

Elektrikli arabalar için süper bataryalar



Serbest Kürsü

30 Ekim 2023 Pazartesi

Prof. Dr. Fevzi YILMAZ - Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi

İş dünyasında elektrikli araçlar (EV) için belirlenen üç hedeften ilki, içten yanmalı motora sahip çevre obur geleneksel araçlardan daha ucuz olmaktır. Bunu, uzun sürüş mesafesi ve hızlı dolum (şarj) sağlayan batarya teknolojileri takip eder. Bugünlerde, EV üreticileri sıvı elektrolitli Lityum-iyon (Li-İon) bataryadan daha iyi olduğu düşünülen "katı-hal" batarya üretimine odaklanmışlardır. Nissan, BMW ve VW dikey iş modeli ile, batarya çalışmaları yapan start-up'larla (Solid Power, QuantumScape gibi) işbirliği yapmaktadır. Dünyanın en büyük araç üreticisi Toyota 2012'de başladığı katı-hal Lityum-iyon batarya çalışmasında sona yaklaştığını ve 2027 de 1200 km menzil veren şarj ve 10 dakikalık şarj süresine erişebileceğini ilan etmiştir. Bu iki husus EV'ler için devrim niteliğindedir.

1859 kurşun bataryaların, 1899 nikel-kadmiyum bataryaların ve 1977 şarj edilebilir lityum bataryaların gündeme gelme tarihleridir. 1914'te araçlarda ağır kurşun aküler kullanılmaya başlandı ve 1990'ların başından itibaren ise lityum iyon bataryalar ticarileşti, önce portatif ürünlerde (akıllı telefon, bilgisayar gibi) sonra EV'lerde kullanıldı.

Bu çalışmada süper batarya üretmek için sürdürülen yarış, yeni gelişmeler ve EV bataryalarında döngüsel [ekonomi](#) ele alınacaktır. Konularla ilgili olarak yayınlanmış makalelerden (The Economist: August 26th 2023, 63-65; October 29th 2021, 74-75) çıkarımlarda bulunulacaktır.

Malzeme konuları

i) EV batarya katotları muhtelif metal karışımlarından meydana gelir ve batarya maliyetinin %40'ını oluşturur. NMC'ler (Öğütülmüş Nikel, Mangan ve Kobalt) ve LFP'ler (Öğütülmüş Lityum, Demir ve Fosfor) en çok tercih edilen karışımlardır. LFP'ler genellikle düşük performanslı uygulamalar içindir. Bulamaç içindeki aktif katot malzeme tozları alüminyum folyoya kaplanır. Ve anod grafiti de benzer şekilde

bakır folyo rulosa püskürtülür. Folyolar takiben fırın-kurutma, presleme ve tekrar rulo haline getirilme işlemine tabi tutulur.

ii) Elektrolitte lityum yerine sodyum bulundurma tartışılmaktadır. Lityum erişimi zor ve hafif metal iken, sodyum çok ve ucuzdur. İlave olarak, ince film tabaka şeklinde elektrolit uygulaması başarılı olursa batarya tasarımı da basitleşecektir. Sıvı elektrolitte şarjlı iyonlar rahat hareket ederler ve iyi kontak avantajına sahiptirler. Katı-hal bataryada pres uygulamasıyla elektrolitte iyi iyon kontağı sağlanabilmekte ise de baskı görmüş elektrotta hasar tehlikesi mevcuttur. Sıvı içeren Lityum-İyon bataryalar yangıncıdır ve patlama riski taşırlar, katı-hal bataryada elektrolit polimer veya seramiklidir ve yanma tehlikesi yoktur. Katı-hal Lityum-İyon batarya daha küçük ve hafif olduğu halde sıvı elektrolitli alternatifinden daha çok enerji depolayabilmektedir (Sırasıyla 600 Wh/kg ve 300 Wh/kg gibi).

iii) Anot ana bileşeni karbon olup genellikle ultra saf grafitten yapılır. Geri dönüştürülmüş grafit bu saflığı sağlayamayacağından tekrar anot olarak kullanılamaz. Anot imalatı madencilik işlemleri ile kömürden (grafit) yapılabileceği gibi petrokimyasallardan sentetik olarak da damıtılabilir. Yüksek kalite grafit yatakları Türkiye, Mozambik ve Çin'de mevcuttur. Northvolt, Finlandiya kereste ürünleri şirketi Stora Enso ile çevre dostu alternatifler üstünde çalışmaktadır. Plan, bitkilerin hücre duvarlarında bulunan doğal polimer ligninden anot karbonu elde etmektir. Silisyum ve metal (lityum gibi) anotlar grafitten daha çok [enerji](#) depolayabilirler. Bu son alternatif, küçük ve hafif batarya anlamı taşır. Silisyum esaslı anot, grafit karşılığına göre 5 kez daha hafif ve 2 kez daha küçüktür.

Bazı Katı-hal Lityum-İyon bataryalar anodsuzdur. QuantumScape Start-up'ı seramik malzemeyi hem seperatör hem de elektrolit olarak kullanmaktadır. Seramik malzeme katot ile metal folyo arasına yerleştirilir. Şarj sırasında lityum iyonları katı elektrolit içinden geçer ve folyo üstünde yığılır. Kaplama şeklinde toplanan lityum bölgesi çalışan anot işlevi görür. Batarya deşarj olduğunda iyonlar geriye (katota) doğru akar ve anot büzölmüş olur. Bu şekilde anot oluşturma demek batarya genişler ve daralır demektir. Bu büzölme, %4 oranıyla geleneksel Lityum-İyon bataryalarda da görülür. QuantumScape bataryalarında büzölme %15'dir. Burada batarya kapasitesinin %90 üstü olduğu şarj-deşarj çevrim sayısı olan 800 yakalanabilmektedir. Her bir çevrim 500 km menzili kapsadığını düşünelim. Bu durumda, bir EV bataryasının ömrü 400.000 km olur. Bataryaların ne kadar uygun olduğu ve üretici iddialarının gerçekliği araç üretim hatlarındaki test ile belirlenir.

Bataryaların döngüsel üretimi

Batarya üretimi, kontrollü atmosferde malzeme-proses yönetimi ve robotlar yardımı ile gerçekleştirilir. Yeni ve geri dönüşümden gelmiş bulamaç halindeki tozlardan elektrotlar üretilir. Anotlar ve katotlar daha sonra lityum bağlayıcı elektrolit ve ayırıcı olarak bilinen membranlardan oluşan dolgularla sandviç gibi iç içe geçirilerek

hücre haline getirilir. Membranlar lityum iyonlarının geçişine izin verir, elektrotların birbirine temas etmesini ve kısa devre yapmasını engeller.

Hücreler lityum iyon bataryasının ana ünitesidir. Hücrelerin paketlenildiği düzen modül olarak adlandırılır ve en çok prizmatik hücre modül tasarımı tercih edilir. Aracın güç talebine bağlı olarak sayıca 10'a kadar batarya hücresi alüminyum muhafaza içine yerleştirilir. Elektrik konnektörleri takılı olan ve ciltli bir kitap boyundaki bu ünite modül olarak adlandırılır. Hücre ve modül montajını takiben şarj-deşarj ve test faaliyeti gerçekleştirilir. Testi geçen bataryalar araç montaj hattına iletilir veya ilgili EV fabrikasına sevk edilir. Kontrolleri geçemeyen modüller geri dönüşüme gönderilir. İlk prototip araçlardan (yeni hurda), kazalardan hurdaya çıkan araçlardan ve dünya elektrikli araç filosunun yaşlanmasının üreteceği artan sayıda yıpranmış araçlardan (eski hurda) gelen bataryalar yeni araç bataryası akışına katılır. Geri kazanılan malzemeler saflaştırılır ve üretimin ilk aşamasına geri döndürülür. Robotlara pilleri nasıl sökecekleri ve ardından hücreleri "siyah kütle" adı verilen ufalanmış yapıya nasıl parçalayacakları, yararlı malzemeleri siyah kütlede kimyasal olarak nasıl ayrıştıracakları öğretildikçe daha iyi sonuçlar alınabilecektir.

Redwood Materials/ABD batarya geri dönüşüm şirketi olup döngüdeki bazı malzemeleri anot ve katot üretiminde kullanmaktadır. Nevada'daki bu fabrika bir zamanlar Teslanın teknoloji direktörü olan Jeffrey Straubel tarafından kurulmuştur. Burada, hurda EV bataryaları yanında kullanım dışı kalmış bütün lityum içeren pillerin geri dönüşümü ve yeni batarya öğelerinin üretimi yapılmaktadır.

Northvolt/İsveç batarya üreticisidir ve Avrupa'daki gigafabrikalarında ileri teknoloji donanımlarıyla batarya üretmektedir. Almanya Göthenbugh'da Volvo ile işbirliği yapılarak kurulmakta olan yeni gigafabrikanın yıllık depolama kapasitesi 2030 için 150 gWh olacaktır. Bu 2 milyon üstü sayıda EV için yeter düzeyde batarya gücü demektir (Araç başı ortalama 75 kWh). Northvolt gigafabrikalarında gelen 10 yıl içinde batarya girdilerinin %50'sinin geri dönüşümlü malzemelerden oluşması hedeflenmektedir.

Bataryaların döngüsel üretim yoluyla "yeşillendirilmesinin" mali ve çevresel faydaları açıktır. Yasa koyucular harekete geçmeye başlamışlardır. Örneğin Temmuz 2024'ten itibaren Avrupa Birliği'nde satılan elektrikli araçlardaki bataryaların karbon ayak izinin beyan edilmesi gerekecektir. Bu bataryalar, 2030 yılına kadar asgari düzeyde geri dönüştürülmüş malzeme içermelidir.

Sonuç olarak, gelen yıllarda katı-hal Lityum-İyon bataryalı EV'ler yollarda olacaktır ve bunların yüksek kapasiteli katot ve anotları %40-100 mertebesinde fazla lityum gerektirecektir. Şu anda standart Lityum-İyon bataryalı EV'lerde maliyetin ve ağırlığın %25-40'ını bataryalar oluşturmaktadır. Katı-hal süper Lityum-İyon bataryalı EV'lerde bu oranla birlikte araç fiyatlarının da düşeceği umulmaktadır.