

# ELEKTRİĞİ İLETEN PLASTİKLER

Gary TAUBES

**Bugüne kadar, plastiklerin iletken olmadıkları kabul edilmişti. Fakat bu şaşırtıcı buluş, elektrikle çalışan arabalara ve geleceğin teknolojisine kapıları açabilecek nitelikte görünüyor.**

**K**imyacı Hideki Shirakawa'nın Tokyo Teknoloji Enstitüsü'ndeki bir öğrencisinden yapmasını istediği klasik deney, bir miktar asetilen kaynak gazını karbon esaslı uzun zincirli moleküllere (organik polimer), plastiğe dönüştürmektir. Ancak, Koreli öğrenci, kısıtlı Japoncası ile Profesör'ü yanlış anladı ve kimyasal maddeyi (cüz'i) çok fazla kullandı. Deneyin sonunda, her zaman elde edilen siyah toz yerine, metal'e benzeyen gümüşü renkli bir film elde etti. Eğer, Pennsylvania Üniversitesi'nden kimyacı Alan MacDiarmid 5 yıl sonra Japonya'ya gitmese idi, 1970'de bir deney acemiliği olarak ortaya çıkan bu madde, basit bir laboratuvar hatası olarak kalacaktı. Shirakawa, bu metal benzeri maddeyi gösterdiği zaman şaşıran MacDiarmid, daha önce hiç böyle birşey görmediğini söyledi. Ancak gerçekten çok meraklanan MacDiarmid, Shirakawa'yı bu şaşırtıcı maddenin özelliklerini Philadelphia'daki laboratuvarlarda incelemek konusunda kendisine ve arkadaşı Alan Heeger'e katılmaya çağırdı. İşbirliği, hemen bir başka şaşırtıcı buluşa sebep oldu. Bir araştırmacı, yeni plastiği az bir miktar iyot ile muamele ettiğinde (Standart kimyasal uygulama), polimerin özellikleri kökünden değişikliğe uğradı. Bu doping, plastiğin elektrik geçirgenliğini trilyon kere artırdı. Bilim adamları, ilk kez metal kadar iyi bir elektrik iletkenini

**Poliasetilenin donuk parıltısı, şaşırtıcı metalik özelliğini ortaya koyuyor.**



ortaya çıkarmış oldular ve bu süreç ile plastikten yapılmış elektrik ve elektronik parçalar dünyasına yol açılmış oldu. Bu yabancı malzeme, plastikler hakkındaki bütün klasik bilgilere meydan okudu. Amerikalı bir mucit olan John Hyatt'ın 1868'de ilk sentetik polimer olan selüloid'i bulmasından beri plastikler çok yararlı özellikleriyle tanınmaktadırlar. Hafiftirler, bükülebilirler, kolayca şekil verilebilirler ve mükemmel izolatördürler. Bu sebeplerden dolayı, plastikler uzun zaman elektrik tellerinin kaplanması, bilgisayar terminalleri ve yüksek gerilim sistemleri ile telefonlar gibi elektrik ekipmanlarının dış yüzeylerinin kaplanması için kullanılmıştır.

MacDiarmid ve diğer bilim adamları, plastiğin iletken olarak kullanılmasının teknolojik geleceğini hemen anlamakta gecikmediler. Bu malzemelerin bir sürü yeni ürüne dönüştürülebileceğini düşündüler. Bunlardan en dikkat çekici olanı, pratik ve çok hafif akü yapımının mümkün kılacağı elektrikle çalışan arabalar olmuştur. Bu sessiz ve çevre kirliliğini önleyici araçların, bugüne kadar geliştirilememesinin nedeni, kurşundan yapılan, enerjisini çarçabuk harcayan ve arabanın ağırlığına eşit ağırlıktaki klasik tip akülere olan bağımlılıkları olmuştur.

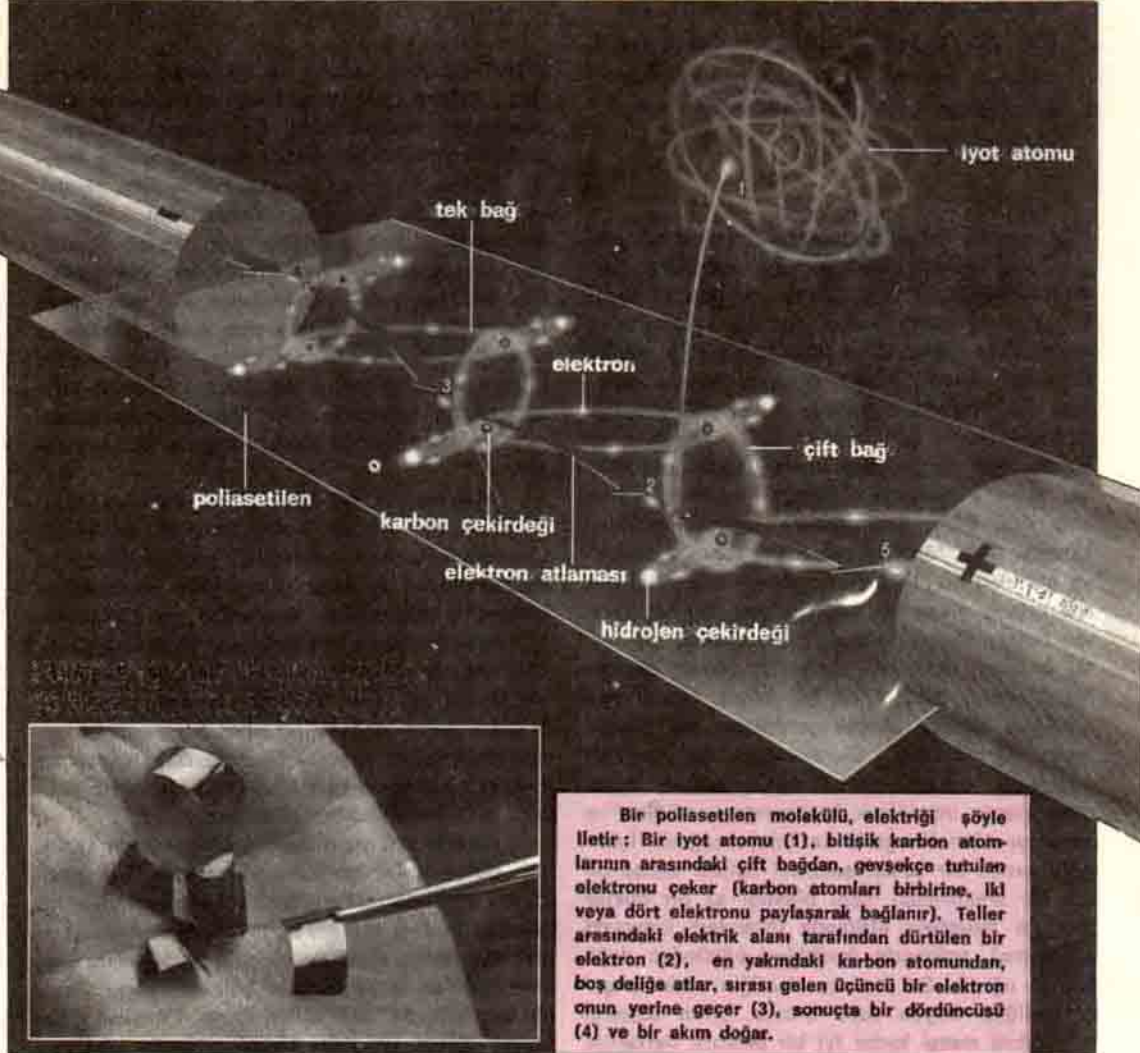
Plastik akü ve diğer plastik aletlerin yaratıldığı potansiyelin cazibesi, kimyacıları her alanda bu yeni malzemeye ümitle bakmaya yöneltti. MacDiarmid ve Heeger'in 1977'deki temel buluşlarından sonra, plastiğin elektrik geçirgenliği üzerine 1983'de 200'den fazla bilimsel yayın yapıldı. Son yıllarda IBM, Allied Corp., Chevron Chemical, Xerox ve diğer birçok şirketin laboratu-

varlarındaki kimyacılar, kendi polimer çeşitlemelerini geliştirdiler. Birçok araştırmacı, bu maddeleri solid state diod ve diğer bazı solid state elektronik alet ve cihazlarının yapımında kullandılar. Bu bileşenler ya silikon ya da diğer bazı yarı geçirgenler olup, bilgisayar devriminde ve mikroçip'lerin yapısında yerlerini aldılar. Bu olağanüstü plastiklerin araştırma ve geliştirme çalışmaları için Amerikan endüstrisi, yılda 5 ila 10 milyon dolarlık yatırım yapmaktadır. Plastiklerin aksine, metaller iletkenler; çünkü bir atomdan diğerine kolaylıkla geçen fazla elektronları vardır. Oysa, İzolatörlerin atomları, elektronlarını çok sıkı tutarlar. Kimya dili ile, atomlar atom çekirdeğine sıkı sıkıya bağlıdır.

Bu elektronları, sadece çok güçlü bir dış enerji yerinden sarsarken, serbest hale getirir

ve komşu atomlara gönderir. MacDiarmid'in laboratuvarındaki kimyacıardan biri olan Simon Porter, iletkenliği bir otopark alanına benzeterek şöyle tanımlar: "Eğer park sahası dolu ise, hiçbir yere giremezsiniz, arabalar için giriş yoktur; fakat parktan bir araba çıkarsa, yerine siz park edebilirsiniz. Bu şekilde, arabaların giriş çıkışı ile hareket sağlanmış olur ya da bizim örneğimizde, elektronlara hareket alanı sağlanmış olur, bu iletkenliktir."

Fakat plastikler elektronları çok sıkı bağlarlar. Peki, asetilen gazından türeyen poliasetilen, nasıl oluyor da iletken hale geliyor? Bunun açıklaması, onun tipik yapısında yatmaktadır. Özel bir katalizör yardımı ile, gaz içinde serbest halde yüzen moleküller, zincirler veya polimerler oluştururlar. Shirakawa'nın fark etti-



Bir poliasetilen molekülü, elektriği şöyle iletir: Bir iyot atomu (1), bitişik karbon atomlarının arasındaki çift bağdan, gevşekçe tutulan elektronu çeker (karbon atomları birbirine, iki veya dört elektronu paylaşarak bağlanır). Teller arasındaki elektrik alanı tarafından dürtülen bir elektron (2), en yakındaki karbon atomundan, boş deliğe atlar, sırası gelen üçüncü bir elektron onun yerine geçer (3), sonuçta bir dördüncüsü (4) ve bir akım doğar.

Alan MacDiarmid'in laboratuvarında iletken plastikten yapılmış deney aküsü, pervaneyi döndürebiliyor. Bu plastikler, geleceğin elektrikli arabalarına güç verebilir.



Fizikçi Alan Haeger seyrederken, araştırmacı Joan Brennan, lastik eldivenler giyerek, saf argon atmosferinde muhafaza edilen bir parça iletken plastiği işliyor.



tiği gibi, katalizörün fazlası daha uzun polimerlere neden olur ve plastiğe metalik görünüşü verir. Polimer içinde, birbirinin aynı olan bağı birimler, bir karbon ve hidrojen atomu içerirler. Halka boyunca, bitişik karbon atomları birbirine, ortaklaşa paylaştıkları elektronlar ile bağlanmışlardır. Bu bağlar değişebilir; her karbon atomunun bir elektronu paylaştığı tek bağ, her karbon atomunun iki elektronu paylaştığı çift bağ tarafından izlenir. Çift bağlarda elektronlar, atom çekirdeği tarafından gevşekçe tutulurlar ve uygun bir kaldıraç ile yerlerinden oynatılabilirler. Poliasetilen için kaldıraç, doping maddesi olan ve diğer atomlardan fazla elektronları çalan iyottur. Bu hırsızlığın sonucunda, zincirde elektronları tamam olmayan karbon atomu ortaya çıkar. Yerinde olmayan elektronlar, Porter'in benzetmesindeki boş park alanı rolünü oynar. Plastiğe dışarıdan bir elektrik alanı uygulanacak olursa, en yakındaki elektronlar hemen boş yerlere atlarlar. Bu, sırası ile diğer elektronlar tarafından doldurulacak yeni boşluklar yaratır. Böylece, aslında izolatör olan (iletken olmayan) madde, aniden iletken haline gelir. Bu iletkenliğin avantajını göz önüne alan endüstriyel araştırmacılar, klasik aküler ile kıyaslandığında, üçte bir daha hafif olan deneysel plastik aküleri küçük ölçüklere hemen imal ettiler bile. Aynı önemde olan diğer bir husus da, bu plastik hücrelerin, klasik kurşun asit akülere göre

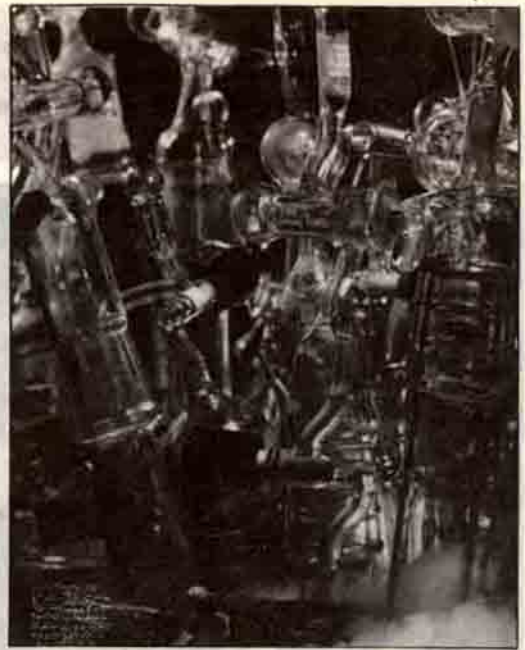
çok daha hızlı doldurulabilir ve boşaltılabilir olmasıdır. Elektrik ile çalışan bir arabada, gücün bu kadar hızlı iletimi, araçların ivme kazanma ve tırmanma yeteneklerini artıracaktır. Bütün bunlara ek olarak, bilim adamları, geliştirilen poliasetilen akü prototiplerinin çok dayanıklı olduğunu ve binlerce kez doldurulup, boşaldığı halde, kullanılabilirliğini kaybetmediğini bildirmektedirler. Tipik bir kurşun asit aküsü, bir kere dahi tümüyle boşalır ise bilindiği gibi kullanılmaz hale gelmektedir. Plastik aküleri belirgin şekilde böyle üstün kılan nedir? Elektrik akımları akü içinde, elektrotlar arasında, potansiyel veya voltaj farkı sebebi ile bir dağ yamacından akan suya benzetebileceğimiz şekilde akarlar. Bu durum, dağdan akan suyun iki ucu arasındaki farklı yükseklik ile kıyaslanabilir.

Bildiğimiz akülerde elektrik potansiyeli, elektrolit denen çözelti ile birbirinden ayrılmış (örneğin sülfürikasit gibi) birbirine benzemez (kurşun ve kurşun oksit gibi) malzemeler ile yapılır. Akü boşalmaya başladığında, elektrotlar yavaşça pozitif iyonlara çözünürler (elektron kaybeden atomlar pozitif yükü yüklenirler) ve elektrolit boyunca hareket etmeğe başlarlar. Akü doldurulduğunda, iyonlar elektrotlara geri dönerler ve kaybettikleri elektronları geri alarak, tam kurşun atomu haline gelirler ve böylece, boşalan elektrotlar tekrar tamamen dolarlar. Fakat sürekli boşalma ve doldurma işlemlerinden son-

ra, elektrotlar kurşun sülfat tabakası ile kaplanır ve akü biter. Plastik akülerde ise aksine, elektrolit içine daldırılmış iki polimer şerit bulunur. Klasik akülerdeki süreç'in tersine elektrolit, iki elektrot arasında mekik gibi gidip gelen iyonlara yardım eder. İyonlar elektrotlara yapıştığı anda, polimeri dozlarlar ve potansiyelini değiştirirler. İyonlar, polimer'den değil, elektrolitten çekildiği için, doldurma ve boşalma işlemlerinden aşınmaz ve el sürülmemiş gibi kalır. Santa Barbara'daki Kaliforniya Üniversitesi'nden kimyacı Fred Wudl "Teorik olarak, akü'yü ebediyen kullanabileceksiniz" demektedir. Bu plastik harikalar şimdiye kadar laboratuvarlarda hapis kaldı. Fakat plastik akü imal etmek üzere 1981'de Pennsylvania Üniversitesi'nden lisans haklarını satın alan Allied Corp., gelecek birkaç yıl içinde, ticarî bir ürünü pazara sürmeyi ummaktadır. Akü üreticileri için tek potansiyel pazar, yalnız arabalar değildir. Üreticiler, düşük güç talepleri için rüzgâr veya hidroelektrik esaslı enerjiyi kamu araçları için kullanacak olan dev akü depolarından, video kaset kaydediciye kadar birçok uygulama için yenilenebilir (tekrar doldurulabilir) akü üretimini tasarlamaktadırlar. Endüstriyel kimyacılar da yeni plastiği, güneş ışığını direkt olarak elektrığe dönüştüren, pahalı olmayan güneş panellerinde kullanmayı düşünmektedirler. Bu paneller şimdiye kadar, çok pahalı malzemeden yapıyordu. MacDiarmid, istenilen ölçü ve voltaja göre, basit mekanik kesiciler ile kesilebilecek kadar yumuşak plastiği, güneş hücreleri ve akülerinde kullanmak üzere üretmeyi tasarlamaktadır. Gerçekten, belirli kimyasal ve fiziksel yapıda istenen plastiği imal etmeyi öğrendikçe, jeneratörlerden motorlara kadar birçok yerde, daha pahalı metallerin yerine kullanılacak bir sürü yeni iletken polimer günlük hayatımıza girecektir. Heeger, "Rüyamız, tümüyle yeni bir teknoloji yaratacak malzemeleri yapmaktır. Daha 50 yıl önce naylon gibi sentetik elyaflar ortada yoktu, şimdi bu malzemeler, birçok uygulamada doğal elyafın yerini aldı. İnsan yapısı bu yeni metaller de aynı parlak geleceğe sahip olabilirler" demektedir.

Discover'dan Çev. : Kim. Yük. Müh.

Selçuk BATUALP



Parıltılı cam laboratuvar gereçlerinin içinde, iletken plastiklerin parlak geleceği yatıyor. Bu değerli örnekler, tüpler içine mühürlenirler ve kuru buz banyosu içinde dondurularak, oksitlenip, kırılanlaşmaları ve kullanılmaz hale gelmeleri önlenir.

● Avustralyalı bilim adamları, laboratuvar koşullarında doğal gaz ve petrol elde ettiler.

J. D. Saxby ve K. W. Riley adlı araştırmacılar, linyit kömürü ve kil şistinden (oil shale) aldıkları örnekleri paslanmaz çelikten yapılmış mühürlü kaplara koydular ve dört yıl süreyle yavaş yavaş sıcaklığını 136°'den 282°C'a yükselttiler. Sonuçta şistin ham petrol, linyit kömürünün de doğal gaz ürettiğini saptadılar.

Araştırmacılara göre bu çalışma, doğal petrol ve gaz oluşumunun ilk başarılı taklidi.

Benim hayat tecrübeme göre, hiç kusuru olmayan insanların erdemleri de yoktur.

A. LINCOLN