

Alüminyum Folyolar ile Katı Hâl Pillerinde Yeni Bir Dönem Başlıyor!

Dr. Tuncay Baydemir [TÜBİTAK

Bataryaların sürekli geliştirilmesinde iki önemli itici gücün varlığından söz edebiliriz. Bunlar enerji yoğunluğu ve kararlılık. Öncelikli olarak üretilen bataryaların yüksek enerji ihtiyacını uzun süreler boyunca karşılayabilmesi bekleniyor. Bunu sağlarken de güvenlik unsurlarında açıklara yol açmamaları; uzun ömürlü olmaları; hızlı, kolay, kararlı ve mümkün olduğunca çok sayıda şarj edilebilmeleri de hedefleniyor. Lityum iyon pilleri ile bu ihtiyaçların şimdiye kadar oldukça başarılı bir şekilde karşılandığını söyleyebiliriz. Ancak son yıllarda, özellikle elektrikli kara ve hava araçlarının daha uzun menzil katedebilmeleri adına geliştirilmesi planlanan yeni nesil bataryaların lityum iyon pillerine göre hem daha yüksek enerji yoğunluğuna sahip olmaları hem de gelişmiş güvenlik unsurlarını barındırmaları bekleniyor. Yüksek kapasiteli elektrot malzemeler sayesinde, katı hâl pillerinin bu ihtiyaca yakın gelecekte cevap verebileceği düşünülüyor.

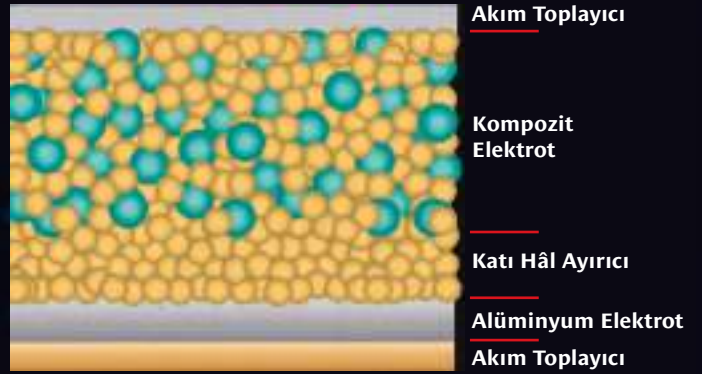
Lityum ile alaşım oluşturan metal negatif elektrotlar, teorik olarak yüksek şarj depolama kapasitesine sahip; dolayısıyla yüksek enerjili şarj edilebilir piller geliştirmek için ideal adaylardan sayılıyorlar. Ancak bunun için aşılması gereken bazı zorluklar da bulunuyor. Öncelikle ara yüzeydeki kararsızlıkların ve istenmeyen tepkimelerin yanı sıra kısa devreye yol açan lityum filament penetrasyonunun da önüne geçilmesi gerekiyor. Lityum metali ile alaşım oluşturan malzemeler kullanarak bu sorunları çözmeye çalışan araştırmacıların şimdiye kadar epeyce mesafe katettiklerini söylemek mümkün. Öte yandan, silikon kullanılarak geliştirilen lityum iyon pilleri üzerine yapılan çalışmalarda gelişmeler kaydedilse de yüzey boyutundaki sürekli değişimler pil hücrelerinde bazı arızalara neden olabiliyor. Alaşım negatif elektrotlar için diğer bir önemli aday ise alüminyum olarak görünüyor.

Georgia Teknoloji Enstitüsü Malzeme Bilimi ve Mühendisliği bölümünden Matthew T. McDowell önderliğindeki araştırma grubu alüminyum folyo kullanarak daha yüksek enerji yoğunluğuna sahip kararlı piller oluşturmak için önemli bir adım attı. Ekibin geliştirdiği yeni batarya sisteminin detayları ise *Nature Communications* dergisinde yayımlandı. Elektrikli araçların tek bir şarjla daha uzun mesafeler katetmesinin güvenli bir yolunu sağlamanın yanında oldukça uygun maliyetli, geri dönüştürülebilir ve üzerinde çalışması kolay bir malzeme olan alüminyumdan faydalanılması bu araştırmayı oldukça önemli kılıyor. Yani yaygın olarak bulunabilen alüminyum, üretim kolaylığı sağlamanın yanında çevre üzerinde de olumlu etkiye sahip olacak.

1970'li yıllarda alüminyum kullanarak pil geliştirme çalışmaları yürütülmüş olsa da bu araştırmalar istenilen başarıya ulaşamamıştı. Katı hâl pillerinin geliştirilmesi ile alüminyum yeniden oyuna dâhil oldu. Katı hâl pilleri yanıcı elektrolit çözeltileri içermediği için daha güvenli sayılıyor, aynı zamanda alüminyum gibi yüksek performans sağlayabilecek malzemelerin entegrasyonuna da imkân tanıyor.

Araştırmanın başında, alüminyum üretimi ve geri dönüşümü konusunda önemli bir şirketle iş birliği sağlandı. Saf alüminyum folyoların kullanıldığı ilk denemelerde piller hızla bozuluyordu. Bu nedenle araştırmacılar alüminyumun içine düşük miktarlarda farklı malzemeler ekleyerek çeşitli mikro ölçekli yapılar elde etme yoluna gittiler. Böylece alüminyum anodun geleneksel anot malzemelerinden daha fazla lityum depolayabilmesi sağlandı. Bu da daha fazla enerji depolandığı ve enerji yoğunluğu daha fazla bir pil üretildiği anlamına geliyordu.

Kısa menzilli elektrikli uçakların geliştirilmesi yolunda batarya kapasitelerinin sınırlayıcı rol oynadığını belirten McDowell ile arkadaşları, yeni ve güçlü bataryalara ihtiyaç duyulduğunu ve geliştirdikleri alüminyum anot bataryaları sayesinde bu teknolojinin kapısını araladıklarını belirtiyor. Ayrıca folyo malzemeyi batarya bileşeni olarak kullanmanın aynı zamanda batarya üretirken ihtiyaç duyulan pek çok karmaşık adımı da ortadan kaldırdığını bildiren ekip, daha büyük boyutlarda bataryalar geliştirmek için çalışmalarına ara vermeden devam ediyor. ■



Alüminyum bazlı negatif elektrot, katı hâl elektrolit ayırıcı ve kompozit pozitif elektrot içeren katı hâl pilinin şematik gösterimi (Kahverengi küreler katı hâl elektrolitini, yeşil küreler ise kompozit elektrodu temsil ediyor.)

Kaynaklar

Liu, Y., Wang, C. ve ark., "Aluminum foil negative electrodes with multiphase microstructure for all-solid-state Li-ion batteries", *Nature Communications*, 14:3975, 2023.

<https://techxplore.com/news/2023-07-aluminum-materials-safer-cheaper-powerful.html>