

Şule KUŞDOĞAN

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

Mühendislik Fakültesi  
Elektrik Mühendisliği Bölümü  
Umuttepe Yerleşkesi

***ALTERNATİF ENERJİLİ  
TAŞITLARDAKİ  
TEKNOLOJİK GELİŞMELER  
VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ***

- Elektrikli taşıtların özelliği, emisyonu düşük taşıtlar olmalarıdır. Elektrikli taşıtların gelişimi ve tasarımında göz önüne alınan, var olan taşıtlara alternatif çevre dostu taşıtların araştırma etkinlikleridir.
- Elektrikli taşıtların tahriği için uygun motor kullanımı en önemli ilerlemedir. Elektrik motoru, gerekli çer kuvvetini sağlamalıdır.
- Batarya gurubu, kontrolör ve motor, çok iyi verimli, uygun kapasite ve düşük ağırlıklı olmak zorundadır.



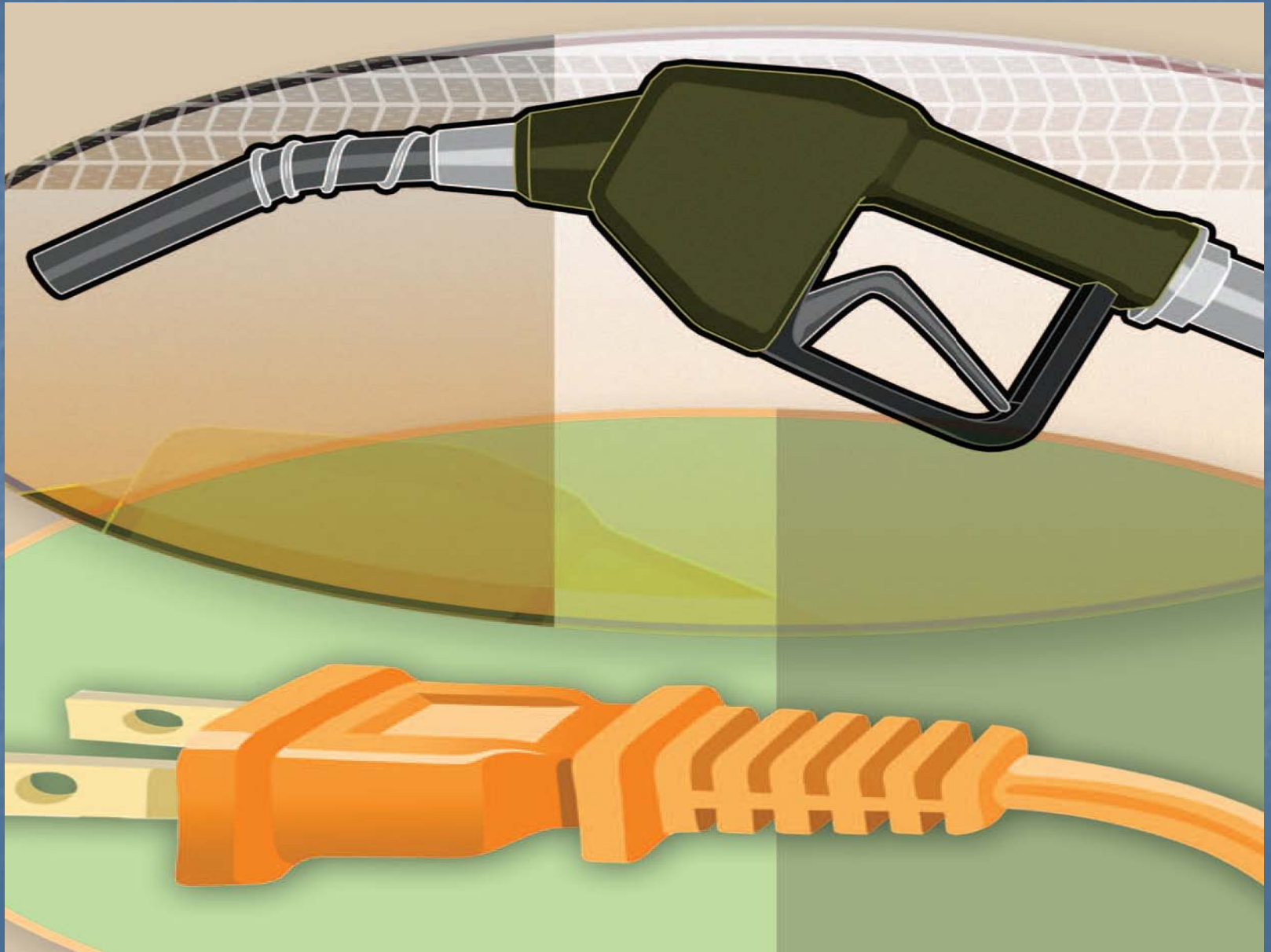
Ref. Willie D.Jones, "Take This Car and Plug It", IEEE Spectrum July 2005, Willie D.Jones.



Ref. Willie D.Jones, "Take This Car and Plug It", IEEE Spectrum July 2005, Willie D.Jones.



Ref. Willie D.Jones, "Take This Car and Plug It", IEEE Spectrum July 2005, Willie D.Jones.





Tablo 1. Elektrikli taşıtlar ile konvansiyonel taşıtlar arasındaki karşılaştırma

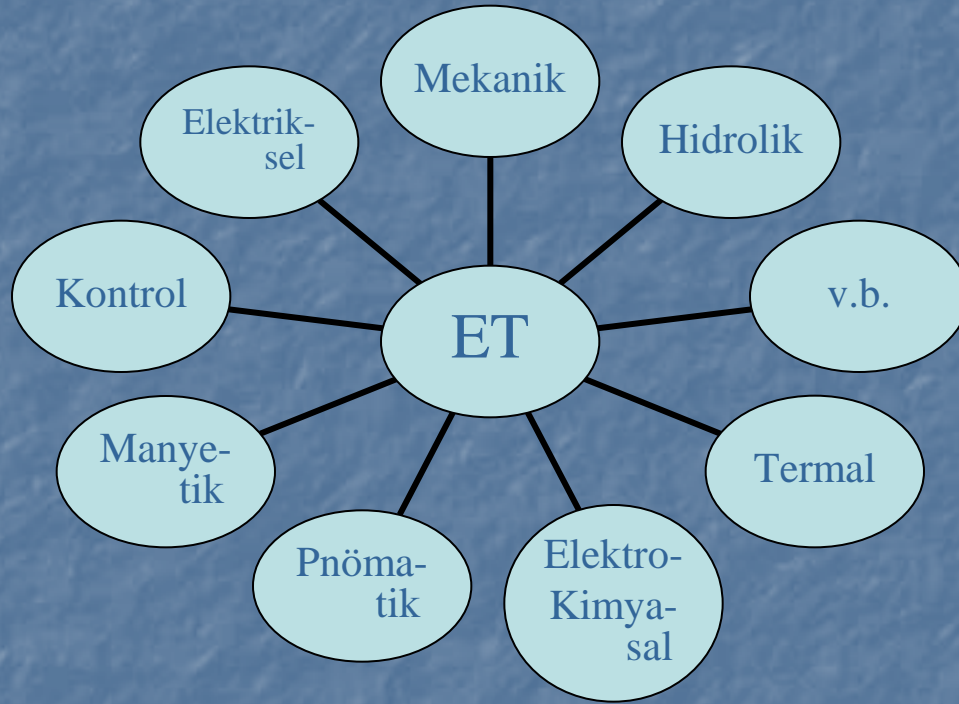
Özellik	Elektrikli Taşıt	İYMT
İlk hareket	Elektrik motoru	İçten yanmalı motor
Güç	Şarj edilmiş batarya, ultrakapasite	Dizel, petrol
Ağırlık	Batarya bankası yüzünden yüksek	Elektrikli taşıta göre düşük
Güç iletimi	Hem mekanik hem de elektrik	Mekaniksel
Frenleme sistemi	Faydalı frenleme	Sürtünmeli frenleme
Verim	Yüksek	Düşük
Çevre dostu	Evet	Hayır
İlk fiyat	Yüksek	Ortalama
Çalışma fiyatı	Düşük	Yüksek

- Konvansiyonel dc motorlar yüksek verimlidir ve karakteristik özellikleri, elektrikli taşıtlar için uygun hale getirilebilir. Komutatör ve fırçalar, dc motorların ana unsurlarıdır.



- DC motorların kullanımındaki tek zorluk, bakım ve fırçaların düzenli aralıklarla yedeklenmesidir.
- Elektrik tahriğinde, diğer uygulamalar gibi, moment kontrolü ve geniş bir hız aralığı arzu edilir.
- DC makinası bu gereklilikleri karşılamaktadır, fakat bu makine periyodik bakım gerektirmektedir.

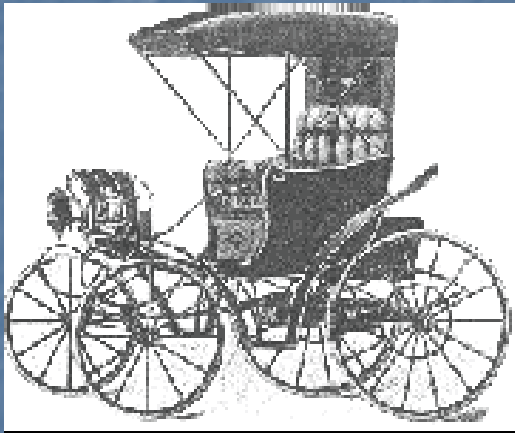
- Bundan dolayı yeni trend, fırçasız dc motor kullanmaktır. Özellikle taşıt tahriği için geniş kapsamlı araştırmalar yapılmaktadır.





Ref. Lixin Situ, "Electric Vehicle Development: The Past, Present & Future", III. International Conf. On Power Electronics Systems and Applications, 2009.

# 1905-1970-1995



Ref. Lixin Situ, "Electric Vehicle Development: The Past, Present & Future", III. International Conf. On Power Electronics Systems and Applications, 2009.

- 1) GM EV1-120 mil
- 2) Honda EV -100 mil
- 3) Ford Ranger EV-75 mil
- 4) Toyota Rav-4 EV-100 mil



Tablo 2. Elektrikli taşıtlar için enerji depolama hedefleri

<b>Karakteristikler</b>	<b>Minimum hedef</b>	<b>Uzun dönem hedef</b>
<b>Güç yoğunluğu (W/L)</b>	460	600
<b>% 80 deşarjda deşarj spesifik gücü (W/kg)</b>	300 (30 s için)	400 (30 s için)
<b>% 20 deşarjda faydalı frenleme gücü (W/kg)</b>	150 (30 s için)	200 (30 s için)
<b>Şarj/3 deşarjda enerji yoğunluğu (Wh/L)</b>	230	300
<b>Şarj/3 deşarjda spesifik enerji (Wh/kg)</b>	150	200
<b>Spesifik güç/ spesifik enerji oranı</b>	2:1	2:1



Tablo 2. Elektrikli taşıtlar için enerji depolama hedefleri

<b>Toplam güç boyutu (kWh)</b>	40	40
<b>Yaşam süresi (yıl)</b>	10	10
<b>% 80 deşarjda yaşam süresi (devir)</b>	1000	1000
<b>Çalışma sıcaklığı (°C)</b>	- 40 ile + 50	- 40 ile + 85
<b>Normal yeniden şarj zamanı (h)</b>	6	3-6
<b>Yüksek oran şarjı (150 W/kg)</b>	% 20-70 şarjda <30 dak	% 40-80 şarjda 15 dak
<b>1 saatte sürekli deşarj (Kapasitenin %'si)</b>	75	75

# ELEKTRİKLİ TAŞIT TEKNOLOJİSİ ARAŞTIRMA FAALİYETLERİ

- A. Elektrikli Taşıtlar
  1. Batarya ile çalışan elektrikli taşıtlar
  2. Batarya ve ultrakapasitörlü elektrikli taşıtlar
  3. Güneşle çalışan elektrikli taşıtlar
- B. Hibrid Elektrikli Taşıtlar
  1. Yakıt pilli elektrikli taşıtlar
  2. Hibrid elektrikli taşıtlar

# ELEKTRİKLİ TAŞITLARDA KULLANILAN FARKLI ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİ

- Elektrikli Taşıtlarda Kullanılan Bataryalar
- Sıkıştırılmış Gaz Hidrojen Depolama Sistemi
- Metal-Hidrür Depolama Sistemi
- Yeniden Yapılama Sistemi
- Yakıt Pili
- Ultrakapasitör



# Elektrikli Taşıtlarda Kullanılan Bataryalar:

- Kurşun Asitli Batarya: Günümüzde bakım gerektirmeyen bataryalar vardır. Bunlar uzun dönem uygulamalarında kullanılabilirler.
- Lityum İyon batarya: Bunların hafif ve iyi verimleri, iyi bir enerji yoğunluğu vardır.
- Sodyum sülfat batarya: Bu bataryalar yüksek enerji yoğunluğuna sahiptir ve günden güne daha popüler olmaktadır.
- Ana sakıncaları, uzun süre yeniden şarj edilmesi, aynı taşıt ağırlığı için tüm elektrikli taşıt menzilinini azaltarak düşük spesifik enerjisi olmasıdır.

Ref. Juan Dixon, "Energy Storage for Electric Vehicles", IEEE International Conference on Industrial Tech. ICIT 2010

# Tipik kurşun asit batarya (Cyclon)



Ref. Juan Dixon, "Energy Storage for Electric Vehicles", IEEE International Conference on Industrial Tech. ICIT 2010

# Tipik Ni-MH Batarya (Yuasa)





Ref. Juan Dixon, "Energy Storage for Electric Vehicles", IEEE International Conference on Industrial Tech. ICIT 2010

# Li-iyon batarya (Varta)



# Sıkıştırılmış Gaz Hidrojen Depolama Sistemi

- Yakıt pilli taşıt için enerji, güneş gücü, biyokütle veya diğer kaynaklardan üretilebilir. Hidrojen ve elektrik kullanım verimliliği, arazi gereksinimi mil başına yakıt maliyetini etkiler; aynı zamanda enerji kullanımının etkinliği genellikle sera gazı emisyonlarının toplam emisyonunu belirler.
- Kabul edilebilir bir elektroliz ve elektroliz dönüşüm etkinliğini kullanarak hidrojen üretiminde verim % 68 civarındadır.



# Metal-Hidrür Depolama Sistemi

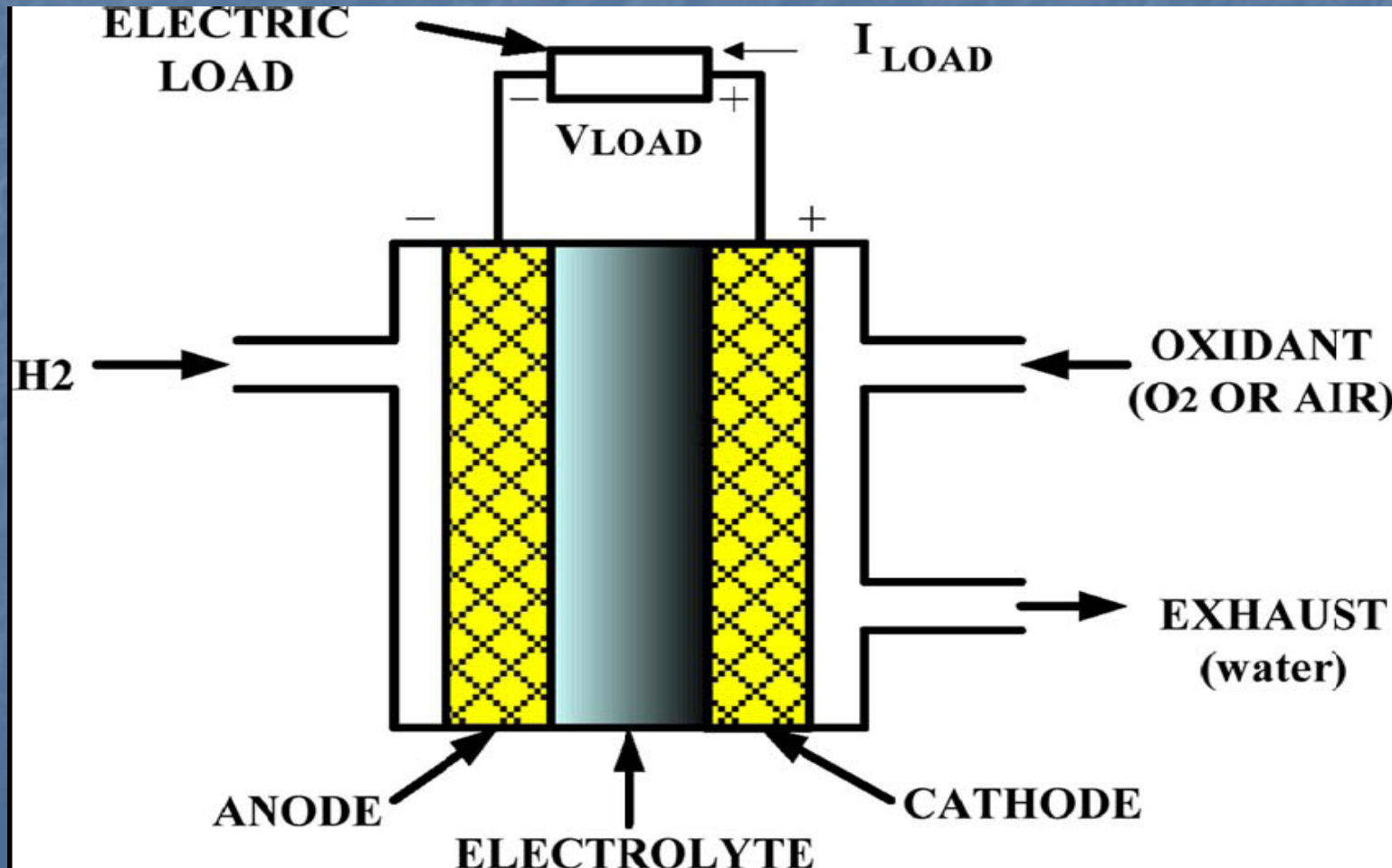
- Metal-hidrür depolamada, sabit sıcaklıkta şarj işleminde hidrojen başlangıçta hızla fiziksel soğurma gösteren metal parçacık boşluklarında yayılır ve basınç yükselir. Daha sonra, hidrojen yavaş artan basınç ile metal hidrür oluşturan yavaş metal alaşım ile reaksiyona girer. Reaksiyon tamamlandıktan sonra, basınç tekrar artar, boşlukta küçük ilave basınçla sıkıştırılan gaz belirir.



# Yakıt Pili

- Yakıt hücresi, taşıt tekrar şarj edildiğinde dolan, bir “doldurulabilir batarya”dır. Taşıtın yakıt pilinde, hidrojen ve oksijen tepkisi doğrudan elektrik üretir. Yakıt pilli taşıtlar, aynı boyuttaki konvansiyonel taşıtlardan **iki kat daha verimli** olabilir.
- Hidrojen dağıtımı ve depolama sorunları çok büyüktür. En iyi tahminlere göre, makul bir fiyata satılan yakıt hücreli taşıt üretimi için sekiz yıl gibi bir süre gereklidir.

# Hidrojen yakıt pili konfigürasyonu



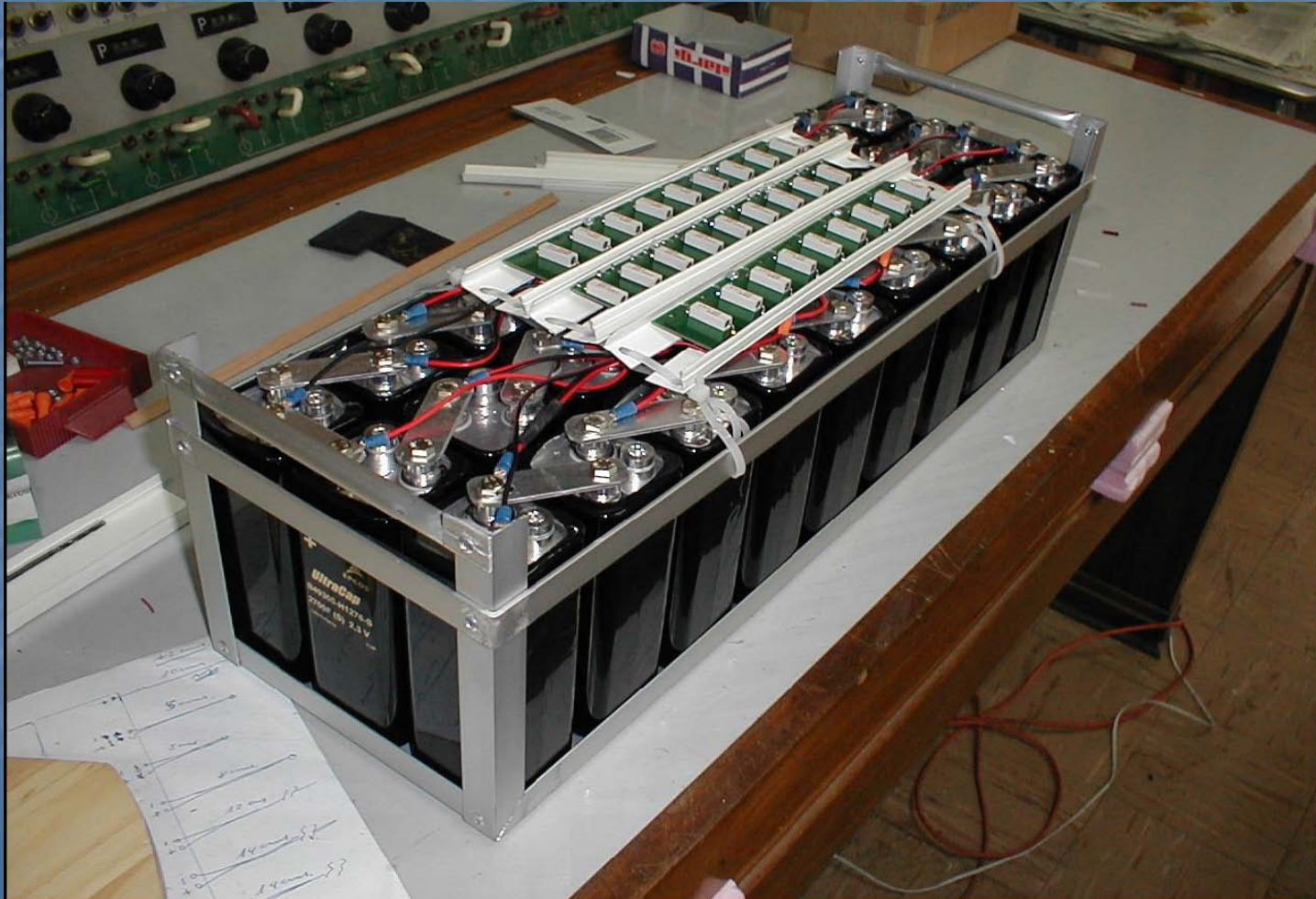
# Ultrakapasitör

- Bataryalardan daha hızlı şarj veya deşarj olabilirler, 10-20 kat daha fazla güç sunabilirler. Ultrakapasitörler genellikle kurşun asit bataryalar ile karşılaştırıldığında, daha düşük şarj zamanı gibi, tipik olarak **10 kat daha fazla** spesifik güçleri (W/kg) vardır. Aynı zamanda, konvansiyonel kapasitörlerden **10 ile 100 kat** enerji yoğunluğu (Wh/kg) verirler.
- Ultrakapasitörlerin şarj ve deşarj verimliliği mükemmel ve saniyeler içinde tam şarj edilebilirler; faydalı frenleme modunda, enerji depolamada kullanılırlar.

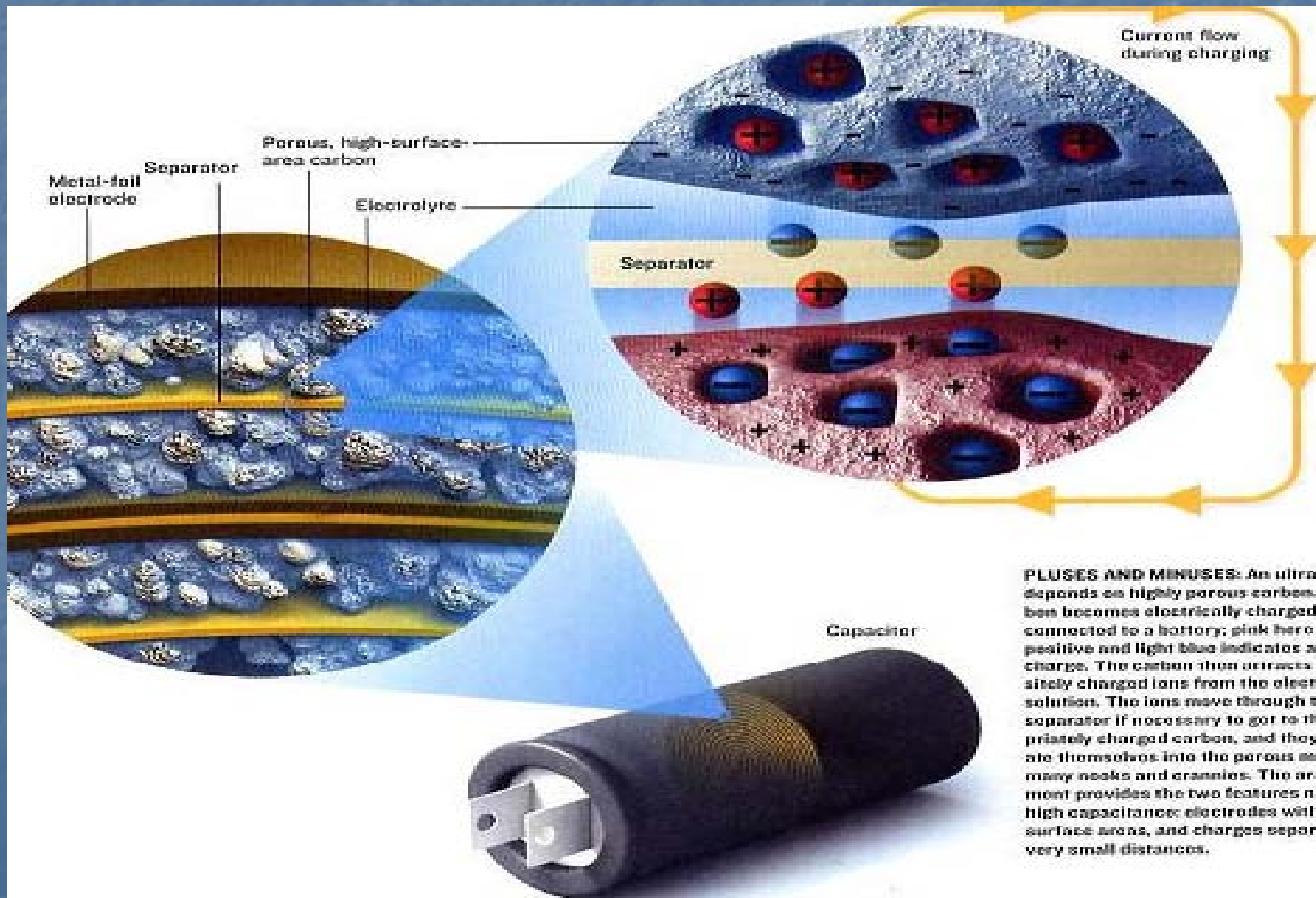


Ref. Juan Dixon, "Energy Storage for Electric Vehicles", IEEE International Conference on Industrial Tech. ICIT 2010

# Ultrakapasite bankası

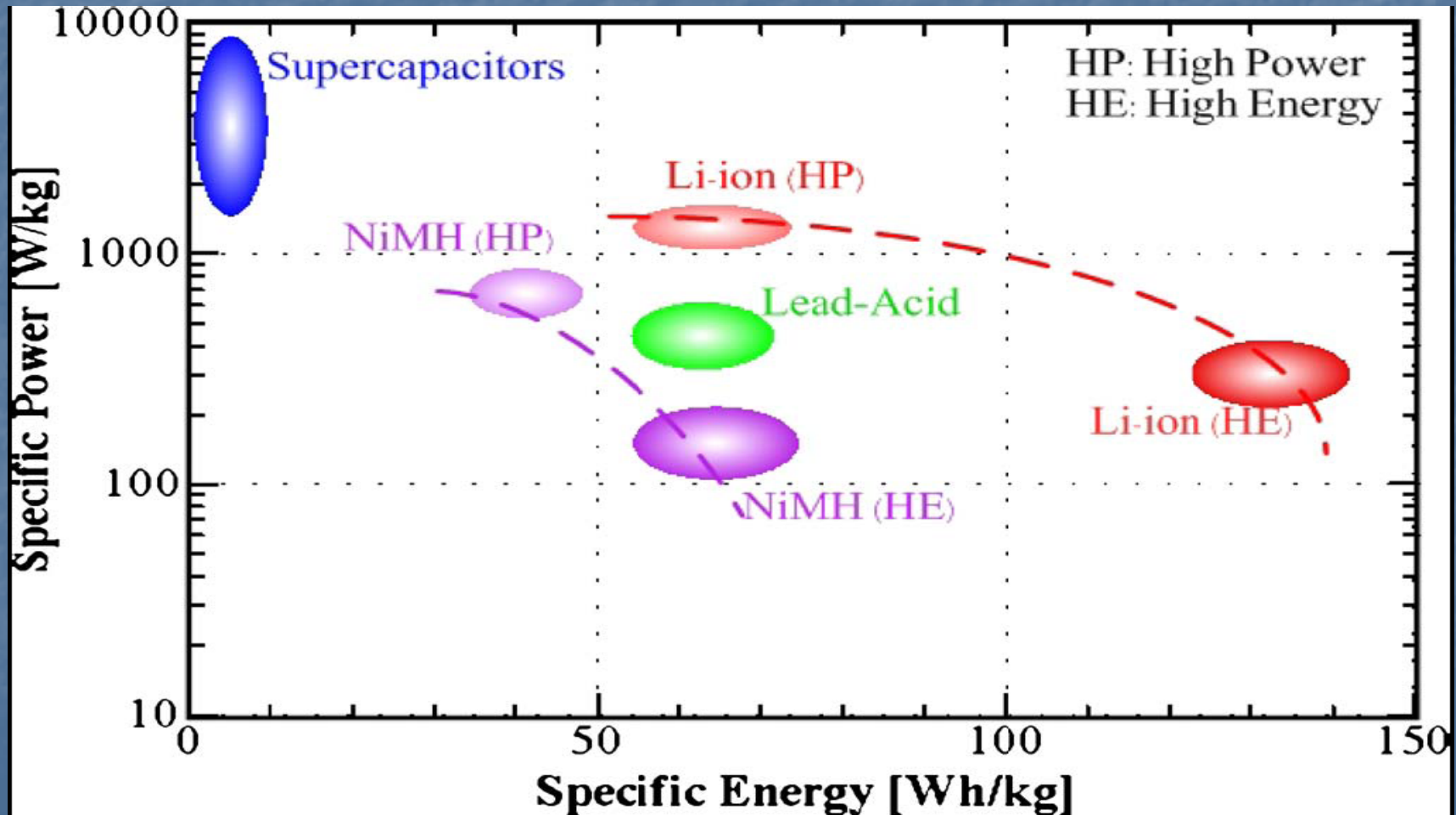


# Ultrakapasite hücresinin içi



**PLUSES AND MINUSES:** An ultra depends on highly porous carbon. When connected to a battery, pink here positive and light blue indicates a charge. The carbon then attracts oppositely charged ions from the electrolyte solution. The ions move through the separator if necessary to get to the positively charged carbon, and they pile themselves into the porous as many nooks and crannies. The arrangement provides the two features of high capacitance: electrodes with large surface areas, and charges separated by very small distances.

# Modern enerji depolamada spesifik enerji-spesifik güç

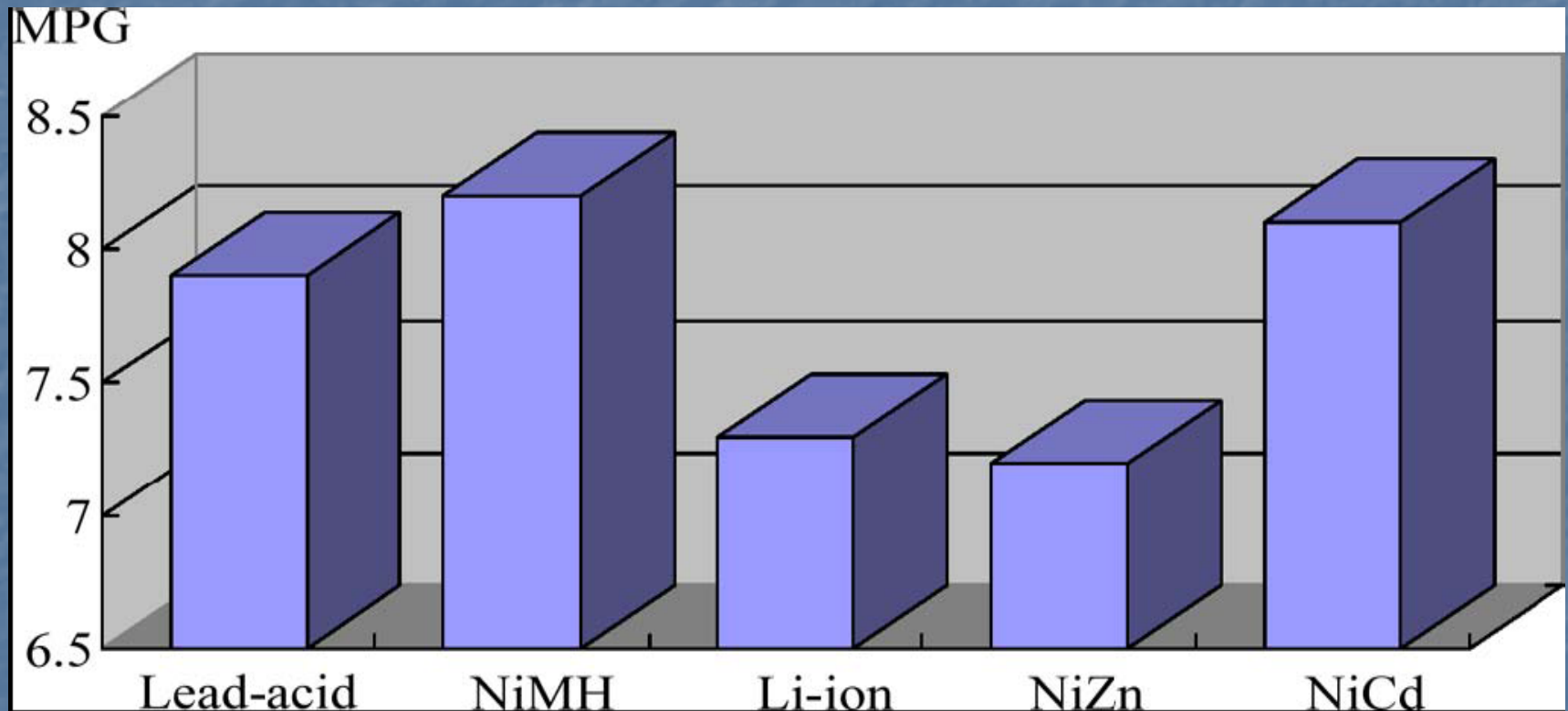




# Tablo 3. Enerji verimliliği karşılaştırması

Sıkıştırılmış H <sub>2</sub> depolama ile YPT	Foto Voltaik Elektrik (% 15) 0.15	Güç Koşulları (% 85) 0.85	H <sub>2</sub> üret. Ve sıkıştırma (% 63) 0.0803	Yakıt Pili (% 46) 0.0369	<b>Enerji Verimi</b>  <b>% 23</b>
Batarya güçlü ET	Foto Voltaik (% 15) 0.15	Güç Koşulları (% 85) 0.85	DC trans. (% 92) 0.117	Yeniden doldurma ve batarya (% 81) 0.095	<b>Enerji Verimi</b>  <b>% 60</b>
Metal-hidrür Depolama ile YPT	Foto Voltaik (% 15) 0.15	Güç Koşulları (% 85) 0.85	H <sub>2</sub> üretimi (% 68) 0.0867	M-H Depolama (% 92) 0.0798	<b>Enerji Verimi</b>  <b>% 23</b>
Alternatif yakıtlı YPT	Biyokütle fotosentez (% 0.03) 0.003	Metanol Üret. (% 63) 0.63	Metanol Ulaşım (% 98) 0.00185	Yeniliklere Bağlı (% 62) 0.00115	<b>Enerji Verimi</b>  <b>% 14</b>

# Farklı bataryalar için yakıt ekonomisi



# ELEKTRİKLİ TAŞIT UYGULAMALARI İÇİN KULLANILAN ELEKTRİK MOTORLARI

- Fırçalı DC seri motor
- Fırçalı DC uyarımalı motor
- İndüksiyon motorları
- **Fırçasız dc motor**

Fırçasız dc motorlar: Elektrikli taşıt için ilk hareket olarak fırçasız dc motorların gelişimi devam etmektedir. Bu motorlar, yukarıda bahsedilen üç motor ile karşılaştırıldığında **daha yüksek verim, daha düşük ağırlık ve kompakt boyutlara sahiptir.** Fırçasız daimi mıknatıslı motorun gelişimi ile elektrik cer kontrolü için donanımda önemli sadeleştirmelere olanak verilmektedir.



Günümüzde, fırçasız daimi mıknatıslı makinaların iki çeşidi ile cer uygulamaları çok popülerdir:

1) Daimi mıknatıslı senkron motor (PMSM); sinüzoidal akım ile beslenir.

2) Fırçasız dc motor (BDCM); yarı kare dalga akımı ile beslenir.

- Fırçasız dc motor (BLDC) kullanımıyla, **kayıplar** ac indüksiyon motor ve fırçalı dc motor ile karşılaştırıldığında **% 50 azaltılmış** olabilir.

Elektrikli taşıtların diğer taşıtlara göre avantajlı oldukları yerler de vardır:

- **Güvenlik:** Kimyasal, patlayıcı, petrol endüstrisinde yangın tehlikeleri vardır. Bataryalı çalışan taşıtlar, bu tür uygulamalar için kullanılabilir.
- **Hava Kirliliği:** Gıda ürünleri, ilaç endüstrisi gibi lokal havalandırma ile taşınan yöntemlerde emisyon gazlarına müsaade edilmez.
- **Ses Kirliliği:** Tatil, yaban hayatı gezileri, hastaneler bataryalı elektrikli taşıtların kullanılabileceği ana sistemlerdir.



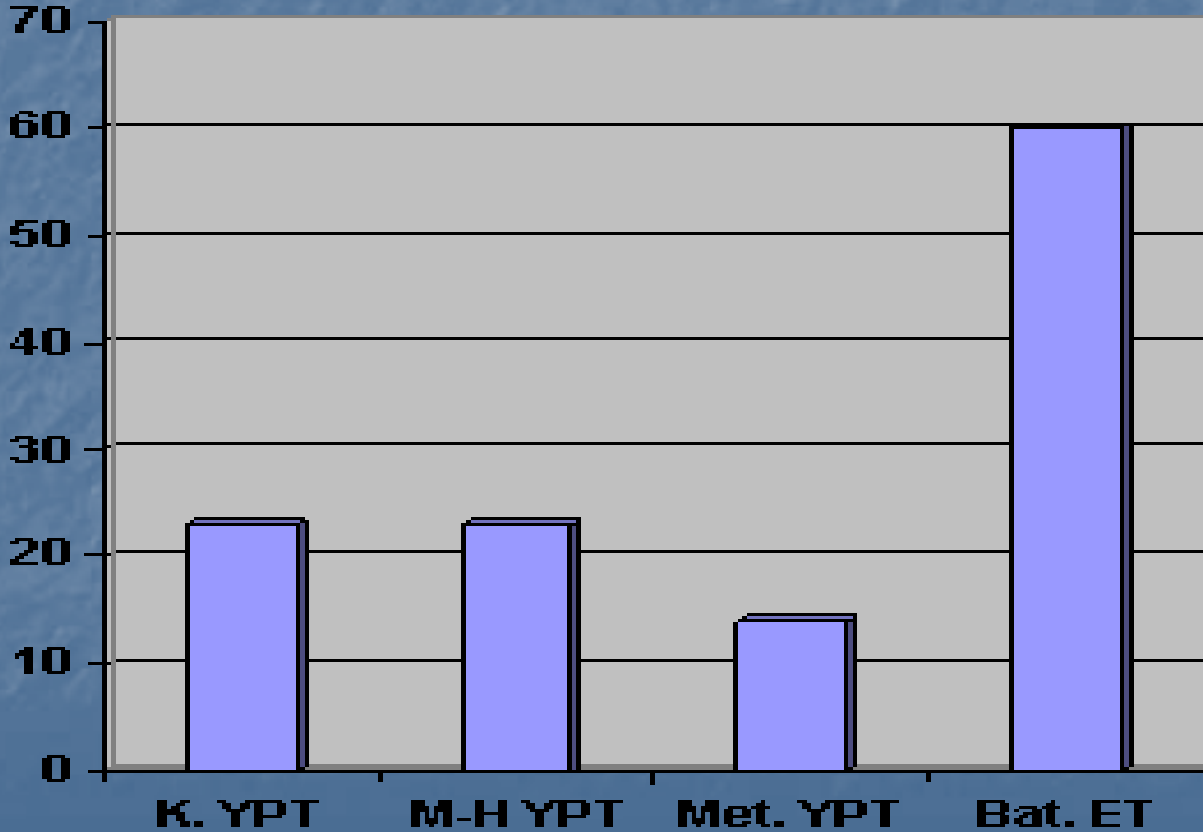
# ALTERNATİF ENERJİLİ TAŞITLARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ

- K.YPT: Sıkıştırılmış depolama ile yakıt pilli taşıt  
(Verim %23)
- M-H YPT: Metal H<sub>2</sub> hidrür depolama ile yakıt pilli taşıt (Verim %23)
- Met. YPT: Metanol ile yapılan yakıt pilli taşıt  
(Verim % 14)
- Bat. ET: Bataryalı elektrikli taşıt  
(Verim % 60)
- Şekil 4. Yakıt pilli taşıt ve elektrikli taşıtlar için farklı depolama sistemleri seçenekleri için yüzde enerji verimliliği karşılaştırması

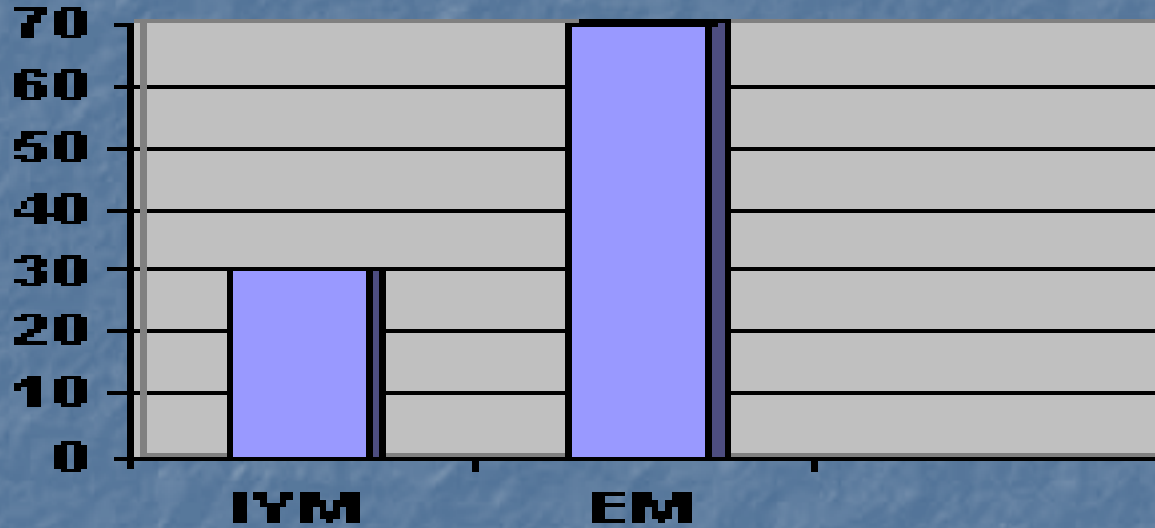


# Yakıt pilli taşıt ve elektrikli taşıtlar için farklı depolama sistemleri seçenekleri için yüzde enerji verimliliği karşılaştırması

K.YPT: Sıkıştırılmış depolama ile yakıt pilli taşıt ; M-H YPT: Metal H<sub>2</sub> hidrür depolama ile yakıt pilli taşıt;  
Met. YPT: Metanol ile yapılan yakıt pilli taşıt;  
Bat. ET: Bataryalı elektrikli taşıt



# İçten yanmalı motor ile elektrik motorunun, verim yönünden karşılaştırılması



# SONUÇLAR

- Ekonomik ve verimli bir şekilde çevre dostu taşıtlar olan elektrikli taşıtlar, mevcut yakıtlı taşıtlara bir alternatif olarak görülmektedir.
- Elektrikli taşıt ve hibrid elektrikli taşıtta ana sorunlar, zayıf batarya performansı, gelişmekte olan kontrol devresi ve elektrik motorunun yetersiz kapasitesi ile yol durumudur.



- Yakıt pilli taşıtlarda, sıkıştırılmış hidrojen gaz tankı ile depolama sistemi tasarımı, metal hidrür depolamadan ve metanollü taşıtlardan daha basittir, daha hafiftir ve daha fazla enerji verimi sağlamaktadır.
- Sıkıştırılmış hidrojen gaz tankı depolama ile yakıt hücreli taşıtın ağırlığı, diğer taşıtlara göre daha çok düşüktür.

- Bataryalı elektrikli taşıt, bataryaların ağırlığı yüzünden sabit bir ağırlığa sahip olduğundan en düşük sürüş mesafesine sahiptir. Fakat, elektrikli taşıttaki yakıt ekonomisi, yakıt hücreli taşıttan daha iyidir.
- Elektrikli taşıt, hibrid elektrikli taşıt kullanımını yaygınlaştırmak gereklidir. Hidrojenin enerji yoğunluğunun fazla olması, bataryalı taşıtlardan daha hafif olma avantajını sağlamaktadır. Günümüzdeki hidrojen teknolojisinin başarısı ile, yakıt hücreli taşıtlar ve elektrikli hibrid taşıtlar yakın gelecekte ulaşımda, ekonomik ve çevre dostu taşıtlar olacaklardır.

# TEŞEKKÜRLER

Şule Kuşdoğan

KOÜ Müh. Fak. Elektrik Müh. Bölümü

[kusdogan@kocaeli.edu.tr](mailto:kusdogan@kocaeli.edu.tr)