

alternatif

# Periyodik Tablolar

Dr. Mahir E. Ocak [ *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Elementlerin atom sayısına (çekirdeklerindeki proton sayısına), elektron dizilimlerine ve benzer kimyasal özelliklerine göre dizildiği, kimya eğitiminde sıklıkla yararlanılan periyodik tablonun mucidi Rus kimyacı Dimitri Mendeleev'dir. Ancak Mendeleev'in periyodik tablosu ilk değildi, son da olmadı. Günümüzde yüzlerce farklı türde ve biçimde periyodik tablo var, hâlâ da yenileri öne sürülmeye devam ediyor. Bunların bazılarında ders kitaplarında rastlıyoruz ve aralarında bilimsel tartışmalardan kaynaklanan ufak tefek farklılıklar var. Bazılarında geleneksel periyodik tablolarda belirgin olmayan özelliklerine vurgu yapmak amacıyla elementler daire, küp, silindir ya da spiral gibi çok değişik biçimlerde sıralanıyor.



“Standart” periyodik tabloların sık rastlanan bir örneği

Bu tablo, açıklamalarıyla Ekim 2019 sayımızla birlikte poster olarak da verilmiştir.

## Periyodik Tablonun Oluşturulması

**P**eriyodik tabloda elementler artan atom numarasına göre dizilir. Bir elektron kabuğu dolup yeni bir elektron kabuğu dolmaya başladığında yeni bir satıra geçilir. Atomların gruplardaki yerini belirleyen elektron dizilimleridir. Aynı gruplarda yer alan atomların elektron dizilimindeki son orbitalde aynı sayıda elektron vardır. Örneğin aynı grupta yer alan sodyum ve potasyumun elektron dizilimleri  $s^1$  ile biter.

Periyodik tablo dört bloktan oluşur. İlk iki grupta yer alan ve atomlarının elektron dizilimleri s orbitaliyle biten elementler s bloğunu, 3-12. gruplarda yer alan ve atomlarının elektron dizilimleri d orbitaliyle biten elementler d bloğunu, 13-18. gruplarda yer alan ve atomlarının elekt-

ron dizilimleri p orbitaliyle biten elementler p bloğunu, tablonun en altındaki bağımsız iki satırda yer alan ve atomlarının elektron dizilimi f orbitaliyle biten elementlerse f bloğunu oluşturur.

Genel olarak, aynı grupta yer alan elementler benzer kimyasal özelliklere sahiptir. Ayrıca d bloğu ve f bloğundaki elementler söz konusu olduğunda aynı satır içinde de benzer kimyasal özelliklere rastlanır. Dolayısıyla, bir elementin periyodik tablodaki konumuna ve çevresindeki diğer elementlere bakarak kimyasal özellikleri hakkında çıkarımlar yapmak mümkündür. Hatta Mendeleev bu sayede pek çok elementin özelliğini daha elementler keşfedilmeden önce, kabaca da olsa, tahmin etmeyi başarmıştı.

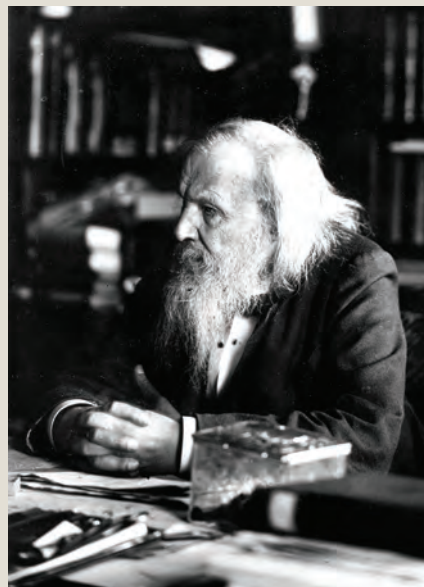
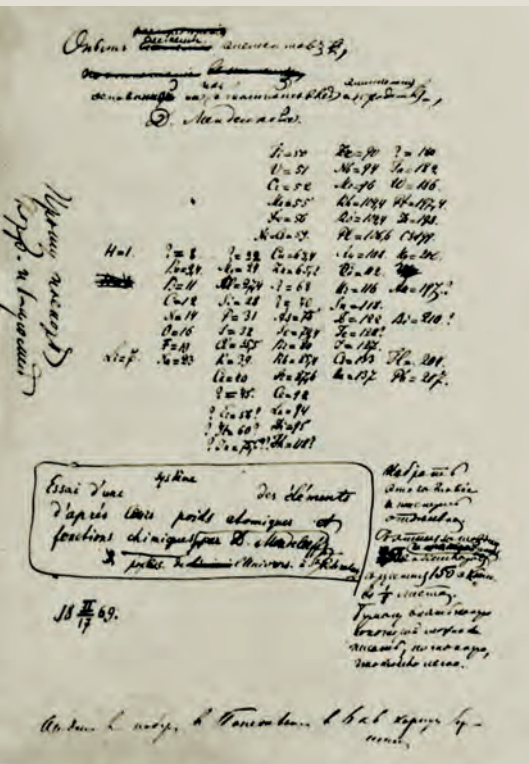


# Tablo ile İlgili Tartışmalar

**Helyum.** Helyum atomlarının çekirdeğinde 2 proton vardır. Dolayısıyla Madelung kuralına göre nötr helyum atomlarının elektron dizilimi  $1s^2$ 'dir. Elektronların doldurduğu tek orbital bir s orbitali olduğu ve bu orbitalde 2 elektron olduğu için helyumun s bloğunun ikinci grubunda yer alması gerekir. Bazı periyodik tablolarda da zaten helyum periyodik tablonun 2. grubunun en üstüne yerleştirilir. Ancak periyodik tabloların büyük çoğunluğunda helyum 2. grupta değil 18. grupta yer alır. Bu tercihin sebebi, helyumun kimyasal özelliklerinin 2. grupta yer alan magnezyum ve kalsiyum gibi elementlere hiç benzememesidir. Helyum atomundaki tüm elektronlar 1. elektron kabuğunda yer alır. Bu kabukta yalnızca bir s orbitali vardır; p, d ve f orbitalleri yoktur. Bir s orbitalinde en fazla iki elekt-

ron bulunabileceği için, bu durum helyumun valans kabuğunun (kimyasal tepkimelerde yer alan elektronların bulunduğu, en yüksek seviyeli elektron kabuğunun) tamamen dolu olduğu anlamına gelir. İkinci grupta yer alan kalsiyum ve magnezyum gibi metallerin valans kabuğu ise tamamen dolu değildir. İkinci satır, ikinci sütunda yer alan magnezyumun valans kabuğunda üç boş p orbitali; üçüncü satır, ikinci sütunda yer alan kalsiyumun valans kabuğundaysa üç boş p orbitali ve 5 boş d orbitali vardır. Bu boş orbitaller magnezyum, kalsiyum ve aynı grupta yer alan diğer elementlerin kimyasal tepkimelere hayli istekli olmasının ana nedenidir. Kimya ile ilgili temel bir kural, atomlarının valans kabuklarını tamamen dolu ya da tamamen boş hâle getirme eğiliminde olduklarıdır. Valans ka-

buğu neredeyse tamamen dolu olan atomlar (örneğin, periyodik tablonun on yedinci grubunda yer alan halojenler) kimyasal tepkimelerde dışarıdan elektron alarak valans kabuklarını tamamen doldurmaya çalışırlar. Valans kabukları neredeyse tamamen boş alan sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi metallerse kimyasal tepkimelerde elektron vererek valans kabuklarını tamamen boşaltmaya çalışırlar. Helyum ise soygaz olarak adlandırılan elementlerin bir örneğidir. Bu elementler valans kabukları tamamen dolu olduğu için kimyasal tepkimelere girmeye karşı hayli isteksizdir. Bu yüzden helyum periyodik tabloların büyük çoğunluğunda kendisiyle benzer kimyasal özelliklere sahip neon ve argon gibi diğer soygazların yer aldığı on sekizinci grupta yer alır.



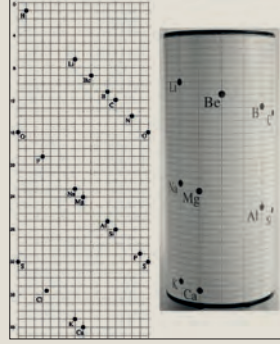
**Dmitri Ivanoviç Mendeleev,**  
Rus kimyager ve mucit.

Mendeleev'in kendi el yazısıyla periyodik tablo (solda).

Aşına olduğumuz periyodik tabloya benzetebilmek için önce saat yönünde 90 derece döndürmek, sonra da ayna görüntüsünü, yani yatay düzlemde tersini almak gerekiyor.

**Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois,**  
Fransız jeolog ve mineralog

1852 yılında, De Chancourtois École  
Nationale Supérieure des Mines de Paris  
jeoloji profesörü seçildi.



Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois  
tarafından hazırlanmış  
üç boyutlu bir periyodik tablo.

Üstelik Mendeleev'in  
periyodik tablosundan bile eski.

Tablo 1862'de hazırlandı.



## Atomların Elektron Dizilimleri

**K**imya ders kitaplarında sıklıkla rastladığımız periyodik tablolar oluşturulurken dikkat edilen en önemli nokta elementlerin kimyasal özellikleridir. Bir elementin kimyasal süreçlerdeki davranışları elektron yapıları tarafından belirlenir. Dolayısıyla bu periyodik tabloların nasıl oluşturulduğunu anlayabilmek için önce modern atom kuramına göre atomların elektronik yapılarının nasıl olduğuna göz atmak gerekir.

Atom çekirdeğinin etrafındaki elektronlar ancak belirli enerji seviyelerinde bulunabilirler. Orbital denilen bu seviyeler, üç kuantum sayısı ile belirtilir:  $n$ ,  $l$  ve  $m_l$ . Çekirdeğin etrafındaki elektron kabuklarını tanımlayan  $n$  sayısı 1, 2, 3, ... gibi bir pozitif tam sayıdır. Belirli bir  $n$  değerine karşılık gelen elektron kabuğundaki orbitallerin  $l$  sayısı 0, 1, ...,  $n-1$  tam sayılarından biri olabilir.  $l$  sayısının orbita-

lin türünü belirlediği söylenir ve 0, 1, 2, 3 sayılarına karşılık gelen orbitaller sırasıyla s, p, d ve f orbitalleri olarak adlandırılır. Aynı  $n$  ve  $l$  değerlerine sahip  $2l+1$  ayrı orbital vardır. Bu orbitalleri birbirinden ayırt eden  $m_l$  sayısıysa  $-l, -l+1, \dots, -1, 0, 1, \dots, l-1, l$  değerlerinden birini alır. Örneğin, belirli bir elektron kabuğunda  $l=1$  değerine sahip p orbitallerinden  $-1, 0, 1$   $m_l$  değerine sahip üç ayrı orbital vardır.  $l$  sayısının değeri  $n$  sayısından küçük olduğu için,  $n=1$  kabuğunda sadece s orbitalleri,  $n=2$  kabuğunda sadece s ve p orbitalleri,  $n=3$  kabuğunda sadece s, p ve d orbitalleri .... bulunur. Her bir orbitalde spinleri zıt yönlü iki elektron bulunabilir. Dolayısıyla,  $n$  elektron kabuğu numarası olmak üzere, belirli bir elektron kabuğunda en fazla  $2n^2$  tane elektron olabilir. Örneğin, birinci elektron kabuğunda en fazla  $2 \cdot 1^2 = 2$  tane, ikinci elektron kabuğunda en fazla  $2 \cdot 2^2 = 8$  tane, üçüncü elektron kabuğunda ise en fazla  $2 \cdot 3^2 = 18$  tane elektron bulunabilir.

**Hidrojen.** En hafif element olan hidrojenin atom çekirdeğinde sadece bir proton bulunur. Dolayısıyla Madelung kuralına göre nötr hidrojen atomlarının elektron dizilimi  $1s^1$ 'dir. Dolayısıyla elektron dizilimine bakıldığında hidrojenin s bloğunun birinci grubunda yer alması gerekir. Periyodik tabloların büyük çoğunluğunda da durum budur. Ancak hidrojenin kimyasal özellikleri periyodik tablonun birinci grubunda yer alan ve alkali metal olarak sınıflandırılan elementlerden çok periyodik tablonun on yedinci grubunda yer alan ve halojen olarak sınıflandırılan ametallere benzer. Bu durumun temel nedeni tıpkı halojenler gibi hidrojenin de valans kabuğunu tamamen dolu hâle getirmek için dışarıdan bir elektron almaya ihtiyaç duymasıdır.

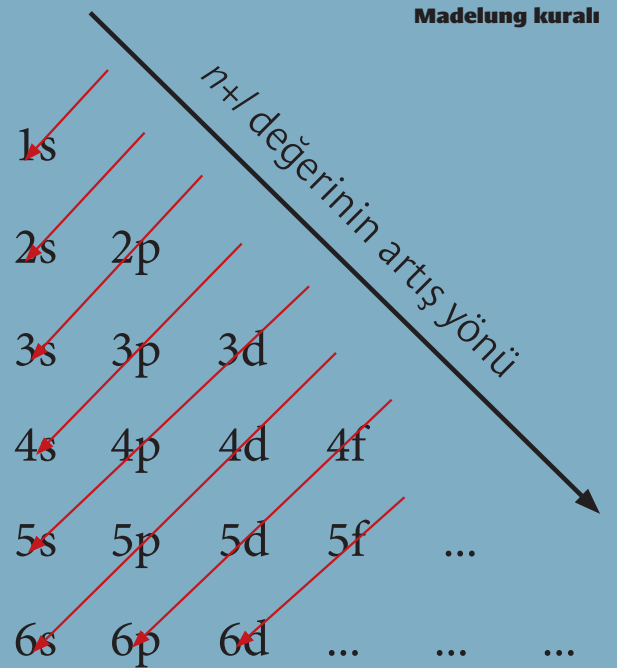
Bu yüzden bazı periyodik tablolarda hidrojen periyodik tablonun on yedinci grubunun en üstünde yer alır. Sık rastlanılan başka bir durumsa hidrojenin diğer tüm elementlerden ayrı olarak tablonun ana gövdesinin üstünde ve ortasında bir yere yerleştirilmesidir.



**Üçüncü gruptaki elementler.** Periyodik tablonun üçüncü grubu, d bloğundaki ilk gruptur. Kimya ders kitaplarındaki periyodik tabloların tamamında bu grupta yer alan ilk iki element (tablonun dördüncü ve beşinci satırında yer alan elementler) skandiyum ve itriyumdur. Ancak tablonun altıncı ve yedinci satırlarındaki elementler farklı periyodik tablolar arasında farklılık gösterir. Bazı yazarlar skandiyum ve itriyumun altına lantan ve aktinyumu, bazı yazarlarsa lütesyum ve lavrensiyumu yerleştirir. Hatta bazı periyodik tablolarda bu konumlarda hiçbir element yer almaz. Bu farklılıkların temel nedeni Madelung kuralına dayanarak yapılan elektron dizilimi tahminleriyle deneysel veriler arasındaki uyumsuzluktur.

Atomların elektron dizilimleri ifade edilirken  $n$  sayısı ve orbital türü belirtilir. Orbitalerde bulunan elektron sayısı ise üst indis olarak yazılır. Örneğin  $2p^3$ , ikinci elektron kabuğundaki p orbitallerinde 3 adet elektron olduğu,  $4f^8$  ise dördüncü elektron kabuğundaki f orbitallerinde 8 elektron olduğu anlamına gelir.

Elektronlar orbitalleri Madelung kuralına göre doldururlar. Bu kural yandaki şekildeki gibi betimlenir. Sırasıyla  $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, \dots$  orbitalleri dolar. Örneğin, azotun ( ${}_7\text{N}$ ) elektron dizilimi  $1s^2 2s^2 2p^3$ , sodyumun ( ${}_{11}\text{Na}$ ) elektron dizilimi ise  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  olarak ifade edilir. Çok sayıda elektronu olan atomların elektron dizilimi yazılırken, kolaylık olması bakımından, periyodik tablonun bir üst satırında yer alan soygazın elektron diziliminden farkı ifade edilir. Örneğin azotun ve sodyumun elektron dizilimleri sırasıyla  $[\text{He}]2s^2 2p^3$  ve  $[\text{Ne}]3s^1$  olarak da yazılabilir.



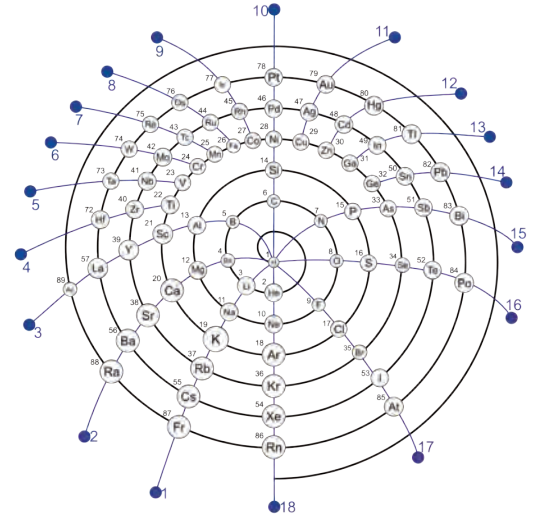
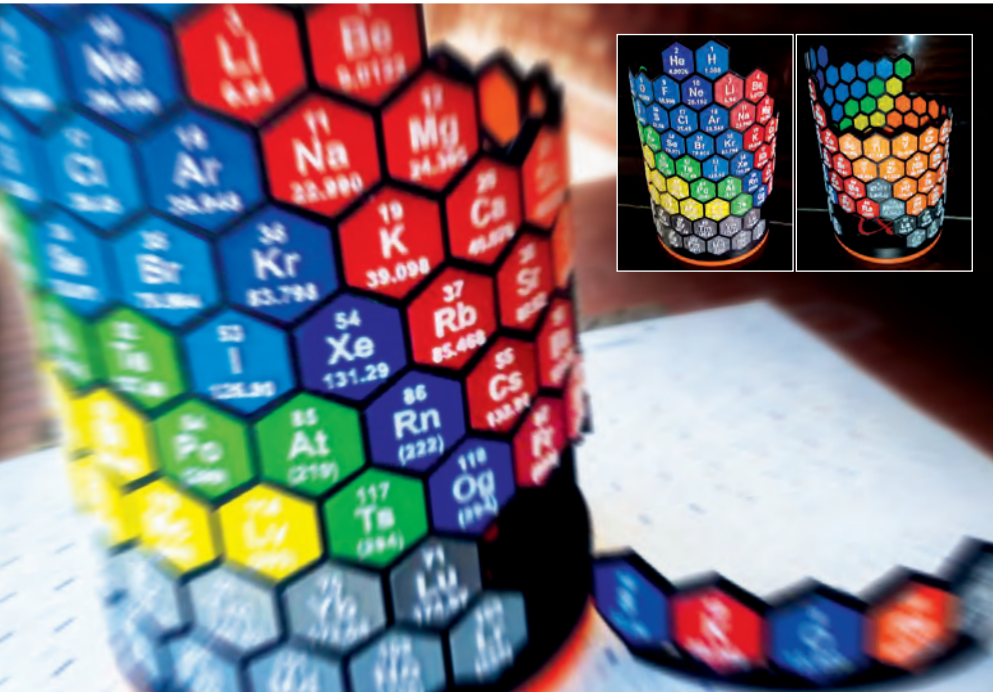


Madelung kuralını lantan ve aktinyuma uyguladığınızda elektron dizilimlerinin sırasıyla  $[Xe]6s^24f^1$  ve  $[Rn]7s^25f^1$  olmasını beklersiniz. Dolayısıyla bu iki elementin periyodik tablodaki yeri f bloğunun ilk grubu olmalıdır. Ancak deneysel veriler lantan ve aktinyumun elektron diziliminin aslında  $[Xe]6s^25d^1$  ve  $[Rn]7s^26d^1$  olduğunu gösterir. Bazı yazarların lantan ve aktinyumu d bloğunun ilk grubuna, skandiyum ve itriyumun altına yerleştirmesinin sebebi budur. Ayrıca elementlerin erime sıcaklıkları, iyon yarıçapları gibi özelliklerinde periyodik tablonun ilk iki grubunda yukarıdan aşağıya gidildikçe gözlemlenenlere benzer değişimlerin skandiyum, itriyum, lantan ve aktinyum arasında da gözlemlenmesi de bu tercihi destekler.

Bazı periyodik tablolarda, özellikle de 1940'lardan öncekilerde, periyodik tablonun üçüncü grubunda lütesyum ve lavrensiyum yer alır. Bu durumun nedeni Madelung kuralına göre lütesyum ve lavrensiy-

mun elektron dizilimlerinin sırasıyla  $[Xe]6s^24f^1$  ve  $[Rn]7s^25f^1$  olmasıdır. Zaten deneysel veriler de bu tahminleri doğrular. Dolayısıyla lütesyum ve lavrensiyumun yeri d bloğunun ilk grubu olmalıdır. Periyodik tablonun birinci grubundaki alkali metaller kimyasal tepkimelerde +1 değerlik, ikinci grubundaki toprak alkali metallerse +2 değerlik alır. Skandiyum, aktinyum, lütesyum ve "muhtemelen" lavrensiyumun kimyasal tepkimelerde +3 değerlik alması da bu elementlerin üçüncü grupta yer alması gerektiği tercihini destekler. Günümüzde yaygın olarak rastlanan bazı periyodik tablolarda skandiyum ve itriyumun altı boş bırakılır. Lantan ve aktinyum f bloğunun ilk grubuna, lütesyum ve lavrensiyumsa f bloğunun son grubuna yerleştirilir. Böylece periyodik tablonun altında yer alan f bloğu lantanitler ve aktinitler olarak sınıflandırılan 30 elementin tamamını içine alır. Ancak bu tercih de f orbitallerinde tek bir elektron dahi olmayan lantanun f bloğunda yeri olmadığı gerekçesiyle eleştirilir.

Üç boyutlu periyodik tabloların bir örneği



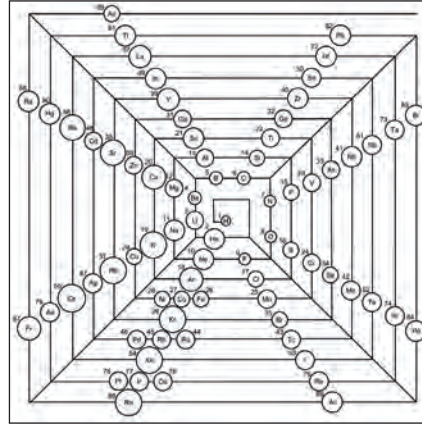
Jan Scholten ve onun hazırladığı spiral biçimli periyodik tablo (üstte)

**Geçiş Metalleri.** Periyodik tablolarda alkali metaller, lantanitler, ametaller gibi farklı türlerdeki elementlerin farklı fon renkleriyle gösterilmesi yaygın bir uygulamadır. Ancak farklı kaynaklardaki çeşitli periyodik tablolar incelediğinde geçiş metali olarak sınıflandırılan elementlerle ilgili bir uzlaşma olmadığı görülür. Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği (IUPAC) geçiş metallerini, d orbitalleri kısmen dolu olan ya da d orbitalleri kısmen dolu katyonlar (artı yüklü iyonlar) üreten metaller olarak tanımlar. Bu tanıma göre, periyodik tablonun üçüncü ile on birinci grupları arasında yer alan tüm elementler geçiş metalidir. Periyodik tablonun on ikinci grubunda yer alan çinko, kadmiyum ve cıva ise geçiş metali olarak sınıflandırılmaz. Çünkü hem nötr atomlarının hem de artı yüklü iyonlarının d orbitalleri kısmen değil tamamen doludur.

Bazı periyodik tablolarda geçiş metallerinin IUPAC'ın tanımına uygun bir biçimde işaretlendiği görülür. Ancak bazı yazarlar "geçiş metalleri" ile "d bloğu elementleri"ni eş anlamlı gibi kullanır, periyodik tablonun on ikinci grubunu da geçiş metallerine dâhil ederler. Bu yazarlara göre, çinko, kadmiyum ve cıva geçiş metallerinin d orbitalleri kimyasal bağlarda yer almayan istisnai bir alt grubudur. Periyodik tabloların bazılarındaysa, sadece IUPAC'ın tanımıyla uyumlu biçimde d bloğunun son grubundaki elementler değil, aynı zamanda d bloğunun ilk grubundaki elementler de geçiş metali olarak sınıflandırılmaz. Bu durumun nedeni, periyodik tablonun üçüncü grubundaki metallerin iyonlarının d orbitallerinin tamamen boş olması ve dolayısıyla kimyasal süreçlerdeki davranışlarının dört ile on birinci gruplar arasında yer alan metallerinkinden farklı olmasıdır.

**Cıva ve Altın.** Periyodik tabloyu yararlı yapan şey, elementlerin tablodaki konumuna bakarak fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında fikir yürütebilmektir. Ancak bazı elementlerin özellikleri periyodik tablodaki konumlarından beklenenden çok farklıdır. Örneğin, on ikinci grupta yer alan elementlerden çinko ve kadmiyum oda sıcaklığında katı hâledirler. Benzer biçimde, aynı grupta yer alan cıvanın da oda sıcaklığında katı hâde olması beklenir. Ancak erime sıcaklığı yaklaşık  $-38^{\circ}\text{C}$  olan cıva, oda sıcaklığında sıvı hâdedir. Rölativistik etkiler sebebiyle ışık hızına ( $c$ ) yakın hızlarda hareket eden cisimlerin kütleleri artar.

Bu yüzden cıva atomlarının valans kabuğundaki, yaklaşık  $0,58c$  hızıyla hareket eden elektronlar atom çekirdeğine yaklaşır ve daha güçlü bağlanırlar. Bu durum, cıva atomları arasında katı malzemelerdeki gibi güçlü bağlar kurulmasını engeller. Çinko ve kadmiyum atomlarının valans kabuğundaki elektronlarsa cıvadakilere göre çok daha yavaş hareket ederler, dolayısıyla fiziksel özelliklerinde rölativistik etkiler sebebiyle belirgin bir değişiklik görülmez.



Piramit biçimli periyodik tablo

Periyodik tablodaki konumundan beklenenden farklı fiziksel özelliklere sahip bir diğer element altındır. Kendine özgü rengiyle diğer metallerden ayrılır. Bu durumun sebebi de yine rölativistik etkilerdir.

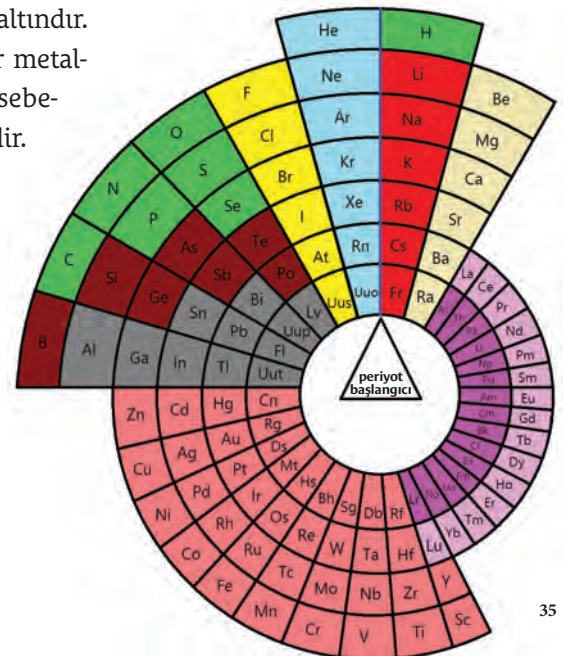
Hidrojen, helyum gibi elementlerin periyodik tablodaki konumları, özellikleri arasında uyumsuzluk söz konusu olduğunda, atomları periyodik tabloda daha uygun konuma taşımak mümkündür. Ancak cıva ve al-

tın için aynı durum söz konusu değildir. Dört taraflarında başka elementler vardır ve yerleştirilebilecekleri daha uygun bir konum yoktur.

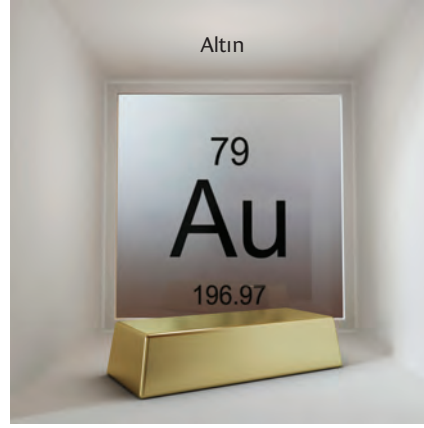
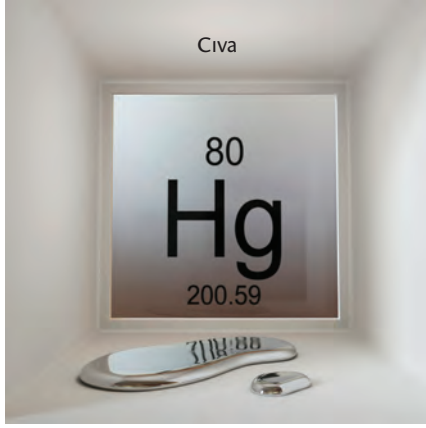
### **Kimyasal Özellikleri Bilinmeyen Elementler.**

Periyodik tabloda yer alan elementler arasında, doğada bulunan en ağır element, atomlarının çekirdeğinde 94 proton olan plütonyumdur. Daha ağır elementlerin tamamı laboratuvar ortamında sentezlenir. Bu elementlerin çoğunu üzerinde deneyler yaparak kimyasal özellikleri hakkında bilgi edinilebilecek miktarda üretmek çok zordur. Zaten yüksek derecede radyoaktif oldukları için kısa süre içinde bozularak başka elementlere dönüşürler. Bu aşırı ağır elementler standart periyodik tablolarda Madelung kuralına göre sahip oldukları elektron dizilimleriyle uyumlu konumlara yerleştirilirler. Ancak bunun doğru bir yöntem olup olmadığı tartışmalıdır.

Alternatif bir periyodik tablo örneği







Aşırı ağır elementlerin valans kabuğundaki elektronlar ışık hızına yakın hızlarla hareket ederler. Dolayısıyla, rölativistik etkiler nedeniyle cıvanın ve altının periyodik tablodaki konumlarından beklenenden farklı özelliklere sahip olmasına benzer biçimde, aşırı ağır elementlerin de fiziksel ve kimyasal özellikleri, rölativistik etkiler sebebiyle periyodik tablodaki konumlarından beklenenden çok farklı olabilir. Örneğin atomlarının çekirdeğinde 114 proton olan flerovyum standart periyodik tablolarda on dördüncü grupta yer alıyor.

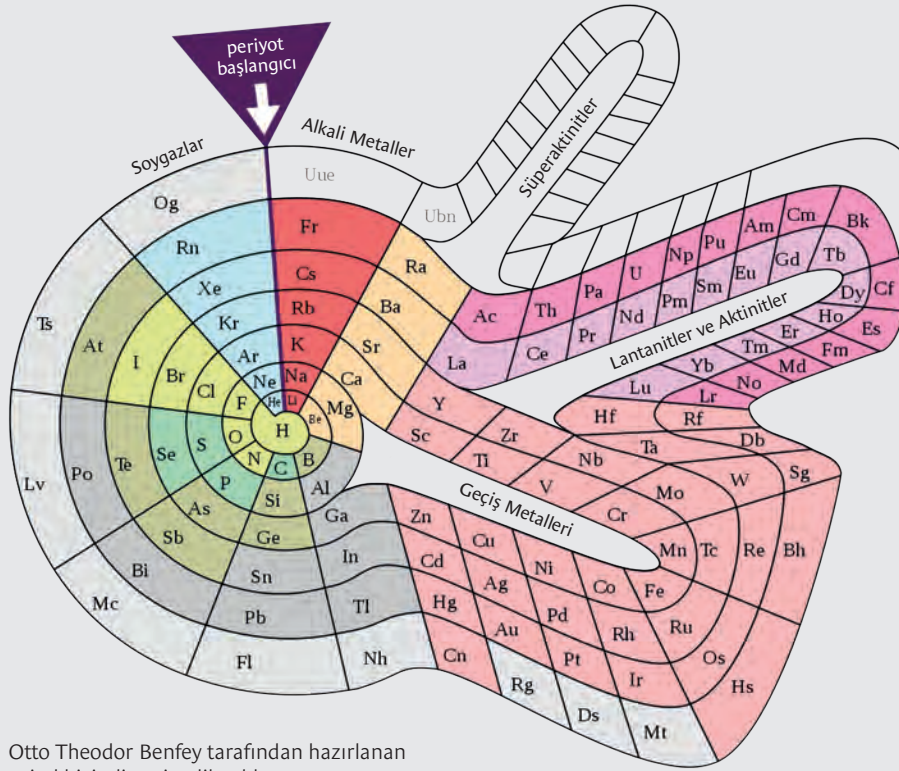
Dolayısıyla, bulunduğu konuma bakarak metal özellikleri göstermesi beklenir. Ancak tahminlere göre flerovyumun kimyasal özellikleri metallerden çok soygazlara benziyor. Bu tahminlerin ne ölçüde doğru olduğu henüz net olarak bilinmese de rölativistik etkilerin önemli olduğu aşırı ağır elementlerin pek çoğu için benzer durumlar söz konusu olabilir.

**P**eriyodik tablo ile ilgili tartışmalar sebebiyle, pek çok bilim insanı tablonun yeniden düzenlenmesi gerektiğini düşünüyor. Öne sürülmüş çok farklı periyodik tablolar var. Manchester Metropolitan Üniversitesinde çalışan Dr. Mark Leach tarafından tutulan periyodik tablo veri tabanında ([https://www.meta-synthesis.com/webbook/35\\_pt/pt\\_database.php](https://www.meta-synthesis.com/webbook/35_pt/pt_database.php)) yedi yüzün üzerinde periyodik tablo yer alıyor.

32 sütundan oluşan periyodik tablolara bir örnek.  
F bloğu, s ve d bloklarının arasında yer alıyor.

1 H																	2 He														
3 Li	4 Be																	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne								
11 Na	12 Mg																	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar								
19 K	20 Ca	21 Sc											22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr				
37 Rb	38 Sr	39 Y											40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe				
55 Cs	56 Ba	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

# Periyodik Tablonun Geleceği



Otto Theodor Benfey tarafından hazırlanan spiral biçimli periyodik tablo.

Alternatif periyodik tabloların bazıları standart periyodik tablo benzeri düzlemsel ve dörtgen biçimli. Örneğin f bloğunun tablonun ana gövdesine dâhil edildiği 32 sütundan oluşan tablo gibi. Bu tablo, özellikle atom numarası sıralamasının kesintiye uğramaması gerektiğini düşünen kimyacılar tarafından tercih ediliyor. Bazı versiyonlarında skandiyum ve itriyum, lantan ve aktinyumun üzerinde yer alıyor (f bloğu, d bloğunu ikiye bölüyor) bazı versiyonlarındaysa skandiyum ve itriyum, lütesyum ve lavrensiyumun üzerinde yer alıyor (f bloğu, s ve d bloklarının arasında yer alıyor).

Alternatif periyodik tabloların en popülerlerinden biri, Theodor Benfey tarafından hazırlanan spiral biçimli periyodik tablo. Merkezdeki hidrojenle başlayan ve hiç kesintiye uğramadan devam eden dizilimde lantanitler ve aktinidlerle geçiş metalleri dışı doğru uzanan kolların içinde yer alıyor.

Farklı periyodik tabloların standart tabloda kendini gösteremeyen fiziksel ve kimyasal özelliklerle ilgili örüntülere vurgu yapmak için hazırlandığı söylenebilir. Kimyacılar farklı elementler arasındaki kimyasal benzerliklerin daha açık seçik görüldü-



**Otto Theodor Benfey**, Kimyacı  
Ofisinde çalışırken - 1964

ğü kimyasal tabloları, fizikçilerse elementlerin elektron dizilimlerine ve kuantum mekaniksel özelliklerine vurgu yapan tabloları tercih ediyorlar. Standart tablo ise tam anlamıyla ne fizikçileri ne de kimyacıları memnun ediyor. ■

## Kaynak

Howgego, J., "Three reasons why the periodic table needs a redesign", *New Scientist*, <https://www.newscientist.com/article/mg24132190-400-three-reasons-why-the-periodic-table-needs-a-redesign/>, 26 Şubat 2019.