

Durum	Toplam Kapasite	Kayıp (%)	Kapasite Kaybı kWh	%100 Dolulukta Enerji	Eksilme Hesabı	Menzil	150 kW Hızlı DC Şarjda Tahmini Dolum Süresi
Yeni Batarya	60 kWh	0%	0 kWh	60 kWh	—	450 km	~24 dk
%10 Kapasite Kaybı	54 kWh	10%	6 kWh	54 kWh	60 kWh x 0,10 = 6 kWh	450 - (450x0,10) = 405 km	54 / 150 x 60 = ~22 dk
%20 Kapasite Kaybı	48 kWh	20%	12 kWh	48 kWh	60 kWh x 0,20 = 12 kWh	450 - (450x0,20) = 360 km	48 / 150 x 60 = ~19 dk

Bu tablo, 60 kWh kapasiteli bir bataryaya ve 450 km nominal menzile sahip bir araç örneği üzerinden hazırlanmıştır. Hesaplamalar, sabit hız ve sabit tüketim varsayımıyla yapılmış olup, menzil hesabı lineer olarak değerlendirilmiştir. Gerçek kullanımda; hava koşulları, sürüş hızı, yol eğimi, lastik durumu ve sistem verimliliği gibi etkenler nedeniyle menzil ve tüketim değerlerinde sapmalar görülebilir.

Şarj süresi hesapları teorik minimum süreyi ifade eder. Gerçek DC şarj senaryolarında, araç batarya yönetim sistemi (BMS) batarya doluluk oranına (SOC), sıcaklığa ve hücre sağlığına bağlı olarak şarj gücünü kademeli şekilde düşürebilir. Ayrıca şarj istasyonunun ve aracın desteklediği maksimum güç değerleri de süreyi etkiler. Bu nedenle pratikte şarj süresi, hesaplanan süreden daha uzun olabilir.

Açıklama:

Zamanla Kullanım (Degradasyon Başlar): Şarj/deşarj döngüleri, sıcaklık, yüksek şarj gücü, bekletme gibi etkenlerle batarya eskir. İç kimyasal yapı yıpranır → hücrelerin enerji tutma kapasitesi azalır.

Ekranda Görünen %100: Her durumda o anki yeni maksimum kapasitenin tamamını gösterir. Yani %10 kayıptaysa %100 = 54 kWh, %20 kayıptaysa %100 = 48 kWh. Bu yüzden ekranda %100 yazsa bile eskiden olduğu kadar enerji yok (daha az depolanmış durumda).

Şarj Süresi: Şarj süresi biraz kısalmış çünkü doldurulan enerji azalmıştır.

Batarya Kimyasal Bir Yapıdır: Batarya elektronik bir devre değildir; bu nedenle iç durumu tam olarak bilmek mümkün değildir. Bataryaya giren ve çıkan akım, voltaj, enerji ve elektron hareketleri üzerinden hesaplamalar yapılır. Bataryanın kaç saat şarj olduğu ve kaç yıllık kullanımda olduğu gibi veriler de değerlendirilerek kullanım süresi tahmin edilir ve araç ekranında enerji durumu % veya menzil olarak gösterilir. BMS (Batarya Yönetim Sistemi), bu elektron akışını, ısı, voltaj ve akımı sürekli izler; bataryayı aşırı şarj, aşırıdeşarj ve aşırı ısınma durumlarına karşı sınırlar. Aynı zamanda şarj-deşarj döngülerinden tahmini bir pil sağlığı (SOH) verisi oluşur.

Bu algoritma olmaz ve şarja devam edilirse; elektrolit sıvısı bozulur, gaz oluşur, ısı artar, hücre şişmesi meydana gelir, yangın riski ortaya çıkar ve batarya ömrü ciddi şekilde kısalmış olur.

Algoritma olmaz ve batarya aşırıdeşarj durumunda kullanılmaya devam edilirse; kimyasal yapıda ters reaksiyonlar oluşur, elektrotlar çöker, hücre tamamen ölür ve geri kazanılamaz hale gelir.

AC ve DC Şarjda Güç Farkları: Şarj istasyonunda görünen güç ile araç ekranında görünen güç neredeyse birebir aynıdır (ör. AC'de 11 kW, DC'de 150 kW gibi). Ancak bataryaya giren gerçek güç, kablo ve konektör kayıpları nedeniyle AC'de %5–12, DC'de %3–7 civarı daha düşüktür. BMS her zaman bu küçük farkı dikkate alır ve bataryayı fazla veya eksik şarjdan korur.

Kalibrasyon: Bataryanın kimyasal değişimlerinden ve hücreler arası dengesizliklerden kaynaklanan belirsizlikleri düzeltir ve araç ekranında doğru enerji durumu ve pil sağlığı bilgisinin gösterilmesini sağlar. Normal şarjlarda giren ve çıkan enerji, ölçüm hataları, yaşlanma ve kablo/konektör kayıpları nedeniyle tam doğruyu yansıtamayabilir; kalibrasyon, BMS'in gerçek kapasiteyi ve SOH'u doğru görmesini sağlar.

İlk yıl "kimyasal oturma ve dengesiz hücre düzeltmeleri" yüzünden kayıp hızlıdır; sonrasında batarya stabil hale geldiği için kayıp yavaşlar.

İlk yıl kapasite düşüşü (%95→%92 civarı): İlk birkaç şarj-deşarj döngüsünde SEI (Solid Electrolyte Interphase) tabakası oluşur; bu tabaka kimyasal olarak enerji tüketir. Batarya yeni, elektrot yüzeyleri ve elektrolit tam stabil değil. Hücreler arası küçük dengesizlikler ve direnç farkları da oturur. Bu yüzden ilk yıl kapasite hızlı bir miktar düşer.

Sonraki yıllar; SEI tabakası oturmuş, kimyasal yapılar stabil, hücreler dengelenmiş. Aynı kullanım altında, şarj-deşarj döngüleri artık daha az kayıp yaratır. **Sonuç;** Yıllık kapasite düşüşü daha düşük ve lineer değil, yavaş ilerler.