

Karbon, Hidrojen ve Oksijen... Oluşum Mühendisleri

Aslında, hepimizin küçüklüğünde başladı bu karmaşa.

Ebeveynlerine "Ben nasıl oldum, nasıl dünyaya geldim" diye soran meraklı minikler, bir şekilde ikna edildi leylek masalına. Evet, küçükken tatlı bir masaldı her yeni bebeği leyleklerin nasıl birer birer taşıdığını dinlemek.

Ancak sonraları "Annem ve babam nasıl dünyaya geldi acaba?" sorusunu diğerleri bir çorap söküğü gibi izledi: "Ya Dünya ve diğer canlılar? Kısacası "hayat nasıl oluştu?"

Biz de bu ay, bu soru işaretlerini gidermeye yetecek, olmazsa olmaz üç element tanıtacağız sizlere.

Dünya'nın oluşumundan tutun da yıldızların parlamasına, sonrasında ise canlılığın oluşumunda çok büyük rolü olan 100'den fazla element arasında üçü var ki, diğerlerini neredeyse saf dışı bırakıp hemen hemen bütün rolleri üstleniyorlar.

Peki nedir onların bu üstünlükleri, nereden geliyor bu mucize?

Canlılık nasıl oluştu, daha önceye gidersek evren nasıl meydana geldi,

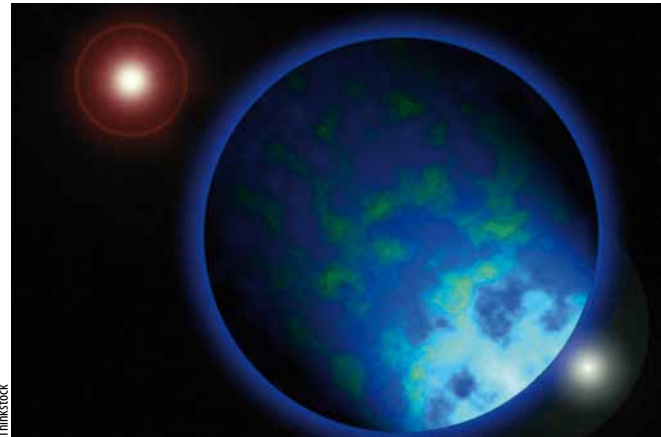
Dünya'nın bugünkü halini almasında leylekler dışında kimler, neler rol oynadı?

Kısa üç cevap: Karbon (C), hidrojen (H) ve oksijen (O)

Bilim insanları, uzun süreden beri Dünya'da yaşamın nasıl başladığı sorusuyla, evrende bir yerlerde yaşamın olup olmadığı, Dünya'daki yaşamsal faaliyetlerin temelini oluşturan element ve bileşiklerin neler olduğu konusuyla ilgilenmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda Dünya'nın temel olarak şu anda bütün bilim çevreleri tarafından kabul edilen "Büyük Patlama" sonucunda meydana geldiği sonucuna varmışlardır. Büyük Patlama'nın temelini ilk olarak 1922 yılında evrenin durağan bir yapıya sahip olmadığını keşfederek Rus fizikçi Alexandre Friedmann atmıştır.

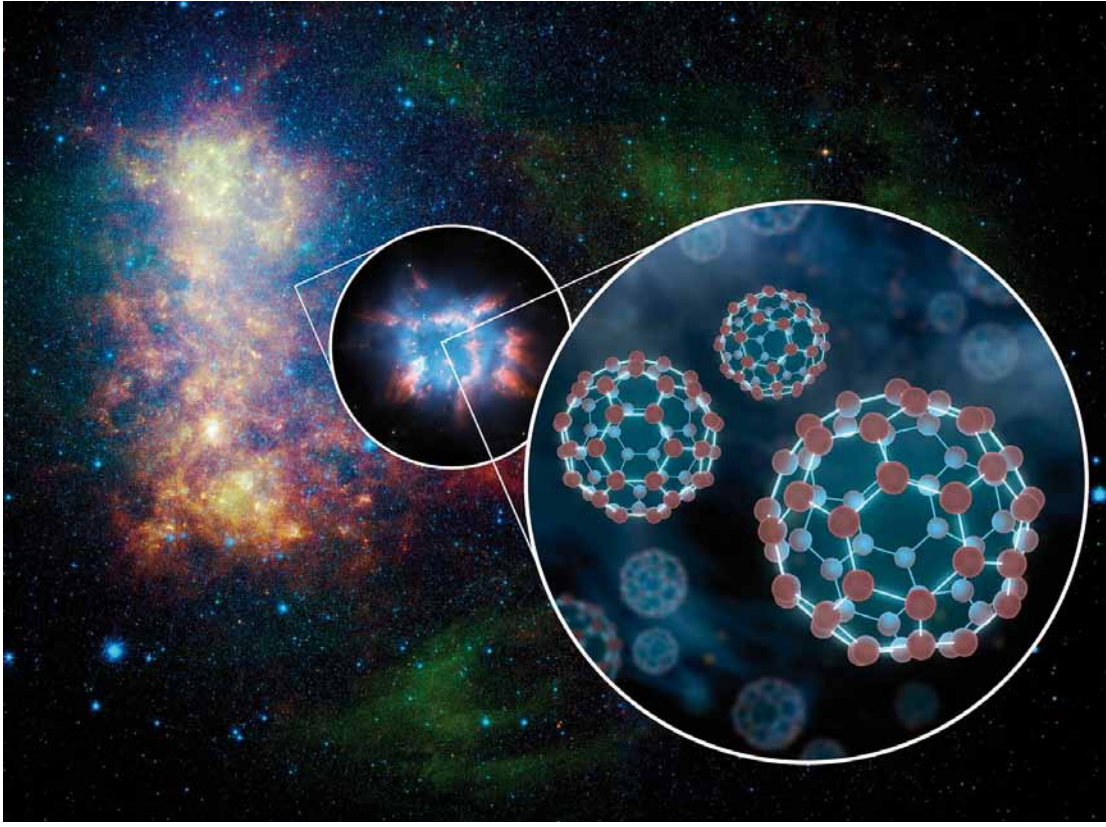
Şimdi birazcık geriye gidelim. Çok değil, günümüzden yaklaşık 15 milyar yıl önceye. Evet. Zamanın başlangıcı olarak varsaydığımız, Büyük Patlama'nın gerçekleştiği o ana. Sıcaklık kimsenin ölçemeyeceği kadar yüksek. **Planck sıcaklığı** denen bu sıcaklık yalnızca 10^{32} Kelvin (°K) derece. Evrenin sıcaklığı sonraki 10 dakika içinde 10 milyar dereceye kadar düşüyor ve bu sürede çekirdeksel kuvvetlerin etkisiyle ilk atom çekirdeği olan helyum oluşuyor. Bu yaşanan ilk dakikalardan uzunca bir süre sonra evrenin sıcaklığı önemli derecede azalarak 3000 °K'in altına düşüyor, çekirdeksel kuvvetlerin etkinliği azalıyor. Bu sırada evrenin bileşimi % 75 hidrojen ve % 25 helyum çekirdeğinden oluşmakta. Elektromanyetik kuvvet ilk olarak hidrojen ve helyum atomlarını meydana getiriyor.

Büyük Patlamadan yaklaşık 100 milyon yıl sonra evren bugünkü halini almaya başlıyor. Kütle çekim kuvveti devreye giriyor; madde, bu çekim kuvvetinin etkisiyle galaksiler halinde yoğunlaşıyor. Madde, galaksilerin içerisinde giderek daha da yoğunlaşarak yıldızları meydana getiriyor. Bu yoğunlaşma süreci sonunda sıcaklık artıyor, yıldızlar da ısınmaya ve enerji yaymaya, diğer bir deyişle parlamaya başlıyor.



Thinkstock

Bir de Dünya'nın oluşumuna göz atalım. Evrenin ilk saniyelerindeki parçacık oluşum süreci, yıldızların içinde devam ediyor ve yıldızlar kendi küçük Büyük Patlama'larını sergiliyor. Bunun sonucunda parlamaya başlıyorlar ve sıcaklıkları bütün evrende oldu-



NASA/JPL-Caltech/T. Pyle/SSC/Caltech

ğu gibi giderek düşüyor. İşte Güneşimiz de 4,5 milyar yıldır böyle **hidrojen** yakarak parlıyor. Bir yıldızın kütlesi ne kadar büyükse, yakıtını o ölçüde erken tüketir ve büzölmeye başlar. Bu büzölmeyen sonucunda sıcaklık 100 milyon dereceyi geçer. Bu kez hidrojen yanması ile oluşan helyum yakıt olarak devreye girer ve daha önce rastlanmayan bazı bileşiklerin oluşmasını sağlar. Üç helyum atomu çekirdeği birleşerek **karbon** çekirdeğini, dört helyum atomu çekirdeği birleşerek **oksijen** çekirdeğini oluşturur. Bunun sonucunda yıldızın merkezi karbon ve oksijen atomlarıyla dolar. Merkez kendi üzerine birikirken, çevresi hızla genişleyip kırmızı bir dev halini alır; merkezdeki sıcaklık 1 milyar °K'yi (ya da Kelvin dereceyi) geçince demir, uranyum, kurşun ve altın gibi daha ağır atom çekirdekleri oluşmaya başlar. İşte doğada var olduğunu bildiğimiz, periyodik cetveldeki 100'den fazla element yıldızların içinde böylece üretilir.

Yıldız kendi merkezi üzerine çöktüğü için bu süreç çok uzun sürmez. Atomların çekirdekleri birbirlerine çarpışıp sıçrar, bu sırada yıldızın merkezinde üretip taşıdığı elementler, saniyede on binlerce kilometre hızla uzaya yayılır. Uzay artık büyük bir kimya laboratuvarı olmuştur. Elektromanyetik kuvvetin etkisiyle, elektronlar çekirdeklerin çevresinde yörüngeye girerek atomları oluşturur, atomlar da git-tikçe daha ağır moleküller halinde birleşir. Bir oksi-

jen ve iki hidrojenin birleşmesinden su meydana gelir; bir oksijen, iki karbon ve altı hidrojenin bileşimi olan etil alkol moleküllerine rastlanır. Bütün bunlar, daha sonraları Dünyada canlı organizmaları meydana getirecek olan moleküllerdir. Tüm bu gerçeklere bakarak diyebiliriz ki, bizler yıldızların tozlarında meydana gelmiş varlıklarız.

Hücrelerin “Muhteşem Üçlüsü”

Şaşırtıcı gelebilir ancak işin aslına bakarsanız Dünyadaki canlıların temel özellikleri aynı: Enerji kaynağı olarak Güneş'i kullanmaları ve kimyasal bileşen olarak karbon, oksijen, hidrojen ve azottan oluşmaları.

Canlılığı oluşturan bütün hücreler protein, nükleik asit, lipid ve polisakkarit olarak bilinen makro moleküllerden ve karbon, hidrojen ve oksijenden meydana gelen mikro moleküllerden oluşmaktadır. Buraya kadar her şey yolunda, ancak akla şöyle bir soru gelebilir: Dünyada 100'den fazla element olmasına rağmen hücrelerin C, H ve O'dan oluşan molekülleri çok yoğun olarak kullanmalarının sebebi nedir?

Cevabı kesin olarak verilemeyen, araştırmalara konu olmaya devam eden bu soruyu elementlerimizi tanıyarak cevaplamaya çalışalım:

Tasarım harikası karbonun sırrı

Karbon, +6 değerlikli yani yörüngelerinin dolması için 6 elektrona daha ihtiyacı olan ametal bir elementtir. Hayati önemi olan bu element evrende yaygın halde bulunur ve bolluk bakımından altıncı sıradadır. Dünya'da hem doğal halde hem de başka elementlerle bileşik halinde bulunur ve yer kabuğunun ağırlığının yaklaşık % 0,02-0,03'ünü oluşturur.

Karbon atomunun ne kadar önemli olduğunu anlamak için çok uzaklara gitmeye gerek yok aslında. Karbonu yaşam için bir şart haline getiren, yeryüzündeki hemen hemen her şeyin, otomobil lastiklerinden bilgisayara, doğal gazdan selüloza, yediğimiz etten hücrelerimizin içindeki DNA'ya kadar her şeyin temelini teşkil eden bir element olmasıdır. Yani karbon, doğadaki hemen her şeyle birleşebilir ve bu birliktelik yaşam için gereklidir. Yeryüzünde çeşitli şekillerde bir araya gelmiş, farklı yapıdaki bileşikler % 90-94 oranında karbon atomu içerir. Dört bağı olan ve canlılık için vazgeçilmez bir koşul olan hızlı birleşmeye ve çözülmeye imkân verecek kadar esnek olan karbon, molekül yapıları kurmak için ideal bir atomdur. En önemli özelliklerinden biri, birbiri ardına dizilerek kolay bir şekilde uzun zincirler oluşturabilmesidir. Zincirlerinin sadece düz çizgi şeklinde olmaması, yani dallanarak ve halkalar halinde çokgenler oluşturabilmesi, karbon atomunu bağ yapabilme kapasitesi bakımından rakipsiz kılar. En kısa zincir iki karbon atomundan oluşur. Ya en uzun zincir? Bu sorunun yanıtı henüz bilinmiyor. Ünlü kimyager David Burnie "Life" adlı kitabında karbonu şöyle nitelendirir:

“Karbon olağandışı bir elementtir. Karbon ve onun olağandışı özellikleri olmasaydı Dünya'da yaşam olmazdı.”

Hayat için Oksijen

Derin bir nefes alın... Şimdi bir daha... Havadaki oksijeni koklayabiliyor musunuz? Muhtemelen hayır. Bunun nedeni oksijenin kokusuz, tatsız ve renksiz bir element olmasıdır. Hayatımızda büyük bir öneme sahip olan oksijen, havanın beşte birini oluşturduğu için karanlıkta parlayan bir yıldız gibi bilim dünyasının dikkatini çekmektedir. Canlı kalmamız için vazgeçilmez olan oksijenin ne kadar önemli olduğunu tekrar tekrar söylemek aslında

da yeterli değil. Mars'ı ya da Ay'ı düşünün! Kuru ve cansızlar... Nedeni, neredeyse bütün büyük doğal süreçlere dahil olan, diğer elementlerle kolay reaksiyona girebilen oksijenin eksikliği...

Oksijen atom numarası 8 olan bir 6A (halojen grubu) elementidir. Atom ağırlığı hidrojen ve helyum elementlerinden daha büyüktür. Oksijen Dünya'nın hidrojen, su buharı, karbon monoksit ve azottan oluştuğu öngörülen ilk atmosferinde, yani Dünya'nın başlangıcındaki atmosferde neredeyse hiç yokken, günümüzdeki atmosferde hacimce % 99 oranında, ağırlıkça % 20,9 oranında bulunur; su ağırlıkça % 88,8 oranında oksijen içerir. İşte buradan da elle tutulamayan, gözle görülmeyen "elementler ailesinin yaramaz çocuğu" oksijenin Dünya'yı nasıl istila ettiğini anlayabiliriz.

Oksijen insan vücudunun kendini ayakta tutabilmesi, metabolik faaliyetlerin eksiksiz ve düzenli bir şekilde gerçekleştirilmesi için de ihtiyaç duyulan bir elementtir. Vücudumuzun oksijeni kullanabilmesi, bu gazın suyun içinde çözünebilirlik özelliğinden kaynaklanır. Nefes aldığımızda ciğerlerimize giren oksijen, hemen çözünerek kana karışır. Kandaki hemoglobine adlı protein, çözünmüş olan bu oksijen moleküllerini yakalayıp hücrelere taşır ve böylece hücreler organlarımızın doğru bir şekilde çalışması için gerekli enerjinin elde edilmesine önemli katkı sağlayan oksijene kavuşmuş olur. Pek çoğumuz aslında şu anda bu yazıyı okuyabilmemizin, gözümüzün retina tabakasındaki milyonlarca hücrenin sürekli olarak oksijenle beslenmesi sayesinde mümkün olduğunun farkında bile değildir. Eğer kanınızdaki oksijen oranı düşerse, gözünüz kararır. Vücuttaki tüm kaslar, bu kasları oluşturan hücrelerin tümü, **karbon** bileşiklerini yakarak yani oksijenle reaksiyona girerek enerji elde eder. İki küçük gözün, içimize soluduğumuz oksijeni bu kadar çok kullanması hak-sızlık değil mi?

Periyodik tablonun bir incisi: Hidrojen

Bütün gazların en hafifi olan hidrojenle doldurulmuş olimpik bir yüzme havuzu yaklaşık 1 kg'dır. Büyük Patlama'dan sonra görünen ilk element olan hidrojen "su oluşturan" anlamına gelir. Henry Cavendish tarafından 1776'da izole edilen hidrojen, 1784'de su buharını kızdırılmış metal veya kömür üzerinden geçirerek hidrojen ve oksijene ayıran Antoine Laurent de Lavoisier tarafından isimlendirilmiştir.

Aynı tür elementlerden oluşan moleküller çok çeşitli maddeler oluşturabilir. Gelin **karbon, hidrojen, oksijen** muhteşem üçlüsünün oluşturduğu moleküllerde atom sayısından kaynaklanan farklılığın nelerle sonuçlanabileceğine bir göz atalım.

Aşağıdaki iki moleküle bakın. İkisi de birbirine çok benziyor değil mi? Ancak karbon ve hidrojen sayılarındaki önemsiz gibi görünen farklar, bu iki molekülün tamamen iki farklı madde olmasına yetiyor:



Peki nedir bu moleküller?

Bir tahminde bulunabiliyor musunuz?

Hemen söyleyelim: Birincisi östrojen, ikincisi testosterondur. Yani biri kadınlık, diğeri de erkeklik hormonudur. Birkaç atomluk bir fark bile, hayret verici biçimde, cinsiyet farklılıklarına sebep olmaktadır.

Şimdi, şuna bakalım: $C_6H_{12}O_2$

Yukarıdaki molekül, östrojen ve testosteron hormonlarının moleküllerine benziyor, değil mi? Peki, bu molekül nedir? Başka bir hormon mu? Hayır, bu şeker molekülüdür.

Gördüğümüz gibi canlılığın temelini oluşturan bu üç atomun birleşmesiyle meydana gelen milyonlarca molekülden sadece üçü olan ve sadece atom sayıları farklı olan bu moleküller bir tarafta cinsiyet çeşitliliğini sağlayan hormonları meydana getirirken, bir diğer tarafta temel besin maddesi şekeri oluşturuyor.

Ne kadar ilginç değil mi? Cinsiyet hormonlarının atom içeriği ile günlük hayatımızda çok tükettiğimiz şekerin atom içeriği aynı.

Bileşikleri yönünden oldukça zengin, renksiz, kokusuz bir gaz olan hidrojenin atom numarası 1'dir ve 1A grubu elementidir. Metal mi yoksa ametal mi olduğuna henüz karar verilememiştir. Bunun nedeni, 1 elektron olduğundan bazen son yörüngelerinde 1 elektron bulunduran "alkali metaller" gibi davranırken, bazen de 1 elektron eksikliği bulunan ametal grubuna dahil "halojenler" gibi davranmasıdır.

Hafifliği nedeniyle daha ağır diğer gazlara göre yerçekimi kuvvetinden kolayca kurtulur ve bütün öteki gazlara oranla gözenekli duvarlardan, hatta demir gibi bazı maddelerin içinden bile, daha hızlı geçebilir, iyi bir ısı ve elektrik iletkenidir ve sıvı hale getirilmesi güçtür.

Hidrojen aynı zamanda en önemli yaşamsal kaynağın tamamlayıcı parçasıdır. Nedir bu yaşamımızı onsuz sürdürmemizin neredeyse imkânsız olduğu kaynak? Su mu? Doğru cevap! Su molekülleri, bir **oksijen** atomuna bağlanan iki **hidrojen** atomundan oluşmaktadır. Hidrojen bize hem çok yakın, hem çok uzaktır. Yakındır, çünkü vücudumuzda çeşitli bileşikler içinde bulunur; her gün içtiğimiz suyun, aldığımız gıdaların, canlı bitkilerin, artık hayatımızın birer vazgeçilmezi haline gelmiş petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtların yapısında yer alır. Uzaktır, çünkü yeryüzünde serbest halde bulunmaz, yerin derinliklerinde basınç altında bulunur. Bu yüzden hidrojeni izole etmek için çeşitli ayırma işlemleri uygulamak gerekir, hemen ulaşmak kolay değildir.

Dünyamızda 100'den fazla element -toplamda 109 element olduğu sanılıyor- var. Buna rağmen Dünya'nın oluşumunda ve canlılığın temelini oluşturan hücrelerin çoğunluğunun yapısında neden özellikle karbon, hidrojen, oksijen olduğu bilim insanları tarafından hâlâ araştırmalara konu ediliyor. Neredeyse diğer 106 elemente değer bu "muhteşem üçlünün" neden bu kadar önemli olduğunu anlamak için bilim dünyasının da kabul ettiği canlılığın başlangıcı olan Büyük Patlama'ya yani evrenin ilk saniyelerine geri gitmek doğru bir yaklaşım.

Kısacası tüm bu gerçeklerin ışığında diyebiliriz ki, bizler de aslında, en başında sırasıyla hidrojen, helyum, karbon ve oksijen atomlarından meydana gelen yıldızların tozlarından yapılmış oluyoruz. Sizce de, hücrelerin bu üç mühendisle ilişkilerinin çok uzun yıllara dayanması, canlılık için ne kadar önemli olduklarının farkına bizden daha önce var-dıklarının bir göstergesi değil mi?



Kaynaklar

Thomas, M., *Understanding The Elements Of The Periodic Table: Oxygen*, The Roshen Publishing Group, Inc., 2005.
Farndon, J., *The Elements Hydrogen*, Marshall Cavendish Corporation, 2000.
Sidgwick, Nevil, V., *The Chemical Elements and Their Compounds*, Oxford University Press, 1950.
Vlasov, L., Trifonov, D., *107 Kimya Öyküsü*, çev. Nihal Sarier, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2005.

<http://www.sciencedirect.com/>
<http://www.historicalsense.com/>
<http://www.webelements.com/>
<http://en.wikibooks.org/>



1988 doğumlu. 2006'da Aydınliklevler Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi'nden mezun oldu. 2007'de Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'ne girdi. Son sınıf öğrencisi.



1988 doğumlu. Orta ve lise öğrenimini Şeyh Şamil Süper Lisesi'nde tamamladı. 2006 yılında girdiği Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde son dönemini okuyor.