

05 - 06 Kasım 2025
Ankara

Lityum İyon Bataryalarda Modern Şarj Tekniklerinin İncelenmesi

Mustafa Buğra Okumuş¹, Erdem Akboy¹

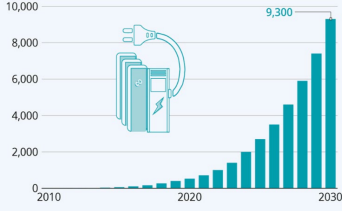
¹Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği

bugra.okumus@std.yildiz.edu.tr, eakboy@yildiz.edu.tr

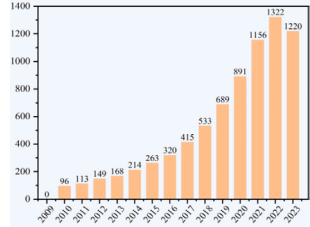
Bildiri No: 200

Özet

- Elektrikli araçların yaygınlaşması, Li-ion bataryaların ömrünü ve verimliliğini zorlayan hızlı şarj ihtiyacını artırmaktadır.
- Çalışmanın amacı; şarj hızı, verimlilik ve batarya sağlığı ile ilgili kritik dengeyi optimize eden stratejiler sunmaktır.



Yıllara Göre EA'larda Li-ion Bataryalara Yönelik Talep

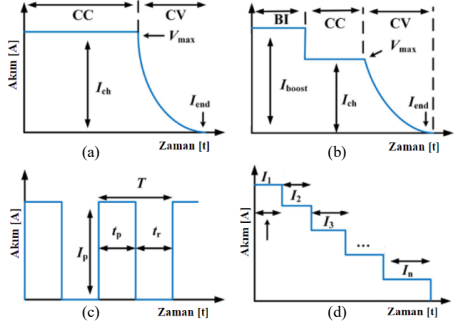


Scopus Verilerine Göre 2009-2023 Arası Hızlı Şarj Konulu Yayınlar

Yöntem

Bu çalışmada, EA'larda kullanılan Li-ion bataryalar için geliştirilmiş temel ve modern şarj teknikleri, literatür taraması ve karşılaştırmalı analiz metoduyla incelenmiştir.

- Sabit Akım-Sabit Gerilim (SA-SG / CC-CV):** Endüstri standardı olan bu teknik, bataryayı önce sabit bir akımla belirli bir gerilime kadar, ardından bu gerilimde sabit tutarak akım azalırken şarj eder.
- Yükseltmeli Şarj (YŞ / BC):** Geleneksel SA-SG şarjının başına, düşük SoC seviyesinde yüksek akımlı bir başlangıç aşaması ekleyerek şarj süresini kısaltmayı hedefler.
- Darbeli Akım Şarjı (DŞ / PC):** Bataryaya sabit akımı sürekli vermek yerine, dinlenme periyotları içeren akım darbeleri halinde uygular.
- Çoklu Akım Seviyeli Şarj (ÇASS / MSCC):** Şarj sürecini birden fazla aşamaya böler ve her aşamada, genellikle batarya doldukça azalan farklı sabit akım seviyeleri kullanır. Hız ve verimliliği dengelemeyi amaçlar.



Bulgular

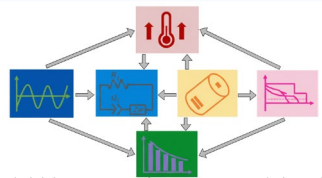
Şarj Tekniği	Avantajları	Dezavantajları
Sabit Akım-Sabit Gerilim (SA-SG) Şarj Tekniği	✓ Güvenilir, basit ve düşük maliyetlidir. ✓ Endüstri sık kullanılır.	✗ Sabit gerilim aşaması çok yavaştır. ✗ Hızlı şarj için verimsizdir.
Sabit Akım (SA) Şarj Tekniği	✓ Çok basit ve anlaşılır. ✓ Şarj süresi öngörülebilir.	✗ Yüksek SoC'de batarya yaşlanmasını hızlandırır. ✗ Güvenlik riski oluşturur.
Darbeli Akım Şarj (DŞ) Tekniği	✓ Batarya ömrünü uzatma potansiyeli. ✓ Polarizasyon etkisini ve ısınmayı azaltır.	✗ Karmaşık kontrol sistemleri gerektirir. ✗ Şarj cihazı maliyetini artırabilir.
Yükseltmeli Şarj (YŞ) Tekniği	✓ Özellikle şarjın başında süreyi belirgin kısaltır. ✓ Ani enerji ihtiyacını karşılar.	✗ Batarya üzerinde yüksek stres yaratır. ✗ Yanlış uygulanırsa ömrü belirgin kısaltır.
Çoklu Akım Seviyeli Şarj (ÇASS) Tekniği	✓ Hız, verimlilik ve ömür arasında en iyi dengeyi sunar. ✓ Batarya durumuna göre ayarlanabilir.	✗ Optimum kademe sayısı ve akım seviyeleri belirlenme zordur. ✓ Gelişmiş kontrol algoritmaları gerektirir.

Tartışma

- Yüksek C-oranlarına dayalı temel şarj teknikleri, artan termal stres yoluyla batarya çevrim ömrünü belirgin şekilde azalttığını ve hız ile ömür arasında kritik bir denge kurulmasını zorunlu kıldığını göstermektedir.
- SA-SG gibi geleneksel yöntemlere kıyasla, SoC duyarlı ÇASS gibi akıllı stratejiler üstün performans sunsa da, bu teknikler daha karmaşık kontrol sistemleri gerektirmektedir. Bu nedenle, araştırma odağı; SoH, sıcaklığını ve iç direncini anlık olarak izleyerek şarj profilini dinamik olarak optimize eden tam adaptif tekniklere doğru kaymaktadır.

Sonuç

- Li-ion bataryalar, modern enerji depolama sistemlerinde kritik bir rol oynamakta ve bu teknolojinin verimliliği, büyük ölçüde kullanılan şarj tekniklerine dayanmaktadır. Geleneksel SA-SG şarj tekniği, günümüz koşullarının hız beklentilerini karşılayamazken, Çoklu Akım Seviyeli Şarj (ÇASS) stratejisi hız ve güvenilirlik arasında en iyi dengeyi sunmaktadır. İleriye yönelik çalışmada, batarya sağlığını ve ömrünü koruyan akıllı ve dinamik kontrol yöntemlerine yoğunlaşmalıdır.



Şarj Tekniğinin Batarya Performans Parametrelerine Etkileri