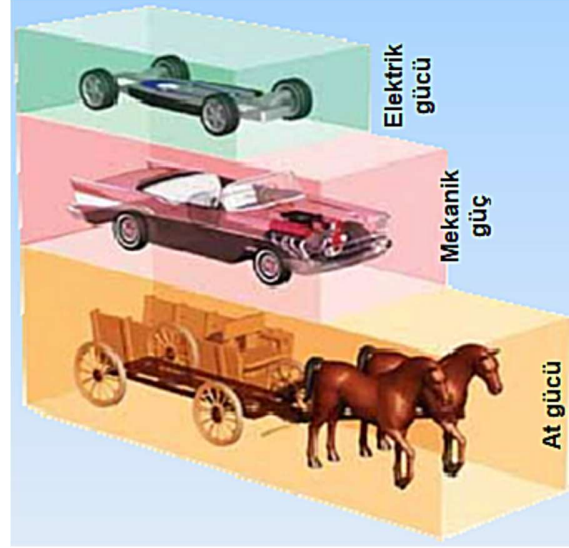


HİBRİT VE ELEKTRİKLİ TAŞITLAR

Prof. Dr. Selim ÇETİNKAYA

İçerik

- Elektrikli taşıtların çeşitleri
- Elektrikli taşıtların tarihçesi
- Elektrikli taşıtlar nasıl çalışır?
- Bataryalar
- Elektrikli taşıt şarjı
- Motorlar
- DC ve AC motor kontrolörü
- Yardımcı batarya ve DC-DC dönüştürücü
- Elektrikli taşıtların avantaj ve dezavantajları
- Güvenlik



Bazı elektrikli taşıt çeşitleri



Otobüs



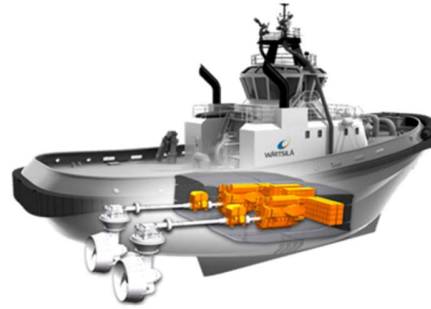
Golf arabası



Forklift



Lokomotif



Batarya elektrik gemi



Yakıt pili elektrikli



Güneş arabası



Hibrit



Mahalle elektrik



Elektrikli şehir otosu



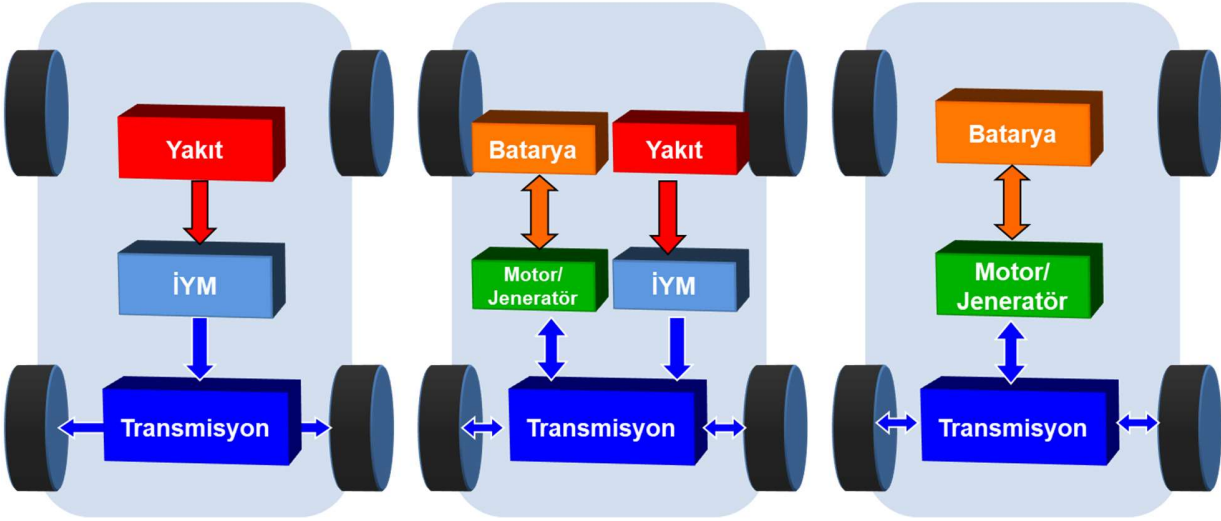
Batarya elektrik

Elektrifikasyon

Geleneksel

Hibrit

Batarya elektrik



Tarihçe

Elektrikli taşıtların 4 evresi:

Başlangıç (1801-1850) – İlk elektrikli taşıtlar

Macaristan, İskoçya, İngiltere, ABD, Fransa ve Almanya'da öncüler görülmeye başladı.

İlk Çağ (1851-1900) – Elektrikli taşıtların piyasaya çıkışı

İkinci Çağ (1901-1950) Vaz geçme

20. yüzyılın başlarında, taşıtların tahrikinde elektriğin tercih edilmesi nedeniyle elektrikli taşıtlar yaygındı.

1935: İçten yanmalı motor teknolojisindeki, özellikle marş motoru, geniş aralıktaki benzin motorlu taşıtlar, hızlı yakıt dolumu, yaygın dolum istasyon ağı, büyüyen petrol endüstrisi ve

petrol fiyatlarının ucuzlaması, çok üretime bağlı olarak ucuzlayan (eşdeğer elektriklinin yarı fiyatından az) taşıt fiyatları gibi gelişmelere bağlı olarak, içten yanmalı motorlu taşıtların piyasaya egemen olması sonucu elektrikli tahrik kullanımdan çıktı.

Üçüncü Çağ (2001-) – Elektrikli taşıt yatırımlarının tekrar başlaması

Bazı öncüler:

1828: Anyos Jedlik (Macaristan), elektrik enerjisiyle çalışan ilk taşıt

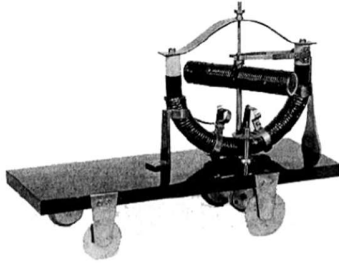
1832-1839: Robert Anderson (İskoç)

1888: Andreas Flocken (Alman) ilk dört tekerli elektrikli taşıt

1894: Morris & Salom Elektrikli Taşıt ve Vagon Şirketi (ABD)

1897: Walter Charles Bersey, elektrik müh., Londra veya Bersey elektrikli taksiyi yaptı.

1897: New York taksi filosu, Electric Carriage and Wagon Co., Phi. (ABD)



Anyos Jedlik (Macaristan), 1828



Robert Anderson (İskoç), 1832-1839

1902-1919: Tribelhorn (İsviçre)

1904: Siemens elektrikli taşıt (Almanya)

1907-1939: Thomas Edison, Detroit elektrikli araba üretimi (ABD)

1959: Henney Kilowatt (birBD), 36-volt sistem, 7-HP elektrik motoru

2008: Petrolün varil fiyatı 145 dolar

2009: Nissan Leaf

2012: Küresel elektrikli taşıt stoku 180 000'in üstüne çıkışı



Morris & Salom Elektrikli Taşıt ve Vagon Şirketi (birBD), 1894



New York City taksi (birBD), 1901



Siemens elektrikli taşıt (Birmanya), 1904



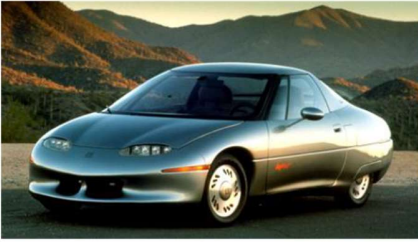
Tribelhorn (İsviçre), 1902 - 1919



Thomas Edison, Detroit elektrikli araba üretimi (USA), 1907-1939



Henney Kilowatt (ABD), 1959.
36-volt sistem, 18 ad. 2-volt batarya ile güçlendiriliyor.
7-HP elektrik motoru, 65 km menzil, maks hızda 65 km/h



General Motors (ABD) Elektrikli taşıt1 konsept oto, 1990



Toyota RAV4 Elektrikli taşıt (Japonya), 1997



Tesla Roadster (ABD), 2008



Renault Zoe (Fransa) 2008



Nissan Leaf (Japonya) 2009



Ford Focus elektrik (ABD), 2012

Hibrit elektrikli taşıtlar (HEV), fişe tak hibrit elektrikli taşıtlar (PHEV) ve saf batarya elektrikli taşıtlar (BEV) dahil, elektrik taşıtların, yakın gelecekte (2020'den itibaren) temiz taşıt pazarına egemen olacağı öngörülüyor.

Çalışma prensibi

Taşıtlar, bir elektrik motoru tarafından güçlendirilir.

Elektrik motoru gücünü bir kontrolörden alır.

Kontrolör gücünü bir şarj edilebilir batarya grubundan alır.

Sistemin elemanları:

Şarjler: Bataryaları dış bir kaynaktan, örneğin şarj istasyonundan şarj eder.

Tahrik bataryaları: Motoru çalıştırmak için yüksek volt güç kaynağı.

DC-DC: Yüksek DC voltajını, yardımcı bataryaları şarj edecek düzeye düşürücü

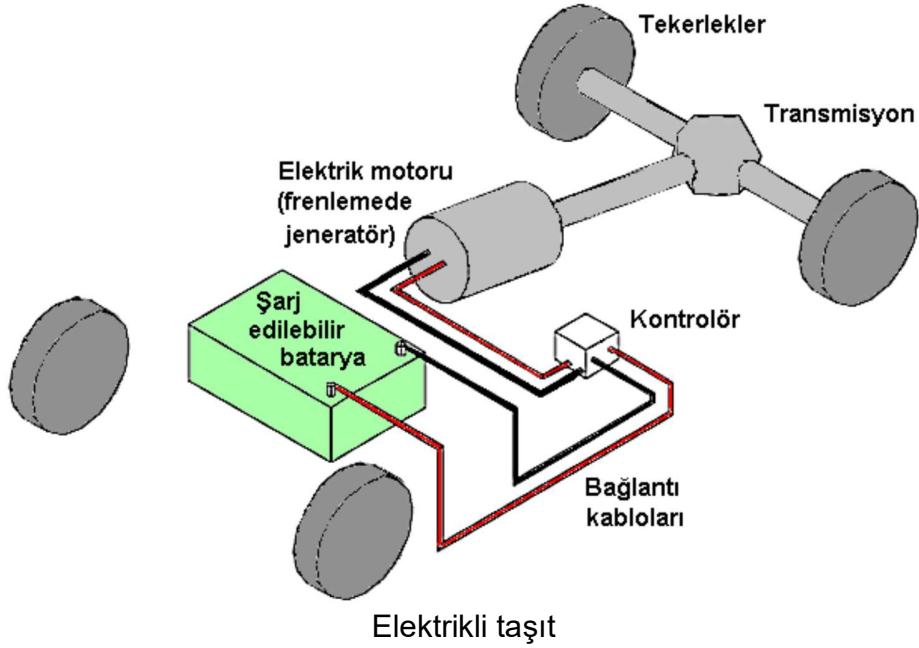
Yardımcı bataryalar: Işıklar, müzik sistemi gibi yardımcı üniteler için kullanılan düşük voltaj bataryalar

Motor kontrolörü: AC ve DC motorların hız kontrolü

Kontaktörler: Güvenlik için kullanılan röle

Elektrik motoru/jeneratör: Taşıtlar, motor kontrolörü ile kontrol edilen bir elektrik motoru tarafından güçlendirilir. Motor bir jeneratör gibi çalışır.

Hız pedalı: Kontrolöre hız komutu veren eleman

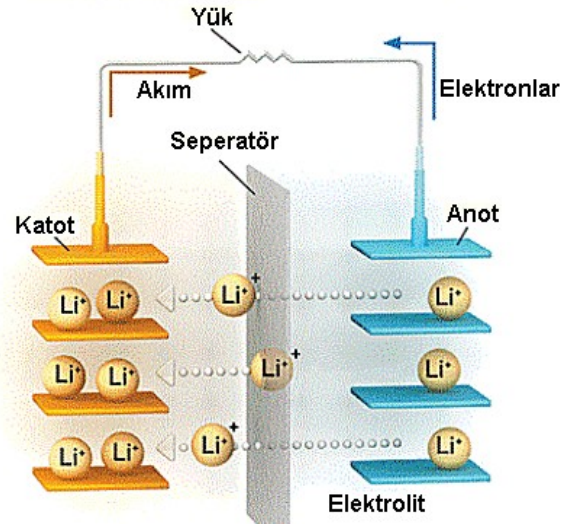


Bataryalar

Bataryanın kısımları:

- Elektrotlar-anot ve katot
- Separatörler
- Kutuplar
- Elektrolit
- Batarya kutusu

Lityum iyon batarya



Bataryanın çalışması

- Batarya kutuplarına motor gibi bir yük bağlandığında, akım motordan geçip tork üretirken, batarya **deşarj** olmaya başlar.
- Yük yerine dış bir güç kaynağı bağlandığında, bataryanın akım yönünü tersine çevirir ve batarya **şarj** olmaya başlar.

Tahrik bataryasının özellikleri:

- Bir şarjla daha uzun mesafe
- Elektrikli taşıtların hızlanma ve yavaşlama güç yeteneği için fazladeşarj karakteristikleriyle kararlı güç
- Bataryaya bakım gerektirmeyen uzun çevrim ömrü ve yüksek güvenlik mekanizmaları sağlanmaktadır.

- Bataryanın çevresel açıdan kabul edilebilir geri dönüştürülebilirliği

Yardımcı batarya

- Taşıtın güç direksiyonu, farlar, ısıtıcı fanları, bilgisayarlar, hava yastıkları, cam silecekleri, güç pencereleri, AC, müzik sistemi, korna, vb. gibi aksesuarları için güç sağlayan 14 voltluk bir bataryadır.
- Motor kontrolör mantığı ve güç elektroniğini çalıştırır.
- Yardımcı bataryayı şarj etmek için, bir DC – DC konvertörü, bira batarya dizisinin voltajını (ör. 300 volt) volta dönüştürür.



14



Batarya çeşitleri:

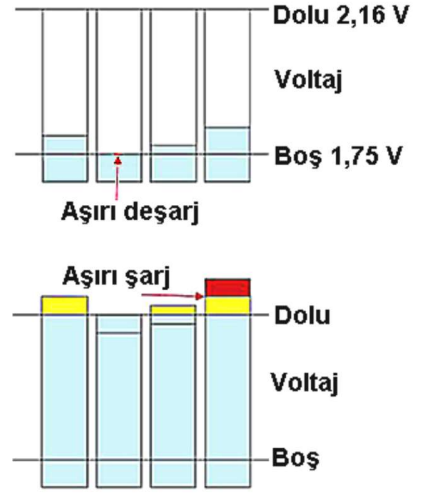
- Kurşun asit bataryalar
- Nikel-MH (metal hidrür) bataryalar
- Sodyum–nikel klorür (Zebra)
- Lityum-iyon bataryalar
- Lityum-polimer bataryalar
- Süper kapasitörler

Performans kriterleri:

- Enerji yoğunluğu (W.h/kg)
- Güç yoğunluğu (W/kg)
- Enerji verimi
- Ömür
- Özgül maliyet

Karşılaştırma

Batarya tipi	Enerji verimi, %	Enerji yoğunluğu, Wh/kg	Güç yoğunluğu, W/kg	Ömür, çevrim
Pb-asit	70-80	20-35	25	600
Ni-Cd	60	40-60	140	1200
Ni-MH	50-80	60-80	220	1200
Na-NiCl ₂	60	90-100	140-180	1200
Li-iyon	85-95	100-200	300-2000	1200



Li-polimer	80-90	100-200	300-2000	500
Süper kapasitör	90+	25-75	5000-20000	10E6

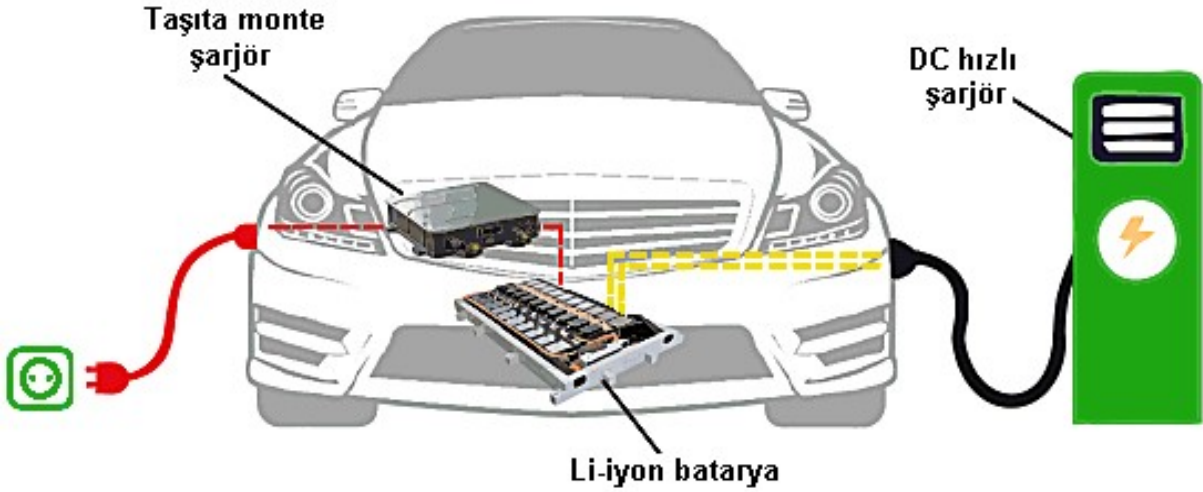
Batarya paketi dengelemesi

- Bataryanın şarj durumu zamana göre değişir.
İmalat değişiklikleri
Farklı çalışma sıcaklıkları
- **Dengeleme**
Hücrelerin maksimum ve minimum şarj sınırlarına ulaşmasını önleme
Her hücreyi bağımsız şarj etme
- **Batarya paketi düzenleme**
Arızalı hücreler batarya paketini zayıflatır, değiştirilmelidir.

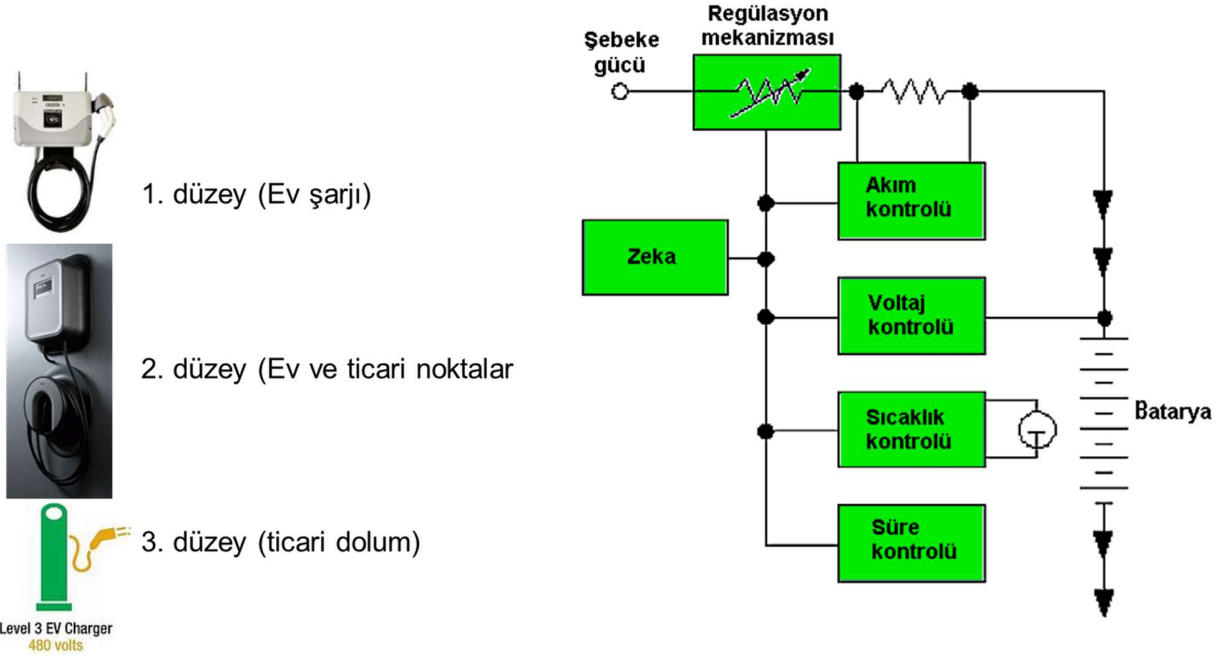
Şarj

Bataryalar, izin verdiği ölçüde hızlı şarj edilmelidir.
Şarj sırasında bataryanın hasar görmesini önlemek için işlem yönetilmelidir.

Taşıtın şarjı



- Şarj hızı AC voltajıyla direkt ilişkilidir.
- Şarj süresinin azaltılması, batarya voltajı, birikim geçişi ve batarya sıcaklığı ile ilişkilidir.



Elektrikli taşıtların Avrupa şarj metodu derecelendirmesi

Şarj yöntemi	Bağlantı	Güç, kW	Maks. akım, bir	Lokasyon
Normal güç	Tek faz, AC	3,7	10-16	Ev
Orta güç	Tek veya 3 faz, AC	3,7-22	16-32	Yarı ticari
Yüksek güç	Üç faz, AC	>22	>32	Genel
Yüksek güç	DC	>22	>3,225	Genel

Şarj gücü düzeyleri, süreler ve batarya teknolojisi

Güç düzeyleri	Tipik kullanım	Güç düzeyi, kW	Şarj süresi, h	EV batarya enerji kapasitesi, kWh
Seviye 1- Yavaş şarj (120 V AC)	Ev ve ofis için yavaş şarj	1,4	4-11	5-15
Seviye 2- Primer şarj (240 V AC)	Özel veya genel primer şarj	8	2-6	5-15
Seviye 3- Hızlı şarj (208-600 V AC)	Genel kullanım için hızlı şarj	50 veya 100	0,4-1 veya 0,2-0,5	20-50

Süper kapasitörler

- Süper kapasitör bir enerji depolama birimidir. Elektrik enerjisi, kapasitörün plakaları arasında elektrik alanı şarjı olarak depolanır ve depolanan bu enerji sonuçta potansiyel bir fark, yani voltajdır.
- Süper kapasitörler çok yüksek kapasitans birimleridir.
- En iyi 0,1 - 10 saniye depolama periyoduna uygundur.

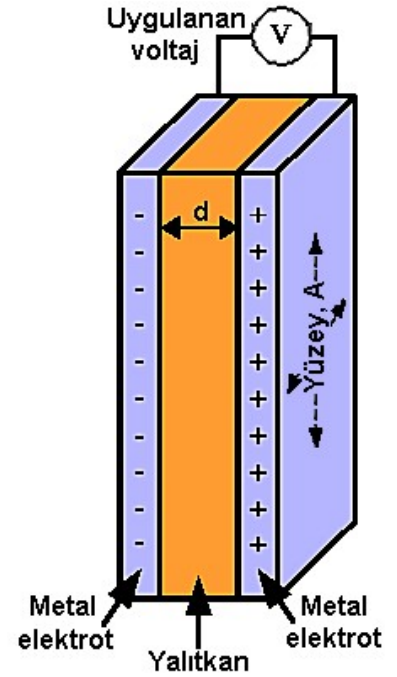
Depolanan enerji: $E = 0,5 C V^2$

Burada; E: enerji, J (joule)

C: kapasitans, F (farad)

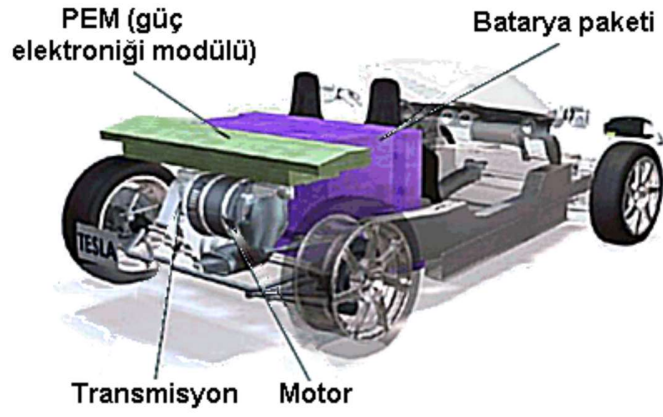
V: gerilim, V (volt)

- Kapasitanslar 2,7 kF'a ulaşmıştır.
- Elektrolitler, sülfürik asit veya potasyum hidroksittir.
- Yalıtkan katman olarak ince film polimer kullanımı
- Süper kapasitörlerde karbon nanotüpler ve polimerler de uygundur.
- Gelecekte karbon nanotüpler seramiklerle kullanılabilir.
- Dalgalanmaların etkisini azaltır.
- Daha uzun ömür, bakım maliyetini azaltır.



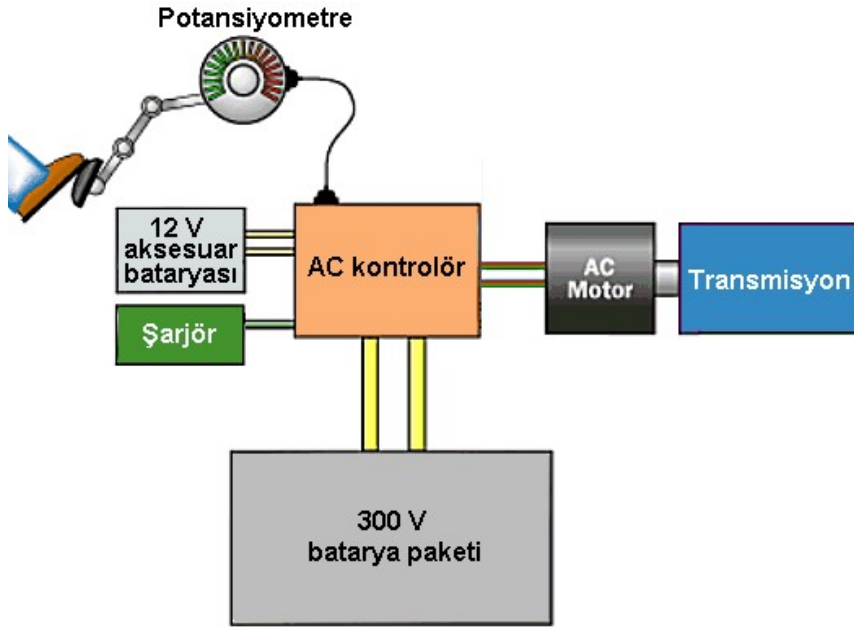
Motor

- Taşıt, motor kontrolörü ile kontrol edilen bir elektrik motoru tarafından güçlendirilir.
- Rejeneratif frenleme: Motor bir jeneratör gibi çalışır.
- DC motorlar (96-192 V)
 - Kontrolü kolay, daha ucuz
 - AC motorlardan daha büyük ve ağır
 - Kısa ivme artışları için iyi



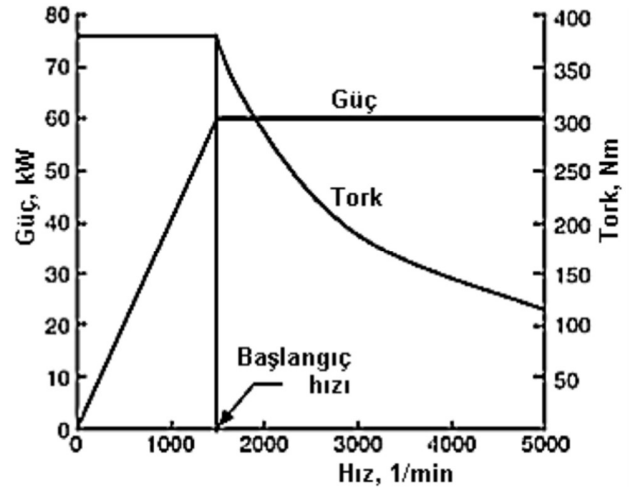
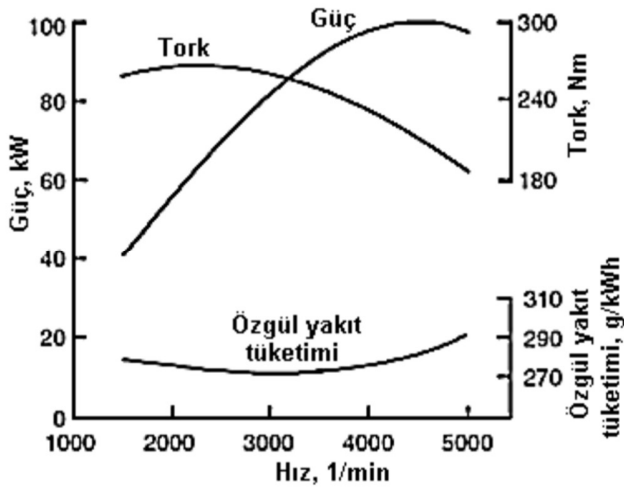
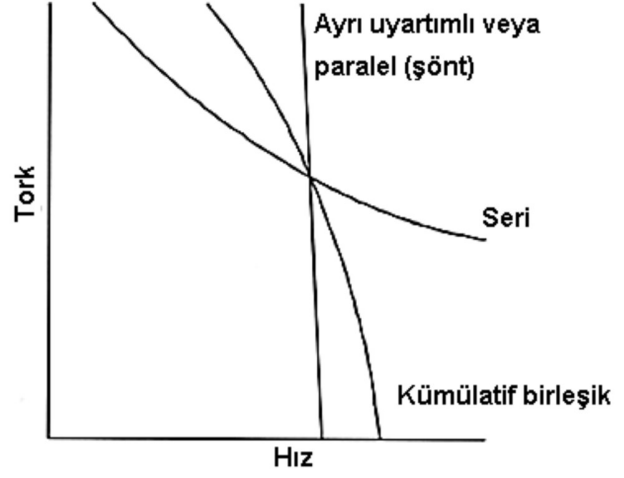
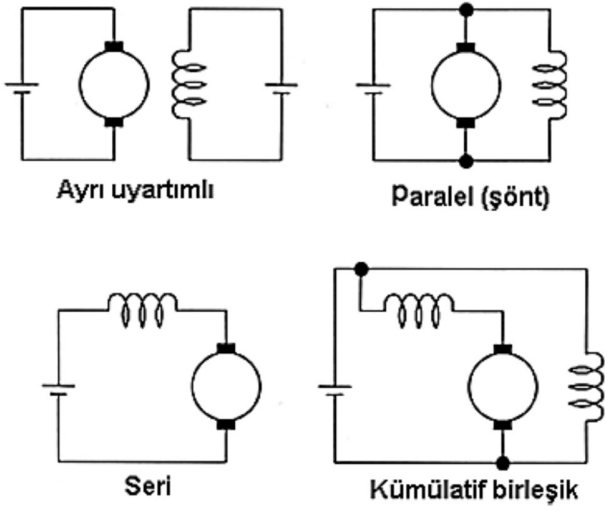
Elektrikli taşıt sistemi

- AC motorlar (300 V batarya paketi ile 3 faz 240V AC)
Daha yüksek verim, daha iyi tork, geniş çalışma aralığı
Karmaşık elektroniği nedeniyle daha pahalı

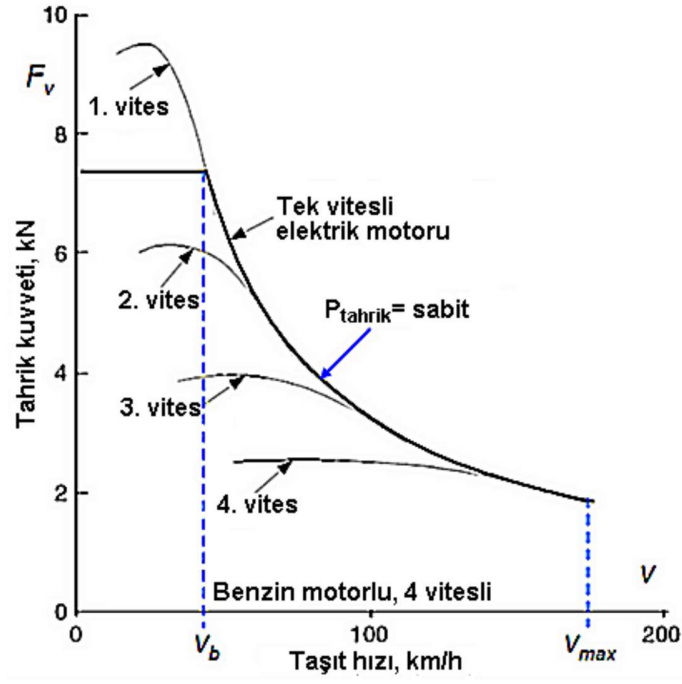


AC motorlu elektrikli taşıt sistemi

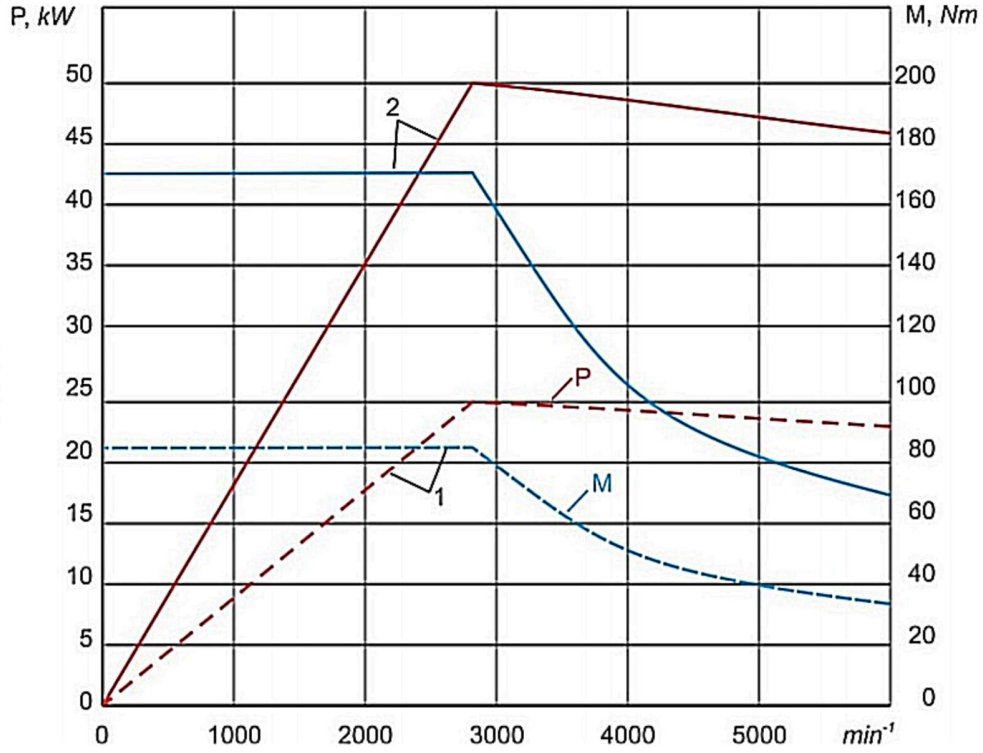
DC elektrik motorlarının performansı



İçten yanmalı motor ve elektrik motoru karakteristikleri



İçten yanmalı motorlu 4 vitesli ve elektrik motorlu tek vitesli iki taşıtın çekiş karakteristikleri

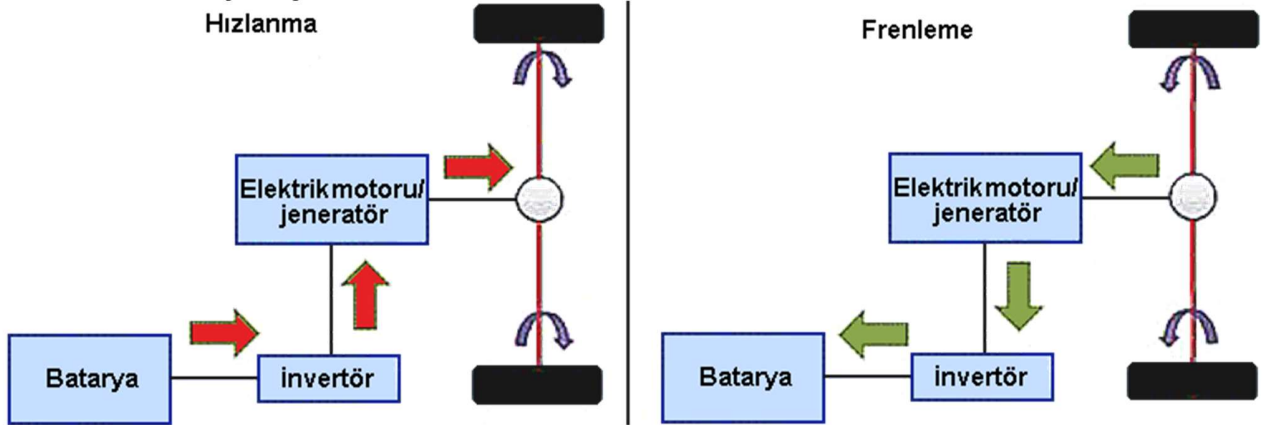


Bir sabit mıknatıslı senkron motorun (PMSM), normal ve aşırı yük eğrileri

Rejeneratif frenleme

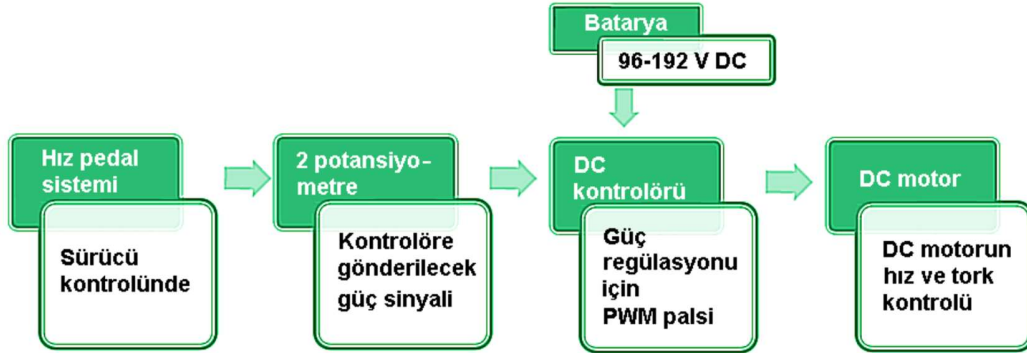
- Elektrik motoru, jeneratör gibi davranır.
- Taşıtın kinetik enerjisi, bataryanın kimyasal enerjisine dönüştürülür.

- Rejeneratif frenleme ile birlikte sürtünme esaslı frenleme taşıtı yavaşlatır.
- Verim artışı sağlanır.

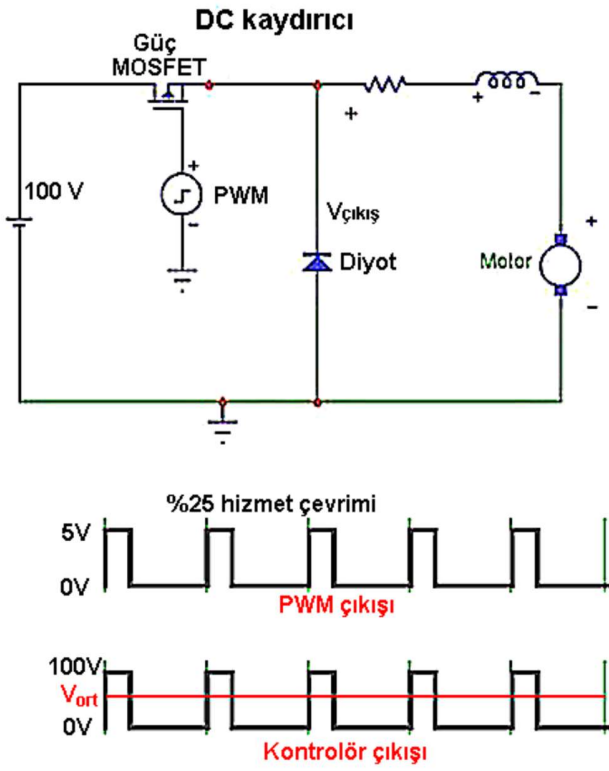


DC motor kontrolörü

- DC motorun hız ve tork regülasyonu
- Hizmet çevrim sinyalinin değiştirilmesiyle hız değişimi
- H-köprü kullanarak motorun ileri veya geri iki yönlü hız kontrolü
- Pals genişlik modülasyon (PWM) konvertörü: insan işitme aralığının dışında (15000 Hz)
- Güç MOSFET kullanılır.

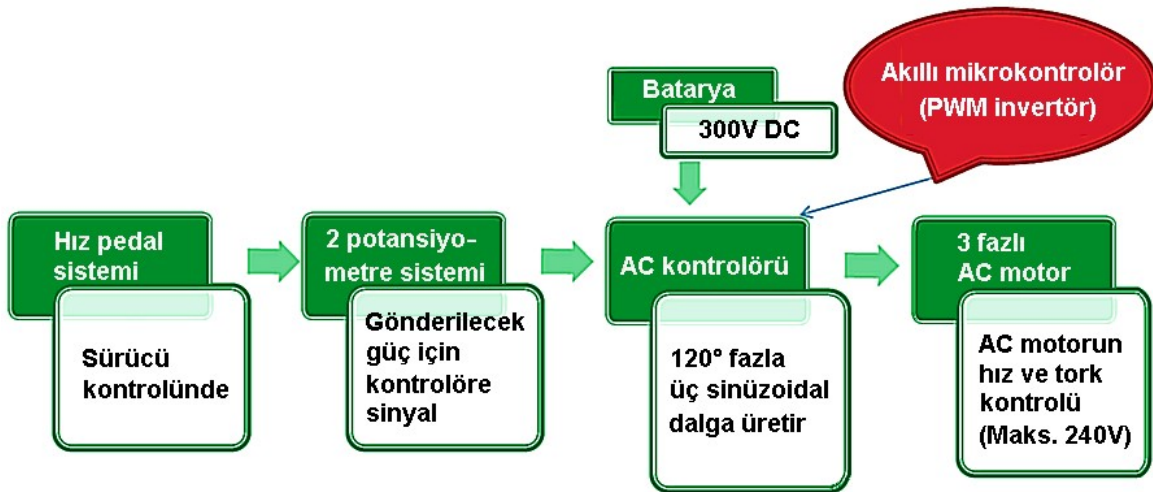


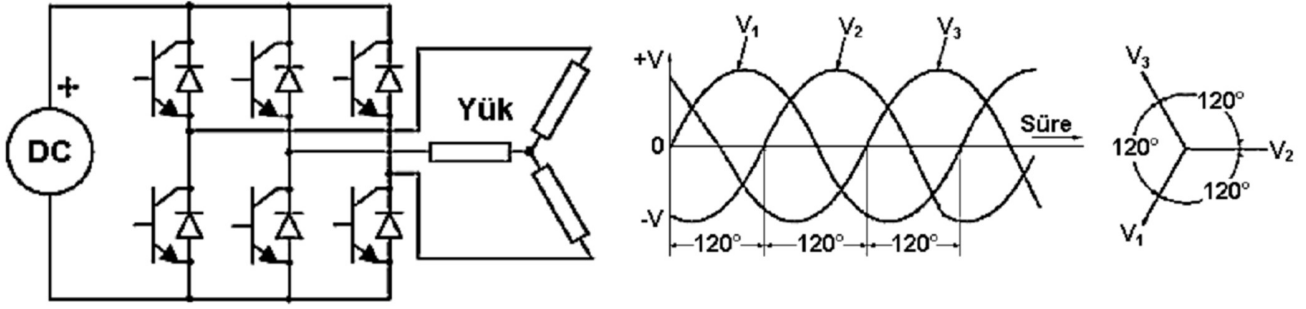
DC motor kontrolöründe PWM modülasyonu



MOSFET: Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor

AC motor kontrolörü





Kontaktör

- Yüksek akım (>15 A) ve güç derecesi ile elektriksel kontrol edilen anahtar
- Kontrolörden motora güç akışının kontrolü
- Elektromıknatis-hareketli öz düzenlemesi

Güvenlik

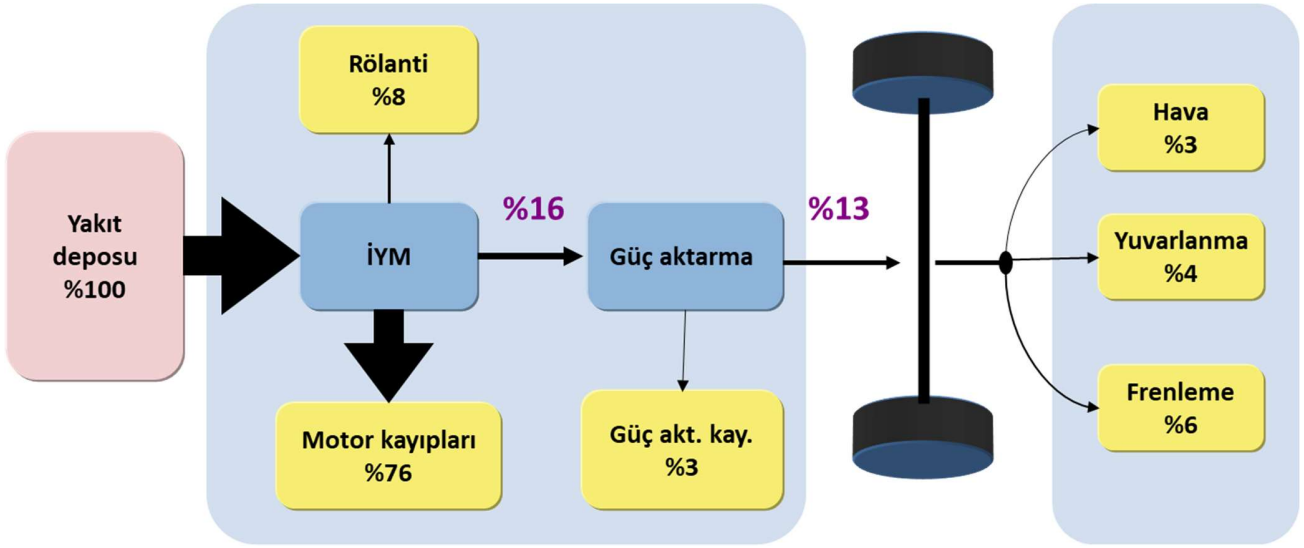
- Li-iyon batarya patlayıcıdır.
 - Bataryayı kısa devre yapmaktan kaçınılmalıdır.
 - Aşırı ısıtmaktan ve aşırı şarj etmekten sakınılmalıdır.
 - Soğutucu kullanın, kontaktörler
- Yaya güvenliği
 - Daha az gürültü ve titreşim
 - Sesli uyarı sistemi

Elektrikli taşıtların geleceği

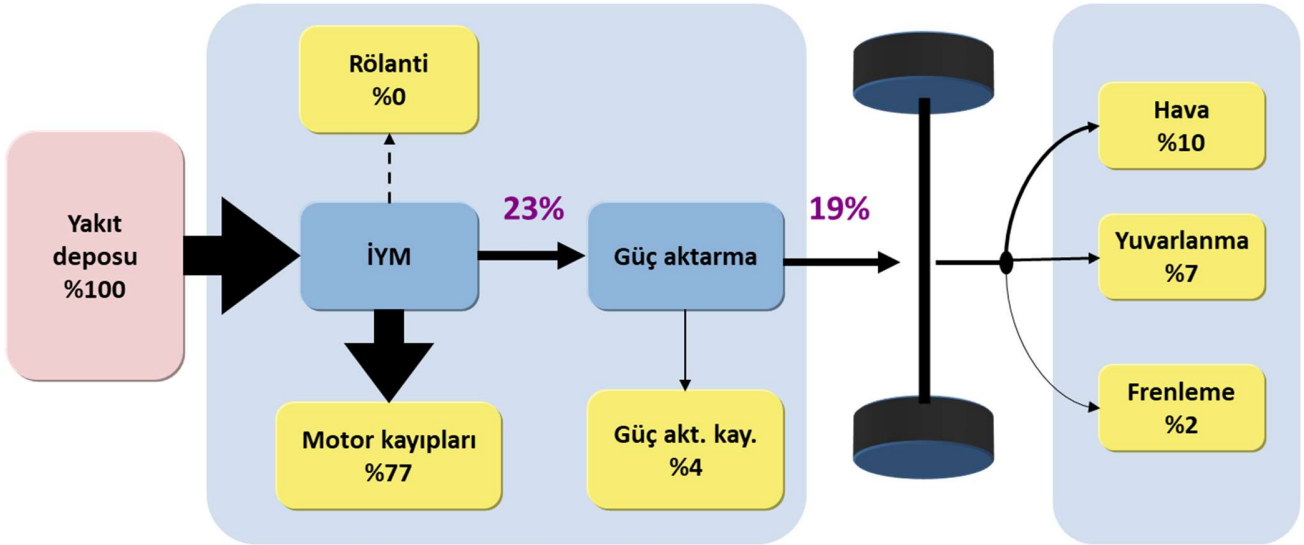
- Elektrikli taşıtlar ağır: Batarya ağırlık azaltımı
- Fazla şarj süresi: Alt yapının stabilizasyonu
- Düşük batarya ömrü: Modern süperkapasitör teknolojisi
- Sürüş menzili: Kısa menzilli taşıttan uzun menzilli taşıta geçiş
- Yüksek fiyatlar: Batarya maliyetinin düşürülmesi
- Yenilenebilir güç üretim kaynakları

Elektrikli taşıtların avantajları

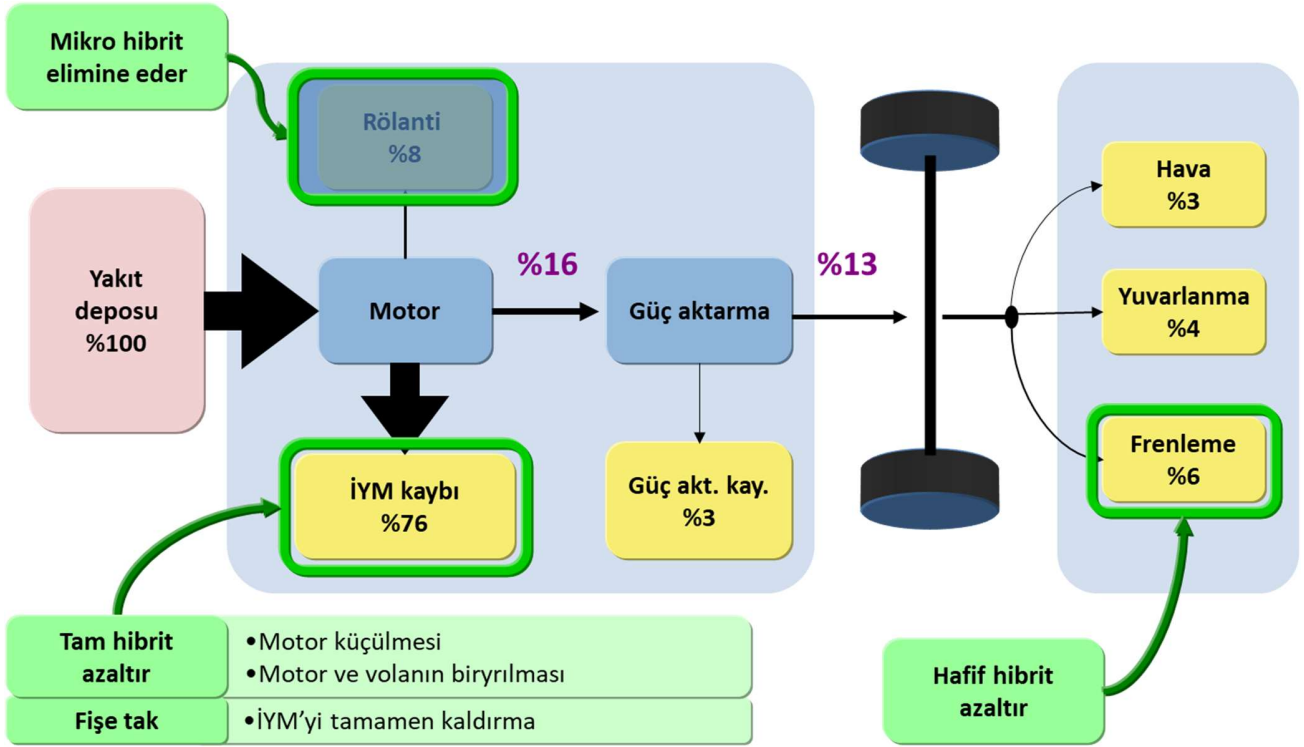
- **Çevresel etkisi Olumsuz olan karayolu ulaşımında azalma**
 - Fosil yakıt tüketimi yok
 - Yakıt maliyetinden tasarruf
 - Sıfır egzoz emisyonları
 - Daha az gürültü kirliliği
- **Enerji verimli (rejeneratif frenleme kullanımı)**
- **Şarj esnekliği (evde dolun)**
- **Şarj maliyeti (benzinin yaklaşık 1/6'sı kadar, 1 TL/km den az)**
- **Performans yararları**
 - İyi tork eğrisi
 - Çok vitesli transmisyon yok
 - Düzgün çalışma, güçlü ivmelenme
 - Daha az bakım gereği: Değiştirilecek filtre ve duman ekipmanı yok
- **Düşük enerji bağımlılığı**
- **Toplumda olumlu imaj**
- **BEV'lerin ucuz imalat potansiyeli**



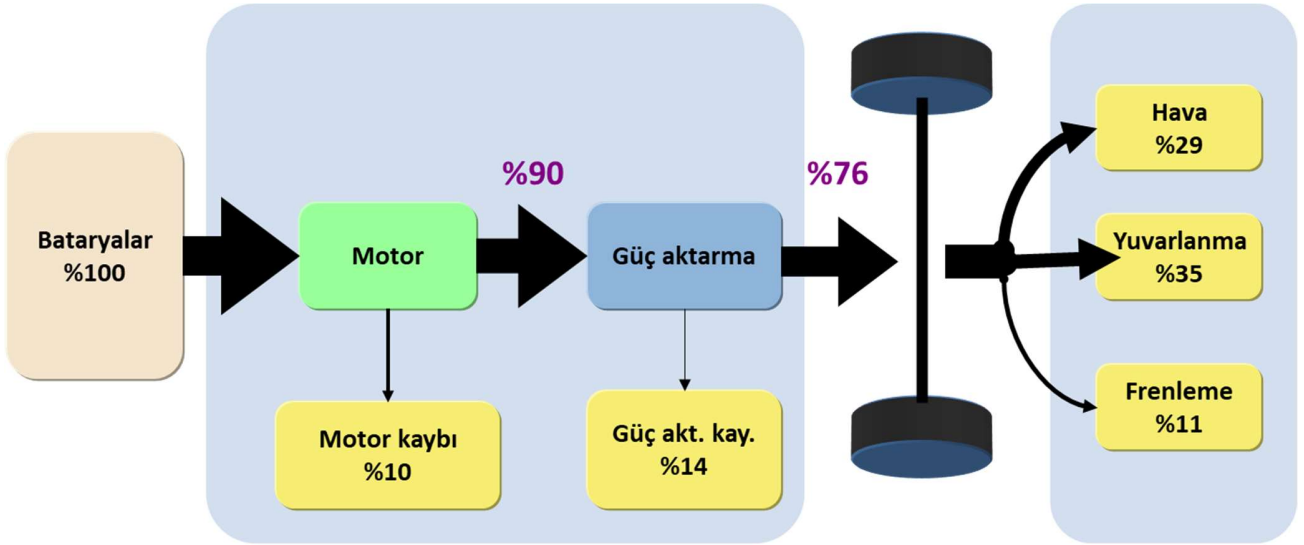
Şehir içi sürüş çevrimi enerji balansı 2005 3 L Toyota Camry



Otoyol sürüşü çevrimi enerji balansı 2005 3 L Toyota Camry

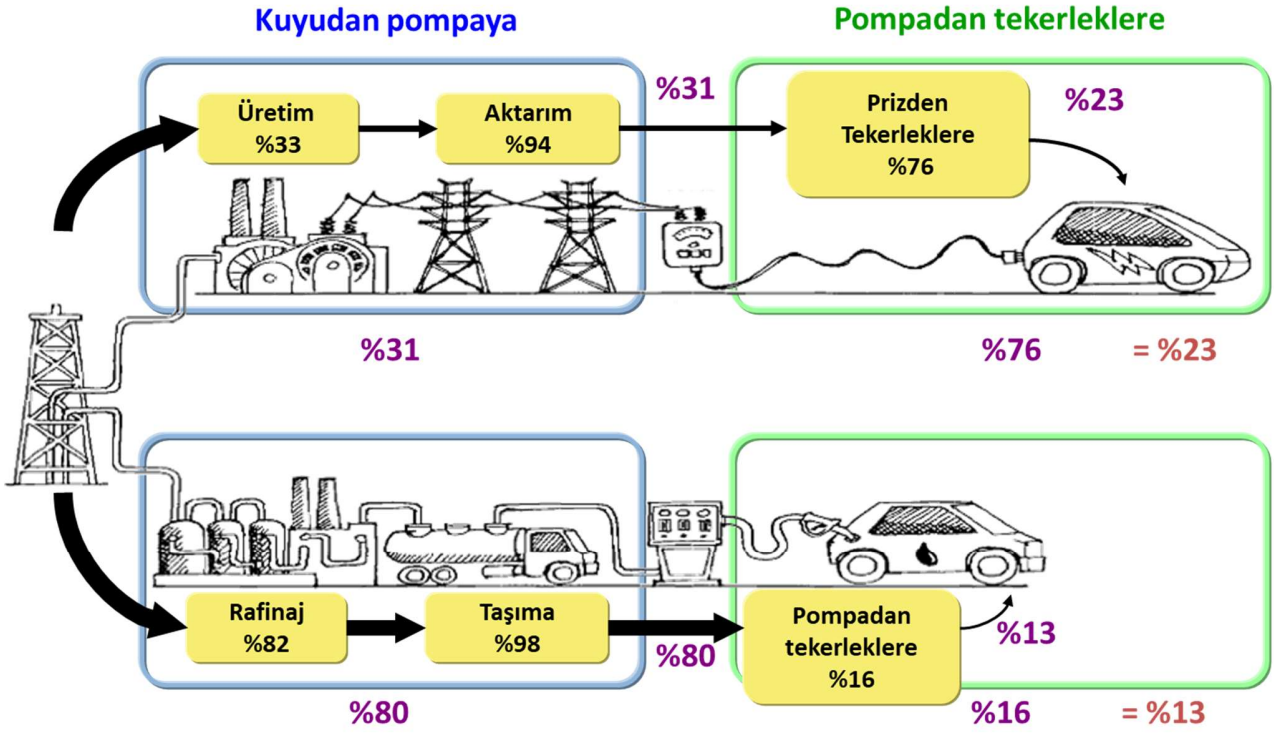


Enerji tasarrufu: şehir içi, hibrit sistemler



Enerji tasarrufu: şehir içi, elektrikli taşıt

Kuyudan tekerleklere verim



Source: <http://www.nesea.org>

Elektrikli taşıtların dezavantajları

- Satın alma maliyeti yüksek
- ArGe/ilk yatırım pahalılığı
- Aşına olunmayan teknoloji
- Tek şarjla sınırlı menzil (<200 km)
- Şarj süresi uzun (6 h)
- Şarj altyapısı yeterli değil
- Bataryalar ağır ve maliyetli
- Batarya tekrar kullanım ve geri dönüşüm seçenekleri gelişme aşamasında

Benzin
3,79 litre




135 MJ
enerji



Bataryalar

21 Li-iyon batarya
(otomobil batarya boyutu)




2,7 kg

240
kg

200 litre

2021 model hibrit ve elektrikli taşıt örnekleri

- Kia e-Niro
- Tesla Model 3
- MINI elektrik
- Peugeot e-2008
- Jaguar I-Pace
- Nissan Leaf
- Audi e-tron
- Hyundai IONIQ elektrik
- VW ID.3

