

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

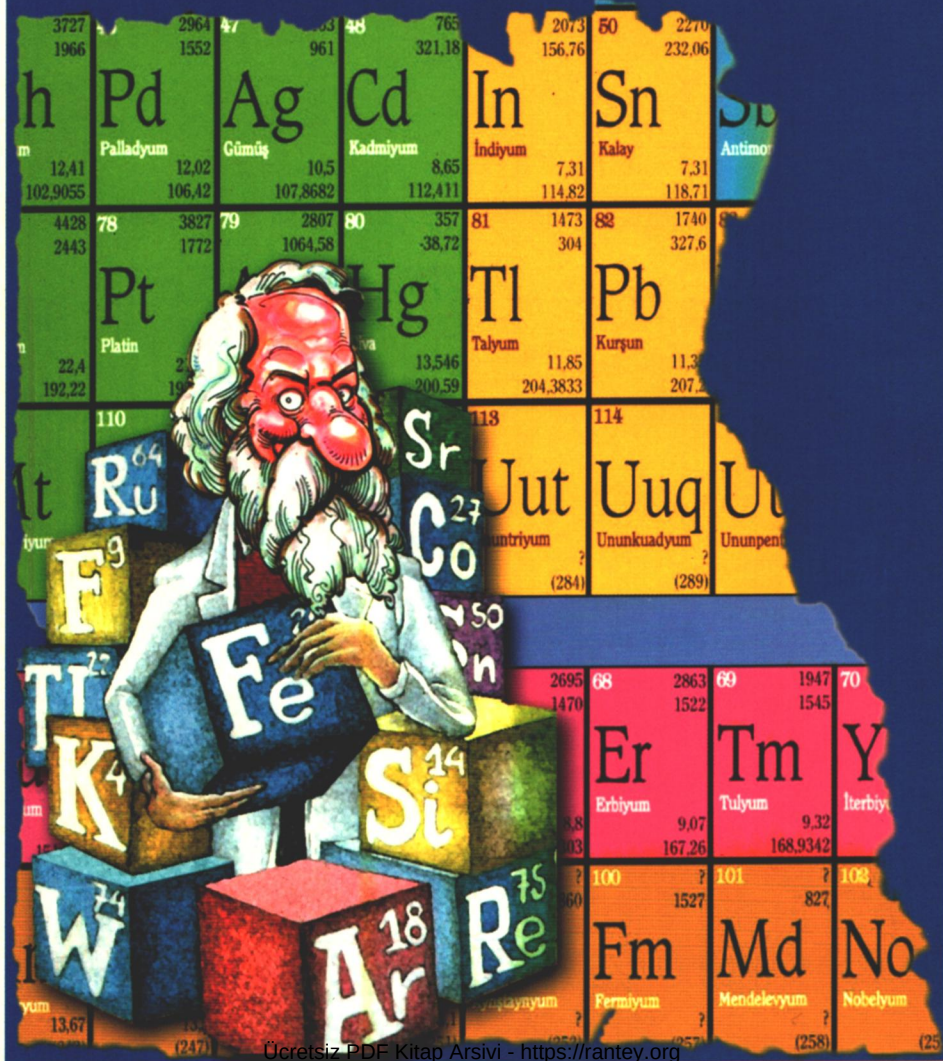
Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>

YTY
YURT
KİTAP-YAYIN

çocuk kitaplığı

periyodik cetvelin BENJAMİN D. WİKER gizemi



© 2003 Bethlehem Books

Orjinal Adı
The Mystery of the Periodic Table?

© 2008 Yurt Kitap-Yayın
Çeviri Erkan Demir

Yurt Kitap-Yayın 225 • Çocuk ve Gençlik 3
ISBN 978-975-9025-47-2
Ağustos 2009, Ankara

Baskı Özkan Matbaacılık, Ankara
Kapak Ali Imren

Yurt Kitap-Yayın
Konur Sokak 26/3
Bakanlıklar/ANKARA
Tel: 0.312. 417 35 49
Fax: 0.312. 425 36 40
e-mail: yurtkitap@yurtkitap.com
www.yurtkitap.com

periyodik cetvelin gizemi

BENJAMIN D. WIKER

Çocuk ve Gençlik Kitaplığı

Çeviren
Erkan Demir



Teşekkürler

Nazik ve sabırlı rehberliklerinden dolayı Bethlehem Boks'tan editör Peter Sharpe'a ve özellikle Lydia Reynolds'a, yazmaları okuyarak birçok yararlı önerilerde bulunan Mike Keas'a ve Dan Barrett'e teşekkür etmek isterim. Uygun tarihi materyalleri sağlayarak nazik yardımlarından dolayı Thomas Aquinas College'e ve harika bir ikinci sınıf kimya derisiyle bu proje için esin verici editör Peter Sharpe'a da teşekkür ederim. Son olarak sevgili eşim Teresa'ya ve yedi çocuğuma, özellikle aralarında en büyük üçü olan, yazmalarımı okuyan ve daha genç okuyuculara ulaşmamda bana yardımcı olan Jacob, Anna ve Faith'e minnettarım.

İçİndekİller

Bilmece	7
İlk Kimyacılar	10
Toprak, Hava, Ateş, Su	18
Simyacılar	24
"Şİmdiye Kadar Bilinmeyen Bu Ruh"	34
Atomcuların Geri Dönüşü	40
Uçucu Elementin Tuhaf Hikâyesi	48
Bay Priestly Maddeleri (Biraz) Açıklığa Kavuşturuyor .	54
Bay Cavendish ve Yanıcı Hava	60
Kimyanın Fransız Devrimi	65
İsimlerde Devrim	74
Doğa, Dengenin Dışında Başka Bir Şey Yaratmaz	78
Bay Dalton ve Atomları	86
Şaşırtıcı Bay Davy	99
Lussac ve Avogadro Sayısının İmdada Yetişmesi! . .	104
Olaylar Yerine Oturuyor: Üçlüler ve Sekizliler	115
Gizem Çözöldü	123
Gizem Devam Ediyor	135
Açıklamalı Sözlük	159
Keşif Tarihine Göre Elementler Listesi	162

Periyodik Cetvel ve Elementler																		7A		8A															
1A																		1		2															
H																		H		He															
1.008																		1.008		4.003															
3		4																5		6		7		8		9		10							
Li		Be																B		C		N		O		F		Ne							
6.941		9.012																10.81		12.01		14.01		16.00		19.00		20.18							
11		12																13		14		15		16		17		18							
Na		Mg																Al		Si		P		S		Cl		Ar							
22.99		24.31																26.98		28.09		30.97		32.06		35.45		39.95							
19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36	
K		Ca		Sc		Ti		V		Cr		Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn		Ga		Ge		As		Se		Br		Kr	
39.10		40.08		44.96		47.90		50.94		52.00		54.94		55.85		58.93		58.70		63.55		65.38		69.72		72.59		74.92		78.96		79.90		83.80	
37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54	
Rb		Sr		Y		Zr		Nb		Mo		Tc		Ru		Rh		Pd		Ag		Cd		In		Sn		Sb		Te		I		Xe	
85.47		87.62		88.91		91.22		92.91		95.94		98.91		101.1		102.9		106.4		107.9		112.4		114.8		118.7		121.8		127.6		126.9		131.3	
55		56		57		72		73		74		75		76		77		78		79		80		81		82		83		84		85		86	
Cs		Ba		La		Hf		Ta		W		Re		Os		Ir		Pt		Au		Hg		Tl		Pb		Bi		Po		At		Rn	
132.9		137.3		138.9		178.5		180.9		183.9		186.2		190.2		192.2		195.1		197.0		200.6		204.4		207.2		209.0		(209)		(210)		(222)	
87		88		89		104		105		106		107		108		109																			
Fr		Ra		Ac		Rf		Db		Sg		Bh		Hs		Mt																			
(223)		226.0		227.0		(261)		(262)		(263)		(262)																							
				Lantanidiler		58		59		60		61		62		63		64		65		66		67		68		69		70		71			
						Ce		Pr		Nd		Pm		Sm		Eu		Gd		Tb		Dy		Ho		Er		Tm		Yb		Lu			
						140.1		140.9		144.2		(145)		150.4		152.0		157.3		158.9		162.5		164.9		167.3		168.9		173.0		175.0			
				Aktinidiler		90		91		92		93		94		95		96		97		98		99		100		101		102		103			
						Th		Pa		U		Np		Pu		Am		Cm		Bk		Cf		Es		Fm		Md		No		Lr			



Bilmece

Neredeyse bütün gizem kitapları çözümle *sona* Nerer. Bu kitap ise çözümle başlar. Bunu soldaki sayfada görebilirsiniz.

Nedir bu?

Bu yeryüzünde ve uzayda her maddeyi meydana getiren nesnelerin bir araya gelmesidir.

Bu, Elementlerin Periyodik Tablosu'dur. Bu, nihai olarak her maddeyi –ağaçları, kayaları, kiri, hücreleri, bitkileri, saçınızı, derinizi, bulutları, havayı, güneşi, ayı ve yıldızları– meydana getiren şeyin gizemine giden çözümdür.

Kütlesi olan ve uzayda yer kaplayan her şey elementlerden meydana gelmiştir.

Element nedir?

Element, temel başlangıcı ifade eder. Elementler, maddeleri oluşturan ilk nesnelerdir. Bu elementlere ulaştığınızda, bir sonraki bölümde de göreceğimiz gibi tamamen maddenin özüne ulaşamasanız da temeline inmiş olursunuz.

Modern kimyacılar, elementi kimyasal yöntemlerle daha basit ve daha saf yapılara bölünemeyen madde olarak tanımlamaktadırlar.

Periyodik Tablo'da masanıza gelen tuzu göremeyeceksiniz. Neden? Tuz, Sodyum ve Klor'a ayrılabilir. Sodyum, "Na" kimyasal sembolüyle Tabloda bulunmaktadır. Klor ise "Cl" sembolüyle gösterilir. Kimyasal yöntemlerle Sodyum ve Klor'u elde ettiğimizde maddenin temeline inmiş oluruz ve daha ileriye gidemeyiz.

Göreceğiniz gibi Periyodik Tablo'da 109 element vardır. Bazıları çok yaygındır. Bazıları ise nadir bulunur. Bir kısmı yapaydır. Bir sonraki bölümde de göreceğimiz gibi burada belirtilen 109 elemente birkaç element daha eklenmiştir bunlar doğal olmayan yapay elementlerdir. Fakat şimdilik tablomuzda gördüğümüz 109 elemente odaklanalım.

Dünyanın yaklaşık % 98'i yalnızca sekiz elementten meydana gelmiştir: Demir (Fe), Oksijen (O), Silisyum (Si), Magnezyum (Mg), Nikel (Ni), Kükürt (S),

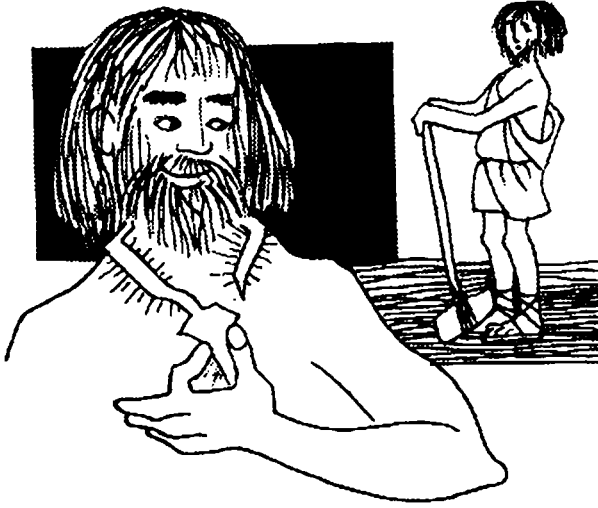
Kalsiyum (Ca) ve Alüminyum (Al). Bunlar arasında yer alan Oksijen ve Demir yeryüzünün yaklaşık % 65'ini oluşturmaktadır.

Bütün evrene baktığımızda bunun yaklaşık % 97'si, Periyodik tablonun sol üst köşesinde ve sağ üst köşesinde yer alan yalnızca iki elementten, Hidrojen (H) ve Helyum'dan (He) meydana gelmektedir.

Bu elementlerden bazıları, en saf formlarında olmasa bile günlük yaşantımızda görülmektedir. Cebinizdeki veya cüzdanınızdaki bozuk paranın büyük bir bölümü; Bakır (Cu), Nikel (Ni), Gümüş'ten (Ag) ve gerçekten şanslı ya da zenginseniz Altın'dan (Au) yapılmıştır.

Elementler Periyodik Tablo'da gördüğümüz şekilde düzenlenip etiketlenecek bir biçimde kolayca keşfedilmemişlerdir, tam tersine bulunmaları çok zor olmuştur.

Aslında elementlerin bu güzel ve düzgün sıralarına baktığımızda kolay bir yoldan keşfedildiklerini düşünebiliriz. Bu da düşüncemize gerçekten pek uzak sayılmaz. Homeros'un epik destanı olan *Odyseia*'da Odysseus'un tehlikeli seyahatlerine çok benzeyen uzun ve zorlu bir yolculuktu. Elbette bu seyahatler birer macera haline geldi ve bu maceralar ise daima tekrar tekrar anlatılması gereken heyecanlı olaylardır.



İlk Kimyacılar

İlk kimyacılar kimlerdi? Bunlar bilim insanı değildiler. Laboratuvarlarda çalışmıyorlardı. Onlar metal işçileriydiler. Elementlerin ne olduğunu keşfetmeye çalışmıyorlardı. Güzel mücevherler ve daha iyi silahlar yapmakla ilgilenen oldukça tecrübeli insanlardı.

Antik metal işçileri, (kumaş boyacılarının ve ilaç üreticilerinin yaptığı gibi) karışımlar halinde elementlerle ilgilenmek yerine saf elementlerle ya da tam anlamıyla saf metallerle çalıştıklarından ilk kimyacılar olarak kabul edilebilirler.

Hristiyanlık öncesi dönemde eski insanlar yalnızca yedi temel metali tanıyordu: altın (Au), gümüş (Ag), bakır (Cu), kurşun (Pb), kalay (Sn), demir (Fe) ve civa

(Hg). Bu elementlerden Civa, M.Ö. IV. yüzyılda keşfedilen son elementti. Peki ilk olarak hangi element keşfedilmişti?

İlk keşfedilen elementin üzerine çok kan döküldü, bir çok krallık yükselip çöktü, aynı şekilde bir çok hayal kuruldu ve yıkıldı. Artık faydasız element yok, daha kesin bir ifadeyle artık faydasız metal yok! Dayanıklı bir alet veya silah yapmak için çok yumuşak bir madde fakat diğer elementlerden çok daha güzel.

Muhtemelen bunu keşfeden ilk insanın gözüne nehrin kıyısında yürürken bir ışıltı çarptı. Merak ederek yanına gitti. Parmaklarıyla kazarak onu ortaya çıkarıp tuhaf şekilde ağır olan bu nesneyi fırçaladı.

Bu bir altındı!

Altın, diğerlerinden daha fazla saf biçimde, genellikle açıkta bulunan bir metaldir ve birisi tarafından yanlış gizlenmiş vaziyette keşfedilmeyi bekleyen en güzel elementtir. O kadar parlak, o kadar görkemli ve saf olan altının, insanın dikkatini çekmemesi mümkün değildi. Bu nedenle arkeologlar, Neolitik Çağ (M.Ö. 7.000-4.000) kadar geriye giderek tarihlendirilen altın süs eşyaları buldular. Fakat altın kesinlikle bundan daha önce fark edilmiş olmalı.

Neolitik dönem insanları herhangi bir durumda altının çapa veya mızrak ucu için değersiz olduğunu fark ettiler. Bir kaya veya sopa daha fazla işe yanyordu.

Altın çok yumuşak olduğundan binlerce yıl boyunca yalnızca dekoratif amaçlı kullanıldı. Altın, çok kötü

bir silah ya da bir alet malzemesi iken enfes bir bilezik ya da gerdanlık haline geliyordu.

Yazının bulunmasından önce insanlar hâlâ taş ve ahşap aletler kullanırken bile altın biliniyordu. Altın çok yumuşak olduğundan taş aletlerle üzerine vurarak onu işlerken bile ateşe ihtiyaç duymuyorlardı.

Gümüş ve bakırın da bu kadar eski dönemlerde bilinmesi muhtemeldir, genelde maden filizi olarak yani diğer elementlerle karışık halde ortaya çıkarlarken bazen doğada altın kadar çok olmasa da en saf halleriyle de bulunabilirler.

Altın, gümüş, bakır gibi elementlerin bulunması, insanoğlunun o güne kadar yaptığı en önemli keşifti. Bunların birer element olarak bulunması dışında, kolay kullanımları da bu madenleri değerli kıldı.

Aslında bu özellikler olmasaydı kimya biliminin gelişimi tamamen imkansız hâle gelirdi.

Ateş.

Ateşin keşfi insanlığın bütün tarihini değiştirmiştir. Ateş olmadan medeniyet olmazdı. Kimya olmazdı. Neredeyse elementlerin tamamı bir gizem perdesi altında kalacağından Elementlerin Periyodik Tablosu'da olmazdı.

O halde ilk kimyager olma onuru, ateşin ısıttığı şeyi *değiştirdiğini* ilk bulan kişiye ait olmalıdır.

Neolitik dönem boyunca ilk evcilleştirilen şey ateş oldu ve ateşin evcilleştirilmesiyle birlikte metallerin *eritilmesi* mümkün hale geldi.

Metallerin birçoğu, altın (bazen de gümüş ve bakır) gibi yeryüzünde veya yeryüzüne yakın yerlerde saf halde bulunmadığından eritmek gerekir. Bu metaller çoğunlukla konsantre halde, yerküre kabuğunda maden filizi olarak adlandırılan saf olmayan metal birikimleri olarak bileşikler halinde bulunurlar.

Bu yüzden bu tür metal filizlerinin konsantre formunda ortaya çıkmalarına minnettar olmalıyız. Ya metaller yeryüzü kabuğuna eşit biçimde dağılmış olsaydı? Onları asla bulamayacaktık! Ya da en azından herhangi bir malzeme hazırlamak için yeterince altın, gümüş, bakır veya başka bir metal toplayamayacaktık.

Neden?

Cam bir kaba bir fincan kum doldurup, içine birer çay kaşığı biber ve şeker ekleyin. İyice çalkalayın. Biberi ve şekerini tekrar geri alabilir misiniz? Bu binlerce yıl sürebilir! Aslında metallerin konsantre birikimler halinde bir arada bulunmasından dolayı şanslıyız.

Yeryüzüne yakın yerlerdeki filizlerde bulunan metal konsantrasyonlarıyla birlikte eritmeden aydın ad dahil herhangi bir metalden, fazla elde edemeyiz. En basit formunda eritme, istenen metalin istenmeyen elementlerden ayrılması için filizlerin ısıtılmasıdır.

Eritme ilk nasıl keşfedildi?

Belki genç bir Sümerli, demir filizi içeren aşınmış bir yamaçta bir şimşek çakması gördü ve ne olduğunu görmek için oraya doğru koşarken yumru bir demir parçası buldu.

Ya da bir gece öncesinden ateşin etrafına yerleştirdiği kayaların sabah değiştiğini gören meraklı bir Mısırlı da olabilir, filizde saklı olan bakır ateşle ortaya çıkmıştır!

Ancak yaklaşık M.Ö. 3.500 yıl önce ateşe yaklaştıran, ateşin eritmesi için yeterince ve kontrollü bir şekilde yüksek sıcaklıklara ulaşmasına izin verilen çömlek ocaklarının gelişimiyle başlamıştır. Arkeologlar, önemli miktarda bakırın ergitme işlemiyle elde edildiğini bize gösteren bu çağdan kalma kaseler, tabaklar, süs eşyaları gibi bir çok büyük bakır nesne bulmuşlardır. Yakın zamana kadar ergitme aynı şekilde diğer metalleri, özellikle de filizler halinde de bulunan gümüş ve altın gibi değerli metallerin bir çoğunu elde etmek için kullanılmıştır.

Metal filizlerinin ergitilmesi büyük bir çığır açmıştır ve belki de bu olay insanlığın yaşadığı en büyük deneyimdi. Tarih boyunca neredeyse metalden yapılan her şey, metal filizlerinin ergitilmesiyle yapılmıştır, ergitme yapmadan hiç kimse herhangi bir nesne yapmak için asla yeterince metal elde edemezdi. Ergitme işlemi keşfedilmeseydi aletler herhangi bir iş için değil en ilkel tarım dışında herhangi bir işe uygun olmayacaktı. Daha da önemlisi karmaşık makineler –*bunun gibi kitapları basan makineler bile*– olmayacaktı!

Kendi perspektifimizden ergitme işlemine baktıysak keşfinden neredeyse beş bin yıl sonra ergitmenin, *indirgemeyle* filiz damarlarındaki diğer elementlerden

metali ayırdığını söyleriz. Neden? Ergitme, elementleri metal filizinden ayırır, böylece kalan saf metal önceden az bir ağırlıktadır. Filiz *indirgenmiştir*.

Örneğin demir filizi karbonla –mesela odun kömürüyle– ergitildiğinde karbon (C), karbonmonoksidi (CO) meydana getirmek için önce oksijenle (O) birleşir. (Harfleri, birleşen elementleri belirtmesine uygun olarak bugün kimyacıların kullandığı simgeler şeklinde kullanacağız. Şimdilik küçük sayılar için endişelenmeyin fakat kitabın sonunda bulunan Periyodik Tablodaki elementlere bakmalısınız, böylece bulundukları yerlere daha fazla aşina olacaksınız)



Daha sonra filizin oksijen bölümü (Fe_2O_3 'deki O) karbon monoksitle birleşir ve sonuç ("Fe" ile gösterilen) saf demir ve karbon dioksittir.



Karbon, karbon monoksiti oluşturmak için oksijenle birleşir. Daha sonra karbon monoksit, yalnızca saf metal kalacak şekilde demir oksitteki oksijenle birleşir. Bu yüzden karbon, *indirgeme maddesi* olarak adlandırılır.

Diğer yabancı maddeleri çıkarmaya yardımcı olmak için yabancı maddelerin birbirine yapışması amacıyla *eritici madde* kullanılır, böylece saf metalden çıkarılmış olurlar. Örneğin kireç taşı (CaCO_3), filizdeki yabancı maddelerden biri olan silikayı (SiO_2) çıkararak demiri elde etmek için eritici madde olarak kullanılır.

Şimdi demirin (veya bakırın veya kalayın veya kurşunun ya da diğer metallerden herhangi birinin) ilk eriticileri, ne bu kavramsal kimyasal denklemleri ne de demir ağırlığının demir filizinden az olduğunu biliyorlardı.

Dolayısıyla ne *bu* tür bir filizi eriterek saf bakır ne de *başka* tür filizi eriterek saf kalayı, bu şekilde devam ederek metallerin tamamını elde edebilmeyi biliyorlardı. Fakat ateşin de yardımıyla, bunları karıştırarak yeni ve daha sağlam metalleri elde edebilmeyi öğrenmişlerdi. Bu tür karışımlara da alaşım adı verilir.

Bakırla kalayın karışımından elde edilen bronz en çok el aletleri ve silahların yapımında kullanıldı. Bronz o kadar iyiydi ki tarihçiler, bu karışımın izin verdiği değişimlere bakarak M.Ö. 3.000 ila M.S. 1.200'e kadar olan döneme Bronz Çağı adını verdiler.

Filizdeki oksijenle birleşebileceğinden daha fazla karbonu demire ekleyerek, kok kömürüyle demir filizinin eritilmesinin çok daha güçlü bir metali, bugün bizim çelik adını verdiğimiz alaşımı oluşturduğunu öğrendiler. Ve yine bu değişiklik, tarihçiler tarafından M.S. 1.200'den sonraki zamanın Demir Çağı olarak adlandırılmasına sebep olacak kadar önemliydi.

Böylece tarih öncesi insanlar, yalnızca *ayırıştırma* işlemi olan ergitmeyle yedi metali elde etmekle kalmayıp aynı zamanda *birleştirmeye* yeni metaller oluşturdular.

Tarih öncesi insanlar, kimya bilimine doğru ne kadar büyük bir adım attıkları hakkında çok az şey biliyorlardı. Ayırıştırma işlemi, kimyacıları temel elementlere daha çok yaklaştırdı. Birleştirmeler, yeni ve daha iyi maddelerin oluşturulmasına imkan sağladı. Ayırıştırma ve birleştirme kimyanın iki temel işlemidir, bu yüzden metal işçileri, ilk kimyacılar unvanını almayı hak etmektedirler.

İsa'dan önce Periyodik Tablo yedi element yani yedi metalden oluşuyordu. Aslında tarih öncesi insanlar kükürdü (S) bildikleri ama sülfür diye adlandırdıklarından ve ayrıca elmas ile kömür formunda karbonu (C) bildiklerinden dolayı iki element daha vardı diyebiliriz. O halde elementlerden dokuzunu yerine koyabiliriz. Geriye keşfedilmesi gereken yalnızca yüz element kaldı!

Fakat bir şeyi açıklığa kavuşturmalıyız. Tarih öncesi insanlar, bunların element olduklarını *bilmiyorlardı*. Birçoğu, gerçek elementlerin toprak, hava, ateş ve su olduğunu, bunların dışındaki her şeyin; altın, gümüş, bakır, demir, kurşun, kalay, cıva, kükürt ve karbon dahil her şeyin bu elementlerden meydana geldiğini düşünüyorlardı.



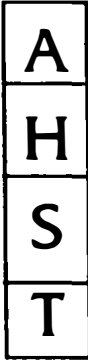
Toprak, Hava, Ateş ve Su

Tarihin büyük bir bölümü boyunca sizin de göreceğiniz gibi “Elementler Tablosu” çok basitti.

T	H	A	S
---	---	---	---

Toprak (T), hava (H), ateş (A) ve su (S). Bunlarla ilgili bir kimya sınavının ne kadar basit olacağını bir düşünün!

Biraz daha karmaşık bir Tablo şöyle görünebilirdi:



Yukandan aşıya doğru elementlerin ilişkisi ağırlıklarını göstermektedir. Toprak en ağır ve ateş en hafifdir. Ya da daha kesin olarak söyleyecek olursak ateşin ağırlığı yoktur. Herhangi bir ağırlığa sahip değildir. Kısaca bu hafiftir!

M.Ö. VI. yüzyılda yaşayan İyon felsefeci Anaksimander, bunların dört element olduğunu ilk defa ileri süren kişiydi ve bunların yaklaşık iki bin yıl boyunca temel elementler olduğuna inanıldı. Daha kesin olarak Anaksimander, her şeyi meydana getiren elementlerin dışında dört “zıtlık” olduğunu ileri sürdü: sıcak, soğuk, kuru ve nem. Fakat bu dördü, sırasıyla ateşle, toprakla, havayla ve suyla tanımlanıyordu. Aynı öğretiyi yüzyıl sonra Sicilya adasında doğan Empedokles’te de buluyoruz.

Bazı insanlar, bunlardan birinin temel element olduğunu ve tamamının bunlardan biri tarafından meydana getirildiğini düşünüyordu. Anaksimander’in öğretmeni olabilecek Küçük Asyalı felsefeci Tales ise her şeyin nihayet sudan meydana geldiğini düşünüyordu.

Anaksimander ile aynı zamanda ve aynı yerde yaşayan Anaksimenes, havanın element olduğunu ve ateşin havayı yaydığını, suyun havayı sıkıştırdığını ve toprağın da çok daha sıkı bir şekilde suyu sıkıştırdığını düşünüyordu.

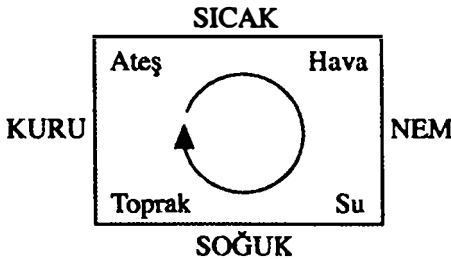
Anaksimander ve Anaksimenes ile yine aynı dönemde yaşayan Efes doğumlu Heraklit de ateşin te-

mel element olduğunu, havanın ateşle, suyun havayla ve toprağın da suyla ilişkili olduğunu düşünüyordu.

Bu inanışların varyasyonları, genellikle çok karmaşık varyasyonlar olmasına rağmen sonraki iki bin yıl boyunca yaygın şekilde kabul gördü.

Fakat M.Ö. V. yüzyılda doğan Trakyalı Demokritus'un, IV. yüzyılda Sisam adasında doğan Yunanlı Epikür ile M.Ö. I. yüzyılda Roma'da doğan Lükretius'un ise konuya başka yaklaşımları vardı. Toprak, su, hava ve ateş dahil her şeyin aslında yalnızca şekli ve boyutu değişen küçük, bölünemez, renksiz, kokusuz, tatsız bir maddeden meydana geldiğini düşünüyorlardı. Bölünemez için Yunanca kelime *atomos* idi. Bu adamlar atomcuları ve ilerleyen bölümlerde onlara geri döneceğiz.

Son olarak Aristo var. Aristo, önemli birçok konuda Anaksimander ile aynı görüşteydi. O da basit *yapılardan* (ateş, hava, su ve toprak) oluşanların dışında dört zıt *element* (sıcak, soğuk, nem ve kuru) olduğuna inanıyordu. Elementlerle basit yapılar arasındaki ilişki bir kare şemaya zekice yerleştirilebilirdi.



Her bir basit yapı iki elementten meydana gelmişti. Ateş, kurudan ve sıcaktan oluşuyordu. Hava sıcak ve nemden meydana gelmişti. Su, nem ve soğuktan oluşuyordu. Son olarak –ve eminim şu anda siz de tabloda fark etmişsinizdir– toprak soğuktan ve kurudan meydana gelmişti.

Ayrıca basit yapılar, doğada bir tür dönüşümlü şablon için izin verilen alışveriş olan element alışverişiyle birbirlerine dönüşebiliyorlardı.

Ateş (kuru + sıcak), sıcaklığı koruyarak fakat kurudan neme geçişerek havaya (nem + sıcak) dönüşüyordu.

Ve daha sonra hava (nem + sıcak), nemi koruyarak ama sıcaktan soğuğa geçişerek suya (nem + soğuk) dönüşebiliyordu.

Bu değişim şablonu, nihayet ateş, hava, su ve toprağı soğuktan sıcaklığa geçişerek ateşe (kuru + sıcak) dönüşebilen toprak (kuru + soğuk) için tekrar ateşe dönmesiyle son bulan bir tür değişim zincirine götürdü.

Ya bunun dışındakiler?.. Altın, gümüş ve kurşun?.. Ya da ağaçlar, sığırlar ve çimenler?..

Bütün bunların bu dört temel yapının çeşitli kombinasyonlarından meydana geldiği düşünülüyordu. Kendi bedenlerimiz dahil, görünen her şey toprak, hava, ateş ve sudan meydana gelmişti.

Ancak Aristo'nun, sadece farklı kombinasyonlarda toprağın, havanın, ateşin ve suyun bir araya gelerek altını veya ağacı ya da insanı otomatik olarak oluştura-

cağını düşünmediğini anlamak önemlidir. Aristo, temel maddelerin kendilerinin bile madde parçalarını bir bütünle birleştiren bir *şekle* sahip olduğunu ileri sürmüştü.

Aristo için, kelimeyi *oluşturuncaya* kadar harflerin bir kelime meydana getirmemesi gibi ateş, hava, toprak ve su da altın ya da lahana eğer şekilleri belli değil ise bir altın parçasını, lahanayı ya da kediye veya insanı meydana getirmiyordu. Her biri, şeklin ve maddenin birleşmesiydi.

Şimdi Aristo'nun doğa düşüncesini gerçekte olduğundan çok daha basit hale getirdiğimizi kabul etmeliyiz. Fakat en azından elementler ve basit yapılar hakkında meydana getirdiği argüman türüne dair bir fikrimiz oldu.

Bir anlamda bu yaklaşım, yaklaşık iki milenyum, yani yaklaşık iki bin yıl kadar uzun sürdü. Aristo'dan sonra uzun süre boyunca doğa nesnelerini araştıran birçok araştırmacı dört element olarak sıcak, soğuk, kuru ve nemi, temel yapılar olarak da ateş, su, hava ve toprağı dikkate aldılar. Ya da biraz daha özensiz davrandılar ve Aristo'dan önce olduğu gibi ateşin, havanın, suyun ve toprağın başlı başına element olduğunu düşündüler.

Fakat metal işçilerinde gördüğümüz gibi dört element hakkındaki genel inanç meydana gelmeden önce bile ateş; toprağı daha temel nesnelere ayırmak için kullanılıyordu. Ancak bu saf anlamda toprak değildi.

Aristo ve onun gibi diğerkleri ayaklarının altında çiğnedikleri toprağın baskın bölüm olan saf toprakla bu dört yapıdan bazılarının veya tamamının kanşımı olduğunu düşünüyordardı.

Oldukça tuhaf bir biçimde (bizim nesneler hakkında *düşündüğümüz*) teorik bilgi, (nesnelerin yapıldığı) uygulamadan aksi yöne doğru ilerledi.

Aristo, bilinen yedi metalin toprak, hava, ateş ve sudan geldiğini veya çok daha kesin bir şekilde metal-lerin tamamının sıkıştırılıp kurutulduktan sonra katılaştırılan topraktaki buharlı solunumlardan geldiğini *düşündü*. Fakat Aristo için altın, gümüş, bakır ve metal-lerin hiçbirisi element değildi, bunlar elementlerden *gelmişti*.

Çok pratik olan metal işçisi ne yaptığı hakkında düşünsün ya da düşünmesin aslında toprakta buldu-ğu şeyi yani metal filizini; altın, gümüş, bakır ve diğerk metallere dönüştürmüştü. Ateşle ergiterek toprağın bileşenini elemente indirgemişti. Pratikte metal işçisi, kimyager olarak bize ve Periyodik Tabloya daha ya-kındı.

Bir sonraki bölümde Aristo gibi *düşünen* fakat me-tal işçisi gibi *davranan* simyacılar değineceğiz.



Simyacilar

Metal eriticileri çok daha pratik nesnelerin peşindeyken simyacilar doğanın kendi gizeminden etkilenmişlerdi. Neden? Çünkü kendilerinden önceki felsefeciler ve onlardan sonra gelen modern çağın bilim adamları gibi onlar da gizemi seviyordu ve laboratuardan –ilk laboratuarlardan– kendilerine gelen bilgilere aşık olmuşlardı.

Fakat bilginin kendisinden daha fazlasının peşinde olduklarını kabul etmeliyiz. Hangi metallerin altına dönüşebileceğini temel alan gizemi araştırarak hazine avına çıkmışlardı. Böylece simyacılarından bazıları, en

azından bir gözünü sanatlarından elde edebilecekleri kârâ dıkmışlardı. Fakat öyle görünüyor ki bir çoğu altın elde etmekten çok doğanın nasıl işlediğini bilmek istiyordu.

Ateşle metallerin ergitilmesi işlemi, İsa'nın doğumundan birkaç bin yıl öncesine dayanmaktadır. Ancak simya, büyük bir ihtimalle Mısır'da M.Ö. I. yüzyılda başladı. Aslında bilim adamları, simyadaki ve dolayısıyla kimyadaki “mya” sözcüğünün, Nil Nehrinin her yıl yükselip taşarak ülkeyi siyah hale getirmesinden dolayı Kara Ülke, yani Mısır anlamına gelen Koptik kelime “khem”’den geldiğine inanıyorlar. Bu, muhtemelen Mısır'da başlayan simyaya bir anlam kazandırıyor. Mısırlılar, antik dünyanın en iyi metal işçilerindendi.

Simya Mısır'dan Yunanca konuşulan ülkelere, Suriye'ye ve daha sonra da İran'a yayıldı. M.S. VII. ve VI-II. yüzyıllarda yükselişe gecen İslamiyet simyanın asıl hamisi haline geldi. Gerçekte simyaya verilen diğer ad “alşemi” Arapça'dan gelmektedir. Al, Arapça'da (İngilizce'deki “the” gibi) belgill tanımlıktır; al-şemi ise “aydınlanma” sanatıdır.

İslamiyet'in bütün Akdeniz civarına yayılmasıyla birlikte simya da yayılarak XII. yüzyılda Latince konuşan batı dünyasına ulaşmıştır.

Elbette simyacılar yedi temel metali biliyordu fakat bu yedi temel metali metal işçilerinden daha yoğun şekilde düşünüyorlardı. Simyacılar, metallerin her birini haftanın bir günüyle ve bir gezegenle özdeşleştirdi-

ler. Her metalin bir simgesi vardı ve bu simgeler yüzyıllardır kullanılıyordu. Bunlar ilk kimya simgeleri idi ve simyacılar kimyasal formülleri bunlarla yazıyordu. Şimdi masallardaki sihirbazların neden genellikle üzerlerine simgeler eklenmiş büyük şapkalar taktıklarını tahmin edebilirsiniz, çünkü simyacıların sihirbaz olduğu düşünülüyordu.

Altın	Pazar	Güneş	
Gümüş	Pazartesi	Ay	
Demir	Salı	Mars	
Çrva	Çarşamba	Merkür	
Kalay	Perşembe	Jüpiter	
Bakır	Cuma	Venüs	
Kurşun	Cumartesi	Satürn	

İngilizce'de Sun-day ve Moon-day gibi gezegenlerle günler arasındaki ilişki gayet açıktır. Geri kalanına gelince Sakson tanrısı Tiw ile Roma savaş tanrısı Mars aynı tanrıydı, dolayısıyla Salı günü İngilizce'de Mars-day yerine Tiw's-day'dir. Sakson tanrısı Woden Merkür ile aynıdır, bu yüzden İngilizce'de Çarşamba günü

Mercury-day yerine Woden's-day'dir. İngilizce'de Perşembe için kullanılan Thursday adını Jüpiter'den ziyade tanrı Thor'dan almıştır. Ve son olarak (Woden'in karısı olan) Frigg, Saksonlar'da Venüs'ün yerine geçer, bu yüzden İngilizce'de Cuma günü Frigg-day ya da Friday'dir.

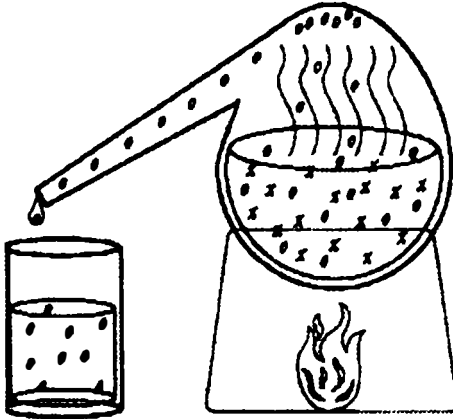
Peki ya metallerle gezegenler arasındaki ilişki nasıldır? Güneş altın ve ay gümüşdür. Cıva, en hızlı hareket eder görünen Merkür gezegeni için kurşun ise en yavaş hareket eder görünen Satürn gezegeni için iyi bir elementti. Demir paslandığında kızıl renge bürünür, Mars da kıızıdır. Ayrıca savaş tanrısı, kılıcı ve mızrak ucu için demiri kullanmalıdır. Ya diğerleri? İşte bundan emin değiliz, simyacılar gerçekten gizemli insanlardı.

Yine simyacıların en önemli amacı, (kurşun veya cıva gibi) temel metallerin nasıl altına döndürüleceği bilgisine ulaşmaktır. Aristo'nun, metallerin toprağın altından gelen sıkışmış buhar soluklarından oluştuğuna dair bir düşüncesi olduğunu hatırlıyoruz. Kendilerine Aristo'yu temel alan simyacılar, kuru buharı sülfürle (ametal), nemli buhar ise cıvayla (metal) tanımladılar ve bu ikisinin diğer bütün metalleri meydana getirmek için toprakta bir araya geldiğini düşündüler. Yapılması gereken her şey *—onlara öyle geliyordu—* altının yerin altında üretileceği şekilde tekrar oluşturulmuştu fakat bu işlemler laboratuvarlarda, yerin *üstünde* yapıliyordu. Belki de bu yüzden simyacıların laboratuvarları karanlık, nemli, soğuk ve sisli mağaralara benziyordu!

Doğanın gizlerini çözme –ve işlemle altın üretme– çabalarında simyacılar, göz alıcı çeşitlilikte garıp araçlar ve düzeneklerle ortaya çıktılar.

Simyacının laboratuvarında pek aşına olmadığımız araçların yanı sıra bazıları bize tanıdık gelecek birçok araçla karşılaşacağız. Geniş ve yuvarlak tabanlı şişeler, küçük şişeler, huniler, filtreler, büyük metal fiçılar, finnlar, havanlar, teraziler bu araçların arasında yer alıyor.

Ayrıca bunların yanında her türlü garıp şekilli cihazlarda bulacağız. En önemlilerinden biri, kesintisiz şekilde uzun, ince gagalı küçük bir kuşa benzer cam bir alet olan imbikti.



Tuzlu su solüsyonundan (XOXO) saf suyun damıtılması (O)

İmbik, günümüzde de kimyanın çok önemli bir işlemi olan *damıtma* için kullanılıyordu. Damıtma, bir-

den fazla elementten oluşan maddeleri daha basit veya “daha saf” maddelere ayrıştırma işlemi olan eritmede kullanılan indirgeme işlemine benzer. Fakat damıtmada ayrıştırma, (*karbon monoksitli metal filizinden oksijenin çıkarılması gibi*) kimyasal reaksiyondan dolayı meydana gelmez. Ayrıştırma, bileşenin bir bölümünün diğlerinden *ateşin veya güneşin ısısı kullanılarak* buharlaştırılmasıyla meydana gelir. Bileşenin bir bölümü diğlerinden daha kolay şekilde buharlaştığı veya buharlaştındığı ölçüde bunları ayrıştırmak için damıtma kullanılabilir.

O halde, örneğın tuzlu sudan saf su elde etmek istiyorsanız tuzlu suyu damıtabilirsiniz. Bunu yapmak için çok basit bir damıtma düzeneğini sizde hazırlayabilirsiniz. Üç bardak suya bir yemek kaşığı tuz ekleyin. Tuz tamamen çözününceye kadar karştırın. Tadına bakın. Sonra tuzlu suyu bir tavaya koyun. Üzerine kapak yerleştirin ve kaynayınca kadar ısıtın. Bir dakika kaynamaya bırakın, sonra tavanın kapağını kaldırın, hemen altını söndürün ve soğumaya bırakın. Kapakta toplanan ve yoğunlaşan sıvının tadına bakın. Artık su tuzlu değıl saf sudur. Tuzlu suyu damıtarak saf su elde ettiniz.

Simyacıların araçları, günümüz kimyagerlerinin sofistike ve parlak araçlarından farklı görünürken günümüz kimyageri simyacının omuzları üstünde yükseleerek konuşma hakkını kazanmıştır. Elementlerin uzun, zorlu keşif süreci boyunca simyacıların aletleri, ele-

mentlerin nihayet tanımlandığı işlem türlerinin başlamasına olanak sağlamıştır.

Bazı insanlar doğru düşünceye sahip olabilir ama yanlış yoldan giderler. Simyacılar kurşunu altına dönüştürebileceklerine dair yanlış düşüncelere sahiptiler ama sonradan gelen kimyagerler doğru işlemleri keşfederek doğru yolda ilerlediler. Aslında simyacılar, XVII. yüzyıla kadar kullanılan kimya düzeneklerinin neredeyse hepsini keşfetmişlerdi.

Henüz simyacıların yapmadığı araçlarla birlikte düzenekler de vardı. Yalnızca çeşitli türde cihazların tasarımıyla uğraşmakla kalmıyorlar aynı zamanda temel metalleri altına dönüştürme amaçlarına ulaşmayı umdukları çeşitli karışımları da deniyorlardı.

Ve bu yüzden raflarında Kıbrıs taşın (bakır sülfat), beyaz zaç yağı (çinko sülfat), kral suyu (nitro-hidroklorik asit), arsenik, güherçile (potasyum nitrat), Yemen şapı (alüminyum sülfat), yanan su (alkol), kükürt (sülfür) veya sal amonyak (amonyum klorür) bulabilirdiniz.

Belirtilen kimyasallardan yalnızca iki tanesinin element olduğuna dikkat etmeliyiz: kükürt (S) ve arsenik (As). Simyacılar saf elementlerin birçoğunu fark edip keşfetmemişlerdi. Onlar elementlerin neler olduğunu zaten bildiklerini düşünüyorlardı: sıcak, kuru, soğuk ve nem (*ya da ateş, toprak, hava ve su.*) Zaten keşfetmiş olduğunuzu düşündüğünüz bir şeyi özellikle de hatırlıyorsanız bulmak çok zordur.

Fakat daha sonraki bilim adamlarının gerçek ele-

mentleri keşfetmesine olanak sağlayacak çok önemli başka bir şey yaptılar. Simyacılar, her türlü garip kimyasal bileşiği topladılar ve çeşitli yollardan kendileriyle veya diğer bileşiklerle ısıtıldıklarında nasıl tepki verdiklerini çok dikkatli bir şekilde kaydettiler. Bu, doğru yönde atılmış bir adımdı.

Simyacıların altını oluşturmak için yaptıkları değersiz girişimlerle keşfedilen en önemli maddelerden bazıları asitlerdi (*esas olarak sülfürik, hidroklorik ve nitrik asitler*). Asit kelimesi, asitlerin tadı (*su solüsyonlarında*) ekşi olduğundan uygun bir isim olan “ekşi” anlamında Latince *acidus* kelimesinden gelmektedir.

Asitler her türlü garip ve harika etkilere sahiptir, özellikle *–kimyagerlerin nihai amacı olan–* maddeleri ayırmaya yardımcı olur. Nesnelerin temeline ulaşmak, sonunu bulmak için basit elementleri daha karmaşık olanlardan, günlük maddelerden ayırmamız gerekir. Asitler, garip ve gizemli yollardan bunları ayırmaya ve bazen bir araya getirmeye yardımcı olur.

İşte gizemli yollardan biri. Üç yemek kaşığı sirkeyi uzun bir bardağa koyun. Sonra bir çay kaşığı sodyum bikarbonat (kabartma tozu) ekleyin. (*Bunu mutfak tezgahında yapmalısınız, böylece dağınıklığı kolayca temizleyebilirsiniz!*)

Tam olarak ne oldu? Bütün bu hava kabarcıkları nerden geliyor? Hava sirkenin içinde hapis miydi? Ya da sodyum bikarbonatta? Ya da her ikisinde de?

Yapabilirsiniz aynı deneyi dar boyunlu bir şişe ve

balon kullanarak da yapabiliriz. Sirkeyi şişeye koyun, bir çay kaşığı sodyum bikarbonatı dökün ve balonu hemen şişenin ağzına geçirin.

Şimdi içindikilerden hava çıktığına veya havanın serbest kaldığına eminiz. Bunu nerden biliyoruz? Artan hava hacmi, yani toplam artan hava hacminden.

Orijinal hava hacmi = şişedeki hava hacmi

Havanın yeni hacmi = şişedeki hava + balondaki hava

Havanın hacmini ölçebilseydik, sirke ve sodyum bikarbonatın farklı miktarlarını ekleyerek ne kadar hava ürettiğimizi bilmemizi sağlayacak şekilde bir denklem oluşturabilirdik.

3 yemek kaşığı sirke + 1 yemek kaşığı sodyum bikarbonat = balondaki hava hacmi

Sirke, simyacıların gayet yakından tanıdıkları bir asittir. (Dürüst olmak gerekirse sirke asit *içermesine* rağmen asetik asittir: $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$) Her durumda simyacıların sizin yaptığınıza çok benzeyen birçok deney yaptığından emin olabilirsiniz. Bu deneyler, sizin elde ettiğiniz gibi sonuçlar verdi fakat simyacılar burunlarının ucundakileri veya duruma göre sakallarının altındakileri bile *göremediler*. Onların bu körlükleri, onları doğa bilgisinde ilerlemekten alıkoydu.

Gözden kaçırdıkları şey ne idi?

Hava...

Kimyasal reaksiyonlardan çıkan havayı yakalama araçlarına sahip olmasalar bile fark ettikleri şeyin değerini de düşünmediler.

Böylece simyacılar, bizi kimyaya ve Periyodik Tablo'ya doğru uzun bir yolculuğa çıkarırlarken sonuç hâlâ çok uzaktaydı. Oldukça garip şekilde elementlerin gizemini, böylece Periyodik Tablo'nun gizemini açan anahtar havanın garip ve muhteşem özelliklerinin keşfiydi. Fakat bu, şimdi göreceğimiz gibi biraz zaman alacak ve biraz da çaba gerektirecekti.



“Şimdiye Kadar Bilinmeyen Bu Ruh”

Simyacılar, suyun ve toprağın farklı şekilleri olarak kabul ettikleri farklı sıvılar ve katılarla hummalı bir şekilde gece gündüz çalıştılar. Henüz havaya tamamen bakmamışlardı. Gariptir ki kimya bilgisinin ilerleyişi, her yerde bulunan ama görülemeyen bir şeyin göz ardı edilmesiyle engelleniyordu.

Havanın var *olduğunu* elbette biliyorlardı. Ama dikkatlerini doğrudan buna harcamıyorlardı. Simyacılar havayı incelemeye çalışıncaya kadar simya kimyaya dönüşemedi.

Havaya bakmayı ilk kim akıl etti? Bunu ilk akıl edecek olan kişi yanı simyacı yanı kimyager olan Johann Baptista van Helmont (1579-1644). Aslında *tıbbi kimyager* (iatrochemist) olarak anılıyordu. Tıbbi kimyager nedir? Simyacılar tarafından geliştirilen bilgi ve işlemlerle maddeleri altına çevirmeye uğraşmak yerine bunları bunları hastalıkların iyileştirilmesine uygulayan kişidir. Kullanılan kelimenin kökü “İyileştirici” anlamına gelen Yunanca *iatros* kelimesinden gelmektedir.

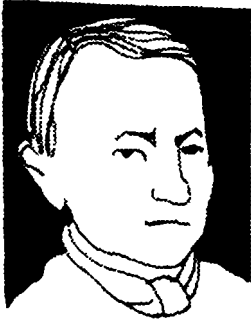
Fakat Helmont havanın kendisini incelemeye çalışmadı, (nihai olarak sudan geldiğini düşündüğü) *gazi* keşfetmeye çalıştı. Bu konuda biraz da olsa her şeyin sudan geldiğini düşünen antik Yunanlı filozof Thales’e benzemektedir. Thales’in aksine Helmont, iki elementin yanı havanın ve suyun bulunduğu inanıyordu fakat Thales gibi o da hava *hariç* her şeyin sudan geldiğini düşünüyordu.

Her şeyin sudan geldiğini nasıl mı ispatladı?

Dikkatli ve çok ustaca yapmış olduğu bir deneyle.

Helmont, önce fırında kurutmuş olduğu 90,6 kg toprağı büyük bir kaba koydu. Sonra 2,27 kg ağırlığında olan söğüt ağacını bu kaba dikti. Tozun bile giremeyeceğı şekilde kabın etrafını çamurla kapattı. Helmont, beş yıl boyunca yalnızca yağmur suyu veya damıtılmış su kullanarak söğüt ağacını suladı.

Beş yılın sonunda ağacı tarttı: 76 kg 85 gr. Çamuru da fırında tekrar kuruttu. Ağırlığı ilk ağırlığı olan 90.6 kg’dan 85.2 gram daha azdı.



JOHANN BAPTISTA
VAN HELMONT

İşte, elde ettik! Ağaç, sadece eklenen sudan 74.5 kg kazanmıştı. Buna başka ne sebep olabilirdi ki? Thales haklı olmalıydı!

Bu deneyi yaparken aslında ne Thales ne de Helmont haklıydı. Birkaç dakika sonra bu deneye geri döneceğiz. Ama önce başka bir şeye, Helmont'un keşfettiği gaza tanıklık edelim.

Helmont, 28 kg mangal kömürü (yani yanmış odun) aldı ve bunu açık havada yaktı. Geriye yalnızca 0.5 kg kül kaldı. Peki, ya gerisi? *Spiritus silvestre* yani "ağacın ruhu" olarak kaçmıştı. *Spiritus silvestre*, vahşi şeyler ağaçlarda yaşadığından, bu kesinlikle vahşi ve güçlü bir ruh olduğundan "vahşi ruh" anlamına da gelmektedir.

Deneyi tekrarladı, bu defa mangal kömürünü kapalı bir kaba koydu. Çıkan gaz kapta kaldı.

"Şimdiye kadar bilinmeyen bu ruhu yeni adıyla gaz olarak adlandırıyorum" dedi Helmont çekinmeden.

"Gaz" kelimesini Yunanca "şekilsiz kütle" anlamına gelen "kaos" sözcüğünden türetti. Helmont, kendine alt bir şekli olmadığından ve kapta tutulamadığından bu garip ruha gaz adını vermişti.

Böylece gazın tam olarak ne olduğunu düşündü? Şekilsiz su ve biraz daha açıklama gerektirecek bir şey. Helmont, her şeyin sudan meydana geldiğini ama su-

yun şekilsiz olduğunu düşünüyordu. Ona şekil veren nedir? “Mayalar” diye cevap verdi. Mayalar, ana maddeleri meydana getirirken Aristo’nun şekillerine benziyorlardı.

Helmont’a göre mayalar doğada belli nesneler içinde suyu oluşturunuyordu. Mayalar bozulursa su tekrar şekilsiz oluyordu ve şekilsiz suya “gaz” diyordu.

Periyodik Tablo’da hidrojen (H), oksijen (O) ve azot (N) gibi birçok element hâlâ gaz olarak adlandırılmaktadır. Elbette kimyagerler Helmont’un “mayalarına” ve bu yüzden gazın mayasız su olduğuna da inanmıyorlar. Bugün gazın maddenin dört olası *durumundan* biri olduğunu biliyoruz: katı, sıvı, gaz ve plazma. Örneğin su; donduğunda katı olarak, sıvı olarak ve kaynatıldığında da gaz olarak bulunabilir.

Normalde gaz halinde bulunan oksijen de sıvıya dönüşebilir. Sadece eksi 183° C’ye –suyun donma noktasından 183° C altına– kadar soğutun! (*Yüklü gaz parçacıklarından oluşan dördüncü durum plazma bir doğa olayı olan şimşek dışında yeryüzünde bulunmaz.*)

Fakat Helmont nesneleri pek bu şekilde görmüyordu. Keşfe devam etmesine ve kendisi için birçok farklı gazı adlandırmasına rağmen bütün bu gazlar en nihayetinde sudan geliyordu. Örneğin ağacın ruhu açıkça ağaçtan geliyordu ve ispatında da gördüğümüz gibi ağaç sudan geliyordu. Bu yüzden gaz sudan gelmek zorundaydı. Ne kusursuz bir mantık!

Bunun tersine kusursuz bir mantıktan çok birinin görüşüne göre ancak yaptığı gözlem kadar iyidir. Bugün bizim anladığımız haliyle ağacın ruhu nedir? Söğüt ağacının yetişmesini sağlayan gaz: karbon dioksit (CO_2).

İkinci deneyinde mangal kömüründeki karbon (C), karbon dioksiti (CO_2) meydana getirmek için havadaki oksijenle (O) birleşmiştir. Gaz biçiminde yeni oluşan karbon dioksitin hacmi kabın izin verdiğinden büyük olacaktı. Bum!

İlk deneyinde söğüt ağacı yalnızca suyu almıyor aynı zamanda havadan karbon dioksiti (CO_2) de alıyordu. Fotosentez olarak adlandırılan işlemle ağaç, hücrelerinde oluşan diğer organik bileşiklerle karbon dioksiti şekere dönüştürüyordu. Ağacın havadan oluştuğunu söylemek ise çok yakın olmasa bile gerçeğe yaklaşmak olacaktır.

Fakat Helmont bu şeyleri anlayamıyordu. O sırada hiç kimse anlayamıyordu. Oksijen henüz keşfedilmemişti. Buna paralel olarak fotosentez de bilinmiyordu. Kimsenin bu gazları yakalayıp doğru olarak ölçebileceği kap ve aletleri de yoktu.

Yalnızca iki element olduğunu düşündüğü suyun ve havanın aslında *çok daha temel* elementlerden meydana geldiğini bulmak onu çok şaşırtmıştı. Gazın sudan gelmesinden çok suyun iki gazdan, hidrojen (H) ve oksijenden (O) meydana geldiğini bulunca daha fazla şaşıracaktı.

Ve böylece simyacılar da olduğu gibi Helmont (gazın sudan geldiğini düşünmesi gibi) yanlış düşüncelere sahip olmasına rağmen (çeşitli gazlar üreten uzun bir kimyasal reaksiyonlar dizisini derleyerek) doğru yolda ilerledi. Fakat yalnızca hava ve su kendilerini oluşturan elementlere, yani gazlara ayrıştırılınca kimya, Periyodik Tablo'ya doğru ilerleme kaydebilecekti.



Atomcuların Geri Dönüşü

Robert Boyle (1627-1691) İrlanda'nın güney sahilinde bir bölge de Cork Kontu Richard Boyle'nin on dördüncü çocuğuydu. Babası çok zengindi ve kaderi dalgalı denizde yüzen bir mantar gibi batıp çıkar gibi görünmesine rağmen Robert'e oldukça büyük miktarda para mirası bırakmıştı.

Bazı zenginlerin çocukları genellikle paralarını at yarışlarına veya süslü giyeceklerle ya da diğer anlamsız şeylere harcıyorlardı. Robert Boyle öyle değildi. Parasını bilim adamı olarak, laboratuvar inşa ederek ve kimyasal malzemeler satın alarak kullandı. Aslında o tutkulu bir bilim adamıydı.

Genç Robert yaklaşık on dört yaşındayken, (*yakın bir zamanda ölmüş olan*) büyük astronom ve matematikçi Galileo Galilei'nin fikirleriyle tanıştığı İtalya'nın Floransa şehrine seyahat etti. Galileo hayatının son yılındayken Robert Boyle'nin bilimsel hayatının ilk yılında olduğunu söyleyebiliriz.

Beyninde böyle kıvılcımlar çıkartacak kadar Galileo'nun yazmalarından ne öğrenmişti?

İki şey.

Birincisi, aslında çok eski olan yeni bir doğa görüşü; evrendeki her şeyin yalnızca boyut ve şekilde değişen tatsız, kokusuz ve renksiz bir maddeden oluştuğu görüşünü ileri süren Demokritus, Epikür ve Lükretius'un atomcu görüşüydü. Demokritus, Epikür ve Lükretius'un antik metinleri, XV. ile XVI. yüzyıllarda tekrar keşfedilmişti ve atomcu görüş XVII. yüzyılda bütün Avrupa'ya yayılmıştı. Boyle, kendi döneminde yaşayan iki Fransız'dan, Pierre Gassendi ve Rene Descartes'dan atomcu görüş hakkında çok şey öğrense de işe Galileo'nun çalışmasından başladı.

Galileo'nun yazmalarından öğrendiği ikinci şey ise astronomide ve maddi yapıların hareketlerini inceleyen dinamikte matematiğin kullanılmasıydı.

Biz yalnızca Boyle'nun atomcu görüşü kabul etmesiyle ilgileneceğiz. Boyle ilk atomcu olmamasına rağmen *–atomcu görüşüne olan ilgi XVI. yüzyıldan beri oldukça güçlüydü–* atom teorisini simyacıların ve tıbbi kimyagerlerin konusuna uygulamaya çalışan ilk kişiy-

di. Kimyanın doğru yöne, Periyodik Tablo'daki elementlere dönmesine ve temel olarak toprak, hava, ateş ve sudan uzaklaşılmasına yardımcı olacak bu antik düşüncenin tekrar hayata geçirilmesi idi.

Aristo, atomcuların yanıldıklarını düşünüyordu ve antik Yunanlı atomcu Demokritus'un görüşlerini reddediyordu. (Diğer atomcular Epikür ve Lükretius Aristo'dan sonra yaşadılar.) Fakat Boyle, Aristo'nun hatalı olduğunu düşündü, Aristo'yu temel alan simyacıların, ateş, toprak, hava ve suyun temel elementler olduğuna dair inançlarını, Aristo'nun her maddenin belirli bir şekli olduğuna dair inancını reddetti. Boyle, bunun yerine; ateş, toprak, hava ve su dahil her şeyin atomlardan meydana geldiğine, nesnenin "şeklinin" atomların bir araya gelme şeklinin bir sonucu olduğuna inandı.

Tam olarak atomların ne olduğunu düşünüyordu?

Boyle için "evrensel madde" olarak adlandırdığı gerçekten yalnızca *bir* fiziksel madde vardı ve bu, daha küçük parçalara ayrılıyordu. Boyle, maddenin bu parçalarının bölünemez olduğunu düşünmüştü.

Boyle'ye göre maddenin üç özelliği vardı: hareket, boyut ve şekil. Eğer farklı boyut ve şekildeki parçalar bir şekilde bir araya gelirlerse altında meydana gelebilecekti.

Başka bir şekilde bir araya getirilselerdi gümüşü meydana getirebilirlerdi.

Ya da kurşunu.

Ya da kükürdü.

Ya da daha karmaşık bir yollardan yaprak veya ağaç, hatta insan vücudu gibi fiziksel nesneleri.

Fakat nesnelerin nasıl *göründüğü* önemli değildir, daha derinde en küçük, mikroskobik seviyede “nesneleri” meydana getiren şey kesinlikle aynıdır, atomlar.

Burada dikkat edilmesi gereken birkaç ilginç nokta var.

İlk olarak *her şey yalnızca bir şeyden meydana gel-di-yse -bir çocuğun tahta bloklardan inşa ettiği binayı parçalara ayırıp onlardan bir köprü inşa etmesi gibi-* bu şeyi ayırabilmeli ve *başka* bir şey yapabilmeliyiz. Dediğimiz gibi Boyle, atomları farklı şekil ve ebatlarda olan fakat hepsinin kesinlikle aynı şeyi meydana getirdiği tahta bloklar gibi olduğunu düşünüyordu. Elbette bu, Boyle’nin, kurşunun (veya *başka bir şeyin*) simyacıların yaptığı gibi altına dönüştürülebileceğini düşündüğü anlamına geliyordu.

İkinci olarak Boyle, kimyayı kimyagerlerin toprak, hava, ateş ve sudan daha temel elementleri arayacağı doğru yöne döndürürken (*altın, gümüş, kurşun ve diğ-erleri gibi*) gerçek elementlere ve doğrudan atomlara geçişi hızlandırarak hedefinin ötesine geçti. Atomlar onun elementleriydi, Boyle’ye göre altın, gümüş ve diğerleri sadece elemental atomların bir kombinasyonuydu.

Yine de özel bazı atom türlerinin kombinasyonlarının diğerlerinden çok daha dayanıklı olmasına izin verdiğini eklemeliyiz. Doğada kesinlikle bölünemez ol-

masına rağmen “temel katılar” olarak adlandırdığı bu daha dayanıklı kombinasyonlar, yine de “çok nadiren çözünen veya kınlan fakat büyük ölçüde hassas yapılarda ve çeşitli formlarda veya maskelerde bütünlüğünü koruyan” atomlar gibiydi. Bu “temel katılar” kaba- ca Periyodik Tablomuzdaki element kavramıyla bağlantılıdır ve kimyager olarak Boyle’nin, “az çok elementler gibi” demenin garip bir yolu olan sanki elementmiş gibi altını, gümüşü, kurşunu, arseniği ve diğerlerini tahlil etmesine olanak sağladı.

Daha sonra Boyle, araştırmalarında hızlanmasına rağmen tam olarak doğru yolda değildi. Belki de eski bir Latin atasözü olan *festina lente*’yi yani “acele işi yavaş yap” sözünü dikkate almalıydı. Bir sonraki bölümde de göreceğimiz gibi, Boyle’nin düşündüğü gibi farklı şekil ve boyutta birkaç atomdan meydana gelen elementten çok; her element için farklı türde atomların olduğunu bulduk. Fakat bu noktanın ötesinde Boyle, elementlerin keşfi sorununa çok hızlı bir şekilde atlayıp ve atom dünyasına adımını attı. Göreceğimiz gibi kimyagerler, atomlar ve yapıları hakkında her şeyi öğrenmeden önce elementlerin kendisini keşfetmeye odaklanmak zorundaydılar. Öncelikler öncedir.

Üçüncüsü ve sonuncusu, Boyle’un haklı olup olmadığı muhtemelen *göremediğini* anlamalıyız. Atomlar hakkında kesinlikle haklı olduğunu *düşünüyordu* fakat mikroskoplar yeni keşfedilmişti ve pek fazla güçlü değildiler. Yaklaşık dört yüz yıl sonra mikroskoplar,

atom dünyasını gözetlemeye başlayacak kadar güçlü hale geldiler ve atom bilimciler, göreceğimiz gibi, atomların Boyle'un hayal ettiğine çok benzer olduklarını buldular. Böylece kimyagerler elementleri hem gördüler hem de üzerinde deneyler yaptılar.

Teoriden pratiğe dönersek Robert Boyle'un pratik ve iyi bir bilim insanı olduğunu, birçok harika şeyi keşfettiğini görürüz.

Örneğin gazın basıncıyla hacmi arasındaki ilişkiyi. Bir kapta tutulan gazın üzerindeki basıncı *artırırsanız* gazın hacmi doğru orantılı olarak *azalacaktır*. Boyle, birçok deney yaparak gaz hacminin basınçla *ters orantılı* olduğunu buldu. Bu ilişkiye "Boyle Kanunu" denilmektedir.

Örneğin basıncı *iki katına* çıkarırsanız gazın kapladığı alan önceki alanın yansı kadar olacaktır.

Basıncı *üç katına* çıkarırsanız gazın kapladığı alan önceki alanın $1/3$ 'ü kadar olacaktır. Ya basıncı *dört katına* çıkarırsanız? Elbette alanın $1/4$ 'ü kadar olacaktır.

Boyle, günümüzde kimyagerler için çok önemli olan asitleri ve bazları da test etmenin bir yolunu keşfetti. Boyle'den önce asitleri tanımlamanın tek yolu, kimyasal anlamda onun tersi olan baz eklendiğinde köpürmesiydi ve bazı tanımlamanın tek yolu ise asit eklendiğinde onun köpürmesiydi. Elbette bu, çok etkili ve kesin bir yöntem değildi. Hangisinin ne olduğunu kim söyleyebilirdi? En kötüsü de asit eklendiğinde metallerin de köpürmesidir ve metaller baz değildir.

Fakat Boyle, asit ile baz arasındaki *farkı* saptayacak bir yol geliştirdi. Menekşelerin ta yapraklarını kaynatarak elde edilen mor su, asit damlatılırsa kırmızıya, baz damlatılırsa maviye dönüşüyordu.

Aynı şeyi siz de deneyebilirsiniz ve menekşenin ta yapraklarının yerine 3-4 bardak suda yaklaşık on beş dakika kaynattığınız birkaç lahana yaprağından elde edeceğiniz suyu kullanabilirsiniz. 32. sayfada yer alan deneyde sodyum bikarbonatla tepkimeye giren sirkenin asit olduğunu hatırlatalım. Sodyum bikarbonat bazdır (*ya da bazen adlandırıldığı şekliyle alkalidir*). Bir miktar sirkenin içine ve sodyum bikarbonatlı su çözeltisine ayrı ayrı birkaç damla kırmızı lahana suyu damlatırsanız sirkenin renginin kırmızıya, sodyum bikarbonat çözeltisinin renginin ise yeşile döndüğünü göreceksiniz. Bilim insanları bu testi bugün kullanıyorlar ve buna turnusol testi diyorlar. Turnusol kağıdı, likenlerden türetilen bitki boyasına batırılır ve sonra kurutulur. Kağıt aside batırıldığında pembe olan rengi kırmızıya, baza batırıldığında ise maviye döner. (Normalde bazlar için test renginin mavi olduğunu düşünürüz, fakat lahana suyunda da göreceğimiz gibi farklı kimyasallar farklı test renklerine neden olabilirler.)

Boyle yeni icat edilen vakum pompasıyla da bir çok deney yaptı. Bütün havayı cam küreden çıkardığında, mumun hemen söndüğünü ve sönen mum dumanının yükseleceğı yerde aşağı indiğini gördü. Bu nedenle İngiliz meslektaşlarının birçoğı vakumu *Boyle Va-*

kumu (*vacuum Boylianum*) olarak adlandırmıştır. Cam küreye yerleştirilen bir farenin havasızlıktan boğulacağını anladı. Mumun yanamayacağını ve hayvanın oksijensiz solunum yapamayacağını bilmemesine rağmen bunu deneyle gözlemlemiş oldu.

Boyle, metalin açık havada ısıtıldığında metalde oluşan beyaz maddeden dolayı *kalsinasyon* [*calx*] (*ki-reçlenme*) adı verilen bir işlemle *ağırlaştığını* gösteren deneyler de yaptı (*Calx* latince kireç veya tebeşir anlamına gelmektedir). Metal neden ağırlaşıyordu? Boyle, metal ısıtıldığında “*igneous corpuscles*” yani ateşin atomlarının, metal tarafından emildiğini düşündü. O dönemin koşullarıyla Boyle bunun sebebini tabii ki bilemezdi, bunun sebebi ise havadan gelen oksijendi.

En sade haliyle bile oksijeni tanıyamazdı, çünkü oksijen henüz keşfedilmemişti ve oksijenin keşfi, şimdi göreceğimiz gibi çok zor bir işti.



Uçucu Elementin Tuhaf Hikâyesi

Oksijenin keşfinden bahsetmeden önce oksijenin keşfine yol açan çok tuhaf bir maddeyi incelememiz gerekiyor. *Phlogiston* yani “uçucu madde” adı verilen bu madde gerçek değildi. Bu *Phlogiston* sadece inananların zihninde bulunuyordu ve XVIII. yüzyıldaki büyük kimyagerlerin birçoğu bunun gerçek olduğunu düşünüyordu.

Bu dönemdeki bilim insanlarının olayları kesinlikle geriye döndürdüğünü söyleyebiliriz. Uçucu maddenin bir şeye eklendiğini düşündüklerinde, gerçek; ortam-

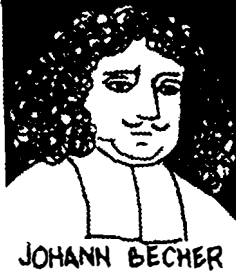
dan oksijenin *çıkarılması* ve uçucu maddenin *çıkarıldığı*ni düşündüklerinde ise gerçek; ortama oksijenin *eklenmesiydi*. Fakat henüz oksijen keşfedilmediğinden bunu bilemezlerdi.

Ancak uçucu maddeye olan inancın, bu bilim adamlarına birçok verimli deney yapma imkanı sağlaması çok tuhaftır. Hatta diyebiliriz ki bilim adamları uçucu maddeyi anlamak için bu kadar çaba sarf etmeselerdi oksijen asla keşfedilemeyecekti. Bazen açıkça yapılan bir hata, gerçeği keşfetmek için tek yol olabiliyordu.

İşte bir başka tuhaf olay ise oksijeni keşfederek birçok insanın övgüsünü kazanan John Priestley'in, uçucu maddenin var olduğunu ve oksijenin ise var olmadığını gösterdiğine inanarak ölmesiydi. Priestley, Amerika'yı keşfettiğinde Hindistan'a ayak bastığına inanan Kristof Kolomb'a çok benziyordu.

Fakat hikâyemiz hâlâ devam ediyor.

Bu *–var olmayan–* uçucu tuhaf element, Johann Joachim Becher (1635-1682) adında çok garip bir adamla birlikte başladı. Almanya, Spreyer'de doğdu ve çok zengin bir hayal dünyasına sahip fakir bir adam olarak hayata başladı. Gençliğinde bir kitap alamayacak kadar yoksuldu, bu yüzden kitabı satın almak yerine çaldı ya da ödünç aldı. Teoloji, tıp, kimya, politika ve hukuk dallarının hepsini inceledi. Herkesin konuşabileceği bir dil olan evrensel bir dil oluşturmaya çalıştı fakat ona para desteği sağlayacak adam bunu red-



detti. Kumu altına çevirebileceğine dair Hollanda hükümetini ikna etmeye çalıştı fakat kum yine kum kaldı. Sonsuza kadar çalışacak bir devri daim makinesi, bir saat yapmaya çalıştı fakat başlamak için bir saat bulamadı. İş girişimleri iflasa gitmeye meyilli olmasına rağmen ekonomist olarak ün kazansada. Heyhat, planlarının birçoğu başarısızlıkla sonuçlandı.

Domuzları, sığırları ve aç köylüleri de beslemek için Almanya'ya patates soktu, işte bir bu işe yaradı!

Becher pek başarılı sayılmasa da aslında çok yetenekli biriydi. En büyük başarısı, yanıcı olmayan madde teorisini tanıtmış olmasıydı. Takipçilerinden biri olan, Bavyera doğumlu Georg Ernst Stahl (1660-1734) Becher'in görüşlerinin büyük bir fanatığıydı. İyi bir iş yapmış olmalıydı. Kimyagerler yüzyıldan daha uzun bir süre uçucu maddeye inandılar ve onların bu düşüncesini değiştirmek çok zor bir işti. Hatta bazıları görüşlerini hâlâ değiştirmediler.

Becher'in, Stahl'ın ve diğer bütün kimyagerlerin uçucu maddeye inanmalarının sebebi neydi?

Becher'e göre yalnızca hava ve suyla birlikte bütün nesneleri meydana getiren üç tür toprak vardı. Toprak türlerinden birine *terra pinguis* veya "yağlı toprak" adını verdi. Stahl, bunu Yunanca "yanmış veya yakan" anlamına gelen ve Yunanca harflerle φλογιστον (phlo-

glston) olarak yazılan kelimeyle tekrar adlandırdı. Her ikisi de, yanabilen her şeyde bu gizemli elementin bulunduğuna inanıyorlardı. Uçucu madde temeldi ya da ateşin nedeniydi.

Peki bunu nasıl ispatladılar?

Simyacılar bile bir metalin açık havada kor haline gelinceye kadar ısıtıldığında üzerinde bir tortu oluştuğunu biliyorlardı. Bay Boyle bölümünden de hatırlayacağımız gibi üzerinde tortu olan metal calx olarak adlandırılıyordu; örneğin çinko calx'ı. Ancak gerçekten ilginç olan şey, metal calx'ı tekrar ısıtılırsa ama bu defa odun kömürü kullanılırsa metal sihirli bir şekilde eski haline dönüyordu!

Harika bir hile ama gizemli bir şey. Ne oluyordu? Becher ve Stahl bunun sebebini bildiklerini düşünüyorlardı.

Örneğimize devam edelim, çinko başlangıçta açık havada ısıtıldığında rengi açık kırmızıya döndü. “Bu, kaçan uçucu madde!” diye açıkladılar. Uçucu madde kaçtıktan sonra geriye yalnızca çinko calx'ı kalıyordu.

Çinko+Ateş => Çinko Calx'ı+Kaçan Uçucu Madde

Fakat çinko calx'ının odun kömürüyle ısıtılmasıyla işlemin geriye döndürülebileceğini de buldular. “Aha!” diye sonuç çıkardılar, “odun kömürü uçucu madde bakımından zengin olmalı!” Odun kömürü, uçucu maddesini kaybetmiş olan çinko calx'ına bunu

geri veriyor olmalı. Çinko calx'ı uçucu maddesini geri kazandığında elbette tekrar eski çinko haline geri dönüşüyor.

Çinko Calx'ı + [Uçucu madde bakımından zengin] Odun Kömürü => Çinko

Şimdi bu denklemle ilgili çok garip bir şey var: Boyle'nin diğer metallerde de fark ettiği gibi çinko calx'ı çinkodan daha ağırdı. Bu nasıl olabilirdi?

Eğer çinko ısıtıldığında uçucu maddesini kaybediyorsa ağırlığı bir öncekinden daha az olmalı.

Aslında bu şaşırtıcıydı. Peki nasıl açıklanabilirdi?

Hatırlayacağımız gibi Boyle, ateş atomlarının eklendiğini düşünüyordu. Fakat bu cevap Becher ve Stahl için geçerli değildi, çünkü onlar atomcu değildiler ve ayrıca bir şeyin eklenmesinden çok uçucu maddenin kaçtığına inanıyorlardı.

Becher ve Stahl'ın bazı takipçileri, aslında uçucu maddenin neredeyse yok denebilecek bir ağırlığı olduğunu, bu yüzden de uçucu madde bir şeye eklenildiğinde daha öncekinden çok az bir ağırlık eklediğini düşünüyorlardı.

Peki ya gerçekte ne oluyordu?

Çinko hatta metallerin birçoğu *havada* ısıtıldığında metal havadan oksijen *alır*, bu yüzden çinko calx'ı olarak adlandırdıkları yeni madde, çinko oksit, aldığı oksijen miktarından dolayı ağırlaşır. Tekrar odun kömü-

rüyle ısıtıldığında odun kömüründeki karbon, çinko oksitten oksijeni geri alır ve çinko eski durumuna döner. İşte gerçekte olan şey budur.

**Çinko + ateş + (oksijenli) hava => Çinko Oksit
(Çinko calx'ı)**

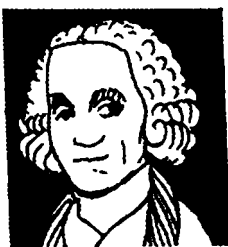
Ve işlem tersine döndürüldüğünde...

Çinko Oksit + Karbon = Çinko + Karbon Dioksit

Fakat yukarıda da söylediğimiz gibi oksijen keşfedilinceye kadar hiç kimse bunu bilemezdi. Uçucu maddeyi uygun biçimde incelenebilecek şekilde bir kapta yakalamak için zorlu uğraşlar gerekiyordu.

Uçucu madde için hazırladıkları tuzağa oksijen yakalandı! Hidrojen de bulundu. Çok daha ilginç kimyagerler suyun, iki gaz olan oksijen ve hidrojenden meydana geldiğini buldular.

İşte size bir ironi. Hidrojen ve oksijen ile bu ikisinin suyu meydana getirdiğini de bulan iki adam hidrojene ya da oksijene inanmıyordu. Bu adamlar yani Bay Priestley ve Bay Cavendish, oksijene *uçucu maddesiz hava* –yani *uçucu maddeyi tüketen hava*– adını verdiler ve hidrojenin aslında uçucu madde olabileceğini düşündüler. Şimdi göreceğimiz gibi mükemmel hatalardı bunlar.



JOSEPH PRIESTLY



Bay Priestly Maddeleri (Biraz) Açıklığa Kavuşturuyor

Bahsettiğimiz ilk kişi Joseph Priestley (1733-1804) İngiltere'de Leeds yakınlarında doğdu. Hayatına bilim adamı olarak değil bakan olarak başladı. Yine de matematik, astronomi ve biraz da kimya öğrendi. Her ikisi de Londra'dayken ünlü Amerikalı Benjamin Franklin ile karşılaşınca kadar (bütün hayatı boyunca bakan olarak kalmasına rağmen) henüz kendisini bilime adamaya karar vermemişti.

Franklin'in, elektrikle yaptığı bilimsel çalışmalarının Avrupa'da onurlandırılması, Priestley'in, elektriğin tarihini yazmasına esin kaynağı olmuştu. Fakat Priestley konuyu inceledikçe bilim adamları arasında çok fazla güçlükler, kanşıklıklar ve anlaşmazlıklar gördü. Kimya çalışmasına daldıkça olayların yalnızca kötüye gittiğini fark etti. Böylece Priestley tutkulu bir bilim adamı haline geldi.

Leeds'te herkes güzel havanın tadını çıkarırken Bay Priestley neredeydi? Evinin yanındaki bira fabrikasında mayalanan biranın büyük baloncuklar çıkaran fıçılardan çıkan gazı inceliyordu.

Çıkan gazlar yanan bir mumu söndürmüştü. Bu, Helmont'un *gas sylvestre'si* olabilir miydi? Priestley, bunu bilmek zorundaydı ama test etmek için gazı yakalamanın bir yolunu bulması gerekiyordu. Bunu yapmak için de kendi laboratuvarını kurdu.

Şimdi gazın yakalanması zor bir şey gibi görünebilirdi ama Priestley bunu yapmanın mükemmel bir yolunu bulmuştu. "Pnömatik Oluk"u icat eden Stephen Hales (1677-1761) olmasına rağmen bunu mükemmel hale getiren Priestley oldu.

Pnömatik oluk ismi, aslında şu anda hemen sizin de yapabileceğiniz kadar basit bir alet için oldukça tuhafdı. Bütün ihtiyacınız olan şey bir su bardağı ve bir pipettir.

Mutfak lavabonuzu veya büyük bir leğeni yaklaşık 10 cm suyla doldurun. Bardağı da ağzına kadar suyla

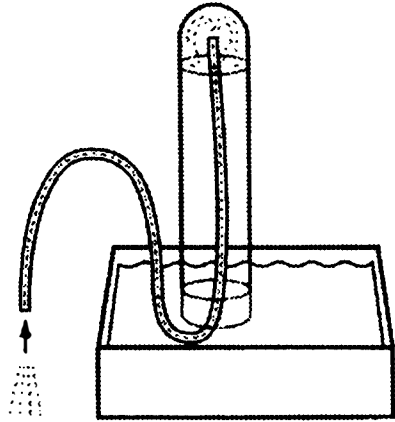
doldurun. Bardağın başına bir parça mukavva yerleştirin. Mukavvayı bardağın üzerinde sıkıca tutarak hızlı bir şekilde (dikkatle) bardağı ters çevirin ve kenarını lavabodaki suya yaklaşık 2,5 cm kadar daldırıp mukavvayı çekin. İşte elde edeceğiniz şey: pnömomatik oluk!

Hepsi bu mu? Aslında bu kadar değil. Pipeti alın bardağın içine doğru dikkatlice kaydırın ve bardağın içine hava üfleyin. Havanın bardaktaki suyla yer değiştirdiğine dikkat edin.

Priestley de neredeyse tamamen aynı şeyi yapmıştı. Sıvıyla doldurulmuş bir kaba küçük bir oluktan ters çevrilmiş aynı sıvıyla (bazen suyla, bazen cıvayla) dolu cam tüpleri yerleştirdi. Daha küçük diğer eğri tüpleri pnömomatik oluğun yanında deney kabından sıvıya daldırdı ve ters çevrilen cam tüplerin içine yer-

leştirdi. Kaplarda kimyasal reaksiyonlar sırasında çıkan gaz tüpten ilerleyebiliyor ve olukta ters çevrilmiş kaplarda tutulabiliyordu. Gaz sudan daha hafif olduğu için cam tübün üstüne çıkıyordu.

Gaz yakalanmıştı!



Pnömomatik sistemde bardaktaki suyla havanın yer değiştirmesi.

Hazırladığı her çeşit karışımdan, çıkan her türlü gazı yakalamaya başlayan Priestley, yakaladığı gazları “uçucu maddesiz hava” olarak adlandırmış ve oksijeni de izole etmişti. Priestley neden “uçucu maddesiz hava” adını vermişti?

Basit bir deneye bakalım. Phlogistianların (*Zorlayıcı isimler yerine uçucu maddeye inanlara koyduğumuz isim*) teorisine göre mum yandığında uçucu madde çıkarırdı. Bardak mumun üzerine konulursa mum kısa sürede sönerdi. Neden? Çünkü, dediklerine göre mum nihayetinde bardaktaki havanın artık taşıyamayacağı kadar çok uçucu madde çıkarıp uçucu maddeyle doymuştu! Hava artık uçucu maddeyi taşıyamayacağına göre mum daha fazla yanamazdı.

Bir gün *-biz o günü biliyoruz, 1 Ağustos 1774-* Priestley civa calx'ını bardağın altına koydu. Yaklaşık 30 cm çapında yeni büyüteciyle güneşten gelen sıcak ışınları calx'ın üzerine odakladı. Gaz çıkmaya başlamış ve Priestley de bu gazı yakalamayı başarmıştı.

Ve daha sonra oturdu, baktı, düşündü ve biraz daha baktı. Yanında yanan bir mum vardı. Priestley, hiç düşünmeden gazı muma tuttu. Aniden parlayarak bir alev çıktı! Bu acayip gaz neydi?

Aleve böyle bir hayat verdiyse kim bilir canlılar üzerindeki etkisi nasıl olacaktı. Priestley, bunu iki fare ile test etmeye karar verdi. Farelerden birini içinde normal hava olan bir bardağın içine kapattı, diğerini ise bu yeni ve sihirli havayla dolu başka bir bardağa

koydu. Birinci fare on beş dakika sonra öldü. Fakat ikinci fare iki kat daha uzun yaşadı.

Bay Priestley deneyi kendi üzerinde denemeye büyük bir arzuyla karar vermişti. Deney sonrası kendini rahat ve güçlü hissetti. “Nefesimin garip bir şekilde hafiflediğini ve bir süre sonra nefes almanın kolaylaştığını hissettim,” diye hatırlayacaktı daha sonra. Şimdiye kadar “yalnızca fareler ve ben bunu teneffüs etme ayrıcalığına sahipti.” Bu havanın tıbbi amaçlarla başkaları tarafından nasıl kullanılacağını merak ediyor ama olası bir tehlikeden dolayı da endişeleniyordu. “Mum, bu havada normal havadakinden çok daha hızlı yanıyor, o halde biz de *çok hızlı yaşayabiliyoruz*. En azından bir ahlâkçı, doğanın bize bahşettiği havanın hakkettiğimiz kadar iyi olduğunu söyleyebilir.”

Fakat Priestley bu harika “uçucu maddesiz” havayı dünyaya anlatmak zorundaydı.

Uçucu maddesiz mi?

Evet. Hatırlarsanız phlogistianlara göre bir bardağın altına yerleştirilen yanan bir mum, bardaktaki hava tamamen doyuncaya kadar sürekli uçucu madde yayıyordu. O halde, diye düşündü Priestley, mum çok daha parlak bir şekilde yanıyorsa havada artık uçucu madde bulunmamalı. Uçucu maddesiz olmalı!

Gerçekte ne olmuştu? Priestley kesinlikle geriye dönmüştü.

Civanın calx’ı gerçekte civa oksittir. Çinkoda veya neredeyse bir metalde olduğu gibi civa açık havada

yandığında oksijen alıyor. Böylelikle civa oksit meydana geliyordu. Priestley, bunu büyüteciyle tekrar yaktığında oksijen açığa çıkmış ve toplama tüpüne girmişti.

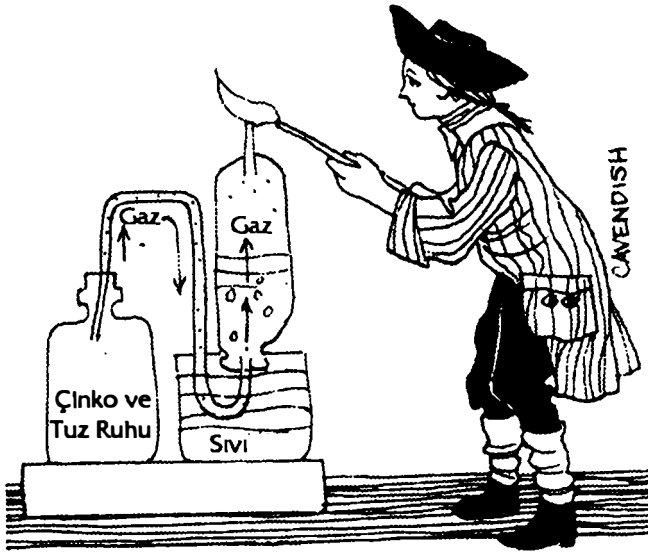
Oksijen yanmaya, yani yakmaya olanak sağlar. Kapalı bardakta yanan mum söner, çünkü bütün oksijeni aşamalı olarak yakmıştır. Ortamda normal havadan daha fazla oksijen bulunduğunda yanma (yakma) her zaman çok daha şiddetli olur.

Hayvanların da oksijene ihtiyacı vardır. Birinci kapalı bardaktaki fare on beş dakika içinde normal havadaki bütün oksijeni kullandı fakat ikinci farenin çok daha fazla imkanı vardı, saf oksijene sahipti. Çünkü normal havanın yalnızca yaklaşık % 20'si oksijendir.

Böylece Priestley kesinlikle geriye dönmüş oldu. Tamamen uçucu madde olduğunu düşündüğü hava aslında oksijensiz havaydı. Uçucu maddesinin tamamen boşaldığını düşündüğü hava ise aslında oksijen doluydu.

Fakat Priestley bulduğu şey konusunda hatalı olmasına rağmen yukarıda bahsettiğimiz gibi açıkça belirlenen yanlışlık gerçeğe giden tek yoldu.

Olayların nasıl doğru yöne girdiğini daha önce gördük, başka bir açık hatayı, hatalı bir keşfi; hidrojenin keşfini incelememiz gerekiyor. Bunun için de başka bir İngiliz, Bay Henry Cavendish'e geri dönmeliyiz.



Bay Cavendish ve Yanıcı Hava

Priestley'den farklı olarak Bay Cavendish (1731-1810) oldukça zengindi. Ama onu görmüş olsaydınız zengin olduğunu asla tahmin edemezsiniz. Daima üstünden hiç çıkarmadığı eski püskü, lekeli elbiseleri ve modası geçmiş eski şapkası olurdu. Hiçbir zaman şık ve modaya uygun elbiselerin ıvır zıvırına ayıracak vakti olmazdı. Bay Cavendish, kendini tamamen kimyaya adanmıştı.

Cavendish bir çok dikkatli ve önemli deneyler yaptı. Hidrojeni ilk defa tanımlayan ve suyun yanıcı ve uçucu maddesiz havadan meydana geldiğini söyle-

mesine rağmen onu hidrojen ve oksijenden meydana geldiğini gösteren kişi olarak hatırlayacağız.

Cavendish, ünlü deneyinde şimdi sulandırılmış (seyreltik) sülfürik asit olarak bildiğimiz sıvıyı önce çinkoya, sonra demire ve nihayetinde kalaya döktü. Priestley ile aynı yöntemi kullanarak her defasında ortaya çıkan gazı yakaladı.



HENRY CAVENDISH

Daha sonra aynı şeyi tekrar yaptı, bu defa tuz ruhu- nu (bugünkü adıyla hidroklorik asidi, HCl'yi) bu üç metalin üzerine döktü ve yine her defasında ortaya çıkan gazı dikkatli bir şekilde yakaladı. Altı adet gaz numunesinin her birine yanan ince bir mumla dokundu ve hepsi aynı soluk mavi alevle yandı. Kesinlikle bunlar aynı gazdı! Bu gaz yanabildiğinden ona “yanıcı gaz” adını verdi.

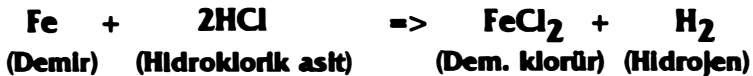
Bu yanıcı gazın metallere, çinkodan, demirden ve kalaydan geldiğini düşündü ve yandığı için metal- lerde saklı bulunan uçucu maddeyi ortaya çıkarıp çıkaramadığını merak etti! (Phlogistianların metal ısıtıldığında uçucu madde çıkardığını düşündüklerini hatırlıyoruz, bu yüzden Cavendish bunun nedenini, bu gazın metalde yer alan uçucu madde olabileceği şeklinde açıkladı. Fakat bundan pek emin değildi ve genel olarak bu gaza “yanıcı hava” adını verdi.)

Gerçekte ne olmuştu? Yukandaki H_2SO_4 ve HCl kimyasal formüllerine bakarsak görebiliriz. Sulandırıl-

miş sülfürik asit demirin üzerine döküldüğünde demir hidrojenle yer “değiştirir” ve böylelikle hidrojen açığa çıkar. Reaksiyonun modern sembolik gösterimimize bakarsak bu oldukça açık hale gelecektir.



Demirin üzerine dökülen hidroklorik asit aynı şekilde hidrojen açığa çıkarır. Bu defa demir, demir klorürü ve hidrojeni oluşturmak için hidrojene yer açar.



Gördüğümüz gibi Cavendish’in uçucu madde olarak düşündüğü şey aslında hidrojeni. Yine de bu kanışıklıkta bile yaptığı müthiş ve önemli bir keşifti.

Fakat müthiş ve önemli başka bir şey daha yaptı. Uçucu maddesiz havayı (oksijen) ve uçucu maddeyi (hidrojen) cam bir küreye koyup elektrik akımıyla ateşledi. Bir anda patlama oldu ve bulduğu şey...

Su! Cam kürenin içinde su meydana gelmişti. Oldukça tuhaf bir şekilde başkaları da aynı deneyi yaptılar ama iki gazın suyu oluşturabileceği şekilde ateşlememişlerdi.

Fakat bu gazlar suyu meydana getiriyor. Ayrıca Cavendish, *iki* hacim yanıcı hava (Hidrojen) ile hacmi *bir*

hacim uçucu maddesiz (Oksijen) ateşlenirse her iki gazın da suya döndüğünü buldu.

Bu Cavendish'ten, muhteşem bir keşifti. Priestley'den ya da o dönemde başka herkesin bilebileceğinden çok daha muhteşem bir keşif. *İki* hacim hidrojen, çok küçük bir miktar suyu meydana getirmek için *bir* hacim oksijenle birleşir. Cavendish, suyun neredeyse o çok ünlü kimyasal formülünü keşfetmişti: H_2O ...

Bay Cavendish'in herşeyi uçucu madde olarak gördüğünü anladınız. Yanıcı havanın aslında *su artı uçucu madde* olduğunu ve uçucu maddesiz havanın ise aslında *su eksi uçucu madde* olduğunu düşünüyordu. Su artı uçucu maddeyi, su eksi uçucu maddeye eklediğinizde ne olur? Artı ve eksi uçucu maddeler birbirlerini "iptal" ederler ve size sadece su bırakırlar!

$$(su + uçucu madde) + (su - uçucu madde) = su$$

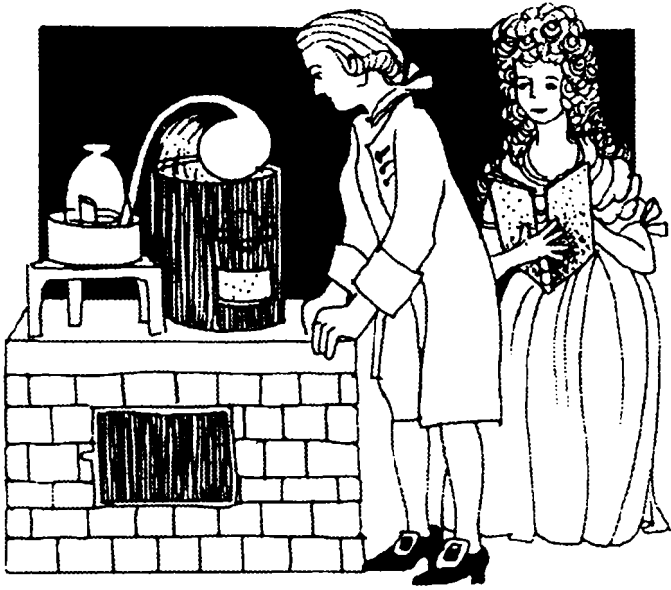
Bay Cavendish'in suyu hâlâ element olarak düşündüğünü de anlamış olduk. Suyun nihayetinde reddedebileceği bir element olması kavramıyla iki farklı gazın bileşiminden meydana geldiğini fark edinceye kadar bu böyle kaldı.

Hem Priestley hem de Cavendish, uçucu madde gibi bir şeyin bulunmadığı ve bu yüzden de uçucu maddesiz hava gibi bir şeyin olmayacağı konusunda ısrar eden bir Fransız tanıyorlardı. Bu Fransız bilim insanı bilinen adıyla "Hidrojeni ve Oksijeni" keşfedecek-

ti. Priestley ile Cavendish'in çok parlak bilim insanları olduklarını, olayları tam olarak yerine oturttuklarını ve olayları doğru yöne sürüklediklerini ileri sürdü. Bu Fransız bilim adamının adı Antoine Lauren Lavoisier idi.

Priestley onu dinlemeyecekti. Öldüğü güne kadar birçok kimyager Lavoisier'i takip ederken o neredeyse ölmek üzere olan uçucu madde teorisine sıkı sıkıya bağlıydı. "Arkasında durduğum temelin mükemmel bir güvenilirliği olduğuna inanıyorum," diye açıkladı. Gerçek, zamanla bu hataları ortadan kaldırıacaktı.

Gerçek su yüzüne çıktı sizin de göreceğimiz gibi haklı olan Lavoisier idi.



Kimyanın Fransız Devrimi

Antoine Lauren Lavoisier (1743-1794) siyasi bir devrimin ortasında bilimsel bir devrimci olarak doğdu. Hem ülkesini hem de kimyayı hem ciddi bir tekrar düzenleme ve onarım ihtiyacı içinde buldu. Fransa'ya de bilime yardımcı olmak için büyük bir azimle ve bilgiyle çalıştı. Maalesef Fransa'daki devrim bu büyük bilimsel devrimcinin hayatını kısa kesmişti. Ama Lavoisier 1794 yılının 8 Mayıs günü giyotin seh-pasına tırmanmadan önce bütün geri dönüşleri ileriye döndürerek ve terslikleri düzelterek neredeyse kimya-yı tekrar tanımlayacaktı.



ANTOINE LAVOISIER

Lavolsier, zengin bir avukatın oğluydu ve Fransa kralının savunucusuydu. 1700'lerin ikinci yarısında Fransa'da kargaşa başlamıştı. Yoksullar çok fazla vergi veriyordu, çok az yiyecekleri vardı. Zenginler, çok sayıdaki yoksulun bu zor hayatlarına aldırmıyorlardı. Fransa kralı XIV. Louis, ne devrimin yaklaşan kasırgasından kaçınacak kadar zekiydi ne de yeterince güçlü bir liderdi.

1789 yılında fırtına koptu ve Fransa'nın bütün düzeni alt üst oldu. Devrimi başlamıştı. Aynı yıl Lavolsler, *Kimyada İlk Bilimsel İnceleme* başlıklı kitabını yayınlamış ve kimya bilimini alt-üst etmişti. Oysa Lavoisier aslında bir kimyager değildi, babası gibi hukuk öğrenimi görmüştü. Ama biri, çok popüler olan kimya dersine girmesi için onu ikna etti ve genç Lavoisler bir daha asla avukat olmayı düşünmedi.

Kısa süre sonra prestijli Fransız Bilimler Akademisi'nin bir üyesi olmaya karar verdi. Lavoisier buna karar verdiğinde neredeyse yolu yarılamış oluyordu.

Yirmi yaşına geldiğinde Bilimler Akademisi'nin düzenlemiş olduğu bir yarışmaya girdi. Yarışmacılara, "Paris'in caddelerini aydınlatmak için ekonomik bir yol bulun" denildi. Lavoisier, sorun üzerinde uzun ve zorlu saatler boyunca kafa yordu. Önerilerinden dolayı Kral XVI. Louis, genç Lavolsier'e altın madalya verilmesini emretti.

Lavoisier bütün hayatı boyunca ülkesi ve kralı için birçok şey yaptı. Fransız barutunun Avrupa'nın en zafiy barutu olduğunu farkettil. Talimatları sonrasında ise Fransız barutu Avrupa'nın ey iyi barutu halini almıştı. Paris'e daha iyi suyun getirilmesi için çalıştı ve aynı şekilde yangın söndürücülerin kullanılmasını savundu. Hapishane reformları için çağında bulundu, hükümeti yoksullar için yaşam sigortası ödemeye davet etti. Arazilerini daha iyi ekip biçmenin yollarını göstererek çiftçilere yardım etmeye çalıştı. Bütün bunları ve daha fazlasını Fransa aşkı için yaptı.

Fakat en büyük başarısı, sadece Fransa için değil bütün dünya için kimya reformuydu.

Bazı bilim tarihçileri, Lavoisier'in yeni bir şey keşfetmediğini düşünürler. Sadece birçok bilim adamının üzerinde çalıştığı kimyasal bir bilmeceyi parçalarını bir araya getirdiğini ve bunları gerçekten nasıl birbirine uydurulacağını gösterdiğini söylerler. Bilim tarihçileri ise Lavoisier'in aslında birçok önemli şeyi keşfettiğini düşünmektedirler. Kim haklı? Aslında bunu söylemek zor. Okuyun ve bunu *siz* düşünün!

Herkes Lavoisier'in, Phlogistianların herşeyi geriye döndürdüğünü anlayan ilk kişi olduğunu kabul eder. 1774 yılının ekim ayında Paris'te Bay Priestley ile tanışan Lavoisier, akşam yemeğinde Priestley'in, Civa Calx'ını ısıtarak uçucu maddesiz havanın oluşumunu açıklamasını ağzı açık dinlemişti. Priestley, mumların şaşırtıcı biçimde parlak yanmasını sağlayan bu garip

saf havadan bahsetti. Lavoisier, hemen kendi laboratuvarında bu deneyleri tekrarlamak zorundaydı.

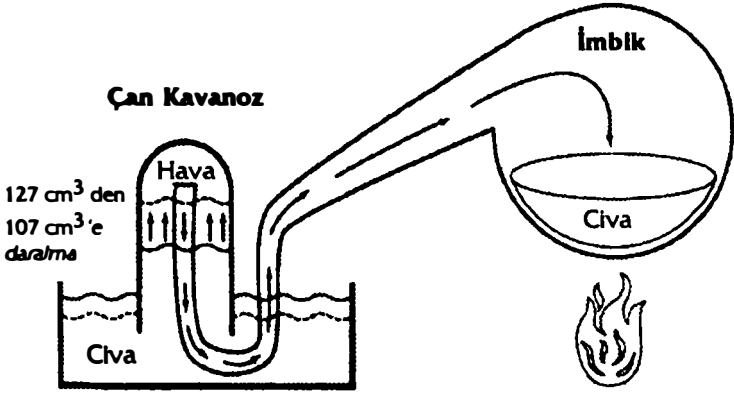
Laboratuvarına döndü, kafasından ölçüp biçti ve buna kafa patlattı. Isıttı, kaynatı, tarttı ve bir aşağı bir yukarı dolaştı. Bay Priestley'in deneyi doğruydu fakat yorumunda hatalı olan bir şey vardı.

Ve sonra, *vollá*, her şey birden bire yerine oturdu.

Vollá, Fransızca "bakın" ya da "işte bakın!" anlamına gelmektedir. Lavoisier, şüphesinin doğruluğunu *anlamak* için bir deney yaptı. Havanın ya da havanın içindeki bir şeyin civaya girip calxı oluşturduğundan şüphelenmişti.

Lavoisier, imbiğin Fransız versiyonu olan cam küreye yaklaşık 115 gram civa koydu. Cam küre, kabın bombesinden uzayan, sonra aşağı inen ve "J" harfi gibi tekrar geri dönen çok uzun bir boyna sahipti. "J"nin çengeli, çana benzeyen başka bir cam kavanozun altına gidiyordu.

Bu çan kavanoz Bay Priestley'in pnömomatik oluğu gibi kullanılacaktı fakat iki önemli farkı vardı. Birincisi Lavoisier, gazı çan kavanozda yakalamak yerine "J" tüpünü çekerek ve civaya batırarak havanın çan kavanozdan *çıkıp çıkmadığını* anlamaya çalışacaktı. İkincisiyse Lavoisier, *ne kadar* havanın çıktığını ölçmek için çan kavanozu tamamen sıvıyla –civa kullanmıştı– doldurmadı fakat civa tankında ters döndürüldüğünde çan kavanozda 127 cm³ hava kalacak şekilde civayla doldurmuştu. İşte Lavoisier'in cihazı.



Lavoisier, çan kavanozdaki hava 127 cm^3 küpten 107 cm^3 küpe kadar daraldığından havanın ısıtılan cıvaya gittiğini ispatlar

Lavoisier çalışmaya devam etti. Bir gün boyunca cıvayı ısıttı. Hiçbir şey olmadı. Fakat ikinci gün cıva üzerinde kırmızı kabarcıklar görünmeye başladı. Cıva Calx'ı! Ve kırmızı kabarcıklar görünmeyince kadar on iki gün boyunca tekrar tekrar ısıttı.

Kaptaki hava? 127 cm^3 den 107 cm^3 'e *daralmıştı*. "İşte bakın!" diye bağırdı.

Lavoisier, phlogistianların olayları geçmişe geri döndürdüğünü ispatlamıştı. Cıva gibi bir metal ısıtıldığında uçucu maddenin *uçup* gittiğini söylemişlerdi. Fakat Lavoisier, bunun tersine havanın *gittiğini* gösterdi: Kesinlikle sekiz inç küp!

Ve Lavoisier, bu nedenle uçucu maddenin sıfırdan daha az ağırlık kazanmasından dolayı değil, metalin ısıtıldığında ağırlık *kazandığına* karar verdi.

Ama ne *tür* bir havaydı bu? Hava mıydı yoksa havanın içindeki bir şey mi? Lavoisier bunu bilmek zorundaydı.

Civanın üzerinde oluşan kırmızı kabarcıkları inceledi ve çıkardıkları gazı toplamak için güçlü bir ateşte ısıttı.

Bu neydi? Priestley'in uçucu maddesiz havası! Sekiz inç küp!

Fakat Priestley'in ve phlogistianların aksine Lavoisier, ısıtılan maddenin uçucu madde salmadığını gösterdi. Bunun yerine havadan gaz alıyordu. Ne uçucu madde ne de uçucu maddesiz hava gerçektir. Uçucu maddeli hava başka bir şey olmalı. Lavoisier, buna bütün asitlerin bu maddeyi içerdiğini düşündüğünden Yunanca "asit üreten" anlamına gelen "oksijen" adını verdi.

Lavoisier, şimdi her şeyi doğru şekilde tekrar açıklamıştı.

Yanan bir mum cam bir kavanoz altında söndüğünde bu, mumun en nihayetinde uçucu maddeyle dolu kavanozdaki havayı tüketmesinden değil havadan gelen bütün oksijeni kullanmasından kaynaklanıyordu.

Cam bir kavanoz altına konan fare kısa sürede öldüğünde Lavoisier, bunun mumda olduğu gibi farenin oksijene ihtiyaç duymasından dolayı meydana geldiğini ileri sürdü. Aslında Lavoisier, solunumun bir tür yanma olmasından dolayı hem yanma hem de olayların oksijen gerektirdiğini ileri sürüyordu. Hayvan be-

denleri yiyeceği yakmak ve vücutları için ısı üretmek amacıyla oksijene ihtiyaç duyuyordu.

Fakat Lavoisier'in devrimi yeni başlamıştı. Şimdi yanıcı olmayan havayla uçucu olmayan havanın suyu meydana getirdiğine dair bir ispat olarak düşündüğü Cavendish'in deneylerine dönmüştü ve bunu da doğru şekilde açıklayacaktı.

Oksijenle, Cavendish'in yanıcı olmayan havasını bir araya getirdi ve ateşledi. Cavendish'in de belirttiği gibi su meydana geldi. Fakat Cavendish, yanıcı olmayan havanın aslında su artı uçucu madde olduğunu düşünüyordu. "Saçma," diye cevap verdi Lavoisier. "Uçucu olmayan madde diye bir şey yok. Yanıcı olmayan havanın kendisi bir element olmalıdır."

Lavoisier, buna da Yunanca "su üreten" anlamına gelen "hidrojen" adının verdi.

Ve böylece yüzyıllar sonra her yoldan Thales'e ulaşan Lavoisier sonunda suyun element değil iki temel nesne olan oksijen ve hidrojenden meydana geldiğini açıkça gördü.

Peki ya hava? O da element değildi, ve en az iki elementten meydana gelmişti.

İlk deneydeki 127 cm^3 havayı hatırlıyor musunuz? Lavoisier, bunun için de 20 cm^3 hava olduğunu gösterdi. Lavoisier, herkesin element olarak düşündüğü havanın yaklaşık % 16'sının oksijen olduğu ileri sürdü. Daha sonra Lavoisier gerçek rakamı % 20.948 olan havadaki oksijen oranını % 20 olarak hesaplayacaktı.

Geriye kalan yaklaşık 127 cm^3 ne tür bir gazdı?

Lavoisier bunu test etti. Mum bu havada yanmıyordu. Fare bu havada yaşamıyordu. Bu gazı hayat yok anlamına gelen “Azot” adını verdi. Bir süre sonra Jean Chaptal adında bir adam ise bu gazı bugün kullandığımız “Nitrojen” adını verdi. Fakat ister azot ister nitrojen densin önemli olan Lavoisier’in bunu havayı meydana getiren bir element olarak tanımlamış olmasıydı.

Yeterince ilginç bir şekilde Lavoisier nitrojenin keşfiyle pek bağlantılı görülmez. Bunun yerine Daniel Rutherford (1749-1819) bağlantılı görülür. Priestley ve Cavendish’in de bu süre zarfında çaba gösterdiğini eklememize rağmen, nitrojeni ilk defa izole eden Bay Rutherford iken, Rutherford bunu doğru şekilde tanımlamamıştı. Bunun uçucu maddeyle dolu hava olduğunu düşünmüştü!

Fakat gördüğümüz gibi Lavoisier uçucu maddenin olmadığını ispatladı. Bay Lavoisier ve kansı Marie kendilerine o kadar güveniyorlardı ki bunun için kutlama bile yapmışlardı. Hatta Marie, bir tapınak rahibi gibi davranarak yanıcı maddenin ilk savunucuları olan Becquer ve Stahl’ın yazmalarını sunakta yakar gibi yakmıştı!

Sanıyoruz ki Lavoisier, yanan kağıdın oksijen *kullandığını* ve *—son olarak teoriyi yakarak yanıcı maddeyi yok ettiğini düşünmezsek—* yanıcı madde salmadığını gösterdiğinden emindi!

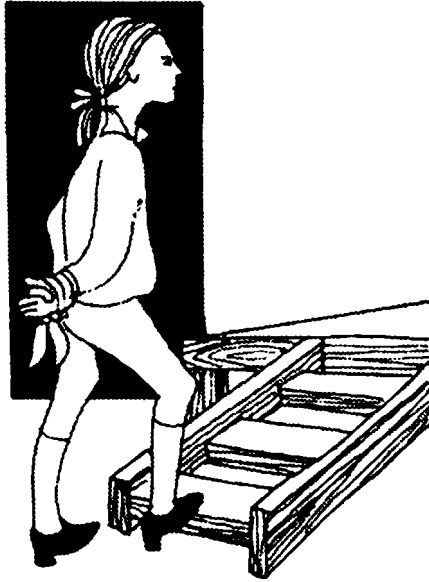
Fakat hâlâ devrimlerini tamamlamamıştı.

Lavoisier, yukarıdaki deneylerde de kullanmış olduğu çok önemli bir kimya ilkesini açıklığa kavuşturan ilk kişiydi. Bu, ilke *kütlenin korunumu* olarak adlandırılacaktı. Bu kanun kimyanın bilançosunun tutmasına izin veren çok basit ama çok önemli bir ilkedir.

Lavoisier, “Her reaksiyonda işlemiden önce ve sonra eşit madde miktarı bulunduğunda şeklinde dikkate alınabilir,” diye açıkladı azametli bir biçimde.

Cıva ısıtıldığında 127 cm^3 hava yaklaşık 107 cm^3 'e dönüşüyorsa 20 cm^3 oksijen hâlâ bir yerlerde olmalıydı. Kaybolmuyor ama yer değiştiriyor olabilirdi. Cıva –boyut olarak değil ağırlık olarak– 20 cm^3 kazandı ve asıl cıvayla birlikte artık 20 cm^3 oksijen ölçüldü. Hâlâ aynı miktarda farklı bir formda madde vardı.

Lavoisier'in katkılarının nasıl bir devrimsel nitelikte olduğu kolayca görülebilir. Fakat bütün bu harika şeylere rağmen Lavoisier'in aklında başka değişiklikler de vardı.



İsimlerde Devrim

Lavoisier, bu devrimin nesneleri gerçekte meydana getiren elementleri yansıtacak yeni bir isim sistemine ihtiyaç duyduğunu düşünüyordu. Cıva Calx'da, gerçekte oksijen almış cıvaydı ve bu yüzden cıva oksit olarak yani bugün bizim hâlâ kimyasal bileşikleri adlandırdığımız şekilde adlandırılmalıydı.

Lavoisier'in *Kimya Hakkında Basit İnceleme*'sinin yayınlanmasından önce yazılmış olan kimya metinlerini okursanız hiçbir anlam ifade etmeyecektir, çünkü simya zamanlarında kullanılan benzer isimler kullanılmıştır; Algarot (antimon triklorür ve trioksit) tozu, cıva

sülfat tuzu (turbit) minerali, kızılımsı kahverengi demir oksit (kolkotar), fagadenik su, saf olmayan çinko oksit (pomfoliks), soda sülfat (Glauber tuzu), zaçyağı (kez-zap, vitriyol), arsenik yağı, kurşun şekeri ve sülfür ciğeri. Fakat modern bir kimya öğrencisi, Lavoisier'in kitabını eline aldığı anda kendisini onun tasarlamış olduğu laboratuvarında gibi hissedecektir ve neredeyse bütün kimyasal elementler ile bileşiklerin isimleri ona aşına gelecektir.

Ancak 109 elementi değil sadece 33 elementi bulabilirdiniz. Bu 33 elementin birçoğu bugün kendi tablomuzda olan elementlerdir fakat bir kısmı artık element olarak kabul edilmemektedir.

6 tane ametal bulacaksınız: kükürt, fosfor, odun kömürü, klor radikali, flor radikali ve bor radikali.

Ama (odun kömürünün karbona yeterince yakın olduğu düşülmesine rağmen) bugün tablomuzda yalnızca kükürt ve flor bulunmaktadır.

17 metal vardır: antimon, arsenik, bizmut, kobalt, bakır, altın, demir, kurşun, manganez, cıva, molibden, nikel, platin, gümüş, kalay, tungsten ve çinko. Bunların tamamı Periyodik Tablo'da hâlâ yer almaktadır.

Temel toprak olarak adlandırdığımızdan ise 5 tanesini bulacaksınız: kalsiyum oksit, magnez, barit, alümin ve silis. Ancak Periyodik Tablo'da bunları bulamayacaksınız, çünkü bunlar temel değil. Lavoisier yanlışmıştı. Bunlar element değil bileşikti. Gerçek elementler olan alüminyum ve silisyum yalıtılmamış, XIX.

yüzyılın ilk çeyreğine kadar uygun şekilde tanımlanmamıştı. Kalsiyum oksit, kalsiyum ve oksijen bileşiği; magnez, magnezyum, karbon ile oksijen bileşiydi, barit ise çoğunlukla baryum, kükürt ve oksijenden meydana geliyordu.

Ve son olarak şu beş elementi bulacaksınız: Işık, Isı, Oksijen, Azot ve Hidrojen. Bu beşinden üçü tablomuzda hâlâ yer almaktadır.

Işık ve Isı? Lavoisier, Işık ve Isının da element olduğunu düşündü. Şansımıza bu hata, oluşturduğu kimyanın temelini sağlamlığına zarar vermedi.

Lavoisier, bu hatalarına rağmen bize elementin ne olduğuna dair uygun bir tanım yapmanın yolunu gösterdi. *Element, kimyasal analizin ulaşabileceği son noktadır.* Artık kimyasal analizle ayrılmazsa bu bir elementtir; ayrılabilirse bu bir element değil kimyasal bir bileşiktir. Su element değil, oksijen ve hidrojen bileşimidir.

Bu tanım, Lavoisier'in dört eski element olan toprak, su, hava ve ateşten uzaklaşıp artık ayırlamayacağını düşündüğü maddeleri içeren yeni bir liste hazırlamasını sağladı.

Fakat bilim insanları listedeki maddeleri incelemeye devam etmeye ve yeni elementler aramaya devam edilmesi gerektiğini düşünüyordu. Ve bilim insanları bu düşüncelerini gerçekleştirdiler. Gördüğümüz gibi Lavoisier'in belirtmiş olduğu elementlerin bazıları aslında bileşikti. Birçok yeni element eklendi. Ve son ola-

rak ışık ve ısı gibi bazılarının ne bileşik ne de element olmadığını gördü.

Lavoisier'in element listesi hakkında dikkat etmemiz gereken son bir şey daha var. Periyodik Tablo'da şimdi bulundukları yerlere henüz yerleştirilmemişti.

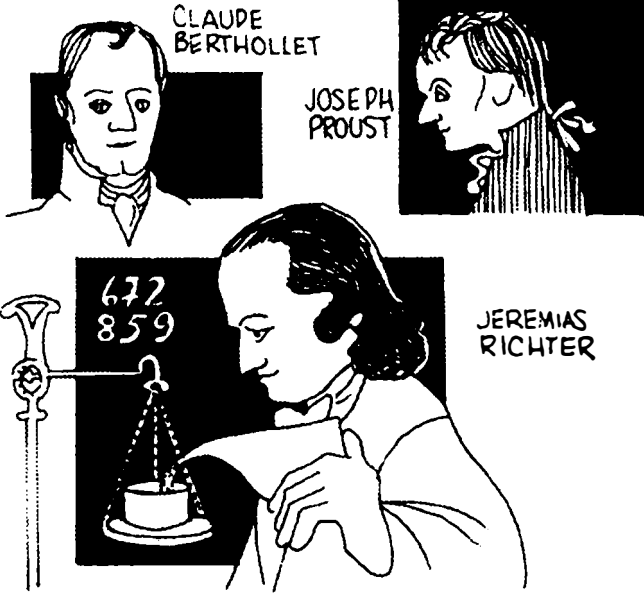
Elementler, Lavoisier'in başlattığı diğer devrimler tamamlanıncaya kadar doğru yerlerine getirilememişti. Kim bilir, belki de Lavoisier, bunu kendisi yapacaktı!.. Lakin başka bir devrim, Fransız Devrimi onun ömrünü kısaltacaktı.

Lavoisier, hem zengin hem de fakir Fransa'ya yardımcı olmak için birçok şey yapmasına rağmen 1789'dan önce ve sonra siyasi devrimciler, Krala yardım eden *herkesin halka yardım etmiş olsa bile* halk düşmanı olduğuna inanıyordu!

Lavoisier, 24 Kasım günü laboratuvarında tam deneyinin ortasında tutuklandı. Devrim mahkemesinde yargılandı ve hemen "suçlu" bulundu.

Tütünü nemlendirip ağırlaştırma. (Oysa tütünü satan kendi olmadığına göre böyle bir suçlama yersizdi.) Ayrıca, halkın sağlığına zarar vermek için Paris'in etrafına duvar ördürmek ve aşırı vergi toplamaktı. Bütün bu suçlar ise Lavoisier'in, düşmanları tarafından yargılanabilmesi için sadece birer tuzaktı.

8 Mayıs 1794 günü Lavoisier giyotine doğru yürüdü. Büyük Fransız matematikçi Louis Lagrange üzgün bir şekilde şöyle dedi, "Başını gövdesinden ayırmak için bir dakika yetti ve belki de böyle birini yetiştirmek için bir yüzyıl yetmeyecek."



Doğa, Elindeki Dengenin Dışında Asla Başka Bir Şey Yaratmaz

Lavoisier ile birlikte kimya biliminin bir çok zorluğunun aşıldığı düşünülebilir. Oysa Lavoisier, kesin bir şekilde olayların doğru yöne akmasını sağlarken Periyodik Tablo'nun keşfedilmesi için hâlâ uzun bir yol vardı. Doğa daima fazladan sürprizlere açıktır ve biz bu gördüğümüz düzenden fazlasını araştırarak bulabiliriz.

Fakat şimdi görünen dünyadan görünmeyen dünyaya, makroskobik dünyadan mikroskobik dünyaya gidiyoruz. Kısacası Periyodik Tablo'nun eğlenceli düzeninin mantığını bulacağımız yer olan atom dünyasına gidiyoruz.

Mütevazı olmak gerekirse Lavoisier'in elementi "analizin ulaşabileceği son nokta" olarak tanımlaması kimyaya bir anlam kazandırdığı doğrudur. Daha derine doğru indiğimizde gümüş, altın ve kükürt gibi elementlerin görünür seviyesinin ötesine geçtiğimizde ne olacak? Acaba bunlar küçük altın, gümüş ve kükürt parçalarından mı oluşuyor yoksa başka bir şeyden mi?

Bu, Lavoisier'den hemen sonra XIX. yüzyılın başından itibaren kimyagerlerin birbirlerine sordukları bir sorudur. Ve bu soruyu cevaplamak için kimyanın Boyle'ye ve atomlarına kadar geri gitmesi gerekiyordu. Fakat bunun hepsi bir anda olmadı. Kimyagerler çok dikkatli bir topluluktu. Göremedikleri şeyler hakkında havadan sudan spekülasyonlara itibar etmiyorlardı. Laboratuarda gözleri önünde doğrulansa bile somut kanıtlar bulmaya da çalışıyorlardı.

Bu konuya Alman kimyager Jeremias Richter (1762-1807) ile başlayabiliriz. Çok büyük buluşların birçoğunda olduğu gibi Richter'in bilime olan katkısı, yeni bir şey yapmasının değil yapılmış olan bir şeye çok dikkatli bir şekilde bakmasının sonucudur.

Kimyagerler ve aslında simyacılar uzun süre yüzyıllar boyunca asit ve bazlarla çalıştılar. Bazların asitlerle

asitlerinse bazlarla nötrale edileceğini biliyorlardı. Karbonatı sirkeye dökerken muhtemelen aynı şeyi fark etmişsinizdir. Artık fişirdama kayboluncaya kadar karbonatı koymaya devam ettiniz. Fişirdamanın durduğu noktada (daha fazla karbonat eklediğiniz sürece) solüsyon nötrale olmuştur.

Bunu kırmızı lahana suyuyla test etmeyi düşündüyseniz kırmızı lahana suyunun mor kalmaya devam ettiğini ve artık asit olmadığından kırmızıya, baz olmadığından da yeşile dönüşmediğini göreceksiniz. Asitle baz arasında kalan bu solüsyona kimyagerler “tuz” adını verdiler. Bugün O’dan (en güçlü asit) 14’e (en güçlü baz) kadar değişen ölçekte, tuzun pH’nın 7 olduğunu söyleyebiliyoruz.

Daha sonra belli miktardaki bir asidi nötrale etmek için ne kadar baz gerekeceğini merak edebilirsiniz. Bunu merak ettiyseniz, diğer asitler ve bazlar açısından bunu bilmek istediyseniz tebrik ederiz, kesinlikle Richter gibi düşünüyorsunuz.

Richter, kendi kendine “1000 birim (burada “birim” ister kilogram isterse çay kaşığı olsun seçeceğiniz miktardan ifade eder) sülfürik asit alırsam bunu nötrale etmek için ne kadar baz kullanacağım?” diye sordu. Hemen ardından birçok dikkatli ölçümden sonra bir karşılaştırma tablosu hazırladı. (Ernst Fischer adında bir adam Richter’in tablosunu daha açık bir şekilde tekrar düzenledi, bu yüzden onun tablosunu ama sadece bir kısmını kullanacağız.)

Bazılar	Birimler	Asitler	Birimler
Magnez	615	Sülfürik Asit	1000
Amonyak	672	Fosforik Asit	979
Soda	859	Nitrik Asit	1405
Potas	1605	Sitrik Asit	1583

Richter'in Tablosu nasıl çalışıyor?

Oldukça dahice!

1000 birim sülfürik asidi nötralize etmek isterseniz 615 birim Magnez ya da 672 birim Amonyak ya da 859 birim Soda ya da 1605 birim Potas kullanacaksınız. Peki ya sülfürik asit dışında bu değerler ne olacaktır? O halde 1405 birim Nitrik asit alın. Nitrik asitte düşük mü? Bunun yerine 979 birim fosforik asit kullanın. Ve bu şekilde diğer bütün asitler ve bazlarla deneyin.

Bu tabloya da "Denklikler Tablosu" dendi, çünkü nötralizasyonu elde etmek için baz ve asit karşılık miktarlarını veriyordu.

Hepsi çok ilginç ama bunlar bizi görünmeyen atomların dünyasına nasıl götürecektir?

İlişkilerin *bu kadar düzenli* olması garip değil mi? Dünyanın neresinde olursanız olun kesinlikle 859 birim soda 1583 birim sitrik asitle nötralize olacaktır. Bütün bu kimyasal bileşiklerin, hem asitlerin hem de bazların çok kesin biçimde formülize edildiği ileri sürülmektedir.

Yani kimyasal bileşikler sebze çorbasına benzemez. Yalnızca 100 birim suya karşılık tam olarak 49 birim

havuç ve 87 birim patates eklerseniz sebze orbası elde etmezsiniz. Sebze orbasının bir formülden ziyade bir tarifi vardır. Birkaç bardak su alırsınız, biraz havuç, patates, bir demet maydanoz, bir avuç bezelye ve bir iki çimdik sevdiğiniz baharatlardan eklersiniz. Yemek tarifleri kişiye göre değişebilir, fakat kimyasal formül çok kesindir.

Richter'in tablosunda başka bir belirsizlik işareti daha var. Tabloda yalnız *tam* sayıları görüyoruz. 615.3728493049 birim Magnezin biraz üzerini değil karşılığında 615 birimi buluyoruz. Çok tuhaf. Nesneler, bir düzen komposu gibi görünen sıra ve kesinlik için deler.

Ama çok daha ilginç bir durum yakında keşfedilecekti. Bunun için Fransız Kimyager Claude Berthollet (1748-1822) ile Joseph Proust (1754-1826) arasındaki zıtlasmaya dönüyoruz.

Hem Berthollet hem de Proust ve bunların yanında diğer birçok kimyager de aynı elementlerin farklı miktarlarını kullanarak farklı bileşikler elde edebileceklerini kabul etmişlerdi. Örneğin her ikisi de iki element olan karbon ile oksijenin, karbon oksit ve karbonik asit adında iki farklı bileşik meydana getirebileceğini biliyordu.

şimdi Berthollet, bir bileşiğin elementlerinin değişken ve belirsiz bir şekilde bir araya gelebileceğini düşünüyordu. Örneğimize devam edelim, Berthollet haklıysa karbona biraz daha oksijen eklemeye devam

edebilir ve karbon oksit ile karbonik asit arasında tam bir sürekli bileşik çizgisi elde edebilirsiniz. Tıpkı grinin tonlarıyla siyahtan beyaza geçerken olduğu gibi.

Fakat Proust bunun tam tersini düşünüyordu. Her bileşimin kesin bir formülü olduğunu, bu yüzden elementlerin yalnızca çok kesin ve değişmez bir şekilde birleştiğini ileri sürdü. Tekrar örneğimizi kullanırsak, Proust haklıysa karbon oksit ile karbonik asit arasında bileşik olmayacaktı. Griler yok. Yani sadece siyahlar ve beyazlar.

Proust tartışmayı kazandı. Sözlerle değil tekrarlanan deneylerle. Bugün kullandığımız bileşiklerin isimlerini kullanırsak kimyanın Proust'u takip ettiğini görürüz. Karbon dioksit (karbonik asit) her zaman ağırlıkça oksijen aldığı kadar karbon monoksitin (karbon oksit) tam iki katını içerecektir. Buradaki “di” öneki “iki” ve “mono” öneki ise “bir” anlamına gelir ve bunun arasında bileşik yoktur.

Buna *Kesin Oranlar Yasası* denir. Kesin formunda bu yasa, “Bir bileşikte temel elementler daima ağırlıkça kesin bir oranda bulunur” şeklinde ifade edilir.

Bu, bileşiklerin (çorbalarda kullandığımız gibi) tarifler değil (matematikte kullandığımız gibi) çok kesin formüller olduğu anlamına gelir. 1.83940364'ün biraz altını veya üstünü değil ağırlıkça oksijenin tam iki katını buluruz. Farklı bir kimyasal bileşikte her elementin ağırlıkça miktarı her zaman tam bir sayıyla değişmektedir: iki katı, üç katı, hatta dört katı.

Şimdiki isimleriyle modern sembollerde iki elementten oluşan bileşiklerin listesine bakarsak bu daha açık görülür. (Belirtmeliyiz ki buradaki sayılar ağırlığı göstermez.)

CH₄ metan 1 karbon atomu ve 4 hidrojen atomu
C₂H₄ eten 2 karbon atomu ve 4 hidrojen atomu
C₃H₆ propen 3 karbon atomu ve 6 hidrojen atomu
C₃H₈ propan 3 karbon atomu ve 8 hidrojen atomu

Fakat kimyagerlerin o dönemlerde “1 karbon atomu”ndan veya “8 hidrojen atomu”ndan bahsetmediğine ya da CH₄ veya C₃H₈ gibi semboller kullanmadıklarına dikkat etmeliyiz.

Yalnızca her elementin ağırlığının iki, üç ya da dört katı olduğunu biliyorlardı. *(Bu atomları ve sembollerini bulmak için yakında John Dalton ve Jöns Berzelius’a gideceğiz.)*

Fakat Proust, elementlerin kimyasal bileşikleri meydana getirmek için eski yoldan bir araya gelmediklerini biliyordu. Şöyle açıklıyordu, “Bileşiklerin oluşumunda dengeyi koruyan görünmez bir elin varlığını kabul etmeliyiz. Bileşik, Doğanın sabit oranlar tayin ettiği bir yapıdır.” Yani çağdaş gösterimimizi kullandığımızda CO’da karbonun oksijene oranı 1:1 ise CO₂’de karbonun oksijene oranı 1:2 olur.

Proust’a göre bileşik, “Doğanın elindeki denge dışında asla yaratamayacağı” bir şeydi. Doğa formüller-

le çalışmaktadır, aşçılar ise tariflerle. Bu, doğanın aşçı olmaktan çok matematikçi olması gibi bir şeydir!

Çok alışılmamış ve harika. Şimdi nesnelerin çok daha alışılmamış ve çok daha harika olduğu atom dünyasına girmek iyi olacak.



Bay Dalton ve Atomları

Belki de fazla zengin olmadığınız için hayatınızda bir yere asla gidemeyeceğinizi hissetmişsinizdir. Ya da yürüyen bir sink gibi uzun ve sıska olduğunuzu hissetmişsinizdir. Belki de çok sert bir sesiniz vardır ve daha da kötüsü siz konuşurken insanlar esneyip odayı terk ediyorlardır. Veya çeneniz ve burnunuz neredeyse birbirlerine değecek kadar uzun ve sivri olabilir. Renk körü de olabilirsiniz. Ve belki de işinizi uygun bir şekilde yapamayacak kadar meşgulsünüzdür.

Bu sorunlardan birine veya ikisine sahipseniz kendinizi çok şanssız buluyor olabilirsiniz. Fakat bütün bu sorunların hepsine sahipseniz bütün zamanların en ünlü kimyagerlerinden biri ve kimyada modern atom teorisinin kurucusu olan John Dalton olabilirsiniz. Bunu aklınızdan çıkarmayın.



JOHN DALTON

John Dalton (1766-1844), yoksul bir dokumacının oğlu olarak İngiltere, Eaglesfield'de doğdu. O da babası gibi Quaker tarikatına mensuptu. John Dalton, daha ilk gençlik yıllarından itibaren dünyadaki yolunu çizmek zorundaydı. Büyük ölçüde kendi kendini eğitti, hayatının büyük bölümünde öğretmenlik yaparak geçimini sağladı. Aslında daha on iki yaşındayken okulda öğretmenlik yapmaya başlamıştı!

Belki Dalton'un en önemli özelliği azmiydi. Kimyasal keşif yapma "yanşında" kaplumbağalar ve tavşanlar vardı ve Bay Dalton kendi deyimiyle sözünden ve kararlarından dönmeyen azimli biri olduğundan tam bir kaplumbağaydı.

Örneğin 1787 yılında yağmur, kar, sis, atmosfer basıncı, havadaki su buharı seviyesi ve diğer şeyleri yazdığı "Hava Hakkında Gözlemler" adında günlük notlar tutmaya başlamıştı. Termometresi ve barometresiyle bütün İngiltere'yi dolaştı, tepelere tırmandı, bataklıklardan vadilere geçti, ormanlara girdi ve bu işi

elli yedi yıl sürdürdü. Bu notlardan en sonuncusunu ise ölmeden önceki gece kaleme almıştı.

İşte bu azimdir. Ve bu tür bir azim, atmosferde gözlemlediği gazların onu atom teorisini formüle etmesini sağlayarak karşılığını verdi.

Dalton, Sir Isaac Newton'un çalışmalarını incelediğinde atomları öğrendi. Dalton'dan yaklaşık bir asırdan daha kısa bir süre önce Newton, dünyadaki bağların nasıl işlediğiyle birlikte gezegenlerin ve yıldızların hareket etme şeklini açıklamak ve tahmin etmek için "Parçacık Felsefesi'ni" kullandı. Dalton da Boyle'yi okumuştı ve onun atomları hakkında çok şey duymuştu. Hatta Demokritus, Epikür ve Lükreitus gibi antik atomculara aşinaydı.

Fakat bu adamların hiçbiri, atom var olmasına rağmen atomu *görmemişlerdi*, atom onların görebileceğinden çok fazla küçüktü. Ve bu adamların hiçbiri atomların varlığını *kanıtlayamamıştı*. Bu yüzden bu adamların hiçbiri Bay John Dalton gibi pratik bir kişiliğe sahip olamadı.

Dolayısıyla Dalton atomların varlığına inanırken bu inancını çok daha sağlam temellere dayandırmak istiyordu. Dalton'un teorisinde neyin eski neyin yeni olduğunu görmek istersek bu temelleri nasıl oluşturmaya çalıştığını görürüz.

Danton bütün maddelerin, küçük veya büyük bütün fiziksel "varlıkların" katı, bölünemez, bozulamaz atomlardan meydana geldiğini ileri sürdü. (onları gös-

termek için küçük bir ahşap küre kullandı.) Ama bu yeni bir şey değildi. Eski ya da yeni bütün atomcular bunu düşünmüşlerdi.

Elementler kadar çok farklı atom çeşidi bulunduğunu ileri sürdü. Ona göre kendi zamanında yaklaşık elli taneydi.

Bu yeni bir şeydi, hem eski hem de yeni atomcular bütün atomların aynı evrensel “maddeden” meydana geldiğini ve yalnızca şekil ve boyut olarak farklılaştığını düşünüyorlardı. Fakat Dalton, hidrojen, oksijen, kükürt atomlarının olduğunu düşünüyordu ve seriye bu şekilde devam ediyordu.



Dalton, farklı atomları ve bileşimdeki kombinasyonlarını göstermek için bir sembol sistemi geliştirdi.

Kimyasal kombinasyonların ağırlıkça tam sayı oranlarında (Proust tarafından bize verilen Sabit Oranlar Yasası) meydana gelmesinin nedeninin, tam sayıların en nihayetinde elbette aynı atomlar için... sabit kalması olduğunu da düşünüyordu.

O halde Bay Dalton'a, "Sayın Bayım, karbon oksitte olduğu gibi neden karbonik asitte de ağırlıkça tam

olarak iki katı oksijen bulunuyor?” diye sorsaydınız şöyle cevap verecekti, “Çok basit. Çünkü karbonik asitte iki katı oksijen atomu var.”

Buna, Dalton’un kendi kelimeleriyle “Aynı elementlerden meydana gelen iki veya daha fazla bileşik oluşumunda ikinci elementin sabit ağırlığıyla birleşen bir elementin ağırlığı 2’ye 1, 3’e 1, 3’e 2 veya 4’e 3 gibi küçük tam sayılar oranındadır,” diye ifade ettiği, Katlı Oranlar Yasası denir.

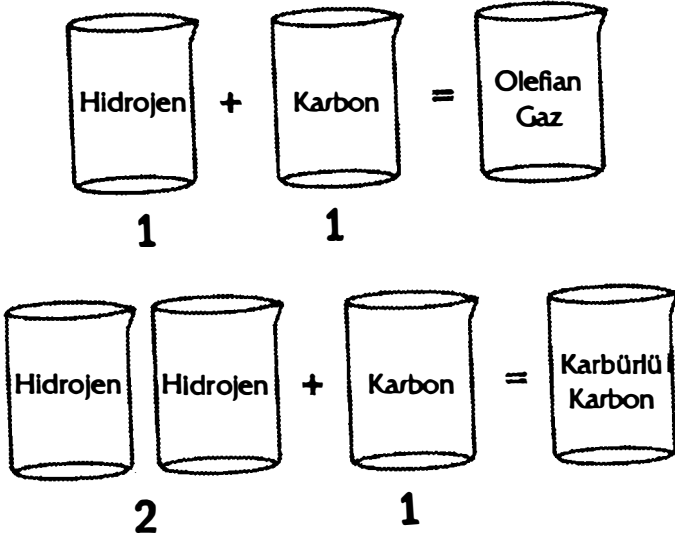
Hatta Danton buradan hareketle atomları *tartabileceğini* de düşündü. Bu, çok çok yeni bir şeydi ve hayal edilmesi bile mümkün görünmüyordu.

Bu son iki noktaya daha yakından bakalım.

Proust’un, aynı elementlerden meydana gelen kimyasal bileşiklerin çok kesin formüllere dayandığını ve aynı şekilde tam sayı çarpanlarıyla meydana geleşini bulduğunu da hatırlıyoruz.

Dalton, formüllerin neden bu kadar kesin olduklarını açıklamaya çalıştı. Burada Dalton’un, bugün sahip olduğumuz CH_4 ya da C_2H_4 gibi kimyasal formülleri görmediğini de hatırlamalıyız. (Bununla birlikte biz ilk formülün bir karbon atomuna ve dört hidrojen atomuna, ikinci formülünse iki karbon ve dört hidrojen atomuna sahip olduğunu hemen söyleyebiliriz.) Bu semboller, Dalton’un teorisinden *dolayı* keşfedildi. Hepsi, kendi zamanında “karbürlü karbon” ve “olefian gaz” gibi kendisinin kullandığı kimyasal isimlerdi.

Proust gibi Dalton da iki elementin iki farklı kimyasal bileşimi oluşturmak için bir araya gelebileceğini fark etti. Örneğin Dalton, karbon ve hidrojenin olefin gazları oluşturabildiğini fakat hidrojen iki katına çıkarsa başka bir şey, yani karbürlü karbon elde ettiğini anladı.



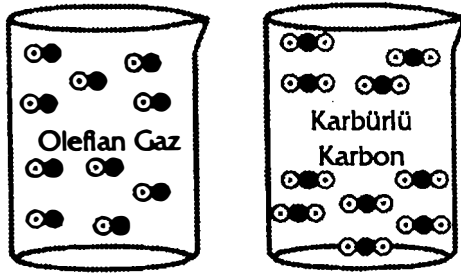
Hmmm, diye düşündü Dalton, bu ne anlama geliyor?

Ve bunu defterine şöyle not etti: ●◎ olefin gaz.

Ve sonra da şunu not etti: ◎●◎ karbürlü karbon.

İç dolu siyah nokta, Dalton'un karbon, içi noktalı beyaz daire ise Dalton'un hidrojen atomu için kullandığı semboldü. Bunları birbirinin yanına koyduğunda

atomların, bileşikteki elementler gibi bağılı olduğu anlamına geliyordu. Dalton, büyük bir kavanoz dolusu “karbürlü hidrojen” bileşiğinin binlerce, belki de milyonlarca molekülden meydana geldiğini ve kavanoz eşit miktarda atom ile doldurulursa aynı cam kavanozda iki katı molekül olacağını söyledi. Ona inanmıyorsanız o halde kendiniz sayın:



Hala atomu görmemiş olsa bile büyük bir inançla attığı bu adım, kimya için ileriye doğru atılan devasa bir adımdı. Bu adım, kimyasal kombinasyonların neden bu kadar çok düzenli olduğunu açıklıyordu. Aynı elementlerden meydana gelen farklı bileşikler atom numarasıyla farklılaşmaktaydı. Diyebiliriz ki her atom bir tamsayı için sabit kalmaktadır. Örneğin bugün bu yüzden metan için CH_4 ve eten için C_2H_4 yazıyoruz.

Fakat -bunu söylediğimiz için bizl bağışlayın Bay Dalton- olayları doğru yöne koymada Dalton bunları yanlış yönlendirdi. Olefin gaz bugün “eten” olarak ve karbürlü hidrojen “metan” olarak adlandırılmaktadır.

Yanlış olan neydi? Dalton, karbürlü hidrojenin (metan, CH_4) olefian gazda (eten, C_2H_4) olduğu gibi iki kat hidrojene sahipti. Fakat modern formüllerimize bakarsanız her ikisinin de aynı miktarda sabit hidrojen atomuna sahip olduğunu görebilirsiniz: dört. İşin gerçeği, olefian gaz (eten) yarım hidrojene değil *iki kat* karbona sahipti.

Daha da önemlisi bütün bileşiklerdeki toplam atom sayısını yanlış hesaplamıştı. Olefian gaz (eten, C_2H_4), Dalton'un düşündüğü gibi bir karbon ve bir hidrojen atomuna değil aslında iki karbon atomuna ve dört hidrojen atomuna sahipti. Ve karbürlü hidrojen (metan, CH_4), bir karbon ve iki hidrojen atomuna değil bir karbon ve dört hidrojen atomuna sahipti.

O halde Dalton'un doğru yaptığını ama yanlış ilerlediğini ya da yanlış yaptığını ama doğru ilerlediğini söyleyebiliriz. Ancak her iki durumda da kendi zamanına göre bileşikleri tam olarak doğru elde edemese bile Dalton'un atomculuk hakkındaki genel düşünceleri, Periyodik Tablo'da ve formüller görüldüğü şekliyle kimyanın farklı atom şartlarında elementleri dikkate almasına yol açmıştır.

Bu nedenle Dalton'un her durumda yanlış atom numaralarını almasına neyin sebep olduğunu sormalıyız. Bir sonraki bölümde de göreceğimiz gibi bileşiklerdeki ayrı elementlerin her birinin *ağırlığıyla* atom numaralarını belirlemeye çalışmada hatalar olmuştur.

Ancak bunu söylerken ağırlığı kullanmanın, yalnız-

ca hataya yol açabilecek kötü bir fikir olduğuna dair bir sonuca varmamalıyız. Aslında bu çok iyi bir fikirdi ve ağırlığı kullanma sorununun düzeltilmesine neden oldu! Bazen ormanda yolu bulmanın tek yolu dolambaçlı bir patikadır. O halde şimdi hemen önemli bir patikayı takip edelim.

Dalton, atomların bir ağırlığının olması gerektiğini düşündü. Ama nasıl, onları nasıl tartabilirdi ki?

6 C Karbon 12.0107	7 N Azot 14.00647	8 O Oksijen 15.9994
-----------------------------	----------------------------	------------------------------

Günümüzde Periyodik Tablodaki atom ağırlığı

Bu çok küçük nesneleri teraziye koyamayacağını biliyordu ama onların *görelî* ağırlığını belirleyebilirdi. Ve atomların görelî ağırlıkları, Dalton'un onları hesapladığı kadar kesin bir şekilde ortaya çıkmasa bile; Periyodik Tablo'ya göz atarsak "Atom Ağırlığını" görebiliriz. O halde Dalton atomları *–en azından dolaylı olarak–* "tartmaya" çalışmasaydı bugün bir Periyodik Tablo olmayacaktı.

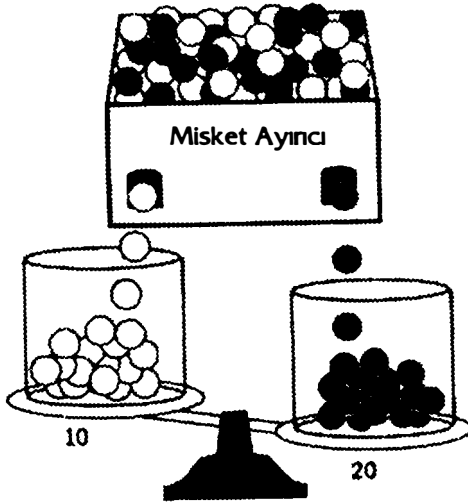
Peki bunu nasıl yaptı? Ve *görelî* ağırlık nedir?

Muhtemel en küçük, hatta ağırlık olarak ya da birer birer sayılamayacak kadar küçük ve çok siyah ve beyaz misketlerin bulunabileceği büyük bir kutu düşü-

nün. Bütün bildiğiniz, her beyaz miskete karşılık bir siyah misketin olduğuydu.

Bütün beyaz misketleri bir kovaya, bütün siyah misketleri ise başka bir kovaya doldurabilecek sihirli bir misket ayıncınız olduğunu da hayal edin. Söylediğimiz şekilde misketler ağırlık olarak ve doğrudan sayılamayacak şekilde çok küçük ve çok fazlaysa bunları dolaylı yoldan sayabilir miydiniz?

Evet, yapabiliirdiniz. Beyaz misketle dolu kovanın 45 kilogram ve siyah misketle dolu kovanın ise 90 kilogram olduğunu düşünün. Beyaz misketlerin sayısının siyahlarınkine denk geldiğini bildiğinizden her siyah misketin, beyaz misketlere göre iki kat daha ağır olması gerektiğini bilirsiniz.



Her beyaz misket için yalnızca bir siyah misket vardır.

Beyaz misketin ağırlığının ne kadar olduğunu bilmiyorsunuz ama siyah misketin beyaz miskete göre ağırlığını biliyorsunuz. Bu, görelî ağırlığa bir örnektir.

Dalton, atomlar için de aynı yolu takip etti. Onun sembollerini kullanacağız. Suyun atomik formülünün $\odot\odot$ olduğunu biliyorsak ve kavanozda belli bir miktar varsa bütün $\odot$ 'ları $\odot$ 'dan ayırabilir ve her birini tartabiliriz. Şimdi yukarıda da gördüğümüz gibi Dalton, hidrojeni simgelemek için $\odot$ kullandı ve hidrojen en hafif elementti, Dalton her şeyi hidrojene göre tarttı. Hidrojeni de yukarıda beyaz miskette kullandığımız gibi aynı şekilde kullandı! Diğer sembol olan $\bullet$ oksijen için kullanılan semboldü.

Böylece oksijen ve hidrojenin görelî ağırlıklarının hesaplaması oldukça basitti. Dalton, o sırada elinde bulunan sudaki hidrojen ve oksijen miktarı için en iyi ölçümü kullandı. Lavoisier'e göre su ağırlık olarak % 15 hidrojen, % 85 oksijenden meydana geliyordu. Ve bu yüzden Dalton 85'i 15'e böldü ve oksijen atomunun ağırlığının hidrojen atomunununkinden 5.5 defa fazla olduğunu açıkladı! Daha sonra Dalton, suyun ağırlıkça 12.6 birim hidrojen ve 87.4 birim oksijenden meydana geldiğini bulan başka bir kimyagerin, Joseph Gay-Lussac'ın çok daha kesin olan rakamlarını kullandı ve böylece Dalton, görelî ağırlığı 7'ye yuvarladığı 6.94 olarak buldu.

Daha sonra tartma işlemini diğer bileşiklerle yaptı ve hidrojenle bağlantılı olarak diğer elementlerin ağır-

lığını belirledi ve bütün hayatı boyunca bu atom ağırlıklarını tekrar tekrar hesapladı.

Çok zekice!

Fakat *–bizi yine bağışlayın Bay Dalton–* bu, doğru bir düşünce olmasına rağmen çok kesin değildi. Kimyagerler, yakın zamanda suyun bir değil iki hidrojen-den meydana geldiğini buldular ve çok daha kesin biçimde ölçme yolunu da buldular. Bay Dalton'un hesaplamaları artık kullanılmasıda ölçüm yolu hakkındaki *düşünceleri*, bizi en nihayetinde Periyodik Tablo'da gördüğümüz atom ağırlıklarına götürdü.

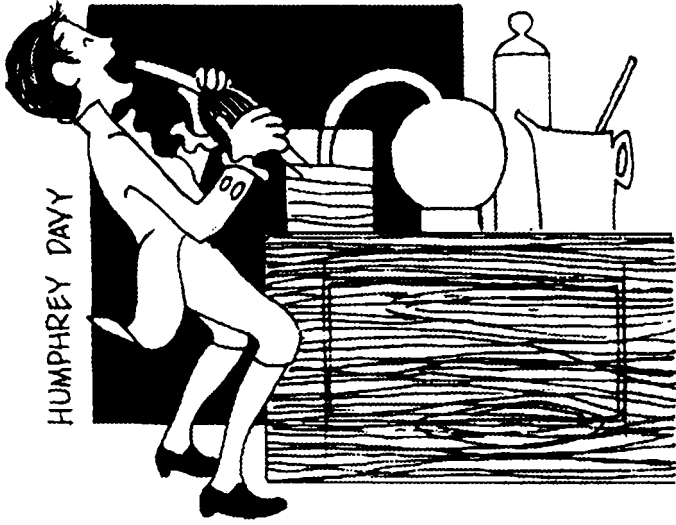
Son olarak Bay Dalton'un sembollerinin de artık bizlerle birlikte olmadığını fark ediyorsunuz. Hiçbir kimyager onun nokta sembollerini kullanmıyor fakat bir elementin genel adını kullanmaktan ziyade onun *atomlarını* temsil etmek için sembolleri kullanma düşüncesi bugün hâlâ bizlerle birlikte. Bu tür semboller, kimyagerlerin her türlü karmaşık kimyasal reaksiyonu göstermesine ve kısa yoldan formülleri yazmasına olanak sağlamaktadır.

Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) adında bir adam atomları harflerle göstermeyi düşündü. Oksijen için O, karbon için C, kobalt için Co, kükürt için S vesaire düşüncesini bize veren oydu. Fakat 1813 yılında Berzelius kimyagerlere, kimyasalları sembolize etmek için en iyi yolun bu olduğunu söylemesine rağmen kimyagerlerin bu harf sembollerini bir kaç istisna dışında kabul etmesi ve düzenli olarak kullanması için yaklaşık bir el-

İl yılın geçmesi gerekecekti. İşte bunlar bugün bizim kullandığımız sembollerdir.

Ancak Dalton Berzelius'un harf sembollerinden hoşlanmadı. En azından beğenmedi. Aslında onlardan nefret ediyordu! "Berzelius'un sembolleri korkunç," diye bağırdı. Hatta aynı yıl kendisini ziyarete gelen birisiyle Berzelius'un sembolleri hakkında tartışırken çok kızmış ve ona vurmuştu!

Yine de kazanan Berzelius'un sembolleri oldu. Bu anlaşmazlıklarına rağmen Dalton ve Berzelius'u bir arada tutarsak günümüzün Periyodik Tablo'suna çok daha fazla yaklaşmış olacağız. Fakat yaklaşmak ona ulaşmaktan farklıdır. O halde bir sonraki aşamamıza geçelim.



Şaşırtıcı Bay Davy

Bir önceki bölümde kimyasal buluş yapma yarışında kaplumbağaların ve tavşanların olduğunu söylemiştik. Bay Dalton bir kaplumbağaydı. Şimdi ise bir tavşanla tanışacağız, İngiltere’de Cornwall yurttışı olan atılgan ve daha çok şaşırtıcı Sir Humphry Davy (1778-1829).

Dalton gibi Davy de yoksuldu. Belki amcası vasiyetini imzalayarak bırakmış olsaydı onlarda zengin olabilirlerdi. Ama amcasının bu hatasından dolayı Davy’nin babası ve dolayısıyla genç Humphry Davy de yoksul kalmıştı.

Fakat genç Humphry neredeyse beş parasız bir çiftçinin hayatından tatmın olmayacaktı. Cerrah ve eczacı olan Bay John Borlase'nin yanına çırak olarak gitti. Fakat Bay Davy'in eline, Lavolsier'in *Kimyanın Elementleri* adlı eserinin bir kopyası geçtiğinden artık onun için doktorluğun bir anlamı kalmamıştı. Kısa bir süre sonra Davy, patlayıcı deneyleri yapma alışkanlığı yüzünden Bay Borlase'nin hizmetinden de kovulacaktı.



HUMPHREY DAVY

Davy, kovulduktan sonra son zamanlarda üretilen veya keşfedilen gazların tıbbi yararları olabileceğine dair kendisini ikna eden Bay Thomas Beddoes ile tanıştı. Beddoes, Pnömatik Enstitüsü'nü kurmuştu ve Davy'i kendisine asistan olması konusunda da ikna etmişti.

Kimya bilgisini araştırmada kendi güvenliğini aptallık derecesinde tehlikeye atan Davy'nin cesareti ise neredeyse onun erken ölümüyle sona eriyordu. Bazıları neredeyse onun boğulmasına neden olacak bir sü-rü gaz soluyarak enstitü için oldukça tehlikeli deneyler yapıyordu.

En ünlü buluşu veya en azından ona ilk ününü getiren keşfi; azot oksidi solumanın oldukça garip etkileri olmasıydı. "Göğüsten ekstremitelere doğru neredeyse hemen bir heyecan meydana geldi," dedi Davy. Peki azot oksidin daha popüler olan adı nedir, biliyor musunuz? Tabiki "Gülme gazı."

Saf oksijen solumanın insanlann yaşamlarını “hızlandırdığını” düşünen Bay Priestley’in aksine Bay Davy, tuhaf fiziksel etkilerinden dolayı yalnızca azot oksit kullanımını teşvik ederek çok mutlu olmuştu ve yakında oldukça ünlü olacaktı.

Fakat Davy’nin önünde gülme gazından daha ciddi şeyler de vardı. 1800 yılında azot oksit hakkındaki araştırmalarını yayınladığı yıl Alessandro Volta (1745-1827), tuzlu suya batırılan kurutma kağıdıyla ayrılan gümüş ve çinko plakaların *pilden* sürekli bir elektrik akımı ürettiğini açıklayan çalışmasını yayınladı. Daha büyük pil, daha güçlü akım demektir.

Şimdi değişken metali bu büyük volta pillerinin, bugünkü adıyla pillerin, daha fazla elementin keşfine ek olarak Periyodik Tablo’nun düzenine hükmeden daha derin sırların keşfine de yol açmıştır. Bu sayede elementlerin kimyasal bileşikler üzerinde çok hayati bir etkiye sahip olduğu görüldü. Elektrik akımı kimyasal bileşikler ayrıştırıyordu.

Yakın zamanda teller vasıtasıyla pilden gelen elektrik akımı suya uygulandığında suyun da hidrojene ve oksijene ayrıştığı; hidrojenin negatif kutba oksijenin ise pozitif kutba gittiği bulundu!

Davy, Volta pilini çeşitli minerallere uyguladı, akımın bu mineralleri alkalilere (veya bazlara) ve asitlere ayrıştırdığını buldu. Alkaliler negatif kutba asitler ise pozitif kutba gidiyordu.

Davy, belki de alkalilerin, kimyagerlerin bütün giri-

şimlerine rağmen ayrılmayanların ayrışması karşısında “şaşırabiliriz” diye düşündü. Ve bu inatçı alkalileri ayırştırmak için bunları, eskiden kale kapılarını açmak amacıyla kullanılan koç başı gibi elinde tuttuğu Volta pillerini kullandı.

Önce birçok insanın element olduğunu düşündüğü potasla işe başladı. Davy, volta pilini nemlendirilmiş kostik potasa yani potasyum hidroksite taktı. Kısa süre sonra Davy, negatif kutupta meydana gelen civaya benzer “yüksek metalik parlaklığa sahip küçük kürecikler”den bahsedecekti. Neşesine hakim olamıyordu. Kuzenin ve asistanının daha sonra bildirdiğine göre “aslında coşkun bir şekilde odada dans ediyordu ve deneyine devam edebilmesi amacıyla toparlanması için ona çok az bir süre yetiyordu.”

Ve bu yeni metalik elemente *potasyum* (K) adını verdi.

İki gün sonra başka bir alkali olan kostik sodayı ayırştırmayı başardı ve *sodyum* (Na) adını verdiği başka bir metalik element keşfetti.

Bir sonraki yıl magneze, kirece (ya da calx’a), strontite ve barite elektrik yükledi, böylece magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), stronsiyum (Sr) ile baryum (Ba) adını verdiği diğer metalik elementleri keşfetti.

Davy, Lavoisier’in bir tür asidin, oksijenden meydana geldiğini düşündüğü muriyatik asidin aslında element olup olmadığını ispatlamak için de volta pili ni kullandı. Ne kadar uğraşırsa uğraşsın elektrik akı-

mıyla muriyatik diğ er adıyla hidro klorik asidi g rd . Bunun bir element olduğ unu a ıkladı ve buna *klor* (Cl) adını verdi.

Kesinlikle bu elementlerin ke  i b y k bir olaydı fakat daha b y k bir ke  if hen z sırada bekliyordu. Bile  ikler  zerinde elektriğ in etkisi, elektrik akımı kimyasal bağlan    z ğ nden kimyasal bağlanın kendilerinin de bir  ekilde doğ al olarak elektriğ e sahip olması gerektiğ i konusunda Davy'i   pheyeye d    rd . Elektroliz, yani bile  ikleri ayr  tırmak i in elektrik akımının kullanılması elementlerin ve bile  iklerin negatif veya pozitif kutba gitmesine neden oluyorsa, elementlerin *kendilerinin* de bir  ekilde elektriksel olarak negatif veya pozitif olması gerek diye d    nd  Davy.

Davy'nin   phesinin ne kadar doğ ru olduğ unu g rmek i in bir asır daha ge mesi gerekecekti. G receğ imiz gibi elementlerin kendi yapısı ve Periyodik Tablo'daki konumları bu gizemli elektrik y klerinden kaynaklanmaktaydı.

Ama sabırlı olmalıyız. Bay Davy'nin ke  ifleri kadar harika, kimyanın ilerlemesinden  nce a ıklanması gereken bir  a ırma karma ası da vardı.  imdi ise oraya gidiyoruz.



JOSEPH LOUIS
GAY-LUSSAC



Guy-Lussac ve Avogadro Sayısının İmdada Yetişmesi!

şimdi Bay Dalton'a d6nelim, tam olaylar açıklığa kavuşmuş gibi g6r6n6rken tekrar bataklığa saplanmışlardı. John Dalton'un kesinlikle doğru yolda olduğunu ama nesneleri doğru yola sokarken –g6reli atom ağırlığını oluştururken– yalnızca atom ağırlıkları değil aynı zamanda tartmaya çalıştığı atomların sayısı hakkında da hata yaptı.

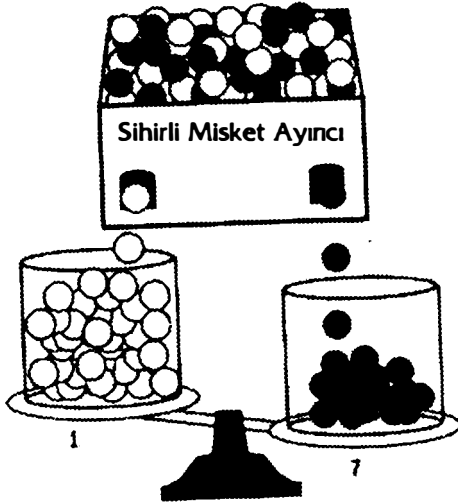
Birçok olay bu yoldan ilerlerken bir hata diğerini daha kötü bir hâle getiriyordu. XIX. yüzyılın başlarında Dalton'un zamanında bileşikteki elementlerin tartılması temelde çok doğru değildi. Ve bir elementin –*örneğin oksijenin*– görelî ağırlığında belirsizlik olursa bu hatalar ilkinе bağılı olan diğer bütün hesaplamalara taşınacaktır. İşte, tam olarak olan da buydu.

Örneğin; Dalton'un yaptığı gibi hidrojenden ve oksijenden meydana gelen suyun içindeki oksijenin görelî ağırlığını 7 olarak hesaplar ve *bunu* karbonik asitteki karbonun ağırlığını hesaplamak için kullanırsak oksijenle yapılan hata karbonun görelî ağırlığına da taşınmış olur.

Aritmetikte olduğu gibi yanlış hesaplamalar, devrilen domino taşları gibi diğer bütün hesaplamalar boyunca devam eder.

Görelî ağırlığın hesaplanmasında belirsizliğin önemli bir bölümü daha ciddi bir sorun olan diğerinden kaynaklanmıştır. Dalton'un ki gibi bileşikte atomların sayısı hakkında hata yaparsanız bu hata, aynı şekilde diğer bütün hesaplamalarda devam edecektir. Hepsinden kötüsü bileşiklerdeki elementleri tartmada da belirsizlikler meydana getirecektir!

Örneğin Dalton suyun *bir* atom hidrojen ve *bir* atom oksijenden meydana geldiğini düşündüğünden oksijenin görelî ağırlığını yanlış hesapladı. Şimdiki bilgimize göre su bir değil *iki* hidrojen atomundan meydana gelmektedir.



**Bir siyah misketin
beyaz misketten
yeddi kat daha
ağır olduğunu
düşünebilir misiniz?**

Bay Dalton'un hatasını anlamak için görece atom ağırlığının nasıl hesaplandığını anlamamıza yardımcı olan sihirli misket ayırıcısına geri dönelim. Siyah ve beyaz misketlerin görülemeyecek veya ayrı ayrı sayılamayacak kadar küçük olduğunu hatırlayın. Şimdi ayırıcının siyah ve beyaz misketleri şu sonuca göre ayırdığını farz edelim: beyaz misket kovası 1 kg ve siyah misket kovası ise 7 kg ağırlığında.

Siyah misketlerin ağırlığının beyaz misketin ağırlığına göre yedi kat olduğu sonucuna varabilir misiniz?

Cevap hayır. Neden?

Her kovada *aynı* sayıda misket olduğunu düşünemezsiniz. Görülemeyecek kadar küçük olduklarını hatırlayın.

Bir kovada gerçekten yüz beyaz misket ve diğerinde ise yüz siyah misket varsa siyah misketin ağırlığının beyaz misketin ağırlığına göre yedi kat olduğu sonucuna varabilirsiniz.

Fakat bir kovada iki yüz beyaz misket ve diğerinde ise yüz siyah misket varsa ne bulmuş olursunuz? *O halde* siyah misketlerin görelî ağırlığı ne olur?

Beyaz misketler, siyah misketlerin ağırlığı bunun *iki katı* kadardır demekle anlamına gelen düşündüğünüzün $1/2$ ağırlığındadır. *O halde* siyah misketin ağırlığı yedi yerine on dört kat olmalıdır.

Su örneğine geri dönersek, Dalton'un hatası, suda sadece 1 hidrojen atomu olduğunu *düşünmesiydi*. Şimdiki bilgimize göre suda gerçekte 2 hidrojen atomu bulunmaktadır. Bu hidrojen atomunun gerçek ağırlığı Dalton'un düşündüğünün yansı kadardır. Bu durum, oksijen atomunun iki kat ağır olduğunu söylemekle eş değerdir. Bu sayede oksijen için hesaplanan 14 görelî ağırlığı, bugün kullandığımız 15.9994 görelî ağırlığa çok daha yakındır.

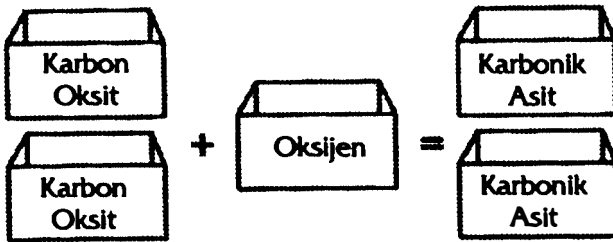
Biz şimdiki duruma bakıyoruz. Oysa o dönemde bu durum o kadar net değildi. Her iki sorun da *-daha iyi tartma teknikleri ve bileşikte her elementin atom sayısını doğru kavrayarak- çözülmeliydi*. Bunların yapılması ise neredeyse elli yıl sürdü. Bu süre zarfında kimyagerler elementler için her türlü ağırlığı kullandılar ve bileşiklerdeki atomların sayısı hakkında hemfikir olamadılar. Olaylar daha karmaşık hale geliyor, kimya-

gerler birbirleriyle konuşturlarken gerçekten sorun yaşıyorlardı.

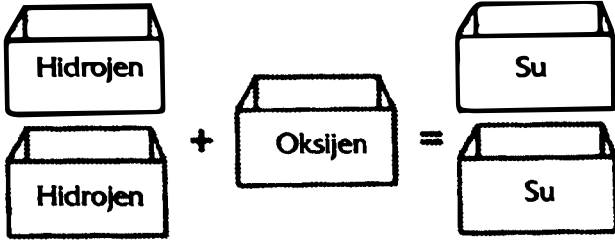
Bu olayları düzenlemeye yardımcı olan kişi Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850) adında bir Fransızdı. Aslında Bay Gay-Lussac, Dalton'un ünlü *Yeni Kimya Felsefesi Sistemi* adlı çalışmasını yayınladığı yıl olan 1808'de olayları açıklığa kavuşturmayaya yardımcı olan çalışmasını yayınlamıştı. Fakat bilim tarihinde birden fazla sorun var gibi görüldüğünden cevap henüz bir cevap gibi görünmüyordu, çünkü kimyagerler soruları tam olarak doğru şekilde sormak için zorluklarla yeterince uzun süre boğuşmamışlardı.

Gay-Lussac ne keşfetmişti? Bay Gay-Lussac, gaz hacimlerinin birleştirilmesine çalıştı. Burada ağırlıklarla değil de Danton gibi *Hacimlerle* çalıştığına dikkat edin. Proust'un gözlemlerini hatırlatan bir şey keşfetti. Gaz hacimlerinin birleştirilmesinin her zaman tam sayılara döndüğünü fark etti.

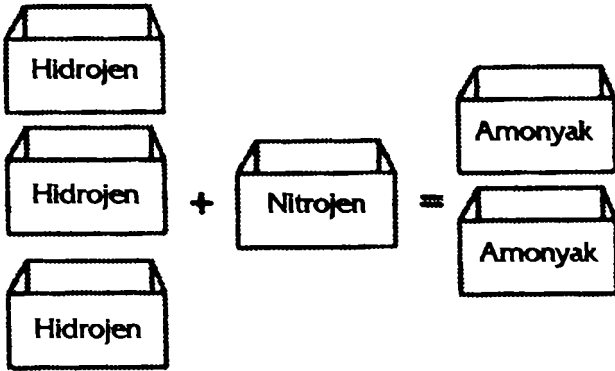
2 hacim karbon oksidin 2 hacim karbonik asidi meydana getirmek için 1 hacim oksijenle birleştiğini keşfetti.



2 hacim hidrojen ve 1 hacim oksijenin (gazın gaz şekli olan buhar formunda) 2 hacim su meydana getirdiğini fark etti.

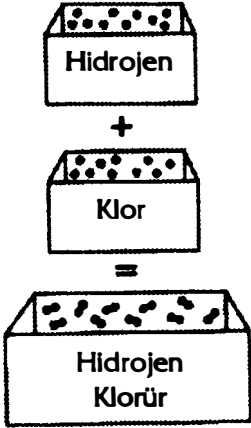


3 hacim hidrojen ve 1 hacim azotun 2 hacim amonyak meydana getirdiğini gözlemledi.



Hepsi tam sayılar. Karbonik asitte 1 hacim oksijenden biraz daha fazla veya suda 2 hacim hidrojenin biraz altında değil veya amonyakta azot hacmi 1.12593032 de değil, kesinlikle 1, 2 ve 1. Hepsi tam sayı. Çok garip.

Ayrıca bu, kimyagerlerin benzer sıcaklık ve basınç altında eşit hacimde farklı gazların *aynı* sayıda parçacık içerip içermediğini merak etmesine yol açacaktı.



İki eşit hacim, kendi hacimlerinin iki katını meydana getirmek için birleşir.

Şu halde aynı zamanda “oksijenli muriyatik asit” olarak adlandırılan 1 hacim hidrojene ve 1 hacim kloru sahipsensiz ve bunlar 2 hacim hidrojen klorür oluşturuyorlarsa kesinlikle klor atomlarına eşit hacimde hidrojen sayısına sahip olacağını düşünebilirsiniz.

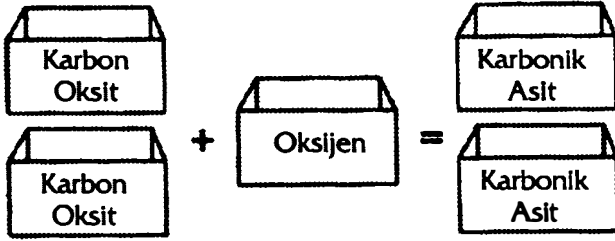
Fakat diğer elementler bu kadar düzenli bir şekilde eklenememişti.

Önceki örneklerimizden birine dönüp farklı gazların eşit hacminin *aynı* sayıda parçacık içereceğini düşünürseniz bu, şöyle olmalıdır:

1 hacim karbon oksit + 1 hacim oksijen = 2 hacim karbonik asit

Fakat aslında Guy-Lussac'ın bulduğu bu değildi. Onun bulduğu,

2 hacim karbon oksit + 1 hacim oksijen = 2 hacim karbonik asit



Gerçekte İtalyan bilim insanı Amedeo Avogadro (1776-1856) dışında hiç kimse Bay Gay-Lussac'ın deney sonuçlarını bu kadar anlamlı hâle getirememişti.

Amedeo Avogadro cevabını, Dalton'un kitabından ve Guy-Lussac'ın çalışmasından üç yıl sonra 1811 yılında yayınladı. Soruların cevabını haykırmıştı ama hiç kimse onu duymadı. Yaklaşık elli yıl sonra kimyagerler bütün sorunları ve muşibet kimyanın kanşıklıklarını uluslar arası toplantı adını verdikleri toplantıda ele aldıkları 1860 yılında bu cevabın önemini anlaanlayacaklardı. Burada Avogadro'nun cevabının önemini anlayan İtalyan, Stanislao Cannizzario (1826-1910), bunu diğer kimyagerlere açıklayan kısa bir kitapçık hazırlamıştı.



AMADEO
AVOGADRO

“Ahh, şimdi anlıyoruz!” dedi.

Kimyagerlerin vizyonunu açan Avogadro neyi açıklığa kavuşturdu? İki eşit hacimde gaz eşit sayıda atom içerir fakat bazı atomlar *çiftler* halinde hareket eder.

Biz, bütün problemlerimizi Gay-Lussac'ın birleşen gaz hacimleriyle çözüyorduk ve bütün problemleri de atom ağırlıklarıyla anlıyorduk! Dedi Avagadro.

Örneğin oksijenin çiftler halinde seyahat etmekten hoşlandığını fark etmemiz yukarıda açıklanan bu olayı daha anlamlı hâle getirmiştir. Örneğimize dönersek...

2 hacim karbon oksit + 1 hacim oksijen = 2 hacim karbonik asit

Ve modern sembollerle yazıldığında:



Her şey mükemmel bir şekilde toplanıyor.

1 hacim oksijende herkesin zannettiğinden iki kat daha fazla oksijen vardı. Bu yüzden her hacimde 1.000 CO'e sahip olsaydınız elinizde iki hacimde 2.000 CO olacaktı. Ve bir hacimde 1.000 O₂'e sahip olsaydınız elinizde gerçekte 2 x 1.000 oksijen atomu, 2.000 oksijen olacaktı. Toplam 2.000 CO'ı tam 2 hacim CO₂ oluşturmak için eşleştirmek yeterlidir!

Ve hidrojen ile azot amonyak oluşturmak için birleştiklerinde gördüğümüz gibi hidrojen de çiftler halinde dolaşmaktan hoşlanır.



Son olarak klor da çiftler halinde dolaşmaktan hoşlanır, dolayısıyla klor hidrojenle birleştğinde gerçekte olan şey şudur:



Bazı elementlerin çiftler halinde dolaştığı keşfedilince ve kimyagerler bileşiklerdeki ağırlıkla her elementin yüzdesini çok daha kesin olarak hesapladıklarında her şey yerine oturmuş oldu.

Su örneğine döndüğünde XIX. yüzyılda sudaki oksijen ve hidrojenin ağırlığı daha iyi hesaplanabilir hâle geldi. Suyun % 88.8'nin oksijen ve % 11.2'sinin hidrojen olduğunu buldular. Kimyagerlerin hidrojenle bağlantılı olarak oksijenin ağırlığına böldüklerini hatırlayın, 88.8'i, 11.2'ye bölersek 7.92857 (yuvarlanmış hali) sayısına ulaşınız. Fakat her su molekülünde *iki* hidrojen atomu ve bir oksijen atomunun bulunduğunu fark ettiğimizde *iki* hidrojen atomunun ağırlığın % 11.2'sini oluşturduğunu biliriz. O halde hidrojen atomu, bir oksijen atomunun *iki katı* ağırlığa sahip olduğunu söylemekle aynı anlamda bu miktarın _ ağırlığında olacaktır. Ve iki çarpı 7.92875 ise oksijenin bugünkü görece ağırlığı 15.9994'e çok yakın olan 15.8575 rakamına ulaşınız.

Suyun neden meydana geldiğini anlamanın bu kadar uzun sürmesi aslında çok ilginçtir, Thales kendisiyle gurur duymalı!

Kimyagerler Avogadro'nun görüşlerini kabul edip onları olayları sınıflandırmak için kullandıklarında elementlerin atom ağırlığı konusunda daha fazla anlaşılmaya vardılar ve bu anlaşma, atom ağırlıklarının daha doğru hesaplanabilmesini sağladı.

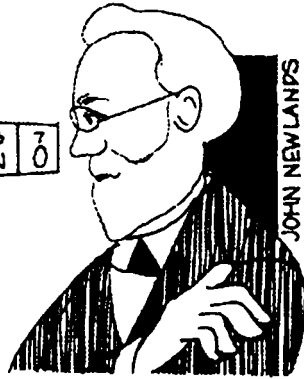
Şimdi modern Periyodik Tablo'ya çok daha yakınız ve elementleri belirli bir sıraya koymaya izin verecek olan hem daha devasa hem de daha basit bir sonraki adım hakkında bize bir ipucu bile fısıldayabilirsiniz.

Bütün elementlere sahipseniz ve her birinin bir atom ağırlığı varsa atom ağırlıkları için bir tür *şablonun* olup olmadığını merak ediyor musunuz? Bu entelektüel bir hazine gibi keşfedilmeyi bekleyen harika bir düzen mi acaba?



JOHANN DOBEREINER

1 H	2 Li	3 Be	4 B	5 C	6 N	7 O
8 F						



JOHN NEWLANDS

Olaylar Yerine Oturuyor: Üçlüler ve Sekizliler

Bazen kimyagerler ilerlemeye çalışırken her şey daha kaşık ve düzensiz hale gelir. Bazen bilim insanları, tahmin ettikleri düzenin ötesinde bir düzen bulurlar. Böyle zamanlar, birkaç değerli taş için kazıya giderken Firavunun gizli hazinesini bulmuş gibi bilim adamlarının korku ve hayranlıkla kaşık bir saygı ile merak duymasına yol açar.

İşte bu, kimyagerlerin, çeşitli elementlerin atom ağırlıklarında şablonlarına bakmaya başladıklarında

başlarına gelen şeydir. Onlar her insanın yapacağı hareketi yaptılar. İnsanlar, özellikle bilim insanları ve aynı zamanda felsefeciler, teologlar çok şüphelidirler. Olayların düzenli bir şekilde bir araya gelmediklerine dair derin bir sezgileri vardır, bütün bunların altında devam eden gizli bir ittifak, büyük bir düzen ittifakı bulunduğuna dair garip hisleri bulunur. Bu yüzden kimyagerler de *(Aristo'nun çok önceden söylediği gibi)* bilimin başlangıcından beri hep merak içindeydi.

Ve kimyagerler, ileride herhangi bir şeye yol açıp açmayacağını bilmeden elementler arasında şablonları aramaya başladılar, önce küçük sonra da daha büyük şablonları.

Johann Wolfgang Döbereiner, “üçlüler” olarak adlandırdığımız şeyi fark etti. Bu (yaklaşık olarak) üçünün en hafif ve en ağır olduğu anlamına gelen “orta” elementin atom ağırlıklarının bulunduğu üçlü element gruplarıydı.

Bunu açıklamak için önce üçlülerimizden birine bakalım: kalsiyum (Ca), stronsiyum (Sr) ve baryum (Ba). Döbereiner'in kullandığı ağırlıklar kalsiyum 27.5, stronsiyum (yaklaşık) 50 ve baryum 72.5'ti. İki uç değeri topladıktan sonra ikiye bölerek $(27.5 + 72.5)$ elde edeceğimiz ortalama değer 47.25'tir. Şu halde kullandığı stronsiyumun yaklaşık atom ağırlığı 50'dir ve Döbereiner, özellikle diğer üçlülerini bulduğunda bunun mükemmel olduğunu düşündü. (Bunları dikey olarak sıraya koyacağız.)

1. Ca	1. Lityum (Li)	1. Kükürt (S)	1 Klor (Cl)
2. Sr	2. Sodyum (Na)	2. Selenyum (Se)	2. Brom (Br)
3. Ba	3. Potasyum (K)	3. Tellür (Te)	3. İyot (I)

Döbereiner bir altın madenine düştüğünün farkında değildi. Bugün Periyodik Tablo'ya bakarsanız üçlülerinin dikey sırada ilerlediğini görebilirsiniz! Tablomuzda dikey sıralara *gruplar* ve yatay sıralara *periyotlar* denir, bu yüzden bugün kullandığımız terim buradan kaynaklanmaktadır.) Li, Na ve K, hidrojenin (H) hemen altında çok düzenli bir şekilde sıralanmışlardır. Berilyumun (Be) üstte olduğu hemen yanındaki dikey sırada veya grupta (Mg) Magnezyum'dan sonra; Ca, Sr, Ba'un elbisedeki düğmeler gibi sıralandığını görürüz! Sonra Tablonun sağ tarafına, oksijenle (O) başlayan ve hemen sağında tamamen diğerleri gibi güzel bir şekilde dizilmiş gruba doğru geçerek S, Se ve Te bulacaksınız. S'nin yanında bulunan sonraki gruba giderseniz Cl ve altında Br ve I bulacaksınız. Gerçekten muhteşem!

Ancak Döbereiner'in hesaplamalarının, Avogadro'nun görüşleriyle düzeltilmeden *önceki* atom ağırlıkları temelinde yapılmış olduğuna unutmamak gerek. Fakat ilginçtir ki Döbereiner, *yanlış* hesaplamalarla bile *doğru* ilişkileri bulmuştur. İlk üçlememize dönersek bugün kalsiyumun kabul edilen atom ağırlığı (27.5 değil) 40.08 ve baryumun atom ağırlığı ise (72.5 değil) 137.34'tür. Bu ikisinin ortalaması ise, stronsiyu-

mun bugün kabul edilen ağırlığı 87.62'ye yakın olan 88.71' çıkacaktır. Yukanda belirtilen diğer üçlemeler de oldukça iyi çalışmaktadır. Böylece kullandığı atom ağırlıklarının düzeltilmeye ihtiyacı olsa bile doğru *ilişkiyi* fark etti. Böyle güzel hesaplamalar tablomuzun her yerinde işe yaramamaktadır!

Bu yüzden Döbereiner'in keşfi muhteşemdi. Aslında *—elementlerin sıralanışı gruplar ve periyotlar halinde bu kadar kesin şekilde—* bilinmediğinden dolayı Tablonun yapısının ne kadar muhteşem olduğunu bilmiyordu. Ancak çok iyi bir başlangıç yapmıştı.

Kimyagerler, daima elementlerin özelliklerindeki benzerliklerle atom ağırlıkları arasındaki şablonları arayarak diğer her türlü ilişkiyi bulmaya çalıştılar. Kimyagerlerin, daha sonra göreceğimiz gibi, bu tür şablonları bulmalarına olanak sağlayan en önemli ilerleme, Cannizzaro tarafından kullanılan ve atom ağırlıkları açısından bütün kaşıklıklara açıklık getiren Avogadro'nun diğer düşünceleriydi. XIX. yüzyılın ortasını biraz geçtikten sonra hassasiyetle atılan bu adımla birlikte büyük bir entelektüel bir adım daha geldi.

John Newland (1857-1898), ileriye doğru oldukça büyük bir *adım* attı: bilinen elementleri aldı ve artan atom ağırlıkları sırasında ve 1, 2, 3, 4 şeklinde numaralandırarak 51'e kadar bunları düzenledi. Bunu yaptığında oldukça garip bir şey fark etti: sıralamaya göre her 8. element *benzer (ya da en azından kabaca benzer)* özelliğe sahipti.

“Birinciden başlayarak sekizinci element müzikteki oktavda sekizinci nota, yani do, re, mi, fa, sol, la, si, do gibi birincisinin tekrarlanması gibi olduğundan buna Sekizliler Yasası adını verdi. Ya da harfler kullanıldığında piyanoda ortadaki C notasından başlayarak C, D, E, F, G, A, B, C gibi. Sekizinci her element, birinciyle benzer özellikleri paylaştığından bir tür tekrar olarak görünüyordu.

1866 yılında yayınlanan tabloya bir bakalım ve yalnızca ne kadar iyi düzenlediğini değil aynı zamanda farkında olmadan sırf artan ağırlıklarına göre elementleri *numaralandırarak* Periyodik Tablo düzeninin tam ortasına nasıl düştüğünü görürüz. Bay Newlands’ın tablosunu yana doğru kaydardım, böylece elementler bugünkü Tablomuzun yönünde ilerledi. Yalnızca haklı olduğu bölümü de ekledim! Ayrıca tablonun bütünü bu kadar doğru değildi.

VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII
1 H	2 Li	3 B	4 B	5 C	6 N	7 O
8 F	9 Na	10 Mg	11 Al	12 Si	13 P	14 S
15 Cl	16 K	17 Ca				

Her grubun üstüne Roma rakamı koyduğumuza fakat VII ile başlayıp I, II ile VI’ya kadar devam ettiğimize dikkat edin. Bunlar, Newlands’ın sayılan değildir,

tablonun üstüne bakarak bulacağınız bugün kullanılan grup sayılarıyla ilgilidir. Hidrojeni (H) çıkarıp bir tarafa koyarsak ve VII grubunu kaldırıp ait olduğu yere yerleştirirsek, onun yanında F ile birlikte VI grubunun sağında Tablomuzla şaşırtıcı bir benzerlik görürüz.

Yine Newlands'ın Sekizliler Yasası'nın keşfiyle getirdiği durum, yalnızca elementleri en hafifinden en ağırına doğru artan atom ağırlıklarına göre dizmek değil aynı zamanda her 8. elementin benzer özelliklerini görmektir. O halde hangi elementi seçerseniz seçin notalar gibi bir ölçekte ister aşağı ister yukarı doğru sayarsanız başladığınız elementin altında veya üstünde aynı grupta son bulursunuz.

Örneğin I. gruptaki (Li, Na ve K) bütün elementler metaldir ve hepsi de çok fazla reaktiftir. Diğer elementlere bağlanırlar ve doğada asla tek başlarına bulunmayacak şekilde hızla bileşik oluştururlar. Ayrıca bunların herhangi birisi üzerindeki su damlası, şiddetli bir reaksiyona, hatta patlamaya neden olacaktır! Bugün bu gruba Alkali Metaller diyoruz.

Aynı şekilde II. gruptaki bütün elementler de (Be, Mg, Ca) benzer özelliklere sahiptirler. Bunlar da metaldir ve oldukça reaktiftirler. Hidrojeni bir tarafa bırakırsak VII. gruptaki elementlere, tuzları, en ünlü sofraya tuzu NaCl sodyum klorürü oluşturmak için metallerle hemen bileşik yapmalarından dolayı "tuz oluşturan" anlamına gelen halojenler adı verilir.

Çok güzel! Şimdi Bay Newlands'ın kazayla yaptığı

keşfe gelelim. Bay Newlands, artan atom numaralarına göre elementleri *numaralandırarak* Periyodik Tablo'nun tam ortasına kazaen düşmüş oldu. Günümüzün tablosuna bakarsanız elementlerin 1 ile H'den başlamak ve atom numarası 109 olan Mt (meitnerium) elementine kadar devam etmek üzere yatay sıralar veya periyotlar halinde numaralandırıldığını görürsünüz. Bunlar *atom numaralandırır*. Bir sonraki bölümde de göreceğimiz gibi atom ağırlığı değil atom numarası, Tablonun harika düzeninin gerçek anahtarıdır. O zamanlarda hiç kimse, hatta Bay Newlands'ın kendisi bile, elementleri sadece bu şekilde numaralandırmanın Periyotlar Tablosu'nun gizemini açacak muhteşem bir anahtar olabileceğini görememiştir.

Bay Newlands'ın Sekizliler Yasasına dönelim; bunu halka açıkladığında hoş olmayan ya da en azından pek hoş olmayan bir tepkiyle karşılaştı. Yukarıda da bahsedildiği gibi tablonun yalnızca bir bölümüne, yaklaşık 1/3'üne sahiptik. Günümüzün kimyagerleri için bile bunun işareti, benzer olduğunu ileri sürdüğü tabloda kalan diğer elementlerin aslında tamamen benzer olmadığıydı.

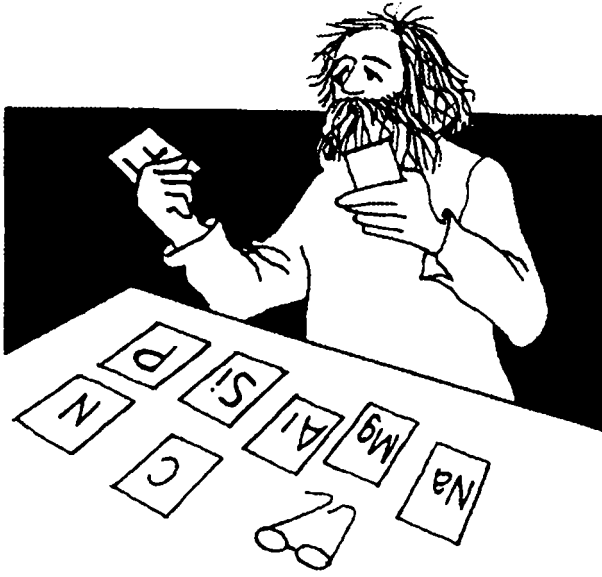
Yaptığı bir yorumla ün kazanmaya çalışan Carey Foster, Newlands'a bunun yerine elementleri alfabetik olarak düzenlemeyi düşünüp düşünmediğini alaylı bir şekilde sordu, zavallı John Newlands.

Fakat Bay Carey Foster değil Newlands doğru iz üzerindeydi. Aslında elementler, ikincisi yerine bu tab-

lonun yalnızca *ilk* taslağını kullanmış olsaydı çok daha iyi sıralanmış olacaktı. Birinci taslakta atom ağırlıklarında atlamalar olan boşluklar bırakmıştı. Dinleyiciler arasında Bay Foster'ın da bulunduğu kimya topluluğunun üyeleri önünde okuduğu ikinci taslakta boşluk bırakmamaya çok özen gösterdi. Bay Foster herşeye rağmen bu elementlerin olması gerektiği yerleri boş bırakmış olsaydı, bu boşluklar bilinmeyen ama keşfedilmeyi bekleyen elementleri gösterecekti.

Böyle bir şey çarpıcı olacaktı! Çirkin olacaktı! Atom ağırlıklarıyla bilinmeyen elementlerin keşfini öngörme! Bu, duyulmamış bir şeydi! Ta ki olayları düzene sokan Dimitrii Ivanovitch Mendeleev (1834-1907) gelene kadar.

Bay Newlands hiçbir şeyin bulunmadığı yerlere bir şeyler koyarak bu boşlukları *doldurmasaydı* bugün Periyodik Tablo'nun habercisi olacaktı. Bu durumda "hiçbir şey" tahmin ettiğinden çok daha önemli bir şeydi.



Gizem Çözüldü

Bay Mendeleev, on yedi çocuğun en küçüğü olarak Sibirya'nın dondurucu kışında doğan bir Rus'tu. Öğretmen olan babası kördü ve o doğduktan kısa bir süre sonra öldü. Kocasının ölümünden sonra bir cam fabrikası işleterek ailesinin bakımını üstlenen annesi, genç Dimitrii'de büyük bir ışık gördü. Her şeyini ona adadı ve bilimi öğrenmesi için onu önce Moskova'ya daha sonra da kimya profesörü olacağı St. Petersburg'a gönderdi.

Mendeleev'in ünlü Periyodik Tablo'sunun düzenini hiç duymamış olanlarımız bile onun biraz garip olan görüntüsünü şu şekilde kafalarında canlandırabilirler.

Her resimde veya kabaca çizimlerde omuzlarının hemen üstünde görünen parlak kafası, yüzünün alt kısmını kaplayan gür sakalıyla onu görürüz. Saçlarını sadece havalar ısındığında yılda bir kez kestirdiği söylenirdi ve birisinin ona dediği gibi “kafadaki her saç bir diğerinin bağımsızlığı için hareket eder” sözünü doğrularcasına saçları da dağınıktı!

Görüntüsünün yanında Mendeleev, tablodaki elementlerin sırasını sonunda anladığından ve hatta çok ilginç bir şekilde “boşlukların” bulunduğu yerlerde bilinmeyen elementlerin keşfini öngörmek için kullandığında her türlü saygıyı hak etmektedir.



DIMITRII
MENDELEEV

Mendeleev kartlar üzerinde oynayarak sırayı keşfetti. İster reaktif olsun isterse olmasın ya da asitlerde veya bazlarda olsun ya da olmasın, diğer elementlerle birleşsin ya da birleşmesin hazırladığı kartların üzerine her elementin kendi özelliklerini yazdı. Sonra onları düzenlemeye başladı. Ve tekrar düzenledi. Newlands’ın elementlerin özelliklerinin *periyodik olarak* tekrar ortaya çıkışını (biraz yanıltarak da olsa) fark edinceye kadar kartlarını tekrar tekrar düzenledi.

Bu yüzden bu Tabloya Periyodik Tablo dendi ve bu yüzden yatay sıralara günümüzde *periyotlar* adı verilmiştir. Bir şey periyodik olarak tekrar ortaya çıktığında şablonu tekrarlar.

Portedeki notalar gibi.

Ya da sayı sistemimizdeki sayılar gibi.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Dolayısıyla Periyotlar Tablosu, bazı gizli nedenlerden dolayı sadece elementlerin karışık halde doğada bir arada bulunması değil aynı zamanda *–bunun altındaki yatan düzeni görmek için–* şaşırtıcı derecede düzenli şablonlar halinde görüldüğü anlamına gelmektedir.

Mendeleev, kesinlikle çok zekiydi. 1869 yılında daha sonra “Dikey Tablo” olarak anılacak ilk tablosunu yayınladı. Günümüzün tablosuyla bunu karşılaştırmak isterseniz Newlands’ın tablosunda yaptığımız gibi bunu almanız ve çeyrek dönüş yaptırmanız gerekir, böylece sütunlar soldan sağa gitmekten ziyade yukarıdan aşağı doğru ilerler.

Fakat tablomuza benzer şekilde yatay olarak ilerleyen ikinci tablosunu 1871 yılında yayınladı ve önceki tablosundan gelen bazı hataları düzelttiğinden bizimkiyle bunu karşılaştırmak daha kolaydır.

Elbette modern tablomuzdan farklı fakat temel yapısı aynı. Kendi yatay sırasına veya periyoduna hepsi dışında hidrojeni (H) yerleştirerek başladı. Bu önemliydi. Modern tablomuzdan da görebileceğiniz gibi Hidrojen tuhaf bir kuş gibi tek başına durmaktadır.

	I R^2O	II RO	III R^2O^3	IV $RH^2 - RO^2$
1	H (1)			
2	Li (7)	Be (94)	B (11)	C (12)
3	Na (23)	Mg (24)	Al (27,3)	Si (28)
4	K (39)	Ca (40)	? (44)	Ti (48)
5	Ca (63)	Zn (65)	? (68)	? (72)
6	Rb (85)	Sr (87)	? Yt (88)	Zr (90)
7	Ag (108)	Cd (112)	In (113)	Sn (118)
8	Cs (133)	Ba (137)	? Di (138)	? Ce (140)
9	?	?	?	?
10	?	?	? Er (178)	? La (180)
11	Au (199)	Hg (200)	Ti (204)	Pb (207)
12	?	?	?	Th (231)

Mendeleev'in 1871 yılındaki Tablosu

Daha sonra Mendeleev genel özelliklerine göre yedi dikey sütun veya grup oluşturan ikinci sıradan başlayarak atom ağırlıklarıyla bilinen elementleri yatay sıralara veya periyotlara yerleştirmeye başladı. Tablosunda on iki periyot bulunmaktaydı.

Karşı sayfanın altında yer alan şemada periyotlarının ilk altısını gösterdik, kalın yazılanlar onun sağa aldığı elementlerdir ve kullandığı atom ağırlıkları parantez içindedir.

V RH ³ - RO ⁵	VI RH ² - RO ³	VII RH - R ² O ⁷	VIII ... - RO ⁴
N (14)	O (16)	F (19)	
P (31)	S (32)	Cl (35,5)	
V (51)	Cr (52)	Mn (55)	Fe (56) - Co (59) Ni (59) - Cu (63)
As (75)	S (78)	Br (80)	
Nb (94)	Mo (96)	? (100)	Ru (104) - Rh (104) Pr (106) - Ag (108)
Sb (122)	T (125)	J (127)	
?	?	?	????
?	?	?	
Ta (182)	W (184)	?	Os (195) - Ir (197) Pt (198) - Au (199)
Bi (208)	?	?	
?	U (240)	?	

I II III IV V VI VII

H (1)

Li (7) Be (9.4) B (11) C (12) N (14) O (16) F (19)
Na (23) Mg (24) Al (27.3) Si (28) P (31) S (32) Cl (35.5)
K (39) Ca (40) ? (44) Ti (48) V (51) Cr (52) Mn (55)
Cu (63) Zn (65) ? (68) ? (72) As (75) Se (78) Br (80)
Rb (85) Sr (87) Yt (88) Zr (90) Nb (94) Mo (96) ? (100)

Burada birkaç gözlem yapmak için mola verelim.

Birincisi Mendeleev'in tablosu Bay Newlands'ın kullandığından çok farklı değildi. Aslında Bay Newlands Bay Foster'ın eline düştüğünde Periyodik Tablo'nun gerçek kaşifi olarak tanınmak istiyordu.

İkincisi Mendeleev'in tablosu, potasyum (K) ve kalsiyumla (Ca) başlayan IV. periyoda gelinceye kadar doğrudu. Her şey birinci, ikinci ve H, Li ve Na ile başlayan üçüncü periyot için mükemmel bir şekilde kontrol ediliyordu. Hatta atom ağırlıkları bizimkilere çok yakındı.

Fakat dördüncü periyoda geldiğimizde K, Ca ile başlayan sıra ne bir yandan diğer tarafa ne de yukarı aşağı çok iyi bir şekilde düzenlenmemiştir.

H(1)		
Li(7)	Be(9.4)	B(11)
Na(23)	Mg(24)	Al(27)
	Ca(40)	

1.00794		
3 Li	4 Be	
6.941	9.012182	
11 Na	12 Mg	

**Mendeleev'in Tablosunun
bir bölümünün
günümüz tablosunun bir
bölümüyle karşılaştırması**

Ne oldu?

Çok basit. Modern tablomuza bakarsak sağ taraftaki elementlerle sol taraftaki elementleri birbirine bağlayan uzun bir köprü'nün ortaya çıktığını görürüz. Uzun köprü, geçiş elementlerinden oluşturulmaktadır ve Mendeleev, bu uzun köprü'nün II ve III. Gruplar arasında bulunduğunu henüz bilmediğinden karıştırmıştı. Fakat geçiş elementleri köprüsünde ortaya çıkan bazı elementleri tanıdığından bazen hatayla onları yanlış yerlere yerleştirmiştir.

İlginç bir sorun daha vardır. Her şeyi karıştırmadan Tabloyu sıkıştırmadan elementleri "bırakmış" ve bu elementleri başka bir gruba, VIII. gruba yerleştirmiştir: Fe (56), Co (59), Ni (59).

Elementlerin Geçiş Köprüsü

Mendeleev, II. ve III. gruplar arasında Geçiş Elementleri'nin böyle bir "köprüsü" olduğunu bilseydi çok hızlı bir şekilde sorunu çözebilirdi.

Tablomuzda ki IV. periyotla onun IV. periyodunu hizalarsak Mendeleev'in V. periyodunu kaldıracağımızı ve IV. periyoduna yamayacağımızı ve son olarak Fe (demir), Co (Kobalt) ve Ni'i (Nikel) VIII gruptan alarak Mn (Manganez) ile Cu (Bakır) arasına yerleştireceğimizi görebiliriz.

Bir sonraki sayfaya bakın.

4	K (39)	Ca (40)	? (44)	Ti (48)	V (51)	Mn (55)	Fe (56) Co (59) Ni (59) Cu 563)
---	--------	---------	--------	---------	--------	---------	------------------------------------

Mendelev Periyodu 4

5	Cu (63)	Zn (65)
---	---------	---------

Mendelev Periyodu 5

Periodumuz 4

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Potasyum 39.0983	Kalsiyum 40.078	Skandiyum 44.955910	Titanyum 47.867	Vanadyum 50.9415	Krom 51.9961	Manganez 54.938049	Demir 55.845	Kobalt 58.933200	Nikel 58.6934	Bakır 63.546	Çinko 65.39

Modern Periyot 5 devam

	? (68)	? (72)	As (75)	Se (78)	Br (80)
--	--------	--------	---------	---------	---------

Periyodumuz 4 devam

31	32	33	34	35	36
Ka	Ge	As	Se	Br	Kr
Galyum 69.723	Germanyum 72.61	Arsenik 74.92160	Selenyum 78.96	Brom 79.904	Kripton 83.80

K, Ca, ?, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, vs.

(Mendeleev)

K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, vs.

(Bizimki)

Şimdi düzen sağlandı. Mendeleev, muhtemelen yalnızca birkaç element daha bilseydi günümüzdeki tabloya çok daha fazla yaklaşmış olacaktı. 109 elementimizin yansından biraz fazlası o zamanlarda biliniyordu ve bu, çok az bir hatayla atom ağırlığına göre sıralamalarının yapılmasına olanak sağlıyordu.

Mendeleev'in tablosunda boşluklar bırakacak kadar bilgisi vardı ve bırakılan boşluklar daha fazla elementin bulunması *gerektiğine* dair tahminde bulunmasına olanak sağlıyordu.

Bugün Sc'nin (Skandiyum) bulunduğu yerde Ca (kalsiyum) ile Ti (Titanyum) arasında bir soru işareti görebiliriz. Mendeleev, Ca ile Ti arasında bir şeyin olması gerektiğini biliyordu fakat o zamanlar "uyacak" hiçbir element bilinmiyordu. Bu, Mendeleev'i durdurdu. Bir tanesinin keşfedileceğini ve hatta kimyasal özelliklerinden bazılarının bulunacağı (grup III'de) tablosundaki yerinden bile mükemmel bir şekilde öngördü. Ona bir isim bile verdi (*eka boron*, "eka" Sanskritçe'de "bir" anlamına gelmektedir ve özellikleri bor madeni-ne benzediğinden) ve atom ağırlığını 44 olarak belirledi.

Öngördüğü gibi *eka boron* kısa bir süre sonra keşfedildi. İsveçli Lars Nilson, mineral oksenitteyi keşfetti

ve bilim adamları bunu yalnızca ana vatani olan İskandinavya'da bulunan filizlerde bulduklarından buna Skandiyum (Sc, atom ağırlığı 44.956) adını verdiler.

Mendeleev'in Tablosuna bakıldığında borun (B) ve alüminyumun (Al) hemen altında sıralanan eka borunun aynı özelliklere sahip olması gerektiği anlamına gelir. Fakat *Tablomuza* bakarsak skandiyumun (Sc) grup III'ün başına geçerek köprünün *diğer* tarafında kalsiyum (Ca) ve borun yanında solda yer aldığını görürüz.

Mendeleev'in bilinen elementler arasında bıraktığı boşluklarla doğru atom *ağırlıklarını* nasıl tahmin edebildiğini görürken B ile Sc'un benzer *özelliklere* sahip olabileceğini nasıl bilebildi? Özelliklerle ilgili olduğu sürece karmaşık şeyleri biraz basitleştirmek için geçiş elementlerinin köprüsü çok düzdür ve birçok açıdan çok hafif bir geçiştir, bu yüzden bazılarının özellikleri, grup II veya grup III'tekilerden pek farklı değildir.

Mendeleev'in, Tablonun son versiyonu öncekinden tamamen farklı olsa bile diğerlerinin yalnızca bulanık bir şekilde görebildiği ya da hiç göremediği şeyleri açıkça görebilmesini sağlayan çok güçlü bir kimya burnuna sahip olduğunu unutmamalıyız.

Bu onu, iki elementin Zn (çinko) ile As (arsenik) arasında bulunması gerektiği konusunda şüphelenmeye yöneltti fakat bilinen hiçbir element gereken atom ağırlıklarına uymuyordu. Ama bu Mendeleev'i durdurmadı. "Bunlara *eka alüminyum* ve *eka silisyum*

adını vereceğim!” Sizin de tahmin ettiğiniz gibi bilinmeyen elementlerin bilinen alüminyum ve silisyum elementlerinin genel özelliklerine sahip olacağını düşündü. “Ayrıca, atom ağırlıkları 68 ve 72 olmalıydı.”

Ve daha sonra onlar da bulundu. 1875 yılında Paul Lecoq de Boisbaudran *eka alüminyum*u keşfetti fakat büyük bir Fransız yurtseveri olduğundan bu elemente Fransa’nın Gal mirasından dolayı galyum (Ga, atom ağırlığı 69.72) adını verdi. (Bazıları, Bay Lecoq’un, *gal-lus* Latince öten horoz anlamına geldiğinden biraz horoza benzediğini düşündüler.)

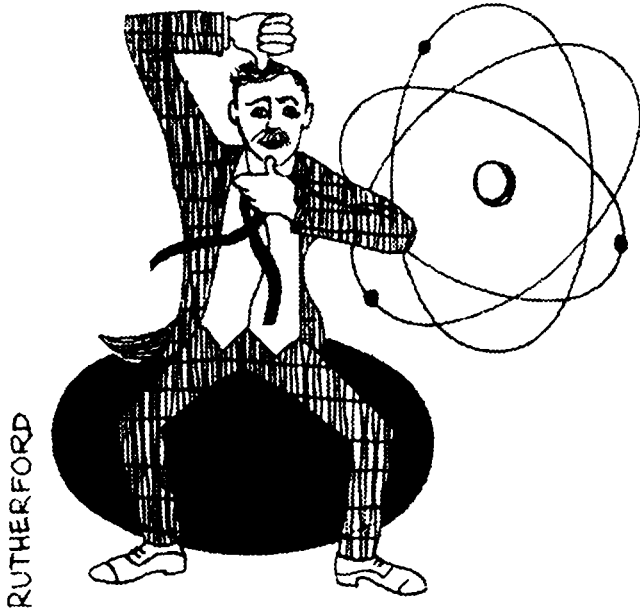
1886 yılında Clemens Winkler *eka silisyum*u keşfetti fakat halkının, yani Almanların Fransızlardan biraz daha zeki olduğunu düşündüğü için bu elemente germanyum (Ge, atom ağırlığı 72.59) adını verdi!

Ama Mendeleev bu tabloyu kullanarak bilinmeyen elementlerin keşfedileceğini yalnızca önceden tahmin etmekle kalmadı aynı zamanda elementlerin kabul edilen doğru ağırlıklarını da kullandı. Örneğin son zamanlarda keşfedilen indiyum (In) elementinin kabul edilen atom ağırlığı Ar (arsenik) ile Se (selenyum) arasına yerleştirilecekti fakat bu ikisi arasında boşluk yoktu ve ayrıca indiyumun özellikleri tablodaki yerine uyuyordu. Mendeleev, özelliklerine bakarak bugün bulduğumuz yerinde Cd (kadmiyum) ile Sn (kalay) arasında olması gerektiğini belirtti! Aynı şeyi U (uranyum) ile Au (altın) arasındaki element için de söyledi. Tekrar hesaplanmış olan ağırlıklar yerine tam oturdu!

Bu, Mendeleev'in her zaman doğru şekilde tahminde bulunduğu anlamına gelmiyordu ama çoğu zaman bunu yaptı, başkalarını onun sistemini benimsemesi ve hatalarını düzeltmesi için cesaretlendirdi. Sistemi kabul edilince elementler, tahmin etsin ya da etmesin soldan sağa doğru keşfedilmeye başladı.

Doğru görüşlerinin büyüklüğüyle bağlantılı olarak karşılaştırıldığında hatalarının boyutu oldukça küçüktür. Bu yüzden Mendeleev, Elementlerin Periyodik Tablo'nun kurucusu olarak kabul edilir. 1907 yılında öldüğünde öğrencileri, cenaze töreninde devasa bir Periyotlar Tablosu plakası taşıdı. Ayrıca Periyodik Tablo'nun altında uzanan elementlerin çift şeridindeki ikinci sıranın sonunda bulunan 101. elemente baktığınızda Mendeleev'den sonra isimlendirilen (Md) Mendelevyum elementini göreceksiniz. Ancak Mendelevyum doğal değil yapay bir elementtir. 1955 yılında Kaliforniya'da bilim adamlarının dışturduğu bir ekip ekibi tarafından oluşturulmuştur.

Ve Bay Mendeleev, Elementlerin Periyodik Tablosu'nun gizemini çözmek için bu kadar çok şey yaptığınızdan dolayı bir elemente adınızın verilmesini hak ediyorsunuz. Fakat nehir kıyısında parlayan işlenmemiş altın külçesini keşfeden ilk şanslı insandan simyacılar ve kimyagerlere uzanan yol olmadan bunu gerçekleştiremeyeceğinizi de biliyoruz.



Gizem Devam Ediyor

Bay Mendeleev ile birlikte Periyotlar Tablosu'nun mantığını unuttuk. Veya en azından *genel* bir mantığımız var diyebiliriz. Neden?

Çünkü Mendeleev'in atom ağırlıklarıyla elementleri sıralayarak keşfettiği sıraların *genel* düzeni doğrudur ama onların atom ağırlıklarına göre sıralanması, oldukça tuhaftır ve doğru değildir. Bilim tarihinde kendinden önce yer alanlar gibi o da doğru cevabı biliyordu ama bu cevap tam olarak doğru bir nedene dayanmıyordu!

Ancak Mendeleev doğru nedene sahip olamazdı. Periyotlar Tablosu'nun harika düzeninin gerçek nedeni, Dalton'un parçalanamaz atomlarının parçalanmasını gerektiriyordu. Elementlerin çok düzgün bir şekilde sıralanmasının nedeni, yalnızca bilim adamlarının parçalanamayan atomu parçaladıkları ve atom *altı* seviyesini, proton, elektron ve nötron seviyesini incelemeye başladıkları XX. yüzyılın başlarında anlaşıldı. Ne Dalton ne de Mendeleev böyle bir şeyi asla hayal edemezdi!

Humphry Davy'nin, hem pozitif hem de negatif olmak üzere elementlerin sahip olduğu bir tür elektrik yükünü açıklığa kavuşturduğunu hatırlıyoruz. Ama bunun nedeni neydi? Atomun farklı *parçaları* mı? Atomların başka parçaları olmadığı zannedildiğinden bu çok garip olacaktı.

Bilim insanları bazı ipuçlarına sahiptiler. XIX. yüzyılın ortalarına doğru elektriğin bir tür ışık üreterek gaz tüpünden geçtiği keşfedildi. "Işık", "katot" adı verilen bir uçtaki elektrottan geliyordu. Bonn, Almanya'da fizik ve matematik profesörü olan Julius Plücker (1801-1868), bu ışık hakkında çok tuhaf bir şey buldu. Miknatısla hareket ettirilebiliyordu! 1897 yılında İngiliz Joseph John Thomson (1856-1940), katot ışın tüpünde üretilen ışığın *negatif* yüklü parçacıkları içermesinden dolayı miknatısla hareket ettirilebileceğini kesin olarak ispatladı.

O halde bu parçacıklar her ne olursa olsun kimyagerlerin yaklaşık yarım yüzyıldan beri bildikleri negatif

yükün kaynağı olmalıdır. Bu parçacıklara “elektron” adı verildi.

Fakat ya pozitif yük? Başka bir İngiliz, Ernest Rutherford (1871-1937), pozitif yükün kaynağını buldu ve bu da atomun kendisi hakkında çok tuhaf bir durumdu. 1911 yılında ince metal bir folyoya pozitif yüklü olduğunu bildiği alfa parçacıkları ışını gönderdi. Oldukça garip bir şekilde sanki bir şey yokmuş gibi çoğu bu folyodan geçerken çok azı çarpıp geri döndü!



Çarpıp geri dönmek mi? Rutherford şaşırmişti! “bu hayatımda meydana gelen en inanılmaz şey; sanki ince kağıda top mermisiyle ateş etmişsiniz ve o da geri dönüp size çarpmış gibi” dedi.

Ne oldu? İki mıknatısın kuzey ucunu bir araya getirmeye çalıştınız mı? Onları masaya koyup birbirine yaklaştırırsanız birbirilerini iterler. Rutherford’a olan da buydu işte. Alfa parçacıklarının çok azı geri dönmüştü, bu yüzden Rutherford, geri dönen pozitif alfa parçacıklarının çok küçük bir şeye çarptığını biliyordu. Fakat bu çok küçük şey güçlü bir şekilde pozitif yüklüydü.

Atomun bu çok küçük pozitif yüklü parçacıklarına “proton” adı verildi. Pozitif alfa parçacıklarının çarpıp geri döndüğü yerler bütün metal yapıyla karşılaştırıldığında son derece küçük olduğundan Rutherford şa-

şırmıştı. Bu, metal atomlarında protonların çok küçük yerlere toplandığını ve her atomun çok küçük parçalanın olması gerektiğini gösteriyordu. Protonların her metal atomunun merkezinde veya çekirdeğinde olduğuna ve elektronların da çekirdeği kuşattığına inanıyordu.

Bütün atomun boyutuna izafi olan pozitif yüklü atom çekirdeği ne kadar küçüktür? Bunu bu kitapta göstermemiz mümkün değil! Bütün atomun yarıçapı, çekirdeğin yarıçapından yaklaşık on bin defa daha büyüktür. Eğer çekirdek beyzbol topu boyutunda olsaydı atomun en dış “kenarı” beş kilometre ötede olacaktı! Çekirdek, “i” harfindeki nokta kadar küçük olsaydı atomun “kenarı” bir garaj kadar büyük olacaktı!

Rutherford’un, sonuçları hakkında söylediği “hayatımda meydana gelen en inanılmaz şey” sözleri pek merak uyandırmadı. Çok fazla şaşırdığı ve Yeni Zelandalı Maori’lerin savaşa gitmeden önce yaptıkları biraz daha şiddetli bir şekilde ayak vurup bağırarak dans ettikleri *haka* dansını hemen yaptığı söylendi. *Haka* dansının nasıl yapıldığını görmüşseniz ve Nelson’un ve Cambridge’in ilk baronu olan Ernest Rutherford’un resmini de gördüyseniz neredeyse atomun yapısı kadar şaşırtıcı olan Bay Rutherford’un neşeli *haka* dansını hayal edebilirsiniz!

Başka bir İngiliz olan Henry Moseley’in (1887-1915) tam iki yıl sonra keşfettiği şeye tanıklık etseydi acaba Bay Rutherford ne tür bir dans yapardı. Mose-

ley, çeşitli metalleri x-ışınına maruz bırakarak farklı elementlerin dalga boylarının, Periyotlar Tablosu'nun düzeniyle *doğrudan* ilgili oldukça şaşırtıcı ve muhteşem bir düzeni ortaya çıkardığını buldu. X-ışını spektrumunu dikkatli bir şekilde analiz ettikten sonra *her elementin çekirdeğine ait pozitif yükün bir elementten diğerine giderken birer birer arttığını* gösterebildi.

Birin biraz üzerinde veya biraz altında değil. Pozitif yük *kesinlikle* birer birer artıyordu. Tablo düzeni için anahtar mükemmel, güzel, harika bir şekilde tamdı. Hidrojen bir protona sahipti ve bundan sonraki her element, çekirdeğinde bir öncekinden bir fazla protona sahipti.

Mendeleev, anahtarın atom ağırlığı olduğunu düşündü. Moseley, alta yatan düzenin gerçek nedeninin atom ağırlığı değil her elementin sahip olduğu proton sayısı olduğunu gösterdi. Fakat çok önemli bir olguyu vurgulamalıyız: Moseley Mendeleev olmadan asla cevaba ulaşamazdı.

Atoma ve Periyotlar Tablosu'na ayrıntılı olarak bakmadan önce keşfedilecek olan atomun diğer önemli bir parçasını, nötronu belirtmeliyiz, fakat Moseley'den yirmi yıl sonra keşfedilecekti. Bilim adamları, atomun ağırlığı veya kütlesi uygun şekilde eklenmediğinden nötronu keşfetti.

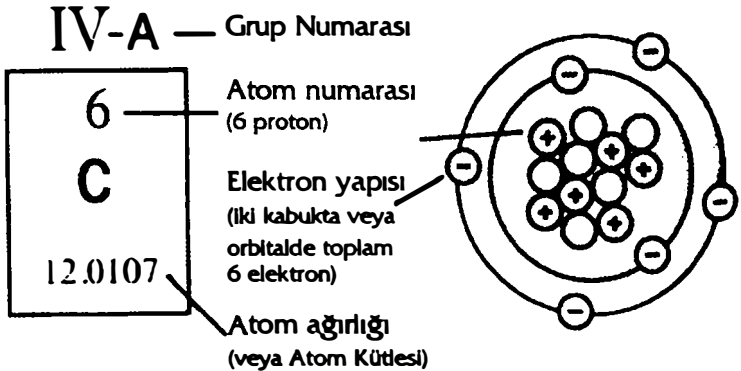
Elektronların açıkça bir kütlesi vardır ve protonlar gereken kütlenin yaklaşık yalnızca yarısına sahipti. Bilim insanları, atomun negatif ve pozitif yüklerinin kay-

naklarnı bulmuşlardı. Atomun gerekli kütleye sahip ama elektrik yükü olmayan başka bir parçası olabilir miydi?

Evet. Yükü olmayan ama elektriksel anlamda nötr (adı da buradan geliyor) olan nötron. Bu ortaya çıkar-ken protondan biraz ve elektrondan 1,838 kat daha ağırdı. Mükemmel bir uyum!

Şüphesiz bunların hepsinin kavranması oldukça zor görünüyor ama bir elementin —karbonu kullanalım— özel bir örneğine bakarsak bütün bunlar daha açık ha- le gelecek ve atom altı dünyasının Periyotlar Tablo- su'nun düzeni için nasıl bir gerçek anahtar olduğunu görmeye başlayacağız.

Pozitif elektrik yüküne sahip olduğundan proton için $\oplus$ işaretini kullanacağız; negatif elektrik yüküne sahip olduğundan elektron için $\ominus$ işaretini kullanaca- ğız ve hiçbir elektrik yükü olmadığından nötron içinse $\circ$ işaretini kullanacağız.



Atom numarası, atomun çekirdeğindeki *protonların* sayısını gösterir. Karbon (C) için 6, oksijen (O) için 8, Kurşun (Pb) için 82'dir.

O halde atom numarası 1 olan hidrojenle (H) başlarsanız atom numarası 2 olan helyuma (He), atom numarası 3 olan Lityuma (Li) gidersiniz ve bu şekilde devam eder, her elementin sahip olduğu protonların sayısı olan atom numarasıyla elementlerin yatay sırasında 1'den 109'a kadar sayarsınız.

Elementlerin yatay olarak dizilmesinin gerçek nedeni de atom *ağırlığı değil budur.*

Atom *numarası* 52, atom *ağırlığı* 127.6 olan tellür (Te) elementine gidersek atom *ağırlığına* göre elementleri dizme sorununu görebiliriz. Dizideki bir sonraki element, atom *numarası* 53 ama atom *ağırlığı* 126.904 olan iyottur (I). Protonların sayısı birer birer artar karmaşık nedenlerden dolayı atom *ağırlığı düşer.*

80	78.96	79.904	83.80
52	53	54	
Te	I	Xe	
127.60	126.90447	131.29	
84	85	86	

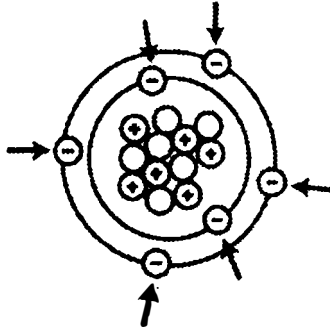
Iyodun atom ağırlığı tellürden azdır.

Atom numaraları her zaman tam sayılar halinde (1, 2, 3, 4 ve böyle devam eder) arttığından doğru olduklarına ve bu yüzden bunlarla uğraşmanın atom ağırlıklarıyla (1.0079, 4.0026, 6.939, 9.0122 ve bu şekilde devam eder) uğraşmaktan daha kolay olduğuna da dikkat etmeliyiz.

Ama elementler neden *dikey* olarak sıralanıyor?

(Hemen hemen diğer her şeydeki gibi keşfedilmesi o kadar kolay olmamasına rağmen) çok basit. Protonların sayısı, elementleri yatay olarak birbirinin ardına nasıl dizeceğimizi söylerken elimizde olanların hepsi bu olsaydı Elementler Tablomuz uzun bir sıra olacaktı.

1 H Hidrojen 1.00794	2 He Helyum 4.003	3 Li Lityum 6.941	4 Be Berilyum 9.012182	5 B Bor 10.811	6 C Karbon 12.0107	7 N Azot 14.00647	8 O Oksijen 15.9994
-------------------------------	----------------------------	----------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------------------	----------------------------	------------------------------



Karbon çekirdeği etrafındaki elektron sayısı ve yapısı

Ve (elbette) 109 protona sahip 109 atom numaralı Meitneryuma (Mt) kadar bu şekilde devam eder.

Fakat biz bunu aramıyoruz, bunun nedeni proton ve nötron çekirdeğinin etrafındaki *elektronların* sayısı ve yapısıdır.

Mendeleev'in ve ondan önce Newlands'in elementler artan atom *ağırlıklarına* göre bir sıraya konduğunda elementlerin özellikleri arasındaki periyodik benzerlikleri gördüğünü hatırlıyoruz. Bu periyodik benzerlikler, elementlerin *dikey* sıralar veya gruplar halinde düzenlenmesine olanak sağlar: IA, IIA, IIIA, IVA, VA ve VIA. (Geçiş Elementlerinde dikey sıraları ayırmak için şimdi gruplara "A" eklediğimize dikkat edin.)

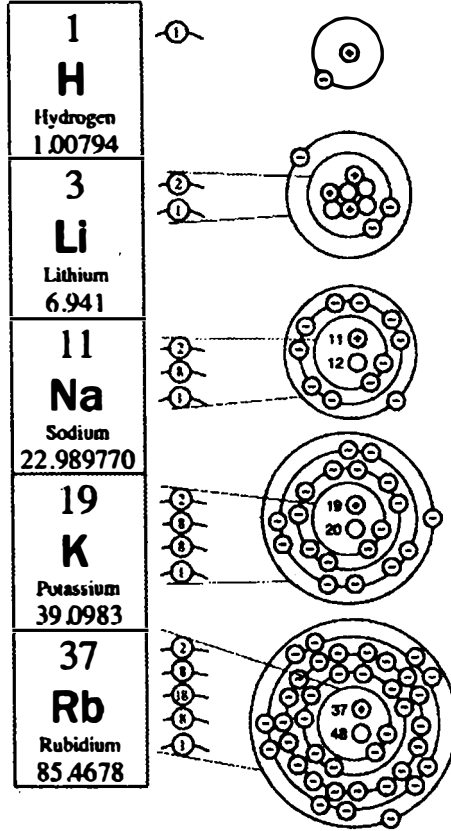
9	10	11	12	13	14	15	16
F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S
Flüor	Neon	Sodyum	Magnezyum	Alüminyum	Silisyum	Fosfor	Sülfür
18.9984032	20.1797	22.989770	24.3050	26.981538	28.0855	30.973761	32.066

Benzer özelliklere "ne" neden olmaktadır? Elbette henüz keşfedilmedikleri için Mendeleev'in hakkında hiçbir şey bilemeyeceği elektronlar.

Elektronların sayısı ve kabuklardaki konumları, tabloda her elementin sağ tarafında gösterilmektedir. Şablonu görmek için bir sonraki sayfada yer alan dikey IA sütununa bakalım.

İlk olarak her element için elektron sayısının proton sayısına eşit olduğunu fark ederiz:

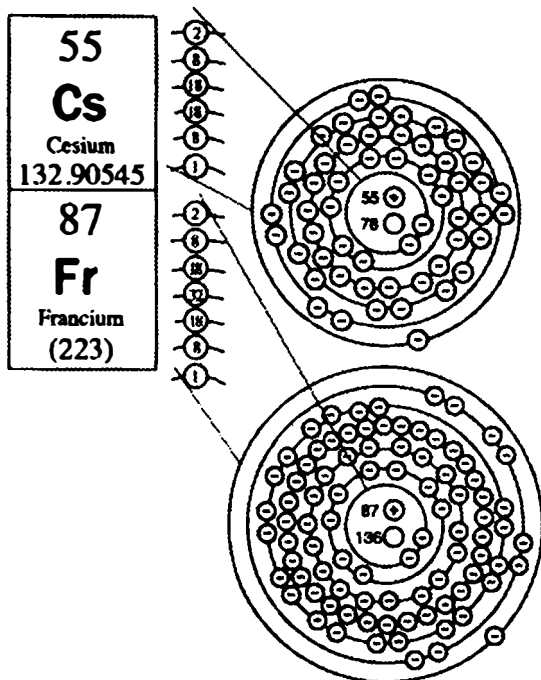
Grup 1A için elektron yapısı



Sonra eklenecek *son* sayının daima 1 (bir) olduğunu fark ederiz. Bu yüzden Grup 1A'daki bütün elementler aynı özelliklere sahiptir. Hepsisi, çekirdek etrafında dış elektron "kabuğu" olarak adlandırılan 1 elektrona sahiptir. (Atomu, kabukların tabakalar halinde çekirde-

ğin etrafında olduğu bir soğan gibi düşünün, son veya en dış tabaka dış kabuk olur – bu yardımcı olur ama daha sonra da daha açık hale gelebileceği gibi tam resim böyle değildir.) Grup 1A'daki bütün elementler çok reaktiftirler (bir elektronlarını çok kolay bir şekilde kaybederler), hepsi düşük yoğunluğa sahiptir ve hepsi de yumuşak metaller olarak sınıflandırılmışlardır. Yine bu gruptaki elementlere alkali metaller denilmektedir.

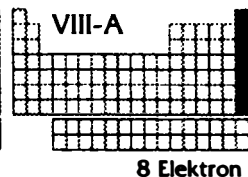
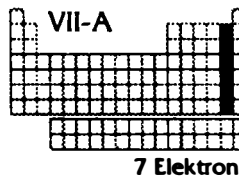
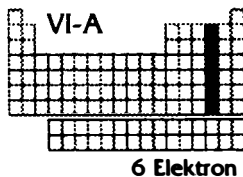
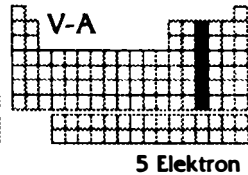
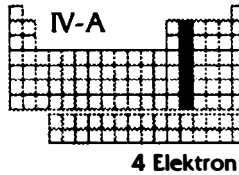
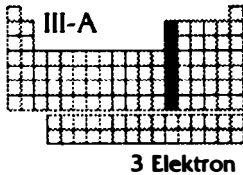
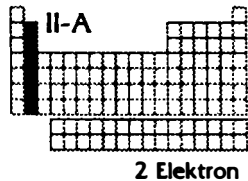
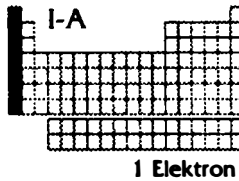
Devam: grup 1A'da elektron yapısı



GRUP IA ELEMENTİ**Protonlar****Elektronlar****H (Hidrojen)****1****1****Li (Lityum)****3****3 (2+1)****Na (Sodyum)****11****11 (2+8+1)****K (Potasyum)****19****19 (2+8+8+1)****Rb (Rubidyum)****37****37 (2+8+18+8+1)****Cs (Sezyum)****55****55 (2+8+18+18+8+1)****Fr (Fransiyum)****87****87 (2+8+18+32+18+8+1)**

Bu şablonu, (şimdilik Geçiş Elementi köprüsü hariç) IA'dan VIIA'ya kadar bütün Gruplarda buluruz. Örneğin yukarıda karbon atomu resmimize geri dönersek çekirdeğe en yakın "kabukta" 2 elektron ve en dış kabukta ise 4 elektron bulunduğunu görebiliriz. *Bu yüz-*

**Her grup için
dış kabuktaki
elektron sayısı**



den kesinlikle karbon IVA ile işaretlenen dikey sütunda yer almaktadır, dış kabuğunda dört elektron vardır.

Bu, çok basit ve çok güzel bir şablondur.

Grup IA'daki elementlerin hepsi, dış kabuklarında 1 elektrona sahiptir.

Grup IIA'daki elementlerin hepsi, dış kabuklarında 2 elektrona sahiptir.

IIIA'ya geçerken B'dan (Bor) tulyuma (Tl) kadar bütün elementlerin dış kabuklarında 3 elektron bulunduğunu görürüz. Bu şekilde devam ederek sağ tarafa doğru ilerlerken floridan (F) astatine (At) kadar bütün elementlerin dış kabuklarında 7 elektron barındırdığı Grup VIIIA'ya ulaşırsınız.

Bunun üzerindeki bir sütun, en son dikey sütun olan Grup VIIIA, Mendeleev'in asla hayal etmediği bir şey olan asal gazlardır. Tamamen kendi başlarına bulunduklarından bunlara Asal Gazlar denmiştir; yani diğer elementlere katılmaktan hoşlanmazlar. Yani reaktif değildirler ve bu yüzden sanki aristokratlarmış gibi diğer elementlerle bağ yapmak istemezler.

Bay Cavendish'imiz 1783 yılında Asal Gaz olan argonu (Ar) bulmasına rağmen bunu tanıyamamıştı. 1894 yılına kadar argon aslında farklı bir element olarak kabul edilmiyordu ve bütün VIIIA grubunun keşfi, radonun (Rn) keşfedildiği 1900 yılında tamamlandı.

Asal Gazları bu kadar yalnız bırakan, bu kadar soğuk yapan, bu kadar reaktiflikten uzak tutan şey nedir? Her birinin dış kabuğunda 8 elektron vardır ve bu da

kabuğu dolu hale getirir. Dış kabukları dolu olduğundan Asal Gazlar, elektron almaya veya vermeye istekli değildirler. Bu yüzden bir elektron eklemek istediğimizde yeni bir kabukla başlamak zorundayız ve bu da bizi her zaman, bir sonraki alt periyot olan grup 1A'ya geri götürecektir.

Örneğin atom numarası 10 olan neon (Ne), 8 elektronla dolu olan *ikinci* kabuğa sahiptir, dolayısıyla bir elektron eklemek istediğimizde sodyumla (Na) başlayan bir sonraki yatay sırada, 3. periyotta başka bir kabuk açmamız gerekir. Sodyum, 1 elektronlu *üçüncü* kabuğa sahiptir.

Devam edelim. Başka bir proton, nötron ve elektron ekleyin ve magnezyumu elde edeceksiniz.

Mg'a başka bir proton, nötron ve elektron eklerseniz alüminyum (Al) elde ederseniz.

Argona (Ar) ulaşınca kadar proton, nötron ve elektron eklemeye devam edin ve 3. elektron kabuğu dolacaktır!

Potasyumla (K) birlikte başka bir yatay sıraya başlamanın zamanı gelmiştir.

Bir tür düzen içinde takip edilen ama pek o kadar da açık olmayan Geçiş Elementi köprüsüne kadar bu düzen harika bir şekilde işler. Köprüyü geçtiğimizde ve Grup IIIA'da galyuma (Ga) gelindiğinde elementler tekrar normal hale gelir. Burada bor ve alüminyumda olduğu gibi galyumun dış kabuğunda üç elektron buluruz. Geçiş Elementleriyle aynı düzensizlik Tablonun

tamamında da bulunmaktadır. Ve en kötüsü alttaki element bandı, İç Geçiş Elementleri, atom numarası 57 olan lantandan (La) ve atom numarası 89 olan aktinyumdan (Ac) hemen sonra Geçiş Elementi köprüsüne sıkıştırılmalıdır. Bu tuhafıkları bir dakikada anlaşılır hale getireceğiz. Fakat önce tablonun daha açık olan bölümlerine geri dönmeliyiz. Şimdiye kadar dikkatimizi nötron ve atom ağırlığına topladık.

Nötronlar hakkında çok fazla bir şey söylemedik. Protonlar elementleri yatay olarak ve elektronlar olayları dikey olarak sıralandırken zavallı nötronlara yapacak ne iş kalıyor?

Yukarıda da belirtildiği gibi atom ağırlığının oluşturulmasına yardımcı oluyorlar. Elektronlar açıkça atom ağırlığı için herhangi bir şekilde katkıda bulunurlar. Protonlar ve nötronlar birlikte neredeyse atomun bütün ağırlığını meydana getirirler.

Protonun (yakında göreceğimiz gibi hidrojene değil karbona göreli olan) göreli ağırlığı 1.00727'dir.

Elektronun göreli ağırlığı 0.000549'dur.

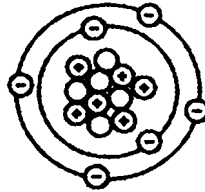
Nötronun göreli ağırlığı 1.00867'dir.

Nötronlar yalnızca kendileri gibi davranırlarsa şimdi her şey çok daha kolay olacaktır. Fakat aynı elementin bir atomunda eşit sayıda proton ve nötron bulmanıza rağmen nötron sayısı değişir.

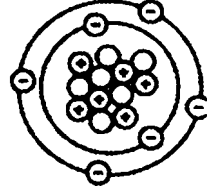
Örneğin bir karbon (C) atomu 6 protona sahip olacaktır ama yalnızca 5 nötrona sahip olabilir. Ya da 6. Ya da 7. Ya da 8.

Bu karbon atomlarının her biri eklenen her nötron için biraz daha fazla atom ağırlığına sahip olacaktır.

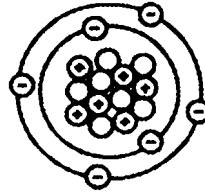
**Aynı elementin
bir atomundaki
nötronların sayısı
değişir.**



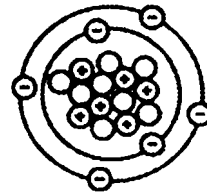
Karbon 11



Karbon 12



Karbon 13



Karbon 14

Aynı element farklı sayıda nötron sayısına sahip olabilirken elementin bu formları, elementin (yeni veya farklı bir element olmaktan çok Periyodik Tablo'da aynı yerde bulunduklarından dolayı Yunanca "aynı yer" anlamına gelen) *izotopları* olarak adlandırılır. Yukarıda karbonun izotoplarını listeledik: karbon 11, karbon 12, karbon 13 ve karbon 14.

Her izotop biraz farklı atom ağırlığına sahip olacaktır ve tabloda her elementin altında bulacağınız ağırlık, (daha karmaşık yoldan) izotoplarından hesaplanmaktadır.

Ve böylelikle atom ağırlıkları, Dalton'unukiler gibi hâlâ *görelidir* ama hidrojenin ağırlığına göreli değildir.

Bunların hepsi karbon izotopu olan karbon 12'nin ağırlığına görelidir. Karbon 12'nin atom ağırlığı *tam olarak* 12 alınmaktadır ve hidrojen dahil hepsinin karbon 12'ye olan göreceli ağırlıkları verilmektedir.

109 element varken 1.000'den fazla izotop bulunmaktadır.

Protonlar, elektronlar ve nötronlar yalnızca Tablonun mantığını anlamamıza yardımcı olmakla kalmazlar. Aynı zamanda elementlerle bileşiklerin pozitif ve negatif elektrik yüküne sahip olmasının neden bu kadar önemli olduğuna da açıklık getirirler. Şaşırان Bay Davy'nin şüphesi daha sonra haklı çıkacağı gibi, elektrolizlerin, elementlerin ve bileşiklerin negatif veya pozitif kutuplara çekilmesine neden olmasından dolayı onların elektriksel anlamda negatif veya pozitif yüklere sahip olması gerektiğiydi. Ayrıca bu elementleri bir arada tutan şey elektrik çekimiye bu, Davy'nin parçalanın bileşiklerinin elektrik akımıyla ayrılmasını anlamlı hale getirir.

II.

Şimdi de Periyodik Tablo'nun daha bulanık kısımlarını ele alalım. Yani tuhaf Geçiş Elementi köprüsü ve Geçiş Elementlerine sıkıştırılan İç Geçiş Elementleri nedir? Önce köprüyü ele alalım.

Her elementin dış kabuğundaki elektron sayısına bakarak Geçiş Elementi köprüsünü tararsak çok ilginç bir şey fark ederiz.

21 Sc Skandiyum 44.955910	22 Ti Titanyum 47.867	23 V Vanadyum 50.9415	24 Cr Krom 51.9961	25 Mn Manganez 54.938049	26 Fe Demir 55.845	27 Co Kobalt 58.933200	28 Ni Nikel 58.6934	29 Cu Bakır 63.546	30 Zn Çinko 65.39
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	10	11	13	13	14	15	16	18	18
2	2	2	1	2	2	2	2	1	2

En dış kabuktaki elektronların sayısı daima 1 veya 2 olurken *ikinciden son* kabuğa kadar (neredeyse her zaman) birer birer artar ya da dolar.

Örneğin 4. periyotta Geçiş Elementi köprüsünün en sonunda çinkoda (Zn) nihayet 18 alıncaya kadar ikinciden son kabuğa kadar dolduğunu görürüz. Bir sonraki element olan galyumla (Ga) birlikte *dış* kabuğunda 3 elektron bulmayı umduğumuz *–ve bulduğumuz–* Grup IIIA'dayız! Şimdi dış kabuğu 8 elektronla tamamladığımız ve sıradan aşağı inmeye hazır olduğumuz ve rubidyum (Rb) ile bir sonraki periyot olan 5. periyoda başlayacağımız germanyumdan (Ge) kripton (Kr) doğru ilerlerken *dış* kabuğa bir elektron eklemeye devam edelim.

Çok şaşırtıcı değil. Temel fark şöyle kısaltılabilir: Geçiş Elementleri (alt kabuklar olarak adlandırılan) iç elektron kabuklarını bir elektronla doldururken ana elementler (Grup IA'dan VIIA'ya kadar) *en dış* elektron kabuklarını doldurur.

Peki ya Tablonun altında Lantanitler ve Aktinitler serisi olarak adlandırılan İç Geçiş Elementleri?

Korkmayın. Bunların, Geçiş Elementi köprüsüne sıkıştırıldığını hatırlayın. Bu bize bir şekilde, elementten elemente ilerlerken dış elektron kabuklarından çok, iç elektron kabuklarını dolduracaklarını anlatmaktadır.

İç Geçiş elementlerinin nasıl sıkıştırıldığına yine dikkat edin: 57'den 71'e kadar olan elementler, Lantanit serisi elementleri, baryum (Ba) ile hafniyum (Hf) arasındaki küçük boşluğa uymak zorundadır. 89'dan 103'e kadar olan elementler, Aktinitler serisi elementleri, radyum (Ra) ile Rutherfordyum (Rf) arasındaki küçük boşluğa sıkışmak zorundadır.

Sonraki iki sayfada da göreceğiniz gibi bu elementleri tararken elektron kabuğunun yapısına bakarsak iç kabuğun, soldan sağa doğru, ikinci kabuktan son kabuğa doğru değil ancak *üçüncü kabuktan* son kabuğa doğru ilerlerken elektronlarla dolduğunu görürüz.

Lütesyum (Lu) elde ederken sonunda bu kabuğu 32 elektronla tamamen doldurduk ve hafniyumla (Hf) başlayan Geçiş Elementi köprüsüne dönmeye ve tekrar son kabuğa kadar *ikincisinin* doldurma şablonunu almaya hazırız.

O halde burada buna sahibiz. Elementlerin Periyodik Tablosunun yapısının nedenini biliyoruz.

Bu hikayenin sonu mu?

Hayır. En azından şimdi değil çünkü bu, gizemin sonu değil!

58 Ce 140.116	59 Pr 140.90765	60 Nd 144.24	61 Pm (145)
90 Th 232.0377	91 Pa 231.03588	92 U 238.0289	93 Np 237.04817

Bilim adamları daha derine indikçe çok daha gizemli şeyler ortaya çıkaracaklar. Atom dünyası yeterince garip; atom altı dünyası ise daha da garip.

Elementlerin sayısının sonuna ulaştık mı?

Henüz değil. Kendimiz bunları oluşturduğumuzdan daha kaç tane element olacağını bilmiyoruz! En son, doğal olarak bulunan element atom numarası 92 olan uranyumdur (U). 93 numaralı element olan neptünyum (Np), 1940 yılında yapay olarak üretildi (bilim adamları çok küçük miktarlarda doğada Np bulmaları-

na rağmen en son element olarak U'dan çok Np'yi koyabilirdik). Np'nin ötesinde elementlerin hepsi aynı şekilde yapay olarak üretilmişlerdir. Ve böylece bilim adamları, daha ağır elementleri de oluşturarak Periyotlar Tablosunu 109 numaralı element olan meitneryumun ötesine taşımışlardır.

Element 110'a ununnilyum (Uun) adı verildi ve 1994 yılında (element 107, 108 ve 109'un oluşturulduğu aynı laboratuvar) meydana getirildiği açıklandı. Ununnilyum adı, çok daha uygun bir isim düşünceye kadar kullanılacak bir isim olan basit bir şekilde "110-yum"dan kaynaklanmaktadır. Matematiksel olarak mükemmel bir uyum oluşturan kurşun (Pb) ve nikel (Ni) çekirdeklerinin füzyonuyla oluşturulmuştur.

Nikel 28 protona, kurşun ise 82 protona sahiptir. Bunları toplarsanız (füzyona tabi tutarsanız) 110 proton elde edersiniz ve yeni element "110-yum" olur.

Matematiksel olarak kolaydı fakat bunu yapmak on yıl sürdü ve Uun'un yalnızca dört veya beş atomu oluşturuldu. Bu atomlar o kadar istikrarlı değiller ve saniyenin binde yarısından sonra ayrışıyor ya da bozuyorlar!

Element 111? Unununyum (Uuu) Uun'dan tam bir ay sonra oluşturuldu. Uuu'nun yalnızca üç atomu oluşturuldu ve Uuu çekirdeğinde 111 proton elde etmek için nikel (28) ve bizmut (83) "toplanarak" elde edildi. Yine de Uuu'nun üç atomu yalnızca saniyenin on binde biri kadar bir süre dayanabildi.

57 La 138.9055	58 Ce 140.116	59 Pr 140.90765	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.964	64 Gd 157.25
2	2	2	2	2	2	2	2
8	8	8	8	8	8	8	8
18	18	18	18	18	18	18	18
18	20	21	22	23	24	25	25
9	8	8	8	8	8	8	9
2	2	2	2	2	2	2	2

Element 112? Ununbilyum (Uub) 1996 yılında oluşturuldu, fakat yalnızca bir atomu vardı! Bunu nasıl elde ettiler? 112 protonlu çekirdeği elde etmek için çinko (30) ile kurşunu (82) “toplayarak”.

Element 113? Bunun hakkında hiçbir şey duymadınız. Değil mi?

1999 yılında Rus bilim adamları bir atoma sahip element 114 olan ununkuadyumu (Uuq) oluşturduklarını açıkladılar.

Element 115? Burada bilgi yok.

Element 116, ununheksiyumun (Uuh), Kaliforniya’da bilim adamları tarafından element 118 olan ununoktiyumun (Uuo) oluşturulması sırasında yan ürün olarak 1999 yılında elde edildiği bildirildi fakat bu elementlerin gerçekte yapay olup olmadıkları hâlâ tartışma konusudur. Bunu zaman gösterecek.

65 Tb 158.92534	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93032	68 Er 167.26	69 Tm 168.93421	70 Yb 173.04	71 Lu 174.967
2	2	2	2	2	2	2
8	8	8	8	8	8	8
18	18	18	18	18	18	18
27	28	29	30	31	32	32
8	8	8	8	8	8	8
2	2	2	2	2	2	2

Yapay olarak yeni elementlerin atomlarının oluşum sınırını bilmiyoruz ve bu yüksek numaralı yapay elementler çok hızlı bozunduklarından oluşturulmuş olanlar hakkında çok fazla bilgiye sahip değiliz. Ne kadar uzağa gidebiliriz ve bu elementler neye benziyor, bunların hepsi bir sır.

Karşılaştığımız sırların hepsi yalnızca bunlar değil.

Daha önceden resmettiğimiz atomun yapısı en azından son derece sadeleştirilmişti. Örneğin gerçek elektronlar, mükemmel bir şekilde yuvarlak yörüngeler etrafında dönen küçük güzel yuvarlak toplar değiller. Anlamakta güçlük çektiğimiz bir şekilde hareket eden dalgayla parçacığın tuhaf bir bileşimlidirler.

Boş uzayın nerdeyse tamamı gibi görünen, evrende her maddeyi oluşturan atomları bulduğunda Bay Rutherford'un nasıl şaşırdığını hatırlayın!

Aslında bu çok gizemli. Belki bir gün çok daha gizemli bir şeyle dolu başka bir şey bulacağız. Belki de bulamayacağız, bunu şu an bilemeyiz.

Ve hepsi bu değil.

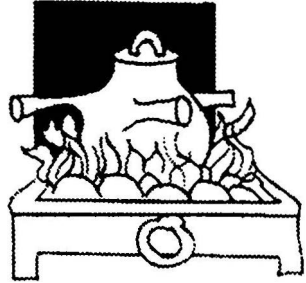
Atom altı parçacıkların sayısını veremiyoruz, çünkü elektronların, protonların ve nötronların ötesinde pozitronlar, nötrinolar ve fotonlar var.

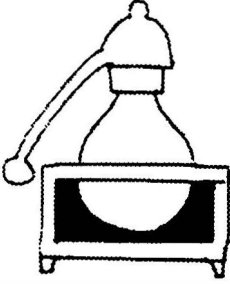
Ve mezonlar, muonlar ve pionlar.

Ve hepsi de elementlerin atomlarını oluşturan yüzlerce çok çok küçük tuhaf parçacıklar.

Bilim insanları, elementlerde olduğu gibi bunları da sınıflandırmaya ve başka bir Tablo hazırlamaya çalışıyorlar.

Fakat *bu* Tablonun düzeni bilim adamlarının çözmeye çalıştıklarından daha kalın bir sır perdesi.





Açıklamalı Sözlük

Asit: Asitler ekşi tada sahiptir ve turnusolu kırmızıya çevirir. Çağdaş kimyasal anlayışta hidrojen iyonları verdiklerinden proton vericileri olarak tanımlanırlar.

Alaşım: İki veya daha fazla metalden (örneğin, bakır ve kalaydan bronz) veya bir veya daha fazla metalden ve metal olmayan belli elementlerden, özellikle karbondan (örneğin, demir ve karbondan çelik) meydana gelen yapıdır.

Baz: Bazların tadı acıdır, dokunulduğunda kaygandır ve turnusolu maviye çevirir. Çağdaş kimya anlayışında hidrojen iyonu aldıklarından proton alıcıları olarak tanımlanırlar.

Bileşik: Birden fazla element içeren yapı.

Damıtma: Damıtma, sıvı bileşikleri (ateşle) buharlaştırarak veya (güneşle) yoğunlaştırarak elementlere veya daha basit bileşiklere ayırır.

Element: Pratik olması amacıyla bugün birçok kimya kitabında element, daha basit, daha saf maddelere

kimyasal değişimle ayrılamayan yapı olarak tanımlanır. Ancak asıl zorluk, hem “kimyasal değişimin” hem de “maddenin” tanımındadır. Bombardıman için yüksek hızla parçacıkları ivmelendirmek amacıyla güçlü bir manyetik alan ve elektrik alanı oluşturan devasa bir cihaz olan siklotronu kullanmak “kimyasal değişim” midir? Bir defada bir atomla yapay olarak oluşturulan ve hakkında çok az şey bilinen Mendelevyum (element 101) bir “madde” midir? Bu nedenle kimyagerler de “elementi” çok daha kesin biçimde protonla aynı sayıda atoma sahip olarak tanımlamaktadırlar.

Ergitme: Ergitme, filizin saf metali ortaya çıkarmak için ısıtıldığı işlemdir. Ergitme işleminde filiz, istenen saf metali bırakarak istenmeyen elementleri çıkarmak için indirgeyici ve eritici maddeyle ısıtılır.

Filizler: Filiz, yüksek metal konsantrasyonlarıyla doğal olarak meydana gelen kayadır veya mineral kombinasyonudur.

Gruplar: Periyodik Tablo’daki dikey sıralardır.

İndirgeme: Elementler bileşiklerden çıkarıldıklarında örneğin oksijen, demiri yalnız bırakarak demir oksitten çıkarılırken indirgeme meydana gelir.

Kalsinasyon: Metaller açık havada yandıklarında üzerlerinde simyacıların, Latince kireç veya tebeşir anlamına gelen “calx” kelimesinden türettikleri beyaz bir toz oluşur. Daha sonra beyaz tebeşirli yapının, yanma

sırasında oksijenin metale eklenmesinden kaynaklandığı anlaşıldı.

Katlı Oranlar Yasası: Dalton'un Katlı Oranlar Yasası, "Aynı elementlerden iki veya daha fazla bileşiğin oluşumunda ikinci elementin sabit ağırlığıyla birleşen bir elementin ağırlığı 2'ye 1, 3'e 1, 3'e 2 veya 4'e 3 gibi küçük tam sayılar oranında bulunur" der.

Kütle: Kütle ağırlıkla aynı şey değildir. Bir nesnenin kütlesi, gövdenin içerdiği madde miktarıyla değil aynı zamanda gövdenin hareketindeki değişime gösterdiği direnç olarak adlandırılır. Gövde, Yeryüzünde yetmiş kilogram ağırlığında olabilir fakat ağırlık uzayda yüzeceğinden hiçbir şey ifade etmez. Ama gövde hem yeryüzünde hem de uzayda kütleyle sahip olacaktır.

Kütlenin Korunumu: Lavoisier'in ilk formülasyonunda kütlenin ya da maddenin korunumu yasası, her reaksiyonda işlemiden önce ve sonra eşit miktarda madde bulunduğunu ifade ediyordu ya da daha basitçe kimyasal bir reaksiyonda reaksiyona giren bileşiklerdeki toplam madde miktarı sabit kalır.

Periyotlar: Periyotlar Tablosunda yatay sıralardır.

Sabit Oranlar Yasası: Proust tarafından formüle edilen yasa, bir bileşikte oluşturan elementlerin daima ağırlıkça belli oranlarda bulunacağını belirtir.

Keşif Tarihine Göre Elementler Listesi

Aşağıdakiler, keşfedildikleri tarih sırasına göre elementlerin bir listesidir. Bu keşif tarihleri, her zaman uygun şekilde *tanımlandığı* değil mümkün olduğu kadar her elementin *izole edildiği* tarihi yansıtmaktadır. Örneğin Cavendish, normalde 1766 yılında hidrojeni izole etmiş kabul edilmektedir fakat 10. bölümden bildiğimiz gibi bunu uygun şekilde on yıl önce tanımlayan Lavoisier'di. Yeni elementlerin keşfi de dahil elementlerin iyi bir güncel kaynağı, www.webelements.com adresinden takip edebilirsiniz.

Elbette çok genel elementlerin keşfi için bir tarih belirleyemedik. M.S. 1600'den önce altın, gümüş, cıva, bakır, kurşun, kalay, demir, kükürt, karbon, arsenik, antimon, bizmut ve çinko biliniyordu.

1600'den önce bilinenler

Altın	Au	79
Gümüş	Ag	47
Bakır	Cu	29
Karbon	C	6
Demir	Fe	26
Kurşun	Pb	82
Kalay	Sn	50

Kükürt	S	16
Cıva	Hg	80
Arsenik	As	33
Antimon	Sb	51
Bizmut	Bi	83
Çinko	Zn	30

1600'den sonra keşfedilen veya izole edilen

1669	Fosfor	P	15
1737	Kobalt	Co	27
1748	Platin	Pt	78
1751	Nikel	Ni	28
1766	Hidrojen	H	1
1772	Azot	N	7
1774	Klor	Cl	17
1774	Manganez	Mn	25
1774	Oksijen	O	8
1781	Molibden	Mo	42
1783	Tellür	Te	52
1783	Tungsten	W	74
1791	Titanyum	Ti	22
1794	İtiryum	Y	39
1798	Krom	Cr	24
1801	Niyobyum	Nb	41
1802	Tantal	Ta	73
1803	Paladyum	Pd	46
1803	Rodyum	Rh	45

1803	Seryum	Ce	58
1804	Osmiyum	Os	76
1804	İridyum	Ir	77
1807	Potasyum	K	19
1807	Sodyum	Na	11
1808	Baryum	Ba	56
1808	Stronsiyum	Sr	38
1808	Kalsiyum	Ca	20
1808	Magnezyum	Mg	12
1808	Bor	B	5
1811	İyot	I	53
1817	Lityum	Li	3
1817	Kadmiyum	Cd	48
1818	Selenyum	Se	34
1824	Silisyum	Si	14
1824	Zirkonyum	Zr	40
1825	Alüminyum	Al	13
1825	Brom	Br	35
1828	Berilyum	Be	4
1829	Toryum	Th	90
1841	Lantan	La	57
1841	Uranyum	U	92
1843	Terbiyum	Tb	65
1843	Erbiyum	Er	68
1860	Sezyum	Cs	55
1861	Rubidyum	Rb	37
1861	Talyum	Tl	81
1863	İndiyum	In	49

1867	Vanadyum	V	23
1875	Galyum	Ga	31
1878	Holmiyum	Ho	67
1878	İterbiyum	Yb	70
1879	Tulyum	Tm	69
1879	Skandiyum	Sc	21
1879	Samaryum	Sm	62
1880	Gadolinyum	Gd	64
1885	Praseodim	Pr	59
1885	Neodim	Nd	60
1886	Germanyum	Ge	32
1886	Flor	F	9
1886	Disprosyum	Dy	66
1894	Argon	Ar	18
1895	Helyum	He	2
1898	Kripton	Kr	36
1898	Neon	Ne	10
1898	Ksenon	Xe	54
1898	Polonyum	Po	84
1898	Radyum	Ra	88
1899	Aktinyum	Ac	89
1900	Radon	Rn	86
1901	Evropiyum	Eu	63
1907	Lütesyum	Lu	71
1917	Protaktinyum	Pa	91
1923	Hafniyum	Hf	72
1925	Renyum	Re	75
1939	Fransiyum	Fr	87

1939	Teknetyum	Tc	43
1940	Neptünyum	Np	93
1940	Astatin	At	85
1940	Plütonyum	Pu	94
1944	Amerikyum	Am	95
1944	Küriyum	Cm	96
1945	Prometyum	Pm	61
1949	Berkelyum	Bk	97
1949	Kaliforniyum	Cf	98
1952	Aynştaynyum	Es	99
1952	Fermiyum	Fm	100
1955	Mendelevyum	Md	101
1958	Nobelyum	No	102
1961	Lavrensiyum	Lr	103
1969	Rutherfordyum	Rf	104
1970	Dubniyum	Db	105
1974	Siborgiyum	Sg	106
1981	Bohriyum	Bh	107
1982	Metneriyum	Mt	109
1984	Hasyum	Hs	108
1994	Ununilyum	Uun	110
1994	Ununuyum	Uuu	111
1996	Ununbiyum	Uub	112
1999	Ununheksiyum	Uuh	116
1999	Ununoktiyum	Uuo	118

PERİYODİK CETVEL ve ELEMENTLER

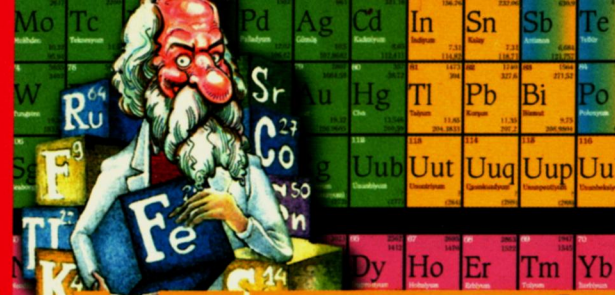
hydrogen 1 H 1.0079												13 IIIA		14 IVA		15 VA		16 VIA		17 VIIA		helium 2 He 4.0026	
2 IIA																							
lithium 3 Li 6.941		Elementin Adı Atom Numarası Sembolü Atom Ağırlığı										boron 5 B 10.811		carbon 6 C 12.011		nitrogen 7 N 14.007		oxygen 8 O 15.999		fluorine 9 F 18.998		neon 10 Ne 20.180	
beryllium 4 Be 9.0122												aluminium 13 Al 26.982		silicon 14 Si 28.086		phosphorus 15 P 30.974		sulfur 16 S 32.065		chlorine 17 Cl 35.453		argon 18 Ar 39.948	
sodium 11 Na 22.990		3 IIIB		4 IVB		5 VB		6 VIB		7 VIIB		8 VIII B		9 VIII B		10 VIII B		11 IB		12 IIB			
magnesium 12 Mg 24.305																							
potassium 19 K 39.098		calcium 20 Ca 40.078		scandium 21 Sc 44.956		titanium 22 Ti 47.867		vanadium 23 V 50.942		chromium 24 Cr 51.996		manganese 25 Mn 54.938		iron 26 Fe 55.845		cobalt 27 Co 58.933		nickel 28 Ni 58.693		copper 29 Cu 63.546		zinc 30 Zn 65.39	
rubidium 37 Rb 85.468		strontium 38 Sr 87.62		yttrium 39 Y 88.906		zirconium 40 Zr 91.224		niobium 41 Nb 92.906		molybdenum 42 Mo 95.94		technetium 43 Tc [98]		ruthenium 44 Ru 101.07		rhodium 45 Rh 102.91		palladium 46 Pd 106.42		silver 47 Ag 107.87		cadmium 48 Cd 112.41	
caesium 55 Cs 132.91		barium 56 Ba 137.33		lutetium 71 Lu 174.97		hafnium 72 Hf 178.49		tantalum 73 Ta 180.95		tungsten 74 W 183.84		rhenium 75 Re 186.21		osmium 76 Os 190.23		iridium 77 Ir 192.22		platinum 78 Pt 195.08		gold 79 Au 196.97		mercury 80 Hg 200.59	
francium 87 Fr [223]		radium 88 Ra [226]		lawrencium 103 Lr [262]		rutherfordium 104 Rf [261]		dubnium 105 Db [262]		seaborgium 106 Sg [266]		bohrium 107 Bh [264]		hassium 108 Hs [269]		meitnerium 109 Mt [268]		darmstadtium 110 Ds [271]		unununium 111 Uuu [272]		ununbium 112 Uub [277]	
		57-70 *																					
		89-102 **																					

* Lantanidler

** Aktinidler

lanthanum 57 La 138.91	cerium 58 Ce 140.12	praseodymium 59 Pr 140.91	neodymium 60 Nd 144.24	promethium 61 Pm [145]	samarium 62 Sm 150.36	europium 63 Eu 151.96	gadolinium 64 Gd 157.25	terbium 65 Tb 158.93	dysprosium 66 Dy 162.50	holmium 67 Ho 164.93	erbium 68 Er 167.26	thulium 69 Tm 168.93	ytterbium 70 Yb 173.04
actinium 89 Ac [227]	thorium 90 Th 232.04	protactinium 91 Pa 231.04	uranium 92 U 238.03	neptunium 93 Np [237]	plutonium 94 Pu [244]	americium 95 Am [243]	curium 96 Cm [247]	berkelium 97 Bk [247]	californium 98 Cf [251]	einsteinium 99 Es [252]	fermium 100 Fm [257]	mendelevium 101 Md [258]	nobelium 102 No [259]

YTY
YURT
KİTAP-YAYIN



BENJAMIN D. WIKER

periyodik
cetvelin
gizemi

Periyodik Tablo'da yer alan elementler;
kolay keşfedilmemiştir, tam tersine bulunmaları
çok zor olmuştur. Tabloda yer alan elementlerin
bu güzel ve düzgün sıralarına baktığımızda ise kolay
bir yoldan keşfedildiklerini de düşünebiliriz.
Homeros'un epik destanı Odysseiada ki
Odysseus'un tehlikeli ve bir o kadar da zor
seyahatlerine benzer elementlerin keşfi...

...

İlk keşfedilen elementin üzerine çok kan döküldü,
bir çok krallık yükselip çöktü.
Oysa dayanıklı bir alet veya silah yapmak için
çok yumuşak bir maddeydi bu.
Muhtemelen bunu keşfeden ilk insanın gözüne
nehir kıyısında yürürken bir ısıltı çarptı.
Merak edip, parmaklarıyla kazıyarak ortaya
çıkarttığı tuhaf nesneyi temizledi.
"Bu bir altındı!.."

ISBN 978-975-9025-47-2

