

Saf Karbon Halka Molekül Sentezlendi

Dr. Tuncay Baydemir [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Siklo[n]karbon olarak da bilinen halka biçimindeki iki koordinatlı karbon allotropları (bir elementin atomlarının aynı fazda farklı şekilde birbirine bağlanması ile görülen yapılar, grafit ve elmasta olduğu gibi) kimyagerlerin yıllardır ilgilendiği yapılarıdır. Bu moleküller yüksek tepkinirlikleri, yani kimyasal tepkimeler sonucunda başka ürünlere dönüşme olasılıkları nedeniyle şimdiye kadar tam anlamıyla izole edilememiş ve bu nedenle yapısal olarak analizleri gerçekleştirilememiştir. Bu durum Zürih IBM Research ve Oxford Üniversitesi araştırmacılarının *Science* dergisinde yayımladıkları makale ile son bulmuş görünüyor.

Saf karbon yapılar elmas, grafit ve nano tüplerde olduğu gibi farklı formlarda bulunabiliyor. Elmas örneğinde her bir karbon atomu komşu dört karbon atomuyla bağ oluşturarak piramit şeklini alırken; grafen, grafit ya da karbon nanotüplerdeyse karbon üç bağ oluşturarak hegzagonal (altıgen, petek) desenler oluşturur.

Fullerenler, karbon nanotüpler ve grafenin keşfi sentetik karbon allotropları ile ilgili yeni bir alanın doğmasına neden oldu. Bu keşiflerin tümü üç koordinatlı (bir karbon atomunun üç karbon atomuna bağlı olduğu) karbon atomlarını içeriyor. Yapılan çalışmalarda iki koordinatlı (bir karbon atomunun iki karbon atomuna bağlı olduğu) karbon halkalarının varlığına dair gaz fazında bazı deliller bulunsa da yüksek tepkinirliğe sahip bu türlerin yapısal özellikleri belirlenememiş ve yoğun madde fazında çalışmalar yapılamamıştı.

1966 yılında Nobel Ödüllü kimyager Roald Hoffmann ve sonrasında da farklı bilim insanları, sadece karbon atomlarından oluşan saf zincirlerin varlığını teorik olarak göstermişlerdi. Bu çalışmalara göre termodinamik açıdan kararlı en küçük siklo[n]karbon molekülü 18 karbon atomundan oluşmalıydı. Bu molekülün yapısı içinse iki olasılık bulunuyordu. Bu olasılıklardan biri, her karbon atomunun iki yanındaki karbon atomlarıyla çift bağ oluşturması, diğeryse karbon atomunun bir tarafında bulunan karbon atomu ile üçlü bağ oluştururken diğer tarafındaki karbon atomu ile tekli bağ oluşturmasıydı. Eğer birinci durum söz konusu ise halkadaki tüm bağların birbirine eşit uzunlukta olması gerekiyordu.

Pek çok araştırma grubu bu örüntüleri gösteren halka ya da zincir şeklinde karbon yapılar sentezlemeye çalıştı. Ancak bu tür yapıların yüksek tepkinirliğe ve yük-

sek halka gerilimine sahip olmaları sentezlenmelerini güçleştiriyordu. Sentezlenen kararlı moleküllerse genel olarak karbondan başka atomları da içeriyordu. Bazı deneylerde, gaz fazda sadece karbon atomundan oluşan halka biçiminde moleküller hakkında ipuçları tespit edilse de bu durum kesin olarak kanıtlanamamıştı.

Przemyslaw Gawel ve arkadaşları ise uzun süredir sentezlenmesi için uğraşılan ve sadece karbon atomlarından oluşan halka şeklindeki molekülü sentezlemeyi ve bunu görüntülemeyi başardı.

Araştırma ekibinden Lorel M. Scriven ilk önce oksijen atomlarının da olduğu gruplar içeren halka şeklindeki karbon molekülünü ($C_{24}O_6$) sentezledi. IBM laboratuvarlarında yüksek vakumlu bir ortamda ve 5 Kelvin sıcaklıkta (yaklaşık -268 °C) tepkimesiz bir yüzey üzerine konulan molekülden elektrik akımı kullanılarak karbon monoksit mole-



Przemyslaw Gawel

küllerinin çıkarılması sayesinde 18 karbon atomundan oluşan halka yapılı molekül elde edildi.

Elde edilen molekülün karakterizasyonu yüksek çözünürlüklü atomik kuvvet mikroskopisi ile gerçekleştirildi. Sadece karbon atomlarından oluşan halka yapıdaki molekülde bağ uzunluklarının farklılığı, karbon atomları arasında üçlü ve tekli bağların sırasıyla değişen bir düzende olduğunu gösterdi.

Yapılan ilk çalışmalara göre molekül yarı iletken özelliği taşıyor. Bu özelliği sayesinde ürünün moleküler ölçekte elektronik bileşenlerin yapımında kullanılacağı düşünülüyor. Ayrıca geliştirilen metot sayesinde diğer karbon allotroplarının ve karbonca zengin moleküllerin sentezlenmesinin kolaylaşacağı öngörülüyor.

Araştırma sonuçları bilim dünyasında geniş yankı uyandırdı. Bu

yeni molekülün özelliklerinin daha iyi anlaşılması için çalışmalar devam ediyor. Ayrıca her bir denemede bir molekülden daha fazlasını sentezleyebilmek için de farklı teknikler araştırılıyor. Tüm bu çalışmalar neticesinde C_{18} halkası kendisine yeni pek çok kullanım alanı bulabilir. ■

Kaynaklar

Kaiser, K., Scriven, L.M. ve ark., "An sp-hybridized molecular carbon allotrope, cyclo[18]carbon", *Science*, 10.1126/science.aay1914, 2019.

Castelvecchi, D., "Chemists make first ring of pure carbon", *Nature*, Cilt 572, s. 426, "2019.

