

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**KENTSEL PLANLAMADA ELEKTRİKLİ
OTOMOBİLLER VE ŞARJ İSTASYONLARININ
İSTANBUL ÖLÇEĞİNDE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

ÇAĞRI BİNGÜL

İSTANBUL, 2013

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ**

**KENTSEL PLANLAMADA ELEKTRİKLİ
OTOMOBİLLER VE ŞARJ İSTASYONLARININ
İSTANBUL ÖLÇEĞİNDE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

ÇAĞRI BİNGÜL

Tez Danışmanı: YRD. DOÇ. PELİN ALPKÖKİN

İSTANBUL, 2013

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ

Tezin Adı: Kentsel Planlamada Elektrikli Otomobiller ve Şarj İstasyonlarının
İstanbul Ölçeğinde Değerlendirilmesi

Öğrencinin Adı Soyadı: Çağrı BİNGÜL

Tez Savunma Tarihi: 02.09.2013

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen
Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. Tunç BOZBURA
Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu
onaylıyorum.

Prof. Dr. Mustafa ILICALI
Program Koordinatörü

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi
olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzalar

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Pelin ALPKÖKİN

Üye
Öğr. Gör. Dr. Nurbanu ÇALIŞKAN

Üye
Yrd. Doç. Dr. Nilgün CAMKESEN

ÖZET

KENTSEL PLANLAMADA ELEKTRİKLİ OTOMOBİLLER VE ŞARJ İSTASYONLARININ İSTANBUL ÖLÇEĞİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Çağrı Bingöl

Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç., Pelin Alpkökin

Eylül 2013,87 sayfa

Zamanın değerinin arttığı, mesafelerin aşılmasının daha önemli olduğu günümüzde otomobiller yaşantımızın vazgeçilmezlerinden olmaktadır. İnsanlar, ihtiyaçlarını karşılayabilmek ve zamanını daha etkin kullanmak için en pratik ve ekonomik yol olarak otomobili kullanmayı tercih etmektedir. Ülkemizde ve bütün dünyada sürdürülebilir yaşam adına çeşitli adımlar atılmaktadır. Isınma, güç üretimi ve diğer ihtiyaçların karşılanmasında olduğu gibi ulaşımda da büyük oranda petrol türevli yakıtların kullanımının çevreye büyük zararlar verdiği bilinmektedir. Bu zararı en aza indirmek sürdürülebilir teknoloji ve sürdürülebilir kentleşme ile mümkün olacaktır.

Sınırlı rezervlere sahip petrol ve doğalgaz gibi yakıtların kaynaklarının tükenme noktasına yaklaşması ve buna bağlı olarak maliyetlerinin artması kuşkusuz insanları hatta devletleri endişelendirmektedir. Böylece temiz ve yaygın bir enerji kaynağı olan elektrik enerjisinin otomobillerde kullanılmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu çalışma elektrikli araçlar hakkında bir literatür araştırması niteliğindedir. Elektrikli araçların kullanımı, şarj istasyonlarının yerini belirlemedeki kriterler ve kamunun elektrikli araçlar konusuna nasıl yaklaşması gerektiğini açıklayan literatürel bir kaynak olacağı arzu edilmektedir.

Birinci ve ikinci bölümde elektrikli araçların dünyadaki kullanımı, üçüncü ve dördüncü bölümde elektrikli otomobil teknolojisi ve kronolojisi, beşinci bölümde maliyet analizi ve çevreye etkisi, altıncı bölümde ise İstanbul ölçeğinde elektrikli araç kullanımını etkileyen şarj istasyonları lokasyonu, son bölümde ise bu çalışmadaki sonuçlar ve öneriler bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli araç, Elektrikli araç teknolojisi, elektrikli araçların dünyadaki kullanımı, İstanbul Türkiye Şarj istasyonları,

ABSTRACT

ELECTRIC CARS AND CHARGING STATIONS IN ISTANBUL AT ASSESMENT FROM URBAN PLANING POINT OF VIEW

Çağrı Bingül

Urban Systems and Transport Management

Supervisor: Yrd. Doç., Pelin Alpkökin

September 2013,87 pages

Increase in the value of time, distances exceeding our lives are more important than cars, nowadays is indispensable. People, time and more effectively meet the needs of the most practical and economical way to use prefer to use the car. On behalf of our country and all over the world are taking steps to sustainable living. Heating, power generation and transportation, as well as meeting other needs to a great extent the use of petroleum-derived fuels are known to have extensive damage to the environment. This is to minimize the damage will be possible with sustainable technology, and sustainable urbanization.

Fuels, such as oil and natural gas reserves, with limited resources, increased costs and, accordingly, no doubt approaching the point of exhaustion and even states people concerned. So clean and the necessity of the use of cars, electrical energy, which is a common source of energy has emerged. This study is a literature review about electric vehicles. The use of electric vehicles, electric vehicles, charging stations and the public on how the criteria for determining the location of the approach is the desire to be a resource that describes the literaturel.

The use of the first and second chapter in the world of electric vehicles, electric vehicle technology and the chronology of the third and fourth chapter, section, cost analysis and environmental impact of the fifth, the sixth chapter affect the use of electric vehicle charging stations in the scale of the location of Istanbul, in the last part of this study, conclusions and recommendations.

Keywords: Electric Vehicles, electric car technology, electric vehicles in the world,İstanbul Turkey charging stations

İÇİNDEKİLER

TABLolar.....	vii
ŞEKİLLER.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN KULLANIMI.....	4
2.1 ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN DÜNYADAKİ KULLANIMI.....	5
2.1.1 Dünyadaki Elektrikli Araç Pazar Bilgileri.....	6
2.2 ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN TÜRKİYEDEKİ KULLANIMI.....	8
2.2.1 Türkiye’de Kamu Yönetiminin Bakış Açısı.....	9
3. ELEKTRİKLİ ARAÇ SİSTEMLERİ.....	11
3.1 TAM ELEKTRİKLİ ARAÇLAR.....	14
3.2 HİBRİD ELEKTRİKLİ ARAÇLAR.....	16
3.2.1 Seri Tahrik Sistemi (Seri Hibrid).....	17
3.2.2 Paralel Tahrik Sistemi (Paralel Hibrid).....	19
3.2.3 Seri / Paralel Tahrik Sistemi (Seri/Paralel Hibrid).....	21
3.2.4 Yakıt Pili Elektrikli Araçlar	22
4. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN TEKNİK – PLANLAMA	
TEKNOLOJİSİ.....	24
4.1 ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN TEKNOLOJİK GELİŞİM	
KRONOLOJİSİ.....	24
4.2 ELEKTRİKLİ OTOMOBİLLERİN ÇALIŞMA PRENSİBİ.....	28
4.3 ELEKTRİK MOTORU ÇEŞİTLERİ.....	29
4.3.1 Alternatif Akım Motorları (AC Motor).....	30
4.3.2 Doğru Akım Motorları (DC Motor).....	32
4.3.3 Servo Motorlar.....	33
4.4 PİLLER.....	34
4.4.1. Pil Çeşitleri.....	34
4.4.2. Pil ve Bataryaların Ömürleri.....	36
4.4.3. Elektrikli Otomobillerde Kullanılan Pil Çeşitleri.....	37
4.4.4. Pillerin Çevreye Etkileri.....	37

4.5 AKÜ ŞARJ ÜNİTESİ.....	38
4.5.1 Şarj Sistemleri.....	39
4.5.1.1 Trickle Charger (Yavaş Şarj Sistemi).....	39
4.5.1.2 Time Based (Zamanlayıcı Şarj Sistemi).....	39
4.5.1.3 İntelligent (Akıllı Şarj Sistemi).....	40
4.5.1.4 Fast (Hızlı Şarj Sistemi).....	40
4.5.1.5 Pulse (Şok Şarj Sistemi).....	41
4.5.1.6 İnductive (Endüktif Şarj Sistemi).....	41
4.5.1.7 Solar Şarj Sistemi.....	41
4.5.2 Takas Yöntemi (Dolu Aküyle Boşu Değiştirme).....	41
4.5.3 Frenleme ve Yavaşlama ile Şarj Olma.....	41
4.5.4 Kinetik Enerji Kazanım Sistemi (KERS).....	42
4.6 AKÜ ŞARJ İSTASYONLARI.....	42
5. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN MALİYET ANALİZİ VE ÇEVREYE	
ETKİSİ.....	46
5.1 TÜRKİYE MOTORLU ARAÇ PAZARI.....	46
5.2 ELEKTRİKLİ ARABALAR İÇİN ŞARJ ÇEŞİTLERİ.....	46
5.3 ŞARJ MALİYETLERİ.....	46
5.4 ŞARJLARIN TÜKETİCİ İÇİN MALİYETİ.....	47
5.5 ÇEVREYE ANALİZİ VE ÜLKELERİN EMİSYON	
DEĞERLERİ.....	51
5.6 ENERJİ VERİMLİLİĞİ.....	57
6. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN OTOPARKLARLA BİRLİKTELİĞİ VE	
İSTANBUL ÖLÇEĞİNDE ŞARJ İSTASYONU ANALİZİ	58
6.1 ŞARJ İSTASYONLARI İLE OTOPARKLAR ARASINDAKİ	
İLİŞKİ.....	58
6.2 ŞARJ İSTASYONLARININ YER SEÇİM KRİTERLERİ VE	
İSTANBUL ÖLÇEĞİNDE DEĞERLENDİRMESİ.....	60
6.3 ÜLKE OPERATÖRÜ ÖNERİSİ.....	71
7. SONUÇ.....	72
KAYNAKÇA.....	75
EKLER.....	87

TABLÖLAR

Tablo 2.1 : 1995-2009 Yılları arası Otomotiv Sektörüne Sağlanan Hibe	
Destekleri.....	10
Tablo 3.1 : İçten Yanmalı Motor (İYM) ve Elektrikli Araç Karşılaştırması.....	13
Tablo 5.1 : Araç teknolojilerine göre yatırım maliyetleri 2010-2050.....	47
Tablo 5.2 : 2010- 2050 yılları arası Benzin/motorin ve elektrik yakıt brüt fiyatları	
Bau ve Policy Senaryoları	48
Tablo 5.3 : Farklı durumlarda li-on pillerin eğrileri.....	49
Tablo 5.4 : Farklı tahrik sistemlerinde orta sınıf araçların toplam 2010 yıllık	
maliyeti.....	50
Tablo 5.5 : Farklı tahrik sistemlerinde orta sınıf araçların toplam yıllık maliyeti	
2030 Policy Senaryosu.....	51
Tablo 5.6 : 2009'da ABD elektrik üretimi kaynak dağılımı.....	52
Tablo 6.1 : Kamu ve Özel Sektör için Şarj İstasyon Önerileri.....	52

ŞEKİLLER

Şekil 3.1: Elektrikli araç modellemesi.....	15
Şekil 3.2: Hibrid sistem şeması.....	16
Şekil 3.3: Seri hibrid elektrikli araç modellemesi.....	17
Şekil 3.4: Seri Hibrid Sistem Modellemesi	19
Şekil 3.5: Paralel Hibrid Elektrikli Araç Modellemesi.....	20
Şekil 3.6: Paralel Hibrid Sistemin Yerleşimi.....	20
Şekil 3.7: Paralel Hibrid Sistem Akışı.....	21
Şekil 3.8: Yakıt Pili Araç Görüntüsü	23
Şekil 4.1: Elektrikli araç çalışma prensibi.....	27
Şekil 4.2: Çeşitli Şarj Üniteleri.....	37
Şekil 4.3: Örnek Akıllı Şarj sistemleri.....	39
Şekil 4.4: Elektrikli araç şarj istasyonu örneği.....	42
Şekil 4.5: Elektrikli araç şarj istasyonu çalışma prensibi.....	43
Şekil 6.1: Enerji kaynakları, taşıyıcıları ve tahrik/güç sistemleri.....	58
Şekil 6.2: Yıllar itibariyle akü kapasitesine yönelik yapılan iyileştirmeler ve gidilebilecek menzil.....	59
Şekil 6.3: Avrupa Yakası Mevcut Şarj İstasyonları.....	65
Şekil 6.4: Anadolu Yakası Mevcut Şarj İstasyonları.....	65
Şekil 6.5: Mevcut olan Şarj İstasyon Örnekleri.....	66
Şekil 6.6: Avrupa Yakası Kamu Odaklı Şarj İstasyon Önerileri.....	67
Şekil 6.7: Anadolu Yakası Kamu Odaklı Şarj İstasyon Önerileri.....	68
Şekil 6.8: Avrupa Yakası Özel Sektör Odaklı Şarj İstasyon Önerileri.....	69
Şekil 6.9: Anadolu Yakası Özel Sektör Odaklı Şarj İstasyon Önerileri.....	70

KISALTMALAR

- AR-GE : Araştırma ve Geliştirme
İTÜ : İstanbul Teknik Üniversitesi
ODTU : Orta Doğu Teknik Üniversitesi
TÜBİTAK : Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TUBİTAK-MAM: TUBİTAK Marmara Araştırma Merkezi
ABD : Amerika Birleşik Devletleri
KM : Kilometre
KDV: Katma Deger Vergisi
MTV: Motorlu Taşıtlar Vergisi
CO : Karbon Monoksit
CO₂: Karbon Dioksit
CNG: Compressed Natural Gas
OTAM: Otomotiv Teknoloji AR-GE Merkezi
Otep : Otomotiv Teknoloji Platformu
ÜSAMP : Üniversite Sanayi İşbirliği Merkezleri Platformu
GTIP : Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu
TİM : Türkiye İhracatçılar Merkezi
Tümü-EA: Tümü-Elektrikli Araçlar
Wh: Watt Hour
KG : Kilogram
kW : Kilo Watt
MM: Mili Metre
HEA : Hibrid Elektrikli Araçlar
İYM : İçten Yanmalı Motor
PEMYP : Proton Elektrolit Membranlı Yakıt Pili
ACF: Automobile Club de France
FIA : Federation Internationale de l' Automobile
Hp: Horse Power
ABS: Anti- Lock Brake System
AC : Alternating Current
DC : Direct Current

MW: Mega Watt
KERS: Kinetic Energy Recovery System
Li-iyon: Lityum-iyon
NiMH: Nikel-metal h
Pb-asit: Kurşun asit
EKYP : Ergimiş karbonat yakıt pili
FAYP: Fosforik asit yakıt pil
UCS: Union of Concerned Scientists
MPG : Mile Per Gallon
L : Litre
PPM : Parts Per Million
GSYİH : Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
IEA : International Energy Agency
KWH : Kilowatt hour
GIS : Geographic Information System

1. GİRİŞ

İçinde yaşadığımız yüzyılda son derece yoğun olan insan ihtiyaç ve ilişkileri, bireyleri günlük yaşamda sıklıkla bir yerden bir yere gitmek zorunda bırakmaktadır. Bu seyahatler şehir içi olabildiği gibi şehirler veya ülkeler arası da olabilmektedir. Özellikle şehir içi ve yakın şehirlerarası ulaşımında en pratik çözüm yolu otomobil kullanmaktır. Ancak petrol türevleri yakıldığında ortaya çıkan zehirli gazlar ve benzin motorlarının çalışmasında oldukça önemli görevler üstlenen kurşun elementinin egzost gazıyla çevreye yayılması ayrıca benzinli motorlarda kullanılan motor yağları önemli ölçüde hava ve çevre kirliliğine yol açmaktadır.

Bunlara ek olarak motorlu araç sayısının gün geçtikçe çok hızlı bir şekilde artması ve petrol kaynaklarının tükenme noktasına yaklaşması, artık vazgeçilmez bir araç olan otomobili farklı tahrik sistemleri ile hareket ettirmenin yollarını bulmayı kaçınılmaz kılmıştır. Temiz ve yaygın bir enerji kaynağı olan elektrik enerjisinin bu konunun dışında bırakılması ise mümkün değildir. Aynı zamanda egzoz gazlarının yol açtığı hava kirliliği büyük şehirleri büyük ölçüde tehdit etmektedir. Bu yüzden elektrik motorlarıyla çalışan vasıtalar, hava kirliliği gibi bir tehlikeden uzak ve gürültüsüz çalışan bir vasıta olarak tercih edilebilir.

Kalkınma, geniş anlamda, yaşam kalitesinin geliştirilmesi sürecidir. Ekonomi, sosyal ya da sağlık gibi alanlarda kalkınma ayrı gibi değerlendirilse de genel çerçevede aslında tüm konular birbiriyle ilgilidir. Sürdürülebilirlik kavramı ile ekonomik ve sosyal sürekli kalkınma, çevre ve doğal kaynaklara zarar vermeden kalkınmada insan faaliyetleriyle ilgili politika ve stratejiler anlatılmaktadır. (Commission of the European Communities, 1992: 3).

Çevreci bir enerji çeşidi olan elektrik sürdürülebilir bir yaşam için vazgeçilmez bir unsurdur. Dünyada elektrikli araç kullanımı farklılık göstermektedir. Pike'nin araştırmalarına göre 2011'de yaklaşık 479.000 yakın çevre elektrikli aracın olduğunu tahmin edilmektedir. 2011 yılında Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D), 14.737 adet, Fransa'da 2.231 adet elektrikli araç satışı yaptığı bilinmektedir. 2011 Yılı sonunda

2000'lere ulaşmayan elektrikli otomobil sayısı Hollanda'da şu anda 5.000'i geçmiş durumdadır. Avrupa Birliği'nde 10 yıl içinde ortalamada %10'luk bir elektrikli araç kullanımına ulaşmak, genel bir öngörü halini almıştır. Japonya'nın ise, 2030'dan sonra konvansiyonel araç üretmeyeceği bilinmektedir. 2012 itibariyle, Norveç 8.615 kayıtlı elektrikli arabaya sahip olup, Avrupa'daki en büyük karayolu ehliyetli elektrikli araba filosu burada bulunmaktadır. Ülke dünyada kişi başına en fazla elektrikli araba oranına sahip olup, Oslo dünyanın elektrikli araçlar başkenti olarak bilinmektedir. 2011 yılında toplam 2.240 elektrikli araba satılmış olup, 2010 yılındaki satışlardan 722 adet fazla satış yapılmıştır.

Türkiye, 2001-2010 yılları arasında yaklaşık 7 milyon olan motorlu araç sayısını 14 milyona çıkarmıştır. Mevcut sayının iki katına çıkması anlamındaki bu gelişmeye rağmen Türkiye halen otomotiv sahipliği oranında Avrupa Birliği ülkesi ortalaması olan bin kişiye düşen 470 araç sayısının (Avrupa Otomotiv Üreticileri Derneği - 2008 yılı verisi) altında, bin kişiye düşen 95 araç düzeyindedir (Dünya Bankası - 2009).

Yolculuk süreleri de önemli bir konudur. "İstanbul'da 1997 yılında günlük motorlu araçlarla yapılan yolculuk sayısı 9.057.747 iken 2007 yılında yüzde 15'lik bir artış göstererek 10.602.258 olmuştur. Motorlu araçlarla yapılan ortalama yolculuk uzunluğu 1997'de 41 dakika; 2007'de ise 45,8 dakika olarak hesaplanmış ve 10 yıl içerisinde yüzde10'luk bir artış göstermiştir." (İBB Ulaşım Planlama Müdürlüğü. Ekim, 2007)

Ulaşımındaki karbon dioksit emisyonuna etki eden etmenler 3 maddeden oluşmaktadır. Bunlar araçlar, yakıtlar ve kentleşmedir. Ulaşımındaki karbon dioksit miktarını kabul edilebilir düzeye çekebilmek için Sürdürülebilir teknolojiye ve sürdürülebilir kentleşmeye ihtiyaç vardır. Araçları ve yakıtları sürdürülebilir teknolojiye hizmet edecek şekilde üretmek ve kentleşme sürecini de sürdürülebilir bir şekilde planlamak ve yönetmek gerekmektedir. Elektrikli otomobiller sürdürülebilir teknolojiye hizmet açısından önemli bir konu başlığıdır.

Elektrikli araçların kullanımını arttırmak sürdürülebilir teknolojinin bir sonucu olduğundan bu konuda yapılabilecek üç unsur vardır. Bunlar Şarj istasyonlarının

lokasyonu, bu istasyonların standardı ve güvenilirliği için Ülke operatörü önerisi ve kamunun elektrikli araçlara yaklaşımı konusunda nasıl adımlar atılması gerektiğidir.

Bu çalışma da, elektrikli otomobillerin, patlamalı motorlara göre çevreye daha az zarar verdiği ve sürdürülebilir yaşam için vazgeçilmez bir unsur olduğu örneklerle ortaya konulacaktır. Elektrikli araçların teknolojisi ve teknik planlamasının yapılarak, bir işletme ağı şeklinde düşünülmesi gereken şarj istasyonlarının İstanbul ölçeğinde nerede ve nasıl planlanması gerektiği verilecektir. Ayrıca elektrikli araçların direk ve dolaylı maliyeti ve çevre analizinin üzerinde durulmuştur. Dünyamızı korumak ve sürdürülebilir yaşam için teknolojik koşulların değerlendirilmesi adına elektrikli otomobillerin kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Elektrikli otomobillerin enerji etkeni araçlar olduğu vazgeçilmez bir olgudur ve göz ardı edilmemelidir.

Tezin ikinci bölümünde elektrikli araçların dünyadaki ve Türkiye'deki kullanımı sayısal verilerle anlatılacaktır. Üçüncü bölümde ise elektrikli araç çeşitleri olan hibrit ve tam elektrikli araçlar konu edilmektedir. Dördüncü bölümde elektrikli araç teknolojisinde kullanılan motor,pil, şarj üniteleri anlatılmaktadır. Beşinci bölümde elektrikli araçların maliyet analizi, altıncı bölümde ise İstanbul ölçeğinde şarj istasyonlarının ilk olarak nerelerde ve nasıl yerleştirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Sonuç ve öneriler kısmında da elektrikli araç teknolojisinde ülkemizin, diğer önde gelen Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya gibi ülkelere göre nerede durduğunun tespiti ve konuyla alakalı 3 temel öneri sunulacaktır. Bu öneriler Ülke Operatörü, Şarj istasyonu lokasyon seçimi ve Kamunun bu konuya eğiliminin nasıl olması gerektiğidir.

2. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN KULLANIMI

Dünyada ilk otomobilin elektrikli olduğu söylendiğinde insanlar şaşırılmaktadır. Hattâ, Türkiye'ye gelen ilk otomobili de Sultan 2. Abdülhamit'in getirttiğini ve bunun elektrikli olduğunu belirtmek gerekir. 1800'lerde elektrik bir iletim şebekesine sahip olmadığı gibi, depolanma imkânına da teknolojik olarak sahip değildi. Esasında, otomobil konusunda dünya bir yenilik yapmamakta olup, teknoloji ve çağın gerekleri uygun hale geldiği için, başa dönmektedir. Günümüzde, daha önceki bazı tartışmalı denemelerden sonra özellikle lityum iyon bataryaların düşük hacimde yüksek enerji depolama kapasitelerine ulaşması, uzun süre enerji kaybı olmaksızın depolama kolaylığı sağlaması, yenilenebilir enerjiden de sağlanacak alternatiflere dayalı çözümler aranması, otomotiv sanayinin elektrikli araçlar konusunda kararlar almasına yol açmıştır. Ayrıca, elektrikli araç konseptlerinin farklılıklar taşıyacak olması ve üretimin neredeyse onda bir parça ile yapılıyor olması nedeniyle daha kolay olmasından dolayı, uzun vadede dünyada karşılaşılabilecek otomobillerin yarısından fazlasının bugün bilmediğimiz yeni markaların üretecekleri elektrikli otomobiller olacağı da ifade edilmektedir.

1828 Yılı'nda, Macar Ányos Jedlik elektrik motoru ile hareket eden küçük bir model yapmıştır. Daha pratik ve kullanışlı elektrikli yol araçları Thomas Davenport ve İskoç Robert Davidson tarafından 1842 Yılı'nda gerçekleştirilmiştir. Her iki araştırmacı da yeni geliştirilmiş olan fakat şarj edilemeyen elektrik hücreleri veya bataryaları kullanmışlardır. Fransız Gaston Plante daha kapasiteli bataryalar geliştirmiştir (1865) ve Camille Faure batarya depolama kapasitesini artırmıştır (1881). 1897 Yılı'nda, ilk ticarî elektrikli araç uygulaması New York şehrinde gerçekleştirilmiştir. 1900'ler, elektrikli araçların ABD'ndeki en yüksek dönemidir. Diğer araçlara göre temiz ve sessiz, titreşimsiz olması, vites ve şanzıman sistemlerinin olmaması gibi özellikler tercih edilmelerine yol açmıştır.

Son on yıl içinde çevre dostu yeşil araçların geliştirilmesi konusunda değişik seçenekler tartışılmakta ve bu kavramlar çerçevesinde yeni prototipler oluşturulmaktadır. 2007 Yılı'nda prototipi tamamlanan bir spor otomobil ABD'nde oldukça ses getirmiştir.

Ancak içten yanmalı motorların ve petrolün egemenliği ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı konusundaki seçimlerimiz sadece otolar değil, pek çok doğa dostu teknolojinin tarihin sayfaları arasında yok olmasına neden olmaktadır. Ancak elektrik gibi yeterli depolanamayan bir enerji sorunu bilinmektedir. Tek bir şarj ile bu aracı 220 mil menzil ile ve saatte 210 km'ye varan bir hızla hareket etmeye yarayacak batarya teknolojisinin özelliği, kullanımı ve yaygınlığı arttıracaktır. Elektrikli otomobil üretiminde enerji depolama kilit noktalardan birini oluşturmaktadır. Klâsik enerji depolama sistemlerinin düşük performans, hızlı deşarj ve uzun şarj süresi gibi özellikleri, elektrikli araçların yaygınlaşmasını engellemiştir. Li-iyon teknolojili yeni ve hızlı şarj edilebilir hafif piller bu yeni araçların kalbi sayılır. Şüphesiz bu hareket kabiliyeti de günümüz otoları ile kıyaslandığında yetersiz olarak görülebilmektedir.

2.1 ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN DÜNYADAKİ KULLANIMI

Dünyada henüz araç sahipliği oranı çok geride olan coğrafyaların başında Çin, Hindistan ve Afrika gelmektedir. Çin, lityum madeni kaynaklarının büyük bir kısmına da sahip olmanın avantajıyla elektrikli araçların batarya ve araç kısmında paralel ve geniş yatırımlar yapmaktadır. Japonlar hem araç hem de batarya üretiminde öncü rollere sahiptir. Şili ve Afganistan ise lityum madenlerine sahip olan diğer ülkeler olup, Almanya ilk başta yavaş adım attıysa da, şu anda elektrikli otomobile eğilim hız kazanmaktadır.

Bu uygulamanın en yoğun olduğu yer Amerikanın Kaliforniya eyaletidir. Bu eyaletteki yoğun hava kirliliğini engellemek için egzost gazı emisyon sınırlamaları çok katıdır ve bu değerlere ulaşabilmek için alternatif yakıtlı araçlar kullanılmaktadır. Örnek olarak, etanolla çalışan arabalar verilebilir. Alternatif yakıtlı araçlarla egzost gazı emisyonları belirli değerlerin altında tutulmaya çalışılmaktadır. Elektrikli araçlar, konvansiyonel araçlara kıyasla yüzde 50'lerden yüzde 90'lara kadar yakıt tasarrufu sağladıkları için, bugün dünyada dağıtım filolarında, kargo işlerinde ve kamu kuruluşlarında kullanılmaktadır. Dünyaca ünlü bir içecek markası, A.B.D.'nde elektrikli tırlar vasıtasıyla dağıtım yapmaktadır. İngiltere'de marketler elektrikli dağıtım filolarına

sahiptir. Fransa'da yerel yönetimlerin çöp toplama işlerinde elektrikli kamyonet ve kamyonlar kullanılmaktadır.

Yurt dışındaki kullanım, farklılık göstermektedir. 2011 Yılı sonunda 2000'lere ulaşmayan elektrikli otomobil sayısı Hollanda'da şu anda 5.000'i geçmiş durumdadır. A.B.D.'nde Federal Hükümet ve bazı eyalet yönetimlerinin büyük destekleriyle elektrikli otomobil satışları katlanarak devam etmektedir. Yer yer beklentilerin altında kalsa da, bir yandan araç modellerinin ve üreticilerin artışı, bir yandan şarj istasyonlarının yaygınlaşması, teşvik edici ekonomik yaklaşımların geliştirilmesi hızlanmaktadır. Avrupa Birliği'nde 10 yıl içinde ortalamada yüzde 10'luk bir elektrikli araç kullanımına ulaşmak, genel bir öngörü halini almıştır. Japonya, 2030'dan sonra konvansiyonel araç üretmeyeceğini açıklamıştır. Bu demektir ki, 20 yılda yüzde 50'leri, 30. yılda yüzde 100'lere ulaşılabilceğini söylemek, gerçeklerden uzak bir yaklaşım olmayacaktır.

2.1.1 Dünyadaki Elektrikli Araç Pazar Bilgileri

2012 Ekim itibariyle, piyasada bulunan karayolu ehliyetli modellerin seri üretimi sınırlıdır. Dünyada elektrikli araçların çoğu düşük hızlı, düşük menzilli yakın çevre elektrikli araçlardır veya elektrikli dört tekerlekli bisikletlerdir. Pike araştırma tüm dünyada 2011'de yaklaşık 479.000 yakın çevre elektrikli aracın olduğunu tahmin ediyor. İki büyük yakın çevre marketi 2011'de ABD'de 14.737 adet elektrikli araç, Fransa'da ise 2.231 adet elektrikli araç satılmıştır.

Dünyanın en çok satan karayolu ehliyetli elektrikli arabası Japon marka bir aracın bir modelidir. 2010 Aralıktan itibaren iki yıl boyunca 46,000 adet küresel satış yapmıştır^[1]. Japonya ve ABD karayolu ruhsatlı elektrikli araba pazarları dünyanın en büyük pazarlarıdır, Batı Avrupa ve Çin bu ikiliyi takip etmektedir. Japonya'da 27,000 civarı elektrikli araç satıldı. ABD'de elektrikli araç satışları Ekim 2012 itibariyle 16.484 adet satan bir otomobil firması tarafından önde götürülmektedir. Çin'de toplam 2011 boyunca 5.579 adet elektrikli araç satıldı^{[2][3]}, bu araçlara yolcu taşıma ve ticari araçlarda dahil olmakta olup ve 2012'nin ilk çeyreğinde 3.444 adet satıldı.

Batı Avrupa ülkelerindeki toplam elektrikli araba satışları 2011 süresince 11.563 adettir, bölgedeki bütün yeni araba satışlarının payı yüzde 0.09'luk bir pazardır. En çok satış yapılan ülkeler Fransa (2.630), Norveç (2.240), Almanya (2.154) ve İngiltere (1.082). 2012'nin ilk on ayı süresince Batı Avrupa'da 20,588 prizli elektrikli araba satılmıştır, bütün araba satışları arasında yüzde 0.21'lik bir pazar payına sahiptir.^{[4][5][6][7]} Fransa (5,102), Norveç (3,837), Almanya (3,181) ve Hollanda (3,158) satışlarda önde olan ülkelerdir.^{[8][9]}

2012 itibariyle, Norveç 8.615 kayıtlı elektrikli arabaya sahiptir, Avrupa'daki en büyük karayolu ehliyetli elektrikli araba filosuna ve dünyada kişi başına en fazla elektrikli araba oranı yine Norveç ülkelerine aittir. Oslo dünyanın elektrikli araçlar başkenti olarak bilinmektedir^{[10][11][12]}. 2011'de toplam 2.240 araba satılmıştır, 2010'daki satışlardan 722 adet fazla satış yapılmıştır. 2012'nin ilk dokuz ayı boyunca, 100'den az sayıda prizli hibritler içeren toplamda 3.117 prizli elektrikli araç satılmıştır^[13]. 2011 Eylül'ünden itibaren toplamda 2.118 adet elektrikli araç satışı yapılmıştır. 2012'nin ilk yarısı boyunca, elektrikli araba satışları ülkedeki yeni araba satışları arasında yüzde 2.59'luk bir paya sahipti, 2012 Eylül ayı boyunca yapılan araba satışlarında yüzde 5.2'lik bir pay ile öncülük etmiştir.^{[14][15]}

Ocak 2010'dan beri 2012 Eylül'e kadar Fransa'da karayolu ehliyetli 7.153 araba kayıt oldu.^{[16][17]} 2011 boyunca 2.630 adet satış olan Fransa'da bir önceki yıla göre 184 araba daha fazla satılmıştır, 2012 Eylül'e kadar 4.339 adet satış olup. Fransa'da toplam 4.339 adet elektrikli araba kaydı yapılmıştır. Elektrikli dört tekerlikli araçlar ve hizmet araçları dikkate alındığında, 2012 boyunca 7.000'den fazla elektrikli araç kaydı olmuştur.

Almanya'da Ocak 2010'dan Eylül 2012'ye kadar toplam 6.564 elektrikli araba satışı yapıldığı bilinmektedir.^{[18][19]} 2011 boyunca, ülkede 2.154 elektrikli araba kaydedilmiştir, 2012'nin ilk dokuz ayında Almanya'da toplamda 2.023 adet elektrikli araç kaydı yapılmıştır. Bu rakamlar Almanya'yı Avrupa marketinde en çok satış yapılan ülke yapmıştır.^[20]

2012 Eylül itibariyle Hollanda'da 4000'den fazla elektrik tahrikli araba kaydı yapılmıştır.^[21] Kayıtlı elektrikli araç sayısı 2009'da 68 ^[22], 2010'da 395, ve 2011'de 1182 adetti.^[23] 2012'nin ilk yarısı süresince ülkede 1.878 elektrik tahrikli araba satılmıştır. Bu durum, piyasada bu süre zarfında satılan yeni arabaların yüzde 0.57'sine denk gelmektedir, bu oranlar Avrupa elektrikli araç piyasasında Fransa ve Almanya'dan sonra Hollanda'yı üçüncü ülke konumuna getirmiştir.^[24]

2012 Eylül'üne doğru İngiltere'de 3.300'den fazla elektrikli araç kayıt edilmiş olup, 2006'dan 2010 Aralık'a kadar 1.096 elektrikli araba kayıt edildi,^[25] ve 2011 süresince 1.082 adet satılmıştır..^[26] 2012'nin ilk dokuz ayı boyunca, 749 tam elektrikli araba İngiltere'de kayıt edilmiştir.

Ayrıca mevcut içten yanmalı motorlu modellerin prizli dönüştürmesine ilişkin ve çeşitli üretim öncesi saha çalışmaları ve tanıtım programları devam etmektedir.

2.2 ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN TÜRKİYEDEKİ KULLANIMI

Bugün, bütün küresel otomotiv şirketlerinin elektrik motorlu araçlar veya elektrik motoru içeren hibrit araçlar konusunda üretimleri veya çalışmaları mevcuttur. Kyoto Protokolü'nü imzalamış ülkelerin karbon salımı konusunda atması gereken adımlar, başlatması gereken çalışmalar ve yapması gereken yatırımlar nedeniyle de ülkeler elektrik motoru içeren araçlar konusunda farklı teşvik ve vergi indirimi imkânları tanımaktadır. Küresel ölçekte elektrik motoru içeren otomobil konusunda seri üretim çağının henüz başında olduğumuz bu dönemde, Türkiye'de de Hükümet konuya olumlu ve duyarlı bir yaklaşım sergilemektedir. Elektrik motorlu araçlarda ÖTV yüzde 3 düzeyine indirilmiştir. Hibrit araçlarla ilgili olarak da sektörün talebi, değerlendirme altındadır. Ev tipi veya bireysel kullanım amaçlı şarj istasyonları yatırımı yapan araç sahiplerinin enerji tasarrufu, benzine oranla yüzde 90'lara ulaşmaktadır.

2.2.1 Türkiye’de Elektrikli Araçlara Kamu Yönetiminin Bakış Açısı

Kamu yönetiminin elektrikli araçlarla ilintili olarak T.C Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından 2012 yılında hazırlanan Strateji Belgesi ve Eylem Planı’nda (2011 – 2014) belirttiği 17 temel hedefler aşağıda sıralanmaktadır:

1. Araç konsept ve tasarım aşamasından başlayan uzun vâdeli işbirlikleri ile ana ve yan sanayi arasındaki ilişkilerin ve buna yönelik destek mekanizmalarının tedarik zincirini de kapsayacak şekilde geliştirilmesi yönünde çalışmalar yapılacaktır.
2. Türkiye’nin “İklim Değişikliği” kapsamındaki ulusal vizyonu doğrultusunda, alternatif yakıt kullanımının yaygınlaştırılması sağlamak amacıyla elektrikli araçlarda kullanılan batarya ve alternatif yakıt kullanan araçların ana parçalarının üretimi desteklenecektir.
3. Tedarik zincirindeki işletmeler arasında işbirlikleri ile daha fazla katma değer üretimine yönelik yerlilik oranını arttırıcı (kümelenme gibi) faaliyetler desteklenecektir.
4. Otomotiv sanayiinin dış pazarlara açılımı dinamik bir biçimde desteklenecektir.
5. Çevre dostu araçların kullanımının yaygınlaştırılması için toplumda farkındalık seviyesinin arttırılmasına yönelik çalışmalar yapılacaktır.
6. Çevreye duyarlı araçların kullanımı özendirilecektir.
7. Kamu araç filoları oluşturulurken çevre dostu araçların tercih edilmesi sağlanacaktır.
8. Düşük CO2 emisyonu olan çevre dostu araçların (elektrikli, hibrit ve emisyon seviyesi düşük diğer araçlar) kullanımını teşvik eden bir vergilendirme sistemi için çalışma yapılacaktır.
9. Çevreye duyarlı elektrikli ve CNG’li (Compressed Natural Gas) araçların kullanımının yaygınlaşması için gerekli altyapı çalışmaları yürütülecektir.

Bunların yanı sıra 1995-2009 yılları arasında otomotiv sektörüne TÜBİTAK tarafından sağlanan hibe desteği Tablo 2.1 de gösterilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere hem ana hem de yan sanayinin projelerinin yarsından fazlası kamu desteği almaktadır.

Tablo 2.1- 1995-2009 Yılları arası Otomotiv Sektörüne Sağlanan Hibe Destekleri*1995–2009 Yılları Arasında Otomotiv Sektörüne Sağlanan Hibe Destekleri*

	Ana Sanayi	Yan Sanayi	Otomotiv Sanayi Toplam	Genel Toplam İçindeki Payı (%)
Önerilen Proje Sayısı	190	613	803	8
Desteklenen Proje Sayısı	167	425	592	10
Desteklenen Projelerin Bütçesi Milyon TL*	1.557,70	518,4	2.076,10	22
Sunulan Harcama Tutarı Milyon TL*	749,74	690,46	1.440,20	32
Destek Kapsamına Alınan Harcama Tutarı Milyon TL*	561,75	300,93	862,68	29
Verilen Destek Tutarı Milyon TL*	310,91	169,66	480,57	30
Destek Oranı (%)	55	56	56	

Kaynak: Eylem Planı (2011), * 2008 sabit fiyatlarıyla

Bilgi sağlayıcılar (üniversiteler, araştırma enstitüleri, vb.) sadece araştırma projelerinde önemli aktörler değil; aynı zamanda elektrikli araçlar konusunda açığa çıkacak yetişmiş insan kaynağını da sağlayacak en önemli aktörlerdir. Türkiye’de, TÜBİTAK-ÜSAMP çerçevesinde 2003 Yılı’nda kurulan Otomotiv Teknoloji AR-GE Merkezi (OTAM); OTAM A.i.’nin yürütücülüğünü yapmakta olduğu ve TÜBİTAK tarafından desteklenmekte olan Otomotiv Teknoloji Platformu bu aktörlerden sayılabilir

3. ELEKTRİKLİ ARAÇ SİSTEMLERİ

Bir elektrikli otomobilin tahrik sistemi temel olarak elektrik enerjisi kaynağı, elektrik motoru ve kontrol sisteminden oluşmaktadır. Elektrikli otomobiller, atık gazlar oluşturmamaları ve motor yağı kullanmaması sonucu çevre dostu olmalarının yanında bir mekanik vites kutusuna ihtiyaç duymamaları, frenleme esnasında enerjiyi geri kazanabilmeleri, sessiz çalışmaları gibi özellikleri ile klasik içten yanmalı motorlara sahip otomobillere karşı önemli avantajlar sağlamaktadırlar. Ancak kullanılan akümülatörlerin ağır, hantal, kapasitelerinin sınırlı ve dolun sürelerinin oldukça uzun olması, aynı şekilde elektrik motorlarının da güç/ağırlık ve güç/hacim oranlarının kötü olmasından dolayı bu gün için benzinli otomobillerin yerini tam olarak alamamaktadır.

Alternatif yaklaşımlar arasında özellikle elektrikli araç sistemleri, içten yanmalı motorlu sistemlerin yerine kullanılabilir, gelecek vaat eden sistemlerdendir. Termik motorlu araçlar oluşturdukları emisyon salınımları nedeni ile metropollerde insan yaşamının kalitesi için olumsuzluklar meydana getirmektedir. Özellikle bu açıdan elektrikli araç sistemleri, sessiz olması, emisyon üretmemesi ve yakıt ekonomisi sağlaması gibi avantajları sayesinde bahsi geçen sorunlara çözüm getirebilecek potansiyele sahiptir. Yoğun trafiğin yaşandığı metropollerde, yakıt ekonomisi, emisyon salımı ve gürültü azaltma bakımından yararlı görülen elektrikli araç kullanımının yaygınlaşması, yenilikçi bir davranış ve yaşam şeklidir ve çevre kalitemizin iyileşmesi olarak algılanması daha da önemlidir.

Elektrikli Otomobillerin İçten Yanmalı Motorla Çalışan Otomobillere Göre Üstün Yanları:

1. Elektrik motorunun yüksek torku sayesinde araç hızlanmasını daha kısa sürede tamamlar.
2. Daha sessiz çalışır.
3. Birçok tasarım kısıtlamasının önüne geçilmiş olur.
4. Frenlemeyle, yokuş aşağı inmeyle, düz yolda ile frenlemede şarj olabileme.

5. Aracın çeşitli noktalarına yerleştirilecek güneş panelleri ile şarj edebilme.
 6. Vites kutusu, egzoz sistemi, motor bloğu, soğutma, yağlama gibi kısımlara ihtiyaç duyulmaması.
 7. Periyodik bakım giderlerinin düşük olması.
 8. Sıfır CO salınım değeri.
 9. Birçok ülkenin KDV ve MTV gibi vergilerini düşük tutması, bu araçların satışını desteklemesi.
 10. Motorunun daha ucuz olması, uzun ömürlü olması, kolay değiştirilebilmesi ve ucuz olması.
 11. Daha az mekanik aksama ihtiyacı duyulması.
 12. Yüksek verimle çalışması.
 13. Var olan aracı yeni teknolojilere sonradan adapte edebilme.
 14. İçten yanmalı motora adapte edilebilmesi (hibrid).
 15. Petrol türevi yakıtların rezervleri kısıtlı iken; elektrik, güneş sistemi var oldukça varlığını koruyacak olması.
- şeklinde sıralanabilir.

Elektrikli Otomobillerin İçten Yanmalı Motorla Çalışan Otomobillere Göre Olumsuz Yanları:

1. Pillerin yüksek ağırlığı.
 2. Suya ve neme karşı etkili koruma ve yalıtım yapma zorunluluğu .
 3. Şarj edilebilecek noktaların az olması nedeniyle uzun yol kullanımına uygun olmaması.
 4. Menzilin şimdilik düşük olması.
 5. Pillerin performansının sıcak ve soğuk iklim şartlarından etkilenmesi.
 6. Pillerin yüksek maliyeti.
 7. Pillerin kısa ömürlü olması.
- şeklindedir.

Şekil 3.1- İçten Yanmalı Motor (İYM) ve Elektrikli Araç Karşılaştırması

	İYM'lu ARAÇ	YAKIT PİLLİ ARAÇ	
Çevreye karşı Duyarlı	Hayır	Evet	Yakıt pilinde yakıt olarak hidrojen yakıldığından emisyon olarak sadece su açığa çıkar.
Yüksek Performans	Evet	Evet	Yakıt Pili Araçların performansları İYM'lu araçların performanslarına göre çok daha yüksektir. Örneğin İYM'lu Ford Focus'un gücü 110 BG iken, yakıt pilli Ford aracı 85 kW Ballard Mark 902 yakıt piline sahiptir ve bu aracın gücü 117 BG kadardır.
Düşük Bakım Maliyeti	Hayır	Evet	Yakıt pilli araçların çok az hareketli elemanı olduğundan konvansiyonel araçlar gibi yağ değiştime ve bunun gibi diğer bakım gereksinimleri yoktur.
Düşük Gürültü	Hayır	Evet	Yakıt pilli araçların tüm gürültüsü hava kompresörü veya fanlardan kaynaklanmaktadır.
Yüksek Verim	Hayır	Evet	Yakıt pillerinin verimi karnot çevrimiyle sınırlandırılmamıştır. Yakıt pilli araçlarda mekanik sürtünmelerden dolayı oluşan kayıplar İYM'lar kadar fazla değildir.
Yüksek Ağırlık	Hayır	Evet	Mevcut teknoloji ile yakıt pili ve diğer donanımları araç ağırlığına olumsuz yönde etki edecek durumdadır.
Yüksek Maliyet	Hayır	Evet	Kullanılan pahalı katalizörler yakıt pili birim maliyetlerini oldukça yükseltmektedir.

Kaynak: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi 2003

Şekil 3.1 de bahsedildiği üzere, ivmelenme kabiliyeti, yani ani hız kazanabilmesi, hatta iniş yollarında vasıtayı tahrik eden motorun jeneratör olarak çalışarak enerji kaynağını beslemesi, elektrikli vasıtaların diğer faydalarındandır. Bunlara rağmen motoru besleyen akümülatörlerin hacim ve ağırlık olarak çok büyük olması akümülatör ömrünün az, fiyatının fazla olması ve bu vasıtanın fazla sürat yapamaması, mahzurlarıdır. Saatte 80 km hızla giden bir elektrikli vasıtanın menzili 110 km olmakta ve motoru besleyen bataryanın dolması için bir gece gerekmektedir. Kalkıştaki ani hareketler, elektronik kontrol sistemleriyle yumuşak hale getirilse de elektrikli vasıtalar programlı işler için uygun olup, ani isteklere cevap verebilmesi bakımından pek elverişli değildir. Fakat enerji kaybının önlenmesi bakımından diğer vasıtalara göre çok üstündür.

Günümüzde havai hatlarla beslenen doğru veya alternatif akımla çalışan elektrikli trenler, otobüsler mevcuttur. Hatsız elektrikli otomobil, kamyon, otobüs için çalışmalar devam etmektedir. Hatta 60 km/saat'a yakın hızla çalışabilen 50 kişilik otobüsler yapılmıştır. Elektrikli otomobillerde hız 60 km/saat, menzil 150 kilometreyi geçmiş durumdadır.

Akümülatörün pahalı olması, hızın düşük olması, dolma zamanının hayli yüksek olması gibi problemleri ortadan kaldırmak için dizel elektrikli vasıtalar yapma yoluna gidilmiştir.

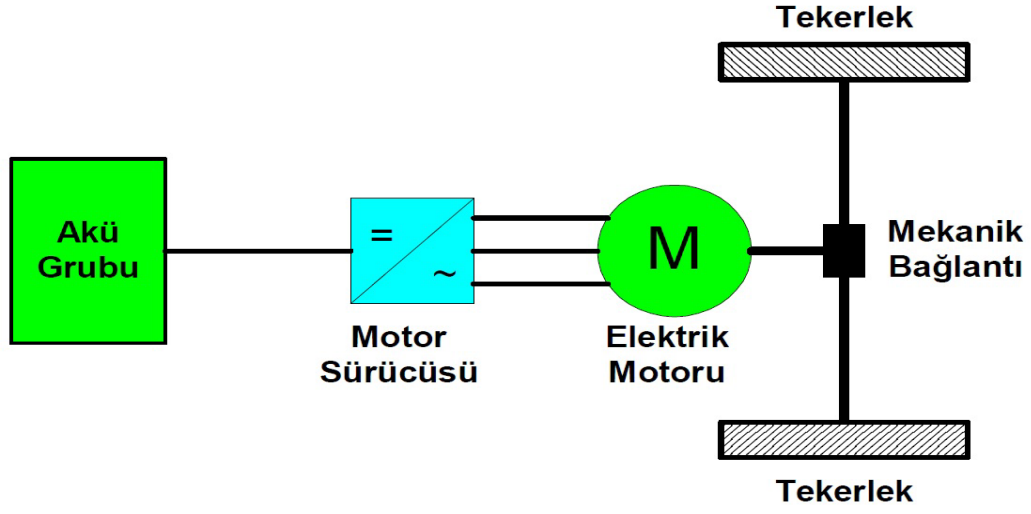
Elektrikli araçlarda, araç içerisine yerleştirilmiş enerji üretim, dağıtım ve tahrik sistem elemanları birlikte çalışmaktadır. Sistem içerisindeki elemanların birbirlerine bağlanma şekilleri, enerji akışındaki tercihleri ve farklılıklarına göre tahrik sistemleri tanımlanmıştır.

3.1 TAM ELEKTRİKLİ ARAÇLAR

Tümü-Elektrikli Araçlar (tümü-EA), depolanan ya da üretilen tüm itici gücü elektrik olarak kullanmaktadır. Bu tip araçlarda ana güç kaynağına ek olarak yardımcı güç kaynakları da bulunmaktadır. Daha önce de bahsedildiği gibi elektrik motorunun dönmesi için gerekli olan elektrikselsel enerji bataryalardan elde edilmektedir. Bunun yanında tümü-EA'larda ana bataryaya ilave yardımcı güç kaynağı olarak ikinci bir batarya veya süperkapasitör kullanılabilir. Bu yardımcı güç kaynakları pik çalışma şartları altında örneğin bir yokuşu tırmanırken veya ivmelenirken kısa periyotlar için yüksek güç sağlayabilmektedir.

Yüksek enerji yoğunluğu uzun sürüş menzili, yüksek güç yoğunluğu ise ivmelenme ya da yokuş tırmanma ihtiyacını karşılayan dizayn parametreleridir. Bu durumun etkisi öncelikle yüksek enerji, düşük güç yoğunluğuna sahip batarya tipleri için önemlidir. Örneğin alüminyum-hava bataryalar 220 Wh/kg gibi yüksek enerji yoğunluğunun yanında, 30 W/kg gibi düşük güç yoğunluğuna sahiptirler. İyi bir ivmelenme veya tırmanma performansı için yüksek güç yoğunluğuna ihtiyaç duyulması durumunda yüksek güç yoğunluğuna sahip yardımcı güç kaynağına gereksinim duyulmaktadır. Şekil 3.1 de tümü-EA akış şeması görülmektedir.

Şekil 3.1-Elektrikli araç modellemesi



Elektrikli Araç

Kaynak: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi 2003

Yüksek bir ivmelenme için son yıllarda prototip tümü-EA'larda yardımcı güç kaynağı olarak süperkapasitörler de kullanılmaktadır. Mevcut süperkapasitörlerin enerji yoğunluğu yaklaşık 15 Wh/kg civarında olmasına rağmen güç yoğunluğu 1 kW/kg dır. Yürütülen çalışmalarda önümüzdeki yıllarda bu değerın 4 kW/kg değerine yükseltilmesi hedeflenmektedir.

Tümü-EA'ların şarj edilebilir bataryalarında depolanmış bulunan elektrik enerjisi motor kontrolörüne güç sağlamaktadır. Motor kontrolörü gaz pedalının pozisyonuna bağlı olarak elektrik motoruna gidecek gücün miktarını ayarlamaktadır.

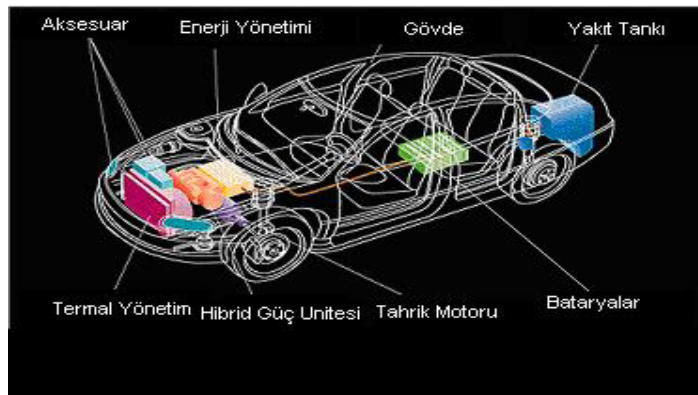
Tümü-EA'lar konvansiyonel araçlara göre daha verimlidir. Bir bataryalı elektrikli araç yaklaşık yüzde 46 verimle çalışmasına karşın, konvansiyonel araçlar yüzde18-25 arasında çalışmaktadırlar. Bir başka deyişle elektrikli araç bataryalarının şarjı için prizden çekilen enerjinin yüzde 46'sı tekerleklerde kullanılabilir işe dönüştürülmektedir. Bunun tersi, konvansiyonel araçlarda yakıt tankında bulunan sıvı yakıtın yüzde 18-25 kadarı tahrik tekerlerinde işe dönüştürülebilmektedir. Ancak bu durumda elektriğin santrallerde üretilmesi sırasında oluşan kayıpla dikkate alınmalıdır.

3.2 HİBRİD ELEKTRİKLİ ARAÇLAR

Daha önceden de bahsedildiği gibi Hibrid Elektrikli Araçlar (HEA) birden fazla güç sistemine sahip araçlar olarak ifade edilebilmektedir. Hibrid elektrikli araç, enerjinin iki ya da daha fazla enerji deposundan sağlandığı ve bu enerji depolarından en az bir tanesinin elektrik enerjisi verdiği bir araç olarak ifade edilmiştir. (Uluslararası Elektroteknik Komisyonunun Teknik Komitesi). Bu genel ifadeye bağlı olarak, batarya-yakıt pili, batarya-kapasitör ya da batarya - batarya gibi bir çok çeşit hibrid elektrikli araç versiyonları vardır. Bununla beraber yukarıdaki ifade geniş çevrelerce tam olarak kabul görmemiştir. Bir diğer tanımlamada ise hibrid elektrikli araç daha çok hem içten yanmalı motorin (İYM)'unun hem de elektrikli motorun kullanıldığı araç olarak kabul edilmektedir.

Bir hibrid elektrikli araç enerji dönüşüm sistemi, enerji depolama sistemi, güç ünitesi ve taşıtı itici sistemden oluşmaktadır. Enerji depolama için başlıca seçenekler bataryalar, süperkapasitörler ve volanlardır. Bataryalar kullanılan en yaygın enerji depolama sistemi olmasına rağmen, diğer enerji depolama alanlarında da araştırmalar devam etmektedir. Hibrid güç ünitesi olarak da otto motorlar, dizel motorlar, gaz türbinleri ve yakıt pilleri kullanılmaktadır. İtici kuvvet ise seri hibrid sisteminde olduğu gibi elektrik motorundan, ya da paralel hibrid de olduğu gibi elektrik motoruna ek olarak İYM'undan sağlanabilmektedir. Çünkü paralel hibrid sistemde içten yanmalı motor (İYM) itici gücü mekaniksel olarak tekerlere vermektedir.

Şekil 3.2- Hibrid sistem şeması



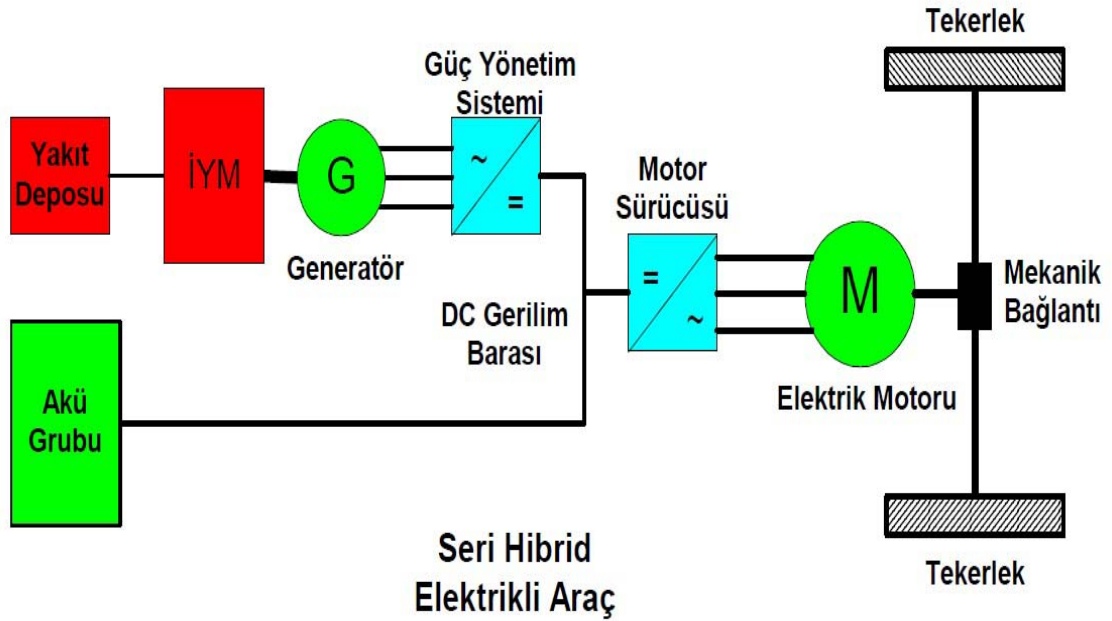
Kaynak: Hızal G., Aras M. 2010.

Hibrid elektrikli aracın alt elemanları şekilde görüldüğü üzere İYM, transmisyon, elektrik motoru, güç elektroniği, yakıt tankı, bataryalar belirtilmiştir.

3.2.1 Seri Tahrik Sistemi (Seri Hibrid)

Bir seri HEA'da tekerleklere iletilen tahrik gücü elektrik motorundan sağlanmaktadır. Burada elektrik motoru, tahrik amacıyla elektrikselsel gücü mekanik güce dönüştürmektedir. Motor için gerekli elektrikselsel, güç elektrik enerjisini depolama aygıtlarından ya da hibrid güç ünitesinden sağlanmaktadır. Hibrid güç ünitesi İYM ve generatörden oluşmaktadır.

Şekil 3.3- Seri hibrid elektrikli araç modellemesi



Kaynak: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi 2003

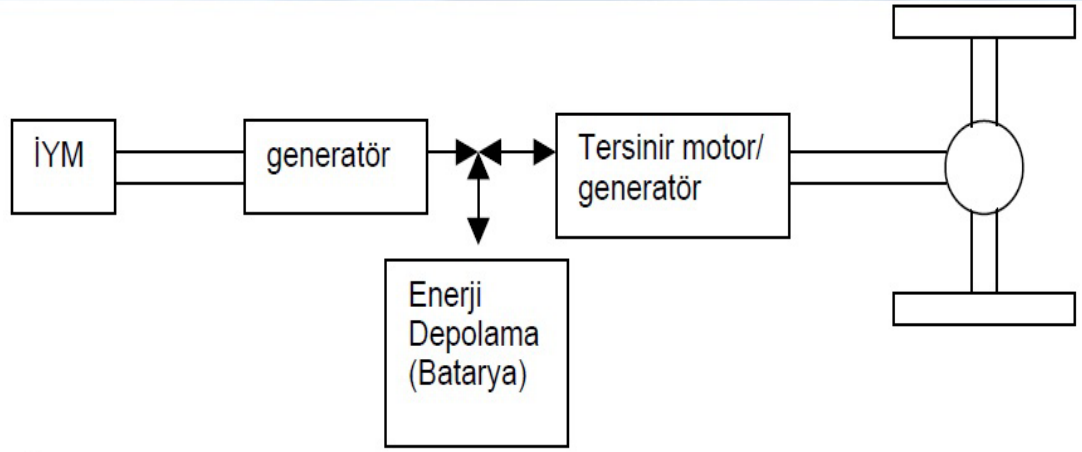
İYM+generatör grubu yakıtın kimyasal enerjisini önce mekanik sonrasında elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Üretilen elektrik gücü bataryadan gelen güçle beraber elektronik kontrolörde birleşir. Bu kontrolör daha sonra sürücünün komutlarını tekerlek hızı ve ana tahrik motorundan elde edilen tork ile karşılaştırır ve her enerji kaynağından ne kadar güç kullanacağını sürücünün isteğine göre belirler. Kontrolör aynı zamanda

güç elektroniğini İYM-generatörü sürücü fren yapmak istediğinde rejeneratif mod için açar kapatır ve gücü bataryaları şarj edecek şekilde yönlendirir. Böylelikle generatörde üretilmiş olan elektrik enerjisi aynı zamanda bataryaları şarj etmek için de kullanılmış olur. Araç çalışırken bataryalar hem İYM-generatör grubu tarafından hem de rejeneratif frenleme ile şarj edilmektedir. Aynı zamanda şarj cihazları ile özellikle geceleri yaklaşık 5-8 saat içinde şarj edilir.

Kontrolör, İYM+generatör grubunu kullanarak bataryaları belirlenen döngülere göre belli limitler oranında şarjlı tutar. Batarya şarj oranı bu limitin altına düşerse, İYM çalışmaya başlar. Benzer şekilde batarya şarjı üst limiti aşarsa, İYM durur. Bununla birlikte bazı seri araçlarda, motora sağlanan elektriksel güç hem bataryalardan hem de İYM/generatör grubundan sağlanmaktadır. Tekerleklerle sadece elektrik motorları bağlı olduğu için, İYM yakıt tüketimini azaltacak şekilde optimum performansta çalışmaktadır.

Seri hibrid sistem, yakıt pilli araca en yakın elektrikli araç konfigürasyonudur. Araç bu sayede sadece bataryalarını kullanarak hareket edebilmektedir. Ayrıca elektrik motorunun kendisi tekerlekleri tahrik edebilmektedir. Burada kavrama ya da çok kademeli transmisyona gerek yoktur. Özellikle elektrik motorunun düşük devirlerde torku yüksek olduğu için düşük devirlerde vites redüksiyonuna gerek kalmamaktadır. Aynı zamanda İYM tekerleklerle bağlı olmadığı için optimum verimde çalışabilmektedir. Böylelikle konvansiyonel olmayan motor tipleri de kullanılabilir. örnek olarak gaz türbinleri, Atkinson ya da Stirling motorları verilebilir. Seri tahrik sisteminin bir dezavantajı paralel tahrikte olmayan elektrik enerjisi üretmek amacıyla kullanılan generatördür. Generatör taşıt ağırlığını arttırmakta ve sisteme ek maliyet getirmektedir. Ayrıca toplam sistem verimi enerji dönüşüm basamaklarının daha fazla olmasından dolayı paralel sisteme göre düşüktür.

Şekil 3.4- Seri Hibrid Sistem Modellemesi

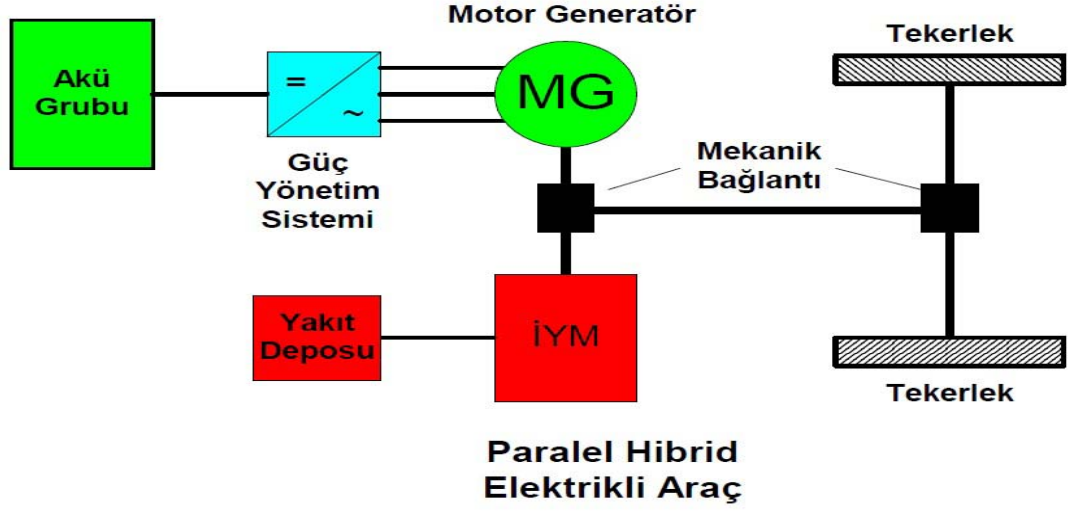


Kaynak: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi 2003

3.2.2 Paralel Tahrik Sistemi (Paralel Hibrid)

Paralel hibrid elektrikli araçta, İYM ve elektrik motorunun aynı mil üzerinde tekerleklere doğrudan mekanik bağlantı ile tahrik vermektedir. Paralel tahrik sistemleri mekanik olarak seri hibrid sistemlere göre daha karmaşıktır. Örneğin İYM'nin tekerleklere tahrik verebilmesi için bir transmisyona ihtiyaç vardır. Tüm bu elemanların birlikte düzgün bir şekilde çalışabilmesi için kontrolör seri hibride göre ilave özelliklere ihtiyaç duymaktadır. Paralel tahrikli taşıtlarda konvansiyonel taşıtlara göre daha küçük İYM kullanılır. Toplam güç ihtiyacı, çalışma verimine bağlı olarak kontrolör hangi kaynaktan ne kadar güç çekeceğini belirler. Kontrolör; yakıt ekonomisi, performans, emisyon ve menzil için optimize edilmiştir. Şekil 3.5 de paralel hibrid elektrikli araca ait akış şeması görülmektedir.

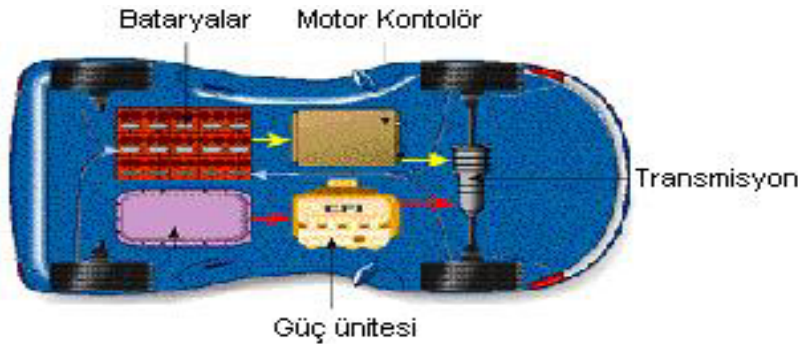
Şekil 3.5- Paralel Hibrid Elektrikli Araç Modellemesi



Kaynak: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi 2003

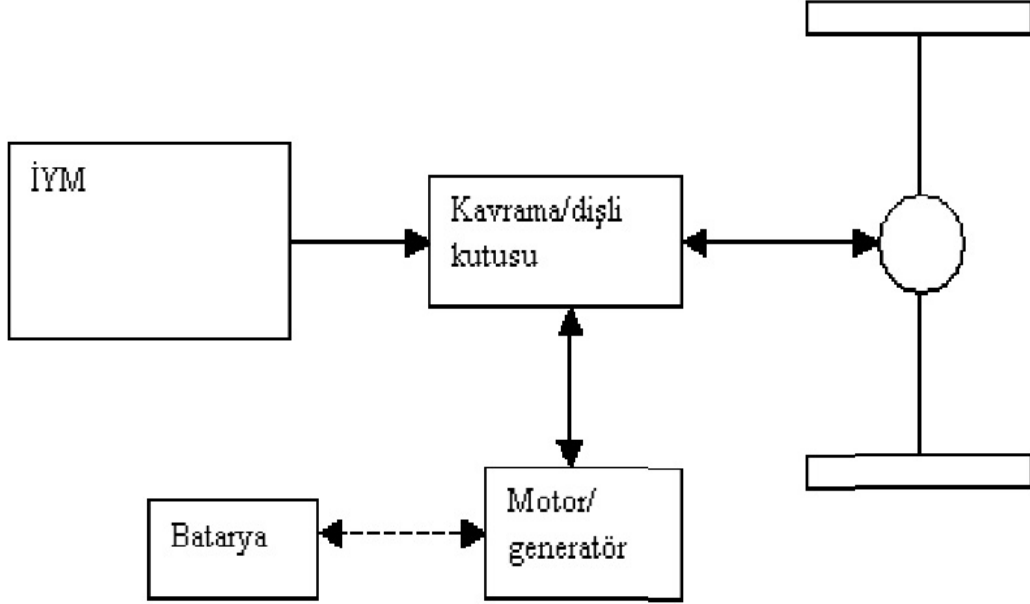
Seri hibrid sistemde olduğu gibi paralel hibrid sistemde de rejeneratif frenleme ile bataryalar şarj edilebilmektedir. Paralel hibrid sistem, seri sisteme göre daha küçük kapasiteli bataryalar kullanıldığı için şarj çoğunlukla rejeneratif frenleme sırasında yapılır. Buna ek olarak sürüş esnasında da elektrik motoru generatör gibi davranarak bataryaları şarj edebilmektedir. Daha küçük elektrik motoru ve bataryaların kullanılması paralel hibrid sistemin fiyatını seri hibrid sisteme göre daha düşük kılmaktadır. Burada içten yanmalı motor direkt olarak tekerleklere bağlı olduğu için seri hibrid sisteme göre toplam enerji dönüşüm verimi daha yüksektir. Ayrıca hem İYM hem de elektrik motoru aynı anda güç sağladığı için taşıtın gücü daha fazladır.

Şekil 3.6- Paralel Hibrid Sistemin Yerleşimi



Kaynak: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi 2003

Şekil 3.7- Paralel Hibrid Sistem Akışı



Kaynak: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi 2003

3.2.3 Seri / Paralel Tahrik Sistemi (Seri/Paralel Hibrid)

Bu seri/paralel tasarım paralel sisteme benzemektedir. Burada İYM direkt olarak tekerleklere bağlıdır. Tasarımın özelliği İYM'nin transmisyon ile bağlı olmayıp seri tahrik sisteminde olduğu gibi generatör ile bağlı olmasıdır. Sonuçta İYM optimum verimde çalışabilmektedir. Düşük hızlarda araç seri hibrid sistemde olduğu gibi çalışmaktadır. Yüksek hızlarda ise İYM devreye girerek tekerleklere güç verir ve seri tahrikteki gereksiz enerji dönüşümleri ile kaybedilen enerji en düşük seviyeye indirilir. Burada amaç hem paralel hem de seri sistemin avantajlarını kullanarak İYM'nin en verimli noktada çalışmasını sağlamaktır

3.2.4 Yakıt Pili Elektrikli Araçlar

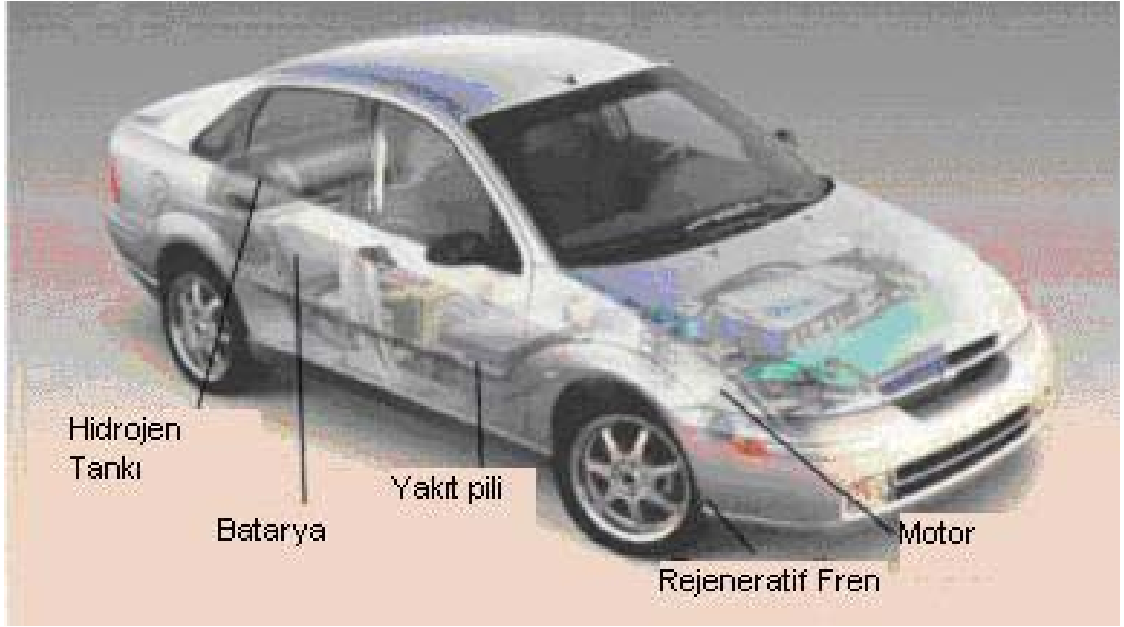
Bir yakıt pili EA; yakıt depolama sistemi, yakıt pili-kontrol ünitesi, güç işlemci ünitesi-kontrolü ve tahrik sisteminden (elektrik motorları, vb) oluşmaktadır. Yakıt depolama sisteminde depolanan hidrojen direkt olarak veya fosil kökenli yakıtların, yakıt işleme prosesine tabi tutulması ile elde edilen hidrojen yakıt piline beslenir. Bir yakıt pil biriminin çıkış gerilim değeri 0,7 Volt mertebesindedir. Bu nedenle birkaç yakıt pil birimi seri olarak bağlanarak çıkış gerilimi arttırılır. Yakıt pili bir aracın resmi Şekil 25’de gösterilmiştir. Yakıt pili ve elektrik motoru arasındaki güç elektroniği devresi, gerilim değerinin yükseltilmesi amacı ile için DC motorlarda DC/DC çeviricisine, AC motoru için DC/AC eviricisine, kontrol için mikroişlemci/dijital sinyal işlemcisin, aşırı yükleme şartları ve rejeneratif frenleme için batarya depolama sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Yakıt pili elektrikli bir araçta batarya yerine süperkapasitörler de kullanılmaktadır. Fakat mevcut teknoloji daha süperkapasitörlerin bataryaların yerini alabilmesi için maliyet ve güvenilirlik açısından geliştirilmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Yakıt pilinin performansı gerilim ve akım çıkış karakteristikleri nedeniyle yük değişimlerine karşı duyarlıdır. Yakıt pilinin kontrol ünitesi, gerilim ve akım bilgilerini düzenleyerek istenilen güce göre yakıt piline girecek hidrojenin miktarını ayarlar.

Proton elektrolit membranlı yakıt pilleri (PEMYP) uygulamalarında yakıt saf hidrojendir. Bu durumda, hidrojen sıvı fazda basınçlandırılmış şekilde tankta veya metal hidrürlerle üzerine depo edilir. Hidrojeni depo etmenin en kolay ve en ucuz yolu sıkıştırılmış hidrojeni paslanmaz çelik veya alüminyum alaşımlı tanklarda depo etmektir. Yeterli miktarda hidrojeni depolayabilmek için gerekli 400 atm veya üstüne sıkıştırma işlemi sırasında yüksek miktarda enerjiye gerek duyulmaktadır. Hidrojeni bu basınçlara yükseltmek için, depolanmış hidrojenin yaklaşık yüzde 20’si harcanmaktadır. Bu yöntemle gerekli olan basınç tankı araçta fazla yer tutmaktadır. Hidrojenin depolandığı yakıt tankının hacmi aynı enerjiyi içeren benzin tankının hacminden yaklaşık 4 katı kadar daha fazladır.

Hidrojenin depolanmasında kullanılan bir diğer yöntem ise hidrojenin metal hidrür yataklar içinde düşük sıcaklıklarda metalik bileşiklerle bağ yapmasıdır. Metal hidrür ile

depolama tekniğinde, sıcaklık arttıkça hidrojen serbest kalmaktadır. Sıcaklık hidrojenin serbest kalma oranını belirlediği için patlama riski sınırlanmaktadır. Bununla birlikte taşıta istenilen menzili verebilecek hidrojenin depolanması için gerekli metal hidrür ağırlığı optimize edilmekten uzak görünmektedir. Hidrojenin depolanmasında alternatif çözümlerden biri, grafit nano-fiberin kullanımındır. Bu fiberler ile ilgili bir çok araştırma devam etmek ile birlikte ve yüksek miktarda hidrojen depolama imkanı sağlayabileceği öngörülmektedir.

Şekil 3.8- Yakıt Pili Araç Görüntüsü



Kaynak: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi 2003

4. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN TEKNİK – PLANLAMA TEKNOLOJİSİ

Bu bölümde, elektrikli araçların sırasıyla kronolojisi, çalışma prensibi, elektrikli araçların çok önemli parçası olan motorun tüm çeşitleri, piller, şarj ünitesi, şarj istasyonları detaylı olarak anlatılacaktır.

4.1 ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN TEKNOLOJİK GELİŞİM KRONOLOJİSİ

1. 1680 — Çalışabilen ancak kullanışlı olmayan ilk içten yanmalı motor 1680 yılında Hollandalı Christiaan Huygens'in yaptığı barutun yanması ile çalışan pistonlu makine oldu. Kapalı bir silindir içinde patlayan barut kayabilen bir pistona etki ederek piston'un hareket etmesini sağlamaktaydı.
2. 1698 — İngiliz Thomas Savery ilk buharlı makineyi yaptı.
3. 1769 — İngiliz James Watt uzun süreli çalışan buharlı makineyi yaptı.
4. 1769 — Kendi kendine hareket eden ilk araç Fardier İsveçli mühendis ve topçu yüzbaşı Nicolas Joseph Cugnot (1725-1804) tarafından yapıldı.
5. 1787 — Oliver Evans Amerikada yolcu taşıyan araç yapmıştır.
6. 1801 — İngiltere'de Richard Trevithick buharlı otomobil yaptı.
7. 1824 — İçten yanmalı motorların, özellikle dizel motorlarının temel ilkeleri, genç bir Fransız mühendisi Sadi Carnot tarafından ortaya atıldı.
8. 1830 — 20 km/s hızla giden buharla çalışan 14 yolcu taşıyabilen yolcu otobüsleri imal edildi.
9. 1860 — İngiliz Parlamentosu bütün arabaların iki sürücüsü ve önünde gündüz kırmızı bayrak gece kırmızı fener bulunmasını şart koşan kanun çıkardı. Bu kanun motor gelişim hızını biraz durdurdu. 1896 yılında bu yasa kaldırıldı.
10. 1860 — Hava gazı ile çalışan ticari bakımdan elverişli ilk motor Belçikalı mühendis Jean Joseph Etienne Lenoir (1822-1901) tarafından yapılmıştır.
11. 1862 — Fransız mühendisi Alphonse Eugene Beau de Rochas (1818-1893) 4 zamanlı çevrimin esaslarını ortaya koydu.

12. 1867 — Alman mühendis Nicholaus August Otto ve Eugen Langen (1833-1895), Rochas'ın bulduğu prensipleri pratiğe çevirerek dört zamanlı çevrime çalışan motosiklet sahip motoru yaptılar.
13. 1875 — Viyanalı Siegfried Marcus (1831-1898) geliştirdiği motorla viyana sokaklarında 12 km/s hızla gezerken halkın panik yaşamasına sebep olmuş birkaç kaza yapmıştır. 17 suçtan mahkemeye verilen Marcus keşif yapmayı bıraktı.
14. 1876 — Nikolaus August Otto (1832- 1891), ilk dört zamanlı gaz motorunu üretti.
15. 1877 — Otto yaptığı motorun patentini ABD'den aldı.
16. 1878 — İngiliz mühendisi Dugal Clerk iki zaman esasına göre çalışan ilk motoru yaptı.
17. 1880 — Amerika'da George Brayton benzin yakıtlı motor yaptı.
18. 1885 — Benzinle çalışan içten yanmalı motora sahip ilk otomobil Alman mühendis Carl Friedrich Benz tarafından yapıldı.
19. 1890 — Herbert Akroyd Stuart bir kaza sonucunda kızgın bir yere degen gaz yağının hava ile karışarak yandığını gördü. Bu olaydan etkilenecek yaptığı deneylerle motorunu geliştirdi ve patentini aldı. Motorunda yakıt emilen ve hafifçe sıkıştırılan hava içerisine bir memeden gönderilerek patlayıcı ve yanıcı bir karışım oluşturulmaktaydı. Bu karışımın yanabilmesi için cidarları yüksek derecede ısıtılan ve buharlaştırıcı adı verilen bir ön yanma odası vardır. Ana yanma odasına bir kanalla birleştirilen bu oda ilk hareket için dışarıdan alevle ısıtılmaktadır. Bu motorda havanın ısısının sıkıştırma oranıyla arttığı düşünülmediğinden verim düşük olmuştur.
20. 1890 — Bir Alman mühendis olan Capitaine, Akroyd'un motoruna benzeyen bir motorun patentini aldı. Bu motorlar yarım dizel (kızgın kafalı) motorların esasını oluşturdu.
21. 1890 — İlk otomobillerin çoğu, dişlileri olmadığı için yokuş çıkamıyor, önce durup sonra geriye doğru inmeye başlıyordu. 1893'da yapılan Benz Victoria marka arabada bir deri kayışı küçük bir kasnağa bindiren bir kol kullanılmıştı . Bu düzenek tekerleklerin daha yavaş dönmesini ve yüksek manivela gücünün arabayı yokuş yukarı tırmandırmasını sağlıyordu. Zincir çekişli Velo tipi araçta

- da bu şekilde üç ileri bir geri kasnağı vardı. Çekişin kolaylıkla arka tekerleklerle iletilmesi için motor her zaman arkaya ya da sürücünün altına konuyordu.
22. 1892-1897 — Münih yüksek teknik okulu mühendislerinden Rudolf Diesel dizel motoru yaptı ve geliştirdi.
 23. 1893 — Amerika'nın ilk başarılı otomobili "Duryea", J.Franck ve Charles Edgar Duryea tarafından yapılmıştır.
 24. 1894 — İlk resmi otomobil yarışı düzenlenmiştir.
 25. 1898 — Fransa Otomobil Kulübü (AFC) Paris'teki Les Tuileries'in güneşli bahçelerinde ilk otomobil fuarını organize etmiştir.
 26. 1902 — İstenildiğinde benzinli istenildiğinde elektrik motoruyla ilerleyebilen ilk aracı 27 yaşındayken Ferdinand Porsche yapmıştır. 1902 yılında "Mixte-Wagen" adını verdiği aracı tanıtmıştır. Viyanalı bir fayton üreticisi olan Ludwig Lohner ile birlikte çalışan Porsche 4 silindirli bir Daimler motoruna aküler, bir jeneratör ve elektrik motorları ekledi. Bu haliyle Mixte benzinli motor stop edildiğinde bile akülerin çalıştırdığı elektrikli motorla ilerlemeye devam edilebiliyordu.
 27. 1903 — Fransız Gustave LIEBAU ilk emniyet kemerini tasarladı ve patentini aldı.
 28. 1904 — Kısa adı FIA olan Uluslararası Otomobil Federasyonu kuruldu.
 29. 1905 — İsveçli mühendis Alfred Büchi egzoz gazlarından yararlanarak çalışan bir türbin vasıtasıyla dört silindirli bir motora aşırı hava yüklemeyi başardı.
 30. 1905 — İlk 4WS ve 4WD sistemi Latil marka traktöre uygulandı.
 31. 1905 — İlk tampon takılan araç İngiltere'nin Kilburn kentindeki Simms Manufacturing Co. tesislerinde üretilen 20 HP gücündeki Simms-Welback marka araçtır. Aynı yıl tamponun patentinin F.R.Simms tarafından alınmasına karşın aslında bu fikir yeni değildi 1897 yılında Moravya'daki Imperial Nesseldorf vagon fabrikasında yapılan Çek malı Prasidek marka otomobilin önüne tampon konmuş ancak Viyana yakınlarında yapılan denemelerde ilk 10 milden sonra tampon düştüğü için bir daha takılmamıştır.
 32. 1908 — ABD li Henry Ford T modeli adındaki ilk seri üretim otomobili yaptı. İlk üretim bandı fikrinin de babası olan Ford 1913 de günde 1000 araba üretebiliyordu.

33. 1918 — İngiltere’de “ Royal aircraft establishment “ fabrikaları mekanik püskürtmeli dizel yakıt sistemini geliştirdi. Böylece yüksek devirli dizel motorları oluşturularak hafif taşıtlarda kullanılmasına zemin hazırlandı.
34. 1919 — Avrupa’nın ilk seri üretim otomobili Type A Citroen tarafından piyasaya verildi. Citroen aynı yıl dünyada ilk organize satış sonrası hizmetleri yapılandırdı.
35. 1920 — Voisin firması hidrolik olarak çalışan ABS'nin atası üzerine çalışmalar yaptı." Frenlemenin tekerlekleri kitlenmesini önleyici donanımı " tanımıyla da Almanya’da ilk patentini aldı.
36. 1924 — Citroen dünyanın ilk çelik karoserli otomobili B10’üretti.
37. 1924 — MAN'ın ürettiği kamyon direk enjeksiyonlu dizel bir motoru kullanan ilk araçtı.
38. 1934 — Citroen seri olarak önden çekişli araç üretmeye başladı.
39. 1938 — Citroen Hidropnömatik süspansiyon sistemini icat etti.
40. 1938 — İsviçreli kamyon üreticisi Saurer ilk turbo motorlu kamyonu üretti.
41. 1938 — Studebaker Commander, klimayı standart olarak kullanıma sunmuştur.
42. 1938 — GM tasarımcısı Harley Earl ilk elektrikli cam sistemini Buick'e monte etti.
43. 1954 — Döner pistonlu motor (Rotary-Wankel motoru) Felix Wankel tarafından geliştirildi.
44. 1957 — İlk hız sabitleyicisi (cruiz control) Imperial marka araçta kullanıldı.
45. 1958 — Volvo mühendisi Nils Bohlin üç noktalı emniyet kemerinin patentini aldı.
46. 1961 — Türkiye’nin ilk yerli otomobili Devrim üretildi.
47. 1962 — İlk seri üretim turbo motorlu otomobil Chevrolet Corvair Monza tanıtıldı. Daha sonra bu modeli Oldsmobile F85 Jetfire takip etti.
48. 1963 — Wankel motoru ilk kez NSU Spider marka araçta kullanıldı.
49. 1967 — İngiliz otomobil firması Jensen İlk ABS'yi otomobillerine uyguladı.
50. 1973 — Avrupa’da seri olarak turbo motorla üretilen ilk otomobil BMW 2002 oldu.
51. 1978 — Modern ilk ABS sistemi BMW 7 serisi ve Mercedes S serisinde uygulandı.

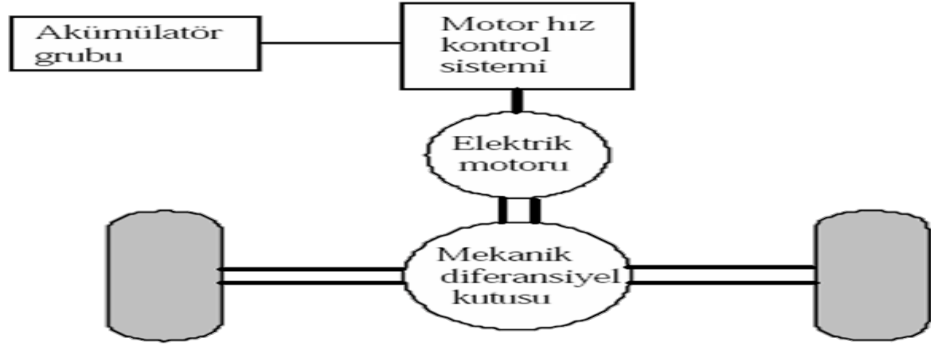
52. 1984 — Turbo üreticisi Garrett intercooler adını verdiği bir turbo soğutucusu geliştirdi.
53. Bu sayede türbine giren hava soğutulmuş olarak turbonun performansı artırıldı.
54. 1986 — Çift turbo takılan ilk araç Porsche 959 oldu.
55. 1987 — Bosch ilk üretici olarak ABS sisteminin daha gelişmiş olan ASR sistemini piyasaya sürdü.
56. 1989 — Citroen dünyanın ilk hidroaktif süspansiyonlu otomobili XM'i tanıttı.
57. 1993 — Fiat Croma TdiD değişken geometrili turboyla donatılan ilk otomobil oldu. Sistem düşük motor devirlerinde turbonun verimini önemli oranda artırıyordu.
58. 1995 — Bosch ESP sistemini tanıttı. ESP, virajlarda ve ani yol değişikliklerinde yoldan çıkma hızı ile motor, şanzıman ve frene müdahale ederek aracın savrulmasını önlemektedir.
59. 1997 — Toyota dünyanın ilk seri üretim hibrid motorlu aracı Prius'u tanıttı.
60. 2004 — Çift turbo takılan ilk seri üretim dizel motorlu otomobil BMW 535d oldu.
61. 2005 — Mercedes üç turbolu v6 dizel motorla donatılmış konsepti Vision SLK 320 Cdi' yi tanıttı.
62. 2008 – Tesla elektrikli spor otomobili Roadster'i piyasaya sundu.

4.2 ELEKTRİKLİ OTOMOBİLLERİN ÇALIŞMA PRİNSİBİ

Elektrikli aracın çalışma prensibi içten yanmalı motorlu araçlara göre çok daha basittir. Vites kutusu, soğutma sistemi, debriyaj, egzoz gibi içten yanmalı motor için olmazsa olmaz kısımlar yoktur. Elektrikli araç en genel şekilde akümülatör grubu, motor hız kontrol sistemi, elektrik motoru ve mekanik diferansiyel kutusundan oluşmaktadır. Elektrik motoru ihtiyaç duyduğu enerjiyi akülerden sağlamaktadır. Bir elektronik kontrol ünitesi motora verilecek akımı kontrol ve akım yönünü kontrol eder. Elektrik motoru döndürme hareketini diferansiyelli vites kutusuna iletir, bu kutu da tekerleklerin dönmesini sağlamaktadır.

Bu şekilde araç hareket ettirilmiş olur.

Şekil 4.1- Elektrikli Araç Çalışma Prensipleri



4.3 ELEKTRİK MOTORU ÇEŞİTLERİ

Elektrik motorları doğru akım motorları veya alternatif akım elektrik motorları, senkron elektrik motorlar veya asenkron elektrik motorlar gibi çeşitlere ayrılır. Piyasada birçok elektrik motoru türü mevcuttur. Bunların her birinin kendine özgü uygulama alanları vardır. Uygulamada kullanılan başlıca elektrik motoru çeşitleri şunlardır:

1. Alternatif Akım Elektrik Motorları (A.C. Elektrik Motoru)

1.1 Asenkron (Endüksiyon) elektrik motorları

1.1.1 Kısa devre-rotorlu elektrik motorları (sincap kafesli motor)

1.1.1a Üç fazlı asenkron elektrik motorları (Trifaze Asenkron Elektrik Motoru)

1.1.1b Değişebilir hızlı kutup anahtarlamalı

1.1.1c Tek fazlı asenkron motorlar (Monofaze Asenkron Motor)

- Daimi kondansatörlü
- Çift kondansatörlü
- Yardımcı direnç sargısı olan tek fazlı motorlar
- Gölge kutuplu motorlar

1.1.2 Döner bilezik-rotorlu motor (rotoru sargılı asenkron motor, bilezikli asenkron motor)

1.2 Senkron elektrik motorları

2. Doğru Akım Elektrik Motorları (D.C Elektrik Motoru)

2.1 Şönt motor (paralel sarımlı motor)

2.2 Seri motor (seri sarımlı motor)

2.3 Sabit mıknatıslı (PM)

2.4 Fırçasız doğru akım motorları (BLDC)

3. Üniversal Motor

4. Servo Motorlar

4.1 Fırçalı DC Servo Motorlar

4.2 Fırçasız AC Servo Motorlar

5. Step motorlar

6. Relüktans motoru

7. Tork motorları

8. Frenli motorlar

9. Redüktörlü motorlar

10. Ex-proof motorlar (Explosion proof motorlar)

4.3.1 Alternatif Akım Motorları (AC Motor)

Bu motorların asenkron tipleri standart bir aygıt olmuştur. Senkron tipleriye, büyük güç gerektiren yerlerde kullanılabilir. Alternatif akım motorları iki grupta toplanabilir:

asenكرون motorlar (indüksiyon motorları) ve senkron motorlar. Bütün bu motorların temel ilkesi, metalden yapılmış bir kütlelin, döner bir elektromanyetik alan yardımıyla sürüklenmesine dayanır.

Bu iki grup motorlarda da eksenli iki armatür bulunur: bunların ilki olan stator sabit, ikincisi rotorsa hareketlidir. Senkron motorun statoru asenkron motorun statoruyla aynı şekilde ve aynı yapıdadır; birbirinden vernikle yalıtılmış manyetik saçlardan oluşan bir bilezik biçimindedir; bu saçların üzerindeki yivlere üç fazlı akımlarla beslenen bir sargı sarılmıştır. Bir senkron motorda manyetik alanı, rotorun sargısını besleyen bağımsız bir doğru akım yaratır; burada rotorun çalışma hızı vardır. Bu tip motorların başlıca yetersizliği, rotorun kendi başına harekete geçmemesi sorunudur. “Öz senkron” denen motorlarda, rotorun sargısı yerine sabit mıknatıslar kullanılır.

Asenkron motorun çalışması oldukça farklıdır: rotorun sargısı çok fazlıdır ve rotora yalnız statordan kaynaklanan tek alan akım indükler. Rotor başka hiçbir enerji kaynağına bağlı değildir. Dönme hızı ne olursa olsun (ilk çalışmada bile), mekanik bir kuvvet çifti sağlar; düzenli çalışma sırasında bu hız senkron hızından (yani döner alan hızından) farklıdır; bu hız farkı motorun üzerindeki yüke bağımlıdır.

Sincap kafesli motorlarda sargı, yapraklı bir rotorun yivlerine yerleştirilmiş bakır veya alüminyum çubuklardan oluşur; bu yapı basit, sağlam ve ucuzdur. Bu tip motorlar, imalat sanayinde, pompaların ve vantilatörlerin çalıştırılmasında veya ambalajlamada çok yaygın olarak kullanılan standart aygıtlardır. Bu aygıtlar artık, mikro işlemciyle denetlenen frekans dönüştürücüsü sayesinde doğru akım motoruyla rekabet edebilecek güçtedir.

Gücü 10 MW’ta kadar çıkabilen doğru akım motoru, çok hassas ayarları mümkün kılan güç dönüştürücüsünün basitliğiyle üstünlük sağlamıştır. En önemli olumsuzluğu ise üstünde sürtünen fırçalar nedeniyle aşınan ve kıvılcım üreten bir kolektörünün bulunmasıdır. Sincap kafesli üç fazlı asenkron motor, sağlam, basit ve ucuz olması nedeniyle sanayide yaygın olarak kullanılır. Başka hiçbir güç kaynağına bağlı olmayan rotoru, dönme hızı her ne olursa olsun bir kuvvet çifti üretir. Ama dönme hızı da statik

bir frekans dönüştürücüyle ayarlanabilir. Nominal hızı dakikada 58,5 devir olan 12 MW'lık bu senkron motor, Belçika'da Sidmar çelik fabrikasında sıcak hadde makinesini çalıştıran ve tirostorlar aracılığıyla alternatif akımla beslenen iki dev motordan biridir. Hadde dizisi içine giren 23 cm. kalınlığında 23 ton'luk çelik levhalar bu haddeden, yüksek kalitede ince saç bobinler olarak çıkmaktadır. Dev veya minik hangi güçte olursa olsun elektrik motorlarından her alanda yararlanılabilmektedir. Bunun bir örneği yaklaşık 60 kere büyütülmüş, sabit mıknatıslı ve pille çalışan şu minik kol saati motorudur. Sürtünmesiz çalışması ve düşük tüketimi bu motora neredeyse sınırsız bir ömür kazandırmaktadır.

4.3.2 Doğru Akım Motorları (DC Motor)

Hareketleri düzgün, kesin ve güçlüdür. Hızları kolaylıkla değiştirilebilir; ama bunlar çalışırken kıvılcım çıkarır. Eğer bir motor hem sık sık durup çalışacak, hem hassas hız ayarlarına elverişli olacak hem de yük altındayken ani frenlemeler yapacaksa, böyle bir motorun seçimi kolay değildir. Bu koşullar, en yüksek verimin istendiği uygulamalarda aranır. Bu durumda, güçler onlarca megavatta ulaşan doğru akım motorları kullanılır. Bu tip motorun en büyük kusuru, bir kolektörü akımla besleyebilmek için fırçaların kullanılması zorunluluğudur.; fırçalar bu işi kolektöre sürtünerek gerçekleştirir, dolayısıyla da kolektörü hem aşındırır, hem de kıvılcım üretir. Bu nedenle doğru akım motorları tümüyle kapalı bir çerçevenin içinde bulundurulur ve içeriye toz veya nem girmesine izin verilmez. Akaryakıt deposu gibi patlama tehlikesinin bulunduğu yerlerde bu tip motorlar kullanılmaz. Buna karşılık, doğru akım motorlarının çok geniş bir çalışma düzenine sahip olma gibi bir üstünlüğü vardır. Bu motorların hızı, bağıl değer olarak 1 ile 300 arasında değişebilir, oysa aynı güçteki bir asenkron motorun çalışma aralığı üç kez daha dardır. Bir doğru akım motorunun elektronik hız değiştiricisi basittir, hız değişim komutlarına ve ani yüklerle kusursuz cevap verir. Doğru akım motorları, düz malzemelerin yüksek bir duyarlılıkla sarılması veya açılmasının gerektiği her yerde kullanılır. Konum kesinliğinin ve düzenli hareket tekrarının önemli olduğu alanlarda bu tip motorlardan yararlanır. Otomobil sanayinde son derece gelişkin deneme tezgâhlarında, açılır-kapanır köprülerde ve teleferiklerde hâlâ elektrik motoru kullanılmaktadır. Metalürji sanayinde son derece gelişkin işlemlerde, mesela metal

ambalaj yapımında kullanılan saçların üretiminde, metalin hem işlenme hızı dakikada 800 m'ye ulaşır, hem de kalınlığı 0,17 mm'ye kadar incelir; işte çok duyarlı bir denetim sistemi gerektiren bu tip uygulamalarda doğru akım motorları tereddütsüz tercih edilir.

4.3.3 Servo Motorlar

Küçük çaplı ve genellikle içerisinde kompanzasyon sargısı olan, kuvvetli manyetik alanı boyu uzun doğru akım motorlarına servo motor denir. D.C. motorlar gibi imal edilirler.

1 devir/dakikalık hız bölgelerinin altında bile kararlı çalışabilen, hız ve moment kontrolü yapan yardımcı motorlardır. Örneğin hassas takım tezgâhlarında ilerleme hareketleri için genellikle servo motorlar kullanılır. Servo motorların AC ile çalışan modelleri fırçasız, DC ile çalışan modelleri ise fırçalıdır. Bunlar, elektronik yapılu sürücü/programlayıcı devrelerle birlikte kullanılır. Günümüzde yapılan servo motor çalıştırma sürücüleri, tamamen mikroişlemci kontrollü ve dijital yapıdadır. AC Servo Motorlar Bu tip servo motorlar, genellikle iki fazlı sincap kafesli indüksiyon tipi motorlardır. İki fazlı asenkron motorlar, büyük güçlü yapılmakla birlikte çoğunlukla otomatik kontrol sistemlerinde servo motorlar olarak kullanılmak amacı ile küçük güçlü yapılıdır. Fırça ve kolektör olmadığından arıza yapma ihtimalleri az, bakımları kolaydır. A.C. servo motorlar, iki fazlı ve üç fazlı olmak üzere iki tipte incelenir. A.C Servo Motorların Yapısı İki fazlı servo motorun statorunda eksenleri arasında 90° lik elektriksel açı olan referans ve kontrol sargısı olmak üzere iki adet sargı vardır. Rotoru ise sincap kafesli sargı taşır, fakat yüksek dirence sahip olması gibi birtakım özellikler kazandırılmıştır. A.C. servo motorlarında rotor devresi, oldukça yüksek dirence sahip olacak şekilde imal edilir. Bu işlem ya sincap kafes çubuklarında ya da çubukların bağlantı noktalarında yüksek dirençli maddeler kullanılarak yapılır.

DC Servo Motorlar: D.C. servo motorlar, genel olarak bir D.C. motoru olup, motora gerekli D.C. akımı aşağıdaki metotlarla elde edilir. Bir elektrik yükselteçten A.C. akımın doyumlu reaktörden geçirilmesinden A.C, akımın tristörden geçirilmesinden Amplidin, retotrol, regüleks gibi dönel yükselteçlerden elde edilir. D.C servo motorlar, çok küçük güçlerden çok büyük güçlere kadar imal edilir (0,05 Hp'den 1000 Hp'ye kadar). Bu motorlar, klasik D.C. motorlar gibi imal edilir. Bu motorlar, küçük yapıdadır ve endüvileri (yükseklik. uzunluk/çap oranıyla) kutup ataleti momentini minimum

yapacak şekilde tasarlanır. Küçük çaplı ve genellikle içerisinde bir kompanzasyon sargısı olan kuvvetli manyetik alanlı, boyu uzun doğru akım motorlarına da servo motor denir.

4.4 PİLLER

Kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürerek bünyesinde depolayan cihazlara “pil” veya “akü” denir. Bu dönüşüm tek yönlü ise pil “primer” yapıda yani tek kullanımlık veya halk arasında kullanılan tabirle şarjsız bir sistemdir. Dönüşüm her iki yönde olabiliyorsa, yani elektrik enerjisi tekrar kimyasal enerjiye çevrilebiliyorsa ve bu suretle uzun sürelerle enerji kullanımı sağlanabiliyorsa pil “sekonder” yapıda veya diğer bir tabirle şarj edilebilir özelliklere sahip bir sistemdir. Bir elektrik devresiyle bağlantı kurulduğunda, kimyasal enerji, elektrik enerjisine dönüşür. Bütün aküler yapısal olarak birbirine benzer ve bir grup elektrokimyasal hücreden oluşur. Her hücre bir pozitif, bir negatif elektrot ve bir ayıraçtan (seperatörden) oluşur. Çoğunlukla aynı kimyasal yapıya, ölçülere ve elektrik kapasitelerine sahip piller, tek tek bir araya getirilerek pil grupları oluşturulabilir ve bunlara “batarya bloğu” veya kısaca adlandırıldığı gibi “batarya” denilebilir. Radyo, el feneri, oyuncak, cep telefonu, vb gibi cihazlarda piller tek tek kullanılırken, matkap, tornavida, gibi kablosuz güç aletleri kameralar, telsiz telefonlar, acil aydınlatma sistemleri vb. sırasında batarya kullanılmaktadır. Elektromobillerde de batarya bloğu kullanılmaktadır. Çünkü pil grubunun bakımı bu şekilde kolay olmakla birlikte, fabrika üretimi olmamakla kullanıcılar ihtiyaçlarına uygun şekilde batarya bloğu imal edebilmektedir.

4.4.1. Pil Çeşitleri

Genel olarak piller, kullanıldıktan sonra atılan (Non-rechargeable) - primer ve tekrar şarj edilebilen (Rechargeable) – sekonder piller olarak ikiye ayrılır.

Kullanıldıktan sonra atılan (şarj edilmeyen) piller:

Çinko-karbon pil – Düşük maliyetli, az enerji gerektiren uygulamalar için.

Çinko-klorid – Çinko-karbon pilden biraz daha uzun ömürlüdür.

Alkalın pil – Alkaline/manganez “uzun ömürlü” pillerdir, daha fazla güç ihtiyacı gerektiren uygulamalarda da kullanılabilir.

Gümüş-oksit pil – Genelde işitme cihazlarında kullanılır.

Lityum (Lithium) pil – Genelde dijital kameralarda kullanılır. Saat ve bilgisayar saatlerinde de kullanıldığı görülür. Çok uzun ömürlüdür, fakat pahalıdır.

Civa (Mercury) pil – Genelde dijital saatlerde kullanılır.

Çinko-hava pil – Genel olarak işitme cihazlarında kullanılır.

Isıl (Termal) pil – Yüksek sıcaklık depolar. Askeri uygulamalarda önem taşır. şeklinde sıralanabilir.

Şarj edilebilen (tekrar kullanılabilen) piller:

1. Kurşun-asit pil – Araçlar, alarm sistemleri ve kesintisiz güç ihtiyacı olan yerlerde kullanılır.
2. Lityum-iyon pil – Oldukça yaygın olan türdür. Yüksek şarj yoğunluğu vardır. Dizüstü bilgisayar, cep telefonları, müzik çalarlar ve daha birçok taşınabilir dijital cihazda kullanılır. Birçok elektromobil lityum-iyon pil kullanmaktadır.
3. Lityum-iyon polimer pil – Lityum iyon pilin temel karakteristiklerini taşır, farkı daha az şarj yoğunluğu olmasıdır. Bu pilin kimyası üreticinin ihtiyacına göre kullanım yeri avantajı yaratabilmesidir.
4. Nikel metalhidrit (Ni-MH) – Bir pil birimi 1,2 volt potansiyel üretir ve enerji depolama kapasitesi oldukça fazladır.
5. Nikel-kadmiyum pil - Li-Ion ve Ni-MH pil tiplerinin tüm uygulamalarında kullanılabilir. Bu pil, uzun şarj adedine sahiptir (1500 defanın üzerinde). Fakat diğer tiplere göre daha az enerji yoğunluğuna sahiptir. Ni-Cd piller eski teknolojide kullanılmakta olup, hafıza sorunlarına yol açmalarından dolayı yerini modern pillere bırakmaktadır. Ayrıca içerdiği kadmiyum dolayısı ile kullanımı sınırlandırılmaktadır.
6. Diğer şarj edilebilen pil çeşitleri: Sodyum-metal klorid pil, Nikel-çinko pil, Erimiş tuz pili, Sodyum-sülfür (NaS) pil, Nikel-demir pil yukarıda sıralanmıştır.

4.4.2. Pil ve Bataryaların Ömürleri

Taşınabilir cihazların vazgeçilmez enerji kaynakları olan piller bünyelerindeki aktif maddelerin kaybı ve istenmeyen kimyasal veya fiziksel değişimlerin sonucunda ömürlerini nihayette tüketirler. Ömür kavramını ay veya yıl olarak tanımlamaktan ziyade, çevrim ömrü olarak ifade etmek daha doğru olacaktır. Buna göre bir şarj (doldurma) ve bunu takiben yapılacak bir deşarj (boşaltma) işleminin karşılığında bir çevrim denilmektedir. Tek kullanımlık veya diğer bir ifadeyle şarj edilemeyen türdeki pillerin çevrim ömrünün bir olduğunu rahatlıkla söyleyebiliriz. Buna karşılık şarj edilebilir tip pillerde 500-1500 çevrime ulaşılması mümkün olabilmektedir. Her bir çevrim sonucunda pil başlangıçta sahip olduğu nominal enerji kapasitesini bir miktar kaybeder ve kapasite başlangıca nazaran yüzde 60-70'e düştüğü zaman o cihaz için pil ömrünü tamamlamıştır. Pil ömrü tanımlamasında iç direnç kavramı da geçerlidir. Piller kullanıldıkça iç dirençleri yükselmeye başlar ve genellikle iç direnç başlangıca nazaran 1,3 - 2,0 misli arttığında pilin ömrü tamamlanmıştır. Ancak iç direnç ölçümü zor olduğundan, ömür tespitinde çevrim sayısının esas tutulması genellikle kabul edilmektedir.

Yukarıda tanımlanan çevrim sayısı kavramında pillerin tam şarjlı durumdan tamamen deşarj edilmiş duruma geçmeleri esas tutulmuştur. Eğer deşarj işlemleri tam yapılmayıp kısmi olarak gerçekleştirilirse çevrim ömrü çok daha uzun olacaktır. Piller, kimyasal enerjii elektrik enerjisine geri dönüşümlü veya geri dönüşümsüz olarak çevirebilen elektrokimyasal cihazlardır. Bu dönüşüm esnasında istenilen kimyasal reaksiyonlara paralel olarak, maalesef istenmeyen bazı yan reaksiyonlarda oluşur ve bu yan reaksiyonlar pilin aktif maddelerini negatif yönde etkiler. Aktif kütlelerin bu şekilde etkilenmesi, aktif kütlede azalma olmasa dahi, zaman içerisinde elektroliti tutan bölmenin çeperlerinde meydana gelen istenmeyen fiziksel ve kimyasal değişimler pil ömrünün ayrıca kısılmasına yol açar.

4.4.3 Elektrikli Otomobillerde Kullanılan Pil Çeşitleri

Elektrikli araçlarda genel olarak Nikel ihtiva eden pil çeşitleri kullanılmaktadır. Bu pil çeşitleri ise; Nikel metal hidrit piller (NiMH), Lityum iyon piller (li-on) ve Lityum polimer piller (Li-Polimer) şeklinde sıralanabilir.

4.4.4 Pillerin Çevreye Etkiler

1990 yılı öncesinde, Çinko-Karbon ve Alkali-mangan tipi silindirik ve düğme pillerin bünyesinde yüzde 2 oranına kadar performans artırıcı cıva maddesi ilave edilmekteydi. Bu maddenin zehirli oluşu ve insan sağlığına yönelik zararları göz önünde tutularak, cıvanın pillerde kullanımı 1991 yılından itibaren kademeli olarak azaltılmaya başlanılmış ve bugün bahis konusu miktar yüzde 0,0005 'e kadar düşürülmüştür. Diğer taraftan, bünyesinde sıfır cıva içeren pillerin de üretimine başlanılmıştır. Cıva maddesiyle ilgili tek istisna düğme pillerin bünyesinde hala yüzde2 ye kadar müsaade edilmesidir. Diğer pil türleri ve akümülatörler cıva içermezler. Şarj edilebilen türdeki nikel-kadmiyum (Ni-Cd) pilleri zehirli ve insan sağlığını etkileyebilen kadmiyum maddesini barındırırlar. Pillerdeki kadmiyum oranı kullanılan teknolojiye göre yüzde15-25 dolaylarında değişir. Ni-Cd pillerinde kadmiyum maddesi miktarının teknik olarak düşürülmesi mümkün olmadığından bu piller yerine Ni-Mh pil türü geliştirilmiş ve Ni-Cd pillerinin kullanım yerleri şimdilik kablosuz güç aletleri, tıbbi cihazlar, acil aydınlatma/alarm sistemleri, uzay araçları ve askeri amaçlı cihazlarla sınırlandırılmıştır. Bu sınırlamanın 2012 yılından itibaren daha da daralacağı ve zaman içerisinde bahis konusu pillerin pazar payının çok azalacağı tahmin edilmektedir. Şu anda AB ülkelerinde piller bünyesinde bulunmasına müsaade edilen kadmiyum miktarı azami yüzde 0,002' dir.

Kurşun maddesi taşınabilir pil ve bataryaların bünyesine girmez. Zehirli nitelikteki bu madde yalnız otomotiv aküleri ile kurşun-asit esaslı endüstriyel akümülatörlerin

üretiminde kullanılır. Pil, batarya ve akümülatörler için son Avrupa direktifinde müsaade edilen azami kurşun miktarı ise yüzde 0,004 seviyesindedir.

Atık pil ve akümülatörlerin kontrolü ile ilgili yönetmeliklerde, pillerin çöpe atılmasını önlemek bakımından, pil ve akümülatörlerin üzerinde (veya ambalajında) üstünde çarpı işareti bulunan bir çöp bidonu şeklinin bulunması zorunlu kılınmıştır. Pil veya akümülatörler bünyesinde bulunan cıva, kadmiyum veya kurşun maddesi miktarının yukarıda belirtilen oranların üstünde olması durumunda da, çöp bidonunun altına bu maddelerin kimyasal sembollerinin yazılması gerekmektedir.

4.5 AKÜ ŞARJ ÜNİTESİ

Elektrikli aracın en önemli karakteristik elemanlarından birisi de şarj ünitesidir. Şarj ünitesi temelinde adaptördür. Şebeke elektriğini pillerin ihtiyacı olan gerilim seviyesine düşürürler. Bu şekilde aracın pilleri şarj olur. Ancak elektrikli araçların pilleri şebeke elektriği ile şarj edilmek istenildiğinde dolun süresi 8-12 saat gibi uzun bir zaman alabilmektedir. Buna çözüm olarak hızlı şarj üniteleri geliştirilmiştir. Bu üniteler 30 dakika –3 saat gibi bir zaman aralığında pilleri doldurabilmektedir.

Şekil 4.2- Çeşitli Şarj Üniteleri



Kaynak: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi 2003

Ayrıca elektrikli araçların başka dolun metotları da vardır. Bunlardan biri aracın frenlemesi, frensiz yavaşlaması, yokuş aşağı inmesi durumlarındaki kinetik enerjiyi elektrik enerjisine çeviren sistemlerdir. Günümüzün seri üretim elektrikli araçlarının birçoğunda bu sistem sunulmaktadır. Diğer şarj yöntemi ise araca yerleştirilen güneş panelleridir. Genellikle aracın tavan kısmına yerleştirilen güneş panelleri pil dolunu için etkili olabilmektedir. Ancak maliyetinin çok yüksek olması, kaza esnasında kırılabilmesi gibi olumsuz yanlarından ötürü tercih edilmemektedir.

4.5.1 Şarj Sistemleri

Elektrikli araçların şarj sistemlerinin iki temel görevi vardır. Bunlar;

1. Aracı en kısa sürede şarj etmek,
2. Şarj ederken pillere ve monitörlere zarar vermemek.

Gelişmiş sistemler bu iki dengeyi otomatik olarak sağlamaktadır. En uygun sürede akımı kesmekte, şebeke dalgalanmalarını pillere yansıtmamakta, ısınmaların önüne geçmektedir. Ancak basit sistemlerde kullanıcı bu dengeleri kendi ayarlamak durumundadır. Bu durumda piller ve şarj sisteminin verimliliği giderek düşmekte, kullanım ömrü azalmaktadır.

4.5.1.1 Trickle Charger (Yavaş Şarj Sistemi)

Yavaş şarj etme “trickle charger”, genellikle düşük akımlı(500-1,500 mA)ve düşük kapasiteli (2-30 Ah) pilleri şarj etmede kullanılır. Pil şarj cihazları Bu tür şarj sistemi araba, tekneve ilgili diğer araçlarda bulunan daha yüksek kapasiteli pilleri (> 30 Ah) korumak için kullanılır. Pile sonsuza kadar takılı olsa dahi bir zarar vermez. Bu nedenle akıllı şarj sistemi de denmektedir.

4.5.1.2 Time Based Charger (Zamanlayıcı Şarj Sistemi)

1990’lı yıllarda kullanılan bu sistem pili önceden belirlenmiş süreye göre şarj etmekteydi. Ni-Cd tipi pillerde kullanılan Timer Based şarj sisteminin ön önemli

dezavantajı tamamen boş olmayan pillere zarar vermesiydi. Belirli süre pili şarj etmek istemesinden dolayı pil dolduktan sonra zaman dolmadığından ötürü pili dolmaya zorlamaktaydı. Bu durum pilin ömrünün kısalmasına ve ısınmasına sebep olmaktadır.

4.5.1.3 İntelligent Charger (Akıllı Şarj Sistemi)

Akıllı şarj sistemi olarak bilinen bu sistem elektrikli araçlar için en uygun olan sistemdir. Pilin durumuna bağlı olarak optimum değerlerde şarj etmektedir. Şarj esnasında pilin zarar görmemesi için pilin sıcaklığına göre maksimum düzeyde voltaj göndermektedir. Pilin dolduğunu algılar ve akımı keser. Ni-Cd ve Ni-MH pil türleri için uygundur. 1-3 saat arasında pilin yüzde 85 gibi bir bölümünü doldurabilmektedir.

Şekil 4.3- Örnek Akıllı Şarj Sistemleri



Kaynak: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi 2003

4.5.1.4 Fast Charger (Hızlı Şarj Sistemi)

Akıllı şarj sisteminin bir gelişmiş versiyonu hızlı şarjdır. Bu sistemde aracın bataryaları 30 dakikada dolabilmektedir. Elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla birlikte hızlı şarj istasyonlarının sayısının artmasını beklenmektedir.

4.5.1.5 Pulse Charger (Şok Şarj Sistemi)

Daha çok akülerin şarj durumunu ölçmek için kullanılan bu sistem bataryalara ani bir yüksek voltaj göndermektedir.

4.5.1.6 İnductive Charger (Endüktif Şarj Sistemi)

Pil ve şarj sistemi arasında bir bağlantı kurulmaz. Bu nedenle elektrik çarpma riski yoktur. Henüz elektromobillerde kullanılmayan bu sistem daha çok yüksek nemim söz konusu olduğu yerlerde tercih edilmektedir.

4.5.1.7 Solar Charger (Solar Şarj Sistemi)

Güneş enerjisi ile pilleri şarj edebilen bu sistem gelecekte elektromobillerde yer alacak. Yüksek maliyetleri nedeniyle şimdilik sadece elektrikli teknelerde tercih edilmektedir.

4.5.2 Takas Yöntemi (Dolu Aküyle Boşu Değiştirme)

Bu sistemde aracın boşalan aküsü sökülerek yerine dolu olan bir yenisi yerleştirilir. 3 dakika gibi kısa bir sürede yapılan bu operasyon şarj istasyonlarında gerçekleştirilmekte. Elektrikli otomobillerin yanı sıra F-16 savaş uçaklarının bomba atar mekanizmasının pilleri de bu yöntem ile değiştirilmektedir. Boş akü daha sonra şarj istasyonunda uygun dolum yöntemi ile şarj edilmektedir.

4.5.3 Frenleme ve Yavaşlama ile Şarj Olma

Modern seri üretim elektrikli otomobillerin hemen hemen hepsinde bu sistem sunulmaktadır. Aracın frenlemesi veya gaz pedalına basılmaması durumunda tekerleklere yerleştirilen jeneratörlerden devreye girmektedir. Bu şekilde kinetik enerjiyi elektrik enerjisine çevirmektedirler.

4.5.4 Kinetik Enerji Kazanım Sistemi (KERS)

Bir cismin hızlanması için enerji gereklidir. Tekerlekli taşıtlarda enerji içten yanmalı motordan gelir. (sıvı yakıt yakılır) Araç kinetik enerji yani hız kazanır. Aynı cisim yavaşlaması gerektiğinde, enerjiyi kendi bünyesinden dışarı nakletmesi gerekir. Bu, günümüzde frenler sayesinde gerçekleşir. Fren balataları tekerleklere sürtünerek kinetik enerjiyi ısı enerjisine çevirir. Yani enerjiyi dışarı tahliye eder. KERS sistemi ise burada ısıya çevrilen enerjinin en azından bir bölümünü ısı olarak dışarı tahliye yerine elektrik enerjisi olarak depo etmek hedefi üzerine kuruludur. KERS sistemi, kinetik enerjiyi elektrik enerjisine çevirir. Frenleme sırasında şarj olur. Depoladığı enerji çeşitli yollarla tekrar tekerleklere döndürme kuvveti olarak iletilebilir.

Formula -1' de depolanan enerjinin kontrolü pilota verilmiştir. Pilot istediği zaman anahtar tuşa basarak bu gücü kullanır. 2009 senesinde Formula -1 de ortalama 80 beygir (HP) fazladan güce ulaşılmıştır. Bu 80 beygir güç düzlükte kullanıldığında reel olarak kazanç sağlamaktadır.

4.6 AKÜ ŞARJ İSTASYONLARI

Dünya üzerinde hızla tükenen petrol kaynakları, azalan bu kaynaklar sonucu olası enerji krizleri, fosil yakıtların oluşturduğu çevresel sorunlar ve daha birçok etken enerji sektöründe yeni arayışları beraberinde getirmiştir. Sorunları çözmek amacıyla geri dönüşümlü ve çevreye zararı yok denecek kadar az olan alternatif enerji yöntemleri araştırılmaktadır. Bu araştırmalar sonucunda günümüzde elektrikli araçlar piyasaya sürülmeye başlanmış hatta bazı firmalar seri üretime geçmiştir.

Elektrikli araçların sadece ulaştırma amaçlarıyla sınırlı olmayıp, tarımdaki traktörlere kadar geniş bir kullanım alanı bulacağı öngörülmektedir. Bu sürecin doğru ve sağlıklı gelişmesi için de her ülkede; ülke operatörlerinin ülkenin en ücra noktasına kadar erişen elektrikli araç şarj istasyonu şebekelerini kurması ve hükümetlerin bu konuda destekleyici, teşvik edici olması temel bir adım olmalıdır. Oto, mobildir. Mobil, anlamındaki gibi hareket eden olduğuna göre, bu hareketin kesintisiz olması ve otomobil sahibinin dilediği yere gidebilme özgürlüğünü kısıtlamaması gerekmektedir.

Bu nedenle, elektrikli aracın en pahalı parçası olan bataryasının teknik riske sokulmadan şarj edilebilmesi şarttır.

Elektrikli araçlar sessiz çalışma, yüksek verim, ucuz enerji gibi avantajlarının yanı sıra uzun sürede şarj olma gibi bir dezavantaja sahiptir. Standart fosil yakıtlı bir araç 3-5 dakikalık depo doldurma işlemiyle ortalama 700 km yol alırken, elektrikli araçlar yaklaşık 150 km'lik bir yol için standart şarj da 6-8 saat, hızlı şarjda ise minimum yarım saate ihtiyaç duymaktadır. Bu da elektrikli otomobil kullanımında sık sık şarj istasyonlarına uğramayı gerektirmektedir.

Elektrikli araçların yaygınlaşması mevcut enerji alt yapısında sorunlara neden olacaktır. Bu nedenle enerji üretim ve iletim sistemlerinin kapasitelerinin kademeli olarak artırılması gerekmektedir. Altyapı sorunları çözüldükten sonra iş yükü büyük oranda şarj istasyonlarına düşecektir. Bu da elektrikli araç için vazgeçilmez olan şarj istasyonlarının belirli ihtiyaçları karşılayabilecek yapıda olması gerekmektedir.

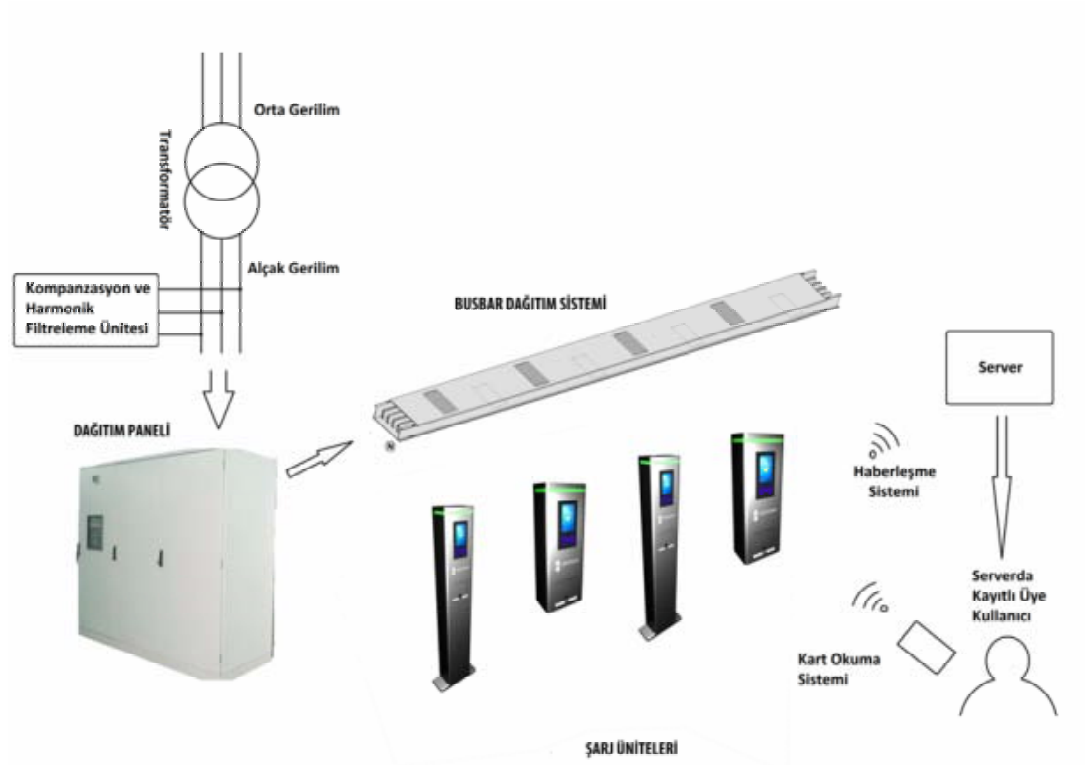
Şekil 4.4 Elektrikli Araç Şarj İstasyonu örneği



Şarj üniteleri Avrupa, Amerika ve Japonya gibi çeşitli bölgelerinde farklılık göstermektedir. Bu farklılardan en önemlisi DC ve AC şarj türleridir. Japonya, CHAdeMO standardını benimsemiş olup, araçlara doğru akım ile araçlara 62.5 kW'a kadar enerji aktarımı yapabilmektedir. Avrupa'da benimsenen IEC 62196

standartı ise 3 fazlı alternatif gerilim olup 43.5 kW'a kadar enerji aktarımı yapabilmektedir. Amerika ise SAE J1772 standardı ile 19.2kW'a kadar şarj yapılmaktadır.

Şekil 4.5 Elektrikli araç şarj istasyonu çalışma prensibi örneği



Elektrikli araç şarj sistemleri tüm parçaları ile bir bütündür ve hepsinin işlevini sorunsuz olarak yerine getirmesi gerekmektedir. Elektrikli araç şarj istasyonunda; Şebekeden gelen 3 faz dağıtım paneline ulaşmaktadır. Buradan şarj ünitelerine kablo veya BUSBAR sistemi ile aktarılıp, sistemden çekilecek güce ve transformatör kapasitesine göre projedeki ünite sayısı belirlenebilmektedir. Müşterinin şarj istasyonuna geldiğinde aracını fişe takması ve kartını okutması, aracın şarja başlaması için yeterli görülmektedir.

Şarj istasyonunun tek faz veya üç fazlı olması aracın şarj süresini doğrudan etkilemektedir. Tek fazlı sistemde şarj süresi 6-8 saat arasındayken, 3 fazlı sistemde hızlı şarj ile bu süre yarım saate kadar düşmekte ve depolanan

bu enerji ile yaklaşık 150 km yol gidilebilmektedir.

Elektrikli araçların şarj esnasında yüksek akım çekmesi ve şarj sistemindeki elektronik devre yapısından dolayı bazı olumsuzluklar meydana gelmektedir. Bu sorunları ortadan kaldırmak için şarj istasyonları, yönetmeliklerce belirlenen standartlarda kompanzasyon ve filtreleme sistemlerine sahiptir.

Elektrikli araç şarj istasyonu şebeke işletmeciliği fikri esas olarak dünyada elektrikli otomobiller, motosikletler, scooterlar ve bisikletlerden oluşan elektrikli araçların gündeme gelmesi ve yaygınlaşması süreciyle beraber ortaya çıkmıştır. Elektrik motoru içeren araçlar; hibrit denilen, elektrik ve konvansiyonel olarak 2 motoru bulunan ve artık şarj da edilebilen otomobiller ile sadece elektrik motorlu olan yüzde 100 elektrikli araçlardır. Hibrit araçlarda, menzilin uzun olmasına rağmen çift motorlu olmaktan kaynaklanan maliyet yükü mevcuttur. Sadece elektrik motoru içeren araçlar ise 160 km.'lerde başladıkları menzil konusunda bugün 500 km.'lere ulaşmıştır.

5. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN MALİYET ANALİZİ VE ÇEVREYE ETKİSİ

5.1 TÜRKİYE MOTORLU ARAÇ PAZARI

Türkiye otomotiv sektöründe Avrupa'daki 'üretim üssü' ülkelerden biridir. Türkiye, 2001-2010 yılları arasında yaklaşık 7 milyon olan araç sayısını 14 milyona çıkarmıştır. Mevcut sayının iki katına çıkması anlamındaki bu gelişmeye rağmen Türkiye halen otomotiv sahipliği oranında Avrupa Birliği ülkesi ortalaması olan bin kişiye düşen 470 araç sayısının (Avrupa Otomotiv Üreticileri Derneği - 2008) altında, bin kişiye düşen 95 araç düzeyindedir (Dünya Bankası - 2009).

5.2 ELEKTRİKLİ ARABALAR İÇİN ŞARJ ÇEŞİTLERİ

Evde özel kullanıma uygun olan ve kamuya açık yerlerde bulunan iki çeşit şarj cihazı vardır. Bu istasyonlar, ev tipi şarj cihazı ve ticarî kullanıma uygun şarj cihazı olarak sınıflandırılmaktadır. Yüzde yüz elektrikli araba sahibi, evde, garajda bile aracını şarj edebilmektedir. Bu bataryalar 160 km. menzildir. Evde şarj etmek için eve şarj cihazı almak gerekir ki, bu da yaklaşık 1.000 Euro'luk bir temel yatırım demektir. Ayrıca, kişinin evindeki elektrik altyapısının da uygun olması gerekmektedir.

5.3 ŞARJ MALİYETLERİ

Evde şarj edildiğinde, benzinli ve dizel arabaya göre maliyet 1/8 oranında düşmekte, ortalama yüzde 80'e yakın tasarruf sağlanmaktadır. Kamuya ait yerlerdeki istasyonlardan şarj edilince benzine göre yüzde 70, dizele göre yüzde 50 tasarruf sağlanıyor. Örneğin, taksiler günde ortalama 300 km. yol yapmaktadır. İstanbul'da bir günde LPG maliyeti yaklaşık 70 TL'ye geliyor. Eğer bu taksiler elektrikli olsaydı, maliyet yarı yarıya olacaktır ki, bu hesaba elektrikli araçlarda çok düşük olan bakım onarım maliyetleri dahil edilmemiştir. Şu anda yaklaşık olarak 20 TL maliyetle 150 km. gidilebiliyor. Bu harcama, LPG ve dizele göre yüzde 50 daha tasarrufludur.

5.4 ŞARJLARIN TÜKETİCİ İÇİN MALİYETİ

Tablo 5.1 de araç teknolojilerine göre yatırım maliyetleri ve bu maliyetlerin 2030, 2050 yıllarındaki değerlerinin öngörülmesi sunulmaktadır. Çalışmaya göre elektrikli araçların, 2010 yılındaki maliyeti neredeyse yarıya inmiş olsa da 2050 yılında bile konvansiyonel araçlara göre yüzde 60 daha pahalı olacaktır.

Tablo 5.1- Araç teknolojilerine göre yatırım maliyetleri 2010-2050

		Net capital costs development of middle class vehicles. (Orta sınıf araçların gelişimi için net sermaye maliyetleri.)				
		Net Capital cost (Net sermaye maliyetleri)				
		2010(€)		2020(€)	2030(€)	2050(€)
CD-Gasoline	(Benzin)	17,902		17,902	17,902	17.902
CD-Diesel	(Dizel)	19,071		19,071	19,071	19.071
CD-CNG	(Gaz)	19,595		19,481	19,366	19.136
Micro-HEV	(Hibrit)	18,152		18,152	18.152	18.152
Mild HEV	(Hibrit)	19,765		19,135	18.934	18.812
Full HEV	(Hibrit)	22,705		21.372	20.928	20.659
PHEV-40	(Elektrik)	28,805		24,297	23.259	22.71
PHEV-80	(Elektrik)	34,397		26,642	25,282	24.628
BEV	(Elektrik)	51,762		32,559	29,259	27.691

Kaynak: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi 2003

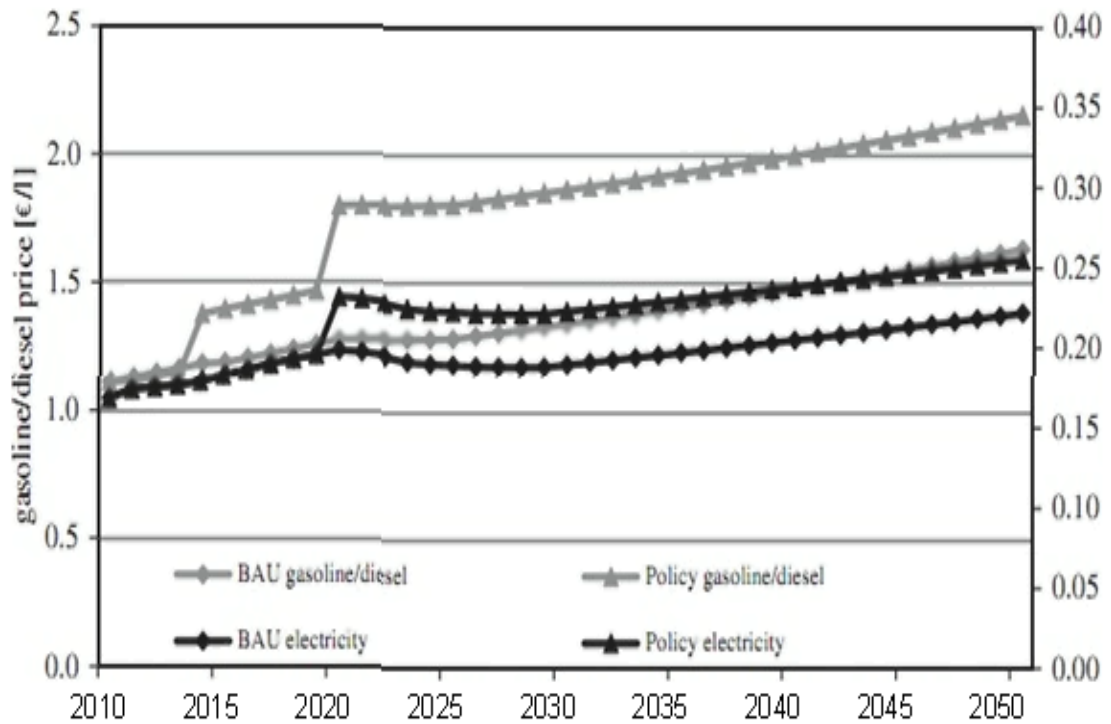
Çalışmada 2 senaryoya göre hesaplamalar yapılmaktadır. BAU senaryosuna göre gelecekteki vergi oranları 2010 yılı vergi oranları gibi kabul edilmekte yalnız CNG vergi oranının 2015 yılında dizel yakıtlarla aynı seviyeye geleceği öngörülmektedir. Policy senaryosuna göre ise Avusturya karbon emisyonu hedeflerine göre araç filosunun sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik teşviklerin sunulduğu düzenlemelerin yapıldığı ve fosil yakıtlı araçların vergi oranlarının arttırıldığı bir ortam öngörülmektedir.

Tablo 5.2’de gözüktüğü gibi, BAU senaryosuna göre 2010 – 2023 yılları arasındaki yakıt maliyetleri elektrikli ve konvansiyonel araçlar için aynı olmaktadır. 2023 yılından sonra fosil yakıt maliyetleri ile elektrik maliyetleri arasındaki fark 2050 yılına kadar

yaklaşık yüzde 25 oranına kadar açılmaktadır. Policy senaryosuna göre ise 2013 yılında elektrik maliyeti ile fosil maliyeti arasında yüzde 30'a yakın bir fark gözükmekte bu fark 2020 yılına kadar korunmakta ve 2020 yılında keskin bir değişimle fark yaklaşık yüzde 50'lere çıkmakta ve bu artış 2050 yılına kadar düzenli bir ivme ile yüzde 60'lara yaklaşmaktadır.

**Tablo 5.2- 2010- 2050 yılları arası Benzin/motorin ve elektrik yakıt brüt fiyatları
Bau ve Policy Senaryoları**

M. Kloess, A. Müller / Enerji Politikası



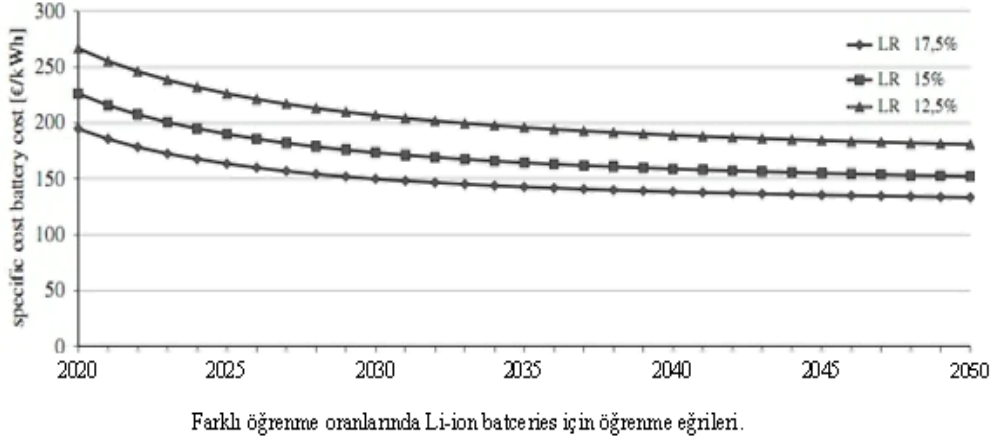
2010 - 2050 iki senaryo benzin / dizel ve elektrik yakıt fiyatları karşılaştırması.

Kaynak: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi 2003

Çalışmada yine lityum iyon batarya maliyetleri ise 3 değişik öğrenme hızına göre değişen oranlarda düşmektedir. Bu düşüş tablo 5.3 te görülmektedir.

Tablo 5.3- Farklı durumlarda li-on pillerin eğrileri

M. Kloeß, A. Müller/ Enerji Politikası



Kaynak: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi 2003

2010 yılı verilerine ile ve yıllık 15 000 km yol yapıldığı varsayımına dayanarak yapılan hesaplamalara göre araç teknolojilerine göre yıllık araç sahibi olma maliyetlerinin değişimi Şekil 5.4 de verilmektedir. Grafikten okunabileceği gibi konvansiyonel dizel bir araca sahip olmanın yıllık bedeli yaklaşık 4500 Euro iken Bataryalı Elektrik Araç için bu rakam 8500 Euro'ya yükselmektedir. Bu farkın oluşmasının en büyük bileşeni ise araç maliyetidir.

Tablo 5.4- Farklı tahrik sistemlerinde orta sınıf araçların toplam 2010 yıllık maliyeti

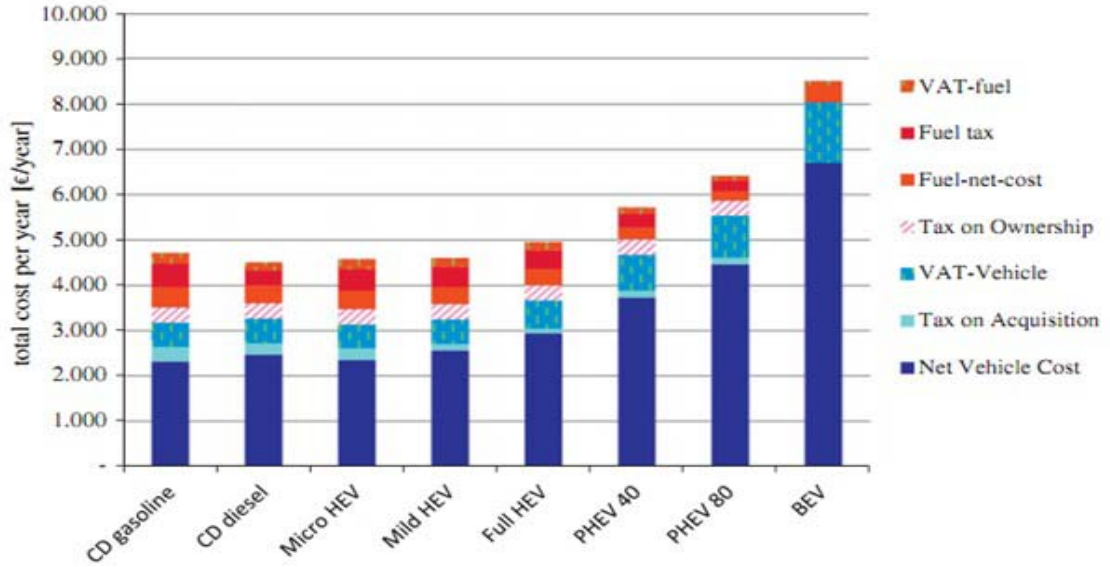


Fig. 6. Total annual cost of middle class vehicles with different propulsion systems 2010 (15 000 km/year).

Kaynak: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi 2003

2030 yılı beklentilerine göre ise yıllık araç maliyeti tablosu ciddi değişime uğramaktadır. 2010 verilerine göre en ucuz yıllık maliyet dizeldeyken 2030 beklentilerine göre en ucuz yıllık maliyete elektrikli otomobiller sahip olmaktadır. Benzinli konvansiyonel aracın yıllık maliyeti 5300 Euro ile en büyük değeri alırken bunu 5200 Euro ile dizel konvansiyonel arabalar takip etmektedir. Elektrikli otomobilin sahibine yıllık maliyeti ise 4600 Euro olmakta ve bu maliyet kıyaslanan araç türleri arasında en düşük seviyede bulunmaktadır.

Tablo 5.5- Farklı tahrik sistemlerinde orta sınıf araçların toplam yıllık maliyeti 2030 Policy Senaryosu

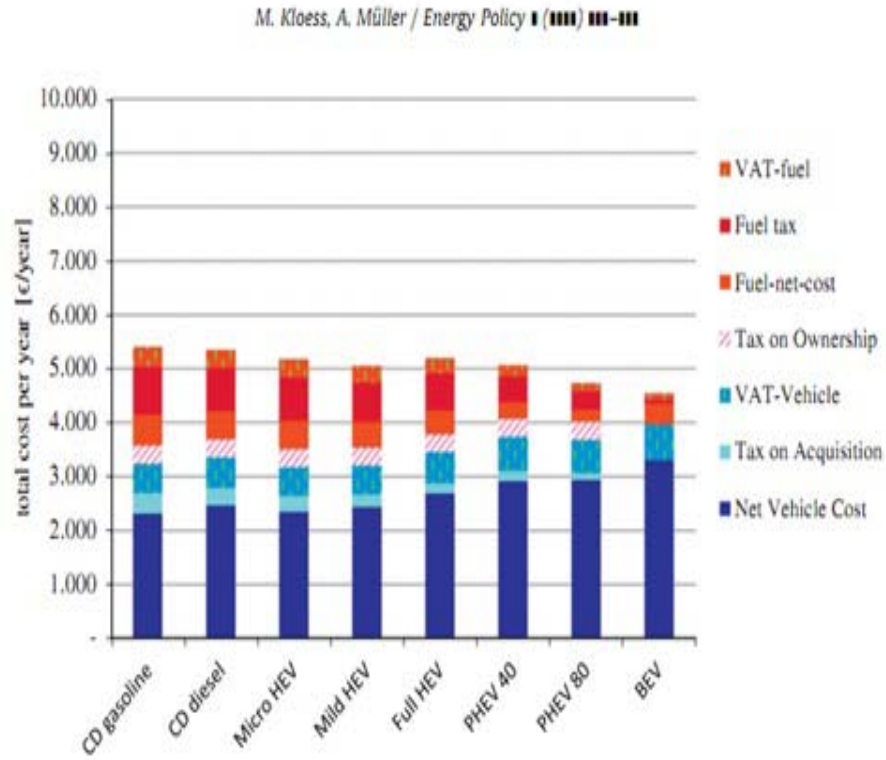


Fig. 7. Total annual cost of middle class vehicles with different propulsion systems 2030 in the Policy Scenario (15 000 km/year).

Kaynak: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi 2003

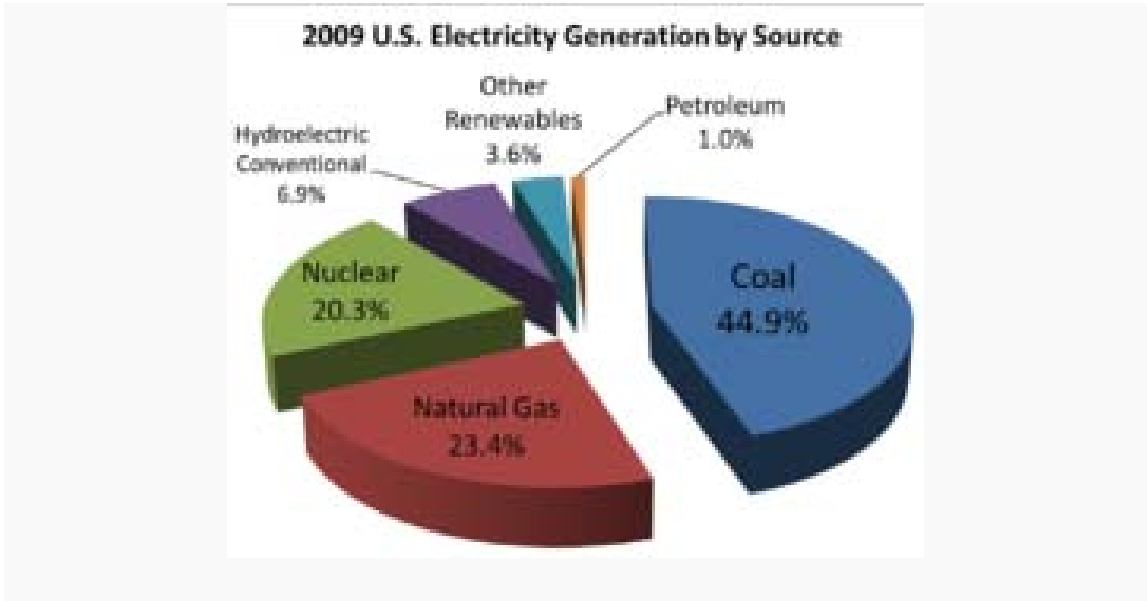
5.5 ÇEVRE ANALİZİ VE ÜLKELERİN EMİSYON DEĞERLERİ

Günümüzde elektrikli araçlara olan ilgi, bireylerin algı ve çevresel duyarlılıklarına bağlı olarak farklı boyutlarda yorumlanmaktadır. Belirli toplum kesimleri olaya yalnızca ekonomik açıdan bakarken, eğitilmiş ve çevreye duyarlı kesimler için elektrikli araçlar, halen daha maliyetli olmalarına karşın yenilikçi bir sürecin temsilcileri olmaları bakımından tercih nedeni olabilmektedir. Gerçekten de yenilenebilir enerji ile entegre edilmiş yeşil araç kullanımı yaşam ortamımızın niteliğini ve görüntüsünü kökünden değiştirebilecek kadar önemlidir.

Elektrikli araçlar, şehirlerde temiz havaya katkıda bulunur çünkü zararlı bir atık üretmemektedir. Salınan karbon dioksit miktarı, aracı şarj etmek için kullanılan güç kaynağının emisyon yoğunluğuna bağlıdır, araç bazında düşünüldüğünde söz konusu aracın verimliliği ve şarj işlemi sırasında kayıp olan enerjiye bağlıdır.

Şebeke elektriği için emisyon yoğunluğu ülkeden ülkeye değişmektedir, ve bir ülke değerlendirildiğinde talebe göre, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygunluğuna göre ve fosil yakıtların üretimde verimliliğine göre değişmektedir. Şebekeden bağımsız yenilenebilir enerji ile aracın şarj edilmesi çok düşük bir karbon yoğunluğuna sebep olmaktadır.

Tablo 5.6-2009'da ABD elektrik üretimi kaynak dağılımı.



Kaynak: MIT Electric Vehicle Team. MIT. Nisan 2008.

ABD elektriğinden 2008'de şarj olan bir elektrikli araç sürüldüğü kilometre başına 115 gram CO₂ yaymaktadır. Oysa ABD piyasasında satılan sıradan bir petrol arabası kilometre başına 250 gram CO₂ üretmektedir, bunun bir kısmı yakıtın üretilmesi bir kısmı da bu yakıtın alınan yere olan sevkiyatından kaynaklanmaktadır.^[27]

UCS(Union of Concerned Scientists) 2012'de prize takılan otomobil bataryalarının bütün yaşam döngüleri enerji üretiminden yola(well to wheel) değerlendirilerek şarj

edilmesinden meydana gelen sera gazı emisyonunu ve ABD’de bölgesel olarak elektrik üretiminde kullanılan yakıt ve teknolojiye göre farklılık gösteren ortalama sera gazı emisyonunu değerlendiren bir rapor yayınlamıştır. UCS çalışması sıradan yıllık karbondioksit gram biriminden emisyonu yerine galon başına mil cinsinden yapılmıştır. Çalışma elektriğin üretildiği doğalgaz, nükleer, hidroelektrik veya diğer yenilenebilir kaynakların bulunduğu bölgelerde prize takılan elektrikli otomobillerin sera gazı emisyonunu önemli ölçüde düşürme potansiyeli olduğunu ortaya koydu. Diğer taraftan, kömürden üretilen güç oranının yüksek olduğu bölgelerde, hibrit elektrikli otomobiller, prize takılan elektrikli otomobillerden daha az CO2 emisyonu üretir, ve en iyi yakıt verimli benzinli küçük otomobiller prize takılan otomobillerden biraz az bir emisyon üretir. En kötü durum senaryosunda, *“bütün enerjinin kömürden üretildiği bir bölge için, yapılan çalışma prize takılan elektrikli bir arabanın, benzinli bir arabanın şehir/otobandaki birleşik yakıt ekonomisi olan 30 mpg_us’ye denk bir sera gazı emisyonu yaydığını ortaya koydu. (7.8 L/100 km; 36 mpg_imp). Aksine, tamamen doğalgaza dayanan bir bölgede, elektrikli otomobiller 50 mpg_us’lik değerli benzinli otomobillere eşdeğerdir.(4.7L/100 km; 60 mpg_imp)”* şeklinde açıklanmaktadır. (UCS (Union of Concerned Scientists) 2012)

ABD nüfusunun yüzde 45’ini kapsayan bir çalışma, elektrikli bir araba için, 50 mpg_us birleştirilmiş yakıt ekonomisi kapasiteli benzinli bir arabadan daha az CO2 emisyonu üretmekte olduğunu gösterdi. Bu gruptaki şehirler Portland, Oregon, San Francisco, Los Angeles, New York City ve Salt Lake City ve en temiz şehirlerde well to wheel emisyonu eşdeğeri 79 mpg_us’lik yakıt ekonomisini başarmışlar.(3.0L/100 km; 95 mpg_imp).

İngiltere

İngiltere’de 2008’de yapılan bir çalışma İngiltere’deki mevcut elektrik üretiminden dolayı ve elektrikli otomobillerin üretimi ve kullanımı ile ilgili emisyonlar dikkate alındığında bile elektrikli otomobillerin karbondioksit ve sera gazı emisyonlarını en az yüzde 40 azaltma potansiyeli olduğunu belirtti.^[28]

Tasarruflar hibrit veya dizel otomobillere göre tartışılabilir(resmi İngiliz hükümeti testlerine göre, en verimli Avrupa piyasalarındaki otomobiller kilometre başına 115

gram CO₂'den aşağıdadır, İskoçya'daki bir alışma İngiltere'deki yeni otomobiller için ortalamayı 149,5 gram CO₂/km olarak vermiştir^[29]. Fakat daha temiz elektrik altyapısı olan ülkelerde çok daha kayda değer değerler olacaktır.

Almanya

En kötü durum senaryosunda artan elektrik talebi sadece kömürle karşılanabilecektir, 2009'daki World Wide Fund for Nature ve IZES tarafından yürütülen bir çalışma orta boyutlu bir Elektrikli otomobilin kabaca 200 g CO₂/km, benzinli kompakt bir otomobil için ise 170 g CO₂/km'lik bir ortalamayı ortaya koymuştur. Bu alışma Almanya'da bir milyon elektrikli otomobil kullanımı halinde, en iyi senaryo olarak, elektrik altyapısına dair hiçbir geliştirme yapılmaması veya talebin yönetilmemesi koşulları altında CO₂ emisyonunu sadece yüzde 0,1 düşürebilmiştir.^[30]

Fransa

Fransa'da temiz bir enerji şebekesi vardır, elektrikli otomobil kullanımından kaynaklanan CO₂ emisyonu kilometre başına 12 g civarında olacaktır.^[31]

Türkiye

Türkiye'de 1990-2009 Ulusal Seragazı Envanter raporunda, ulaştırma sektörü toplam karbon emsiyonunun yzde17'sinin kaynağıdır, ulaştırma sektörü içerisinde karayolu tipi yüzde 84.74'e denk gelmektedir. Türkiye'nin kaynaklara göre ortalama birim enerji emisyonu 0,53426 kgCO₂/kWh ile Avrupa ortalamasının(0,8 kgCO₂/kWh) altındadır.^[32]

Üretimdeki emisyonlar

Hibrit elektrik araçlar, prize takılan hibritler ve bütün elektrikli otomobiller üretimleri esnasında mevcut sıradan otomobillerden daha fazla karbon emisyonu üretmektedirler, fakat bütün yaşam döngüleri üzerinde toplam karbon emisyonu daha düşüktür. İlk yüksek karbon emisyonu batarya üretiminden kaynaklanmaktadır. Orta lekli bir elektrikli otomobilin üretim esnasında oluşan emisyonunun yzde43'ünün batarya üretiminden olduğunu değerlendirmiştir.(Ricardo, 2011)

Atmosferdeki doğal oluşumlu sera gazları dünya iklimi ve sıcaklığını düzenleyen önemli bir küresel mekanizmadır. Bu gazların antropojen olarak artışı son iki yüzyıl

içinde dramatik düzeyde değişim göstermiştir. Metan ve kloroflorokarbon gazları gibi sera etkisine sahip gazlar içinde karbon dioksit (CO₂) yüzde 56 ile en önemli etkiye sahiptir. Atmosferdeki CO₂ düzeyi 394,29 ppm düzeyindedir. (Mauna Loa, 2012). Endüstri öncesi dönemde (1750'li yıllar) 280 ppm olan CO₂ düzeyi 2005 Yılı'nda 379 ppm ve son olarak 394 ppm olarak ölçülmüştür. İklim değişikliği ekolojik olumsuzluklar yanında dünya ekonomisine de ağır yükler getirmektedir. Her yıl küresel gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH)'nin yüzde 5-20'sine denk kayıplar oluşmaktadır. 1990 Yılı'ndan beri taşımacılıktan kaynaklanan CO₂ emisyonları yüzde 32 artış göstermiştir. Almanya'daki taşımacılık sektörü, CO₂ oluşumunda enerji sektöründen sonra yüzde 21 ile ikinci büyük sektördür. Taşımacılık sektörü içinde karayolu taşımacılığı, Alman CO₂ emisyonlarının yüzde 19'unu oluşturmaktadır. (Alman Federal Çevre Ajansı, 2005)

Dünyada üretilen araç sayısı 2012 Yılı için tarihte ilk kez 60 milyonu aşacaktır. Bu, günde 165.000 yeni araç üretimi demektir. 2011 verilerine göre, Dünyada en büyük otomobil üreticisi yüzde 24,2 ile Çin ve onun ardından yüzde 11,9 ile Japonya'dır. İran dünya üretiminin yüzde 2,4'ü ile 12. sırayı işgal ederken, Türkiye yüzde 1,1'lik üretimle 18. sırada yer almaktadır. Halen dünya caddelerinde seyreden 1 milyardan fazla araç olduğu tahmin edilmektedir (Pike research, 2010 verileri).

Türkiye'deki araç sayısı 2000 Yılı'ndan 2011 Yılı Eylül ayına kadar geçen sürede yüzde 91, otomobil sayısı yüzde 80 artış göstermiştir. Türkiye'de 2000 Yılı'nda 8.320.449 olan araç sayısı 2011 Yılı'nın Eylül ayında 15.892.396'ya ulaştı. Araçlarda ilk sırayı 7.992.187 ile otomobil almaktadır.(Türkiye İstatistik Kurumu, 2012).

Türkiye'nin petrol ihtiyacının yüzde 90'ı ithalât yoluyla karşılanmaktadır. Türkiye'nin toplam ithalâtının yaklaşık yüzde 9'unu ham petrol oluştururken, GSYİH'nin yüzde 2,27'si petrol ithalâtı için harcanmaktadır. Türkiye'nin ham petrol işlenmesinden sonra zorunlu olarak elde ettiği yıllık benzin miktarı yaklaşık 4 milyon tondur. Bu benzinin ancak 2 milyon tonu iç pazarda tüketilmektedir. Türkiye'de kullanılan otogaz miktarı ise 2009 sonu itibarıyla 2,3 milyon tona ulaşmıştır. LPG de bir fosil yakıt olmasına karşın kirletici emisyon değerinin düşük olması nedeniyle tercih edilebilir olsa da, 2009

Yılı'nda tüketilen toplam 3,7 milyon ton LPG'nin yüzde 83'ü, yani 3 milyon tonu ithal edilmiştir. Otomobil teknolojisinde son 10 yıl içinde çok önemli gelişmeler ve içten yanmalı araçlarda emisyon değerlerinde önemli düşüşler sağlanmasına karşın, termik motorlu araçlar halen sera gazı üretiminde ikinci sırayı işgal etmeye devam etmektedir.

Küresel CO2 emisyonlarının yüzde 23'ünden taşımacılık sorumlu olup bunun büyük kısmı otomobiller ile ilgilidir.(Uluslararası Enerji Ajansı (IEA),2009)

Küresel boyutta en fazla emisyon salan diğer 5 ülkeden biri olan ABD'nde düşük petrol fiyatları yaygın bir şekilde otomobil kullanımını teşvik etmektedir. Türkiye ve AB'deki yüksek benzin fiyatları nedeniyle yakıt ekonomisi önem kazanmakta ve düzenlemeler, taşıtlarda emisyon değerlerini azaltıcı, yakıt ekonomisi yüksek araçların üretimini zorunlu kılmaktadır.

Düşük karbonlu yaşam kapsamında egzoz emisyonlarının sınırlandırılmasında Euro 5 ölçütlerinden Euro 6 ölçütlerine geçilmesi gibi yasal düzenlemeler de, otomotiv üreticilerini elektrikli araçlar konusunda çalışmalar yapmaya zorlamaktadır. Beş yıl önce elektrikli araçlar konusunda ketum bir durum gösteren pek çok büyük firmanın 2012 itibarıyla elektrikli araçlar konusundaki yatırımları, konseptleri ve piyasaya girmiş olmaları çok ilginç ve hızlı bir dönüşümü göstermektedir.

Avrupa Birliği stratejilerine göre, sürdürülebilir büyüme elde etmede kaynak verimliliğini hedef alan, iklim değişikliği, ulaşım, tarım, çevre ve enerji üzerine politikalarla ilgili entegre olmuş bir yaklaşım gerekmektedir. Bu amaçla, düşük karbon salımlı yeşil ekonomi anlayışına dayalı çabaların devam edeceği tanımlanmaktadır. "Avrupa 2020 Stratejisi"ne uygun olarak, gelecek yıllardaki en temel hedeflerden biri kaynakların sürdürülebilir ve verimli kullanımı sayesinde yeşil büyümenin desteklenmesi olacaktır. AB İklim Değişikliği Uyum Stratejisi'nin benimsenmesi ve bunun üzerine daha fazla çalışılması, iklim değişikliğini hafifletmek üzerine olan çalışmaları tamamlayacaktır. İklim değişiklikleriyle mücadele çabaları, enerji ve ulaşım politikaları ile yakın olarak bağlantılıdır. AB, 2050'ye kadar, 1990 seviyelerine göre emisyonları yüzde 80-95 seviyesinde azaltmayı hedeflemektedir.

Temiz ulaşım sistemleriyle ilgili olarak elektrikle çalışan araçlar, hidrojen/benzin hücreleri, bio-yakıtlar, doğalgaz ve güneş enerjisi gibi alternatif teknolojilerinin kullanılabilirliği dünyada gündem oluşturmaktadır.

5.6 ENERJİ VERİMLİLİĞİ

İçten yanmalı motorlar nispeten yerleşik yakıt enerjisini itme gücüne dönüştürürken verimsizdirler, enerjinin çoğu ısı olarak harcanmaktadır. Diğer taraftan, elektrikli motorlar depolanmış enerjiyi aracı sürme gücüne dönüştürürken çok daha verimlidir ve elektrik tahrikli araçlar hareketsizken veya kendi kendine giderken enerji harcamamaktadırlar. Tipik olarak, sıradan benzinli motorlar aracı hareket ettirmek için veya güç aksesuarları için yakıt enerjisinin sadece yüzde 15'ini etkin bir şekilde kullanır. Dizel motorlar yüzde 20'lik bir verimliliğe sahipken, elektrik motorlu araçlar yüzde 80 civarı bir verimliliğe sahiptir.

Elektrikli arabaların üretimi ve dönüşümü tipik olarak 10 ila 23 kwh/100 km dir. ("Performance Statistics - 1999 General Motors EV1 w/NiMH" ABD Enerji Bakanlığı, Etkin ve Yenilenebilir Enerji Birimi). Güç tüketiminin yaklaşık yüzde 20'si bataryaların şarj edilmesindeki verimsizliklerden kaynaklanmaktadır.

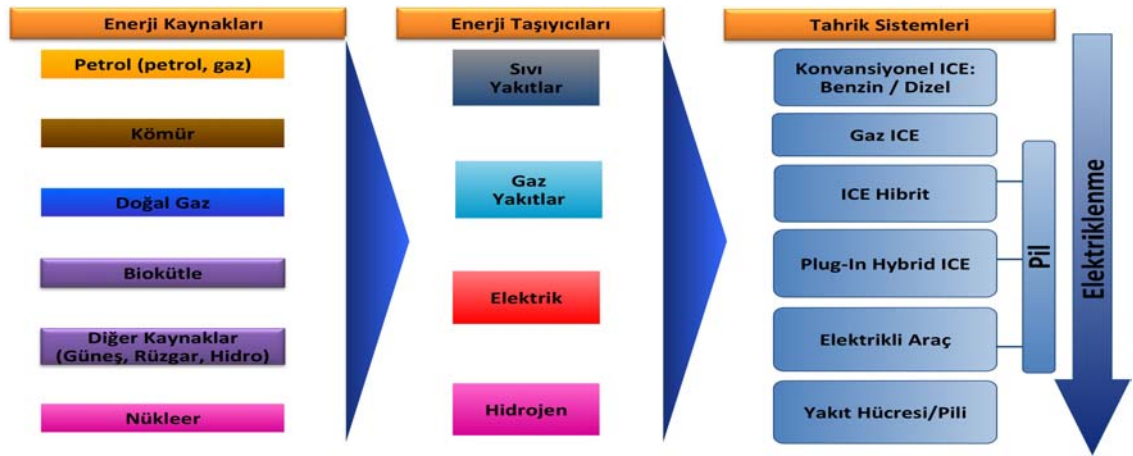
6. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN OTOPARKLARLA BİRLİKTELİĞİ ve İSTANBUL ÖLÇEĞİNDE ŞARJ İSTASYONU ANALİZİ

Bu bölümde şarj istasyonları ile otoparklar arasındaki ilişki, şarj istasyonu seçim kriterleri nerelere şarj istasyonu konulabilir önerileri yer almaktadır. Ayrıca İstanbul ölçeğinde Anadolu ve Avrupa yakalarındaki mevcut istasyonlar ve eklenebilecek olan yeni önerilerde bulunmaktadır.

6.1 ŞARJ İSTASYONLARI İLE OTOPARKLAR ARASINDAKİ İLİŞKİ

Artan araç sayısına bağlı olarak, atmosferde kirletici emisyonların ve karbon dioksit gazı miktarının hızla artması, dolayısıyla sera etkisinin oluşması ve iklim değişikliği sorunları alternatif yakıtların ve tahrik sistemlerinin kullanılmasını gündeme getirmiştir. Ancak alternatif yakıtlı/tahrikli araçların başarısında; taşıtlar için yüksek ilk yatırım maliyeti, sınırlı yakıt depolama durumları ya da sınırlı menzil, emniyet ve yükümlülük konuları, yüksek yakıt fiyatları, sınırlı dolum/şarj istasyonları, mevcut trendlerdeki gelişmeler gibi aşılması gereken konular bulunduğu göz ardı edilmemelidir. Şekil 6.1'de yakıt/enerji ve tahrik sistemlerinin kaynakları, taşıyıcıları ve tahrik/güç sistemlerine aktarılmasında günümüzdeki ve gelecekteki trendler gösterilmiştir.

Şekil 6.1 Enerji kaynakları, taşıyıcıları ve tahrik/güç sistemleri.

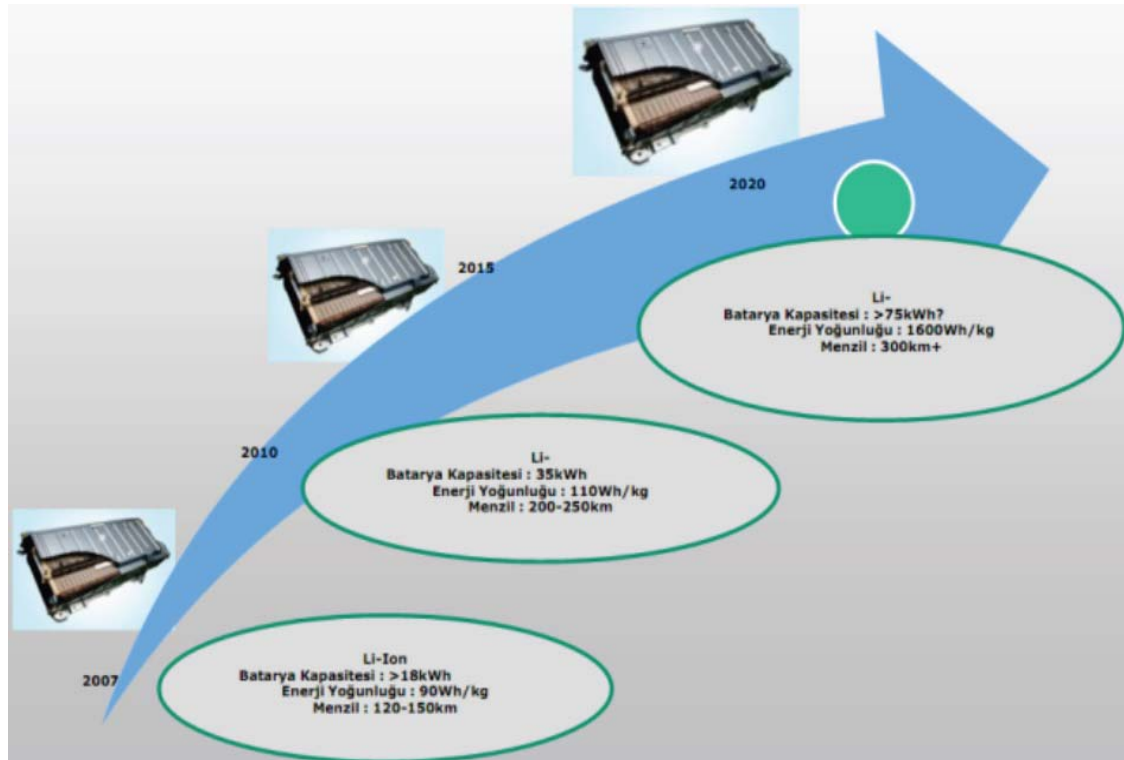


Kaynak: Demir A. 2012

Şekil 6.1 içten yanmalı motorların gittikçe elektriklendiği görülebilmektedir. Otomobiller hiç şüphesiz insanlardan daha uzun süre mekan bağlılığına gereksinim duymaktadır. Çünkü otomobiller ortalama günde 22 ile 23 saat arasında park etmektedirler. Bu yaklaşımlar araçların evi olan düzenlenmiş otoparkların önemini göstermektedir. Şarj istasyonu yerleştirilmiş otoparklarda elektrikli araçlarının şarjlarının yapılabilmesi için hem kullanılan akü teknolojilerine hem de şarj tipine bağlı olarak belli bir süreye gereksinim duyulmaktadır. Çünkü mevcut teknolojiye göre akülerin şarj süreleri oldukça uzundur.

Akü teknolojileri ve değiştirilmeleri, şarj cihazları (şarj akımı: Yavaş, orta, hızlı şarj ya da AC ve DC uygulamalar), cihazın konuşlandırılacağı park/montaj yerleri, akıllı şebeke yönetimi ve elektrik tedariki, şarj hizmetlerinin ücretlendirilmesi, tüm bu işlemlerin sağlıklı yürütülebilmesi için teşvik edici yasal düzenlemelerin çıkarılması gibi konular elektrikli araçların kullanımına katkıda bulunacak çok önemli konulardır.

Şekil 6.2 Yıllar itibariyle akü kapasitesine yönelik yapılan iyileştirmeler ve gidilebilecek menzil



Kaynak: Demir A. 2012

Şarj işlemi esnasında çekilen elektrik gücü de diğer önemli bir konudur. Yakın bir gelecekte aynı anda park alanında belki 100 aracın şarj edilmesi gibi senaryolar kaçınılmaz olacaktır. Ayrıca hem araçların uzun şarj süresi hem de 32 Amper'lik bir elektrik prizinden ise ancak 20 kW'lık bir elektrik gücü çekilebiliyor olması aşılması gereken altyapısal konulardan bir kısmıdır. Elektrikli araçlar için öncelikle yaygın şarj istasyon ağı kurulmalıdır. Bu gerçekleştirilene kadar sürücüler doğru rota, enerji ve zaman yönetimini birlikte yapmak zorunda kalacaklardır.

Elektrikli bir aracın toplam akü ağırlığı ortalama 200 ile 250 kg civarında olmaktadır. Gideceği azami mesafe ise yaklaşık 160 km'yi bulmaktadır. En büyük sorunlardan birisi de bu azami mesafenin kısa olması ve normal şarj süresinin uzun olduğu kabul edilmektedir. Şekil 6.2'de yıllar itibariyle akü kapasitesine yönelik yapılan iyileştirmelerle gidilebilecek menzil artışı gösterilmektedir. Şarj yerine akü değişimi de uygulanması düşünülen bir diğer yöntemdir.

6.2 ŞARJ İSTASYONLARININ YER SEÇİM KRİTERLERİ VE İSTANBUL ÖLÇEĞİNDE DEĞERLENDİRMESİ

Etkin otopark yönetim ve denetiminde otopark talebini azaltacak stratejiler önemli yer tutmaktadır. Bu stratejiler arasında; otoparkların ücretlendirilmesi, vergilendirme, ulaşımın alternatiflendirilmesi ve etkin entegrasyonun sağlanması, etkin taşımacılık talep yönetimi, park stokunu azaltılması, park et ve devam et (yani transfer/aktarma merkezleri) düzenlemeleri gibi uygulamalar önemlidir. Bu ulaşımın çeşitlendirilmesi ve etkin entegrasyonun sağlanmasına yönelik park et ve devam et (yani transfer/aktarma merkezleri) merkezleri/alanları şarj istasyonları için de ideal noktalardandır. Çünkü bu otoparklar genel olarak araçların daha uzun süreli ikamet ettikleri mekanlardır. Ayrıca bu alanlarda şarj yüklerinin optimize edilmesi daha kolay sağlanabilecektir.

Elektrikli hibrid ve elektrikli araçlar geleceğini etkileyen en önemli konulardan biri ücretli ya da ücretsiz otoparkların yeterliliklerinin bu araçların ihtiyaçlarını karşılayacak düzeye çıkartılmasıdır. Bunun için;

1. Tahsisli yer ayrılması,

2. Uygun bölgenin seçilmesi (montaj için minimum yaya trafiğinin olduğu bölgenin seçilmesi),
3. Otoparkın; merkezilik, çoklu kullanıma uygunluk, sirkülasyon, gelir seviyesi, aktarma noktalarına yakınlık gibi kriterler doğrultusunda şarj ünitesinin seçimi (yavaş, orta, hızlı şarj),
4. Engelli sürücülerin bu cihazları kullanabilmesi için gerekli düzenlemelerin yapılması
5. Yatay ve düşey işaretlemeler
6. Şarj ünitelerinin yağmur, sel ve doğal afetlerden korunma tedbirlerinin alınması
7. Vale hizmetinin sunulması,
8. Bölgenin aydınlatılması,
9. Ünitenin korunması için banket uygulaması,
10. En kısa çalışma mesafesinin sağlanması,
11. Ergonomik ve kullanımı kolay olacak önlemlerin alınması,
12. Açık otoparklarda soğuktan etkilenme/donmaya karşı tedbirler,
13. Vandalizm tehdidine karşı önlem,
14. Gerektiğinde havalandırma gereksinmelerinin sağlanması
15. Şarjın ve şarj süresince kullanılacak otoparkın ücretlendirmesi, gibi konular ve hizmetler yerine getirilmelidir.

Ayrıca;

1. Şarj üniteleri trafik yoğunluk haritasına ve GIS ortamına tanıtılması.
2. Şarj ünitelerinin etkin kullanım oranlarının hesaplanması,
3. Şarj ünitesi ve ekipmanlarının bakım maliyetlerinin hesaplanması,
4. Arıza, aksaklık ve hatalara karşı sigortacılık çalışmaları için bilgi toplanması

gibi konularda şarj ünitesinin verimli kullanımında anahtar rol oynayacak hususlardır.

Bununla beraber, elektrikli araçların şehirlerde kullanılabileceği alanlar da, azımsanmayacak kadar fazladır. Şöyle ki; Kısa mesafeli işe gidiş gelişlerde, bir evin hanımı tarafından alışveriş ve ziyaret amaçlı veya gençler tarafından üniversiteye gitme amaçlı sınırlı menzilde kullanılabilir.

Ayrıca;

1. Üniversitelerde,
2. Havaalanlarında,
3. Limanlarda,
4. Yat limanlarında,
5. Parklarda,
6. Hayvanat bahçelerinde,
7. Askerî tesislerde,
8. Güvenlik ve polis devriye gezilerinde,
9. Konut sitelerinde yük ve insan taşımada,
10. Küçük sanayi sitelerinde,
11. Organize sanayi bölgelerinde,
12. Fabrikalarda,
13. Garlarda,
14. Terminallerde,
15. Su, kömür, odun, yemek, süt, gazete dağıtım hizmetlerinde,
16. Çöp toplamada,
17. Malzeme ve insan taşıma işlerinde,
18. Düz alanlarda kısa mesafeli taksi hizmetlerinde,
19. Servis işlerinde,
20. Trafığe kapalı yerlerde çekme, taşıma, ambulans ve devriye hizmetlerinde kullanılabilir.

Bu araçların daha geniş ölçüde kullanılmasında karşımıza çıkan zorluklar da şu şekilde sıralanabilir:

1. Yaşam biçimimiz,
2. Yerli teknoloji yetersizliği,
3. Bazı çalışmaların başlamış olmasına rağmen, organize olamayan, münferit nitelikte kalan, paylaşılabilen ve bu yüzden yüksek maliyetler sebebiyle görülen yerli yan sanayinin yetersizliği,

4. Devlet desteğinin yetersiz, plansız ve sözde kalması,
5. Mevzuatın yeterince açık olmaması, yaklaşımın özden çok şekilde kalması,
6. Yerli üreticinin olmaması, otomotivde bağımlılığın sürmesi,
7. Petrol ve otomotiv devlerinin stratejik yaklaşımları.

Devletin yapabilecekleri hakkındaki önerilerim ise şöyledir;

1. Bu konuda ayrıntılı gerçekçi stratejik bir planın hazırlanıp, paydaşlarla tartışılarak yayınlanması,
2. Ulusal firmaların, yerel imkânların ve yöresel kaynakların harekete geçirilmesi,
3. Yan sanayinin stratejik planda yer alması,
4. İlgili sektörlerde seçicilik yapılarak AR-GE desteklerinin soyut projelerden somut ürün geliştirilmesine yönlendirilmesi,
5. AR-GE projeleri kadar UY-GE (Uygulama-Geliştirme) projelerine de önem verilmesi,
6. Üniversitelerde otomotiv ile ilgili mühendislik fakülte ve bölümlerinin klasik eğitimlerinde elektrikli araçlar ve ilişkin konulara ve yan ürünlere de yer verilmesi ve bunun için üniversitelere kaynak sağlanması,
7. Teşvik kalemlerinin açıkça belirlenmesi (yatırım indirimi, vergi muafiyeti ve arazi tahsisi gibi),
8. ÖTV ve KDV muafiyetleri veya indirimi,
9. Faiz desteği,
10. Elektrikli araçların kullanılabilceği uygun çöp toplama, devriye gezme, kısa mesafeli taşıma, park bahçe, havaalanı ve liman dağıtım hizmetleri dönüşümü için net ve gerçekçi hedefler konması gerekmektedir.

Ayrıca Türkiye bu konuya yaklaşımını mevzuat ve yönetmelikleri değiştirerek konuya olan hassasiyetini göstermiş bulunmaktadır. Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliğinde 08.09.2013 tarihinde yapılan değişiklikle “Akaryakıt, Şarj ve Servis İstasyonları” başlığı altında Madde 40 – (Başlığı ile birlikte değişik: RG-8/9/2013-28759) “...Elektrik enerjisi ile çalışan araçların şarj edilmeleri için, ilgili elektrik

kurumunun, olumlu görüşü ile otoparklar, akaryakıt istasyonları veya diğer uygun yerlerde elektrikli araç şarj yeri yapılabilir.” diye belirtilmektedir.

İstanbul on beş milyona yakın nüfusuyla kozmopolit bir kenttir. Elektrikli araç kullanımına etkisi olacak şarj istasyonlarının yerleştirilmesi ve organizasyonu çok büyük önem arz etmektedir. Elektrikli araç kullanılabilirliğinin artırılması açısından şarj istasyonlarının yeri ve sayısı çok önemlidir.

Yukarıda anlatılan ilk konu şarj istasyonların lokasyonunu belirlemede kullanılan kriterler; merkezilik, çoklu kullanıma uygunluk, araç sirkülasyonu, ekonomik gelir seviyesi, aktarma noktalarına yakınlık, en kısa çalışma mesafesinin sağlanması, elektrik alt yapısının uygun olan alanlar şeklinde tanımlanabilir.

Aşağıdaki tablo 6.1 de İstanbul odaklı şarj istasyonlarının yerleştirilmesi durumunda göz önüne alınması gereken lokasyonlar bulunmaktadır. Bu lokasyonların seçiminde etkili olan yönetimler Kamu ve Özel sektör olarak ikiye ayrılmıştır. Belirlenen bu konu başlıkları tablo 6.1 de görüldüğü üzere renklendirilmiş olup, Kamu odaklı şarj istasyon yerleri içinse 1. derece (kırmızı) ve 2. dereceden (turuncu) alanlar seçilmek suretiyle öncelikler belirlenmiştir. Bu öncelikler 1. derece alanlarda (kırmızı) park et ve devam et noktaları (P+R) ve İspark noktaları, 2. derece alanlar (turuncu) ise büyük ve küçük ölçekli kamu idareleri olmak üzere belirlenmiştir.

Tablo 6.1- Kamu ve Özel Sektör için Şarj İstasyon Önerileri

İSTANBUL	Kamu Odaklı Şarj istasyonu Önerileri
Mevcut	9 adet (5 adet Anadolu yakası 4 adet Avrupa yakası)
1. Derece Önerilen Alanlar	İsparklar - Aktarma Noktalarına Yakınlık (P+R)
2. Derece Önerilen Alanlar	Büyük ve Küçük Çaplı Kamu İdareleri - Devlet üniversiteleri - Havalimanları - Hastaneler - Organize Sanayi Bölgeleri- Fabrikalar
İSTANBUL	Özel Sektör Odaklı Şarj istasyonu Önerileri
1. Derece Önerilen Alanlar	Alışveriş Merkezleri - Özel Otoparklar- Benzin İstasyonları - Oteller-
2. Derece Önerilen Alanlar	Büyük Ölçekli Firmalar - Özel Üniversiteler-

Özel sektör odaklı şarj istasyon yerleri içinse tıpkı kamu odaklı önerilerde olduğu gibi 1. derece (mavi) ve 2. dereceden (açık mavi) alanlar seçilmek suretiyle öncelikler

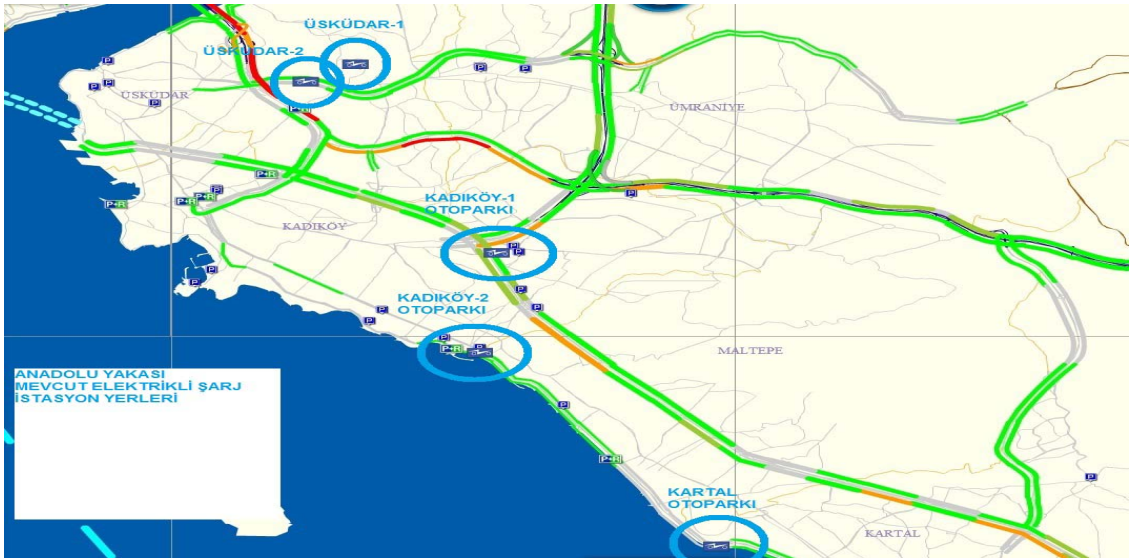
belirlenmiştir. Bu öncelikler 1. derece alanlarda (mavi) alışveriş merkezleri benzin istasyonları vb. 2. derece alanlar (açık mavi) ise özel otoparklar ve özel üniversiteler vb. alanlar olmak üzere belirlenmiştir. Bu alanların seçiminde etkili olan kriterler ise; merkezilik, çoklu kullanıma uygunluk, araç sirkülasyonu, ekonomik gelir seviyesi, aktarma noktalarına yakınlık gibi kriterler göz önüne alınmaktadır.

Şekil 6.3 Avrupa Yakası Mevcut Şarj İstasyonları



Mevcut durumu inceleyecek olursak, bugün itibari ile Avrupa yakasında 4 adet şarj istasyonu bulunmaktadır. Bunlar Cihangir, Merter, Yeşilköy ve Avcılar otoparklarında bulunan elektrikli şarj istasyonlarıdır.

Şekil 6.4 Anadolu Yakası Mevcut Şarj İstasyonları



Anadolu yakasında ise 5 adet şarj istasyonu olup, bunlar Kartal, Kadıköy-1, Kadıköy-2, Üsküdar-1, Üsküdar-2 otoparklarında bulunan istasyonlardır. Bu veriler ışığında İstanbul'da Toplam 9 adet elektrikli araç için şarj istasyonu bulunmaktadır.

Elektrikli otomobillerin iş modelinin rantabl olabilmesi, ancak bu araçlar için gerekli şarj, otopark, şebeke, ücretlendirme gibi alt yapının oluşturulması ve bunlara paralel olarak hem gerekli ticari kolaylıkların yapılması hem de yasal düzenlemelerin uygulanabilir olmasıyla mümkündür. Hem yasal düzenlemelerin yapılması hem de mevcut şarj istasyonlarının sayısı arttırılabilmesi açısından uygun olan ispark noktaları ilk seçenek olarak düşünülmelidir. Mevcuttaki çeşitli ilçelerdeki ispark noktaları yer isimleri ile beraber EK-1 de yer almaktadır.

Şekil 6.5 Mevcut olan Şarj İstasyon Örnekleri



Bostancı Günaydın Açık Otoparkı

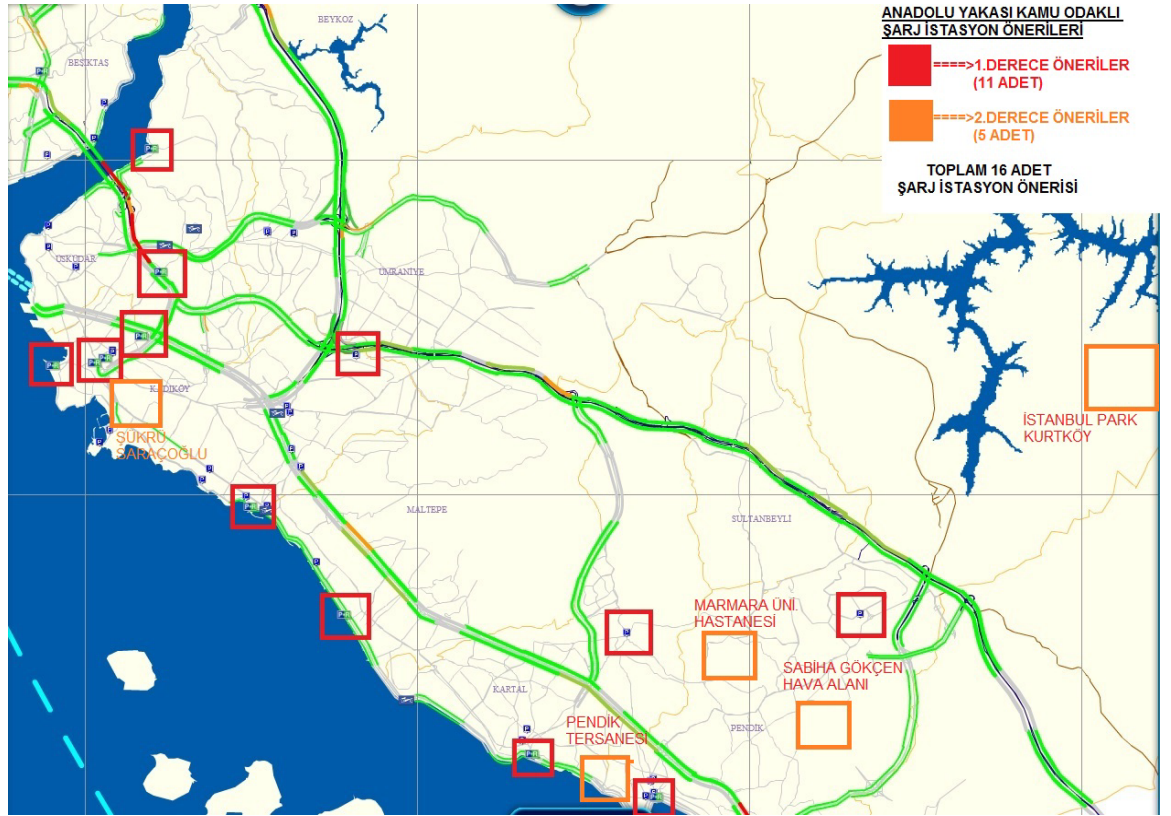


Cihangir Katlı Otoparkı

Aynı Kriterler vasıtasıyla Anadolu yakasında da aşağıda şekil 6.7 de görüldüğü üzere şarj istasyon yerleri önerilmiştir. Anadolu yakası kamu odaklı önerilen 1 derece şarj istasyon sayısı 11 adet, 2. derece önerilen şarj istasyon sayısı da 5 olup, toplam da 16 adet yer gösterilmiştir.

Böylelikle İstanbul'da Kamu odaklı önerilen şarj istasyon yeri Anadolu yakasında 16, Avrupa yakasında 36 olup, toplam 52 adettir.

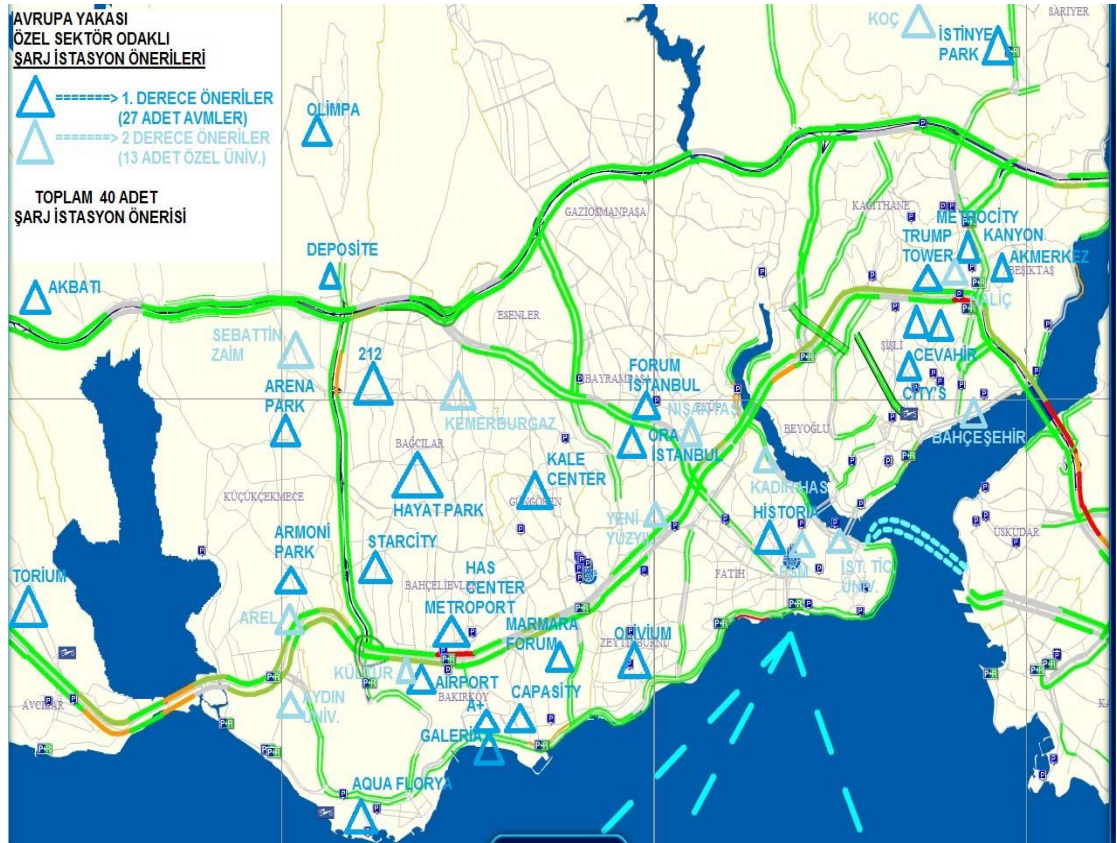
Şekil 6.7 Anadolu Yakası Kamu Odaklı Şarj İstasyon Önerileri



İstanbul Avrupa yakasında önerilen Özel sektör odaklı şarj istasyon yerlerinin öncelikli olarak araç sirkülasyonun çok olduğu bir mekan haline gelen ve şarj kullanımının uygun olduğu alışveriş merkezleri 1.derecede önerilen alanlardır. 2. derece önerilerde ise özel üniversiteler ve araç filoları bulunan büyük ölçekli özel firmalar bulunmaktadır. Şarj istasyonu seçiminde etkin olan ekonomik gelir seviyesinin yüksek olması da büyük ölçekli özel firmalar açısından belirleyicidir.

Şekil 6.8 de görüldüğü üzere, Avrupa yakasında kamu odaklı önerilen 1 derece şarj istasyon sayısı 27 adet, 2. derece önerilen şarj istasyon sayısı da 13 olup, toplam da 40 adet yer önerilmiştir.

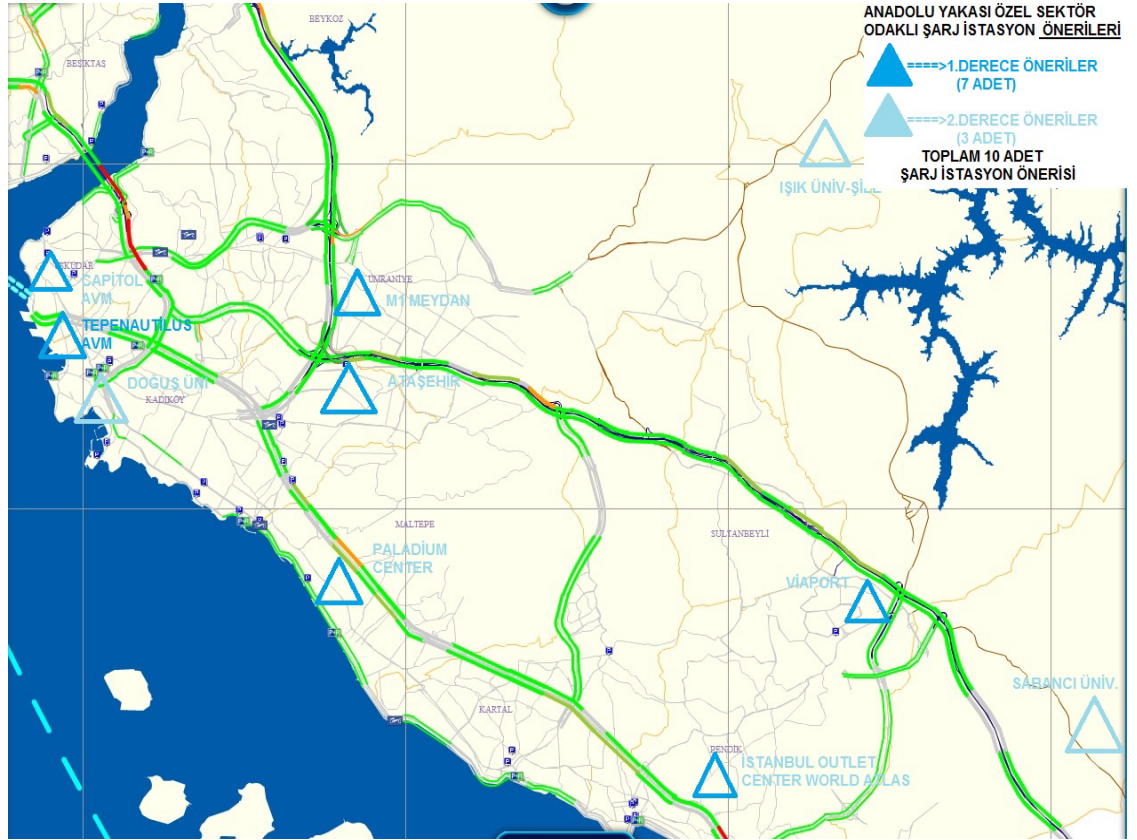
Şekil 6.8 Avrupa Yakası Özel Sektör Odaklı Şarj İstasyon Önerileri



Aynı Kriterler göz önüne alınıp, şekil 6.9 da gösterilen Anadolu yakasındaki önerilen şarj istasyon yerleri önerilmiştir.

Anadolu yakası özel sektör odaklı önerilen 1 derece alan olan alışveriş merkezlerinde şarj istasyon sayısı 7 adet, 2. derece önerilen özel üniversitelerde şarj istasyon sayısı da 3 adet olup, toplam da 10 adet yer gösterilmiştir.

Şekil 6.9 Anadolu Yakası Özel Sektör Odaklı Şarj İstasyon Önerileri



Böylelikle İstanbul'da Özel sektör odaklı gösterilen şarj istasyon yeri Anadolu yakasında 10, Avrupa yakasında 40 olup, toplam 50 adettir.

İstanbul ölçeğinde şarj istasyonlarının çeşitli kriterlere göre ilk olarak yerleştirilmesine uygun olarak ön görülen yerler yukarıdaki haritalarda gösterilmiştir. İstanbul'da Kamu odaklı ve Özel sektör odaklı seçimler olarak ayrılmış olup, toplamda 102 adet elektrikli araçlar için şarj istasyon yeri öneri haline getirilmiştir.

6.3 ÜLKE OPERATÖRÜ ÖNERİSİ

Ülke Operatörü, ülkenin her noktasında elektrikli araç şarj istasyonundan oluşan ağı kurup, işletecek olan şirketlere verilen sıfat bilinmektedir. Elektrikli araç şarj istasyonu işletmeciliği ülke sınırlarının tamamının içinde yapılması gereken bir işletmeciliktir. Elektrikli aracın en değerli parçası, elektrik motoru ve bataryasıdır. Bu iki parçanın regülasyon sorunu olmayan temiz enerji ile doldurulması ve beslenmesi gerekir. Bu nedenle, elektrikli araç üreticileri şarj istasyonu kuracak ve Ülke Operatörü olacak işletmecileri, ‘uyum’ ve ‘standartlar’ konusunda farklı ve çok detaylı test / onay süreçlerine tâbi tutmaktadırlar. Onaylı ve uygun olmayan şarj istasyonu ve işletmecilerinden enerji tedariki, aracın garanti kapsamını riske sokacaktır. Yakın gelecekte, elektrikli araç kasko sigortalarında da aynı talepler ortaya çıkacaktır. Araç sahibinin ‘güvenilir’ istasyon ve ‘Ülke Operatörü’ ile yolda kalma riski taşımaksızın, ‘doğru sayaç’ ve ‘temiz enerji’ ile hizmet alması, ihtiyaç ve kullanım zamanlarına bağlı olarak seçebileceği en uygun tarife ve paketten yararlanması, ancak bu çerçevede mümkün olacaktır.

7. SONUÇ

Elektrik motorlarının yüksek verim gücü, sürüş sessizliği, atık gaz çıkarmaması ve kilometre başına sürüş maliyetinin çok düşük olması gibi nitelikleri, çevreci bir dünya yaşamı için çok büyük önem arz etmektedir. Özet olarak bu teknolojinin sağladığı verileri gözden geçirecek olursak, içten yanmalı araçlara göre olağanüstü çevreci ve enerji etken ürünler olduğu tartışılmaz bir gerçektir.

Geleneksel tüketicilerin Elektrikli otomobil almakta başlangıçta çekimser kalacaklar ve diğer kullanıcıların bu araçları tecrübe etmelerini bekleyerek onların geri dönüşlerine göre hareket edecekleri düşünülmektedir. Bu noktada yenilikçi tüketicilerin yani elektrikli otomobilleri ilk olarak alacak tüketici kesiminin memnuniyet düzeyini yüksek tutmak gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında amaçlanan, dünyada elektrikli araç konusunda belli bir seviyeye gelen ve kullanım konusunda atılım yapan öncü ülkeler olan Japonya, A.B.D gibi ülkelere göre durumumuzu tespit etmek ve Avrupa'daki gelişmelere paralel olarak ülkemizin de bu konudaki gerekli adımların atılmasını sağlamaktır.

Bu tezde 3 temel konu detaylı olarak araştırılmıştır. İlk konu şarj istasyonlarının lokasyonlarıdır. Elektrikli araçların kullanımında ve yaygınlaşmasında etkisi olan şarj istasyonlarının lokasyonu ve bu lokasyonların belirlenmesindeki kriterleri konu etmektedir. İkinci konu "Ülke operatörü" tanımıdır. Bu bağlamda şarj istasyonlarına bir standart ve güvenilirlik getirilmesidir. Üçüncü ve son konu ise Kamunun teşviki ve bu konuya eğilmesidir. Kamunun bu konuda öncülük ederek özel sektörü tetiklemek suretiyle, gerek şarj istasyonu konusu gerekse elektrikli araç kullanımını özendirilmede konunun yaygınlaşmasını sağlamaktır.

Tezin ilk bölümünde incelenen ilk konu şarj istasyonların lokasyonunu belirlemede kullanılan kriterler; merkezilik, çoklu kullanıma uygunluk, araç sirkülasyonu, ekonomik

gelir seviyesi, aktarma noktalarına yakınlık, en kısa çalışma mesafesinin sağlanması, elektrik alt yapısının uygun olan alanlar şeklinde tanımlanabilir.

Ayrıca bu çalışma, gelecek yıllarda elektrikli araç ve şarj istasyonu sayısının artması durumunda, elektrik dağıtım sisteminde güç kalitesi yönünden bir problem teşkil etmeyeceğini ortaya koymaktadır. Ancak tüm elektrikli araç üreticilerinin araç içerisinde kullandıkları şarj dönüştürücülerini güç kalitesini bozmayan nitelikte seçmesi büyük önem kazanmaktadır. Bununla birlikte elektrikli araçların etkin biçimde kullanılması için, şarj istasyonlarını yönetecek ve elektrik altyapısını en verimli biçimde kullanabilecek akıllı enerji yönetim sistemlerinin de geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Elektrikli otomobillerin iş modelinin rantabl olabilmesi, ancak bu araçlar için gerekli şarj, otopark, şebeke, ücretlendirme gibi alt yapının oluşturulması ve bunlara paralel olarak hem gerekli ticari kolaylıkların yapılması hem de yasal düzenlemelerin uygulanabilir olmasıyla mümkündür.

İkinci konu olan, “Ülke operatörü” önerisinin irdelenerek şarj istasyonlarının yaygınlaştırılması ve standart hale getirilmesi hususu hayata geçirilmelidir. Ülke Operatörü, ülkenin her noktasında elektrikli araç şarj istasyonundan oluşan ağı kurup, işletecek olan şirketlere verilen sıfat olarak tez içinde tanımlanmıştır. Elektrikli araç şarj istasyonu işletmeciliği ülke sınırlarının tamamını kapsayan bir işletmeciliktir. Araç sahibinin ‘güvenilir’ istasyon ve ‘Ülke Operatörü’ ile yolda kalma riski taşımaksızın, ‘doğru sayaç’ ve ‘temiz enerji’ ile hizmet alması, ihtiyaç ve kullanım zamanlarına bağlı olarak seçebileceği en uygun tarife ve paketten yararlanması, ancak bu çerçevede mümkün olacaktır.

Üçüncü konu olan kamunun elektrikli araçlara yaklaşımı çok önemli bir husustur. Elektrikli araç kullanımı özendirilecek ve kullanımına ön ayak olacak en büyük etken kamu ve devletin bu konuya yaklaşımıdır. Bu çerçevede elektrikli araçların kullanım alanı olarak belirlenecek ilk noktaların üniversiteler, hava alanları, yat limanları, askeri tesisler, organize sanayi bölgeleri, mahalli idareler gibi büyük ölçekli Kamusal alanlar olmalıdır. Ayrıca devlet teşviki, desteği ve gerekli mevzuatın çıkarılması da elektrikli aracın kullanımının yaygınlaştırılması için önemli yer tutmaktadır. Devletin bu konuda acil olarak; Stratejik planlamaya koyması, ulusal firmaların ve yerel imkanların harekete

geçirmesi, Ar-Ge desteklerinin soyut projelerden somut ürünlere yönlendirmesi, mevzuat konusuna eğilerek gerekli tüzük ve yönetmeliklerin çıkarması, ÖTV ve KDV muafiyetleri ve indirimi, faiz desteği eylemlerini gerçekleştirilmesi gerekir.

Elektrikli araçlar, mevcut benzinli ve dizel araçlarında dönüşümü yapılarak kullanılabilir hale getirilir. Araç dönüşümlerinin yapılması da diğer önemli bir yaklaşımdır. Bu konuda yüksek bir toplumsal ilgi vardır. Bu nedenle, KOBİ'lere, yapılabilecek dönüşüm servisleri için destek sağlanmalıdır.

İstanbul ölçeğinde şarj istasyonlarının merkezilik, çoklu kullanıma uygunluk, araç sirkülasyonu, ekonomik gelir seviyesi, aktarma noktalarına yakınlık kriterlerine göre yerleştirilmesine uygun olarak ön görülen yerler altıncı bölümdeki haritalarda gösterilmiştir. İstanbul'da Kamu odaklı ve Özel sektör odaklı seçimler olarak ayrılmıştır.

Toplamda 102 adet elektrikli araçlar için şarj istasyon yeri öneri haline getirilmiş olup, bunların 52 tanesi kamu odaklı şarj istasyon önerisidir. Bu alternatiflerin 1. derecesi Park et devam et noktalarıdır. 2. derecesi ise büyük ve küçük ölçekli kamu daireleridir. Özel sektör odaklı 50 adet şarj istasyonu önerilmiş olup, 1. derece de önerilen lokasyonlar alışveriş merkezleridir. 2. derece ise özel üniversiteler ve büyük ölçekli firmalardır.

Ayrıca bu çalışma, ülkemizde gelişmekte olan ve planlama durumuna daha bütüncül yaklaşılması gereken elektrikli araç konusunun Planlamacılara, Karar koyuculara ve politikacılara öneri niteliğinde bir çalışma olarak amaçlanmıştır.

KAYNAKÇA

- Erhan K., Ayaz M., Özdemir E. *Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarının Güç Kalitesi Üzerine Etkiler*, Kocaeli
- Amaç Ayşe E., Şahin C. 2009. *Geleneksel, Elektrikli ve Hibrit Elektrikli Araçlar*, Karabük
- 2012/2. *Otomotiv Sektörü Raporu Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi*, Ankara T.C Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi Genel Müdürlüğü
- Boyalı A., 2008. *Hibrid Elektrikli Yol Taşıtlarının Modellenmesi ve Kontrol*, İstanbul
- Hızal G., Aras M. 2010. *Elektrikli Otomobil*, Erzurum
- TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi 2003. *Elektrikli Araçlar Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü*, Gebze
- Demir A. 2012. *Elektrikli Araçların Otoparklarla Birlikteliği*, İstanbul
- Uzunoğlu M., Karakaş A., Yağcıtekin B., *Elektrikli Araçların Şarjı ve Dağıtım Sistemleri Üzerine Etkileri*, İstanbul
- T Muneer, P Clarke, K Cullinane, *The electric scooter as a means of green transport* Napier University, Edinburgh, UK
- Kara R., *Elektrikli ve hibrid elektrikli araçlar [Electrical and hybrid electrical vehicle]* Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü - Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze, İstanbul

Diğer Yayınlar

- [1] Brian Reisinger (2012-12). "Nissan opens Smyrna battery plant". *NashvilleBusiness Journal*. Erişim tarihi: 2012-12-13.
- [2] Ray Jing (2012-01-16)."China sold 8,159 NEVs in 2011". *China Automotive Review*. Erişim tarihi: 2012-01-23.
- [3] Xinhua News Agency (2012-07-11). "China's Auto Sales up Nearly in First Half". *CRIEnglish*. Erişim tarihi: 2012-07-20.
- [4] Neil Winton (2012-02-06). "Europe's electric car sales stutter and stall; will 2012 be much better?". *The Detroit News*. Erişim tarihi: 2012-05-13.
- [5] Neil Winton (2012-02-06). "Europe's electric car sales stutter and stall; will 2012 be much better?". *The Detroit News*. Erişim tarihi: 2012-05-13.
- [6] Ole Henrik Hannisdahl (2012-01-09). "Eventyrlig elbilsalg i 2011 [Adventurous electric vehicle sales in 2011]" (Norwegian). Grønn bil. Erişim tarihi: 2012-01-14. *See table "Elbilsalg i 2011 fordelt på måned og merke" (Electric vehicle sales in 2011, by month and brand) to see monthly sales for 2011.*
- [7] Society of Motor Manufacturers and Traders(SMMT) (2012-01-06). "December 2011 – EV and AFV registrations". SMMT. Erişim tarihi: 2012-01-14.
- [8] Frost & Sullivan (2012-12-17). "Frost & Sullivan consultant suggests European EV success will require radical lightweighting plus enabling legislation".Green Car Congress. Erişim tarihi: 2012-12-17.
- [9] Hans Håvard Kvisle (2012-12-07). "Elbilsalget i Europa og USA [Electric Vehicle Sales in Europe and the U.S.]"(Norwegian). Norsk Elbilforening (Norwegian Electric Vehicle Association. Erişim tarihi: 2012-12-20.
- [10] Agence France-Presse (2011-05-15)."Electric cars take off in Norway". *The Independent*. Erişim tarihi: 2011-10-09.

- [11] AVERE (2012-06-07). "Norwegian Parliament extends electric car initiatives until 2018". AVERE. Erişim tarihi: 2012-07-20.
- [12] "Salgstall pr. sep 2012 [Sales Figures September 2012]"(Norwegian). Grønn bil. 2012-10-03. Erişim tarihi: 2012-10-23. *See graph sales per year and per quarter: Utvikling ladbare biler pr. jun 2012 and Salgstall pr. sep 2012 (Sales Figures September 2012) for details of monthly sales for 2012*
- [13] Probably a new sales record for electric vehicles and plug-in hybrids in September (Norwegian). Grønn bil. 2012-10-02. Erişim tarihi: 2012-10-24.
- [14] Probably a new sales record for electric vehicles and plug-in hybrids in September (Norwegian). Grønn bil. 2012-10-02. Erişim tarihi: 2012-10-24.
- [15] Hans Håvard Kvisle (2012-08-14). "Internasjonale salgstall for elbil [International sales for EVs]"(Norwegian). Norsk Elbilforening (Norwegian Electric Vehicle Association). Erişim tarihi: 2012-10-24.
- [16] Autoactu.com. "Chiffres de vente & immatriculations de voitures électriques en France [Sales figures & electric car registrations in France]" (French). Automobile Propre. Erişim tarihi: 2012-07-22. *See "Répartition des ventes de voitures électriques par modèle sur 2012, 2011 and 2010"*
- [17] Laurent Meillaud (2012-01-14). "2630 voitures électriques immatriculées en 2011 [2630 electric cars registered in 2011]"(French). MSN France. Erişim tarihi: 2012-01-14.
- [18] Autobild (2012-01-12). "2011 Full Year Best-Selling Electric Cars in Germany in 2011". BestSellingCars.com. Erişim tarihi: 2012-10-31. *Cumulative number of registered electric cars was 4,541 as of January 1, 2012.*
- [19] BestSellingCars.com (2012-10-16). "2012 Germany: Electric and Hybrid Car Sales". BestSellingCars.com. Erişim tarihi: 2012-10-28.

- [20] Mat Gasnier (2012-09-27). "Europe: Renault Twizy sales update". Best Selling Car Blog. Erişim tarihi: 2012-10-28.
- [21] Ministerie van Economische Zaken (2012-10-25). "Mobiliteit - Elektrisch rijden [Mobility - Electric Drive]" (Dutch). agentschap NL. Erişim tarihi: 2012-10-30.
- [22] BOVAG-RAI (2012-10-15). "Mobiliteit in Cijfers -Auto's 2010/2011 [Mobility in Figures - Cars 2010/2011]" (Dutch). BOVAG-RAI Foundation. Erişim tarihi: 2012-10-30. *See table 2.8: "Personenautoregistraties (verkopen) naar brandstof" (New Passenger Car Registrations by Type of Fuel Used), pp. 23 for the number of all-electric cars registered between 2007 and 2009. Other years show figures mixed with hybrid electric vehicles.*
- [23] ECN Policy Studies and NL Agency (2012-07-23). "Elektrisch vervoer in Nederland in internationaal perspectief - Benchmark elektrisch rijden 2012 [Electric transport in the Netherlands in international perspective - Benchmark electric vehicles in 2012]" (Dutch). Rijksoverheid voor Nederland (The Netherlands Government). Erişim tarihi: 2012-10-30.
- [24] Hans Håvard Kvisle (2012-08-14). "Internasjonale salgstall for elbil [International sales for EVs]" (Norwegian). Norsk Elbilforening (Norwegian Electric Vehicle Association). Erişim tarihi: 2012-10-24.
- [25] Society of Motor Manufacturers and Traders (SMMT) (April 2011). "Motor Industry Facts 2011". SMMT. Erişim tarihi: 2012-01-14. *Download the pdf report. Data available by year in Table: AFV Registrations, pp.15.*
- [26] Society of Motor Manufacturers and Traders (SMMT) (2012-01-06). "December 2011 – EV and AFV registrations". SMMT. Erişim tarihi: 2012-01-14.
- [27] "Wheel to Well Analysis of EVs" (PDF). *MIT Electric Vehicle Team*. MIT. April 2008. Erişim tarihi: 2009-07-09.

- [28]"Investigation into the Scope for the Transport Sector to Switch to Electric Vehicles and Plug-in Hybrid Vehicles". Department for Business Enterprise and Regulatory Reform: Department for Transport, UK. October 2008. Erişim tarihi: 2011-01-04.
- [29] "Electric vehicles given thumbs up". Physorg. 2010-05-19. Erişim tarihi: 2010-10-15.
- [30] Palm, Erik (1 May 2009). "Study: Electric cars not as green as you think". CNET Networks. Erişim tarihi: 2009-05-04.
- [31]"Renault to sell electric cars for the same price as diesels | Motoring News". Honest John. 2010-09-16. Erişim tarihi: 2011-01-03.
- [32] http://www.rec.org.tr/dyn_files/32/351-Oguz-Can-ISTAC.pdf

EKLER

EK-1

İleriki dönemlerde yapılacak olan otoparklar, ulaşım aktarma istasyonları göz önüne alınarak planlanacağından, İstanbullular'ı ulaşımda kendi araçlarından toplu taşıma araçlarına transferi için İSPARK'ın başlattığı Park et – Devam et isimli bir projesi şarj istasyonları lokasyonu için uygun noktalaradır.

İstanbul'un ilçelerine göre İSPARK'ların bulunduğu yerlerin dağılımı ve otoparkların nitelikleri görülüyor. İSPARK otoparkların dağılımı aşağıdaki gibi:



Bakırköy:

- Bakırköy Açık Otopark • Bakırköy İstanbul Caddesi • Bakırköy Kızılay Otoparkı
- Güneş Plajı 1 • Güneş Plajı 2 • Menekşe Plajı • Yeşilköy İstanbul Caddesi • Yeşilköy İstasyon Caddesi • Yeşilköy Marina • Yeşilköy Rıhtım • Yeşilköy Sahil Cep Otopark



Sarıyer:

- Sarıyer Adliye • Emirgan • Karakütük Caddesi • Sarıyer Açık Otopark • Sarıyer Dere Caddesi • Sarıyer Sular Caddesi • Sarıyer Caddesi yol üstü • Sarıyer Karakütük Caddesi
- G-39 otopark • Sarıyer Caddesi yol kenarı

Avcılar:

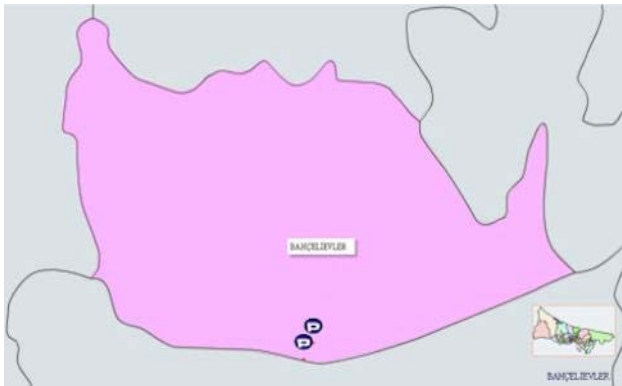
- Liman Caddesi Avcılar İdo önünde

Eyüp:

- Yavedud Caddesi Feshane'de

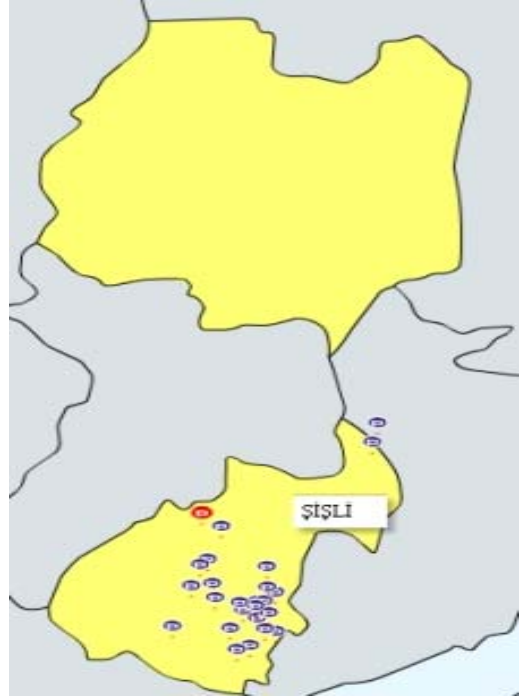
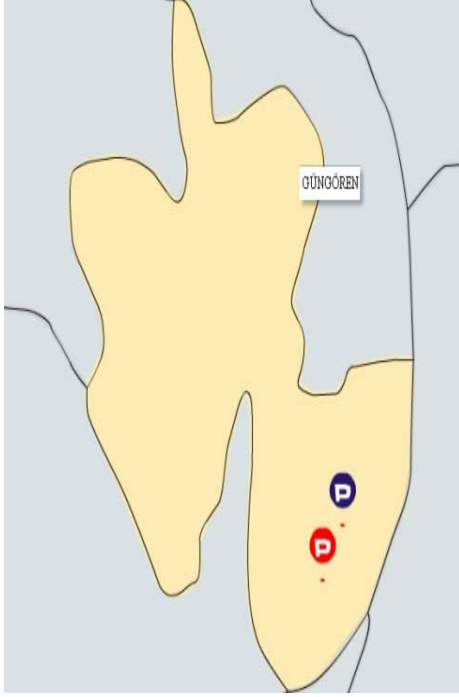
Küçükçekmece:

- Florya Plajı cep otopark • Halkalı Gümrük otoparkı • Atatürk Olimpiyat Stadyumu otopark



Bahçelievler:

- Dumlupınar Caddesi • Mahmutbey Caddesi

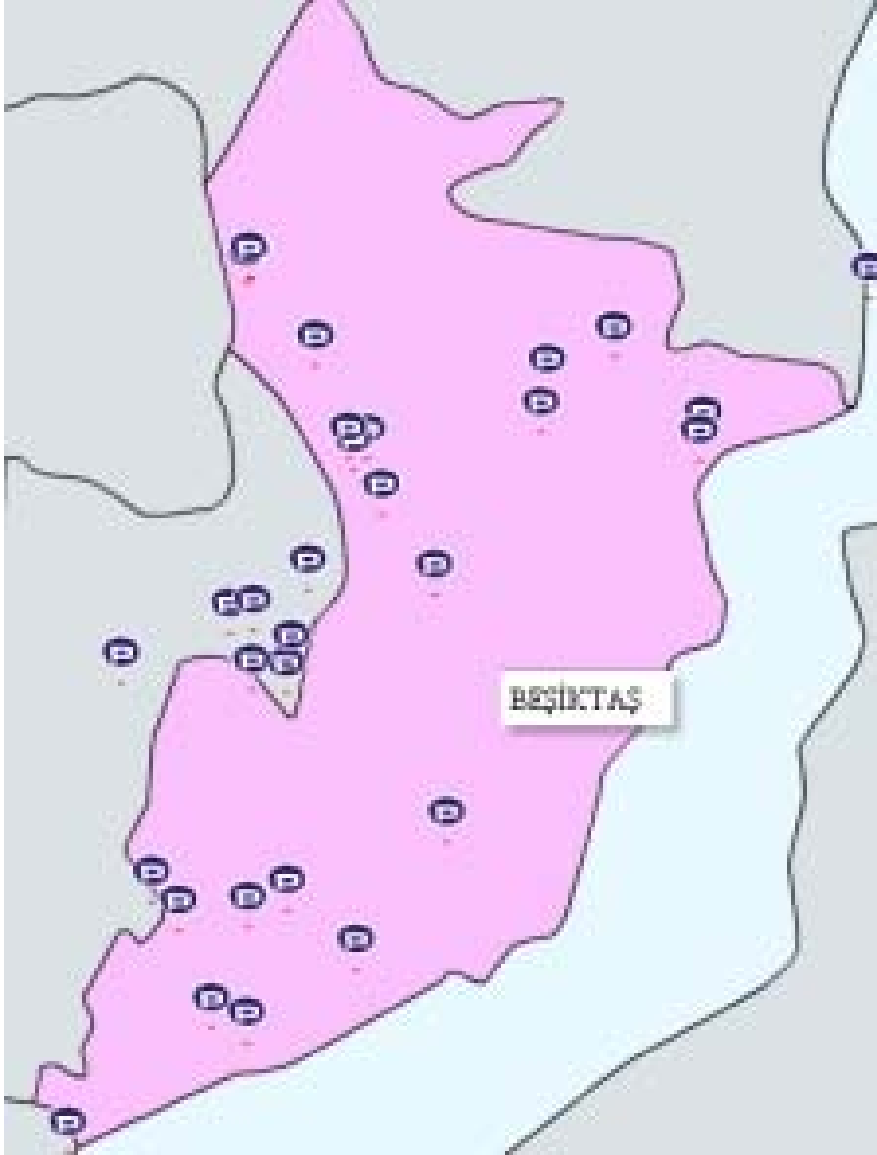


Güngören:

- Kasım Sokak'ta yol kenarı otopark
- Ahmet Kutsi Tecer Caddesi'nde yol kenarı otopark

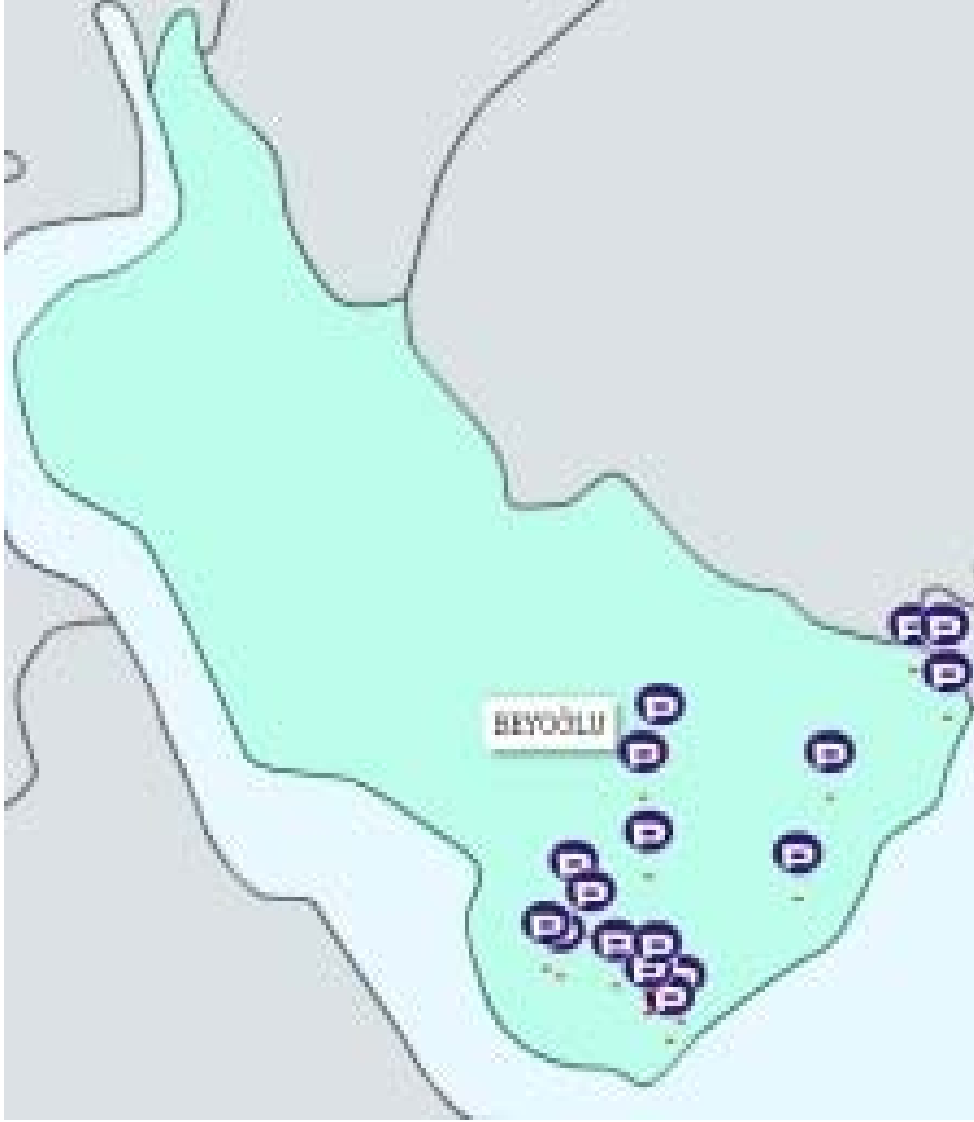
Şişli:

- Şişli Abdi İpekçi
- Ali Sami Yen
- Şişli Ergenekon 2
- Şişli Ergenekon Caddesi
- Levent Adliye Önü
- G-43 Metrocity yanı
- Şişli Teknik Endüstri Meslek Lisesi yanı
- Gümüş Caddesi
- Kadırgalar Caddesi
- Şişli Hüsrev Gerede Caddesi
- Şişli Kurtuluş Caddesi
- Likör yanı
- Abide-i Hürriyet Caddesi
- Eser Otoparkı
- Şişli Akkavak Caddesi
- 19 Mayıs Caddesi
- Mim Kemal Öke
- Şişli Rumeli Caddesi
- Şişli Silahşör Caddesi
- Şişli Şokayık Caddesi
- Şişli Maçka Caddesi
- Şişli Taşkışla Caddesi
- Ahmet Fetgari Sokak
- Amerikan Hastanesi
- Güzel Bahçe Sokak
- Şişli Teşvikiye Caddesi
- Şişli Valikonağı Caddesi



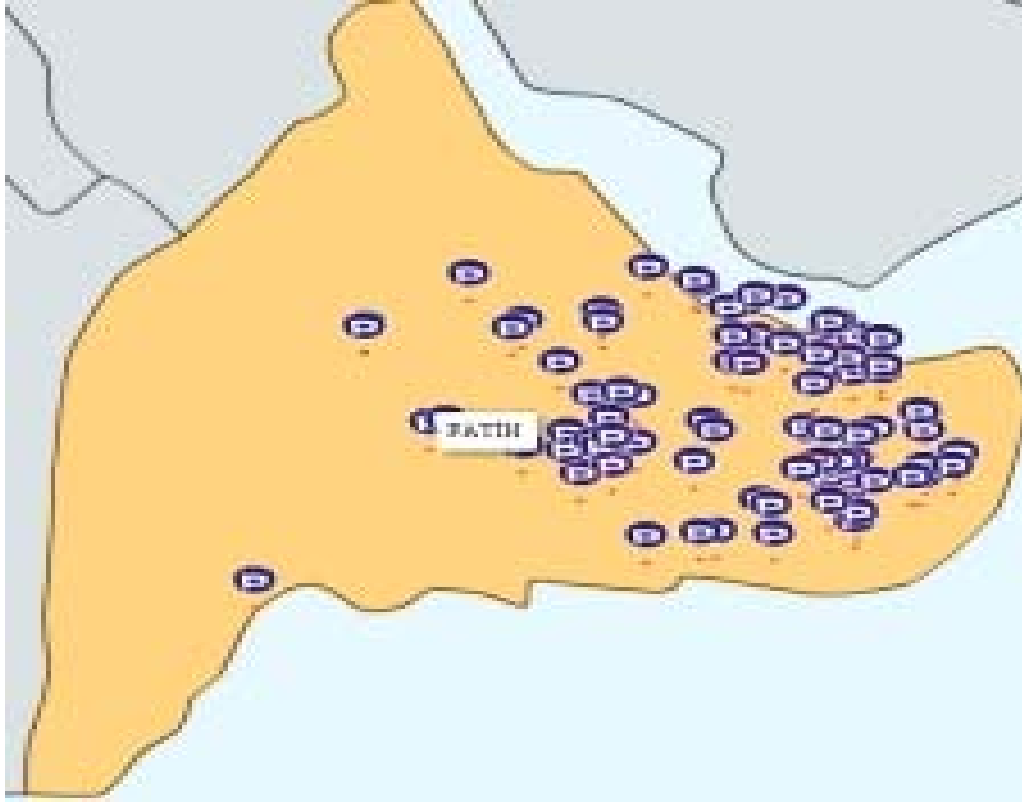
Beşiktaş:

- Levent Çarşı Caddesi • Prof.Dr.Kemal Aru • Ziraat Bankası önü, 4. Levent
- İhlamur Dere Caddesi • İskele Caddesi • Kabataş İdo • Kasap Sokak • Mecidiyeköy
- Ortaklar Caddesi • Müselles Sokak • Beşiktaş Halk Pazarı • Dünya Göz Hastanesi • Nispetiye Caddesi
- Ortaköy Dereboyu Caddesi • Ortabahçe Caddesi • Yıldız Parkı



Beyoğlu:

- İnönü Caddesi • Dümen Sokak • Kabataş Setüstü İnebolu Sokak • İngiliz Konsoloslugu
- Odakulu • Cihangir Katlı • Tarık Zafer Tunaya Kültür Merkezi • Karaköy TDİ önu
- Karaköy Avizeciler • Okçu Musa Caddesi • Azapkapı • Karaköy Perşembe Pazarı
- Voyvoda Caddesi • Kemeraltı Caddesi • Karaköy Meydanı • Karaköy Denizbank önu
- Karaköy iskele



Fatih:

- Kabasakal Medrese önü • Kutlugün Sokak • Eminönü Odun Kapısı Yokuşu Sokak
- Kepenekçi Sokak • Kadirga Limanı • Piyer Loti Caddesi • Samatya Sahil
- Hızır Külhan Sokak • Aşir Efendi Caddesi • Büyük Postane Caddesi • Celal Bey Sokak • Cemal Nadir Sokak • Ebussuud Caddesi • Hamidiye Caddesi • Hoca Kasım Köprüsü • Hocahanı Sokak • Nimet Abla önü • Sirkeci Gar önü • Vakıfhanı Sokak • Yalı Köşkü Caddesi • Orhaniye Caddesi • Macar Kardeşler Caddesi • Güvenlik Caddesi • Yenikapı İdo açık otopark • Haseki • Millet Caddesi • Ağa Yokuşu • Feti Bey Caddesi • Fevzi Bey Caddesi • Vidinli Tefvik Paşa Caddesi • İMÇ • Fevzipaşa Caddesi • Halı Saha yanı • Küçük Ayasofya Caddesi • Nakülbent Sokak • Su Terazisi Sokak • Fuat Paşa Caddesi • Mercan açık otopark • Vasıf Çınar Caddesi • İski • Aksaray Caddesi • Ceylan Sokak • Hayriye Tüccarı Caddesi • Laleli Caddesi • Mesihpaşa Caddesi • Koca Ragıp Paşa • Koska Caddesi • Ordu Caddesi • Çemberlitaş açık • Çemberlitaş Turist açık • Türbedar Sokak • Revani Çelebi Sokak • İş Bankası • Tahmaz Setüstü • Gedikpaşa katlı • Ragıp Gümüşpala Camii • Zindanhan • Kızıtaşı Caddesi • Dalbastı Sokak • Siyavuşpaşa Sokak • Balıkçılar önü • Halı saha önü • Kadirga Meydan Sokak

**Beykoz:**

- Beykoz • Sahip Molla Caddesi
- Hidiv Kasrı • Kanlıca • Çavuşbaşı Caddesi

Üsküdar:

- Üsküdar Hakimiyeti Milliye Caddesi • Üsküdar Doğancılar yokuşu • Dr.Fahri Atabey Caddesi
- Üsküdar açık • Üsküdar tanzim yeri • Küçük Çamlıca

Kadıköy:

- Haydarpaşa Protokol Camii • Rıhtım Caddesi • Kadıköy Rıhtım İdo önü • Kadıköy Rıhtım PTT önü
- Kadıköy Rıhtım 2 • Kadıköy İski

önü • Moda Caddesi • Söğütlü Çeşme Caddesi

• Salı Pazarı Meydanı • Poyraz yol üstü • Poyraz açık • Kalamış Turing • Kazım Özalp Sokak

• Bostancı Sahil Cep • Bostancı açık • Günaydın Restaurant önü

Ümraniye:

• Mehmet Akif Caddesi • Suiş Caddesi • Ümraniye katlı otopark • Sütçü Caddesi • Alemdağ Caddesi • Haldun Alagaş katlı otopark

Maltepe:

• Maltepe İdo önü

Kartal:

• Soğanlık Atatürk Caddesi • Kartal Elit Sokak • Kartal 4 Bağdat Caddesi • Kartal 3 Hükümet Konağı Altı • Kartal 2 yol kenarı • Kartal 1 İdo önü • Kartal Balıkçılar • Kartal Hürriyet Caddesi

Pendik:

• Pendik katlı • Pendik Sahil Yolu