstüydü. Artık atom ağırlığı yerine atom numarası ön plana çıkıyordu. Periyodik tabloda yukarı ve aşağı inildikçe elementlerin yayımladığı X ışınlarının dalga boyları da belli bir düzen içinde küçülüp büyüyordu. Bu keşif sayesinde periyodik tablodaki yanlışlar da düzeltilebiliyordu. Örneğin yan yana bulunan iki elementin saçtığı X ışınlarının dalga boyları birbirlerinden iki kat farklıysa demek ki bu iki elementin yan yana olmaması, arada başka bir elementin olması gerekiyordu. X ışınlarının dalga boyları kullanılarak, bilinen elementlerin periyodik tablodaki yerleri belirlendi. Her birinin bulunduğu odaya artık kesin numaralar verilebilirdi. Öyle de yapıldı. Arada boşluklar bulunmakla birlikte, elementlere atom numaralarına göre 1'den (hidrojen) 92'ye (uranyum) kadar oda numarası verildi. Aradaki boşlukları doldurması gereken elementlerin özellikleri de artık daha net biliniyordu. Yapılması gereken tek şey istenen özellikleri taşıyan elementlerin keşfedilmesiydi. Moseley'in bulduğu yöntem olağanüstüydü ve elementlerin periyodik cetveldeki tapularını vermişti.

Moseley, bulduğu yöntemin ne denli doğru işlediğini ve periyodik cetveldeki boşlukları doldurmaya nasıl yardımcı olduğunu ne yazık ki tam olarak göremedi. Tüm dünyada milyonlarca insanın yaşamına mal olan bir savaşta cepheye gönderildi. 1915 yılında henüz 28 yaşın-



Wikipedia

Dimitri İvanoviç Mendeleyev

Mendeleyev'in not defterinden bir sayfa. Periyodik tablonun ilk taslağı.

ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.

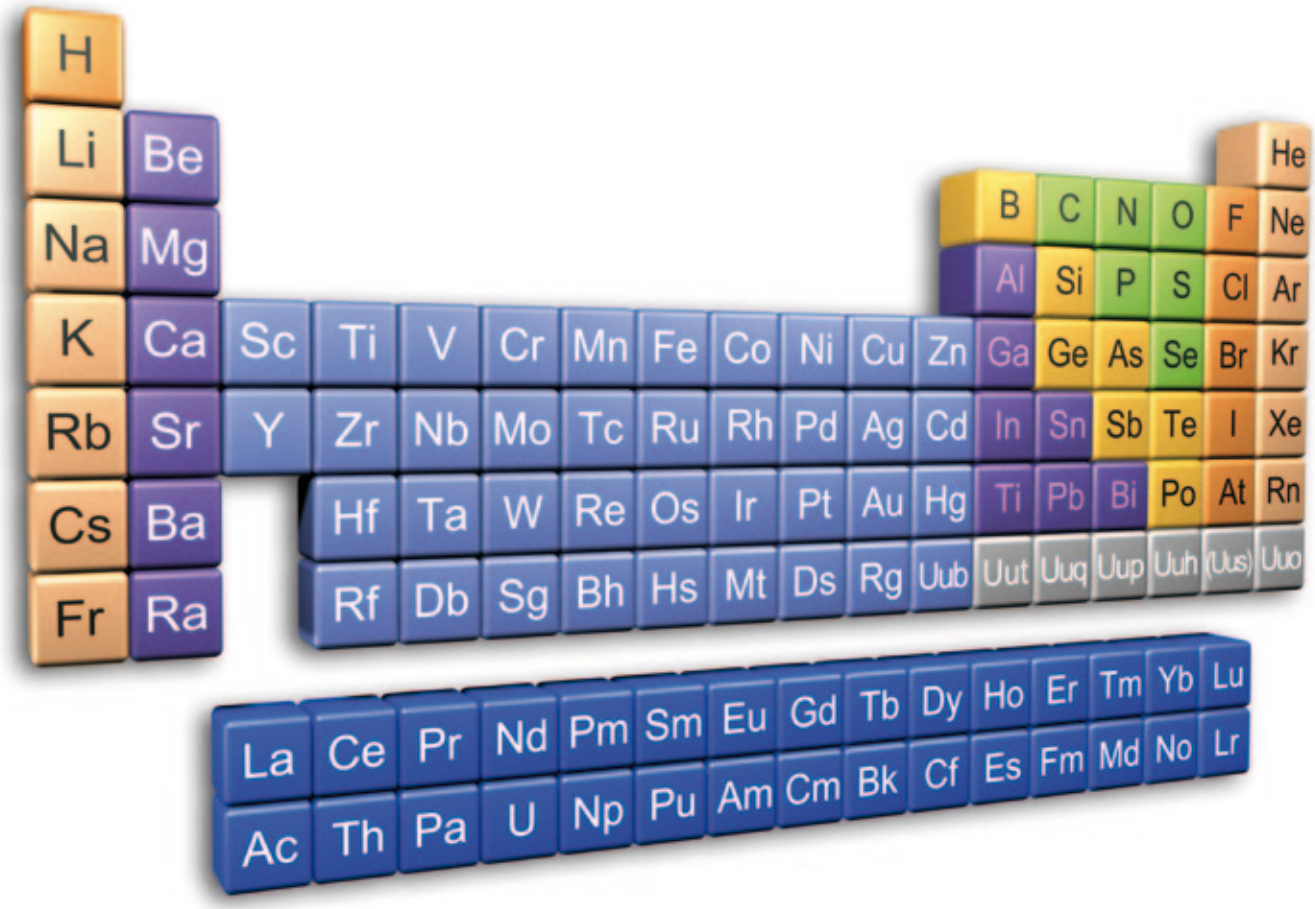
ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

		Ti = 50	Zr = 90	? = 180.	
		V = 51	Nb = 94	Ta = 182.	
		Cr = 52	Mo = 96	W = 186.	
		Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4.	
		Fe = 56	Rn = 104,4	Ir = 198.	
		Ni = Co = 59	Pl = 106,6	Os = 199.	
H = 1		Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.	
	Be = 9,4 Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112		
	B = 11 Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?	
	C = 12 Si = 28	? = 70	Sn = 118		
	N = 14 P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?	
	O = 16 S = 32	Se = 79,4	Te = 128?		
	F = 19 Cl = 35,6	Br = 80	I = 127		
Li = 7	Na = 23 K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204.	
	Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207.	
	? = 45	Ce = 92			
	?Er = 56	La = 94			
	?Yt = 60	Di = 95			
	?In = 75,6	Th = 118?			

Д. Менделѣевъ

Wikipedia

Mendelyev'in hazırladığı ilk periyodik tablo. Bilinmeyen elementlerin yerleri boş bırakılmış.



SPL

Elementlerin periyodik tablosu

da iken Gelibolu'da öldürüldü. Nobel komitesi 1924 yılında fizik ödülünü elementlerin X ışını özellikleri ile ilgili çalışmalara vermeyi kararlaştırdı. Ancak ödülü asıl hak eden Moseley ne yazık ki hayatta değildi. Nobel'in vasiyetine göre ödül sadece yaşayan bilim insanlarına veriliyordu. Komite ödülü Moseley'in ölümünden sonra onun çalışmalarını devam ettiren İsveçli fizikçi Karl Manne George Siegbahn'a verdi.

Birkaç element dışında doğal olarak bulunan tüm elementler keşfedilmiş ve periyodik tablodaki odalarına yerleştirilmişlerdi. Ancak bu başarı hiç kolay olmamıştı. Her bir elementin öyküsü uzun, keyifli ve bazen de trajikti. Örneğin serbest florun elde edilmesi. Bu asi element Belçikalı P. Louyet'nin ve Fransız Jerome Nickels'ın ölümüne, çok sayıda değerli bilim insanının da ciddi olarak yaralanmasına neden olmuştu. Tüm bunlara rağmen bilim insanları pes etmediler ve sonunda Fransız Henry Maisson florü izole etmeyi başardı ve 1906 yılında Nobel Kimya Ödülü ile onurlandırıldı.

Cetvelde 43, 61, 85 ve 87 numaralı odaların sakinleri henüz ortada yoktu. Bilim insanları bunları bulmak için epey uğraşmak zorunda kaldı. Radyoaktif olan bu elementlerin uzun uğraşlar sonuncu bulunmasıyla 1'den 92'ye kadar tüm elementler çizelgede yerlerini aldı. Ancak çizelgeye nokta koymanın henüz zamanı değildi. Serüvenin ikinci perdesi yeni açılıyordu. Uranyumun son element olmadığı anlaşıldı ve uranyum ötesi elementler çizelgeye eklenmeye başlandı.

Şimdilik periyodik çizelgedeki son oda numarası 118 ve bu odanın sakini Ununoktiyum (Uuo). Uranyum ötesi 26. element. Hava, su, toprak ve ateşle başlayan serüven Ununoktiyum (Uuo) ile devam ediyor.

Ununoktiyum ile periyodik cetvel acaba tamamlandı mı? Kuşkusuz hayır. Ne zaman tamamlanacağı konusunda da fikrimiz yok. Elementlerin atom numarası arttıkça onları elde etmek çok zor, bir o kadar da kısa ömürlüler. Peki tablonun bir sınırı var mı? Elbette… Çünkü çekirdeğe en yakın elektron kabuğu her zaman merkeze aynı uzaklıkta değil. Çekirdek yükünün artmasıyla kabuğun yarıçapı azalır ve öyle bir noktaya gelinir ki elektronlar çekirdeğe düşer. Bu durumda elektron ve proton birleşip nötrona dönüşür ve çekirdeğin atom numarası 1 azalır. Şimdiki hesaplamalar, çekirdeğin yükü 150 veya daha fazla ise elektronun çekirdeğe düşeceği yönünde. Böyle kabul edersek daha keşfedilmeyi bekleyen düzinelerce element duruyor. Yeni elementleri hep birlikte görmek dileğiyle.

Kaynaklar

Ronan, C. A., "Bilim Tarihi, Dünya Kültürlerinde Bilimin Tarihi ve Gelişimi", TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2005.
Vlasov, L., Trifonov D., "107 Kimya Öyküsü", TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 1998.
Bolles, E. B., "Galileo'nun Buyruğu, Bilim Yazılarından Bir Derleme", TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2000.