

# Şehir içi Toplu Taşımacılıkta Hibrit Tahrik Uygulamaları

Mustafa Karaođlan<sup>1</sup>, N. Sefa Kuralay<sup>2</sup>

*Ekonomik, kültürel ve teknolojik gelişmelerin ışığında bugün tüm gelişmiş ve gelişmekte olan dünya ülkelerinde sürdürülebilir kent içi ulaşım oldukça kompleks ve karmaşık hale gelmiştir. Sürdürülebilir bir kent içi ulaştırma planlamasında öncelikler ve tercihler önemli rol oynar. Bunların başında temel olarak yakıt ekonomisindeki ve emisyon düzenlemelerindeki artışları karşılayabilmek gelir. Yakıt tüketimi ve çevre kirliliği konusunda en önemli kaynakların başında gelen şehir içi toplu taşımacılığı için hibrit elektrikli otobüslerin kullanımı dolayısıyla daha iyi çalışma koşullarının sağlanacağı bir gerçektir. Bu çalışmada şehir içi toplu taşımacılığında kullanılan hibrit elektrik otobüslerin enerji kaynaklarına göre sınıflandırılması, tahrik sistemi konstrüksiyonları ve kullanılan teknolojilerin günümüzde uygulamaları incelenecektir.*

## 1. GİRİŞ

2003 yılında Birleşmiş Milletler tarafından yapılan tanımlamaya göre; bir hibrit araç, en az iki enerji dönüştürücülü ve aynı araç içerisine monte edilmiş enerji depolama sistemli bir araçtır. Bugün piyasada bulunan hibrit araçlar içten yanmalı motora, enerji dönüştürücü olarak bir veya birden fazla elektromotora, bataryaya ve yakıt deposuna sahiptir. Yakıt fiyatlarının yükselişi, giderek daha da katılan egzoz emisyon kısıtlamaları

ve değişik sarfiyat talepleriyle bir taşıtın egzoz salınımı ve reel sarfiyatı daimi olarak düşürülmek mecburiyetindedir.

Hibrit tahrikte en belirgin üstünlük olarak;

- Aracın frenlenmesi sırasında açığa çıkan kinetik enerjinin ısı enerjisine dönüştürülüp tahrik için kullanılması,
- İçten yanmalı motorun optimal devir sayısı bölgesinde kullanılması,
- İçten yanmalı motorun rölanti durumunda, tahrik için enerji gerekmemesine karşın yakıt gereksinim duymasından dolayı oluşan kayıpların hibrit tahrikte olmaması.[1]

Elektriksel hibrit tahrik sistemi temelde

- Seri,
- Paralel ve
- Karışık hibrit olarak üçe ayrılır.

İçten yanmalı motor olarak otobüs ve kamyon gibi ağır hizmet taşıtlarında dizel motoru kullanılmasıyla en yaygın kullanılan hibrit tipi dizel-elektrik tahriktir. Kamyon veya otobüsün tahrik mafsalları üzerinden gücün akslara mekanik olarak iletilmesi çok masraflı ve karmaşıktır.

## 2. ŞEHİR İÇİ TOPLU TAŞIMACILIKTA HİBRİT UYGULAMALARI

### 2.1 Seri Hibrit Uygulamaları

Seri hibrit tahrikin kullanılması ile tahrik gücü elektriksel olarak kablolar üze-

lerinden oldukça basit bir şekilde farklı akslara dağıtılabılır. Bu sistemde tüm güç birkaç kez dönüştürülmek zorundadır bu yüzden toplam güce dahil olan tüm bileşenler buna göre boyutlandırılır.

Sistemde;

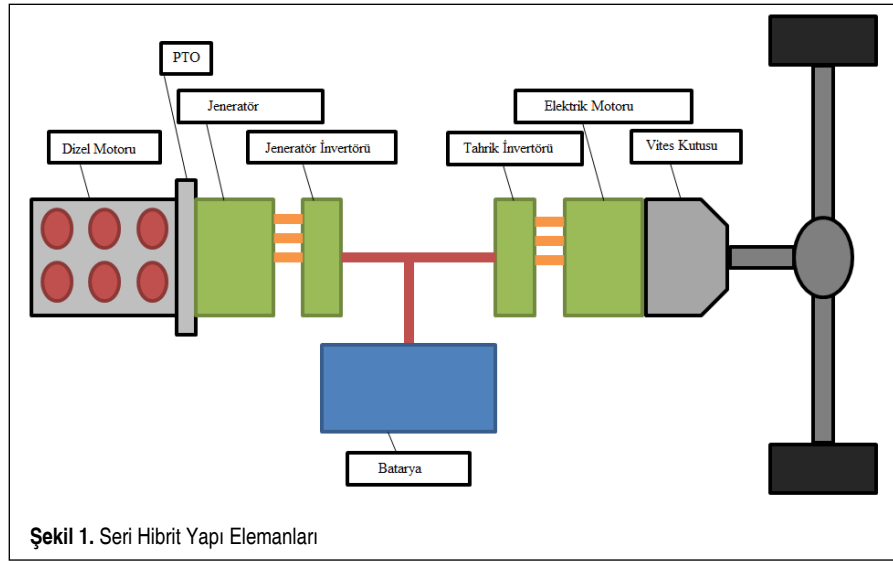
1. Optimum yakıt ekonomisi bölgesinde çalışan bir dizel motoru,
2. Hız eşleştirme verimi için PTO (Power Take-Off) (isteğe bağlı), dizel motorundan alınan tahriki elektrik enerjisine çeviren bir jeneratör,
3. Batarya ve tahrik invertörüne elektrik iletimi aktaran bir jeneratör invertörü,
4. İhtiyaca göre boyutlandırılmış bataryalar,
5. Elektrik motoruna elektriksel iletimi sağlayacak bir tahrik invertörü,
6. Tekerleklere iletilecek tahrik momenti için elektrik motoru ve gerekli görülmesi halinde mekanik yada otomatik vites kutusu yer alır (Şekil 1) [6].

Hibrit yapı elemanlarının kontrolü ise motor kontrol modülü (ECM), batarya işletim sistemi(BMS), hibrit sistem kontrolcüsü(HSC), motor kontrolcüsü(MC) ve kullanılmış ise otomatik vites kutularında iletim kontrol modülü(TCM) ile sağlanır (Şekil 2) [6].

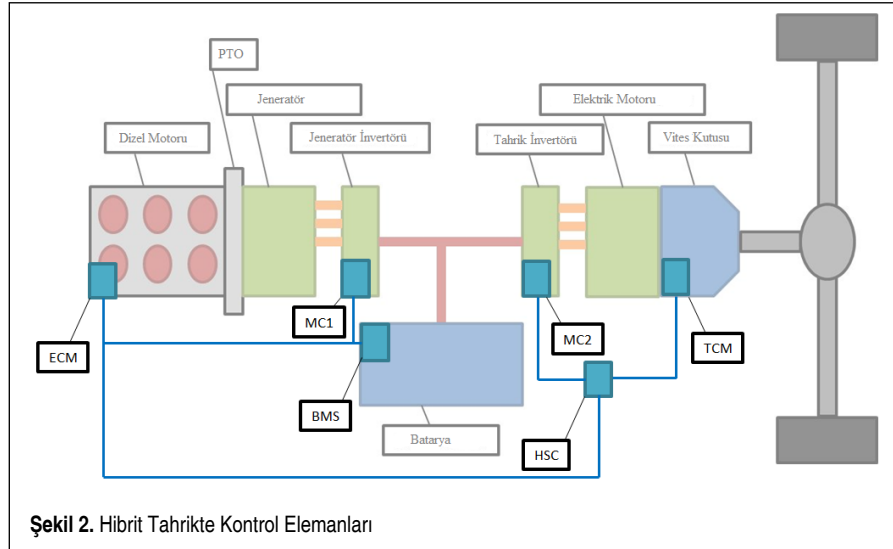
Dizel-elektrik hibrit otobüslerinin büyük çoğunluğunda seri hibrit tahrikin kullanılmasıyla tekerlek ile birincil

<sup>1</sup> Araş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Otomotiv Anabilim Dalı, Buca, İzmir - [mustafa.karaoglan@deu.edu.tr](mailto:mustafa.karaoglan@deu.edu.tr)

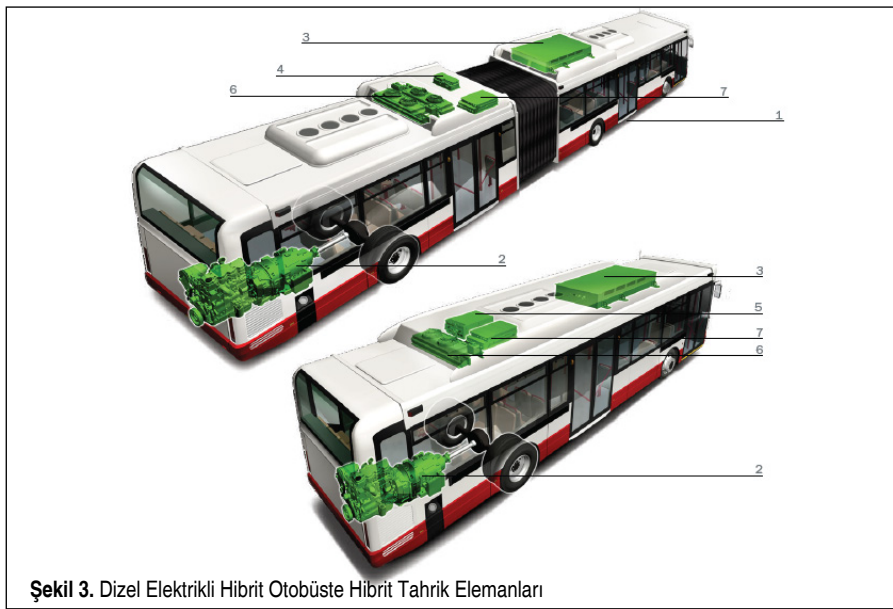
<sup>2</sup> Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Otomotiv Anabilim Dalı, Buca, İzmir - [kuralay@deu.edu.tr](mailto:kuralay@deu.edu.tr)



Şekil 1. Seri Hibrit Yapı Elemanları



Şekil 2. Hibrit Tahrikte Kontrol Elemanları



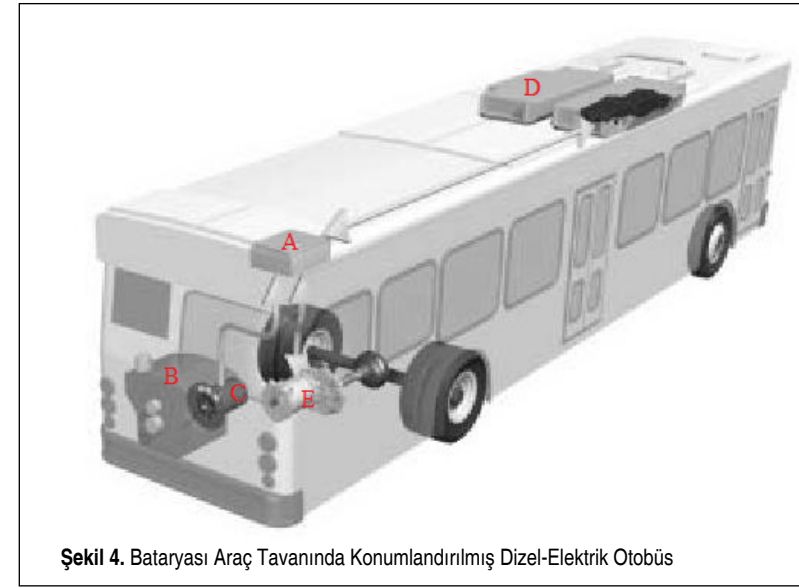
Şekil 3. Dizel Elektrikli Hibrit Otobüste Hibrit Tahrik Elemanları

güç kaynağı olan dizel motoru arasında mekanik bağlantı kesilmiştir. İçten yanmalı motor jeneratörü tahrik ederek seri tahrikte güç akışı jeneratörden güç kontrol elemanlarına, bataryalara, elektrik motoruna geçerek tekerleklere aktarılır. Bu iletimde güç kontrol sistemi (PCS) ve sistem kontrol ünitesi (SCU) enerji akışını optimize ederek yüksek tahrik veriminde ve yüksek performansta çalışmasına olanak tanır [1].

Körüklü veya körüksüz olarak faaliyet gösteren şehir içi toplu taşıma araçlarında dizel-elektrikli seri hibrit elemanlarının otobüsteki konumları üreticiden üreticiye değişiklik gösterebilmektedir.

Aşağıdaki uygulamada arkadan motorlu arkadan tahrikli bir otobüste hibrit yapı elemanları ve konumları gösterilmiştir (Şekil 3). Alçak zeminli şehir içi otobüsünde (1) arkadaki motorun hemen çıkışında jeneratör ve elektrik motorundan (2) geçen tahrik momenti arka aksta diferansiyel üzerinden tekerleklere iletilmektedir. Enerji depolama sistemi olarak araç tavanına yerleştirilmiş lityum iyon bataryalar (3) bulunmaktadır. Yine tavanda bulunan aksesuar güç sistemi (APS) elektronik alternatör gibi çalışmaktadır ve kayışla tahrikli alternatörün yerini almıştır. Bu elektronik alternatör araçtaki soğutma fanı, soğutma pompası gibi tüm elektrik ihtiyacı karşılar (4). Bunlara ek olarak hava kompresörü, klima, start/stop gibi gereksinimleri de karşılayabilen daha gelişmiş aksesuar güç sistemi hibrit veya elektrikli otobüslerde kullanılabilir (5). Hibrit sistem soğutma ünitesi (6) soğutma sıvısı olarak etilen veya propilen glikol kullanarak hibrit sistemin verimini arttırmak için opsiyonel olarak kullanılabilir. Doğru zamanda doğru yerde güç akışını sağlamakla görevli tahrik kontrol sistemi (7) verimi artırarak tahrik sisteminin hatasız çalışmasına olanak verir (Şekil 3) [10].

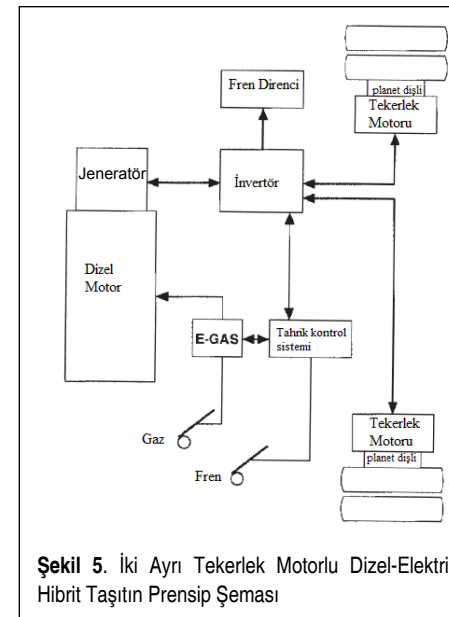
Şehir içi yolcu taşıyan otobüslerde taşıt zeminin alçak olmasından dolayı bataryaların konumu için en uygun yer aracın tavanıdır. Otobüsün yolcu taşıma



Şekil 4. Bataryası Araç Tavanında Konumlandırılmış Dizel-Elektrik Otobüs

kapasitesinin sınırlanmaması için bataryaların aracın içerisinde yer işgal etmeleri istenmez (Şekil 4). Bu uygulamada; sürüş özelliklerinden gelen veriler ile enerji akışını ayarlayan bir iletim kontrol sistemi (PCS) (A), PCS ile kontrol edilen ve jeneratöre tahrik veren bir dizel motor (B), bataryalara ve elektrik motoruna elektrik sağlayan bir jeneratör (C), bataryalar (D), diferansiyeli tahrik eden elektrik motoru mevcuttur [7],[8].

Bir başka dizel-elektrik hibrit otobüs uygulamasında ise tekerlekleri diferansiyelden tahrik etmek yerine her



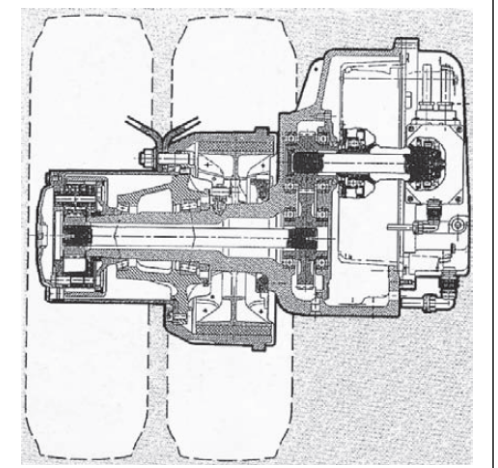
Şekil 5. İki Ayrı Tekerlek Motorlu Dizel-Elektrik Hibrit Taşıtın Prensi Şeması

tekerlekte 57 kW gücünde maksimum devir sayısı 2500 D/d olan tabi mıknatıs uyarılı senkron motor kullanılmıştır. Tekerlek motorlarının viraj sırasında diferansiyel dengelenmesi IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) invörtör ile gerçekleştirilir (Şekil 5) [2].

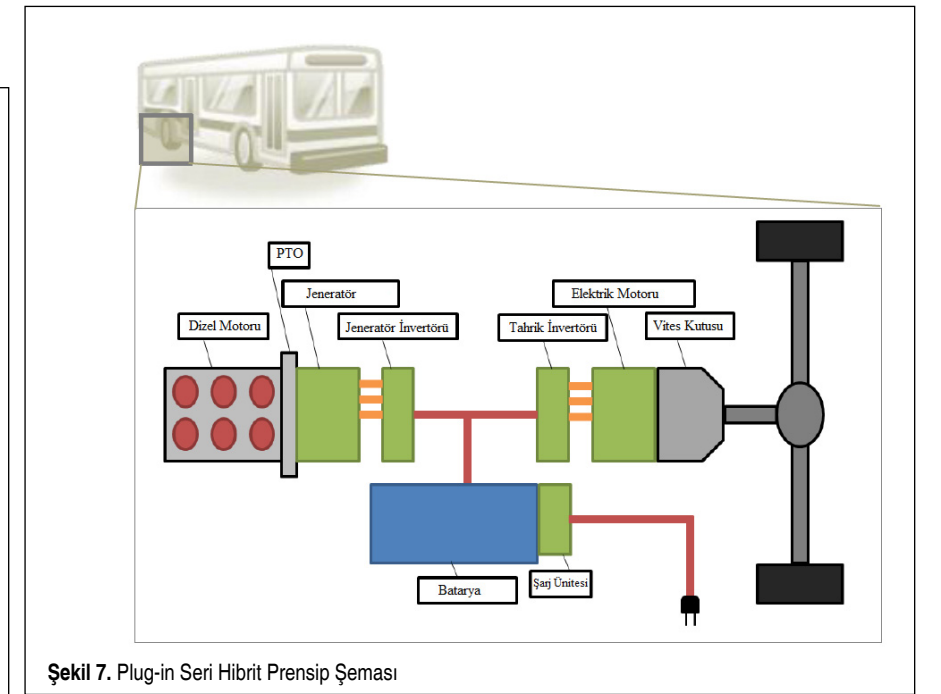
12 Metre uzunluğunda 98 yolcu kapasiteli bu otobüste 127 kW dizel motoru ve 135 kW kapasiteli jeneratör otobüs arkasında yatay olarak yerleştirilmiştir. Tekerlerde 57 kW gücündeki motorlar

iki kademeli planet dişli sistemi ile tekerlere bağlanmıştır (Şekil 6) [2].

Tek bir arka akstan tahrikli şehir içi otobüslerde şarj edilebilir (plug-in) seri hibrit uygulaması da söz konusudur. Prensi şeması aşağıdaki gibi olan uygulamada (Şekil 7) şarj edilebilir batarya uygulaması ile özellikle kısa mesafelerde yakıt tüketiminin düşürülmesi amaçlanmıştır. Kullanılan start/stop özelliği ile de rölantideki yakıt tüketiminin düşürülmesi amaçlanmıştır. Bu



Şekil 6. Elektrik Motorunun İki Kademeli Planet Dişli Sistemiyle Tekerlere Bağlanması



Şekil 7. Plug-in Seri Hibrit Prensi Şeması

sayede egzoz emisyonlarında da ciddi bir düşüş söz konusudur [6],[9].

## 2.2 Paralel Hibrit Uygulamaları

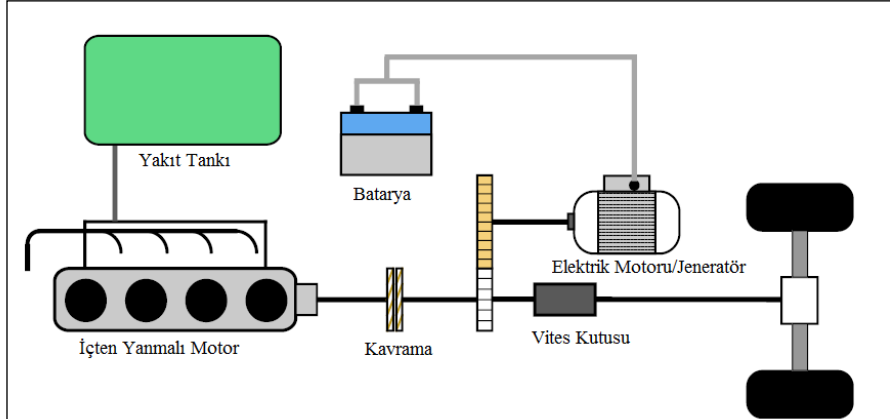
Her ne kadar otobüslerde seri hibrit

tahrik sistemi tercih edilse de paralel hibrit uygulamaları yok değildir. Paralel hibrit tahrik sisteminde (Şekil 8) elektrik motoru ile içten yanmalı motor birbirine paralel olacak şekilde bağlanmıştır. Bu tür araçlarda elektrik motoru ve içten yanmalı motor bir debriyaj üzerinden diferansiyeli ortak olarak beslenir. İstenildiğinde yalnızca elektrik motoru veya dizel motoru çalıştırılabilir. Şehir içinde sık sık durulan özellikte trafik ışıklarının bulunduğu yerlerde yalnızca elektrik motoru çalıştırılıp gürültü ve egzoz salınımı önlenir [1],[11],[13].

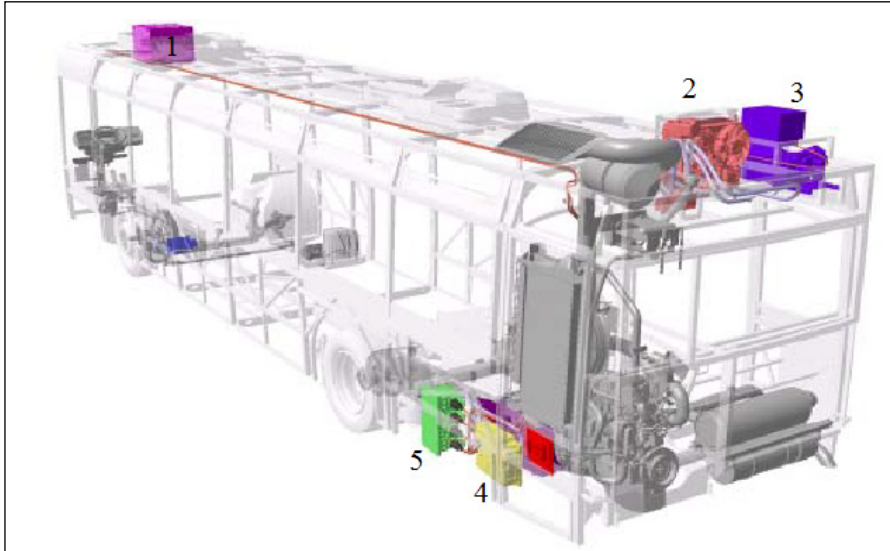
Ayrıca, paralel hibritte, seri hibritteki olduğu gibi, ardi ardına enerji dönüşümü gerçekleşmez. Çünkü, seri hibrit tahrik sisteminde ayrıca bir jeneratöre ihtiyaç vardır ve jeneratör, içten yanmalı motordan aldığı mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirir. Paralel hibrit sisteminde elektrik motoru, jeneratör gibi görev yaparak aküyü şarj eder. Jeneratöre ihtiyaç bulunmadığı için ağırlık ve maliyet yönünden paralel hibrit tahrik sistemi avantajlıdır. Buna ilaveten paralel hibrit sistemde içten yanmalı motordan alınan tahrik gücü direkt tahrik aksına iletiğinden enerji kaybı ve yakıt tüketimi de azalır [14].

Volvo, 7700 Hibrit otobüslerinde paralel hibrit tahrik sistemini kullanmıştır. 12 m uzunluk, 3.2 m yükseklik ve 2.55 m genişliğindeki 18.9 tonluk bu arka akstan tahrikli şehir içi otobüste 210 hp, 800 Nm dizel motor ve 160 hp, 800 Nm elektrik motoru yer almaktadır. Motoru arkada yer alan bu otobüste hava kompresörü (3), batarya ısıtma/soğutma ünitesi (2) araç tavanında arka kısımda, LiFePO4 (lityum iyon demir fosfat) batarya (1) ise araç tavanında ön kısımda bulunmaktadır. Sigorta kutusu (5) ve DC/DC dönüştürücü (4)'te arka sol bölmede ulaşımı ve müdahalesi kolay olacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 9)[14].

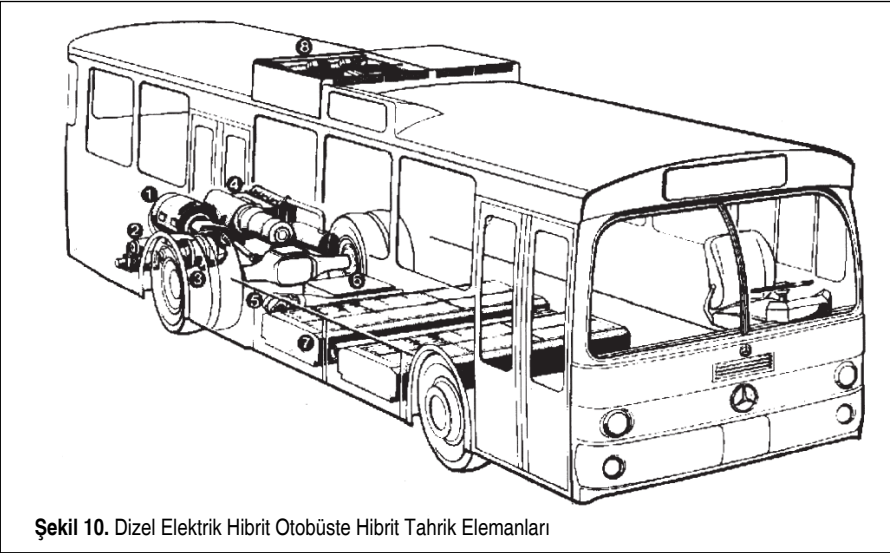
Mercedes'in öncülüğünü yaptığı 1980'lerde Almanya'da kullanılan dizel-elektrik hibrit uygulamasında ise



Şekil 8. Paralel Hibrit Tahrik Sistemi Yapı Elemanları



Şekil 9. Paralel Hibrit Tahrik Sistemi Uygulanmış Otobüste Yapı Elemanlarının Yerleşimi



Şekil 10. Dizel Elektrik Hibrit Otobüste Hibrit Tahrik Elemanları

şehir içinde elektrik motoru ile tahrik, şehir dışında ise dizel motoruyla tahrik kullanılmıştır. 100 yolcu kapasiteli 19 ton ağırlığındaki bu otobüsün hibrit tahrik elemanlarının otobüs içinde yerleşimi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Şekil 10).

Ağırlığı 3,5 tonu bulan bataryalar zeminde yolcu koltuklarının altına yerleştirilmiştir. Şekilde elektrik motoru(1), hava kompresörü ve direksiyon pompası(2), motor fanı(3), jeneratör(4), batarya fanı(5), elektronik kontrol ünitesi(6), bataryalar(7) ve batarya soğutma ünitesi(8) görülmektedir. [2]

## 2.3 Yakıt Hücreli Hibrit Uygulamaları

Bir yakıt hücresinde kimyasal enerji, hidrojenin oksidasyonu ile direkt elektriksel enerjiye dönüşür. Elektriksel enerji, galvanik bir hücrede bir yakıtın ve bir oksidasyon maddesinin sürekli olarak sisteme verilmesiyle elde edilir. Hidrojen, enerji yoğunluğu fazla ve

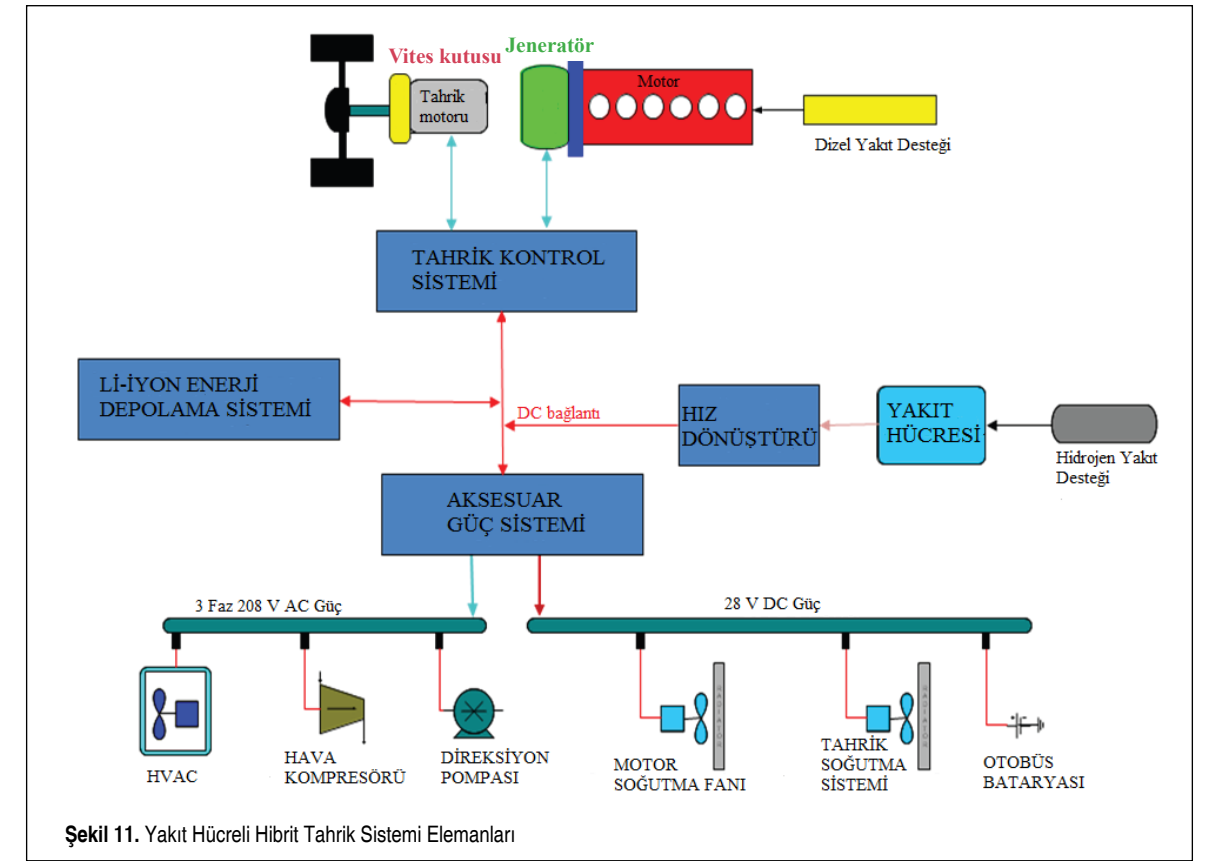
elde edilmesi kolay olan yenilenebilir bir enerji kaynağı olduğundan ve yakıt hücresinde kullanıldığı zaman atık olarak sadece su buharı vermesinden dolayı motorlu taşıtlarda kullanımı oldukça avantajlıdır. Ayrıca günümüz doğalgaz ve petrol boru hatları, hidrojen taşıma hatlarına çok kolay bir şekilde çevrilebilir. Hidrojen kullanımının yaygınlaşması ile alt yapı maliyetleri düşük seviyede olacaktır [1],[18],[19].

Günümüzde özellikle Amerika'da yakıt hücreli otobüslerin kullanımına yönelik çalışmalar mevcuttur. Seri hibrit tipinde yapılan uygulamanın prensip şeması aşağıda verilmiştir (Şekil 11 ve 12) [10].

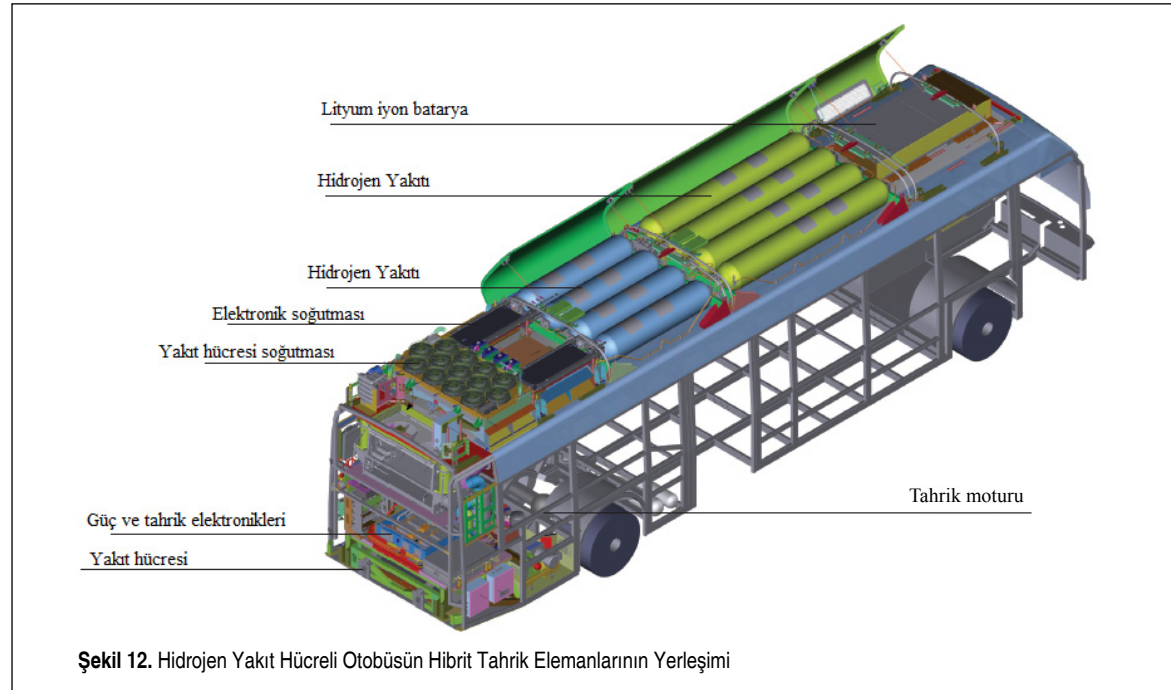
Aşağıdaki resimde de görüldüğü (Şekil 11) gibi taşıtın birincil enerji kaynağı Cummins ISB07 marka 6,7 litre 260 hp dizel motoru ve seri bağlı iki adet yakıt hücresinin kombinasyonundan oluşmuştur. Dizel motorunun çıkışına sabit

mıknatıs uyarıtlı jeneratör/starter entegre edilmiştir. Yakıt hücresinin çıkış voltajı DC/DC konvertör ile 600 V'a artırılarak tahrik hattına verilir. Hidrojen, 350 bar basınçta taşıt tavanındaki tanklarda muhafaza edilmektedir [15].

Bunun yanında Amerika'da BAE Systems tarafından hidrojenin tek yakıt kaynağı olduğu sıfır emisyonlu taşıtların tasarımı yapılmıştır (Şekil 12). Bu taşıtlarda içten yanmalı motor kullanılmamasıyla rahat ve sessiz bir çalışma elde edilmiştir. Tahrik, 200 kW AC indüksiyon motorlarıyla tekerleklerle iletilir. 15,785 kg ağırlığında 37 koltuklu bir şehir içi otobüsünde uygulanmış bu sistem 150 kW kapasiteli yakıt hücresi ve 200 kW ve 11.2 kWh kapasiteli nanofosfat lityum iyon batarya ile BAE Systems tarafından seri hibrit tipinde tasarlanmıştır. Araç tavanında 350 bar'da 50 kg gaz hidrojen tankları bulunmaktadır. Kullandığı 200 kW AC



Şekil 11. Yakıt Hücreli Hibrit Tahrik Sistemi Elemanları



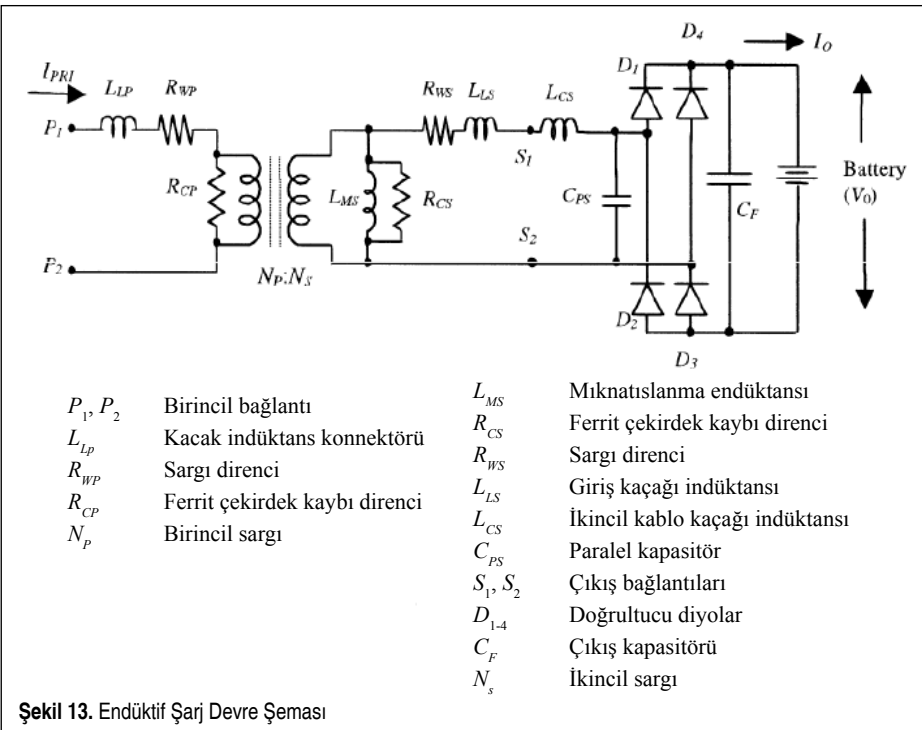
Şekil 12. Hidrojen Yakıt Hücreli Otobüsün Hibrit Tahrik Elemanlarının Yerleşimi

indüksiyon motoruyla menzili şehir içi çevrimi ve yüklemelerinde 418 km 'ye kadar çıkabilmektedir [10],[16].

Güç ve tahrik elektronik sistemleri ile yakıt hücresi boyutları aracın 12,5 metre uzunluğunda önemli etken olup, araç tavanındaki hidrojen tankları nedeniyle de aracın boyu 3.5 metreye çıkmaktadır. Gerek boyutsal dezavantajlar gerekse sistem maliyeti ve güvenliği nedeniyle yaygınlaşma fırsatı bulunamış olmasına rağmen, gelecekte çevresel ve ekonomik nedenlerden dolayı kullanımının artacağına şüphe yoktur [16].

#### 2.4 Endüktif Şarj Edilebilir Dizel-Elektrik Hibrit Uygulamaları

Plug-in uygulamalarında elektrik motorunun bataryayı şarj etmesinin yanı sıra şehir elektrik şebekesinden de bataryanın şarj edilebilmesi mümkündür. Bu sayede özellikle binek araçlarda içten yanmalı motoru çalışması kısıtlanarak yakıt ekonomisi ve düşük egzoz emisyonu sağlanabilmektedir. Fakat toplu taşıma için kullanılan otobüsleri bu bağlamda değerlendirdiğimizde bu sistem, otobüsün uzun işletme süre-

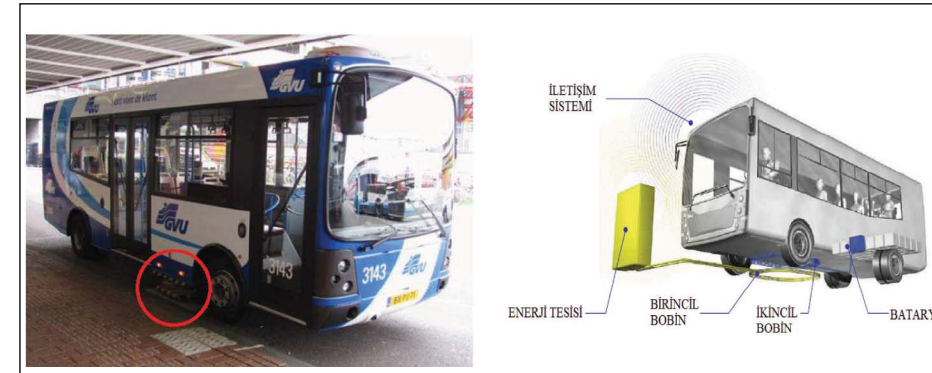


Şekil 13. Endüktif Şarj Devre Şeması

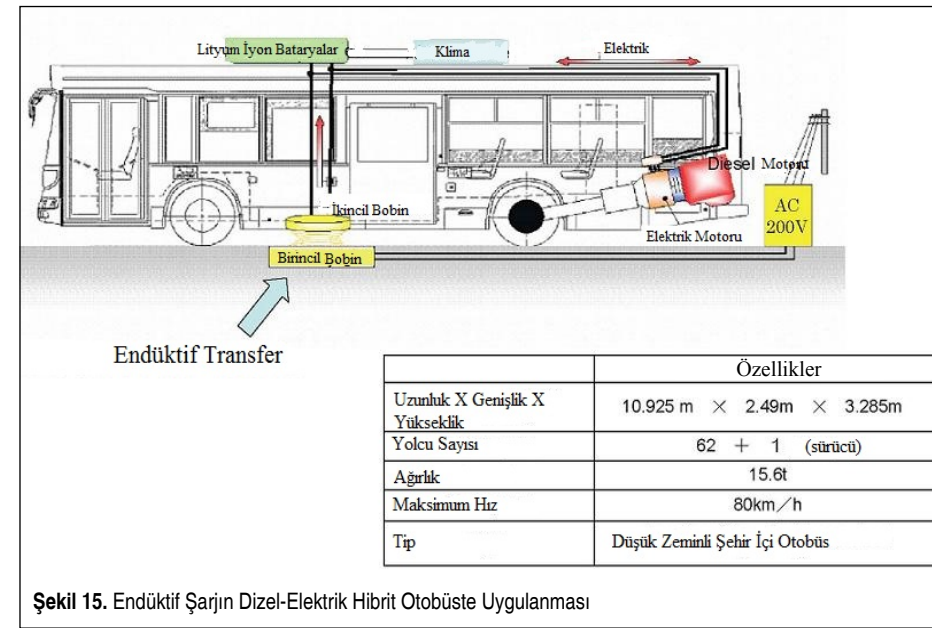
sinden dolayı mümkün olmamaktadır. Şarj edilebilir hibrit tahrik uygulamalarında son yıllarda yaşanan önemli ölçüde gelişmeler bu sorunu çözebilecek düzeydedir. Bunların başında yakın iki cisim arasında enerji transferini elektromanyetik alan oluşturarak gerçekleştiren endüktif şarj (inductive

charging yada wireless charging) teknolojisi gelir. Şarj istasyonundan endüktif bağlantıya gelen enerji birincil bobinden ikincil bobine transfer olarak enerjiyi bataryaya gönderir (Şekil 13) [3], [4].

Bu sistemin toplu taşıma araçlarında uygulanması ile birlikte bir şehir içi



Şekil 14. a) Durur Vaziyetteki Otobüsün Şarj Edilmesi, b) Otobüste Uygulanan Endüktif Şarj Prensipleri



Şekil 15. Endüktif Şarjın Dizel-Elektrik Hibrit Otobüste Uygulanması

otobüsü duraklarda durduğu anda da şarj edilebilir (Şekil 14.a). Bu sistem 46 kişi kapasiteli 7,5 ton ağırlığındaki bir alçak zeminli elektrikli bir otobüste uygulanmıştır [4].

180 Ah kapasiteli kurşun jel bataryalar toplamda 60 kWh enerji depolayabilme özelliğine sahip olup 1700 kg ağırlığındaki bataryalar otobüsün arka aksının üst tarafında konumlandırılmıştır (Şekil 14.b). Bu sistemin uygulanmasıyla toplu taşımada içten yanmalı motoru kaldırmak da mümkün hale gelmiştir. Şehirlerdeki çevresel kirliliği göz önüne aldığımız zaman özellikle şehir içi otobüslerinden kaynaklanan egzoz emisyonunun sıfıra indirilmesi ile hava kirliliğinde önemli ölçüde iyileşme sağlanabilir.

Endüktif şarj sistemi yalnız elektrikli araçlarda uygulanan bir sistem olmayıp dizel-elektrik hibrit araçlarda da uygulama alanına sahiptir. Tek bir tahrik edilebilen arka aksa sahip 15, ton düşük zeminli bir şehir içi otobüste ikincil bobinden alınan enerji lityum iyon bataryayı şarj etmektedir (Şekil 15). Burada bataryalar içten yanmalı motorun kapladığı hacim dolayısıyla tavana alınmıştır.

#### 2.5 CNG-Elektrik Hibrit Uygulamaları

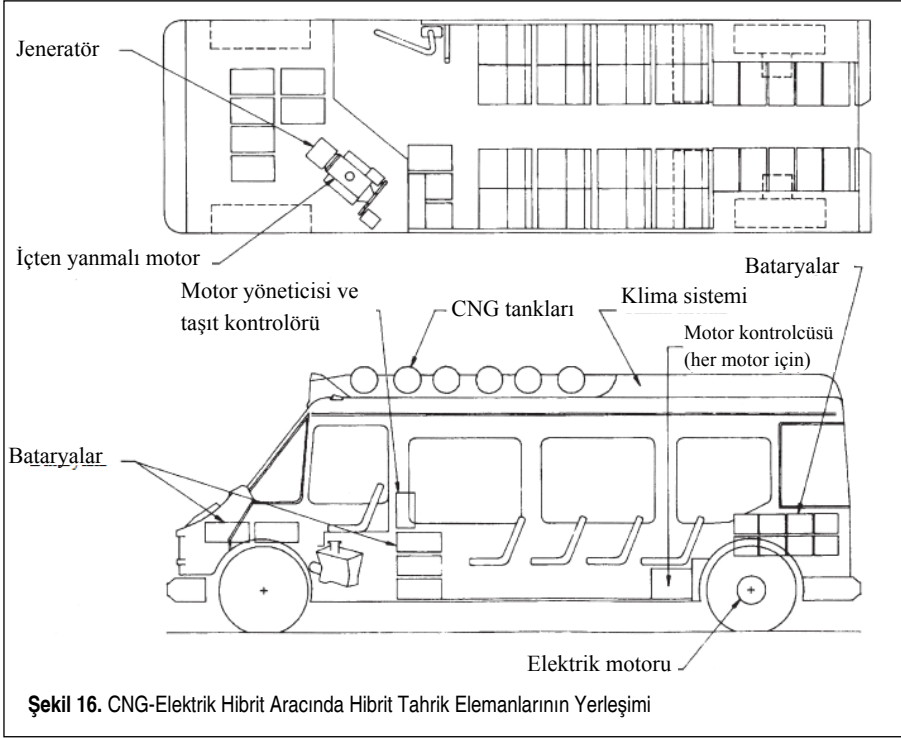
Dünyada petrol rezervlerinin azalması ve yakıt fiyatlarının artmasıyla birlikte çevre dostu ve ekonomik CNG (Compressed Naturel Gas) yakıtı başta belediye otobüslerinde olmak üzere gittikçe artan bir uygulama alanına sa-

hiptir. Bu yakıtın başlıca özelliği ucuz olması ve karbonmonoksit salınımının % 0 olmasıdır. CNG dolumu şehir doğalgaz şebekesinden alınan doğalgazın kompresör ile basıncının 200 bar yada bazı yeni tanklarda 240 bar seviyesine çıkarılmasıyla araç depolarına doldurulur [17].

Daha çok düşük yük ve hızlanma bölgelerinde çalışan şehir içi ağır hizmet taşıtlarının mevcut emisyon sınırlarını karşılaması için özellikle şehir içi otobüslerde yakıt olarak doğal gaz kullanılması kendini kabul ettirmiştir. Bu bakımdan incelendiğinde CNG kullanımı ile is emisyonlarında çok belirgin bir düşüş elde edilir. Bunun yanı sıra havadan hafif olduğu için sızıntı halinde havaya karışması patlama riskini azaltır. Ayrıca oktan sayısı yüksek olması nedeniyle yanma veriminin yüksek olması ve motora direkt gaz olarak girdiği için soğuk havalarda kolayca yanması diğer avantajlı yanlarıdır [17].

Örnekteki CNG-elektrik hibrit seri hibrit düzeninde 7.62 m ve 11 tonluk 24 kişilik bir otobüste uygulanmıştır. Her bir arka tekerleğe bağlı olarak kullanılan yüksek güç yoğunluğuna sahip tabii mıknatıs uyarılı senkron motor sayesinde araç zemini yerden 305 mm yükseklikte kalabilmiştir. CNG tankları aracın üzerine monte edilirken bataryalar arka aksın üzerinde motor bölgesinin içinde yer almıştır (Şekil 16). 90 beygirlik içten yanmalı motorla birlikte 2 adet 70kW elektrik motoru, oranı 2,77 olan bir planet dişli ile birlikte arka aksta kullanılmıştır. Tekerlekler arasındaki zemin alanının maksimum olması için arka aksta boyuna yön vericili bağımsız askı sistemi kullanılmış ve elektrik motorları bu yön verici kollara bağlanmıştır. Her biri 12V ve 160 Ah kapasiteye sahip 15 adet batarya paralel olarak bağlanarak 180V ve 320 Ah toplam kapasiteye ulaşılmıştır [2].

	Özellikler
Uzunluk X Genişlik X Yükseklik	10.925 m × 2.49m × 3.285m
Yolcu Sayısı	62 + 1 (sürücü)
Ağırlık	15.6t
Maksimum Hız	80km/h
Tip	Düşük Zeminli Şehir İçi Otobüs



Şekil 16. CNG-Elektrik Hibrit Aracında Hibrit Tahrik Elemanlarının Yerleşimi

### 3. SONUÇ

Şehir içi yolcu taşımacılığında en çok kullanılan toplu taşıma aracı otobüslerdir. Otobüs hizmetleri kentin tüm yerleşik alanını çeşitli ringlerle bir ağ gibi sarar. Otobüsler diğer toplu taşıma araçlarına göre daha az altyapı yatırımları gerektirmekte ve yollarda daha rahat hareket olanağı bulabilmektedir. Bu sebeple toplu taşımacılıkla yeni yollar aramak yerine mevcut sistemin teknolojik, ekonomik ve çevresel yönden optimize edilmesi daha uygulanabilir bir çözümdür. Hibrit tahrik sisteminin şehir içi otobüslerde kullanılmasıyla birlikte ekonomik ve çevresel açıdan ciddi iyileşmeler sağlanabilir. İncelendiği üzere gelişmiş ülkelerde hibrit elektrik otobüslerin kullanımı kabul görmüş ve üzerine büyük ölçüde yatırımlar yapılmış bir alandır. Çevresel açıdan ve yakıt ekonomisi bakımından CNG yada hidrojen gibi alternatif yakıtların da kullanımı bu kapsamda başvurulabilecek yöntemlerdir. Ayrıca henüz fazla yaygınlaşmamış olan endüktif şarj edilebilen dizel elektrik hibrit otobüslerin kullanımı ile otobüsler durakta durduğu sürece şarj edilebilecek ve depolanan bu

enerji ile diğer durağa kadar rahatlıkla yol alabilecek, bu da ciddi oranda çevre kirliliğini azaltacak ve yakıt ekonomisi sağlayacaktır. Ülkemizde henüz toplu taşımacılıkta yaygınlaşmamış olan hibrit elektrik otobüslerin kullanımına yönelik bahsedilen teknolojik özellikler, yapısal çeşitlilikler ve konstrüktif detayların incelenmesi ve gerekli fizibilite çalışmalarının yapılması ile sistemin uygulanması gerçekleştirilebilir.

### KAYNAKÇA

1. **Kuralay, N. S.** 2013. Motorlu Taşıtlarda Hibrit Tahrik, Yayın No: MMO/598, ISBN:978-605-01-0439-4, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, İzmir.
2. **Hodkinson, R., Fenton, J.** 2001. Lightweight Electric/ Hybrid Vehicle Design, ISBN:0-7506-5092-3, SAE International.
3. SAE J 2954. "Wireless Charging of Electric and Plug-in Hybrid Vehicles," Technical Information Report, SEA International.
4. Connexion & ProRail. 2010. "Inductively Charged Electric Buses-Coulombus Project Report," Utrecht, Netherlands.
5. **Bauer, P.** 2010. Contactless Power

Transfer: Inductive Charging of EV, Delft University of Technology, Netherlands.

6. New Eagle Mechatronic Control Solutions. 2012. "Diesel-Electric Hybrid Applications," [http://www.neweagle.net/support/wiki/images/2/25/New\\_Eagle\\_Diesel-Electric\\_Hybrid\\_Brochure\\_120618.pdf](http://www.neweagle.net/support/wiki/images/2/25/New_Eagle_Diesel-Electric_Hybrid_Brochure_120618.pdf), son erişim tarihi: 21.02.2014.
7. **Xiong, W.W., Yin, C. L.** 2009. "Design of Series-Parallel Hybrid Electric Propulsion Systems and Application in City Transit Bus," WSEAS Transactions on Systems, is. 5, vol. 8.
8. Transit Cooperative Research Program, "Hybrid-Electric Transit Buses: Status, Issues and Benefits," TCRP Report 59.
9. **Zanetel, P.** 2007. "Plug-in Hybrid Bus Propulsion Systems," PHEV Conference, University of Manitoba, Canada.
10. **Mi, C., Masrur, M. A., Gao, D. W.** 2011. Hybrid Electric Vehicles Principles and Applications with Practical Perspectives, Wiley Publication, ISBN: 978-0-470-74773-5, USA.
11. **Ehsani, M., Gao, Y., Emadi, A.** 2010. Modern Electric, Hybrid Electric and Fuel Cell Vehicles Fundamentals, Theory and Design, Second Edition, CRC Press, 978-1-4200-5398-2, USA.
12. **Keskin, A.** 2009. "Hibrit Taşıt Teknolojileri ve Uygulamaları," Mühendis ve Makina dergisi, cilt:50,sayı 597.
13. **MEGEP.** 2006. "Motorlu Taşıtlar Teknolojisi Alternatif Motorlar ve Yakıtlar," Ankara.
14. **Jobson, E.** 2010. "Hybrid Technology for Buses," Volvo Bus Corporation Report, Sweden.
15. HybriDrive Propulsion Systems, "Hybridrive Compound Hybrid-Fuel Cell Bus," [http://www.hybridrive.com/pdfs/hybridrive\\_chfcb.pdf](http://www.hybridrive.com/pdfs/hybridrive_chfcb.pdf), Son Erişim Tarihi: 21.02.2014.
16. HybriDrive Propulsion Systems, "American Fuel Cell Bus," <http://www.hybridrive.com/pdfs/AllamerFuelC.pdf>, Son Erişim Tarihi: 21.02.2014.
17. **Demirsoy, M., Kuralay, N.S.** 1996. "Doğalgazın Benzinli Motorlarda Kullanılması," Dokuz Eylül Üniversitesi Araştırma Fonu Destekli Proje Raporu, İzmir.