

# Molektronik

Silikon temelli elektroniğin fiziksel sınırlarına yaklaştığımız şu günlerde, giderek daha küçük aygıtların yapımına elverecek yepyeni araçlara gereksinim olduğu kesin. Bu alanda boşluğu doldurmaya aday yeniliklerin başındaysa, ayrı moleküllerin montajıyla anahtar ve yarıiletken gibi alışlageldik büyük yapıların işlevlerini görebilen yeni yapılar oluşturulması geliyor. Bu alana verilen ad, moleküler elektronik.

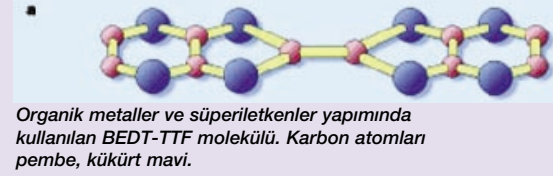
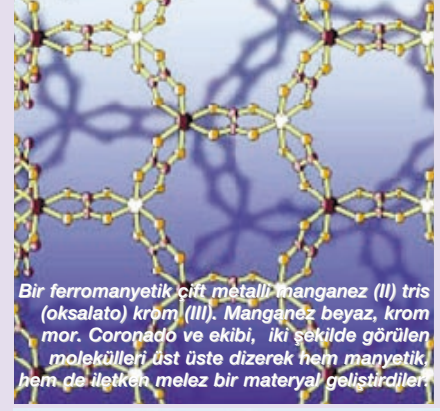
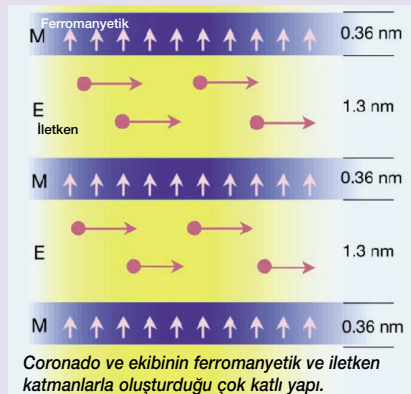
Geçtiğimiz 40 yılda araştırmacılar, moleküler elektronik için gerekli yapıtaşlarından bazılarını, örneğin özel metalleri, yarıiletkenleri süperiletken ve mıknatısları, hatta "tek molekül mıknatıslarını" yaratmayı başardılar. Şimdiyse, İspanya'nın Valencia Üniversitesi'nden dört araştırmacı, moleküler elektronikte yeni ufuklar açacak melez bir malzeme geliştirmiş bulunuyorlar. Eugenio Coronado ve arkadaşlarının oluşturdukları moleküler malzeme, aynı anda hem bir mıknatıs, hem de bir iletken gibi davranabiliyor. Tek tek moleküllerin elektronik özellikleri, metal kütlelerinkinden farklı olduğundan, iletken bir moleküler mıknatısın alışılmadık özelliklere sahip olabileceği düşünülüyor.

Özelliklerini, kendilerini oluşturan moleküllerden alan materyaller, atomlarından alanlara göre farklı yapılarla daha kolay uyum sağlayabiliyorlar. Dolayısıyla ister optik olsun, ister manyetik ya da elektriksel, moleküllerin bir kütle olarak taşıdıkları özellikler, örneğin ilaç sanayinde kullanılanlar gibi alışılmış sentez yöntemleriyle kontrol edilebiliyor. Bunun da anlamı, bu malzemenin ayarlanabilir, ve dolayısıyla da teknolojinin değişen gereksinimlerini karşılayacak farklı biçimlere sokulabilir olması. Organik bir iletkeni bir manyetik yapıyla birleştiren Coronado ve arkadaşları, böylece çok işlevli materyallerin yolunu açmış bulunuyorlar.

Küçük organik moleküllerin metal benzeri elektriksel iletkenlik özelliği taşıdıkları, ilk kez 1965 yılında TCNQ diye bilinen bir elektron-transfer tuzunda gözlenmişti. Bu ve benzeri çalışmalar, metal benzeri iletkenlik ve metal benzeri optik özelliklerin, suda eriyen organik materyallerde de bulunabilece-

ğini gösterdi. Bu da kabaca "plastik iletkenler" diye tanımlanabilecek elektrik iletebilen polimerlerin geliştirilmesini sağladı ve bu çalışmalarından ötürü Alan MacDiarmid, Alan Heeger ve Hidaki Shirakawa bu yılın Nobel Kimya Ödülü'nü kazandılar. İletken polimerlerin dışında başka elektron transfer tuzları da keşfedildi. En çok bilineni, ilk organik süperiletkenlerin geliştirilmesini sağlayan [TTF][TCNQ] molekülü. Daha sonraysa, yine bu aileden olan BEDT-TTF molekülüyle başka pekçok organik süperiletken ve organik metal geliştirildi. Coronado, yeni materyali geliştirirken bu molekülün iletken özelliğinden yararlandı.

Ferromanyetizm, atom yada moleküler yapıda olsun, bir materyal içindeki tüm manyetik momentlerin aynı doğrultuda sıralanmasına denir. Bu durum, dıştan zayıf bir manyetik alan uygulanmasıyla kolayca yaratılabilir. Bunun sonucu olan kendiliğinden mıknatıslanma, kapı mıknatıslarında olduğu gibi harici alan ortadan kalksa bile varlığını sürdürebilir; ya da modern akım transformatörlerinde olduğu gibi dış alanla birlikte ortadan kalkabilir. Molekül-temelli ferromanyetizm, ilk kez 1972 yılında bir demir klorid koordinasyon bileşiminde gözlemlendi. Daha sonra, 1986 yılında bir organik temelli materyalde de ferromanyetizm keşfedildi. Bu materyaller uç soğukluklarda (-268 °C'nin altında) ferromıknatıs özelliği kazanıyor ve sıradan organik çözücüler içinde eriyorlardı. 1992 yılında Oka ve ekip arkadaşları, iki boyutlu bir ferromıknatıs gibi davranan, üst üste oturmuş iki farklı metalden yapılabir



bileşim oluşturdular. Suda çözülmemelerine karşın bu mıknatıslar kristal yapıda oluyorlar ve ve sulu çözeltilerde moleküler parçacıkları kendi kendilerine katmanlı bir yapı oluşturuyorlar.

Coronado ve arkadaşları da geliştirdikleri materyali, çiftmetalli ferromıknatıs (şekil 1 b) ve BEDT-TTF moleküllerinin, araştırmacıların kontrolünde tekli sıralar halinde ardarda dizilmesiyle oluşturdular. Bu montajı denetlemek mümkün; çünkü BEDT-TTF katmanları artı elektrik yükü taşıırken, manyetik katmanlar eksi yüklü oluyorlar. Üstüste dizilen BEDT-TTF katmanlarıyla, ferromıknatıs sıralarının kalınlıkları 1.3 ve 0.36 nanometre olduğundan, manyetik sıralar kütleli de manyetik yapıyor ama bunda organik tabakalarda dolaşan akımın bir rolü olmuyor.

Teknolojik açıdan önemli fiziksel ya da kimyasal özellikler, ya da bunların karmasını taşıyan moleküler materyallerin sentezlenmesi, günümüz kimyacılarının başlıca hedefleri arasında.

Sıradan metalik ferromıknatıslarda serbest elektronlar hem manyetik etkileşimlerde, hem de iletkenlikte çok önemli bir rol oynuyorlar. Coronado ve arkadaşlarının geliştirdikleri sistemdeyse, organik katmanda bulunan iletken elektronlar, ferromıknatıs katmanındaki manyetik momentlerle etkileşmiyorlar. Sistemin moleküler yapısından kaynaklanan ve şimdiye kadar rastlanmamış bu özellik, sisteme henüz bilinmeyen fiziksel özellikler kazandırabilir. Öte yandan, iletken ve manyetik alt sistemlerin birbirleriyle etkileştikleri melez moleküler materyallerin geliştirilmesi de, elektronikçilerin heyecanla bekledikleri bir gelişme, bu materyalle nanoölçeklerde çalışan elektronik aygıtlar yapmak kolaylaşacak.

Palacio F, Miller J. S., A dual-action material, *Nature*, 23 Kasım 2000  
Çeviri: Raşit Gürdilek