

Yeni Enerji Kaynağı Lityum-Metal Piller Olabilir

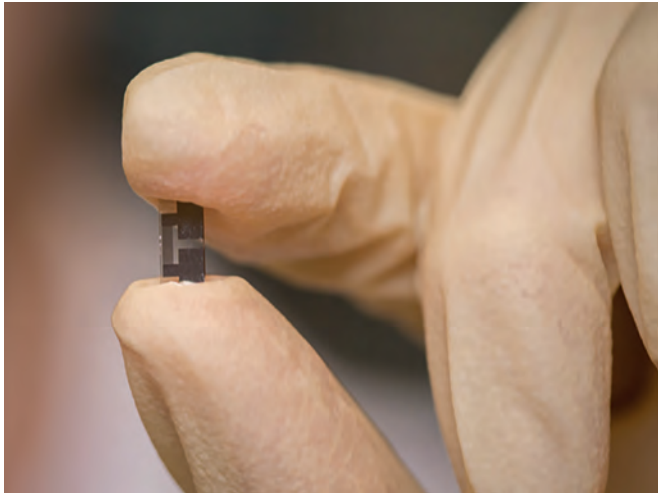
Dr. Tuncay Baydemir [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Lityum-metal piller normal lityum-iyon pillere kıyasla en az iki kat fazla enerji depolama potansiyeline sahiptir. Bu yüzden bilim insanlarının aradığı enerji sağlayıcılar bu şarj edilebilir piller olabilir.

Şarj edilebilir piller, elektrikli araçlar ve taşınabilir cihazlar gibi yeni nesil pek çok teknolojik ürünün çok önemli bir bileşenidir. Bu nedenle pillerin güvenlik, şarj süresi, enerji kapasitesi ve dayanıklılık gibi özelliklerinin sürekli bir şekilde geliştirilmesine ihtiyaç duyuluyor. Günümüzde kullanılan en iyi lityum-iyon piller yüz altmış yıllık bir geçmişi olan kurşun-asit pillerin yaklaşık altı katı kadar enerji depolama kapasitesine sahip. Son teknolojik gelişmelerle birlikte lityum-iyon pillerin enerji yoğunlukları bir miktar daha artırılabilir. Lityum-metal piller ise günümüzün en iyi teknolojisi ile üretilen lityum-iyon pillere oranla iki kattan daha fazla enerji yoğunluğu taşıyabiliyor. Bu nedenle lityum-metal pillerin kullanımının önündeki engeller bilim insanlarıncaya aşılmaya çalışılıyor.

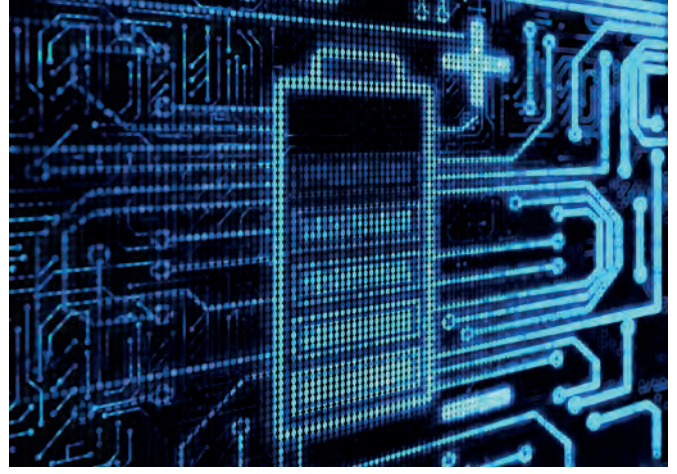
Lityum-metal pillerin kullanımı ve yaygınlaşmasının önündeki başlıca engeller pilin dolum sürecinden kaynaklanıyor, bu nedenle şimdiye kadarki uygulamaları laboratuvar ortamından öteye taşınamadı. Son elli yıllık süreçte lityum-metal pillerle ilgili çalışmalar yapılmış ve bazı gelişmeler sağlanmış olsa da tüm bunlar lityum-iyon pillerin yerine geçmelerini sağlayacak düzeyde değildi.

Lityum-iyon pillerde anot görevini grafit yaparken lityum-metal pillerde ise bu görevi metalik lityum gerçekleştiriyor. Lityum kullanılan pillerde problemin çıkış kaynağı da tam burası. Anot çevresindeki elektrolitin Li⁺



David Baillio/University of California San Diego

Araştırmacıların geliştirdiği cihaz pile entegre ediliyor ve yaydığı ultrason dalgalarıyla anot ile katot arasında bulunan elektrolitin sirkülasyonunu sağlıyor. Böylece lityum-metal pillerde pil şarj edilirken düşük performans ve kısa devrelere sebep olan dendritlerin oluşması önleniyor.

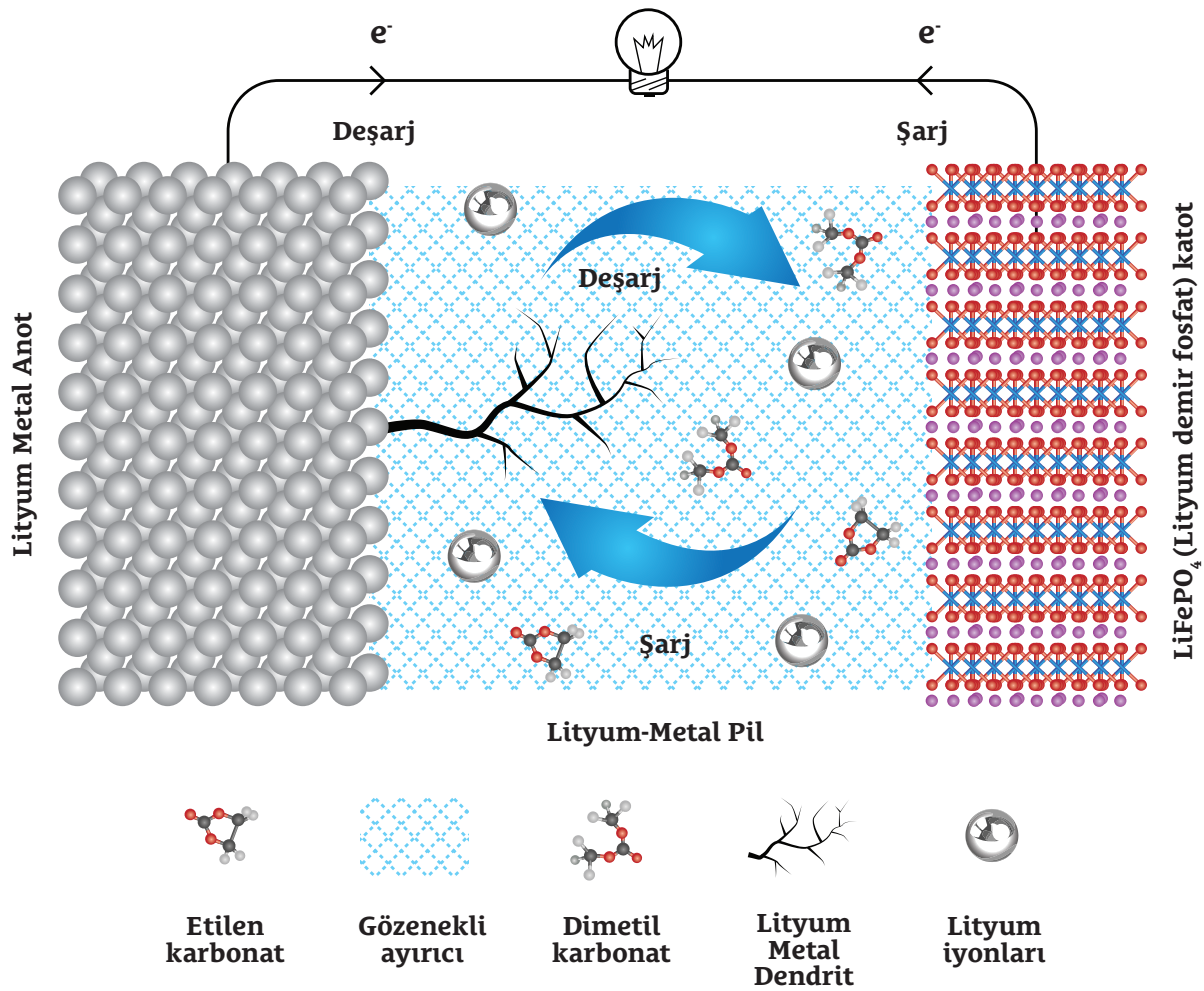


iyonu derişimi bölgeden bölgeye farklılıklar gösteriyor ve bu yüzden şarj esnasında lityum iyonları anot yüzeyinde eşit olmayan bir şekilde birikiyor. Buna bağlı olarak anot üzerinde dendritik (dallanmış kristal) yapılar oluşuyor. Dendrit oluşumuna bağlı olarak iyon derişimleri azalıyor ve pil kısa sürede işlevini yerine getiremez hâle geliyor.

California Üniversitesi-San Diego'dan araştırmacılar lityum-metal pillerin içerisine yerleştirdikleri çok küçük bir cihaz sayesinde bu pillerin kullanımının önündeki engeli aşmış görünüyorlar. Ultrasonik dalgalar yayan bu cihaz ayrıca tüm bataryalarda kullanılabilme potansiyeli taşıyor. Yapılan çalışmanın sonuçları kısa süre önce *Advanced Materials* dergisinde yayımlandı.

Cihaz tasarlanırken cep telefonlarında kullanılan ve yüksek frekanslarda ses dalgaları üretebilen bir parçadan esinlendi. Mobil telefonlarda kullanılan bu ultrason dalga yayıcı parça kablosuz hücrel sinyalleri, sesli aramaları ve verileri filtreleme görevini gerçekleştiriyor. Cihaz, bir parçası olarak pile entegre ediliyor ve anot ile katot arasındaki elektrolitin iyon dağılımını ultrasonik dalgalar yayarak düzenliyor. Bu işlem şarj sırasında lityum-metal pillerde düşük performansa ve kısa devrelere yol açan dendritlerin oluşumunu önüyor.

Dendritler yalnızca anot ve katot arasındaki ayrıcı hücreye nüfuz ederek ciddi güvenlik sorunlarına yol açmakla kalmıyor aynı zamanda lityum ve elektroliti tüketerek pilin yük kapasitesinin de düşmesine neden oluyorlar. Ultrason cihazları bazı kimyasal süreçlerde sıvıları karıştırmak ve iyon dağılımını homojen hâle getirmek için uzun zamandır kullanılıyordu. Ancak bu cihazlar büyük, ağır ve elektrokimyasal süreçlere uyumsuz olmaları yüzünden lityum-metal pillerde kullanılmak için uygun



Wang, L., Zhou, Z., ve ark., "Engineering of lithium-metal anodes towards a safe and stable battery," *Energy Storage Materials*, 14, 22-48, 2018.

değillerdi. Araştırmacıların geliştirdiği cihaz ise çok küçük boyutlarına nazaran yüksek güç yoğunluğuna sahip olup aynı zamanda elektrokimyasal süreçlerle uyumluluk gösteriyor.

Araştırmada LiFePO_4 katot olarak, lityum metali ise anot olarak kullanıldı. Karbonat bazlı elektrolit kullanılan deneylerde dolun ve boşaltım akımları elektrot boyutuna göre hesaplandı. Ultrason dalga yayıcı cihaz, pil şarj edilirken çalıştırıldı ve görevini gerçekleştirdikten sonra pilin boşaltılması süresince devre dışı bırakıldı.

Çalışmada, cihazla donatılmış lityum-metal pilde 250, lityum-iyon pilde ise 2000'den fazla şarj-deşarj döngüsü gerçekleştirildi. Piller her bir döngüde 10 dakikada tamamen şarj edilebildi. Denemeler sonunda lityum-metal pillerin başlangıç kapasitesinin %82'sini koruduğu bildirildi. Bu başarının yanında diğer bir önemli nokta da bu teknolojinin herhangi bir kimyasal pil modeli üzerinde kullanılabilecek potansiyele sahip olması. Bu basit teknolojiden yararlanılarak mevcut ve gelecekteki pil teknolojilerinin verimliliği ve sürdürülebilirliği geliştirilebilir.

Makalenin baş yazarı An Huang oldukça küçük ölçeklerde çalışmanın ve cihazı pile entegre etmenin uygun bir yolunu bulmanın araştırmanın en zor tarafını oluşturduğunu belirtiyor. Araştırmacılarından Haodong Liu ise bir sonraki adımın geliştirdikleri bu teknolojiyi ticari lityum-iyon pillere entegre etmek olacağını vurguluyor.

Sıvı elektrolitli pillerdeki iyonların elektrot yüzeylerinde birikerek derişimlerinin azalması ve dendritik yapıların oluşması sorunlarını başarılı bir şekilde önleyen araştırma ekibi, geliştirdikleri basit ancak etkili teknoloji sayesinde mevcut ve gelecekteki uygulamaların büyük çoğunluğu için kullanılabilecek verimli ve sürdürülebilir şarjlı piller elde edilmesinin de yolunu açtılar. Hızlı bir şekilde şarj edilebilen ve daha fazla enerji kapasitesine sahip bu pillerin kullanımı teknolojik ürünlerin enerji ihtiyacını etkili bir şekilde karşılayacak gibi görünüyor.

Kaynaklar

Huang, A., Liu, H. ve ark., "Enabling Rapid Charging Lithium Metal Batteries via Surface Acoustic Wave-Driven Electrolyte Flow", *Advanced Materials*, 1907516, 2020. <https://www.advancedsciencenews.com/ultrasound-device-improves-charge-and-runtime-in-lithium-metal-batteries/>
<https://phys.org/news/2020-02-ultrasound-device-lithium-batteries.html>