

MADDENİN YENİ KATALOĞU

Charles - Noel MARTİN

Kimyacıya göre; madde karşımıza değişik görünümlerde de çıksa, Mendeleev tarafından 1869'da sınıflandırılmış olan 92 eleman "tuğla" sından inşa edilmiştir. Ancak bu temel elemanların herbirinin bir veya birkaç ikizi, yani "izotopları" vardır. En yeni kataloga göre bu 92 elemanın 2200 değişik çekirdekli izotopu bulunmaktadır. (Buna ayrıca son zamanlarda fizikçilerin yarattığı 14 transuran elemanını da eklemek gerekir.) Bugün artık bunları çekirdek yapılarını birer birer karşılaştırarak birbirinden ayırmayı öğrenmiş bulunuyoruz. Bu da evrenin fiziksel oluşumunu daha iyi anlamamıza yardım etmektedir.

1910'da Jean Perrin sürekli bir üne kavuşmuş olan "Les atomes = Atomlar" adlı eserini yazmıştı. Atom teorisinin madde ve maddenin değişimi hakkındaki ortaçağdan kalma simya teorilerine karşı kesin zaferini bu tarihe dayandırabiliriz. Ondokuzuncu yüzyılın sonu ve yirminci yüzyılın ilk on senesi madde ve enerji hakkındaki hararetili tartışmalarla geçmişti. Anlaşılması güç birtakım gözlemlere bir açıklama bulmak gerekiyordu: Bunlar arasında "X" veya katot ışınları, uranyum ile radyum ve polonyum'un doğal ışınımı, Crookes ışınları, ışık ışınlarının spektroskopik yayılım kanunları bulunmaktaydı. Bütün bunlar ve daha önce gözetlenmiş diğer olaylar (bunların arasında en önemlisi 1865 tarihinde Mendeleev tarafından tesis olunan gruplar kimyasıdır) bir birleştirici teoriye ihtiyaç gösteriyordu. Bu teori 1910'dan itibaren tümüyle Bohr'un "planet" modeli üzerine kurulmuştu. Bu model, merkezde bir "çekirdek" ve bunun etrafında bir pastanın çevresindeki sinekler gibi dönüp dolanan bir elektron "küme" sinden meydana geliyordu. Bu model aşağıdaki bütün noktaları aydınlatılabiliyordu:

a) *Serbest elektronlar*: Bunlar çekirdeğin merkezî çekiminden kurtulmuş elektrik tanecikleridir.

b) *Işığın spektroskopik yayını*: Elektronların bir yörüngeden diğerine sıçramasından ileri gelmektedir.

c) *X ışınları*: Bunlar da aynı sebepten, ancak elektronların çekirdeğe daha yakın iç yörüngelere sıçramasından ileri gelmektedir.

d) *Crookes ışınları*: Bu ışınları elektronların (tıpkı televizyon ekranındaki "tarama" gibi) bir demet şeklinde kanalize olmasından ileri gelmektedir.

e) *Gamma, beta ve alfa ışınları*: Merkezdeki çekirdekten yayılan değişik radyoaktif ışınılardır.

Ancak unutmamalı ki bir model ne de olsa sadece bir modeldir, hatta onunla bir yığın fiziksel olayın açıklaması yapılabilsen bile! Bilim adamı ise bir şeyi ölçmeden, tartmadan ve daha iyisi, bizzat gözleriyle görmeden modelinden emin olamaz. Andığımız konuda bunu yapmak ise ancak en son zamanlarda başarılı olmuştur.

Sayma işlemine ancak yapay radyoaktivitenin keşfi ile başlanabildi. Buna ilk olarak 1923'te Rutherford teşebbüs etti; fakat sayımı gerçekleştirmek ancak 1932-1934 yılları arasında karıkoca Joliot'lara ve Fermi'ye nasip oldu. Çekirdeğin yapay olarak yaratılan radyoaktif ışınımı, atom çekirdeğini belirlemek, onu diğerlerinden ayırmak, hattâ iç yapısını öğrenmek, yani onu "tek başına" tanımak imkânını verdi. Böylece arzulan atomları "tek tek" incelemek idealine yaklaşılmış bulunuyordu. Daha doğrusu buna atomları değil, çekirdekleri tek tek inceleme demek lâzımdır; çünkü aynı elemanın izotop denen çekirdek yapısı değişik şekilleri vardır. İzotop sözü, Yunanca "isos = çeşit" ve "topos = yer" terimlerinden bir araya getirilmiştir. Bu kelime, kimyacının gözünde birbirinin aynı olan, fakat atom ağırlığı değişik elemanları ifade etmek için kullanılmaktadır. Kimya bilimi neden bazı elemanların tamsayı olmayan atom ağırlıklarına sahip bulunduğunu izah edememişti. Ancak 1930'da "ağır su"yun bulunuşu üzerine; bir numaralı en basit eleman olan hidrojenin bile, çekirdeğinde tek bir proton bulunan normal hidrojen ve çekirdeğinde bir proton ile bir nötron bulunan ağır hidrojen yani döteryum'un bir karması olduğu ortaya çıktı. Ayrıca "trityum" adı verilen süper-ağır bir hidrojen de vardır. Bunun çekirdeği bir proton ile iki nötrondan bir araya gelmiştir. Radyoaktifdir ve oniki senede ayrışarak helyum-3 e dönüşür. Helyum-3, tabiatta gayet az miktarda bulunan iki numaralı element

Helyum'un stabil (duragan) bir şeklidir. Helyum-4 ise iki proton ve iki nötrondan oluşmuştur.

1930'dan itibaren çekirdek fizikçileri bu elemanları birer birer yapay şekilde üreterek mümkün bütün izotopların listesini hazırlamışlardır. 1940'ta daha çekirdek kimyasının ilk yıllarını yaşadığımız bir sırada, bilinen tabiatta mevcut 275 stabil izotopun listesine o zaman bilinen 92 elemanın yüzü aşkın izotopu da eklenmiş bulunuyordu. İkinci dünya savaşı sırasında atom silahı için üretilen transuran yani uranötesi elemanları (meselâ plutonyum yapay olarak elde edilen 94 numaralı elemandır) ve fission (parçalanma) ürünleri bu sayıyı 1950'de hemen hemen 1000'e çıkartmıştı. Bundan on sene sonra, 1960'ta 15000 rakkamı rahat aşılmış bulunuyordu.

Kaliforniya Üniversitesi'nin Lawrence Berkeley Laboratuvarı tarafından yayınlanan dünyaca otorite olarak kabul edilmiş yegâne izotoplar katalogu "Table of isotopes"; ilki 1940, daha sonra 1944, 1948, 1953, 1958, 1967 ve 1977 olmak üzere yedi defa basılmıştır. 1967'de çıkan altıncı baskı 300 sayfalıktı ve yaklaşık olarak 1900 değişik çekirdek türü ihtiva ediyordu. On sene sonra çıkan yedinci baskı bir telefon rehberi kalınlığındaydı ve 1523 sayfalık koskoca bir kitap olmuştur. İçinde o zamana kadar bulunmuş 22000 çekirdek türü yer alıyordu. Katalogu derleyenler bunun ileride daha geniş bir baskısının pratik açıdan pek mümkün olmayacağı düşüncesindedirler. Görülüyor ki 1940 tan beri 2000'e yakın izotop yapay olarak elde edilmiş ve incelenmiş bulunmaktadır. Bundan sonra bulunacak olanların ise sınırlı ölçüde kalacağı ve yarılanma sürelerinin kısalığı dolayısıyla bunları kataloga geçirmenin gereksiz olacağı kabul edilmektedir.

İşte böylece, 1910 yılında maddeyi proton ve hidrojene indirgeyerek birliği sağladığımızdan 70 yıl sonra, herbiri ayrı bir "kişiliğe" ve kendine özel bir yapıya sahip 2200 kadar değişik atom çekirdeğinden oluşan fevkalâde karmaşık bir çekirdek kuruluşu karşımıza çıkmaktadır.

Çekirdeklerin envanterini düzenlediğimizize göre şimdi iş izotopları pratikte birer birer birbirinden ayırmağa kalmaktadır. Ayrıca şunu da söyleyelim ki uzun araştırmalardan sonra büyük güçlüklerle de olsa bir elemanın izotoplarını birbirinden ayırarak teknik usuller geliştirmiş bulunmaktayız.

Endüstriyel olarak uranyum izotoplarını birbirinden ayırmak için karşılaşılan güçlükler bilinmektedir. Uranyum 238'in % 99.3, Uranyum 235'in ise sadece % 0.3 oranında bulunduğu doğal karışımından U-235'i hemen hemen tama-

men saf olarak elde etmek için başvurulacak usulü bulmak gerekiyordu. Bunun için kullanılmış olan başlıca mekanik usul, (bugün Fransa'da inşaat halindeki Tricastin tesisinde olduğu gibi) muazzam boyutlu fabrikalarda izotopları gaz difüzyon (yayınma) işlemi ile ayırmaktadır. Bu usulde Uranyum 235-238 karması yüzlerce defa gözenekli bir bölmeden geçirilmekte, bir parça daha hafif olan U-235'in daha hızlı olarak yayınımlı dolayısıyla gaz karışımının gitgide U-235 açısından zenginleşmesi sağlanmaktadır.

Mekanik usulün dışında, ultrasentrifüj veya körikle genişletme gibi metotlar, ayrıca elektromanyetik usuller vardır. Laboratuvarlarda elektromanyetik usuller kullanılmaktadır. Bu usulün prensibi basittir ve tipki bir kaymak makinesinde olduğu gibi, iki izotopun kütlesi arasındaki hafif farktan yararlanılmaktadır. Leningrat'ta A.F. Ioffe Enstitüsündeki Marmirine ekibi bu atomları birer birer ayırma tekniğinde kaydedeğer sonuçlar sağlamıştır. Kullandıkları "magnetik titreşim spektrografi" adlı âlet, başka bir izotopun altı milyar atomuna karışmış tek bir değişik izotop atomunu ayırabilecek güçtedir! Bunun deneyleri daha önce söz ettiğimiz Helyum-3/Helyum-4 karışımı üzerinde yapılmıştır.

1 ve 2 numaralı elemanlar olarak adlandırılan hidrojen ve helyuma yıldızlar evreninde bol olarak rastlanmakla birlikte, dünya üzerinde seyrektiler; çünkü yeryüzünün oluşumu sırasında mevcut yüksek ısı yüzünden buharlaşıp uzaya dağılmışlardır. Ancak gene de yeryüzü atmosferinde helyum bulunmaktadır. Gazın normal biçimi olan Helyum-4 ün yanında, daha nadir olan Helyum-3 ün fevkalâde az sayıda zerrelerine de rastlanmaktadır.

Birkaç seneden beri belirttiğimiz bu helyumun nereden geldiğini kesinlikle tesbite çalışılmaktadır. Bunun bir kısmı muhakkak ki dünyamızın ve sistemimizdeki diğer planetlerin kendisinden oluştuğu güneşten gelmektedir. Ancak iş bununla bitmemekte, ayrıca uzayda güneş tarafından "güneş rüzgârı" şeklinde devamlı olarak yayınlanan helyum bulunmaktadır. Bundan başka ay içinde ve yüzeyinde, hattâ ay tozlarında ve dünyaya düşmüş olan meteoritlerde helyuma rastlanmaktadır. Bütün bu helyumun aynı kaynaktan çıkıp çıkmadığını anlamak için izotoplarının birbirine oranını belirlememiz yerterlidir.

Helyum-3 ile Helyum-4 ün birbirinden ayrılması derhal aralarındaki oranı ortaya çıkarmakta ve gerek güneş, güneş rüzgârı ve gerekse kozmik tozlarda, ay kayalarında ve meteoritlerde dâima 1 Helyum-3 atomuna 3,300 Helyum-4



1 Güneş rüzgârı



${}^3\text{He}/{}^4\text{He} = 3300$



Uzayın mikro-tozları



2 Ay yüzeyi



${}^3\text{He}/{}^4\text{He} = 3300$

EVRENDEKİ ORAN

Helyum'un iki izotopu tabiatte hem uzayda, hem de yeryüzünde mevcuttur. Ancak Helyum-3 ün Helyum-4 e oranı örneklerin toplandıği yere göre geniş ölçüde değişmektedir.

RESİM: 1. Evrendeki oran şaşılacak derecede sabittir. 3.300 Helyum-4 atomuna 1 Helyum-3 atomu düşmektedir. Bu oran hem güneşteki kasırgalar sırasında uzaya salınan güneş rüzgânı, hem de kozmik tozlar için aynıdır. Bu tane ve parçacıklar uzay istasyonlarının gözlem "kapan" ları tarafından yakalanmaktadır.



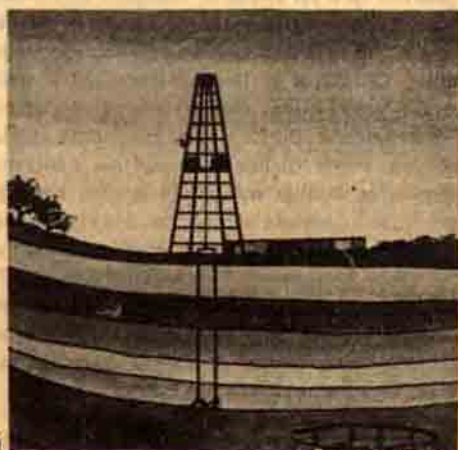
4 Yer örtüsünün lavları



${}^3\text{He}/{}^4\text{He} = 33000$

YERYÜZÜNDEKİ ORAN

RESİM: 4. Yeryüzündeki durum hiç te evrendeki gibi değildir. Yerkabuğu mantosundan gelen magma ve volkan lavlarında yapılan ölçülerde oran 1'e karşı 33.000'e çıkmaktadır. Bu da Helyum-4 açısından 10 kat bir zenginleşmeyi gösterir.

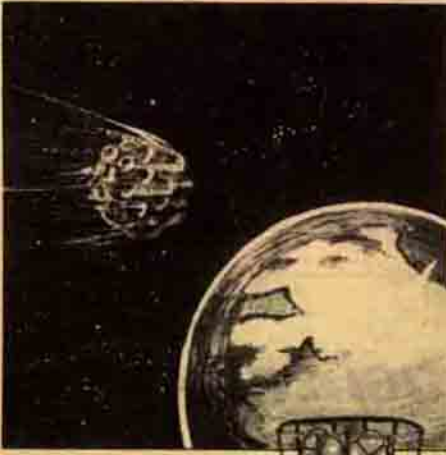


5 Yeryüzü kabuğu



${}^3\text{He}/{}^4\text{He} = 33000000$

RESİM: 5. Yerin üst tabakalarında yapılan sondajlarda oran 1/33.000.000'e çıkmaktadır. Bu, granit dip katmanların uranyum ve toriyum açısından çok zengin oluşunun sonucudur; çünkü bu elemanların radyoaktif etkinliğinin bir yan ürünü olarak devamlı şekilde Helyum-4 birikmektedir. Bunun ayrışması ise milyarlarca yıl sürmektedir.



3 Meteoritler

${}^4\text{He}/{}^3\text{He} = 3300$

RESİM: 2. Astronotların sondalar vasıtasıyla topladığı ay toprağında da oran aynıdır. Anlaşıldığına göre ay, güneşten gelen helyumu toplamıştır.

RESİM: 3. Yeryüzüne düşen meteoritler dâima bu 1 e karşı 3.300 oranını ihtiva etmektedir. Bu da bütün astronomik cisimler (güneş, ay, meteoritler) in güneşe ve diğer planetlere vücut veren ilkel yıldızdaki oranı muhafaza ettiğini göstermektedir. Bu oranın sabitliği kitle spektrometrisi ile tesbit olunmuştur.

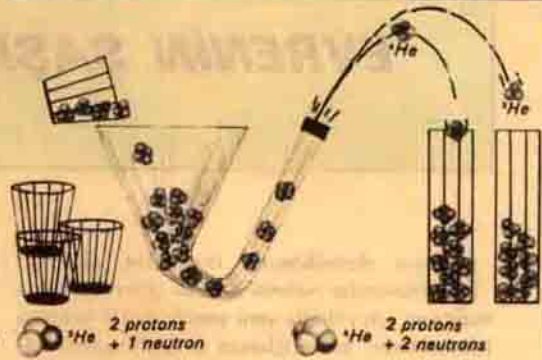


6 Yer atmosferi

${}^4\text{He}/{}^3\text{He} = 715000$

RESİM: 6. Yeryüzü atmosferi 1 Helyum-3 atomuna karşı 715.000 Helyum-4 atomu ihtiva etmektedir. Yer içinden gelen radyoaktif ışınların bir kısmı milyarlarca yıldan beri devamlı olarak çevreye yayılmıştır. Yeryüzünün ağır radyoaktif elemanları çok miktarda ihtiva etmesi dolayısıyla hava tabakaları uzaya göre bir Helyum-4 rezervuarı durumundadır.

atomunun düştüğünü göstermektedir. Bu 1 e karşı 3.300 oranı, her iki izotopun aslında güneşten çıkma olduğunu gösteren kozmik bir "değişmez" dir. Halbuki yeryüzünde işler öyle değildir: Plastik kabuktan gelen lavlarda oran 1 e karşı 33.000 dir, yani Helyum-4 uzayındakine nazaran 6 kat daha siktir. Yukarı katmanlarda oran 1 e karşı 33.000.000 a, yani kabuktakinin 1000 katına çıkmaktadır. Atmosferde ise bu oran 1 e karşı 715.000 dir.



7 ${}^3\text{He}$ 2 proton + 1 neutron

${}^4\text{He}$ 2 proton + 2 neutron

İZOTOPLARI BİRBİRİNDEN AYIRAN "YAYIK"

RESİM: 7. Kimyada elemanlar tablosunda ikinci sırayı alan helyum, iki izotopun (Helyum-3 ile Helyum-4) karışımıdır. Helyum-3'ün çekirdeği iki nötron ve ilişik iki proton (bunlar mavi olarak gösterilmiştir) dan ibarettir. Helyum-3 ün ise sadece tek nötronu vardır. Her ikisinin de kütlesi hafif olmakla birlikte, birbirlerine oranlandıkları zaman birinin ötekinden dörtte bir oranında daha hafif olduğu açıkça görülmektedir. İşte bu özellikten çekirdekleri birbirinden ayırmak için yararlanılmaktadır. Ayırma işlemi şekilde görüldüğü gibi, sanki her ikisini bir fiçiye koymuş ve oradan hortumla havaya fışkırtmış şekilde canlandırılabilir. Daha ağır olan Helyum-4 daha az uzağa gider ve birinci sepete düşer, halbuki Helyum-3 daha geniş bir parabol çizerek sağdaki ikinci sepete erişir. Tabii gerçekte yerçekimi etkisinden değil, bir elektrik alanının yarattığı eğriden yararlanılmaktadır; fakat sonuç aynıdır.

Acaba bu değişik oranların anlamı nedir? Bunun basit açıklaması, yerin iç kabuğunun granit katmanlarında zengin oranda bulunan uranyum ve toryumun ayrışmasıdır. Bu, tabii çok yavaş olmaktadır; çünkü Uranyum-238'in yarılanma süresi 4.5 milyar yıldır. Ancak bu aynı zamanda bundan 4.5 milyar yıl önce dünyamızın yaratılışında mevcut olan uranyumun şimdi tam yarıya inmiş olduğunu göstermektedir (basit bir

rastlantı sadece). Her ayrışmada aslında helyum çekirdeğinden başka bir şey olmayan bir alfa taneciği (2 proton - 2 nötron) serbest kalmaktadır. Tabii radyoaktivite dolayısıyla ortaya çıkan ve nadir bir gaz olan bu Helyum-4 kısmen toprağa işlemiş, kısmen de atmosfere karışmıştır. Bu yüzden oranlarda meydana gelen şaşırtıcı fark, Helyum-3 açısından bir fakirleşmeyi değil, Helyum-4 açısından bir zenginleşmeyi ifade etmektedir. Sovyet atom araçlarının incelemeleri

de bunu doğrulamış bulunmaktadır. Yapılan bu gözlemi değerlendiren fizikçiler evrenimizin oluşumu esnasında izotoplar arasındaki asal oranın 1/3300 olduğu ve yer toprağı, lavlar ile yer atmosferinde ölçülen görünüşte değişik oranları itibara almamak gerektiği sonucuna varmışlardır.

SCIENCE ET VIE'den
Çeviren : Dr. Ergin KORUR

EVRENİN ŞAŞIRTICI SIRLARI

Bülent BÜKTAŞ
Yük. Müh.

Uzayın derinliklerini durmadan araştıran Astronomlar evrenin sırlarını çözmeye çalışmakta ve son yıllarda yeni yeni buluşlar birbirini izlemektedir. İnsanoglunun evrende yalnız olmadığı inancı da her gün biraz daha kuvvetlenmektedir. "National Geographic" dergisinde çıkan bir yazının aşağıdaki özeti bu konulara ışık tutmaktadır.

Dünyamızdan çok uzaklarda garip ve şaşırtıcı bir alem etrafımızı sarmaktadır. Uzayın derinlikleri insanoglu oldu olalı bu esrarengiz gizliliğini korumuştur.

Ancak şimdi son yıllarda bu perde aralanmaya ve evrenin sırları yavaş yavaş çözülmeye başlamıştır. Uzayın derinliklerine girildikçe gitgide daha hayret verici buluşlarla karşılaşmaktadır. Evrende öyle yerler vardır ki, bir çay kaşığı madde bir milyar ton çekmekte, kendi etrafında hızla dönen bir yıldız saniyede 30 defa "göz kırpmakta" ve madde ile ışık "kara delikler" tarafından yutulup yok olmaktadır. İngiliz bilim adamı J.B.S. Haldane bu inanılmaz buluşlar karşısında haklı olarak şöyle demektedir: "Evren yalnız sandığımız kadar şaşırtıcı değil, sanabildiğimizden de çok daha şaşırtıcıdır."

Bundan yaklaşık 450 yıl önce ünlü astronom Copernic'e kadar insanoglu ufak dünyamıza evrenin merkezi gözü ile bakardı. Copernic bu teoriyi temelinden yıkmış ve güneşin dünyanın etrafında değil, tersine dünyanın güneşin etrafında döndüğünü ileri sürmüştür. Bu o zaman için çok değişik ve düşündürücü bir görüştü, ancak bütün gerçeği ifade etmiyordu. Zira Copernic bu defa güneşin evrenin merkezi

olduğunu sanıyordu. Bu yanlış teori fotoğrafın ve 20. yüzyılda güçlü teleskopların devreye girmesine kadar hemen herkesce benimsenecekti.

Sonra, bundan 60 yıl kadar önce, Amerikalı astronom Edwin Hubble fotoğraf camlarını yakından inceleyince resimlerini çektiği nebülözlerin bir çok astronomların sandığı gibi gaz bulutları olmayıp bizim samanyolumuza benzer galaksiler, yani yavaş yavaş dönen yıldız topluluklarından oluştuğunu meydana çıkardı. Bunlar samanyolumuzdan çok uzaklarda evrenin derinliklerine dağılmış bulunuyorlardı.

Bugün galaksilerin çöldeki kum taneleri gibi çok olduğunu bilmekteyiz. Nitekim sayıları belki 100 milyarı bulmaktadır. Dünyanın en güçlü optik teleskopu, Kalifornia'da Palomar Dağındaki 5 metrelik dev reflektör yalnızca uzayın Büyük Dipper adı verilen bölümünde bir milyonu aşkın galaksi saptamıştır.

Galaksilerle dolu evrenin inanılmaz boyutları acaba nerelere varmaktadır? Astronomlar evrendeki muazzam mesafeleri "ışık yılları" yani ışığın saniyedeki 186.282 mil (yaklaşık 300.000 km.) hızla bir yılda aldığı yol birimleri ile ölçerler. Buna rağmen evrenin korkunç boyutlarının anlaşılması zordur. Örneğin dünyanın güneşe olan uzaklığını (93 milyon mil veya 150 milyon km. eşit yaklaşık 8 ışık dakikası) bir kâğıt yaprağının kalınlığı ile gösterirsek, bize en yakın yıldız olan mesafe (4,3 ışık yılı) 20 metre yüksekliğinde bir kâğıt yığınına eşit olmaktadır. Bizim galaksimizin çapı (100.000 ışık yılı) 560 kilometre ve bilinen evrenin sınırı ise 56 milyon km. yani dünyanın güneşe olan mesafesinin üçte biri yüksekliğinde