

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**ELEKTRİKLİ ARAÇLAR:İSTANBUL'DA
ENTEGRASYON PROBLEMLERİ VE ÇÖZÜM
YOLLARI**

Yüksek Lisans Tezi

HAKAN KARABULUT

İSTANBUL, 2014

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

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

**ELEKTRİKLİ ARAÇLAR:İSTANBUL'DA
ENTEGRASYON PROBLEMLERİ VE ÇÖZÜM
YOLLARI**

Yüksek Lisans Tezi

HAKAN KARABULUT

Tez Danışmanı: YRD.DOÇ.DR PELİN ALPKÖKİN

İSTANBUL, 2014

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
İLGİLİ ENSTİTÜ ADI
YÜKSEK LİSANS PROGRAM ADI

Tezin Adı:Elektrikli Araçlar :İstanbul’da Entegrasyonu Problemleri ve Çözüm Yolları
Öğrencinin Adı Soyadı:Hakan Karabulut
Tez Savunma Tarihi: 04.06.2014

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 onaylarım.

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.Dr Pelin ALPKÖKİN

Üye
Öğr.Gör.Dr.Nurbanu ÇALIŞKAN

Üye
Prof.Dr.Tuncer TOPRAK

ÖZET

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR:İSTANBUL'DA ENTEGRASYON PROBLEMLERİ VE ÇÖZÜM YOLLARI

Hakan Karabulut

Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi

Tez Danışmanı:Yrd. Doç. Dr. Pelin Alpkökin

Haziran 2014, 76 sayfa

Günümüzde ulaşım altyapısı yıllık üretilen enerjinin yüzde 26 'sını tüketmekte ve nerdeyse tamamına yakını fosil yakıtları kullanmaktadır. Dünyadaki CO2 salımının yüzde 11'ni yollardaki bireysel kullanım sonucu oluşmaktadır. Atmosferdeki mevcut CO2 yoğunluğu 286 ppm ve her yıl 2 ppm kadar artış sağlamaktadır. Normal koşullar altında bazı bölgelerde 2100 yılına kadar 700ppm olabileceği öngörülmektedir.

Fosil yakıtlarda radikal değişikliklere gidilerek atmosferdeki CO2 salımı daha düşük seviyelere çekilmesi gerekliliktir. Mevcut üreticilerin CO2 salımı ile ilgili yasal sınırlamalarla etkin yakıt tüketimi sağlayacak yeni çözümleri zorlamalıdır. Bu çalışmalarını destekleyecek en önemli unsur elektrikli araçların bireysel kullanımda yaygınlaşmasıdır.

Bu tezin odaklandığı üç ana nokta mevcuttur. Birincisi şarj altyapısı için temel elektrik mühendisliği çözümleri bulmaktır. İkincisi de son kullanıcılar açısından ödeme çözümleridir. Üçüncü bir hedef de elektrikli araçların şarj işlemlerinin şebeke üzerindeki etkilerini değerlendirilmesidir. Bu alanda Geliştirilen birçok icat ve konsept bu tez ile belgelendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli Araçlar, Şarj , CO2 Salımı

ABSTRACT

ELECTRIC VEHICLES: CHALLENGES AND SOLUTIONS ON THEIR INTEGRATION IN ISTANBUL

Hakan Karabulut

Urban Systems and Transportation Management

Thesis Advisor: Assist. Prof. Dr. Pelin Alpkökin

June 2014, 76 pages

Today percent 26 of the fuel generated annually is consumed by transportation infrastructure and approximately all this infrastructure makes use of fossil fuels. Percent 11 of the global CO₂ emissions result from individual uses on the roads. The existing CO₂ intensity in the atmosphere is 286 ppm and this figure increases 2 ppm each year. It is predicted that under normal conditions this figure could reach up to 700 ppm by 2100 in certain regions.

Decreasing the CO₂ emission to lower levels through radical changes in fossil fuels is a requirement. Existing manufacturers should be compelled to new solutions that shall enable efficient fuel consumption through new limitations on CO₂ emissions. The most significant factor to support such efforts is popularizing individual use of electric vehicles.

This thesis focuses on three main points. The first one is finding electrical engineering solutions for charge infrastructure. Second point is billing and measurement solutions for end users. The third point is to evaluate the impacts of charging processes of electric vehicles on the electric grid. The thesis documents various inventions and concepts developed within this area.

Keywords: Electric Vehicles, Charge, CO₂ Emission

İÇİNDEKİLER

TABLolar.....	viii
ŞEKİLLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xi
SEMBOLLER.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.2 TEZİN KAPSAMI VE AMACI.....	1
2.ELEKTRİKLİ ARAÇLAR VE PRİZE TAKILAN HİBRİTLER.....	3
2.1 ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN TARİHİ.....	3
2.2 ELEKTRİKLİ ARAÇLARA YÖNELİK TALEP.....	5
2.3 PRİZE TAKILAN HİBRİT ARAÇ.....	7
2.4 ELEKTRİKLİ ARAÇ.....	10
2.4.1 Sürüş.....	11
2.5 BATARYA.....	13
2.6 AĞIRLIK KIYASLAMA.....	15
2.7 YENİDEN TASARIM.....	16
2.8 SIFIR EMİSYONLU ELEKTRİKLİ OTOBÜSLER.....	17
2.9 ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN AVANTAJLARI.....	19
2.10 ENERJİ VERİMLİLİĞİ.....	20
3. ELEKTRİKLİ ARAÇ ENDÜSTRİSİNİN MEVCUT DURUMU ve GELECEĞİ.....	21
3.1 MEVCUT DURUM.....	21
3.1.1 Türkiye ve İstanbul'da Elektrikli Araç Konusunda Yaklaşım, Yasal Teşvik ve Engeller.....	22
3.1.2 Hükümet'in Yaklaşımı.....	22
3.1.3 Türkiye'de Özel Sektörün Rolü ve Yaklaşımı.....	23
3.1.4 İstanbul'da Büyükşehir Belediyesi'nin Yaklaşımı.....	23
3.1.5 İstanbul'da Üniversitelerin Yaklaşımı.....	24
3.1.6 Better Place.....	26
3.1.7 Elektromotive.....	28
3.2 TÜRKİYE'DE GELECEĞE GENEL BAKIŞ	29
3.2.1 İlk Benimsiyenler.....	31

3.2.2 İstanbul’da Elektrikli Araç Kullanımına Yönelik Anket.....	32
4. ŞARJ SİSTEMLERİ İÇİN TEMEL ÇÖZÜMLER.....	34
4.1 ŞARJ SİSTEMLERİNE GENEL BAKIŞ.....	34
4.2 ŞARJ MODLARI.....	34
4.3 ŞARJ KABLOLARI VE PRİZLERİ.....	35
4.4 ŞARJ ÜNİTELERİ.....	36
4.5 ŞARJ ALTYAPISININ ERİŞİM NOKTALARI.....	38
4.5.1 Evde Şarj.....	38
4.5.2 İş Yerinde Şarj.....	38
4.5.4 Yollarda Şarj.....	39
4.5.5 Park Et – Devam Et Alanlarda Şarj.....	40
4.5.6 Batarya Değişirme İstasyonları.....	41
5. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN ŞEBEKELER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ.....	42
5.1 GENEL.....	42
5.2 KENAR YERLEŞİM BİRİMLERİ.....	42
5.2.1 Müstakil Evler.....	43
5.2.2 Orta Gerilim Şebekesi.....	46
5.3 ŞEHİR MERKEZİ.....	50
6. ŞARJ ALTYAPISININ BİR PARÇASSI OLARAK	
ÖDEME YÖNTEMLERİ.....	52
6.1 GENEL.....	52
6.2. YÖNTEMLER.....	52
6.2.1 Kredi Kartı.....	52
6.2.2 Cep Telefonu.....	53
6.2.3 Tematsız Ödeme.....	54
6.2.4 Ödeme Yöntemlerinin Özeti.....	57
7.SONUÇ ve TAVSİYELER.....	58
KAYNAKÇA.....	61

TABLULAR

Tablo 2.1 : En olası şarj düzeyleriyle şarj süreleri.....	13
Tablo 4.1 : IEC 61851-1 standardına göre şarj düzeyleri.....	35
Tablo 5.1 : Bir hanenin aylık elektrik tüketimindeki artışın maliyeti.....	46
Tablo 5.2 : Haftalık ortalama sıcaklık.....	47
Tablo 6.1 : Ödeme yöntemlerinin karşılaştırılması.....	57

ŞEKİLLER

Şekil 2.1: İlk elektrikli araçlar.....	4
Şekil 2.2: Fluence Z.E.....	4
Şekil 2.3: Ülkelerin fosil yakıt kaynaklı salım oranları.....	6
Şekil 2.4: Paralel hibrit sistem.....	8
Şekil 2.5: Seri hibrit sistem.....	9
Şekil 2.6: Seri paralel hybrid sistem.....	9
Şekil 2.7: Toyota prius seri paralel hybrid.....	10
Şekil 2.8: Günlük alınan mesefa.....	12
Şekil 2.9: Fluence Z.E. lithum batarya.....	15
Şekil 2.10: Michelin aktif tekerleği.....	17
Şekil 2.11: Elektrikli otobüs.....	18
Şekil 3.1: Better place.....	27
Şekil 3.2: Elektrobay.....	28
Şekil 3.3: Dezavantaj.....	33
Şekil 3.4: Avantaj.....	33
Şekil 4.1: Şarj konektörleri.....	36
Şekil 4.2: GARO'nun şarj İstasyonu.....	37
Şekil 4.3: Coulomb teknolojilerinin chargepoint ürünü.....	37
Şekil 4.4: Batarya değiştirme istasyonu.....	41
Şekil 5.1: Küçük olan ev'de EA şarj sonucunda gündüz vaktinde tükettiği elektrik.....	44
Şekil 5.2: Küçük olan ev'de EA şarj sonucunda gece vaktinde tükettiği elektrik.....	44
Şekil 5.3: Büyük ev'de EA şarj sonucunda gündüz vaktinde tükettiği elektrik.....	45
Şekil 5.4: Büyük ev'de EA şarj sonucunda gece vaktinde	

tükettiği elektrik.....	45
Şekil 5.5: Kenar yerleşim alanlarında akllı şarj olmadan yapılan şarj.....	48
Şekil 5.6: Akllı şarj yöntemi kullanılmadan oluşan günlük yük eğrisi.....	48
Şekil 5.7: Kenar yerleşim alanlarında akllı şarj.....	49
Şekil 5.8: Akllı şarj ile oluşan yük eğrisi.....	50
Şekil 5.9: Kenar yerleşim alanlarında akllı şarj olmadan.....	50
Şekil 5.10: Şehir merkezinde akllı şarj olmadan yapılan şarj.....	51
Şekil 5.11: Akıllı şarj ile oluşan yük eğrisi.....	51
Şekil 6.1: Uygulamanın olası özellikleri.....	54
Şekil 6.2: Temassız ödeme.....	55

KISALTMALAR

RFID	: Radio-Frequency Identification
PIN	: Digital Signature Algorithm
BEDAŞ	: Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş.
EA	: Elektrikli Araçlar
BELBİM	: Belediye Bilgi İşlem A.Ş.
AC	: Alternatif Akım
DC	: Doğru Akım
PHEV	: Plug-in Hybrid
OEM	: Orjinal Ürün Üreticisi

SEMBOLLER

Saniye Başına Düşen Devir Sayısı	: Hz
Santimetre	: Cm
Enerji Birimi	: W
Metrik Uzunluk Ölçü Birimi	: km
Gerilim Birimi	: V
Derece Simgesi	: °C

1. GİRİŞ

Sürekli artan yakıt fiyatları ve oluşan çevresel farkındalık toplumu alternatif ulaşım çözümleri arayışına zorlamıştır. Geçmişte elektrikli araçlar, zayıf bataryaları nedeniyle, içten yanmalı motorlu arabalara göre güçlü bir alternatif teşkil etmiyordu. Son zamanlarda batarya ve elektrikli araçlar (EA) geliştirilerek , benzinle çalışan arabalara önemli bir alternatif haline gelmiştir. Batarya fiyatları yüksek ve sürüş mesafeleri benzinli araçlara göre düşük olmasına rağmen ,elektrikli araç topluma birçok doğrudan ve dolaylı fayda sunmaktadır. Dünya genelinde birçok elektrikle ulaşım projeleri uygulanmaktadır. Elektrikli araç teknolojisi ve ticaretide hızla gelişmektedir. Bu nedenle bu hıza uygun hareket etmek, inovasyon ve konsept gelişimini ilerletmek son derece önemlidir.

1.1 TEZİN KAPSAM VE AMACI

İkinci bölümde elektrikli araçların tarihçesi, teknolojisi ve özellikleri ele alınmaktadır. Ayrıca batarya teknolojisi de araştırılmaktadır. Üçüncü bölümde elektrikli araç endüstrisinin mevcut durumu değerlendirilmektedir. Dördüncü bölümde ise temel şarj çözümleri analiz edilmiştir. Bu tezin amaçlarından birisi olası şarj çözümlerini belirlemek ve İstanbul’da elektrikli araçlar için fizibil ödeme yöntemleri üzerine konular altıncı bölümde ele alınmıştır. Faturalandırma ve ölçüm değerlendirmenin kapsamı, bu konuyu son kullanıcıların konumundan değerlendirmektir. Beşinci bölüm kullanılan ve ikincil hedefi (elektrikli araç şarjının orta gerilim şebekesine etkileri) açıklayan araştırma verilerini kapsamaktadır. Ayrıca tek bir hanenin artan elektrik tüketimi de değerlendirmeye alınmıştır. Tez sonunda şarj için temel çözümlere yönelik önerilere yer verilmiştir. Ayrıca kullanıcı bakış açısına göre uygun ödeme yöntemleri de önerilmiştir.

Bu teze öncelikle konu hakkında bilgi edinilerek ve dünya genelinde bu endüstri ile ilgili temel bir anlayış irdelenerek başlandı. İlk safhada temel olarak literatür taraması yapıldı. Daha sonra dünya genelinden kavramlar irdelendi. Ödeme çözümleri, mevcut ödeme yolları ve elektrik tüketimini ölçmede kullanılan yöntemler değerlendirilerek ele alınmıştır.

İstanbul'daki bölgeler baz alınarak yapılan similasyonda elektrikli araç şarjlarının şebekeye etkileri incelenmiştir. Alınan verilere şarj yükü ile ilgili izlenimler ekleyerek orta gerilim şebekesine etkileri hakkında bir sonuca varılmıştır.

2 ELEKTRİKLİ ARAÇLAR VE PRİZE TAKILAN HİBRİTLER

2.1 ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN TARİHİ

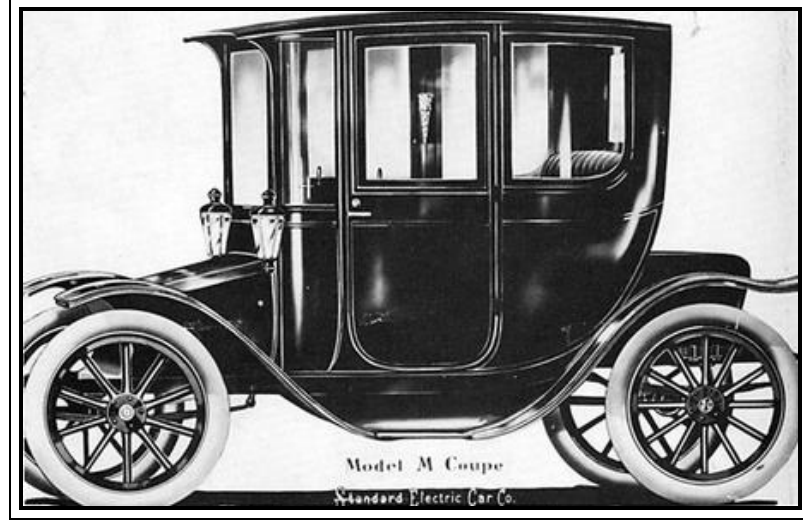
Elektrikli araba eski bir icattır. Elektrikli araçlar (EA) 1830'larda icat edilmiştir. (Şekil 2.1) 1900'lerin başında elektrikli araçlar benzinli araçlardan daha yaygındı. Elektrikli araçlar, benzinli araçlar gibi titreşim, koku ve gürültü üretmemektedir. Sürüşün en zor kısmı olan vites değiştirme benzinli araçlarda mevcutken, elektrikli arabalarda vites bulunmamaktaydı. 1920'lerde içten yanmalı motor Amerika otomobil piyasasında yaygınlaşmaya başladı. EA'lerin yaygınlaşmamasının birçok sebebi vardır. Birincisi 1920'lerde mesafeler uzak olduğundan uzun yol araçları gerekliydi. İkincisi ham petrolün keşfi ile benzin fiyatları gerilemiş ve ortalama müşterilerin alabileceği düzeye gelmişti. Üçüncüsü 1912'de icat edilen elektrikli bir marş motoru ile, kurma kolu olmaksızın içten yanmalı motorlar çalıştırılabiliyordu. Son olarak Henry Ford içten yanmalı motorları seri olarak üretmeye başladı ve bu sayede araç sahibi olmak daha kolay hale geldi. Otomobil artık sadece üst sınıfa hitap etmiyordu. 1912 yılında elektrikli bir spor araba \$1750 iken benzinli otomobil \$650'di.

(<http://inventors.about.com/library/weekly/aacarselectrica.htm>)

İçten yanmalı motorlar üstteki ve aşağıdaki nedenler yüzünden son 100 yılda otomobil pazarına yön vermiştir. Benzin ve dizelin yakıt olarak bataryalardan daha fazla enerji ve güç yoğunluğu verdiği bilinmektedir. Ayrıca bir benzin tankı birkaç dakikada doldurulabilirken bir bataryanın şarjı saatler sürmektedir. Buna ek olarak içten yanmalı motorlar tek doldurmada daha uzun mesafeler kat edilebilmektedir. Önceden elektrikli arabalar birkaç kez otomobil piyasasına girmeye çalışmıştır ancak her seferinde başarısız olmuştur. Bugün kullandığımız otomobillerin elektrikli olmamasının temel sebebi bataryalardır. Yine de dev petrol endüstrisinin de elektrikli araçların piyasada olmamasında büyük etkisi bulunmaktadır.

(http://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/sahkoautossa_kinkkisin_on_akku)

Şekil 2.1: İlk elektrikli araçlar



Kaynak: (http://blog.mlive.com/citpat_history/2008/06/electric_car_was_ahead_of_its.html)

Şekil 2.2: Fluence Z.E.



Kaynak: (<http://www.fastcompany.com/1709616/better-place-and-renault-delivering-115000-electric-cars-2011>)

2.2 ELEKTRİKLİ ARAÇLARA YÖNELİK TALEP

Son yıllarda küresel ısınma ve çevre konularındaki farkındalık, siyasetçileri sera gazları ile ilgili karar almaya zorlamaktadır. Ayrıca ham petrol fiyatlarındaki sürekli artış toplumları alternatif yakıt temini ve petrole bağımlılıktan kurtulma arayışlarına sevk etmiştir. Hidrojen ve yakıt pilleri, yakıtların geleceği için sağlam birer seçenek niteliğindedir. Hidrojen birçok avantajı beraberinde getirmekle birlikte çeşitli çözülmemiş sorunlar da doğurmaktadır. Yakıt pilleri pahalıdır ve tamamen yeni bir dağıtım ağı gerektirmektedir. Buna ek olarak hidrojen depolama da, hidrojen patlayıcı ve hassas bir gaz olduğundan çeşitli zorluklara neden olmaktadır. Hidrojen, petrol veya kömür gibi saf halde bulunmaz. Ayrıca hidrojen doğada diğer bir elemente bağlı haldedir; söz gelimi hidrojen ve oksijen birleşerek suyu oluşturur. Bu nedenle saf hidrojen, benzin gibi, enerji gerektiren bir şekilde üretilmek durumundadır. Alternatif yakıt olarak elektrik de düşünülebilmektedir. Saklama noktasında elektriğin hem avantajları hem dezavantajları bulunmaktadır. Ancak elektrik geleceği en parlak teknolojidir çünkü altyapısı hazırdır ve teknolojisi emniyetli ve güvenilir olarak nitelendirilmektedir.

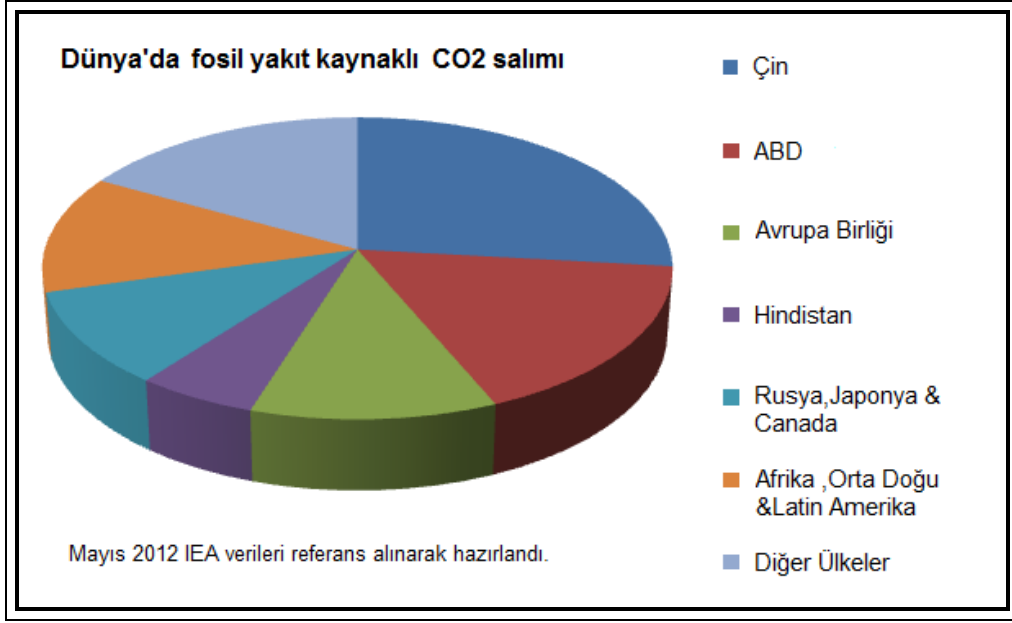
(http://www.tkk.fi/Units/AES/projects/renew/fuelcell/vetytulevaisuus/vety_energiantuotannossa-moniste.pdf)

Doğayı korumak ve küresel ısınmayı sınırlandırmak için CO₂ emisyonlarının azaltılması önem taşımaktadır. Avrupa Birliği'nin enerji ve iklim konvansiyonunda CO₂ emisyonlarını 2005'teki düzeyin yüzde 16'sı oranında azaltması gerektiği bildirilmektedir. Sanayisi gelişmiş ülkelerin 2050 yılına kadar şu anki seviyelerinden yüzde 60-80 oranında azaltması hedeflenmektedir. Ülkelere göre dağılım oranları aşağıda Şekil 2.3 'de görünmektedir. Bu oranda bir azalma için her sektörde ilerleme kaydedilmesi gerekmektedir. Karayolu trafiği CO₂ emisyonlarının yüzde 16'sının kaynağıdır ; bunun da yüzde 41'i binek araçlarındandır. Bu nedenle elektrikli araçlar bu azaltma planının temel parçalarıdır. Elektrik yenilenebilir kaynaklarla üretiliyorsa elektrikli araçlar emisyonuz trafik sağlayabilir. Mevcut elektrik üretimiyle elektrikli araçlardaki CO₂ emisyonlarının elektrik santrallerindeki emisyon ve dağıtım-iletim kayıplarıyla birlikte araç başına 50 g/km civarında olması beklenmektedir. Şu anda

araba başına CO2 emisyon oranı petrol rafinerisi ve dağıtım emisyonları ile birlikte 180 g/km'dir.

(http://www.tem.fi/files/24099/Sahkoajoneuvot_Suomessa-selvitys.pdf.)

Şekil 2.3: Ülkelerin fosil yakıt kaynaklı salım oranları



Kaynak: (<http://peakoil.com/forums/iea-irreversible-cc-in-5-yrs-stop-bldg-ff-infrastructure-t67923.html>)

CO2 emisyonlarını azaltma planlarıyla birlikte petrol fiyatlarındaki sürekli artış da elektrikli araçların yeniden doğuşunda etkili olmuştur. Bugün dünya ister istemez petrole bağımlı hale geldiğinden alternatiflere ihtiyaç duyulmaktadır. Son zamanlarda petrol fiyatları günlük hayatımızı son derece etkilemektedir. Haziran 2008'de ham petrol fiyatları tüm zamanların en yüksek fiyatı olan 147 \$/varil seviyesine fırlamıştır. (<http://www.hampetrolfiyatları.com>) Bu yüksek ham petrol fiyatları doğal olarak İstanbul'da etkilemiştir. Ulaşım maliyetleri yükseldiğinden birçok üründe fiyat artışı yaşanmıştır ve insanlar yüksek yakıt tüketimine neden olan arabalarını elden çıkarmaya başlamış, bazıları da araba kullanıp kullanmama konusunda dikkatlice düşünmeye başlamıştır. Hem genel refah hem de ekonomi anlamında sonuçlar uzun vadedir ve düzelmesi uzun yılları bulabilir. Yine de elektrikli araçlar petrole bağımlılığı azalttığından gelecek kuşaklara petrol noktasında yeterlilik sağlamaktadır.

Bir ürünün fiyatı, tüketicileri belli tercihlere yönlendirmektedir. Tüketiciler fiyatları elde edilebilecek faydalarla kıyaslayarak en değerli alternatifini seçmektedir. Bu nedenle vergilendirme ile tüketici tercihleri etki altına alınabilmektedir. Zaman içinde en etkin çözüm toplum gözünde diğer seçenekleri gölgede bırakmaktadır. Bugün elektrikli araçlar batarya ve şarj altyapısı büyük yatırımlar gerektirdiğinden pahalıdır. Bu teknoloji daha uygun fiyatlı hale geldiğinde ve altyapı oluşturulduğunda EA'lar benzinli araçlara göre daha cazip bir seçenek haline gelecektir. Ancak bu dönüşümü başlatmak için teknoloji ve mali destek gereklidir.

2.3 PRİZE TAKILAN HİBRİD ARAÇ (PHEV)

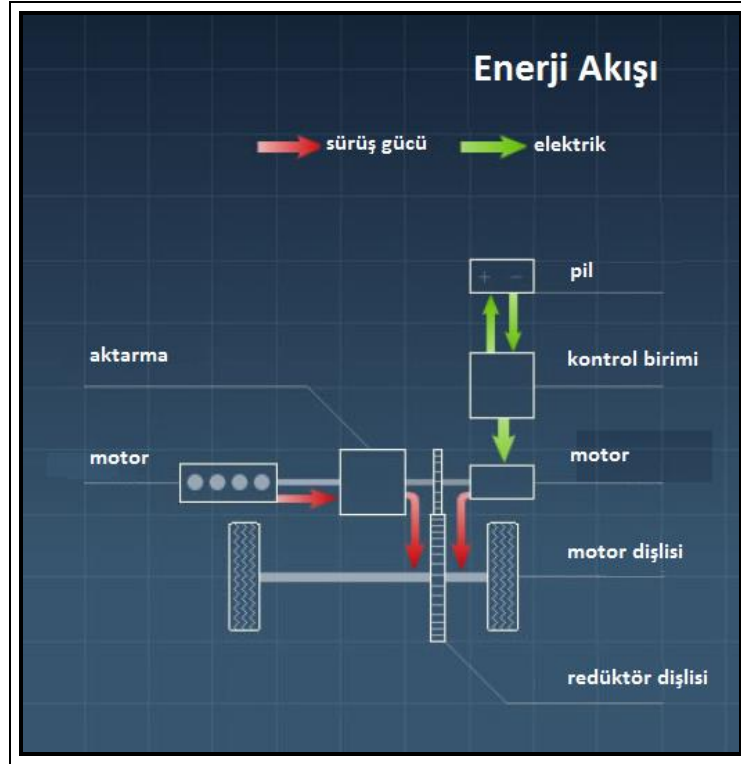
Prize takılan hibrit araçlarda bir içten yanmalı motor ve uzun mesafede sürüş sunan, düşük petrol tüketimi ve düşük CO2 emisyonu sağlayan elektrik motoru içermektedir. Bu hibritler iki kategoriye ayrılmaktadır: paralel hibritler ve seri hibritler. Paralel hibritlerde arabayı her iki motor da çalıştırmaktadır (Şekil 2.3). Genelde bu motorlar bütün özellikleriyle aynı anda çalıştırılır. (Erjavec 2013, s. 68) Paralel hibritlerde elektrik motor için enerji depolayan bir batarya bulunur. Bataryalar, araba fren yaparken veya motor boşta hareket ederken şarj olur. Bataryalar aynı zamanda harici güç kaynaklarıyla da şarj edilebilir. Batarya gücü bittiğinde içten yanmalı motor çalışır ve sürüş kesintiye uğramadan devam eder. Seri hibritlerde içten yanmalı motor elektrik motoru ve bataryaları destekleyecek bir jeneratör görevi görür. Aracı sadece elektrik motoru çalıştırır (Şekil 2.4).

Bataryalar paralel hibritlerde olduğu gibi şarj edilir. Seri hibritlerin avantajı, yanmalı motoru opsiyon olarak kullanma imkanı sunmasıdır. İçten yanmalı motor kendi devirleriyle çalışır ve bataryalar güç ayarlamasını gerçekleştirir. Büyük araba üreticilerinden Toyota , seri paralel hibrit sistem denilen ve iki hibrit tekniğini birleştiren bir kombinasyon kullanmaktadır (Şekil 2.5) .

Elektrikli araçların aksine, prize takılan hibritlerde kat edilen mesafe sorun teşkil etmemektedir. Ayrıca içten yanmalı motorla iç kısmın ısıtma ve soğutması yapılabilmektedir. Bu nedenle başlangıçta müşteri için tam elektrikli bir araç yerine

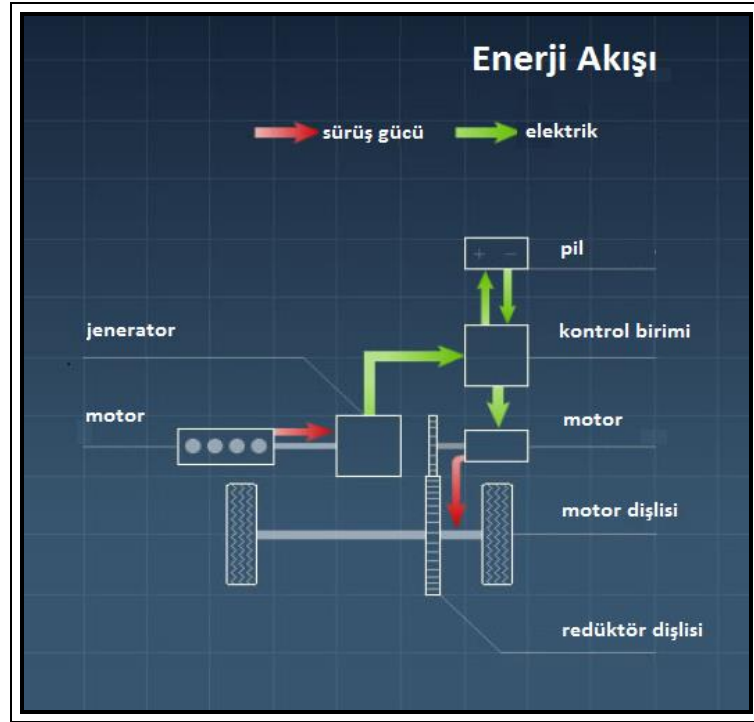
prize takılan hibrit araç seçmek daha kolay olacaktır. (Erjavec 2013, s. 68) Ancak prize takılan hibrit araçlar uzun vadede tam elektrikli ulaşımada gidişte öncül bir safha olarak sayılmaktadır. Şarj istasyonları yaygınlaşmaya başladığında, bataryalar geliştiğinde ve fiyatlar düştüğünde elektrikli araçların daha da yaygınlaşacağına inanılmaktadır. (http://www.tem.fi/files/24099/Sahkoajoneuvot_Suomessa-selvitys.pdf.)

Şekil 2.4: Paralel hibrit sistem



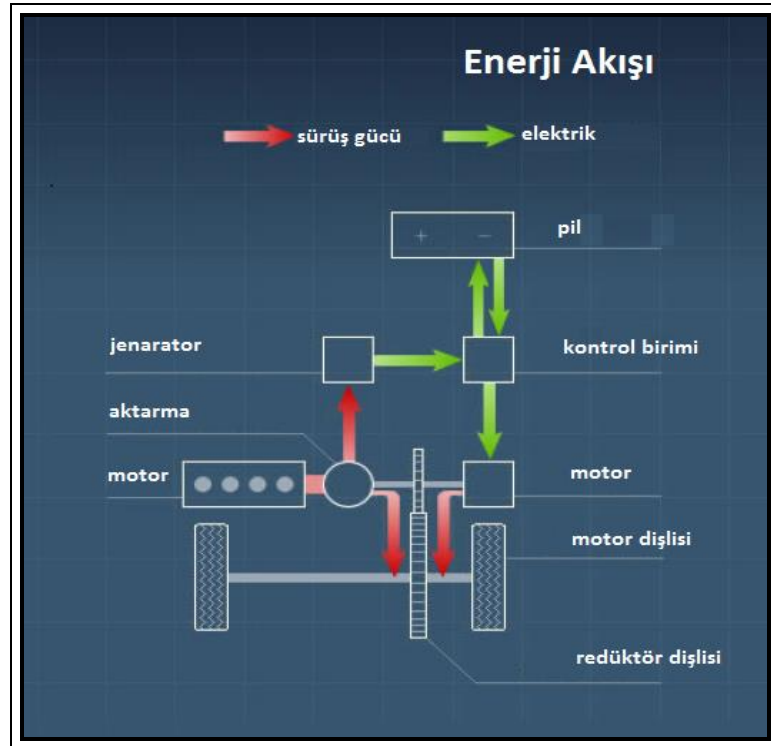
Kaynak: (http://www.toyota-global.com/innovation/environmental_technology/hybrid/)

Şekil 2.5: Seri hibrit sistem



Kaynak: (http://www.toyota-global.com/innovation/environmental_technology/hybrid/)

Şekil 2.6: Seri paralel hibrit sistem



Kaynak: (http://www.toyota-global.com/innovation/environmental_technology/hybrid/)

Toyota Prius, dünyanın ilk seri üretim hibrid otomobilidir. 2005 yılında Avrupa'da yılın otomobili seçilmiştir. Boyutları, donanımı ve fiyatı itibarı ile orta sınıf bir otomobil olarak kabul edilmektedir.

Geleceğin motor teknolojisi olarak görülen hibrid sisteminde benzinli veya dizel bir motor ile elektrik motoru uyum ile çalışmaktadır. Mevcut hibridlerle aracın yüksek performansını benzinli motor sağlarken elektrik motoru yalnızca yardımcı bir işlev üstlenmektedir. Toyota'nın Hybrid Synergy Drive adını verdiği sistemde ise aracın performansından ödün vermeksizin elektrikli motorun daha önemli bir rol oynaması sağlanıyor.

Şekil 2.7: Toyota prius seri paralel hibrid



Kaynak: (http://tr.wikipedia.org/wiki/Toyota_Prius)

2.4 ELEKTİRİKLİ ARAÇ (EA)

Elektrikli araçlar prize takılan hibritlerden daha az servis gerektirmektedir ve yapıları daha az karmaşıktır. Elektrikli bir arabada motor veya jeneratör olarak içten yanmalı motor bulunmamaktadır. Bir batarya ve elektrikli motor, güç kaynağı görevi görür. AC motoru için gerekli güç bataryada saklanır. PHEV'lerde olduğu gibi bataryalar araç frenleme yaptığıında şarj olur ve harici güç kaynağı ile de şarj edilebilir. Şarj gereçleri taşıt üzerindeki ve taşıt dışındaki şarj edici olarak iki kategoriye ayrılır. Daha az gücü olan şarj edicilere taşıt üzerindeki şarj edici denir çünkü bu parçalar aracın içine

yerleştirilmektedir. Yüksek güçteki şarj ediciler, harici DC şarj edicileridir. Verimlilik noktasında elektrikli motorlar aracın içini ısıtmak için gerekli ısıyı üretmemektedir. Bu nedenle ayrı bir ısıtıcı gerekmektedir. Bunun dışında elektrikli araçların mevcut araç türlerinden farkı bulunmamaktadır. Elektrikli arabalar bugünkü arabalar kadar hızlı ve pratik olabilir. Ayrıca elektrikli arabalar egzoz emisyonuna neden olmayan bir ulaşım çözümü sunmaktadır.

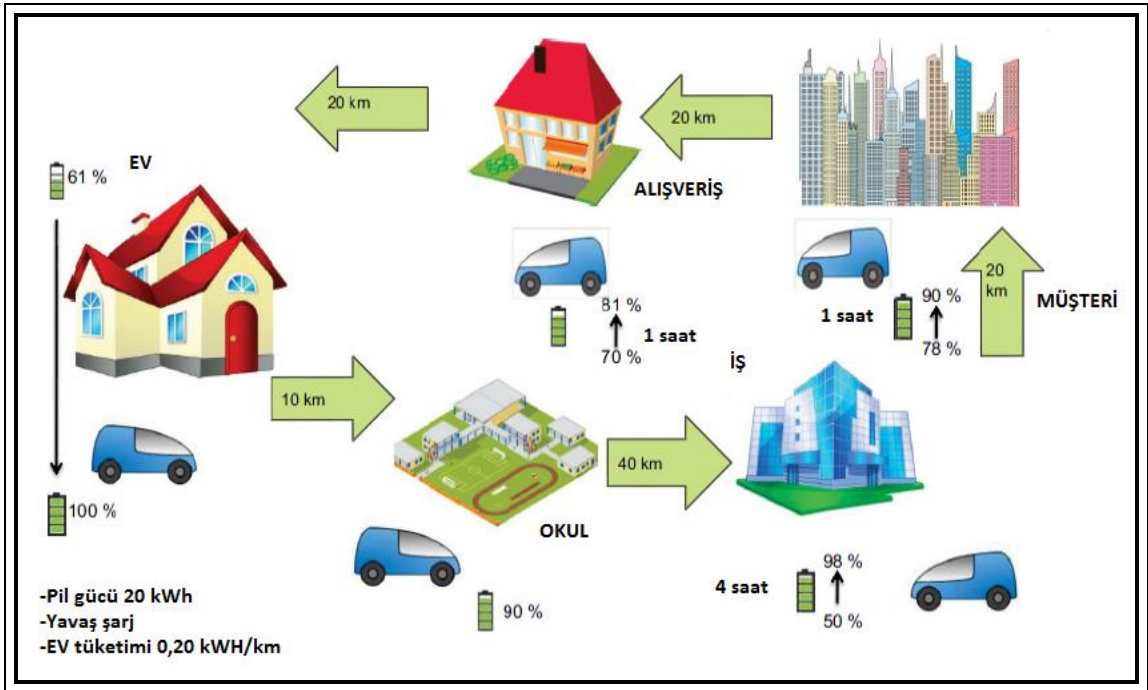
Yıllar içinde elektrikli araçların genel kabul görmesine en büyük engel, bataryalar olagelmıştır. Maliyet ve performans, bataryaların temel sorunlarıdır. Şu anda performans bir engel teşkil etmemektedir. Elektrikli araçlar 100 km/saat hıza 4 saniyeden az sürede çıkabilmektedir ve 400 km yol kat edebilmektedir (<http://www.teslamotors.com/models/specs.>) . Böyle bir performansı ve sürüş kilometresini yakalamanın maliyeti yüksek olacaktır. konvansiyonel arabaları düşündüğümüzde elektrikli araçlar bugün birçok araçtan daha pahalıdır ancak sürüş maliyetleri, elektrikli araçlarda daha düşüktür. Buradaki soru tüketicilerin ne kadar fazladan ödeme yapacağıdır. Bir elektrikli aracın en pahalı kısmı bataryasıdır. (Hardy 2013, s. 34) Orta boy bir elektrikli araç batarya kutusu yaklaşık 10.000 € tutmaktadır , bu da aracın toplam fiyatının üçte ikisine denk gelmektedir . Gelecekte bataryaların yerini ultra kapasitörler alabilecektir. Ultra kapasitörlerin daha iyi enerji yoğunluğu, daha küçük boyut ve birkaç dakikada tamamlanan şarj imkanı sunması beklenmektedir. Ancak ultra kapasitörler test aşamasındadır ve seri üretime geçmesi uzun yıllar sonra gerçekleşebilir. Gelecekte ultra kapasitörler elektrik depolama ve elektrik motorları alanında devrim yapabilir. ([http://www.bcg.com/documents/file36615.pdf.](http://www.bcg.com/documents/file36615.pdf))

2.4.1 Sürüş

Elektrikli araçların tarihte tekerlekli ve yavaş hareket eden plastik kutular olarak algılandığı görülmüştür. Ancak yeni ve modern elektrikli araçlar bu eski imajı tamamen değiştirebilir. İnsanlar bu araçları kullandığında düşüncelerini değiştireceklerdir. Modern elektrikli araçlar sessiz, hızlı, rahat ve sürüşü kolaydır. Elektrikli motor çalışırken sadece bir vızıltı çıkarmaktadır. Düşük hızlarda tek ses lastiklerden gelir. Yüksek hızda ise lastiklerden gelen sesi rüzgar sesi bastırmaktadır. Araba kullanmayı öğrenirken en zor kısım genellikle vites değiştirmedir. Elektrikli araçlarda debriyaj ve vites gerekmemektedir. Ayrıca elektrikli araçlarda yüksek oranda tork imkanı

bulunmaktadır. Bu nedenle elektrikli bir araba eşit güçte petrol motorlu bir arabadan daha hızlıdır. Ancak elektrikli araçların kilometre gibi bir sorunu bulunmamaktadır. Sürüş mesafesi, batarya kutusunun boyutuyla doğru orantılıdır. Halihazırda üretilen makul fiyatlı elektrikli araçlar, çoğu insanın günlük sürüş mesafesini karşılayacak 100 – 200 km mesafe kat edebilmektedir (Şekil 2.8).

Şekil 2.8: Günlük alınan mesefa



Kaynak: (<http://www.sahkoinfo.fi/Download.aspx?id=6688&type=1>)

Elektrikli bir araç kullanmak, insanların sürüş alışkanlıklarında küçük değişikliklere neden olur. Aracınız gün içinde boştaiken “doldurulduğundan”, düzenli olarak benzin istasyonuna gitmenize gerek kalmaz. Akşam araç prize takılarak ertesi sabaha kadar şarj edilir. Sürüş sırasında düşük şarj seviyesine gelindiğinde elektrik motoru çıkış gücünü azaltarak enerji tasarruf eder. Bu sayede bataryalar ansızın bitmez ve sürücü en yakın şarj noktasına ulaşabilir . Tablo 2.1’de en olası şarj düzeyleriyle boştan doluya şarj süreleri görülmektedir. Hesaplamalardaki batarya kutusunun boyutu 30 kW/s ’dir ve batarya ile şarj sürecinin verimi yüzde 80 olarak tahmin edilmektedir . Hızlı şarj ile şarj gücü, yüzde 80’lik bir şarj düzeyinin ardından azaltılmalıdır. Bu noktada Tablo 2.1’de teorik boştan-doluya geçen zaman ve boştan yüzde 80’e geçen süre için pratik zaman görülmektedir. 20 kW üstü şarj etme düzeyleri muhtemelen taşıt dışı DC şarj edicilerle

halledilmektedir . İnternette bulunan benzer hesaplamalar da genellikle fazla olumludur ve kayıplar hesaba katılmamaktadır.

Tablo 2.1: En olası şarj düzeyleriyle şarj süreleri

Güç (kw)	Süre
3.7	10 saat
11	3.5 saat
50	45 dk.
250	9 dk (teorik olarak)
250	7 dk.(% 80 düzeyi)

Kaynak: (<http://auto.howstuffworks.com/electric-car5.htm>)

2.5 BATARYA

Batarya, elektrikli arabanın en önemli unsurudur. Bataryaların en önemli özelliği enerji yoğunluğu (Ağırlık/kg), güç yoğunluğu (W/kg), fiyat ve kullanım ömrüdür .Güç yoğunluğu ve enerji yoğunluğu harici parametrelerdir. Bu nedenle kısa şarj etme ve boşaltma süresi bulunan bir bataryanın uygun enerji saklama kapasitesi olamaz. Kullanım ömrü de kullanım ve şarj etme tarzına bağlıdır .

Kısa süre önce Lityum-ion (Li-ion) bataryaları elektrikli araçların benzinli araçlara büyük alternatif haline gelmesini sağlamıştır. Geçmişte elektrikli araçlarda uzun şarj olma süresi ve kısa sürüş mesafesi gibi birçok zayıf noktası olan çeşitli batarya türleri kullanılmıştır. 1991 yılında Sony Firması ilk Li-ion bataryayı ticarileştirmiştir. Bugün Li-Ion batarya en hızlı gelişen ve en fazla gelecek vadeden batarya türüdür. Lityum bataryalar için en iyi maddedir çünkü metaller içinde en hafif olandır, en büyük elektrokimyasal potansiyeli taşır ve ağırlık başına en yüksek enerji yoğunluğunu sunar. Sonuç olarak lityum bataryaları yüksek voltaj ve mükemmel kapasite sunarak yüksek

enerji verimini mümkün kılar. Ayrıca bu bataryalar hafızasız düşük bakımlı bataryalar olarak kullanılabilir ve Li-Ion batarya ömrünü sürdürebilmek için programlı devir gerektirmez. Bu bataryaların kendi kendini şarj etmesi, Nikel-Metal Hidrit (NiMH) bataryaların şarj süresinin yarısı kadardır . Bataryalar beklenenden daha yavaş gelişmişse de, Li-Ion bataryalar batarya endüstrisinde devrim niteliğinde bir gelişme sayılmaktadır. Li-Ion bataryaların özellikleri, çinko ve nikel bataryalardan üstündür.

Li-Ion bataryaların dezavantajları da bulunmaktadır. Öncelikle Li-Ion bataryaların üretimi, en azından şimdilik, maliyetlidir. Boston Consulting Group (BCG)'ye göre üretim hacmi arttıkça batarya fiyatları düşecektir . İkincisi, Li-Ion bataryaları, kullanılsa da eskir. Son olarak bu bataryalar voltaj ve akımı sınırlamak için bir koruma devresi gerektirmektedir . Li-Ion bataryası tamamen boşaldığında batarya kullanılamaz hale gelebilir. Yüksek sıcaklık, havadaki nem ve hızlı şarj da Li-Ion bataryaların kullanım ömrünü kısaltır. Güvenlik konusu batarya teknolojisinde son derece önem taşımaktadır. Lityum piller kısa devre veya aşırı ısınma durumunda patlar. Özellikle hızlı şarj sırasında bataryalar önemli ölçüde ısınır. Bu nedenle bataryaların uygun şekilde soğutulması önemlidir.

Batarya endüstrisi ciddi zorluklarla karşı karşıyadır. Bataryalar yüksek veya düşük sıcaklıklara göre optimize edilebilir ancak geniş bir sıcaklık aralığında çalışacak bataryalar üretmek zordur. Diğer bir zorluk da enerji saklama kapasitesidir. Bugün batarya pilleri, 13 000 Ağırlık /kg oranındaki benzine kıyasla, 140 ila 170 Ağırlık/kg nominal enerji yoğunluklarına ulaşabilir. Gelecekte enerji yoğunluğunun 200 Ağırlık/kg'ye ulaşacağı düşünüldüğünde sürüş aralığı 300 km civarı olacaktır. Bu tür bir batarya kutusu 250 km ağırlığındadır ve bu ağırlık yüksek nakliye maliyetine neden olacaktır . Böylece batarya endüstrisi otomobil üreticilerine bağlı hale gelecektir. Nakliye maliyetleri olabildiğince düşük olmak durumundadır zira bataryalar zaten pahalıdır ve bir elektrikli aracı fiyatını önemli ölçüde etkilemektedir. Batarya kutusunun maliyeti, elektrikli araçların ticari varlığı konusunda kritik öneme sahiptir. Mevcut orijinal ekipman üreticisinde (OEM) batarya paket fiyatı kWh başına 1000 \$ ila 1200 \$ arasında değişmektedir. ABD İleri Batarya Konsorsiyumu 2020 yılına kadar kWh başına maliyet hedefini \$250 olarak belirlemiştir. Bir BCG analizine göre şu anda \$990 ila \$1220 olan 15 kWh batarya kutusu 2020 yılında \$360-440 olacaktır. Bunlar OEM

fiyatlarıdır; son kullanıcılar yüzde 40-45 The United States Advanced Battery Consortium gibi kar payı daha ödeyeceklerdir.

(<http://spectrum.ieee.org/transportation/advanced-cars/lithium-batteries-take-to-the-road>)

Şekil 2.9: Fluence Z.E. lityum batarya



Kaynak: <http://www.plugincars.com/why-better-place-was-doomed-127362.html>

Olası bir fiyat indirimi, hammadde, işçilik ücretleri ve genel makine maliyetleri gibi hacimle ilgili maliyetlere bağlıdır. pil maliyetlerinin yüzde 70-75'inin hacme bağımlı olduğunu ifade edilmektedir. Piller, batarya kutusu maliyetlerinin yüzde 65'ini temsil etmektedir. Lityumun maliyetinin etkisi çok azdır zira lityum, batarya kutusunun toplam maliyetinin sadece yüzde 2'sine karşılık gelir. Bu nedenle lityum maliyeti bütün batarya kutusu maliyetinin yüzde 1.3'üne denk gelmektedir.

2.6 AĞIRLIK KIYASLAMA

İçten yanmalı bir motor ve elektrik motor artı batarya kutusu arasındaki ağırlık farkı nedir? Daha fazla batarya ekleyerek kat edilecek mesafe artırılabilir çünkü bu mesafe batarya kutusunun büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Batarya paketleri pahalı ve ağır olduğundan bu durum sorun yaratmaktadır. Batarya kutusu, bir aracın boş ağırlığının dörtte birine denk gelen 245-260 kg ağırlığındadır. Aynı şekilde Tesla Roadster'in

batarya kutusu da 400 kg civarındadır . Ruusunen'e göre diğer araç modellerinde bu parçalar daha ağır olabilir. Corolla modellerinin bataryası yaklaşık 300 kg, elektrik motoru 50-150 kg ve diğer parçalar 50 kg civarındadır. Bu da elektrikli bir araca geçmenin, performans gereksinimlerine bağlı olarak toplam ağırlığa 150-300 kg bir ağırlık getirdiğini göstermektedir. Batarya kutuları ağır olsa da aracın altına eklenebilirler, bu da aracın yerçekimi merkezini düşürmektedir. Bu düşüklük aracın yol tutuşunu geliştirir ve aracın devrilme ihtimalini düşürür. (<http://www.teslamotors.com/models/specs.>)

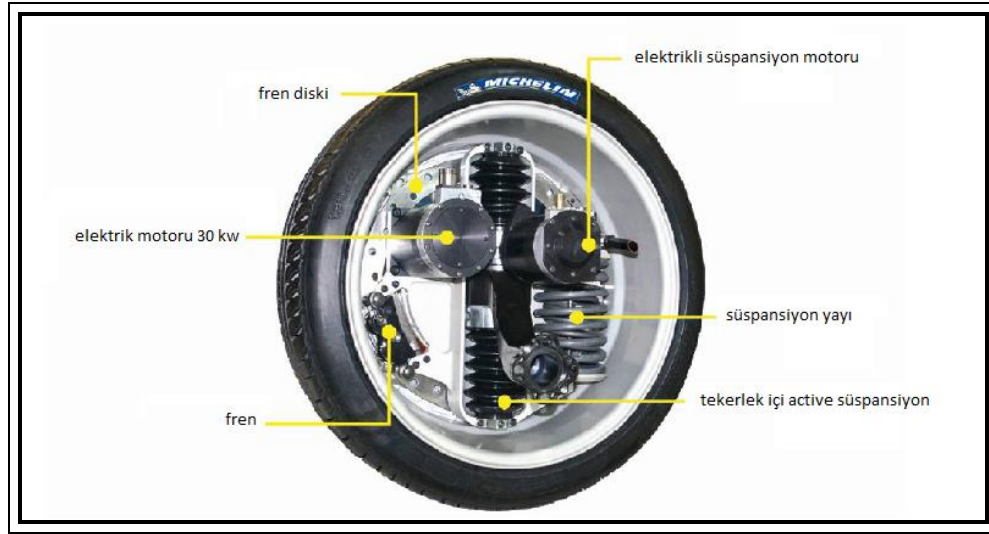
2.7 YENİDEN TASARIM

Elektrik motorların ve bataryaların performans ve hafifliği sürekli gelişmektedir. Oxford Üniversitesi teknoloji transfer kurumu Isis Innovation, eskilerin performansını aşan yeni bir elektrik motoru geliştirmiştir. Çok hafif olan motor ağırlık performansında yararlıdır. Sadece 13 kg ağırlığındadır ancak pik torku 130 Nm, pik gücü 50 kW'dir. Genel verimlilik oranı yüzde 97'lere çıkmaktadır. Motorun kullanılabilceği uygun alanlardan biri de kütle ve verimliliğin önemli olduğu elektrikli araç ve PHEV araçlardır. Motor kompakt ise ve batarya taban seviyesine yerleştirilebiliyorsa araba tasarımı daha da yenilikçi hale gelebilir.

Michelin kısa süre önce otomobil tasarımında devrim niteliği sunan bir aktif tekerlek tasarlamıştı (Şekil 2.10). Tekerleğin kendisine elektrikli süspansiyon ve elektrik itmeli motor gibi bütün gerekli parçalar eklenmiştir. Elektrikli süspansiyonun tepki hızı son derece yüksektir: saniyenin 3/1000'i. Bu sayede bütün sallantı ve dönüş hareketleri otomatik olarak düzeltilmektedir.

(<http://www.greenoptimistic.com/2009/01/09/new-13kg-oxford-electricmotor-delivering-3-times-more-power-and-97-efficiency/>)

Şekil 2.10: Michelin aktif tekerleği



Kaynak: (http://www.iltalehti.fi/autot/2010060711786434_au.shtml.)

Bugünün otomobillerinin belirleyici özellikleri olan vites kutusu ve anmalı motor, aktif tekerlek olduğunda gerekli değildir. Bu sayede oluşan yeni tasarım imkanları arasında motor bloğunun ortadan kaldırılması, ağırlık azaltma, tam düz araç zeminine sahip araçlar ve yolcu emniyeti ve iç mekan odaklı şasi tasarımı bulunmaktadır. Bu yenilik diğer avantajları da beraberinde getirir. Her köşede bir aktif tekerlek sistemi ile aktif dört tekerli sürüş sağlanır. Ayrıca aracın batarya için geniş bir yer kalmaktadır. Tekerlek değiştirme işlemi normaldeki gibi yapılabilir çünkü aktif parçalar tekerleğin iç kısmındadır. Şüphesiz gelecekte heyecan verici ve başarılı araba tasarımları ortaya çıkacaktır.

2.8 SIFIR EMİSYONLU ELEKTRİKLİ OTOBÜSLER

Belediyeler ve şehir içi otobüs işletmecileri işletme maliyetlerini düşürmek için alternatif yakıt ve tahrik sistemlerini seçiyorlar. Günümüzde dizel yakıtı alternatif olarak görülen doğalgazın yanında dikkate değer bir diğer seçenek de elektrik enerjisi. Elektrikle çalışan otobüsler, dizel olanlara kıyasla yaklaşık onda bir oranında olan yakıt maliyetiyle dikkat çekiyor, bunun yanında sessiz, titreşimsiz konforlu bir seyahat ve egzoz emisyonundan arındırılmış şehirler vaat ediyor.

Avusturya'nın başkenti Viyana, son dönemde otobüs filosuna elektrikli araçlar katan belediyelerden biri. Viyana şehir merkezinde 2A ve 3A numaralı hatlarda çalışan otobüslerin tamamı 2014 yazına kadar tamamen elektrikli otobüslerle değiştirilmiş olacak. Belediyenin toplu ulaşım kurumu Wiener Linien'in işletmesi altında ElectriCitybusse adı verilen elektrikli araç filosunun ilk aracı eylül ayında işletmeye alındı. Toplam 12 adet elektrikli otobüsün tamamı 2013 yazına kadar işletmeye girmiş olacak. 15 yılı aşkın süredir dünyada 3000'i aşkın otobüs ve kamyonunda ticari olarak kullanılan Siemens ELFA sistemleriyle donatılan ElectriCitybusse otobüsleri İtalyan Rampini firması tarafından Siemens desteğiyle üretiliyor. Araçlar 44 yolcu kapasiteli ve yaklaşık 8 metre boyunda. Elektrikli otobüslerin aküleri geceleri elektrik enerjisinin en ekonomik olduğu zaman şarj ediliyor, ancak hattın başında ve sonunda 15 dakikalık hızlı şarjlar yapabilecek şarj sistemi de araçlara monte edilmiş durumda. Böylece daha düşük akü kapasitesi ile alım maliyetinin düşürülmesi amaçlanmış. Zamanla şehrin diğer hatlarında da kullanılmaya başlanması hedeflenen yeni otobüsler, tek şarjla 150 kilometre boyunca yol alabiliyor.

Şekil 2.11: Elektrikli otobüs



Kaynak: (<http://www.reduktordergisi.com/2013/02/sifir-emisyonlu-elektrikli-otobusler/>)

Viyana, 1 milyon 700 bini merkezde olmak üzere çevre ilçelerle birlikte 2 milyon kişinin yaşadığı, Avusturya nüfusunun dörtte birini barındıran bir şehir. Şehirdeki çalışanların yüzde 53'ü otobüs, tramvay ve metro hatlarından oluşan toplu ulaşım ağından faydalanıyor. Siemens Yeşil Şehir Endeksi'nde ulaşım kategorisinde Stockholm, Amsterdam ve Kopenhag'ın ardından dördüncü en iyi dereceyi elde eden Viyana'nın, yeni elektrikli otobüslerle birlikte sıralamada daha yukarı çıkacağı tahmin ediliyor.

2.9 ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN AVANTAJLARI

Elektrikli arabaların birçok avantajı vardır. Öncelikle elektrikli araçların toplam emisyonu sıfırdır. Teorik olarak elektrik yenilenebilir kaynaklarla üretiliyorsa toplam CO₂-emisyonu da sıfırdır . Sıfır emisyona ulaşmak elektrik üretiminde büyük değişikliklere neden olacaktır. Gerçek enerji sistemlerinde elektrikli araçlar kömürle çalışan enerji santralleriyle elde edilen pik yükü artırmaktadır. Bu nedenle elektrikli araçlar elektrik üretimindeki CO₂-emisyonlarını artırmakta ve sadece egzoz emisyonlarını sıfırlamaktadır. Zararlı NO_x emisyonları yayan dizelli araçlara göre elektrikli araçlar bu küçük partiküllerin kontaminasyonuna sahip değildir. Araç lastikleri yoldan havaya ince partiküller uçuracaktır ancak şehir havasındaki kirleticilerin toplam miktarında gerileme olacaktır. Bu sayede elektrikli araçlar dolaylı yoldan da büyük etkiler oluşturabilmektedir. Büyük kentlerdeki hava kalitesi iyileşecek ve solunum yolu rahatsızlıkları azalacaktır. İkinci avantaj da elektrik motorlarının enerji verimliliğinden ileri gelmektedir. Toplam verim, elektriğin üretildiği yöntemle bağlıdır. Üçüncüsü, elektrikli araçlar sessizdir çünkü elektrik motoru neredeyse tamamen sessiz çalışır. Bu da sürüş hızının düşük olduğu kent trafiğinde ve kentsel alanlarda gürültüyü azaltır ve motor sesine göre düşük olan lastik gürültüsünü de önemsiz boyutlara düşürür. Diğer taraftan bu sessizlik durumu, yaklaşan aracı duymayacak olan yayalar için tehlikeli olabilir. Dördüncü avantaj bakımın ucuz olmasıdır. Çalıştırma ve bakım maliyetleri, teknoloji basit olduğundan ve yakıt (elektrik) şu anda ucuz olduğundan düşük seviyededir. Bir elektrikli araç kullanmak, benzinli bir araç kullanmaktan üç kat daha ucuzdur. Elektrikli araçlar yaygınlaşmaya başlayınca hükümetin bu kayıp benzin vergisi yerine bir kaynak bulması gerekecektir. Elektrikli araç kullanıcılarından ek vergiler alınabilir, bu nedenle gelecekte elektrikli araç kullanımı daha pahalı hale gelebilir. Maliyet uygunluğunun yanı sıra bu araçlar petrole bağımlılığı da azaltacaktır. Gerekli

elektrik birçok farklı teknikle üretilebilmekte ve yeterli düzeyde enerji sürekli olarak tedarik edilebilmektedir. Bir elektrikli aracın yapısı kullanıcı için diğer bazı mali avantajlar da sunmaktadır. Elektrikli bir araç, yanma motorlu bir araçtan daha az bakım gerektirir (yağ, egzoz, filtre veya kıvılcımlı buji gerekmez). Gerçekte elektrikli motorun hareket eden tek bir parçası vardır. Bu nedenle bakım maliyetleri de mevcut rakamların sadece bir parçası düzeyinde olacaktır. Son olarak elektrik motoru kalkışta çok miktarda tork sağlamak ve frenleme enerjisini yeniden üretebilmelidir. Bu nedenlerle elektrikli araçlar trafik ışıkları ve sıkışıklıkların yaşandığı kentlerde sürekli dur-kalk hareketleri yapılması nedeniyle işlevseldir.

(<http://auto.howstuffworks.com/fuel-efficiency/vehicles/electric-car-battery3.htm>)

2.10 ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Elektrikli araçlarda bütün enerji elektrikten elde edilir. Bu nedenle elektrikli araçlar tek bir enerji kaynağına bağlanmaz. Elektrik maliyet-etkinliği en yüksek üretim yöntemiyle üretilebilir. Verimli durumdaki elektrik motorları içten yanmalı motorları geçer. Yanma motorlar genelde yüzde 20 verim sağlarken elektrikli araçlarda çıktının yüzde 80'i aracın çalışmasında kullanılır. Ayrıca frenleme enerjisiyle bataryalar yenilemeli frenleme yaparak doldurulabilir. En iyi senaryoda bir elektrikli araç benzinli araca göre üç kat enerji verimliliği sağlamaktadır. Ancak asıl toplam verimlilik elektrik motoru, batarya, güç aktarma organı, güç elektroniği, elektrik üretim yöntemi ve dış çalışma ortamının sıcaklığı gibi birçok faktöre bağlıdır.

Bir elektrikli aracın enerji tüketimi iç kısmın ısıtma ve soğutması hariç 0.20 kWh/km'dir. Buna kıyasla benzinli bir araçta aynı ortan 0.60 kWh/km (100 km için 6.7 lt yakıtı denk gelir). CO₂-emisyollarının azaltılması, elektriğin üretim biçimine bağlıdır. Elektrik sadece kömürle üretilse bile CO₂-emisyolları azalır. Bunun nedeni elektrik motorların yanmalı motorlardan daha fazla enerji verimliliğine sahip olmasıdır. Genelde elektrik santrali gibi büyük birimlerde kontrol ve optimizasyon süreçleri daha kolaydır. (<http://www.saxton.org/EV/efficiency.php>)

3.ELEKTRİKLİ ARAÇ ENDÜSTRİSİNİN MEVCUT DURUMU VE GELECEĞİ

3.1 MEVCUT DURUM

Birçok ülkede dönüşüm süreci ya planlama safhasında ya da erken uygulama aşamasındadır. İsrail Better Place ve Renault-Nissan ile işbirliği yaparak tam bir elektrik altyapısı oluşturan ilk ülke olacağını duyurmuştur . Portekiz de 2013'e kadar ülke genelinde elektrikle ulaşım sağlayacak ve ülkeyi petrole bağımlılıktan kurtaracak MOBLE projesine start vermiştir. Önceden Portekiz enerjisinin çoğunu ithal etmekteydi. Şu anda toplam enerji üretiminin yüzde 43'ü yenilenebilir kaynaklardan sağlanmaktadır.

Bu sayede 1300 şarj etme noktasının tamamı yük varyasyonlarını dengeleme avantajına sahip hale gelecektir.Bu projelere paralel olarak, Danimarka, İsveç, Almanya, İngiltere, ABD, Kanada, Japonya ve Çin'de de çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Sürmekte olan birçok projenin aksine kullanılabilir veriler henüz elde edilmemiştir.

Birçok otomobil üreticisi, yakın bir gelecekte elektrikli arabaları piyasaya çıkaracaklarını duyurmuştur. Bu arabaların bazıları şimdiden piyasadadır (Mini E ve Toyota Prius PHEV gibi) ancak çeşitli gecikmeler de yaşanmaktadır. Otomobil üreticilerinin, toplumda elektrikli arabalara yönelik olumlu algı hala sürerken kendi elektrikli araba modellerini sunmaları umulmaktadır. www.pluginamerica.org sitesinde mevcut ve gelecekte çıkacak bütün elektrikli arabalar aylık olarak yayımlanmaktadır.

Şu anda elektrikli araba ve şarj teknolojisi standartları hazırlık aşamasındadır. Bu standartlar elektrikli otomobillere geçişin başarısını garantilemede önemlidir. Aşağıdaki bölümlerde Türkiye'de elektrikli araba endüstrisinin mevcut durumu değerlendirilmekte, aynı zamanda bazı öncü firmaların projelerine yer verilmektedir.

(<http://www.globalpost.com/dispatch/wheels/090727/portugal-electric-cars>)

3.1.1 Türkiye ve İstanbul'da Elektrikli Araç Konusuna Yaklaşım , Yasal Teşvik ve Engeller

Türkiye’de elektrikli araçlar konusundaki stratejilere Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından hazırlanan “Türkiye Otomotiv Sektörü Strateji Belgesi ve Eylem Planı, 2011-2014” raporunda değinilmiştir. Aynı zamanda diğer bakanlıklar tarafından da bu konuda teşvik edici stratejiler geliştirilmektedir. Her ne kadar konunun önemi bilinse de bazı yasalar birbirleri ile çakışmakta ve elektrikli araçların üretimi ve geliştirilmesi konusunda ülkemiz için engeller oluşturmaktadır. Örneğin, Maliye Bakanlığı’nın vermiş olduğu karar üzerine; birçok elektrikli araç üretici tarafından aracın şarjının bitmesi durumunda jeneratör görevi görerek aracın en yakın şarj istasyonuna ulaşmasını sağlayan “şarj motoru” araçlarda motor olarak belirlenmiş ve bu araçlar vergi indirim teşviki konusunda elektrikli araç statüsünde yer almamaktadır. Bu durum elektrikli araçlar için olmazsa olmaz bir bileşenin yanlış değerlendirilmesi ve ülkemizde üretici adayları yatırımcıları ve geliştirici olmayı düşünen firmaları negatif yönde etkilemektedir. Ancak genel olarak geliştirilen stratejiler, ülkemizde elektrikli araçların kullanımını teşvik edici yöndedir.

Maliye Bakanlığı’nın gerçekleştirdiği vergi teşviki ile Türkiye’de motor güçlerine göre üç farklı elektrikli araç ve vergi sınıfı oluşturulmuştur. Bunlar; yüzde 3 vergi dilimindeki motor gücü 85 kW altı araçlar, yüzde 7 vergi dilimindeki motor gücü 85-120 kW arası araçlar, yüzde 15 vergi dilimindeki motor gücü 120 kW üzeri olan araçlar. Ticari araçlar hiçbir kategoriye girmemektedir.

(<http://www.bestdergisi.com.tr/arsiv/yazi/69-gunumuz-dunyasinda-elektrikli-ulasim-oslo-istanbul-karsilastirmasi>)

3.1.2 Hükümet’in Yaklaşımı

Türkiye’nin ilk elektrikli aracı, Başbakan tarafından Aralık 2010 yılında test edilmiştir. Yetkililerin Türkiye’nin ilk seri üretim elektrikli otomobili Renault Fluence Z.E. hakkında Sayın Başbakan’ı bilgilendirdikleri sunuma Sanayi ve Ticaret Bakanı ve Eski Milli Savunma bakanıda katılmıştır.

Bunun yanı sıra, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı çevreci tutumunun kanıtı olarak makam aracı kullanmak amaçlı 5 elektrikli araç ve Bakanlık garajına 2 şarj istasyonu kurdurtmuştur. Aynı zamanda bu araçların camlarına “Yüzde 100 Çevreci” etiketlerinin

yapıştırılması ile farkındalığın oluşturulmasını planlamaktadır. Konu ile ilgili yapılan açıklamada ; motorlu araçlar pazarına geç girmiş olmanın cefasını halen çekilmekte olduğunu ve elektrikli araç üretiminde her ülkenin aşağı yukarı aynı seviyede olduğu için bu şansın iyi değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Türkiye'nin siyasi istikrar, ekonomik güç ve ulusal-uluslar arası pazarlama potansiyelinin yüksek olduğunu ve bu potansiyelin değerlendirilmesi fikri savunulmaktadır.

3.1.3 Türkiye’de Özel Sektörün Rolü ve Yaklaşımı

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Başkanı, ilk aşaması için 100 milyon TL’lik bir yatırım yapılacağı bir proje başlattıklarını açıklamıştır. Motorlu araçlardan elektrikli araçlara geçiş sürecinin bir kırılma noktası olduğunu ve bu durumun birçok yeni fırsatın oluşacağını belirten Altunbaşak, yatırımın büyük bir kısmının TÜBİTAK tarafından gerçekleştirileceğini belli bir noktaya getirdikten sonra bunu bütün sanayiye açacaklarını belirtmiştir. Özel sektörün marka oluşturmak amacı ile TÜBİTAK ile birlikte yatırım yapabileceğini eklemiştir.

Özel sektör alanında, ilk elektrikli seri araç üretimi Oyak Renault’un Bursa fabrikalarında gerçekleştirilmiştir. Renault 40 yılı aşkın bir süredir Türkiye’de üretim yapmaktadır. Renault şimdiye kadar 15 farklı model oluşturmuştur, bunlar genelde orta sınıf kompakt araçlardır. Diğer firmaların Türkiye’de elektrikli araç üzerine henüz ciddi atılımları bulunmamaktadır.

İstatistikler incelendiğinde 2012 yılının ilk on ayı içerisinde (Ocak-Eylül 2012 ayları) Türkiye’de toplamda 590 bin 651 araç satışı gerçekleşmiştir. Bunların yalnızca 92 âdeti elektrikli araçtır (85 kW’dan düşük).

3.1.4 İstanbul Büyükşehir Belediyesi’nin Yaklaşımı

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, elektrikli araçların kullanımının kent içinde arttırılması amacıyla Renault ile bir protokol imzalamıştır. Proje kapsamında, Türkiye’nin ilk otomobil şarj istasyonu İstanbul Büyükşehir Belediyesi otoparkına kurulmuştur. Proje kapsamında Belediyeler Bilgi İşlem Sanayi ve Ticaret A.Ş. (BELBİM) veri işleme merkezi ve ödeme sistemleri geliştirmekte, İstanbul Enerji A.Ş. şarj istasyonları sağlamakta ve İSPARK otoparklarında bu istasyonlar kurulmaktadır. BELBİM’in

geliştirmiş olduğu yazılım ile farklı GSM müşterilerinin, oluşturulan bu şarj istasyonu ağını rahatça kullanabileceği belirtilmiştir. (www.elektrikliaraba.gen.tr)

Aynı zamanda geliştirilen İstanbul Yoğunluk Haritası yazılımı ile web ortamında veya cep telefonu uygulamaları ile aktif kullanımdaki elektrikli şarj istasyonu haritası kullanıcılar tarafından incelenebilmektedir.

Mevcut elektrikli araç şarj istasyonları; İstanbul Belediyesi garajı, Cihangir katlı otopark, Bostancı otoparkı, Balmumcu katlı otopark, İstanbul Enerji A.Ş. garajı, Kadıköy İSKİ otoparkı, Merter yer altı otoparkı, Florya Sosyal Tesisler, İçerenköy Şarj İstasyonu, Kartal şarj istasyonu, Maçka Evlendirme Dairesi, Avcılar Sosyal Tesisler ve Çamlıca Sosyal Tesislerinde bulunmaktadır.

Her ne kadar bu şarj istasyonları aktif olsalar da İstanbul'da çok az sayıda elektrikli araç bulunduğu için henüz kullanılmamaktadırlar.

Oluşturulan bu konsorsiyumun bir sonraki hedefi şarj istasyonlarının İstanbul'da yoğun bir şekilde bulunan alışveriş merkezlerin otoparklarına kurulmasıdır. Ancak henüz bir ücretlendirme politikası gerçekleştirilmemiş olup fikren şarj ücretinin çok küçük bir meblağ ile park ücretine eklenmesi düşünülmektedir.

Antalya, Eskişehir ve Niğde gibi diğer şehirler İBB'den kurulum ve hizmet desteği talep etmektedirler. (Enerji Enstitüsü, 2012)

3.1.5 İstanbul'da Üniversitelerin Yaklaşımı

İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) bünyesinde değişik fakültelerden öğrencilerin bir araya gelerek gerçekleştirdikleri çeşitli projeler vardır. Bu projeler disiplinler arası mühendislik çalışmalarının güzel örneklerini teşkil etmektedir. Bu projelerin bazıları öğrenci kulüpleri tarafından organize edilmektedir. Geçmişte Türkiye'de ve dünyada önemli başarılar kazanmış öğrenci projeleri mevcuttur.

Otonom Araç Projesi ile kendi kendini seyir yapabilen elektrikli araç teknolojisi geliştirilmiştir. Bu proje kapsamında geliştirilen elektrikli araç Otonom modda iken istenilen güzergâhta kendi başına engellerden kaçarak ilerleyebilmektedir. Aynı zamanda Manuel modda normal araç olarak kullanılırken, yönetme kolu modundayken uzaktan kumanda ile kontrol edilebilmektedir.

İTÜ aynı zamanda Türkiye'nin ilk yüzde 100 elektrikli minibüsünü geliştirmiştir. Proje kapsamında geliştirilen minibüs 12 kişiliktir, 50 kW motora sahiptir ve 120 kilometrelik bir menzile sahiptir. (İstanbul Teknik Üniversitesi, 2011)

Türkiye’de müşterilerin en fazla önem verdikleri diğer bir konu ise satış sonrası servis desteği konusudur. Ancak hiçbir üniversitede şu an için direkt olarak elektrikli araç araştırma ve geliştirme programı yoktur. Özellikle teknik meslek yüksek okullarında ilgili bölümler açılmalıdır.

Türkiye Hükümeti genel olarak elektrikli aracın toplum için önemini kavramış durumdadır. Bu konuda yasal düzenlemeler yapılmıştır ve teşvikler sağlanmaktadır. Doğru yatırımcı arayışı sürmektedir ve gerekli kredi desteğinin sağlanacağı belirtilmiştir. Sanayi devrimi sonrası motorlu araçların üretimi konusunda çok geri kalmış olması sebebiyle aynı hatanın bir daha yapılmaması farkındalığı oluşmuştur. Özel sektör olarak konu hakkında yalnızca Renault’un somut adımları bulunmaktadır. Gerek hükümet ile gerekse yerel yönetimler (İBB de dâhil) ile konu ile ilgili projeler yapmaktadır. İcraat, potansiyelinin çok altında da olsa Renault Türkiye Elektrikli araç pazarında başrolü almak istemektedir ve şu an itibari ile lokomotif görevi görmektedir. Ancak genel olarak özel sektörün Türkiye’de elektrikli araç konusunda çekimser davranışları söz konusudur.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve iştiraklerinin gerçekleştirdikleri çalışmalar doğrultusunda ve diğer yatırımcıların gerçekleştirdiği çalışmalar sonucunda, İstanbul’da homojen bir şekilde dağıtılmış 20’ye yakın elektrikli araç şarj istasyonu kurulmuştur. İstanbul’da bulunan elektrikli araç sayısı çok az olduğu için bu şarj istasyonları şu an için yeterli durumdadır. İBB’nin buradaki politikası elektrikli araç sayısı artışı ile doğru orantılı bir şekilde şarj istasyonları sayısının artırılmasıdır.

Ülkemizde elektrikli araçların testlerinde karşılaşılan en büyük sorunların başında mevcut altyapı eksiklikleri gelmektedir. Mevcut altyapının yüksek gerilimi desteklemiyor olması hızlı şarj istasyonlarının kullanımına engel olmaktadır. Mevcut altyapı (kablolar v.b) ile aynı anda şarj edilebilecek araç sayısı maalesef çok düşük sayıda kalmak durumundadır. 2012 yılı içerisinde elektrikli araç satışları 100’ü bile aşmamıştır. Ancak, elektrikli araç sayısının Oslo veya diğer elektrikli araç yoğunluğu fazla olan kentlerdeki seviyelere ulaştığında sorunlar yaşanmaması için mevcut altyapımıza ciddi yatırımlar yapılmalı ve aynı anda binlerce aracın şarj edilebilmesine uygun hale getirilmelidir.

Elektrikli araç sahipliğinin bir ayrıcalık olduğu bilinci vatandaşa sağlandığı takdirde ise elektrikli araçlara yönelik talep artışı olasıdır.

(<http://www.bestdergisi.com.tr/arsiv/yazi/69-gunumuz-dunyasinda-elektrikli-ulasim-oslo-istanbul-karsilastirmasi>)

3.1.6 Better Place

2007 yılında Kaliforniya’da kurulan Better Place dünya çapında önde gelen elektrikli araç servis sağlayıcılarından biridir. ABD, İsrail, Danimarka, Avustralya, Kanada, Japonya ve Hawaii’de faaliyetleri olan kurumun yeni temel araştırma ve geliştirme tesisi İsrail’in Tel Aviv kentindedir. En fazla ilerleme kaydeden elektrikli araç projeleri İsrail ve Danimarka’dadır. Ocak 2008’de İsrail Better Place ve Renault – Nissan ortaklığıyla dünyanın tamamı elektrik altyapısına dayalı ulaşım şebekesine sahip ilk ülkesi olacağını duyurdu. Bu büyük çaplı proje kapsamında Better Place şarj edilebilir bir şebeke inşa edecek ve Renault-Nissan da elektrikli araçları temin edecektir. Coğrafi olarak küçük olması ve bütün belli başlı kentsel alanlar birbirinden 150 km’den daha az mesafede olması nedeniyle İsrail bu alanda ideal bir konumdadır. İsrail’de hava koşulları da elektrikli araçlar için uygundur. Avrupa’da olduğu gibi İsrail’de de halkı düşük emisyonlu araç almaya teşvik edecek ekonomi politikaları ile yüksek benzin vergisi bulunmaktadır. Ayrıca İsrail’de şarj amaçlı kullanıma uygun ve hızlı gelişen bir güneş enerjisi sektörü bulunmaktadır. İsrail 2020 yılına kadar petrole bağımlılığını sona erdirmekte kararlıdır.

Şekil 3.1: Beter place



Kaynak: (<http://green.autoblog.com/2010/08/11/better-place-finishes-successful-tokyo-taxi-battery-swap-trials/>)

Danimarka'daki proje ise İsrail'in de ilerisindedir. Danimarka'daki en büyük enerji şirketi Better Place ile ortaklık kurarak, binlerce şarj direği ve batarya değiştirme istasyonları ile elektrikli araçları destekleyen ve ülke geneline yayılan bir şebeke oluşturacaktır. İsrail'de olduğu gibi Danimarka'da da hükümet projeyi desteklemektedir. Bu sisteme erken giriş yapanlar 2012 yılına kadar vergi muafiyetine tabi tutulmakta ve Kopenhag merkezinde ücretsiz park hakkı kazanmaktadır. Better Place 2011 yılının ikinci yarısında Danimarka yollarında ilk elektrikli araçları kullanılır hale getirmeyi amaçlamaktadır. Better Place Danimarka'nın başındaki isim olan Jens Moberg 2020 yılında Danimarka'da benzinli araçlardan çok elektrikli araçlar satılıyor olacağına inanmaktadır. Danimarka'nın rüzgar gücü kapasitesi 3150 MW'dir. Ülkedeki toplam enerjinin yüzde 20'si rüzgardan üretilmektedir. Rüzgar enerjisi yenilenebilir niteliktedir ancak saklanamaz. Bu nedenle rüzgarsız günlerde alternatif kaynaklar gerekmektedir. Genelde bu alternatif, toplam enerjinin yüzde 50'sini sağlayan kömürle çalışan elektrik santralleridir. Rüzgarlı günlerde ise rüzgar santralleri gerekenden de fazla elektrik üretebilmektedir. Bu sayede Danimarka'nın fazla enerjiyi üretim maliyetlerinin altında fiyatlara ihraç etmesi gerekmektedir. Tahmini olarak 2001-2008 yılları arasında Danimarka'daki rüzgar enerjisinin yüzde 50'si ihraç edilmiştir ve

kümülatif kayıplar bir milyar Avro civarındadır. Bu nedenle Danimarka elektrikli araçlara fazla miktarda yatırım yapmaktadır. Gelecekte elektrikli araçlar rüzgar enerjisini saklamak için kullanılabilir ve yük varyasyonlarını dengeleyebilir. Bataryaların çoğu enerji tüketiminin düşük olduğu gece saatlerinde şarj edilebilir. Sonuç olarak elektrikli araçlar sunduğu kazan-kazan imkanıyla elektrik tedarikçilerinin kayıpsız bir şekilde elektrik satması ve toplumun egzoz emisyonu olmadan trafiğe çıkmasını sağlar.

(<http://www.betterplace.com>)

3.1.7 Elektromotive

Elektromotive Ltd 2003 yılında İngiltere’de kurulmuştur. Firma şarj teknolojisi tasarımı ve kurumu konusunda faaliyet gösteren bir kurumdur. Temel ürünleri olan Elektrobay (Resim 10), yol üstü ve çok katlı park alanları için tasarlanan bir şarj istasyonudur. 2006 yılında kullanıma sunulan ürün 2008 yılında İngiltere genelinde 250 noktada çalışmaktadır. 2013 yılı içinde bu sayı İngiltere genelinde önemli ölçüde artacaktır.

Şekil 3.2: Elektrobay



Kaynak: (<http://www.elektromotive.com>)

Elektromotive, Elektrobay ürününü Belçika, Lüksemburg, İsveç, Hollanda, Almanya, İrlanda, İzlanda ve Suudi Arabistan’a ihrac etmiştir. Şirket Avrupa, Asya ve

Ortadoğu'daki ticari faaliyetlerini sürekli artırmaktadır. Electromotive Yönetim Müdürü Calvey Taylor-Haw'a göre uyumlu ve sağlam bir altyapının şimdiden oluşturulması, elektrikli araçlar yollarda görülmeye başladığı için önem taşımaktadır.

(<http://www.elektromotive.com>)

3.2 TÜRKİYE'DE GELECEĞE GENEL BAKIŞ

Elektrikli araçlar ciddi anlamda yola çıktılar. Ancak bu endüstrinin hala aşması gereken engeller var. Öncelikle elektrikli araçların ve şarj istasyonlarının nedensellik ikilemi gelmektedir. Firmalar, elektrikli araçlar yaygınlaşmadan pahalı şarj istasyonlarına yatırım yapmaya niyetli değildir. Ancak bu defa da tüketiciler, şarj birimi bulunmadığı için elektrikli araç almakta tereddüt edecektir. İkinci sorun da elektrikli araçların fiyatıdır. Tüketicilerin çoğu tek şarjla 100 km kat eden bir arabaya 40,000 € vermek istemez. Bu nedenle hükümetin elektrikli araç alımını teşvik etmesi ve bu ikilemleri gidermesi gerekmektedir. Birçok ülkede elektrikli araç sahiplerine bu tür teşvikler sunmaktadır. Aşağıda bu tür teşvik örnekleri sıralanmıştır:

- a. İsveç'te çevre dostu bütün araçlar (120 g/km'den az CO2 emisyonu ve 5 mg/km partikül emisyonu olanlar) için 10,000 SEK (yaklaşık 1000 €) teşvik desteği verilmektedir. Bu araçlara birçok kentte park avantajı da sağlanmaktadır.
- b. İngiltere'de yeni alınan bir elektrikli araca yüzde 25 oranında teşvik primi (maksimum 5000 pound) ödenmektedir. Bu primler Ocak 2011'den itibaren başlar.
- c. Danimarka hükümeti 2012 yılına kadar elektrikli araçlardan vergi almayacaktır.
- d. ABD elektrikli araç geliştirme alanında 400 milyon dolar yatırım yapmaktadır. ABD hükümeti elektrikli araç sahiplerine 7500 \$ değerinde mali destek sunar.

İsveç'te Fortum Stockholm belediyesiyle işbirliği yapmaktadır. Stockholm gürültü ve CO2 emisyonunun hemen hemen tamamını 2030 yılına kadar bitirmeyi hedeflemektedir. Şu anda burada 14000 çevre dostu araba bulunmaktadır ve 2020 yılına kadar bu kentte 600 bin elektrikli araç olacaktır. Bu sayılarla 2020 yılında kentteki arabaların yüzde 15'i elektrikle çalışıyor olacaktır.

Türkiye’de elektrikli araç endüstrisinin gelişmesi ve ülkede yaygınlaşması için aşağıdaki yöntemler referans alınabilir :

a. Vasıflı işgücü varlığını sağlamak ve uzmanlık oluşturmak

Türkiye elektrikli araç endüstrisiyle ilgili uluslararası araştırma ve pilot projelerde aktif olarak yer almalıdır. Bu alandaki teknolojiler teknik okulların elektrik ve otomotiv alanındaki eğitim programlarına dahil edilmelidir. Elektrikli araba sistemleri, hibrit sistemler ve batarya teknolojilerinin Türkiye’deki üniversitelerde ders olarak verilmesi sağlanmalıdır.

b. Elektrikli araç endüstrisinde ticari imkanların geliştirilmesi

Bu alandaki firmaların liderliğinde yeni ticari imkanlar değerlendirilmekte ve çözümler oluşturulmaktadır. Elektrikli araç endüstrisinin yeni piyasa segmentlerine yönelik projelere özel teşvik sağlanmalıdır.

c. Pilot projeler ve denemeler

Halka açık alanlarda, nakliye noktasında ve özel sektörde elektrikli araç deneme sürüşleri önermektedir. Hükümet toplam mali tutarın yarısını karşılamalı ve 2013 yılı sonuna kadar ilk denemeler başlamalıdır. Hükümet geliştirme noktasındaki riskleri şirketlerle paylaşmalıdır. Hükümet aynı zamanda bir elektrikli konsept aracı geliştirilmesine ve bunu ihracatına yönelik teşvikler sunmalıdır.

d. Temin alanında teşvikler

Otomobil vergileri emisyon odaklı hale gelmelidir. Ayrıca elektrikli araç alımı öncelikle devlet sübvansiyonlarıyla gerçekleştirilmelidir. Şirket araçlarının vergi değerleri elektrikli araçların tercih edilmesini sağlayacak şekilde düzenlenmelidir. Bu şekilde firmalar çalışanları için elektrikli araçlar temin edecek, bunlar da halka bu konuda öncülük edecektir.

e. İşletme teşvikleri

Elektrikli arabalar trafik vergilerinden muaf olmalıdır. Şu anda elektrikli araçlar benzinli araçlarla aynı oranlarda vergiye tabidir, bu da elektrikli araçlar için olumsuz bir durumdur. Ulaşım ve park etme konusunda da çalışma grubu çeşitli önerilere sahiptir.

f. Bilgi noktasında rehberlik

Tüketicilerin seçimleri konusunda halka verilen bilginin önemi büyüktür. Bu nedenle tüketicilere elektrikli araçlarla ilgili görsel ve erişimi kolay nitelikte bilgi sunulmalıdır.

g. Şarj etme altyapısının geliştirilmesi

Elektrikli araçlar karayollarında görülmeye başladığında yeterli şarj altyapısı kurulmuş olmalıdır. Şirketler, belediyeler ve hükümet şarj altyapısının kurulması noktasında ortak hareket etmelidir.

h. Standartlaşma konusunu geliştirmek ve gözlemek

Uluslararası standartlar düzenleme aşamasındadır. Bu standartlaşma işlemlerinin aktif olarak gözlemlenerek Türkiye özelinde de eklemeler yapılmasını önermektedir.

PHEV'lerin sayısı da sürekli artmaktadır ve 2020 yılında satılacak toplam araçların yüzde 10'u prize takılan hibrit araç olacaktır.

Doğru yönlendirme ve trafik, iklim, enerji, teknoloji ve endüstri politikaları sektörlerinde birleşik eylemlerin başarıyla uygulanması gerekmektedir. Kamu sektöründen gelecek doğru adımlarla bu alanda talebin artırılması olasıdır. Yeterli talep oluştuğunda bu sanayi sektörünün gelişimi için temel oluşur ve nedensellik ikilemi ortadan kalkar.

(http://www.tem.fi/files/25826/TEM_9_2010.pdf)

3.2.1 İlk Benimseyenler

İlk benimseyenler, yeni ürünleri kullanımda erken ve hızlı davrananlardır. Türkiyede'de elektrikli araçları ilk benimseyenler kimler olacaktır? Piyasada birçok türde potansiyel alıcı bulunmaktadır. Bu teknoloji ve çevreye yönelik tutumlar ilk benimseme fikrini ileri taşıyacaktır. Bu sayede ilk benimseyenler, yeni teknoloji ve çevreye ilgi duyan sıradan insanlar olabilir. Bu kişiler en son teknolojiyi elde edebileceklerse veya daha ekolojik yaşayabileceklerse daha fazla ödemeye hazırdır.

Trendi yakalamak veya çağının bir adım önünde olmak isteyenler de ilk benimseyenlerden olabilir. Bu nedenle elektrikli araçların marka üretimi itinayla yapılmalıdır.

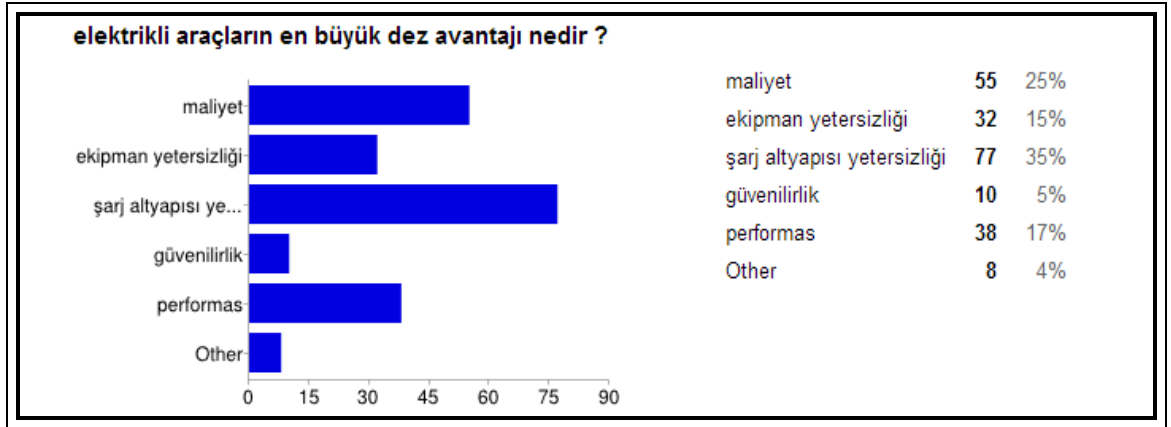
Birçok banliyö bölgesinde evlerde bir şarj noktası, elektrik prizi bulunmaktadır. Bu nedenle kent merkezi dışında yaşayan ve birden fazla araç sahibi olan iyi gelirli aileler de ilk elektrikli araç kullanıcıları olabilir. Bu aileler günlük kısa mesafe sürüşleri için elektrikli aracı, uzun yollar için de benzinli araçlarını kullanabilir. Şarj ünitesi eksikliği gibi de sorunları olmaz zira elektrikli araçlarını evde veya işte şarj edebilirler. Diğer bir uygun pazar segmenti de şirket aracı kullananlardır. Bu araçların vergilendirilmesinde yapılacak bir uyarlamayla elektrikli araç alımı sağlanabilir. Elektrikli araç kullanımı vergi yoluyla avantajlı hale getirilebilir. Çalışanlara sağlanan faydalar kapsamında işyerinde ücretsiz şarj imkanı sağlanırsa bu araçlar daha cazip hale gelebilir. Bu sayede firmalar çalışanlarını daha “çevre dostu” olmaya teşvik ederken ekolojik bir firma imajı da geliştirebilirler. Bu kullanıcıların tamamı, ilk kullanıcılar olacaklarından, önem taşımaktadırlar ve daha sonra gelecek kitle piyasasının yolunu açmaktadırlar. İlk benimseyenlerin görüş ve deneyimleri doğrultusunda başka insanlar da bu konuda görüş sahibi olacaklardır.

3.2.2 İstanbul’da Elektrikli Araç Kullanımına Yönelik Anket

Bu anketin temel amacı elektrikli arabaların kullanımına yönelik bireylerin tepkisini ölçmektir. İçeriğinde , konvansiyonel araçlar ile elektrikli araçlar kıyaslanmakta , EA ‘ların çevresel etkileri ile ilgili yönelim ve uşlaşımında sağladıkların gibi konuları kapsamaktadır.

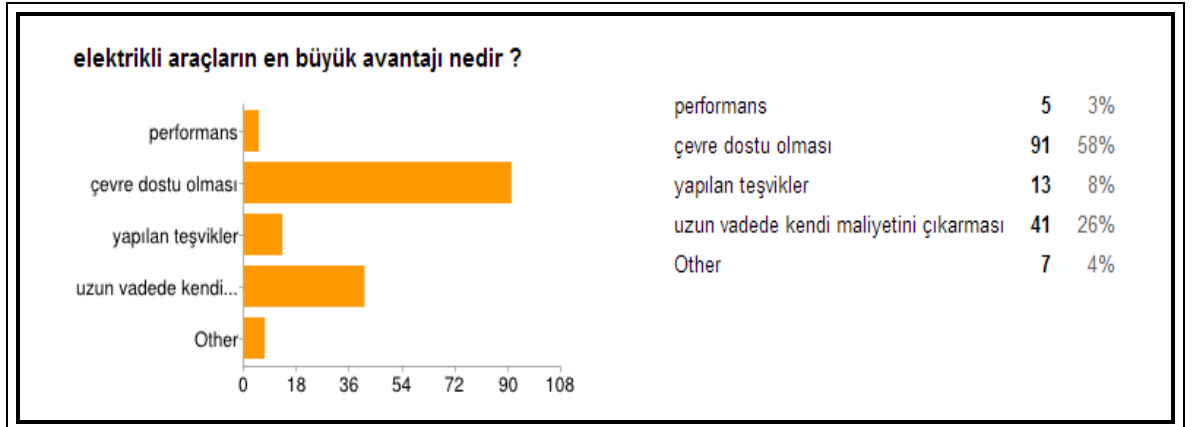
EA ‘ların en büyük dez avantajı katılımcıların yorumlarına göre şekil 3.3 ve şekil 3.4; altyapı yetersizliği ve araç sahip olma maliyetinin yüksek oluşudur.Olumlu tarafı ise verimlilik ve çevreye olan etkileri Bireylerin elektrikli arabaların önündeki engelleri açık bir şekilde farkettiği anlaşılmakta.

Şekil 3.3: Dezavantaj Sebepleri



Kaynak:(<https://docs.google.com/forms/d/1Lg58d97IZ2b0Fv8VH5KdZH2uCeyzExoaJQXpgSpQhCs/viewanalytics>)

Şekil 3.4: Avantaj Sebepleri



Kaynak:(<https://docs.google.com/forms/d/1Lg58d97IZ2b0Fv8VH5KdZH2uCeyzExoaJQXpgSpQhCs/viewanalytics>)

4. ŞARJ SİSTEMLERİ İÇİN TEMEL ÇÖZÜMLER

4.1 ŞARJ SİSTEMLERİNE GENEL BAKIŞ

Şarj sistemleri elektrikli araçların toplumumuzda yaygınlaşması noktasında önemli rol oynamaktadır. Türkiye’deki elektrik şebekesi elektrikli araçlara tam anlamıyla hazırlıklı değildir. Müstakil evlerin çoğunda dışarda bir priz kutusu bulunduğundan şarj noktası temin edilebilmektedir. Bu priz kutuları hiçbir değişiklik yapılmadan şarj için kullanılabilir. Yeni teknolojilere geçiş noktasında temel konu, bu geçiş eşiğini olabildiğince düşük tutmaktır. Elektrikli araç kullanımında şarj günlük bir faaliyettir. Bu nedenle fişe takma işlemi kolay ve hızlı olmalıdır. Elektrikli araçlara ilgiyi artırmak için şarj işlemleri benzinli bir araca yakıt koymak kadar basit olmalıdır. Şarj hızı da ayrı bir sorudur; ne kadar hızlı şarja ihtiyaç duyulmaktadır? Otomobiller bizler uyurken veya gündüz araç boştaiken şarj edilebilir. Acil şarj gerektiği durumlarda batarya değiştirme veya hızlı şarj etme istasyonlarına gidilebilir. Aşağıdaki bölümlerde konvansiyonel noktalarda şarj çözümleri değerlendirilmektedir. Ayrıca şarj kabloları ve birimleri de incelenmektedir.

4.2 ŞARJ MODLARI

Elektrikli araçların şarjı hızlı ve yavaş şarj olarak kabaca ikiye ayrılır. Bu iki grup da kendi içlerinde alt kategorilere ayrılabilir. Bu kategoriler hazırlık aşamasındaki standartlarla belirlenmektedir. Elektrikli araçların şarj edilmesiyle ilgili noktaları belirleyen standart IEC 61851-1’dir. Tablo 4.1’de bu standartların olası şarj düzeyleri yer almaktadır.

Bu standart listesinde Mod 1 yavaş, Mod 2 süratli, Mod 3 hızlı, Mod 4 ultra hızlı şarjı ifade eder.

Tablo 4.1: IEC 61851-1 standartına göre şarj düzeyleri

Mod	A max	Faz	V	AC – DC	P (kW)
1	16	1	230	AC	3.7
	16	3	400	AC	11
2	32	1	400	AC	13
	32	3	400	AC	22
3	32	1	690	AC	22
	70	1	690	AC	48
	32	3	690	AC	38
	63	3	690	AC	75
	250	1	690	AC	173
	250	3	690	AC	300
4	400	-	1000	DC	400

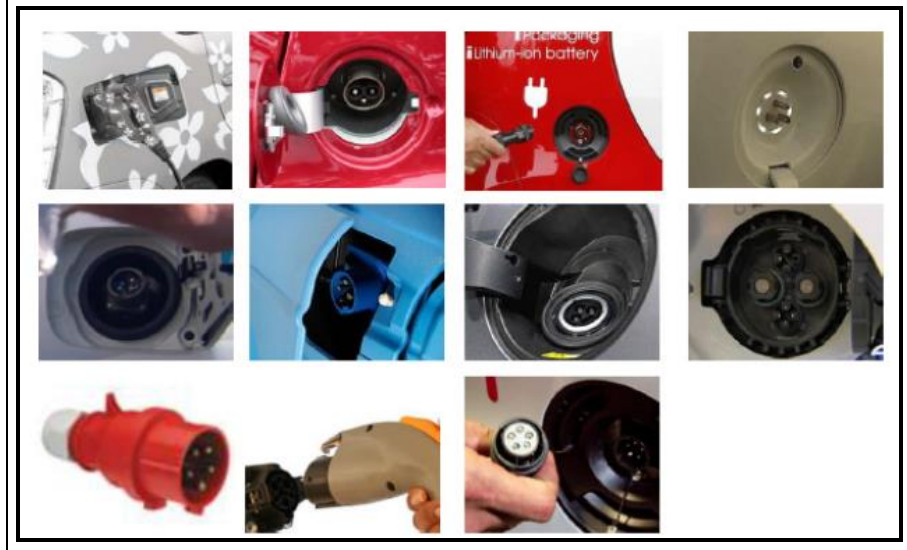
Kaynak : http://en.wikipedia.org/wiki/IEC_62196

4.3 ŞARJ KABLOLARI VE PRİZLERİ

Şarj kablo ve prizlerinin yapısı, bu malzemeler her gün kullanılacağından ve yüksek akım taşıyabilecek olması gerektiğinden önemlidir. Kablolar emniyetli, sağlam ve kullanımı kolay olmalıdır. Kablolar birkaç şekilde bağlanabilir. Şarj birimine doğrudan entegre edilebilir veya araca bağlanabilir. Bu seçeneklerin her birinin avantaj ve dezavantajları vardır. Kablo şarj birimine entegre edilirse değişken hava şartlarına ve etrafa zarar verenlere maruz hale gelir. Ayrıca otomobil üreticileri, standartların eksikliği nedeniyle aynı türde konektör kullanmak durumundadır. Şekil 4.1’de de görüldüğü üzere şu anda birçok konektör kullanımdadır. Kablolar otomobillere de entegre edilebilmektedir. Bu durumda sorun, şarj ünitesinin standartlaşmamış prizindedir. Hasar gördüğünde kabloyu değiştirmek pahalı ve zahmetli olacaktır. Bu sebeplerden ötürü bu seçeneklerin hiçbiri faydalı değildir. Üçüncü ve en iyi seçenek şimdilik bağlantısız kablo seçeneğidir. Kablonun her iki ucunu da bir yere takmak biraz daha zaman alıcı olacaktır ancak bu alternatifin birçok avantajı bulunmaktadır. Öncelikle kablo, şarj ünitesi veya elektrikli aracın konektör çözümlerine bakılmaksızın tasarlandığından standartlaşma sorunları ortadan kalkar. İkincisi, kullanıcılar bu kabloyu daha dikkatli kullanacaklardır. Standartlar geliştikçe yavaş şarj için en iyi seçenek arabayla entegre kablo olacaktır. Bu kablo değiştirilebilir ve bir elektrik süpürgesi kablosu gibi araç tamponunda saklanabilir. Bu sayede kullanıcı kabloyu aracın

içinde saklamak durumunda kalmaz ve her şarjda sadece bir defa fişe takma işlemi yapılır. Kablo yıllar içinde aşınacağından değiştirmesi de kolay olmalıdır.

Şekil 4.1: Şarj konnektörleri



Kaynak: (http://www.sesko.fi/attachments/sk69/ev_charging_ensto_sesko_15.6.2009.pdf)

4.4 ŞARJ ÜNİTELERİ

Yollarda ve halka açık diğer alanlarda bulunacak şarj ünitelerini tasarlarırken birçok nokta göz önünde bulundurulmalıdır. Bu üniteler zorlu hava şartları ve dışarıdan verilecek zararlara karşı dayanacak sağlamlıkta, kentsel peyzajı geliştirecek kadar iyi tasarlanmış ve kullanımı kolaylaştıracak düzeyde açıklayıcı olmalıdır. Ünitelerin malzeme ve özellikleri, bu üniteler aşırı pahalı olamayacağı için dikkatle seçilmelidir. Şarj üniteleri özel amaçlarla da tasarlanabilir. Ortalama park süresi ve gereksinimlerine bağlı olarak çeşitli voltaj düzeylerinde mod 1 veya mod 3 seviyesi olabilir. Ünitelere kwh sayaçları veya mobil telefon erişimi eklenebilir. Ensto bu özelliklere sahip şarj direkleri üretmiştir. (<http://www.ensto.com>) .GARO 'da çeşitli şarj istasyonları gibi elektrik mühendisliği ürünleri ithal etmekte ve pazarlamaktadır .(Şekil 4.2) Bu firmanın ön ısıtma ünitesi, iç modülünü değiştirerek bir şarj ünitesi haline kolaylıkla getirilebilir.

Şekil 4.2: GARO'nun şarj istasyonu



Kaynak: (<http://www.garo.se/en/ev-charger>)

Coulomb Technologies firmasının şarj istasyonu, ChargePoint bir RFID (Temazsız ödeme) kartıyla çalışır (Şekil 4.3). Kartı alıcıya okutarak sürücü tanımlanır ve istasyon şarj işlemi için açılır. ChargePoint otomatik SMS veya email bildiri özelliğiyle de şarjın bittiğini veya bitmediğini bildirir. Bu ürün ışıklı yol direği, tekli direk veya duvara monte olarak kurulabilmektedir.

Şekil 4.3 Coulomb technologies'in chargepoint ürünü



Kaynak: (<http://www.coulombtech.com>)

4.5 ŞARJ ALTYAPISINA ERİŞİM NOKTALARI

4.5.1 Evde Şarj

Evde yavaş Mod 1 ve Mod 3 şarjı yeterlidir. Zayıf sigortalar olması durumunda yenileme fazla pahalı olmaz ve yeterli şarj noktası elde etmek kolaydır. Bir önceki bölümde bu işlemlerin nasıl olacağı anlatılmıştır. Park alanında yeterince yer olması durumunda yeni şarj üniteleri, sigorta ve bir besleme kablosu monte edilerek şarj ünitesi kurulması kolaydır. Park noktaları rezerve durumdaysa durum karmaşık hale gelebilmektedir. Bu park yerlerinin sahiplerinden bazıları bu değişikliklere karşı çıkacaktır, bu da düzenlemeleri karmaşık hale getirir. Konut bakım masraflarına bu tür yatırım maliyetleri de eklenmelidir. Sonuçta bu tür yenileme çalışmaları konutların değerini artırmaktadır. Bu sayede park yeri yenileme çalışmaları apartmanlardaki uydu anten şebekesinin iyileştirilmesine benzetilebilir. Hizmeti herkes kullanmasa da herkes bundan faydalanır, en azından apartman dairelerinin değeri artar. On sene sonra elektrikli araç sayısı artacak, daha kapsamlı bir yenileme gerekecektir. Bu noktada konut kooperatiflerinin şebeke bağlantısı yetersiz kalacaktır. O zaman da toplam yükü kaldırması için kablo ve sigortaların tamamı takviye edilecektir. Bu çalışmalar kaçınılmaz ve pahalıdır ancak elektrikli araçların orada oturanlar arasında yaygınlaşmasını da sağlamaktadır.

Daha sonra, bu araçlar yaygınlaştıkça zeka özelliği aranır hale gelir. Yük dönüşümü de önemlidir zira konutlardaki elektrik yükünü ve şebekeyi dengede tutar. Dönüşüm, park alanındaki farklı bölümlerde şarj başlangıcını dönüştürerek düzenlenebilir. Bir elektrikli aracın şarj edilmesi 10 saati buluyorsa, bütün elektrikli araçlar gecede şarj edilebilir.

4.5.2 İşyerinde Şarj

Birçok işyerinde Mod 1 yeterli olacaktır. Ziyaretçiler ve acil durumlar için de boştan doluya şarj süresini azaltacak hızlı bir şarj noktası olabilir.

İlk aşamada kentsel bölgelerde yaşayan çalışanların ana şarj noktası işyerleri olabilir. Elektrikli araçları erken benimseyenler için hızlı şarj istasyonları ve halka açık şarj alanları hazır olmayacaktır. Kent merkezinde yaşayan çalışanlar bütün hizmetler

yakında olduğundan işe gidip gelirken araçlarını kullanmaktadır. Bu nedenle bu kişiler işyerinde elektrikli araçlarını şarj ederek tek bir şarjla işe gidip gelebilirler. Daha sonra, şarj istasyonları yaygınlaştıkça elektrikli araçlar diğer amaçlar için de kullanılabilir.

4.5.3 Yollarda Şarj

Şehir merkezlerindeki hanelerin yüzde 41'inin binek aracı bulunmaktadır. Buna kıyasla, merkez dışında bulunan hanelerin yüzde 60'ı araba sahibidir. Merkezde oturanların çoğu cadde üstü dışında park imkanına sahip değildir. Bu insanların bir elektrikli araç veya PHEV sahibi olması için caddelerde de şarj sistemleri bulunmalıdır. Bu teknolojiyi erken benimseyenler için yoğun bir genel şarj şebekesi öncelik sayılmamaktadır. Bu kullanıcılar alışkanlıklarını değiştirerek araçlarını daha uzak noktalara park etmeye hazırdır. Halk için elektrikli araç edinmeyi düşünmeden önce bu şarj ünitelerinin yerleştirilmiş olması gerekmektedir. Daha süratli şarj için de hızlı şarj istasyonlarına gidilebilir.

Son yıllarda Şehir Planlama Bölümleri sokakların temizliğini kolaylaştırmak amacıyla sokaklardaki bütün gereksiz engel teşkil eden unsurları kaldırmıştır. Bu nedenle alternatif şarj çözümleri değerlendirilmelidir. Batarya değiştirme istasyonları kentsel alanlarda şarj için çözüm olabilmektedir. Ancak kullanıcılara prizli şarj üniteleri de gerekmektedir. Batarya tasarımlarına ek olarak elektrikli araçlar ve değişim istasyonları da erken gelişim safhalarındadır. Kısa sürede kolayca uygulanabilecek çözümler önceliklidir. Direkli şarj üniteleri park yerlerinde şarj için uygundur. Şarj ediciler grup halinde yerleştirilebilir, bu da sokak temizliği noktasında fazladan sıkıntı vermez. Şehrin genelinde elektrikli araç kullanıcıları için küçük park / şarj alanları oluşturulabilir. Bu sayede elektrikli araç kullanıcıları sokaklara park etmek zorunda kalmaz ve elektrikli araç edinmede sıkıntı yaşamazlar. Bu noktadaki tek sıkıntı, bu kullanıcıların biraz daha yürümek durumunda kalmaları ve park alanlarının halihazırda sınırlı olmasıdır. Ancak şarj noktalarını merkezileştirerek maliyet tasarrufu ve benzer avantajlar oluşturulabilir. Öncelikle, şarj alanları orta voltajlı hatlara yakın olursa bağlantı kablosu gereksinimi az olur ve yeterince elektrik kullanılabilir. İkincisi şarj ünitesi sokak temizliğine engel olmaz.

Yol kenarı şarj işlemleri için diğer bir seçenek de yer altı otoparkları olabilir. İstanbul'da elektrikli araç sahiplerinin kullanabileceği birçok yeraltı otoparkı mevcuttur. Gece saatlerinde otoparklar genelde boştur. Burada amaç trafik akışını ve kurtarma çalışmalarını kolaylaştırmaktır. Yol kenarlarına daha az araç park edildiğinde kar temizleme çalışmaları daha da kolaylaşacaktır. Şirketin bu kampanyası pek başarılı olmamış, birçok araç gece boyunca yol kenarlarında kaldığından otoparklarda birçok yer geceleri boş kalmıştır. Elektrikli araçlar bu boş alanların bir kısmına geceleri konulabilir. Bu noktalar için aylık park ve şarj maliyetleri düşünülebilir. Elektrikli araçlar geceleri bu otoparklarda şarj edilir ve sokak/cadde temizliği engellenmez. Bu sayede elektrikli araçlar kapalı alanda şarj edilebilir ve otopark sahipleri kar eder; dolayısıyla bir kazan-kazan durumu oluşur.

Kent merkezinde yaşayan insanlar ilk safhada elektrikli araç sahibi olma fikrini desteklemeyebilir. Kent merkezinde şarj noktası eksikliği de insanların bu araçları edinmelerine engel olur. Bu kişiler için elektrikli araç kiralama da bir seçenek olabilir.

4.5.4 Park Et - Devam Et Alanlarında Şarj

Park et – devam et alanları, binek araçlarıyla toplu taşımayı birleştirmektedir. Park et – devam et alanlarına binek araçlar park edilerek Helsinki merkezine toplu taşıma ile gidilebilmektedir. Bu hizmet evden işe gidenlerce kullanılmaktadır ve binek araçlar iş günü boyunca park halinde kalır. Bu sayede park halinde geçen sürede yavaş şarj (mod 1) en uygun tercihtir. 2005 yılında Helsinki'de binek araçları için 7500 park et – devam et noktası bulunmaktaydı. 2020 yılına kadar bu alanlarda 5900 ek araç park noktası daha yer alacaktır. [42] Bu park yerlerinin dörtte biri 3.7 kW gücünde yavaş şarj edicilerle elektriğe bağlanırsa 10.7 MW'lık bir ek elektrik gereksinimi oluşur. İlk aşamada elektrikli araçları benimseyenler için her bir park et – devam et sahasına birkaç şarj edici gerekecektir.

([http://www.ytv.fi/NR/rdonlyres/61713EF0-1BA5-4A71-8397-](http://www.ytv.fi/NR/rdonlyres/61713EF0-1BA5-4A71-8397-8109475E7B54/0/Liitynt%C3%A4liikenne_kehitt%C3%A4misohjelma_netti.pdf)

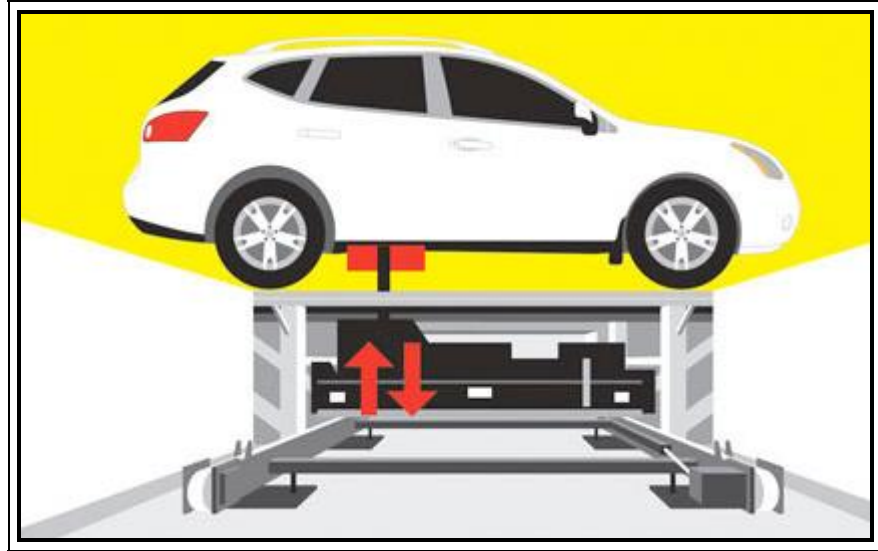
[8109475E7B54/0/Liitynt%C3%A4liikenne_kehitt%C3%A4misohjelma_netti.pdf](http://www.ytv.fi/NR/rdonlyres/61713EF0-1BA5-4A71-8397-8109475E7B54/0/Liitynt%C3%A4liikenne_kehitt%C3%A4misohjelma_netti.pdf))

4.5.5 Batarya Değiştirme İstasyonları

Elektrikli araçların her yerde kabul görmesini sağlamak için yavaş şarj paralel olarak hızlı şarj çözümleri de gerekmektedir. Bu noktadaki sorun, hızlı şarj için şebekeye büyük yatırımların yapılması gerekliliğidir. Batarya değiştirme teknolojisi ile bu sorunun üstesinden gelmek mümkündür. Ayrıca batarya değiştirme yoluyla batarya mülkiyeti, kullanım ömrü ve maliyeti gibi sorunlar ortadan kalkar. Tüketiciden batarya maliyetini satın alma maliyetine kaydırarak yanma motorlu ve elektrikli araçlar arası ilişkinin seyri değiştirilebilir: bu sayede elektrikli araçlar benzinli araçlardan daha uygun fiyatlı hale gelir. Batarya kiralamak, işletme maliyetini artırır ancak satış maliyetini azaltır. Tüketiciler satış maliyetiyle daha çok ilgilenmektedir çünkü bir otomobili sürmenin maliyetinden çok satın almanın ne kadar mal olacağını hesap etmektedirler. Yine de elektrikli araçlar batarya kiralama koşullarına rağmen daha makul fiyatlıdır çünkü bakım maliyetleri önemsiz düzeydedir.(Şekil 4.4)

(http://www.iec.ch/online_news/etech/arch_2010/etech_0310/special_1.htm)

Şekil 4.4 Batarya değiştirme istasyonu



Kaynak: (<http://www.popularmechanics.com/cars/alternative-fuel/electric/4336350>)

5. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN ŞEBEKELER ÜZERİNE ETKİLERİ

5.1 GENEL

Bu bölüm Elektrikli Araçların (EA) elektrik altyapısı üzerine etkilerine odaklanmaktadır. Bu kısımda İstanbul'un şehir merkezi ve kenar yerleşim birimleri referans alınmıştır. Şehir merkezinde hızlı şarj, kenar yerleşim birimlerinde ise yavaş şarj yöntemleri kullanılarak etkisi araştırıldı. İstanbul'da kenar yerleşim birimlerinde 30 KV voltaj seviyesi, şehir merkezlerinde ise 10KV voltaj seviyesi kullanılmaktadır. 30 KV olan kısımda dayanım 15 MW'tır, 10KV voltaj seviyesinde ise 5MW'tır.

Tüm araştırmada aşağıdaki varsayımlar dahil edilmiştir; eğer tüketicinin bir elektrikli aracı varsa ve günlük menzili 50 km ise ortalama elektrik tüketimi 0,25 kwh/km. Bu yüzden bir elektrikli araba her gün 12.5 kwh'te ihtiyaç duyar. Şarj verimliliği yüzde 80 ve şarj etme gücü 3,7 kw'tir. Bu değerlerle günlük şarj süresi 4 saat civarındadır. Kullanıcının günde bir kere şarj ettiği varsayılmıştır kesintisiz olarak.

Zor durumların en ilginç şebeke üzerindeki ölçümlerdir. Similasyon için ayrılan zaman periyodu 1 hafta alınmıştır. Böylece çalışma günleri ve haftasonu benzer olarak simüle edilmiştir. Araştırmada kullanılan data Bedaş kurumundan temin edilmiştir. Bu çalışmalardan elde edilen veriler sonuç olarak aktarıldı. Grafiklerde kullanılan güç değeri aktif güç olarak belirtilmiştir. Şarj gücü similasyonu eğrileri iyi ve kötü senaryolar düşünülerek oluşturuldu.

5.2 KENAR YERLEŞİM BİRİMLERİ

Bu kısımda çalışma ikiye ayrıldı: müstakil ev müşteri bağlantı noktası ve orta gerilim şebekesi olarak. İlk durum evlerin yük eğrileri farklı zaman dönemlerinde değerlendiriliyor. İkinci durumda ise bir trofa merkezindeki orta gerilim şebekesi seçildi ve artan yükleme çeşitli şarj yöntemleriyle incelendi.

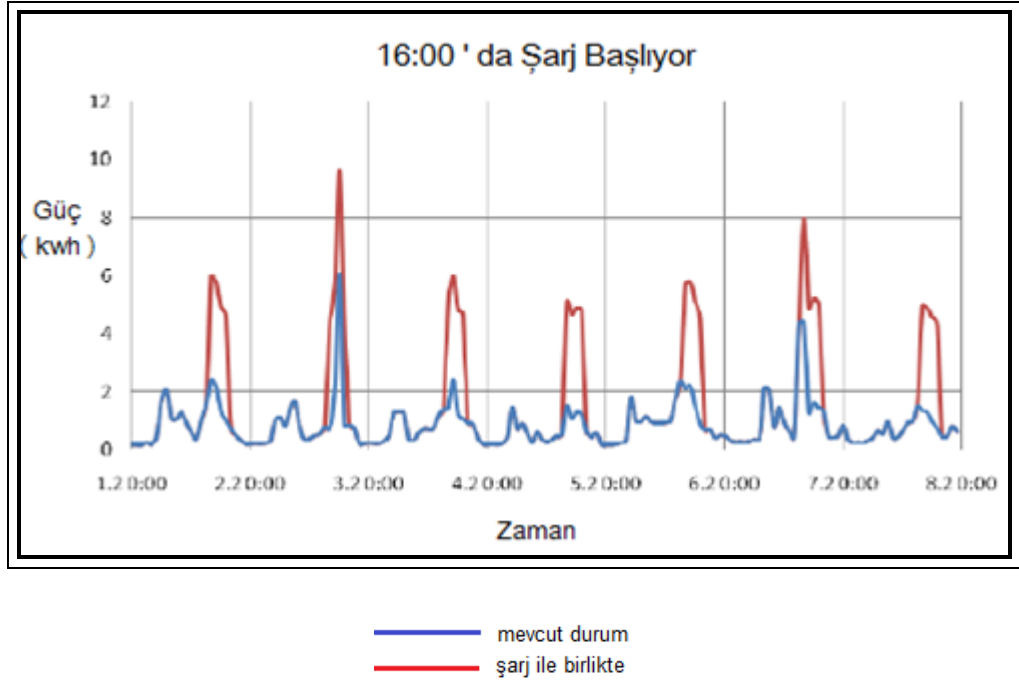
5.2.1 Müstakil Evler

Elektrikli araçların kullanımını erken benimsiyenler genelde müstakil evde yaşayanlardır. Sebebi ise uygun şarj olasılıkları. Böylece elektrik tüketimi şarj noktası eklenerek incelenmiştir. Bu çalışmada iki kısım incelendi ; ilk data İstanbul'da 2000 yılında yapılmış 150 m²'lik bir ev referans alınarak oluşturulmuştur. Elektrik tüketimi yıllık 6700 kwh'dir. Tüketimi oluşturan faktörler elektronik ekipmanlar ve ısıtma giderleridir. Diğer çalışmada 2005 yılında yapılmış , 280m² 'lik bir müstakil bir daire referans alınmıştır. Bu binanın yıllık elektrik tüketimi 39600kwh 'dır. Çalışmaların gerçekleştirildiği dönem aralık 2013'dür.

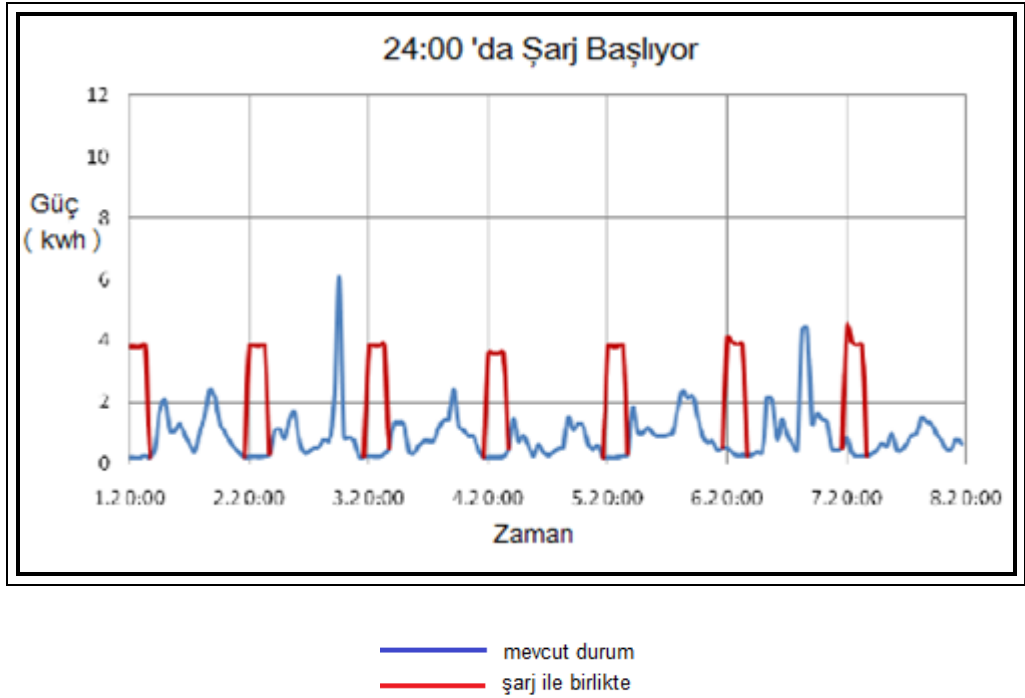
İlk ev için şekil 5.1 ve şekil 5.2 şarj ile birlikte artan elektrik tüketimini göstermekte. Tüm şekillerde kırmızı eğriler EA şarj işleminden dolayı oluşan ek tüketimi göstermekte. Mavi eğriler ise şarj etmeden elde edilen tüketim miktarıdır. Şekil 5.1'de şarj işlemleri öğleden sonra 16:00 gibi başlatıldı. Yani işten eve gelindiğinde. Şekil 5.2, EA şarj işlemi eğer gece yarısında başlar ise oluşan tüketimi göstermekte. Aslında şarj yüklemesi genellikle kısa periyotlarda gün içerisinde gerçekleştirilmekte. Bununla birlikte uygun olamayan durum sadece işten dönüşte şarj edildiğinde gerçekleşmiştir. EA şarj 16:00 'da başladığında toplam pik yüzde 60 'a kadar çıkabilmektedir.

Bazı günler üç katına çıktığı bile gözlenmiştir. Kontrolsüz olarak Şekil 5.1'deki durum gerçek ve pik yüklemeleri önemli oranda yükselmekte. Şekil 5.2 , gece yarısından sonra başlayan şarj işlemi günlük pik yüklemesi ilk duruma göre biraz daha düşük fakat 4kw civarında tüketim gerçekleştirilerek ortalama binen yük aynı kalmıştır.

Şekil 5.1: Küçük ev’de EA şarj sonucunda gündüz vaktinde tükettiği elektrik

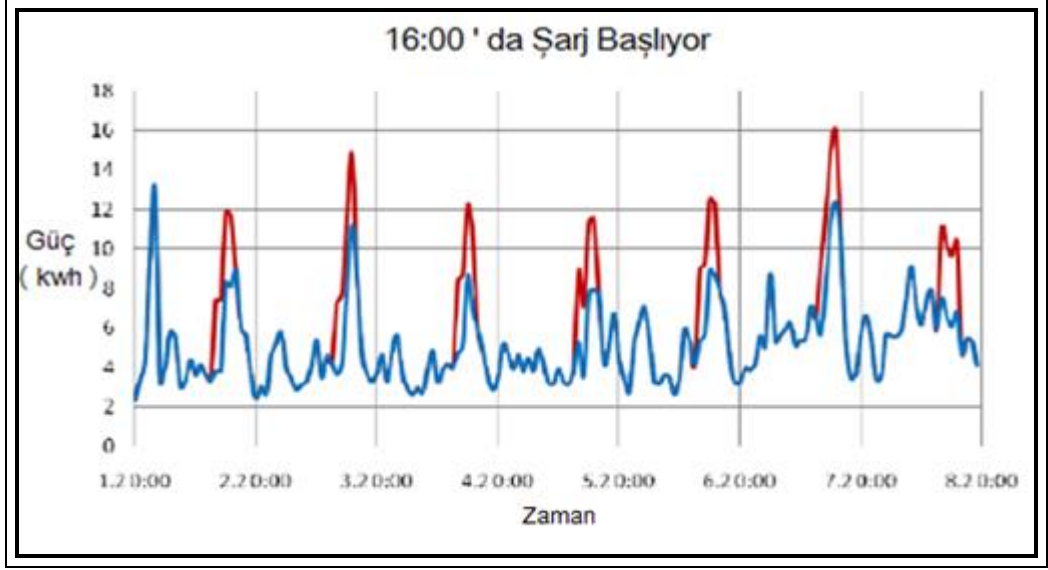


Şekil 5.2: Küçük ev’de EA şarj sonucunda gece vaktinde tükettiği elektrik



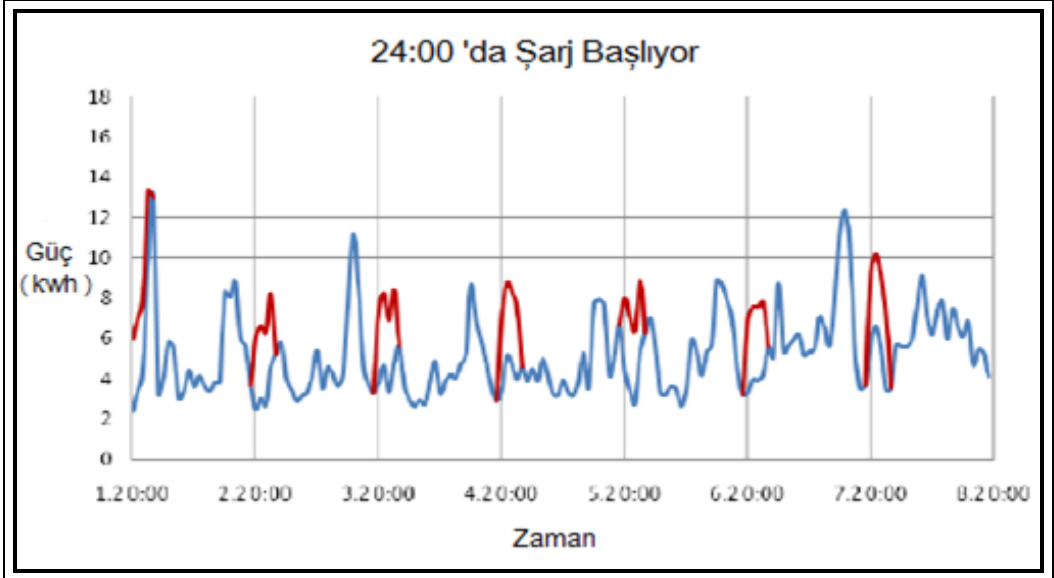
Diğer ev için yapılan araştırma detayları yukarıdaki şekillere benzer olarak şekil 5.3 ve şekil 5.4’de belirlenmiştir. Elde edilen sonuç ilk duruma benzer. Eğer şarj 16:00 ‘da başlar ise aşırı pik yüklenmesi yüzde 29’lara yükselmektedir. Gece yarısı tercih edildiğinde günlük yükte pek fazla değişmemekte ve tolere edilebilir seviyelerdedir.

Şekil 5.3: Büyük ev’de EA şarj sonucunda gündüz vaktinde tükettiği elektrik



— mevcut durum
— şarj ile birlikte

Şekil 5.4 :Büyük ev’de EA şarj sonucunda gece vaktinde tükettiği elektrik



— mevcut durum
— şarj ile birlikte

Bu grafikler ve veriler İstanbuldaki 2 adet müstakil daire referans alınarak elde edilmiştir. Bütün sonuçlarıyla birlikte ortaya çıkan , şarj zamanlamasının günlük tüketime ekisi hissedilir derecededir. Bölgede bulunan düzünelerce benzer şekilde evin toplam etkisi çok daha etkili olacaktır.

Tüketiciler 100 km'lik bir EA kullanımının maliyetinin ne kadar ve elektrik kullanım miktarlarını ne ölçüde artacağını merak etmekte. Elektrik faturasındaki artış tamamiyle alınan mesafe ile doğru orantılıdır. Konvansiyonel araçlarda ortalama alınan mesafe uzun dönem yapılan istatistiklerle görülebilir. Bununla birlikte EA için merkezi bir şarj altyapısı olmadığından ve EA azlığından dolayı ortalama alınan mesafeyi hesaplamak biraz daha zordur. Böylece aşağıdaki tablo ile farklı alınan mesafelerde tüketilen elektrik miktarı hesaplanarak çalışmaya ışık tutabilmesi sağlanabilmiş oldu .

- a.EA elektrik tüketimi 0,25 kwh /km
- b.Şarj verimliliği % 80
- c.30 gün / ayda
- d.Elektrik birim fiyatı 21 kuruş / kwh

Tablo 5.1 : Bir hanenin aylık elektrik tüketimindeki artışın maliyeti

Mesafe/gün (km)	Elektrik tüketimi / ay (kwh)	Elektrik maliyet artış (₺)
10	94	19.74
20	188	39.48
30	281	59
50	469	98.49
100	938	196.98

Özetlersek 100 km 'lik günlük alınan mesafe 188,4 liralık ek yük getirmekte. Böylece EA kullanımı oldukça ucuz bir yöntem çıkarımına varabiliriz. Mevcut elektrik fiyatlarıyla konvansiyonel araçlar bu mesafeyi kat edebilse idi 100 km için aylık karşımıza çıkacak maliyet 945 lira olacaktı. Bu da 5 katı olarak bütçemize yansıyacaktır.

5.2.2 Orta gerilim şebekesi

Trofaların ve kabloların kapasiteleri belirlenirken EA şarj ünitelerinde göz önünde bulundurulmalıdır. Yapılan çalışmada ,orta gerilim şebekesi şarj üniteleri eklenerek incelenmiştir. Eğer sürekli aşırı yüklenilirse kullanma ömründe azalma ve hasar alma ihtimali ile karşı karşıya kalınabilir.Bu yüzden şebekenin belirlenen limitin altında kalmasına gerek vardır. İstanbul’da güç sınırı 30 KV kablo dayanımı ise 15 MW seviyesindedir.

Çalışma Kasım 2013 tarihinde gerçekleştirildi. Bu ayda ortalama sıcaklık 10 °C idi.Bir haftalık sıcaklık değerleri ortalamaya çok yakın Tablo 5.2’de görüldüğü üzere. Bölgede şebeke bahçeli evlere , apartmanlara , yerel hizmetler ve özel hizmetler gibi kalemleri beslemektedir. Şebeke analizinde 686 müşteri noktasının yarısının şarj noktası olduğu kabul edilmiştir.

Tablo 5.2: Haftalık ortalama sıcaklık 1/2013

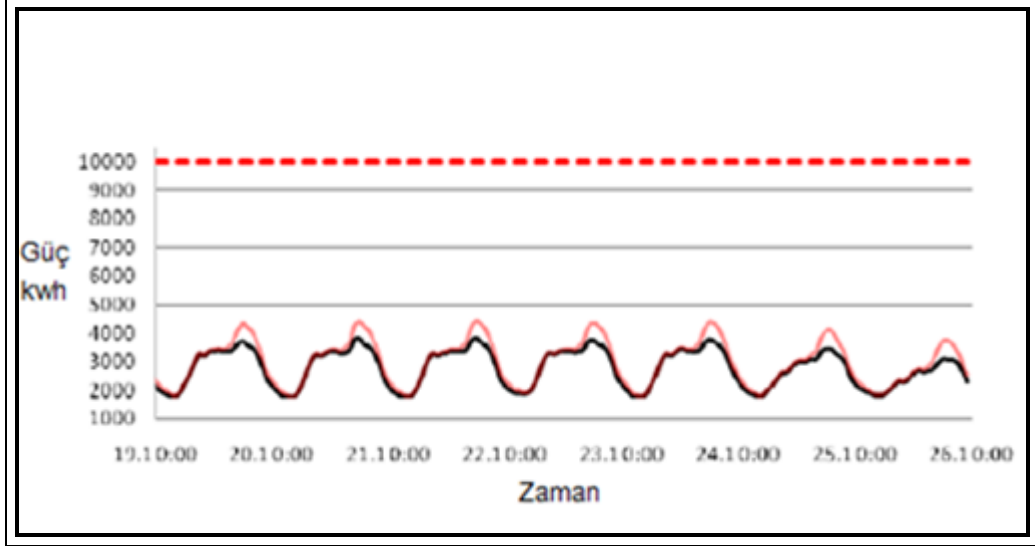
Tarih	Sıcaklık °C
19.1.09	10
20.1.09	9
21.1.09	8
22.1.09	8
23.1.09	7
24.1.09	9
25.1.09	8

Kaynak: (<http://www.mgm.gov.tr/>)

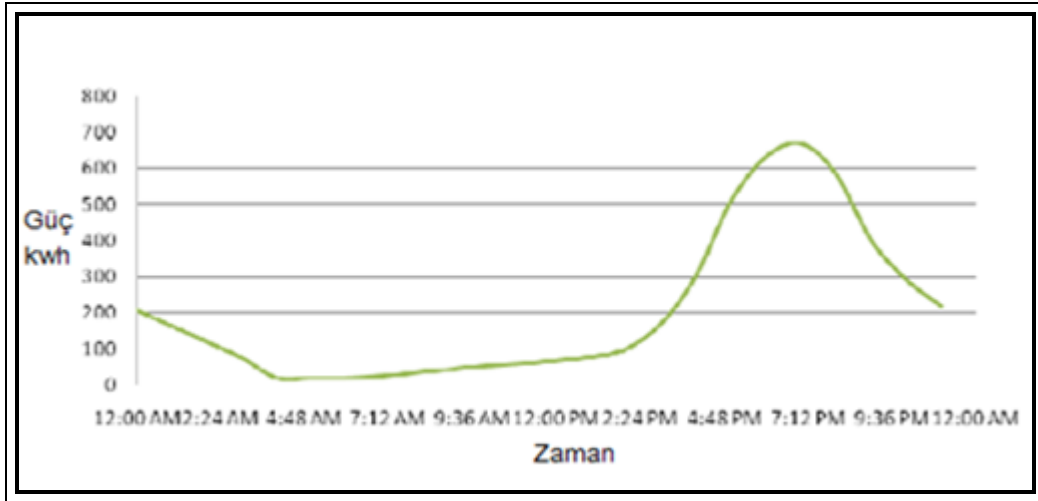
Şekil 5.5 kontrolsüz şarjının orta gerilim şebekesine etkisini göstermekte.Kırmızı kesikli çizgi maksimum kapasiteyi göstermekte.İnsanlar işlerinden geldiğinde ve EA şarj ettiklerinde pik yükünün yükselmesi yüzde 16.6 kadar armakata. Benzer çalışma yaz vakti yüzde 15 civarındadır ve kış dönemine göre çok fazla farklılık göstermemektedir. Şarj yük eğrisi şekil 5.6’daki en kötü seneryo düşünülerek oluşturuldu. Şarj edenlerin çoğu öğleden sonra 15:00 ve 18:00 ‘lık zaman dilimini tercih etmekte. Bazı şarjlar gecede olabilmekte ama genelde işten geliş tercih edilmekte. Örnekte güçlendirmeye gerek kalmadı çünkü 15 MW kritik sınırı orta gerilim şebekesi için uygun seviyededir.

Besleme sayısındaki artış tabiki sınıra yaklaşma ihtimalide artacaktır. Her nasılsa yapılan çalışma herhangi bir probleme sebep olmamıştır .

Şekil 5.5: Kenar yerleşim alanlarında akllı şarj olmadan yapılan şarj



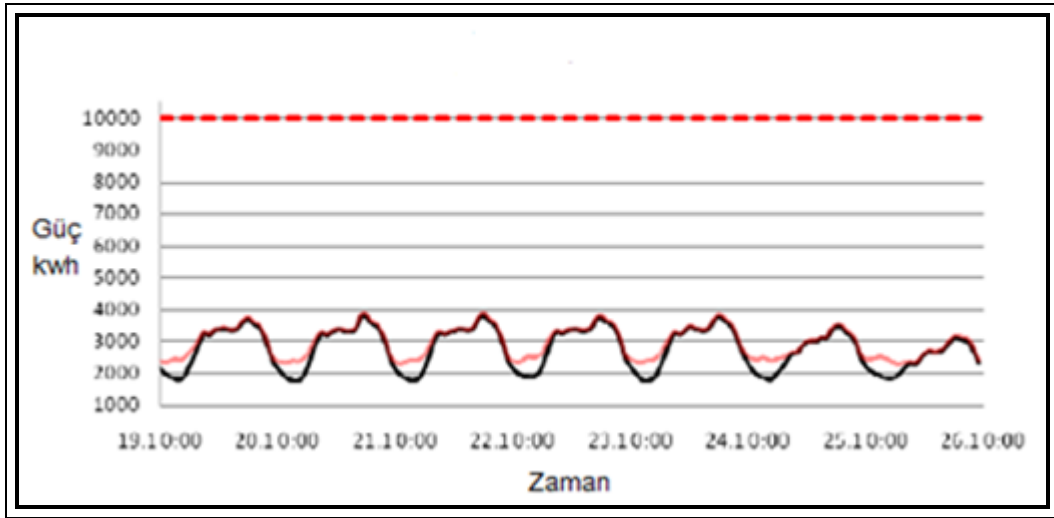
Şekil 5.6: Akllı şarj yöntemi kullanılmadan oluşan günlük yük eğrisi



Büyük miktarda düzensiz zaman dilimlerinde şarj günlük pik yüklemelerini artırmakta. Kontrollü bir büyüme orta gerilim şebekesi üzerinde ciddi problemlere yol açmayacaktır. Şekil 5.7 EA araç şarjının aynı şebekeye etkisi gösterilmekte. Kullanıcılar genellikle gündüz şarj etmeleri gerekmekte fakat ertelenen şarj işlemi kullanıldığı

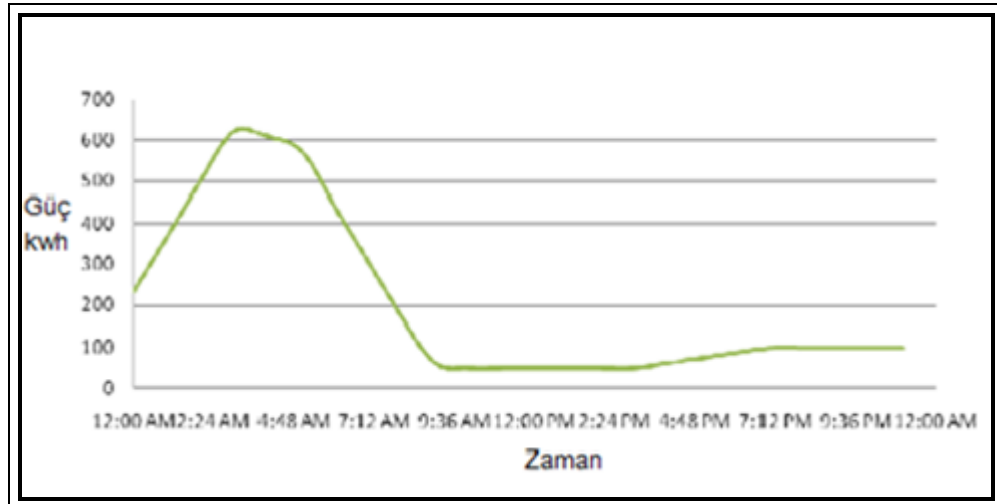
zaman şebeke üzerindeki yükün daha az olduğu dönemlerde şarj edilebilir. Böylece şekil 5.7'de en iyi seneryo oluşmaktadır. Şekil 5.6'da hızlı şarj yardımıyla pik yüklemeye artış sadece yüzde 2.2 olmuştur. Elektrik şirketleri bu değişimi karşılayabilecek seviyededir öngörülere göre. Bu değerler daha kontrollü bir tüketim için yenilenebilir enerji kaynaklarıyla deteklenebilir ve böylece orta gerilim şebekesinde sağlayacağı yük indirgenebilir ve alt yapı maliyetleride aşağıya çekilmiş olur. Akıllı şarj yöntemi EA için şebekeye getirdiği yük bakımından daha etkin bir yöntemdir.

Şekil 5.7: Kenar Yerleşim Alanlarında Akıllı Şarj



--- trafo sınırı
 — mevcut durum
 — şarj ile birlikte

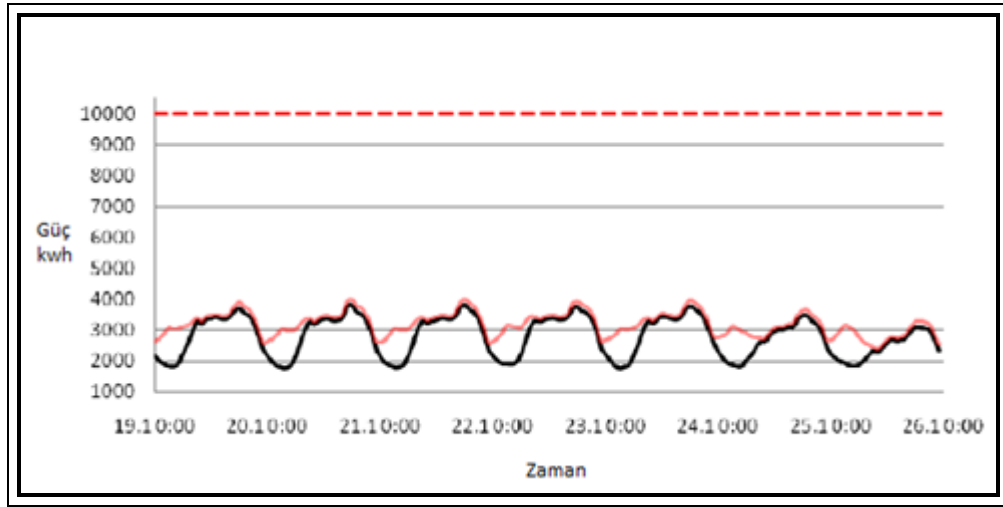
Şekil 5.8: Akıllı şarj ile oluşan yük eğrisi



Akıllı şarj yöntemi imkanları ile pik yüklemelerini elemine etmektedir. Eğer 686 müşterinin hepsi günlük kullanımı tercih etse pik yüklemeleri sadece yüzde 4,5 artmakta şekil 5.9 'da görüldüğü üzere.

Aynı zamanda talebin düşük olduğu zamanda şarj işlemi başladığı için daha düşük maliyet yansıtmakta kullanıcı tarafına.

Şekil 5.9: Kenar yerleşim alanlarında akıllı şarj olmadan



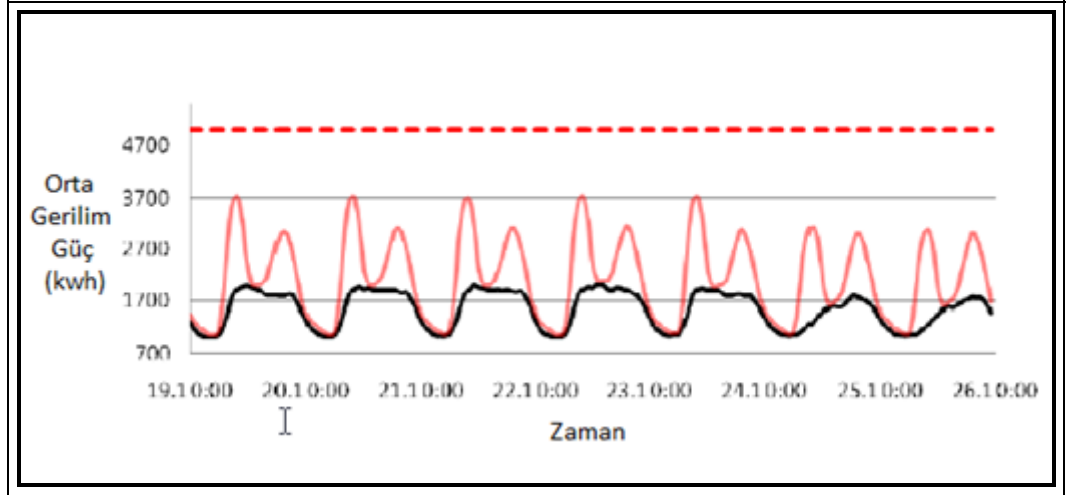
--- trafo sınırı
— mevcut durum
— şarj ile birlikte

5.3 ŞEHİR MERKEZİ

Bu bölümde diğer örnekte olduğu gibi kış dönemi referans alınmıştır. Bu bölgede 1975 müşterinin olduğu farzedildi. Kamu alanları ve işyerleri analiz sırasında ön planda tutulmuştur. Şehir merkezinde trafoların maksimum sınırı 10 KV 'dır. Bu bakımdan şekil 5.9'da şebekeye getirdiği yük görülebilmekte. Kırmızı kesikli çizgi maksimum dayanımı göstermektedir. Şekil 5.10'da ise şarj yük eğrisi iki kısımdan oluşmaktadır. İlk pik yüklemesi iş yerine vardıklarında ve ikincisi ise eve döndüklerinde veya mesaiye gelinen kısmı resmetmekte. Bazı kullanıcılar gece şarj etmeyi tercih edebilirler. Bu kesim genelde çalışanlar ve ziyaretçilerdir. Her nasılsa bu örnekte altyapı yatırımlarına gerek kalmamakta 10KV sınırı zorlanmadığı için ve kablolar üzerindeki yük tolere edilebilir seviyelerdedir. Yüksek seviyede EA kullanımı şebekede ciddi miktarda kapasite problemine sebep olabilir. Şarj zamanı yükü yaymak için gece vaktine

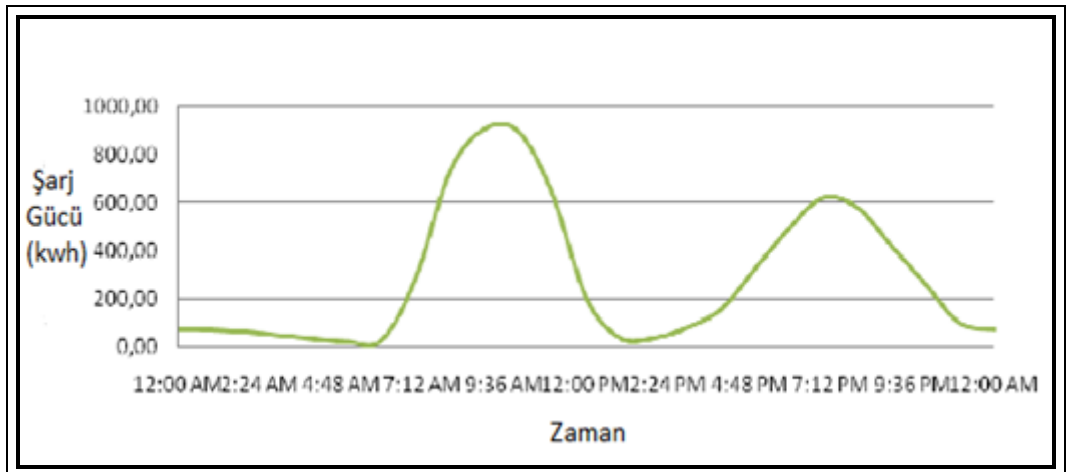
esnetilebilir. Bu çok ağır yük tepkilerini ortadan kaldırabilir. Eğer insanlar çalışırken şarj etmeyi tercih ederlerse bu ciddi bir yük bindireceğini göz önünde bulundurulmalıdır. Konutlarda gece şarj imkanı mevcut fakat çalışanlar ve ziyaretçiler için durum tam tersi gün içinde şarj etmeleri gerekmekte.

Şekil 5.9: Şehir merkezinde akıllı şarj olmadan yapılan şarj



- trafo sınırı
- mevcut durum
- şarj ile birlikte

Şekil 5.10: Akıllı şarj ile oluşan yük eğrisi



6. ŞARJ ALTYAPISININ PARCASI OLARAK ÖDEME YÖNTEMLERİ

6.1 GENEL

Bu bölümde son kullanıcılara göre ödeme yöntemleri değerlendirilmektedir. Büyük çaplı başarı için mali uygunluk ve kullanım kolaylığı kilit noktalardır. Bu nedenle şarj ve faturalandırma yöntemleri kolay, uygun fiyatlı ve kullanıcı emniyetine sahip olmalı, ayrıca maliyet etkinliğide sağlamalıdır. Şirketler istikrarsız piyasa koşullarında pahalı ve karmaşık sistemler satın almaya yanaşmaz ancak elektrikli araçlar yaygınlaştıkça yeni teknolojilere yatırım isteği artacaktır. Alışveriş merkezleri ve otoparklar da müşterilerin ücretsiz şarjdan faydalanması sağlanabilir. Benzer şekilde işyerlerinde çalışanların maliyetsiz şarj ile teşvik edilmeside imkan dahilindedir. .

Yeniliklerden korkmak, yeni geliştirilen teknolojilerde görülen bir olgudur. Son kullanıcılar, özellikle pahalı, karmaşık ve öğrenme gerektiren yeni sistemlere şüpheyle yaklaşır. Bu nedenle şarj üniteleri ve faturalandırma yöntemleri tüketicileri düşünerek tasarlanmalıdır. Bütün şarj düzeylerinde genel şarj birimleri ve batarya değiştirme istasyonları benzer kullanıcı arayüzlerine ve faturalandırma sistemlerine sahip olmalı ve kullanıcılar arasında kafa karışıklığını engellemelidir. Aşağıdaki bölümlerde olası ödeme yöntemleri değerlendirilmektedir.

6.2 YÖNTEMLER

Elektrikli araç şarjı için ödeme yöntemleri kullanıcı dostu, yani hızlı, basit ve ucuz olmalıdır. Müşterilerin ödemelerini kesin olarak yapmalarını sağlamak ve ödeme yaygınlaşması sağlanmalıdır. Ancak farklı noktalarda farklı ödeme şartları bulunmaktadır. Herkese açık alanlarda ödeme yöntemleri benzer olmak durumundadır.

6.2.1 Kredi Kartı

Kredi kartı dünya genelinde alışverişlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Elektrikli araç şarjı için bu kartlar da çeşitli avantajlar sunabilir. Öncelikle kullanıcı tanımlama işlemi kartla yapılır. İkincisi benzin istasyonlarında zaten mevcut ödeme sistemleri bulunduğundan ödemeler de zorluk çıkmaz. Son olarak, faturalandırma sistemi hazırdır. Bunların yanında, kredi kartlarının dezavantajları da vardır. Bu kartlar veri bağlantısı ve PIN kodu onayı gerektirmektedir. Bu nedenle ödeme süresi bazen uzar. Günde iki defa şarj gerçekleştirilirse prize takmak için dakikalar harcanması arzu edilmez. Kredi kartı olmayan kişiler elektrikli araçlarını şarj etmek istediklerinde de başka sorunlar yaşanmaktadır. Bu kartları kullanmak istemeyenler olduğundan, başka ödeme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Kart dolandırıcıları ve kötü amaçlı kullanıcılar bu kart sahiplerine sıkıntı verebilir. Benzin istasyonlarında izinsiz kart kopyalandığına dair örnekler bulunmaktadır.Şu an işlem ücreti alma hakkı bulunan kurumlar bu ücretleri doğrudan müşteriden almaktadır. Bu sebeplerle, kartlı ödeme şarj bedeli için uygun bir seçenek olmayabilir.

6.2.2 Cep Telefonu

Cep telefonuyla da ödeme yapıldığından bu alanda da kullanımı yaygınlaşabilir. Şu anda park ücreti veya ulaşım biletleri cepten alınabilmektedir. Gelecekte cep telefonuyla birçok hizmet alınabilecek ve cepten ödenebilecektir. Bir ödeme kanalı olarak cep telefonları şu faydaları sağlar:

- a. kolay ve güvenli ödeme.
- b. kullanıcı tanımlama basittir.
- c. neredeyse herkesin bir cep telefonu vardır.

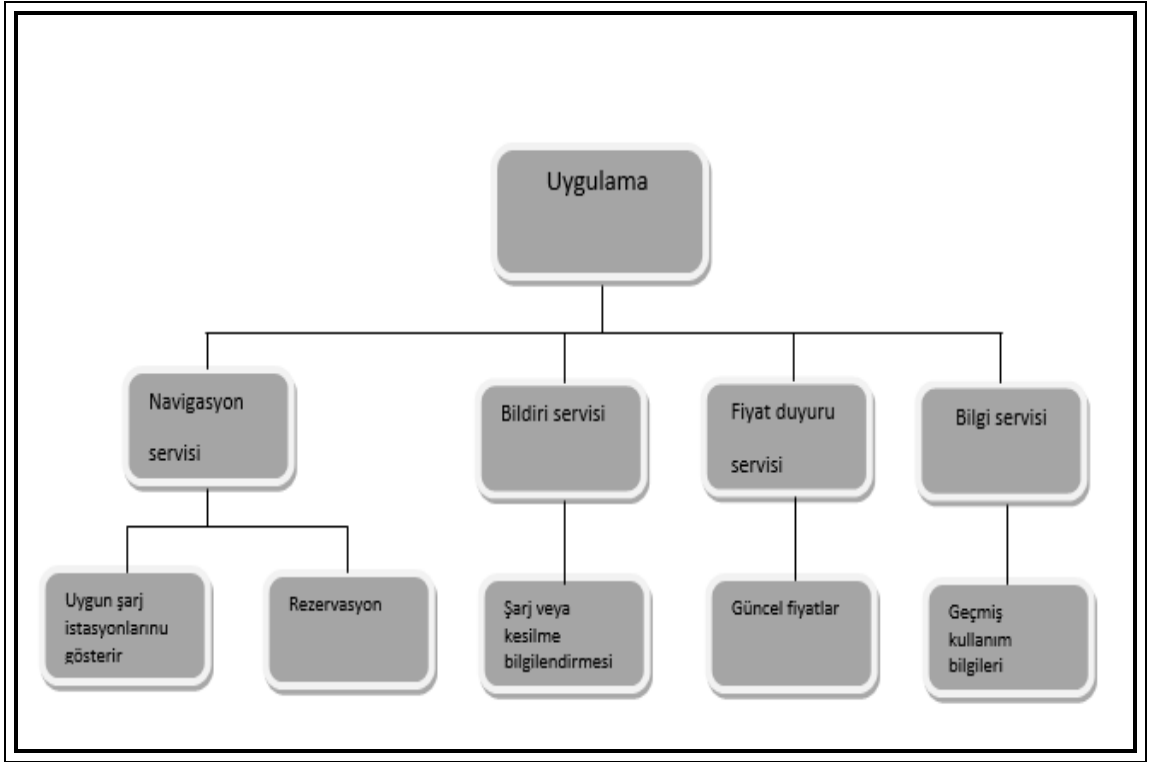
Daha önce belirtilen sebeplerden ötürü cep telefonları bilet alma ve belli hizmetler elde etmede pratik amaçlarla kullanılabilir. Elektrikli araç şarjında da çeşitli kolaylıklar sağlayabilmektedir. Kullanıcılar ayrıca kendi elektrik tedarikçilerini seçerek ev ve cep telefonu faturalarını bütünleştirebilir. Hanesine elektrik tedariki için sözleşmesi bulunmayan kullanıcılar da istedikleri elektrik tedarikçisiyle sözleşme imzalayabilir . Ancak elektrikli araç kullanıcılarının gözüyle bakıldığında bir ödeme noktası olarak cep telefonları şu eksikliklere sahiptir:

- a. cep bataryası boşsa, cep telefonu şarj aleti olmadan ödeme yapılamaz
- b. üniteyi aramak veya sms göndermek zaman alır
- c. kontörlü aboneliklerde şarj imkansızdır. Bu kullanıcıların başka seçeneklerle ödeme yapması gerekir.

Başlangıçta cep telefonu ödeme için işlevsel olabilir. Bu teknolojiyi erken benimseyenler yeni sisteme geçmeye gönüllüdür ve cep telefonuyla ödeme için büyük yatırımlar gerekmez. Arama veya SMS yoluyla şarj işlemi zaman alır. Ancak cep telefonları kullanıcıya ek hizmetler de sunabilir.

Gerekli bütün hizmetleri sunan bir cep telefonu uygulaması en işlevsel sistem olur. İnternet tabanlı bu tür bir uygulama ile cep telefonu, dizüstü bilgisayar veya araç navigasyon cihazlarında kullanılabilir.

Şekil 6.1: Uygulamanın olası özellikleri



Bugün bir navigasyon servisi yön bulmada kullanılmaktadır ve aynı zamanda mevcut şarj istasyonları ve mesafelerini de göstermekte kullanılabilir. Bu uygulama ile belli bir

şarj istasyonunda rezervasyon yapılabilir. Rezervasyonun ardından o şarj ünitesi o kullanıcı için rezerve edilir ve şarj işlemi sonraki yaklaşık 15 dakika içinde gerçekleştirilir, aksi takdirde kullanıcıya ceza kesilir . Bu ceza gereksiz rezervasyonları engellemek amacıyla uygulanır. Akıllı şarj noktasında daha dinamik tarifeler bulunabileceğinden kullanıcı mevcut fiyatları ve fiyat tahminlerini kontrol edebileceği bir fiyat duyuru hizmetinden de faydalanabilir. Sürekli olarak fiyat kontrolü yapmak sıkıntı vereceğinden bu hizmet kullanıcıya şarj için en uygun zamanları haber verebilir. Bazı ek servislerin yanı sıra bir cep telefonu ikinci bir ödeme aracı olarak da kullanılabilir. Temel ödeme yöntemlerinden biride aşağıdaki bölümde değerlendirilen temassız ödemede olabilir.

6.2.3 Temassız Ödeme (RFID)

Temassız ödeme (RFID) teknolojisi on yıllardır kullanılmaktadır. Bu teknoloji, 1935 yılında radarın icadıyla bağlantılıdır. İlk RFID patenti 1973 yılında RFID aktif elektronik etikete verilmiştir. Zamanla gelişen teknoloji sonucunda bugün RFID yaygın olarak kullanılmaktadır, aynı zamanda standartlaştırılmış ve daha da geliştirilmiştir. (Şekil 6.2)

6.2 Temassız ödeme



Kaynak: (<http://www.thegreencarwebsite.co.uk>)

RFID etiketleri parça başına olduğundan ucuzdur. Aktif, pasif ve batarya destekli pasif olmak üzere üç tip RFID etiketi bulunmaktadır. Elektrikli araçların şarjında kullanılacak

RFID etiketi pasif olmalıdır. Pasif etiketler harici güç kaynağı gerektirmez ve okuma aralığı yeterince düşüktür (0-10 cm). Okuma aralığının kötüye kullanımı engellemek ve işlevselliği artırmak için düşük tutulmalıdır. Şu anda 13.56 MHz yüksek frekansı anahtar kartları, seyahat kartları ve diğer akıllı kartlar gibi düşük aralıklı uygulamalarda oldukça yaygındır. Elektrikli şarj için RFID etiketleri kart veya küçük anahtarlık şeklinde olabilir. İnsanlar halihazırda birçok kart kullanıyor olduğundan anahtarlık şeklinde olanlar daha uygundur ve kompakt bir etiket diğer anahtarlarla birlikte kullanılabilir. Ayrıca kullanıcı bunu cüzdanından çıkarmak zorunda kalmaz ve şarj süresi gereksiz yere uzamaz.. Kullanıcılar cepten ödeme gibi elektrik tedarikçilerini seçebilir, şarj faturalarını elektrik faturalarıyla birleştirebilirler.

Ancak bu tür ek servislerle ilgilenmeyenler de olacaktır. Bu kişiler çoğu zaman akıllı telefonu olmayan ve alıştikları şekilde iş görmeyi tercih eden isanlardır. Bu tür kullanıcılar için RFID ideal ve işlevsel bir öneri getirebilir. Ancak bu tür servislerle ilgilenenler telefon veya internet üzerinden bu ek hizmetleri talep edebilir. Yabancılar veya ziyaretçiler için kontrollü RFID etiketleri oluşturulabilir. Bu etiketlere önceden belli miktarda yükleme yapılır ve kullanımdan sonra satıcılara iade edilebilir ve tekrar kullanılabilir. Bazı müşteriler ödemeyi daha sonra fatura ile yapmak yerine hemen yapmak isteyebilir. Bu kişiler elektrik faturalarına şarj faturasını eklemek istemezler. Bu kullanıcılar için yeniden yüklenebilir RFID etiketleri oluşturulabilir. Asıl şarj işlemi de aşağıdaki gibi yapılabilir:

- a. Kullanıcı aracını park eder ve RFID etiketini ünite okuyucusuna okutur.
- b. Ünite kapağı açılır ve kullanıcı şarj kablosunu prize takar.
- c. Kullanıcı kapağı kapatır ve şarj işlemi başlar. Şarj durumu gösterge ışıklarıyla bildirilir.
- d. Ödemenin ardından kullanıcı aracına döner ve etiketi okuyucuya uzatır.
- e. Kullanıcı prizi çıkarır ve ünite ekranından şarj bilgisini okur.
- f. Faturayı şarjdan sonra alır.

Tüm bu yeni teknolojilerde güvenlik önemli bir sorundur. İlk dönemlerdeki güvenlik sorunları belli bir teknolojinin kapsamının genişletilmesinin tehlikesini ortaya koymuştur. RFID pasif etiketlerinde şifrelenemeyen bir kimlik numarası bulunmaktadır. Bu nedenle bir etiketteki kimlik numarasının kopyalanıp kötü amaçla kullanılması

mümkündür. Kullanıcı emniyeti bu noktada başka şekillerde sağlanmalıdır. Bu amaçla bir PIN kodu oluşturulabilir ama bu da şarj işleminin işlevselliğini azaltacaktır. Bir PIN kodu ile bu süreç bugün benzin doldurulurken geçirilen zaman kadar uzar. Philips çatısı altında kurulan NXP Semiconductors, HF RFID teknolojisine dayalı akıllı bir kart olan geliştirmiştir.(www.nxp.com) Bu ürün ulaşım sistemleri, e-devlet veya kimlik uygulamalarında çoklu uygulamalı akıllı kart kullanmak isteyen hizmet sağlayıcıları için idealdir. Ayrıca hızlı ve güvenli veri transferi, esnek hafıza organizasyonu ve mevcut altyapıyla uyumlu çalışma şartlarını barındırmaktadır. Temel özelliklerinden biri de hızlı programlama ile 8 KB'a kadar EEPROM hafıza saklayabilmesidir. (http://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification)

6.2.4 Ödeme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Genel anlamda kredi kartlarının dezavantajları, elektrikli araçların şarjı noktasında uygun görülmezken RFID teknolojisi en pratik ödeme seçeneğidir. RFID sistemi başlangıçta kurulumu pahalı bir sistemdir. Ancak basitliği, hızı ve işlevselliği nedeniyle en kullanıcı dostu faturalandırma sistemi budur. Aynı zamanda cep telefonları da ek servisler ve alternatif ödeme aracı sunabilmektedir. Bu nedenle cep telefonları ve RDIF çözümleri de değerlendirilmeli, paralel olarak çalıştırılabilir. Bu üç ödeme aracının özellikleri Tablo 6.1'de karşılaştırılmıştır.

Tablo 6.1 : Ödeme yöntemlerinin karşılaştırılması

yöntem	Kredi kartı	Cep telefonu	RFID
Kullanıcı tanımlama	+++	+++	+++
Ödeme işlemi süresi	+	++	+++
Güvenlik	++	+++	++
Ek servisler	+	+++	+++
Erişilebilirlik	+++	+++	+
Kullanım kolaylığı	+	++	+++
	+ orta	++ iyi	+++mükemmel

7. SONUÇ VE TAVSİYELER

Temel şarj sorunları ile ilgili bölümde kent merkezi dışında müstakil evlerde yaşayanların şarj kapasitesinde en avantajlı konumda oldukları ifade edilmiştir. Kent merkezi dışındaki alanlarda ve birçok işyerindeki durumun aksine, kent merkezlerinde elektrikli araç şarj işlemleri, bütün şarj altyapısı en başından inşa edileceğinden zorluk çıkarmaktadır. Bu nedenle küçük park et – devam et alanları kurulabilir veya mevcut otoparklar elektrikli araç kullanıcıları tarafından gece saatlerinde kullanılabilir.

Park et-şarj et alanları için gerekli alan hesaplanmalı ve olasılıklar değerlendirilmelidir. Mevcut otoparkların da bu amaçla kullanılabilirliği değerlendirilmelidir. Elektrikli araçları erken benimseyenler genellikle kent dışında oturanlar ve şirketlerdir, bu kurum ve kişiler başlangıçta kent merkezinde daha kapsamlı bir şarj şebekesine gereksinim duymamaktadır. Ancak vatandaşların elektrikli araç teknolojisine ısınması ve erken kullanıcıların mesafe kaygısını gidermek için ilk aşamalardan itibaren birkaç şarj ünitesi merkezlerde kullanılabilir olmalıdır. Test amacıyla küçük ölçekli bir şarj şebekesi, hızlı şarj üniteleri de içerecek şekilde, önemli araştırma sonuçları ve geleceğe yönelik planlar geliştirme imkanı verebilir. Gelecekte kent merkezlerindeki benzin istasyonları elektrikli araç sahipleri için hızlı şarj edicilerle donatılabilir.

Şarj işleminin orta gerilim şebekesine etkileri ile ilgili bölümde akıllı şarjın uzun vadedeki önemine değinilmiştir. Pik yüklerin belirlenmesinde şarj zamanlaması en önemli faktördür. Şarjın şebekeye etkileri üzerine daha kapsamlı bir çalışma için daha geniş tabanlı araştırmalar gerekmektedir. Bu tezdeki sınırlı kapsama rağmen akıllı şarjın artıları gözle görünür bir durumdur. İlk aşamalarda sadece artan yük piklerinin düşürülmesinde tavsiye edilen akıllı şarj özellikleri, uzun vadede akıllı şarjın takip edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Ödeme yöntemleri ilgili bölümde RFID teknolojisinin en uygun ödeme aracı olduğu ifade edilmiştir. Otomatik benzin istasyonları kullanılan kredi kartları, temelde işlem süresinin uzunluğu nedeniyle elektrikli araç şarjı için uygun olmayan bir ödeme aracı olarak değerlendirilmiştir. Bunun aksine hızlı ve kolay ödeme sunduğu için RDIF’le ödeme öne çıkmıştır. Ancak daha geniş kitlelere yayılmadan önce RDIF’le ödemede

güvenlik kısmı dahada geliştirilmelidir. İkincil bir ödeme aracı olarak cep telefonu da elektrikli araç kullanıcılarına ek hizmetler sunabilmektedir. İnternet tabanlı bir uygulama ile istenen bütün servisler elde edilebilmektedir. Bu hizmetler bir dizüstü bilgisayar veya araç navigasyon cihazında da kullanılabilir.

Bugün inşa edilen altyapı yıllarca hizmet verecektir. Bu nedenle yeni inşaat planlarında elektrikli araçlar da hesaba katılmalı ve gerekli şarj altyapısı hazırlanan planlara eklenmelidir. Şu anda standartların eksikliği bu tür planlarda kesin çözümleri sağlama noktasında sorun yaratmaktadır. Şarj altyapısının uygulanması, elektrikli araçların piyasaya giriş düzeyine bağlıdır. Bu araçlar yaygınlaşmadan önce belli sayıda şarj ünitesi yerleştirilmelidir. Yatırımcıların olası gördüğü riskler, elektrikli araçların yaygın olmaması nedeniyle şarj ünitelerinin de kullanım düzeylerinin düşüklüğünden ileri gelmektedir. Bu risk şarj istasyonlarını birer birer dikerek talebi gözlemlemek suretiyle azaltılabilir. Hem devlet hem de özel sektörün bu dönüşüm için teşvik oluşturması gerekmektedir.

Elektrikli araçlar ve çok sayıda bataryanın, ciddi anlamda benimsenmeden önce Türkiye'deki kış koşullarında işlevselliklerinin test edilmesi gerekmektedir. Bazı bataryalar aşırı soğuk zamanlarda sorunsuz çalışmak için sürekli ısıtma gerektirir, bu da şarj ünitesinin vereceği enerjiyi artırır.

Dünya genelinde sürdürülen birçok proje elektrikli araçların kullanıma açılmasının kanıtı niteliğindedir. Bu tez farklı şarj çözümlerini değerlendirmiş ve uygulama tavsiyelerinde bulunmuştur , aynı zamanda ödeme yöntemleri için çeşitli çözümler sunmuştur. Umarım içten yanmalı motorlu araçlarda kacırdığımız fırsatı EA'lar ile yakalarız.

KAYNAKÇA

Kitaplar

Ehsani M., Gao Y., Emadi A., 2010. *Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles*. Amerika: CRS Yayınları

Erjavec J., 2013. *Hybrid, Electric, and Fuel-Cell Vehicles*. Amerika: Delmar Yayınları

Hardy J., 2012. *Electric Vehicle Technology for Builders and Converters*. İngiltere: Wiley Yayınları.

Diğer Yayınlar

Bataryalı Elektrikli Araçlar.

http://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/sahkoautossa_kinkkisin_on_akku.

(Erişim Tarihi: 21.07.2013)

Better Place Şirketi

<http://www.betterplace.com>.

(Erişim Tarihi: 19.04.2013)

Coulomb Teknolojileri

<http://www.coulombtech.com>.

(Erişim Tarihi: 17.04.2013)

Elektrikli Araçların Tarihi.

<http://inventors.about.com/library/weekly/aacarselectrica.htm>.

(Erişim Tarihi: 22.06.2013)

Elektrikli Arabalar için Bataryalar :Fırsatlar ve Zorluklar

<http://www.bcg.com/documents/file36615.pdf>.

(Erişim Tarihi: 22.07.2013)

Elektrikli Otobüsler

<http://www.reduktordergisi.com/2013/02/sifir-emisyonlu-elektrikli-otobusler>.

(Erişim Tarihi: 11.09.2013)

Elektrikli Araçların Avantajları

<http://auto.howstuffworks.com/fuel-efficiency/vehicles/electric-car-battery3.htm>.

(Erişim Tarihi: 12.08.2013)

Elektrikli Araçların Verimliliği

<http://www.saxton.org/EV/efficiency.php>.

(Erişim Tarihi: 23.08.2013)

Elektromotive Şirketi

<http://www.elektromotive.com>.

(Erişim Tarihi: 07.05.2013)

Elektrikli Araç Çözümleri

http://www.iec.ch/online_news/etech/arch_2010/etech_0310/special_1.htm.

(Erişim Tarihi: 18.09.2013)

Fillandiya Elektrikli Araçlar Çalışma Grubu

http://www.tem.fi/files/25826/TEM_9_2010.pdf.

(Erişim Tarihi: 02.04.2013)

Finlandiya'da Elektrikli Araçlar.

http://www.tem.fi/files/24099/Sahkoajoneuvot_Suomessa-selvitys.pdf.

(Erişim Tarihi: 27.06.2013)

Geleceğin Yakıtı Hidrojen .

http://www.tkk.fi/Units/AES/projects/renew/fuelcell/vetytulevaisuus/vety_energiantuotannossa-moniste.pdf.

(Erişim Tarihi: 12.04.2013)

Ham Petrol Fiyatları.

<http://www.hampetrolfiyatları.com>.

(Erişim Tarihi: 23.02.2013)

Lityum-İyon Pil.

<http://e-articles.info/e/a/title/The-Lithium-Ion-Battery>.

(Erişim Tarihi: 13.06.2013)

Michelin Aktif Tekerlek - Paris Motor Show.

http://www.michelin.com/corporate/actualites/en/actu_affich.jsp?id=23791&codeRubrique=58&lang=EN.

(Erişim Tarihi: 27.06.2013)

Oxford ElektrikMotoru

<http://www.greenoptimistic.com/2009/01/09/new-13kg-oxford-electricmotor-delivering-3-times-more-power-and-97-efficiency>.

(Erişim Tarihi: 18.06.2013)

Park ve Sürüş

http://www.ytv.fi/NR/rdonlyres/61713EF0-1BA5-4A71-8397-8109475E7B54/0/Liitynt%C3%A4liikenne_kehitt%C3%A4misohjelma_netti.pdf.

(Erişim Tarihi: 07.04.2013)

Portekiz'de Elektrikli Araçlara Yaklaşım

<http://www.globalpost.com/dispatch/wheels/090727/portugal-electric-cars>.

(Erişim Tarihi: 24.03.2013)

Toyota Hibrit Sürüş.

<http://www.hybridsynergydrive.com>.

(Erişim Tarihi: 29.08.2013)

Tesla Motor Özellikleri.

http://www.teslamotors.com/performance/perf_specs.php.

(Erişim Tarihi: 23.09.2013)

Şarj İşlemleri

http://www.sesko.fi/attachments/sk69/ev_charging_ensto_sesko_15.6.2009.pdf.

(Erişim Tarihi: 03.04.2013)

Türkiye'de Elektrikli Arabalara Yaklaşım

<http://www.bestdergisi.com.tr/arsiv/yazi/69-gunumuz-dunyasinda-elektrikli-ulasim-oslo-istanbul-karsilastirmasi>.

(Erişim Tarihi: 26.03.2013)

Tematsız Ödeme.

http://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification.

(Erişim Tarihi: 11.04.2013)