

# ELEKTRİKLİ TAŞITLAR, HİBRİD ELEKTRİKLİ TAŞITLAR VE YAKIT PİLLİ TAŞITLAR İÇİN TEKNOLOJİDEKİ GELİŞMELER

**ÖZET:** Günümüzde kullanılan içten yanmalı taşıtlar elektrikli otomobillere göre daha düşük yatırım fiyatı, daha yüksek hız, daha uzun menzil, daha hızlı dolun ve daha fazla ağırlık taşıma kapasitesi ile daha geniş bagaj olanakları sunmasına rağmen elektrikli taşıtlar daha düşük enerji fiyatı, daha düşük bakım fiyatı, daha düşük emisyon, daha sessiz çalışma ve petrolden bağımsız, primer enerji kaynaklarını kullanan daha üstün özelliklere sahiptir. Bu çalışmada, özellikle kent içi ulaşımda kullanılan ve geleceğin ulaşım aracı olan elektrikli ve hibrid otomobillerde kullanılan enerji depolama sistemleri değerlendirilerek, yakıt pilli taşıtlar incelenecektir. Dünya’da seri üretime başlamış olan elektrikli, hibrid ve yakıt pilli taşıtlardaki gelişmeler değerlendirilecektir. Gerek elektrikli otomobiller, gerekse hibrid otomobiller ve yakıt pilli taşıtlar yakın mesafe kullanımlarda özellikle kent içi ulaşımda diğer bireysel taşıtlara en iyi alternatiftir. Burada elektrikli ve hibrid taşıtlar, yakıt pilli taşıtlar; bu taşıtlar için gelişmekte olan enerji depolama teknolojileri ve taşıtlarda kullanılan tahrik sistemleri değerlendirilerek tasarım etkileri incelenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Elektrikli tahrik; elektrik makinaları; elektrikli taşıt, yakıt pilli taşıt; hibrid elektrikli taşıt; enerji depolama sistemleri; verim.

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda elektrik makinaları ve enerji depolama sistem teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak elektrikli taşıt teknolojisinde de ilerlemeler sağlanmıştır. Buna paralel olarak da daha yüksek menzil ve kullanım rahatlığı sağlanmaktadır. Elektrikli taşıt kullanımıyla gelecekte birincil enerji kaynakları, fosil yakıtlardan alternatif yakıtlara doğru değişim sağlanacaktır.

Enerji depolama sistemleri; bataryalar, hidrojen, volanlar, ultrakapasiteler, yakıt pilleri olarak sınıflandırılabilir.

Daha hafif taşıt için, daha az depolanmış enerji ve güç gereklidir. Bununla birlikte, yeni enerji depolama donanımı ve tahrik sistemleri, ağırlığı daha fazla arttıracaktır, bunun için var olan taşıtların ağırlığı azaltılmaya çalışılmaktadır.

Tümü elektrikli taşıtlar, konvansiyonel taşıtlara göre daha verimlidir. Burada elektrikli taşıtlarda var olan enerji depolama seçenekleri analiz edilmektedir. Motor teknolojisi ve tahrik sistemleri incelenmektedir. Sonuç olarak bu analizle, optimum sistem konfigürasyonu amaçlanmaktadır.

Tablo 1’de elektrikli taşıtlar, hibrid elektrikli taşıtlar ve yakıt pilli taşıtların karakteristikleri verilmektedir.

## 2. HİBRİD ELEKTRİKLİ TAŞITLARIN VE YAKIT PİLLİ TAŞITLARIN YAPISI

Hibrid elektrikli taşıtlar, içten yanmalı motor ve elektrik motoru/generatör, seri veya paralel konfigürasyonlar ile ileriye doğru yürütülebilir. İçten yanmalı motor taşıta, uzatılan sürüş menzili sağlarken, motor/generatör verimi artırılır; frenleme sırasında faydalı frenleme enerjisi ile yakıt ekonomisi ve yavaşlatma sırasında içten yanmalı motordan enerji depolayarak yakıt ekonomisi sağlar. Tasarım ve kontrol transmisyon gibi kontrol algoritmaları ve güç yönetim stratejileri modelleme ve simülasyon gerektirir. Böylece verilen sürüş koşullarında çalışma parametrelerinde optimizasyon amaçlanır.

Geleneksel olarak, hibrid elektrikli taşıtların seri ve paralel hibrid olarak adlandırılan iki kategorisi vardır. Seri hibrid elektrikli taşıtlarda, içten yanmalı motor mekanik çıkış ilk olarak, generatör kullanılarak elektriğe dönüştürülür. Dönüştürülen elektrik ya batarya ile şarj edilir veya elektrik motoru vasıtasıyla tekerleklerle yürütülerek bataryaya geçer. Bu elektrik motoru, aynı zamanda frenleme sırasında enerji elde etmek için kullanılır. Paralel hibrid elektrikli taşıt, diğer bir deyişle hem içten yanmalı motor hem de elektrik motor sonuçta debriyaj yardımıyla tekerleklerle sürüş şaftı ile bağlantılıdır. Bu konfigürasyon içten yanmalı motor ve elektrik motora verilir. Güç tahrik için tekerleklerde birleştirilmiş moddadir veya içten yanmalı motor yalnızdır veya motor yalnız modundadır. Aynı zamanda elektrik motoru faydalı frenleme için ve yavaşlama sırasında içten yanmalı motorun enerji fazlası için kullanılır. Son zamanlarda, seri-paralel ve kompleks hibrid elektrikli taşıtlar yakıt ekonomisi ve güç performansını iyileştirmek için geliştirilmektedir.

Tablo 1. Elektrikli taşıtlar, hibrid elektrikli taşıtlar ve yakıt pilli elektrikli taşıtların karakteristikleri

Elektrikli Taşıtların Tipleri	Bataryalı Elektrikli Taşıt	Hibrid Elektrikli Taşıt	Yakıt Pili Elektrikli Taşıt
-------------------------------	----------------------------	-------------------------	-----------------------------

Tahrik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrik motor tahriği</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrik motor tahriği</li> <li>İçten yanmalı motorlar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrik motor tahriği</li> </ul>
Enerji sistemi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Batarya</li> <li>Ultrakapasite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Batarya</li> <li>Ultrakapasite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yakıt pilleri</li> </ul>
Enerji kaynakları & alt yapı	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrik yayımı şarj imkanları</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Benzin istasyonları</li> <li>Elektrik yayımı şarj imkanları (isteğe bağlı)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hidrojen</li> <li>Metanol veya benzin</li> <li>Etanol</li> </ul>
Karakteristikler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sıfır emisyon</li> <li>Bağımsız işlenmemiş petrol</li> <li>100-200 km kısa menzil</li> <li>Yüksek ilk fiyat</li> <li>Ticari elde edilebilirlik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Çok düşük emisyon</li> <li>Uzun sürüş menzili</li> <li>İşlenmemiş petrole bağlı</li> <li>Kompleks</li> <li>Ticari elde edilebilirlik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sıfır emisyon veya ultra düşük emisyon</li> <li>Yüksek enerji verimi</li> <li>Bağımsız işlenmemiş petrol</li> <li>İyi sürüş menzili</li> <li>Yüksek fiyat</li> <li>Gelişim altında</li> </ul>
Temel konular	<ul style="list-style-type: none"> <li>Batarya ve batarya yönetimi</li> <li>Yüksek performans tahriği</li> <li>Şarj olanakları</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Çeşitli enerji kaynakları yönetimi</li> <li>Sürüş devrine bağlı olmak</li> <li>Batarya boyutu ve yönetimi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yakıt pili fiyatı</li> <li>Yakıt işlemi</li> <li>Yakıt alma sistemi</li> </ul>

### 3. Hibrid Elektrikli Taşıtlar ve Yakıt Pili Taşıtların Şu Andaki Durumu

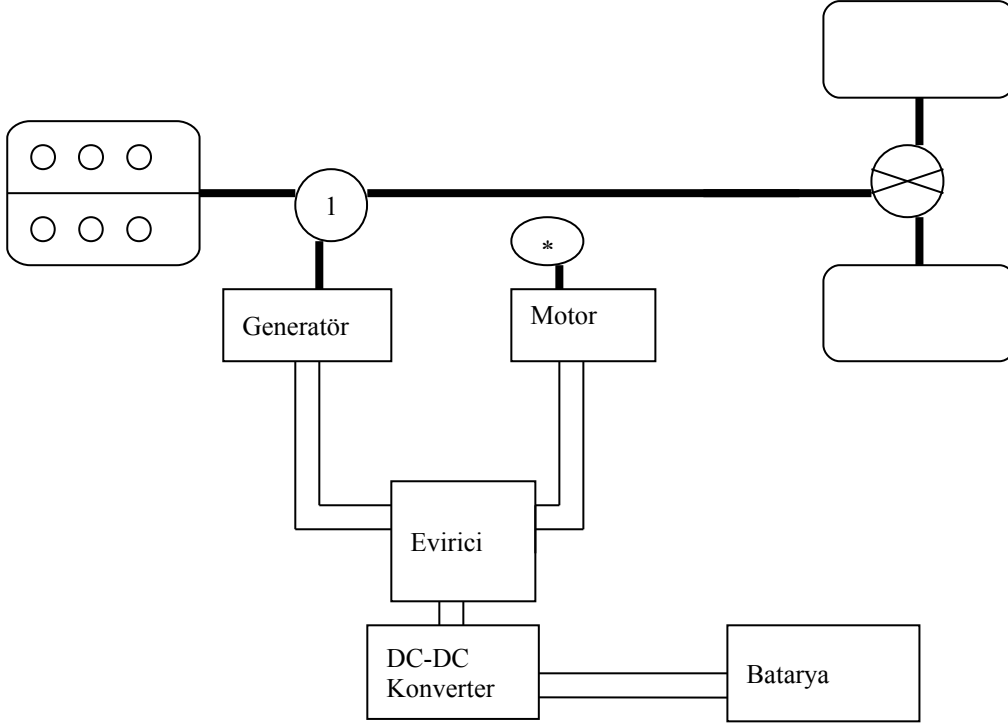
Başlıca oto yapımcıları pek çok hibrid taşıt geliştirmiştir. Şu andaki modeller, yolcu taşıtları, dağıtım kaynakları, otobüsler, kamyonlar ve şehir içinde taşıma taşıtları.

Elektrik gücünün seviyesine ve elektrik motorunun fonksiyonlarına göre, hibrid elektrikli taşıtlar iki kategoride sınıflandırılabilir:

1) Mikro hibrid: tipik elektrik motor gücü sedan mikro hibrid için yaklaşık 2,5 kW 12 V'tur. Temel olarak konvansiyonel içten yanmalı elektrikli taşıtta, alternatör ve marj motoru entegrasyonudur. Elektrik motorunun ana fonksiyonu, başlatma ve durdurmadır, bundan dolayı enerji tasarrufu kazanılır. Şehir sürüşünde sık sık başlama ve durma olmasına rağmen yaklaşık % 5- % 10 enerji tasarrufuna ulaşabilir. Mikro hibridlerin fiyatı konvansiyonel taşıtlardan sadece birkaç yüzde, daha yüksektir. Çünkü motor küçüktür ve yapısı basittir. Piyasada, C3 Citroen mikro hibridlerde, Valeo motor sistemi kullanılmaktadır.

2) Hafif hibrid: 100-200 V'da, yaklaşık 10-20 kW, sedan hafif hibrid için tipik elektrik motor gücü vardır. Bu durumda, motor düz şekilli olarak tasarlanır ve direkt olarak motor ile çift bağlanır. Motorun orijinal volanı bir yerden bir yere taşınabilir, motor yüksek hareketsizliğe sahiptir. Motorun uzunluğunun çapının yüksek oranı motor, paralel hibrid yapıda, tahriğe katılabilir. Şehir içi sürüşünde tipik olarak % 20- %30 enerji tasarrufu sağlar, fakat fiyat aynı zamanda %20- %30 artar. Günümüzdeki hafif hibrid kategorisindeki modeller Honda Civic ve Honda Insight'dır.

3) Tam hibrid: tipik elektrik motor gücü tam sedan hibrid için yaklaşık 200-300 V'ta 50 kW'tır. Normal olarak bir motor, generatör ve makina ve seçilmiş seri-paralel veya kompleks hibrid yapı vardır. Minimum emisyon ve maksimum enerji veriminde, motor, generatör, makine arasında güç akışı planeter dişliler gibi güç aygıtlarının yardımıyla optimum tahrik performansı için batarya esneklik gösterir. Başlama ve durdurma için, motor ve makine birleşimi veya sadece motor ile tahrik yapılabilir. Tipik olarak, tam hibrid şehir sürüşünde yaklaşık % 30- % 40 fiyat arttığında enerji yaklaşık %30- % 50 depolanabilir. Tam hibrid taşıtlar, Güç hibridler ve Synergy hibridler olarak bir kez daha bölünebilir. Synergy Hibrid tahrik performansı, enerji verimi ve



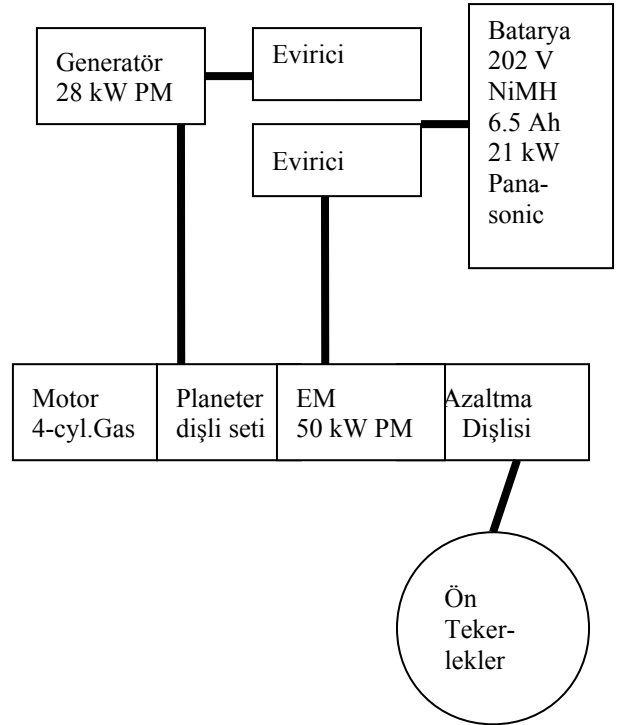
İnce çizgiler: Elektrik güç bağlantısı, Kalın çizgiler: Mekanik güç bağlantısı  
 1: Güç aygıtı \*iki-kademeli motor hız azaltma aygıtı

Şekil 1. Toyota THS-II hibrid sistem konfigürasyonu

emisyon azaltımı konularında uzlaşma sağlar. Bu alt kategori, Toyota Prius'ta olduğu gibi konvansiyonel taşıt ile karşılaştırıldığında, motor boyutu küçülür. Güç hibrid için daha iyi tahrik performansı amaçlanır, Toyota Highlander'daki gibi motor boyutu küçülmez ve motorun bağlantısı ile taşıt, konvansiyonel taşıt ile karşılaştırıldığında daha iyi tahrik performansına sahiptir.

Özetle, hibrid elektrikli taşıtın direkt gelişimi iki yönlüdür. Birinci yön tam hibrid, düşük emisyon ve yüksek enerji verimi için amaçlanmaktadır, fakat fiyat çok önemli etkidir. Diğer yön, mikro ve hafif hibridler, düşük fiyat ve basit yapı amaçlanmaktadır. Günümüzde, hibrid elektrikli taşıtlar Avrupa'da karşılaştırıldığında Japonya ve Amerika'da daha çok satılır, Avrupa için hibrid elektrikli taşıtlar enerji verimliliğine göre dizel motorlu taşıtlar ile rekabet edebilir. Bundan dolayı, Avrupa'da mikro ve hafif hibridler daha çok tercih edilecektir. Fişli hibrid elektrikli taşıt önümüzdeki yıllarda petrol rezervlerinin sınırlı olması ve petrol fiyatlarının artmaya devam etmesi nedeniyle daha dikkat çekicidir. Hibrid elektrikli taşıtların pazarda geçerli olan birçok modeli aşağıda verilmektedir:

### 3.1. Toyota Prius



Şekil 2. Toyota Prius Transmisyon Donanımı

Toyota Prius, hibrid elektrikli taşıt pazarında ve Dünya'daki ilk ticari üretimdir. Japonya'da 1997 yılında ve Dünya çapında 2001 yılında satılıyordu. 2005 yılında, sadece Amerika'da 100.000 birimin üzerinde satıldı. Latince "prius"un anlamı "birinci" veya "önce"dir. 2000'den 2003'e kadar model Prius, Kaliforniya Hava Olanakları Kurulu ile (CARB) "Süper Ultra Düşük Emisyonlu Taşıt" (SULEV) olarak onaylandı. 2004 model Prius tasarlandığında orta hacimli hatchback ve Gelişmiş Teknoloji Kısmi Sıfır Emisyonlu Taşıt (AT-PZEV) olarak belgelendi. Prius hibrid elektrikli taşıtın üçüncü üretimde Corolla ve Camry arasındadır. Prius, Avrupa, Japonya ve Kuzey Amerika için yılın arabası ödülleri de dahil olmak üzere çeşitli ödüller kazandı.

Prius'ta iki sürekli mknatsız motor vardır, ilk olarak motordan biri kullanılır ve diğeri de generatör olarak kullanılır. 6,5 Ah, 21-kW nikel-metal hibrid batarya faydalı frenleme sırasında motor ile ve yavaşlama sırasında generatör ile şarj edilir. Dört silindri motor, düşük taşıt hızı sırasında durdurulur. Taşıt, konvansiyonel taşıtlar üzerinde önemli yakıt iyileşmesine sahiptir, otoban için 51 mpg ve şehir için 60 mpg ile dikkate değerdir.

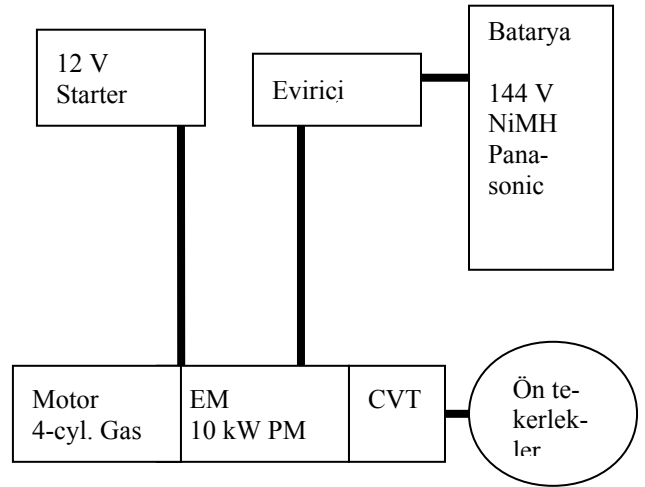
Toyota, aynı teknoloji ile 2006 yılında Camry modeli ile üretilmiştir, Kuzey Amerika'da en iyi satılan "sedan"dır. Toyota'nın diğeri hibridleri, Highlander, Lexus RX400h ve RX450h gibi, aynı planeter dişli konsepti kullanıldı, hibrid taşıtın performansını daha iyi geliştirmek için arka tekerleğe üçüncü motor ilave edildi.

Şekil 1, Toyota'nın sistem konfigürasyonunu gösterir. Bu şekilde, generatör-motor-güç aygıtı, transmisyonu; evirici ve dc-dc konverter güç kontrol ünitesini oluşturur. Son zamanlarda geliştirilen lüks GS 450h, THS-II hibrid arabada ön motor, arka tekerlek tahrik sistemi kullanıldı. 3,5 l altı silindri motor ve generatör, arka tekerlekler tahrik edilerek güç aygıtı ile bağlantılıdır. Sistem, şehir içi sürüşü için THS-II'de temeldir fakat daha karmaşıktır ve gücü artırır, iki kademe motor hız azaltma aygıtı, motor şaftı ve güç aygıtı arasına koyulabilir. Bu azaltma aygıtı, iki azaltma oranından biri, motor ve güç aygıtı arasında seçilebilir. Bundan dolayı, motora gerekli moment küçük olur. Böylece motorun boyutu da küçük olur. RX 400h'de kullanılan şehir içi taşıt sistemi için Motor THS-II'nin maksimum hızı, yaklaşık olarak 1,2 kez; 1400 dev/dak'dan daha fazla maksimum hıza ulaşmak için müsaade eder. Generatörün maksimum hızı, 13.000 dev/dak'dan daha fazla ayarlanır, böylece 3,5 l motorun çıkışı kullanılabilir.

### 3.2. Honda Civic

Honda Civic hibridler, farklı topoloji ile benimsenmiştir. Elektrik motoru, içten yanmalı motor ile iletim arasına monte edilmiştir. 12 kW sürekli mknatsız motor ya yüksek taşıt güç talebinde motora yardım sağlar ya da düşük taşıt güç talebi sırasında motor gücü aralığını

taksim eder. Hibrid şehirde % 66 ve anayolda % 24 yakıt verimi gelişimi sağlar. Honda aynı zamanda, bu teknolojiyi Accord Hibrid içine de uygulamıştır.



Şekil 3. Honda Civic Hibrid Transmisyon Donanımı

### 3.3. Ford Escape

Dünya'da ilk üretilen şehir içi hibrid Ford Escape'dir. Escape hibrid, aynı zamanda planeter dişli konsepti olarak benimsendi. Önemli olarak, motorun boyutu azaltıldı, bu tam boyut şehir içi hibride aynı performansı sağladı. İkinci üretim hibrid şehir içi Ford'ta, Mercury Mariner, dinamik performans ve sürüş konforu hariç güç tasarım düzeneği geliştirilmiştir.

### 3.4. Saturn Vue

Saturn Vue sadece 4 kW elektrik motoru, var olan iletim sistemine ilave edilmiştir. Küçük elektrik motoru, 36 V, 10 kW nikel metal hibrid batarya ile güçlendirilmiştir. Motor ya şarj sırasında motordan ya da taşıt frenlemesinden generatör modunda 5 kW elektrik sağlar. Hibridlerdeki gelişmelerle % 20 yakıt ekonomisi sağlanmıştır. Dezavantaj, küçük motor boyutu yüzünden, makina düşük taşıt hızında kapatılamaz, havalandırma motor ile çalıştırılır.

### 3.5. ISE Geçici Otobüs

Geçici otobüsler genellikle hibridizasyon için ideal adaylar olarak dikkate alınmalıdır. Geçici otobüsler, saptanan güzergahta daima dur ve git modeline göre kullanılırlar. Seri veya paralel hibridler ortalama % 50 veya daha fazla yakıt depolayabilirler.

### 3.6. Honda FCX

Yakıt pilli taşıt gelişiminde sürekli ilerleme vardır. Yakıt pilli taşıtlardan biri, Honda FCX ticari olarak geçerlidir. 2002'de Honda FCX, U.S. Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve Kaliforniya Hava Olanakları Kurulu (CARB) ile

Tablo 2. Elektrikli taşıt motorlarının değerlendirilmesi

	DC Motor	İndüksiyon motoru	Daimi mıknatıslı Fırçasız motor	Anahtarlı relüktans motor	Daimi mıknatıslı hibrid motor
Güç yoğunluğu	2.5	3.5	5	3.5	4
Verim	2.5	3.5	5	3.5	5
Kontrol imkanı	5	4	4	3	4
Dayanıklık	3	5	4	5	4
Olgunluk	5	5	4	4	3
Fiyat	4	5	3	4	3
<b>Toplam</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>23</b>	<b>23</b>

onaylandırılmıştır, ticari kullanım için tarihte sadece yakıt pilli taşıtlardan ilk kabul edilendir. CARB ve EPA, aynı zamanda FCX'i sıfır emisyon taşıtı (ZEV) olarak onaylamıştır.

2005 ve 2006 yılında Honda FCX, Honda tasarımı ve imalatı ile yakıt pilli olarak güçlendirilmiştir. EPA ile şehir/otoban oranları 62/51 mil/kg (57 mil/kg birleştirildiğinde), 210 mil sürüş menziline, EPA oranları aktif yapılabilir. Enerji verimi, hidrojenin birim kg'daki bir mil, daima benzinin birim galonunun bir miline eşittir.

#### 4. Elektrikli Taşıtlar, Hibrid Elektrikli Taşıtlar ve Yakıt Pilli Taşıtların Anahtar Teknolojileri

##### 4.1. Tahrik Motoru

Elektrik motorları ve tahriği, elektrikli taşıtlar, hibrid elektrikli taşıtlar ve yakıt pilli taşıtların başarısında önemli rol oynar. Bunların uygulamaları için uygun olan üç ana tip elektrik motoru vardır: 1) Sürekli mıknatıslı veya sürekli mıknatıslı fırçasız motor 2)indüksiyon motorları ve 3) anahtarlı relüktans motorları. Motor ve tahrik teknolojisi için tipik gereksinimler şunları içerir: yüksek moment yoğunluğu ve güç yoğunluğu, sabit moment ve sabit güç çalışmalarında geniş hız menzili üzerinde yüksek verim, yüksek güvenilirlik ve sağlamlık, tümü için makul fiyat.

İndüksiyon makinaları, elektrikli taşıtlar, hibrid elektrikli taşıtlar ve yakıt pilli taşıtlar için, geniş hız aralığı, sağlamlık, basitlik yüzünden kullanılır. Verim, genellikle sürekli mıknatıslı makinadan doğal rotor kayıpları yüzünden daha düşüktür. Aynı sebepten, indüksiyon makinasının boyutu, genellikle aynı güç ve hız oranında sürekli mıknatıslı makinadan daha büyüktür.

Sürekli mıknatıslı makinalar, yüksek güç yoğunluğu, yüksek moment ve yüksek verim gibi emsalsiz karakteristiklerin sahibidir. Bununla birlikte, sürekli mıknatıslı makinalar doğal olarak kısa değişmez sabit güç menziline sahiptir. Oldukça sınırlı alan zayıflatma özelliği yüzünden, sürekli mıknatıslı alanının sonucu

olarak, sadece stator alan bileşeninin üretimi yüzünden zayıflatılabilir ve rotor magnetik alanına engel olur.

Bundan başka, emk yüksek hızlarda, tartışılabilir: inverter, stator sargıları ile üretilen maksimum ters emk'ine dayanabilmelidir. Stator sargıları kısa devre hatası olduğu durumda, sistem rotor daimi mıknatıslı alanının varlığı yüzünden problemlerle çalışabilir.

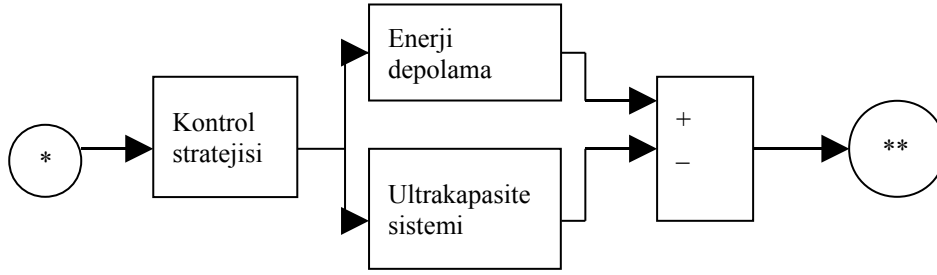
Anahtarlı relüktans motoru, elektrikli taşıtlar, hibrid elektrikli taşıtlar ve yakıt pilli taşıtlar için, basit ve kuvvetli yapısı, basit kontrolü, son derece yüksek hız çalışma kabiliyeti ve tehlikesiz çalışması yüzünden elektrik tahriğinin adayı olarak kazançlıdır. Bu önemli avantajlar, cer uygulamaları için, diğer makina türlerinden daha çekicidir. Bununla birlikte, anahtarlı relüktans motorları, indüksiyon motorundan daha yüksek fiyatı yüzünden, standart motor olarak, yaygın olarak henüz kullanılmamaktadır.

##### 4.2. Batarya ve Ultrakapasiteler

Batarya ve ultrakapasiteler enerji depolar ve aynı zamanda tahrik sistemine güç/enerji sağlar.

Yakıt pilinin spesifik enerjisi benzin ile karşılaştırılabilir: bununla birlikte benzinden spesifik güç daha azdır, bundan dolayı, yakıt pilinin başlama performansı konvansiyonel taşıttan daha kötü olabilir. Bundan dolayı, batarya veya ultrakapasite, taşıtın başlama performansını geliştirmek için yakıt pili ile bağlantılı olarak kullanılabilir. Bataryalar, elektrokimyasal prensipler kullanılarak elektrik enerjisi depolar, doğal olarak spesifik enerji benzinden daha azdır. Ultrakapasiteler, statik elektrik prensiplerini kullanarak elektrik gücü depolar, bundan dolayı yüksek spesifik güce sahiptirler. Batarya ve yakıt pili arasındaki temel fark iki mislidir. Birinci olarak, yakıt pili elektrik enerji üretim aygıtı iken batarya, elektrik enerjisi depolama aygıtıdır. Yakıt pili, elektrik üretmek için oksijen ve hidrojen birleştirir. İkinci olarak, sekonder bataryalar tekrar şarj edilirken yakıt pili; yakıt pili tabakası, ısı değişimi, kompresör, v.b. güç tesis sistemi olarak sadece kompleks bir sistemdir. Bundan dolayı, hidrojen alt yapı tesislerini

içeren yardımcı sistemler yüzünden yakıt pili ticareti daha kompleksdir.



\* : Gerekli güç (W), \*\*: kullanılabilir güç (W)

Şekil 4. Yeni batarya alt sisteminin batarya ve ultrakapasiteden oluşan blok diyagramı.

Elektrik enerji depolama birimleri boyutlandırılmak zorundadır, böylece taşıt için yeterli enerji kwh olarak ve yeterli pik gücü kW sağlar. Böylece, uygun tahrik sağlanır ve özel ivmelenme performansı karşılanır.

Kurşun asit batarya, nikel metal hibrid batarya, lityum iyon batarya, v.b. kapsayan bataryalar, elektrikli taşıtlar, hibrid elektrikli taşıtlar ve yakıt pili elektrikli taşıtlarda kullanım için uygundur. Bataryalar genellikle yüksek enerji yoğunluğuna sahiptir. Fakat ultrakapasitelerle karşılaştırıldığında daha az güç yoğunluğuna sahiptir. Ultrakapasiteler, çok yüksek güç yoğunluğuna sahiptir, fakat çok az enerji tutarlar. Batarya ve ultrakapasite birleştirildiğinde, hibrid elektrikli taşıtın ihtiyaç duyduğu hem gücü hem de enerjiyi sağlar. Şekil 4, hibrid enerji depolamanın blok diyagramını gösterir.

Taşıtların performans gereksinimleri ve batarya teknolojisinin şu andaki durumuna göre, batarya ve ultrakapasite teknolojileri aşağıdaki gibi özetlenebilir: 1) Batarya ve ultrakapasite teknolojilerinin enerji yoğunluğu ve güç yoğunluğu karakteristikleri, fişli hibrid elektrikli taşıtlar, hibrid elektrikli taşıtlar ve elektrikli taşıtlar çekici tasarımları için başarılıdır. İlk sorular, fiyat ve ömür ile ilgilidir. 2) Batarya güçlü elektrikli taşıtlar, lityum iyon bataryalar kullanarak, makul batarya boyutu ile 240 km'ye kadar menzileye kadar tasarlanmıştır. Bu taşıtların ivme performansı, konvansiyonel içten yanmalı taşıtlardan daha iyidir. 3) Sürekli şarjlı motor güçlü hibrid elektrikli taşıtlar yakıt ekonomisi gelişimi için ya bataryalar ya da ultrakapasiteler kullanılarak tasarlanabilir. Yakıt ekonomisi gelişiminin seviyesi, motorun boyutuna bağlıdır, ya mikro hibrid ya da hafif hibrid veya tam hibrid olarak isimlendirilir. 4) Fişli hibridler küçük lityum iyon bataryaları kullanılarak 30-60 km'lik menzillerle tümü elektrikli olarak tasarlanır. Fişli hibrid elektrikli taşıtların efektif yakıt ekonomisi çok yüksek olabilir.

## 5. SONUÇLAR

Burada, elektrikli taşıtlara, hibrid elektrikli taşıtlara ve yakıt pili elektrikli taşıtlara genel bir bakış sunulmuştur. Enerji kaynakları ve çevresel yaklaşımlar ile hibrid

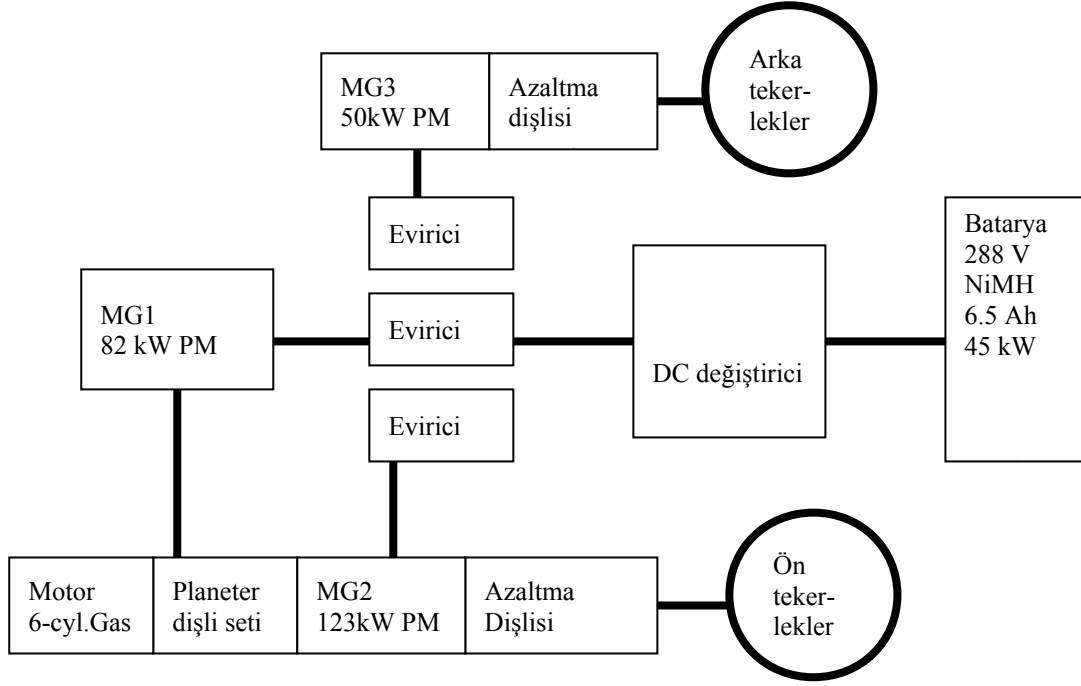
elektrikli taşıtlar, otomotiv endüstrisinde ve tüketici için daha çekici hale gelecektir. Günümüzdeki hisseli pazara rağmen hala önemlidirler. Taşıtların performansı ve süper yakıt ekonomisi yüzünden pazarda, hibrid elektrikli taşıtlar aşamalı olarak popüler olacaktır. Modelleme ve simülasyon, hibrid elektrikli taşıtların tasarımı ve gelişimindeki başarıda önemli bir rol oynayacaktır. Kontrol, hibrid elektrikli taşıtlardaki asıl anahtar teknolojidir. Bundan dolayı hibrid elektrikli taşıtların teorisi daha fazla ilerleyecektir.

## KAYNAKÇA

- [1] Benbouzid Hachemi M., Diallo Demba, et al, Kalhammer Fritz, Prokopius Paul and et al, "Advanced fault-Tolerant Control of Induction-Motor Drives for EV/HEV Traction Applications: From Conventional to Modern and Intelligent Control Techniques", IEEE Transactions On Vehicular Technology, Vol. 56, No. 2, p.519-528, March 2007.
- [2] Chan C.C., "The State of the Art of Electric, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles", Proceedings of The IEEE Vol. 95, No. 4, April 2007.
- [3] Chan C.C., "The State of the Art of Electric and Hybrid Vehicles", Proceedings of The IEEE Vol. 90, No. 2, February 2002.
- [4] Kalhammer Fritz, Prokopius Paul and et al, "Fuel Cells for Electric Vehicles", IEEE, 1999.
- [5] Kliuzovich S., "Analysis of Control Systems for Vehicle Hybrid Powertrains", Transport Vol XXII, No:2, 105-110, 2007,
- [6] Maggetto G., Mierio Van, "Electric and Electric Hybrid Vehicle Technology : A Survey", IEE Savoy Place, London, 2000.
- [7] Morita Kenji, "Automotive power source in 21st Century", Society of Automotive Engineers of Japan, Inc. And Elsevier Science, p.3-7, 2003

[8] Naunin D., ‘Hybrid Electric Vehicles-The Technology of the Near Future’, Global Automotive Manufacturing & Technology, 2003.

EK 1:



Şekil 5. Toyota Highlander Tam Hidrit SUV ile ön hibrid transmisyon ve ayrılmış arka motor