

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MEVCUT YAKIT ALTYAPISINI KULLANAN YENİ BİR ELEKTRİKLİ ARAÇ
TASARIMI**

EMRAH KINAV

**DOKTORA TEZİ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. SEMA Z. BAYKARA**

İSTANBUL, 2014

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEVCUT YAKIT ALTYAPISINI KULLANAN YENİ BİR ELEKTRİKLİ ARAÇ
TASARIMI

Emrah KINAV tarafından hazırlanan tez çalışması 16.07.2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Sema Z. BAYKARA

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Haluk GÖRGÜN (Tez izleme jürisi üyesi)

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Neşet KADIRGAN (Tez izleme jürisi üyesi)

Marmara Üniversitesi

Prof. Dr. Hasan HEPERKAN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Emin ARCA

Marmara Üniversitesi

ÖNSÖZ

Otomotiv ve enerji sektörleri, sadece ülkemiz sanayisinin can damarlarını oluşturan iki sektör değil, aynı zamanda tüm dünyayı küresel boyutta ilgilendiren iki sektördür. Bu iki sektörü derinden ilgilendiren elektrikli araçların vakit kaybetmeksizin dünyanın her yerinde günlük hayata girebilmesi amacıyla yeni bir elektrikli araç konseptini tanıttığım tezim süresince bana desteklerini esirgemeyen herkese teşekkürü borç bilirim.

Tezim kapsamında 3 patent başvurusu yapılmıştır.

Değerli danışmanım sayın Prof. Dr. Sema Z. Baykara'ya, öncelikle bana gösterdiği sevgi ve güven için, çalışmalarımda tüm birikimlerini benimle paylaştığı için, sadece tezimde değil, katıldığımız uluslararası konferanslarda da tecrübelerini paylaşarak değerli desteklerini esirgemediği için,

Tez izleme jürimde olmayı yoğun programlarına rağmen kabul eden sayın Prof. Dr. Haluk Görgün ve sayın Prof. Dr. Neşet Kadirgan'a her dönemde değerli tavsiyeleri ve yönlendirmeleri ile beni destekledikleri için,

Arkadaşım Halit Eren Figen'e yüksek lisans ve doktora eğitimim boyunca her ihtiyaç duyduğumda tüm tecrübelerini paylaştığı için,

ABB Avrupa satış müdürü Steven Dorresteijn'a tezimde kullandığım, firmasının hızlı şarj cihazlarının çalışma grafiklerini paylaştığı için,

İş arkadaşlarım Sercan Macit ile Sedat Çevirgen'e ve Alınay firması çalışanları Selman Tosunoğlu ile Erkan Abdulhamitbilal'e, değerli vakitlerini ayırıp yardımlarını esirgemedikleri için,

Tübitak'a, doktora eğitimim boyunca yurtiçi doktora bursu ile verdiği destek için,

Çok sevdiğim aileme tüm hayatım boyunca olduğu gibi bu dönemde de sevgilerini ve anlayışlarını benden esirgemedi her zaman yanımda oldukları için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz, 2014

Emrah KINAV

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vii
KISALMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xiii
ÖZET	xv
ABSTRACT	xv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	2
1.3 Hipotez.....	2
BÖLÜM 2	
ELEKTRİFİKASYONUN GEREKLİLİĞİ	4
BÖLÜM 3	
HIZLI ŞARJ İMKANININ ELEKTRİKLİ ARAÇLARA ETKİLERİ	11
BÖLÜM 4	
MENZİL UZATMANIN ELEKTRİKLİ ARAÇLARA ETKİLERİ	43
BÖLÜM 5	
PROBLEM ANALİZİ-1: DÜNYADAKİ MEVCUT HIZLI ŞARJ ALYAPISI DURUMU	59
BÖLÜM 6	

PROBLEM ANALİZİ-2: HİBRİT ARAÇLARDA CNG’NİN FIRSATLARI VE SORUNLARI	65
6.1 Motorlar Açısından Fırsatlar	69
6.1.1 Benzinli Motorlarda CNG Kullanımı	70
6.1.2 Dizel Motorlarda CNG Kullanımı.....	72
6.2 Sorunlar ve Dezavantajlar	74
6.2.1 Alyapı Sorunu.....	74
6.2.2 Araç Üstü Sorunlar.....	76
6.2.2.1 Güvenlik Sorunu	76
6.2.2.2 Araç Üstü CNG Depolama Sorunu.....	80
BÖLÜM 7	
TÜRKİYE VE İSTANBUL ÖZELİNDE DURUM ANALİZİ	85
7.1 Özgün İstanbul Sürüş Çevrimi ve Şehiriçi Elektrikli Araca Etkisi	86
7.2 Türkiye’nin Enerji Alyapısı	92
BÖLÜM 8	
DÜNYADAKİ FİLO ARAŞTIRMALARININ KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRMESİ	103
BÖLÜM 9	
ELEKTRİKLİ ARAÇLARA GEÇİŞ DÖNEMİ İÇİN OPTİMUM ÇÖZÜM ÖNERİSİ KONSEPTİ ...	115
9.1 Düz Elektrikli Araç	115
9.2 Fişli Seri Hibrit (Menzili Uzatılmış) Elektrikli Araç	117
9.3 Kartuş Elektrikli Araç Konsepti.....	122
9.4 Kartuş Elektrikli Araçların Doğalgaz Kullanım Şekilleri	130
9.5 Kartuşlu Elektrikli Araç Konsepti ve IYM Hibrit Elektrikli Araçlar Açısından Değerlendirme.....	132
9.6 Araçta CNG Yakıt Depolamanın ve Kartuş Elektrikli Araç Çözümünün Etkileri	134
9.6.1 Ağırlık Etkisi.....	134
9.6.2 Maliyet Etkisi (Araç Maliyeti ve Yakıt Maliyeti)	140
BÖLÜM 10	
SİMÜLASYON ÇALIŞMASI VE SONUÇLAR	150
BÖLÜM 11	
KARTUŞ ELEKTRİKLİ ARACIN CARİ AÇIĞA ETKİSİ	172
BÖLÜM 12	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	180
KAYNAKLAR.....	186
EK-A : MATLAB simülasyon programı	187
ÖZGEÇMİŞ	327

SİMGE LİSTESİ

CO	Karbon monoksit
CO ₂	Karbon dioksit
NO _x	Azot oksitler
H ₂	Hidrojen
kW	Kilovat
kWh	Kilovat saat
A	Amper
Ah	Amper saat
Aaraç	Araç ön kesit alanı
C _d	Aerodinamik direnç katsayısı
C	Şarj hızı katsayısı
G	Ağırlık
g	Yerçekimi ivmesi
h	Saat
m	Kütle
N	Newton
Nm	Newton metre
V	Vol
V _r	Rüzgar hızı
V _t	Taşıt hızı
W	Vat
W _b	İvmelenme direnci
W _e	Eğim direnci
W _h	Hava direnci
W _{top}	Toplam direnç
W _y	Yuvarlanma direnci
α	Eğim
η	Verim
phava	Havanın yoğunluğu (kg/m ³)

KISALMA LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AC	Alternating current (Alternatif akım)
BDO	Batarya doluluk oranı
BEV	Battery Electric Vehicle (Batarya-düz elektrikli araç)
CNG	Compressed Natural Gas (Sıkıştırılmış doğalgaz)
DC	Direct current (doğru akım)
LNG	Liquefied Natural Gas (Sıvılaştırılmış doğalgaz)
LPG	Liquefied Petroleum Gas (Sıvılaştırılmış petrol gazı)
LDV	Light Duty Vehicle (Hafif yük taşıma aracı)
LCV	Light Commercial Vehicle (Hafif ticari araç)
NEDC	New European Driving Cycle (Yeni Avrupa Sürüş Çevrimi)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
OSD	Otomotiv Sanayi Derneği
TEPCO	Tokto Electric Production Co. (Tokto Elektrik Üretim A.Ş.)

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1	Elektrikli ve hibrit elektrikli araçların pazar payları.....	1
Şekil 2. 1	Avrupa ülkeleri mesken elektrik fiyatları	6
Şekil 2. 2	Günlük sürüş menzilinın araç kullanımına oranları.....	10
Şekil 3. 1	Farklı batarya kimyalarının ortalama şarj kabul hızı ve enerji yoğunlukları	11
Şekil 3. 2	TEPCO DC hızlı şarj örneği uygulama haritası	14
Şekil 3. 3	TEPCO DC hızlı şarj deneyi DC hızlı şarj öncesi ve sonrası BDO'ları	14
Şekil 3. 4	TEPCO DC hızlı şarj grafiği	15
Şekil 3. 5	20kWh batarya hızlı şarj süresince akım / volaj /BDO değişimi	16
Şekil 3. 6	Mitsubishi iMiEV sabit akım-sabit volajda DC hızlı şarj işlemi	17
Şekil 3. 7	Ölçüm 1 – Volaj, akım ve BDO değişimleri.....	20
Şekil 3. 8	Ölçüm 2 – Volaj, akım ve BDO değişimleri.....	21
Şekil 3. 9	Ölçüm 3 – Volaj, akım ve BDO değişimleri.....	22
Şekil 3. 10	Ölçüm 4 – Volaj, akım ve BDO değişimleri.....	23
Şekil 3. 11	Ölçüm 5 – Volaj, akım ve BDO değişimleri.....	24
Şekil 3. 12	Ölçüm 5 – Volaj, akım ve BDO değişimleri.....	25
Şekil 3. 13	AC şarj sırasındaki volaj, akım ve BDO ölçümleri	26
Şekil 3. 14	Batarya doluluk oranına göre şarj cihazı verimi ve şarj gücü değişimi	28
Şekil 3. 15	DC güce göre şarj cihazı ve batarya verim değişimi	29
Şekil 3. 16	Şarj cihazında ve bataryadaki kayıpların güce bağlı değişimi	30
Şekil 3. 17	Ölçümlerde batarya ve ortam sıcaklıkları	31
Şekil 3. 18	Batarya doluluk oranının 3 farklı şarj yönteminde değişim profili	34
Şekil 3. 19	Kokam 13kWh (%50) 52 kW sabit güçte hızlı şarj profili	36
Şekil 3. 20	Kokam batarya (%50 / 15 dak.) sabit güçte hızlı şarj profili.....	37
Şekil 3. 21	Kokam batarya (%25 / 5 dak) sabit akımda hızlı şarj profili.....	38
Şekil 3. 22	BYD batarya (%50) 32 kW sabit güçte hızlı şarj profili	39
Şekil 3. 23	BYD batarya hızlı şarj (%25 / 5 dak), 48 kW sabit güçte hızlı şarj profili.....	40
Şekil 3. 24	Mitsubishi iMiEV hızlı şarj profili.....	41
Şekil 3. 25	Nissan Leaf hızlı şarj profili.....	41
Şekil 3. 26	Nissan Leaf 25kW ve 50kW hızlı şarj profilleri	42
Şekil 3. 27	Nissan Leaf ve Mitsubishi i-MiEV hızlı şarj profilleri karşılaştırması	42
Şekil 4. 1	Günlük araç kullanım menzilinın değişimi	45
Şekil 4. 2	Günlük araç şarj sayısı değişimi	46
Şekil 4. 3	Seyahat menzilinın, toplam seyahatlere oranına göre değişimi.....	47
Şekil 4. 4	İki şarj arası kullanım mesafesi değişimleri.....	47

Şekil 4. 5	İki şarj arası kullanım mesafesinin elektrik ve kümülatif seyahatlere göre değişimleri.....	48
Şekil 4. 6	Ev ve ev dışı ortamlarda şarj başlangıç / bitiş BDO.....	49
Şekil 4. 7	Bölgelere göre ev dışı şarj istasyonları gelişimi	50
Şekil 4. 8	Bölgelere göre Nissan Leaf evsel şarj oranları	51
Şekil 4. 9	Nissan Leaf ve Chevrolet Vol şarj başlangıç / bitiş BDO.....	52
Şekil 4. 10	Nissan Leaf ve Chevrolet Vol günlük ortalama seyahat mesafeleri.....	53
Şekil 4. 11	Proje boyunca AC / DC şarj istasyonları adedi değişimi.....	54
Şekil 4. 12	DC hızlı şarj işlemleri haftalık gelişim çizelgesi	55
Şekil 4. 13	Eyaletlere göre DC hızlı şarj işlemleri sayısı ve tüketilen enerji miktarları ..	56
Şekil 4. 14	Hızlı şarj istasyonlarında araç şarj süreleri ve tüketilen AC elektrik enerjisi.....	56
Şekil 4. 15	Hızlı şarj sırasında tüketilen elektrik enerjisi	57
Şekil 4. 16	Hızlı şarj istasyonlarında kullanılan güç seviyeleri	57
Şekil 5. 1	DC hızlı şarj cihazlarının yaygınlık haritası (Kasım 2009-Mart 2014)	62
Şekil 6. 1	CNG yakıtlı, içten yanmalı motorlu araç yerleşim planı.....	70
Şekil 6. 2	Motor verim ve emisyon grafikleri	73
Şekil 6. 3	CNG yakıtlı, içten yanmalı motorlu araçlar için araç CNG dolum görselleri	75
Şekil 6. 4	CNG yakıtlı bir araçta meydana gelen patlama (Mart 2007 - ABD)	76
Şekil 6. 5	CNG yakıtlı bir araçta meydana gelen patlama (2009 - İran).....	77
Şekil 6. 6	CNG yakıtlı bir şehiriçi yolcu otobüsünde meydana gelen patlama (G.Kore)	78
Şekil 6. 7	Patlama sonrası yapılan inceleme detayları (G.Kore)	79
Şekil 6. 8	Araç içi CNG tank yerleşimi ve havalandırma	79
Şekil 6. 9	Çin’de ve Almanya’dan doğalgaz balonlu otobüsler.....	80
Şekil 6. 10	Yakıtların hacimsel ve kütsel enerji yoğunluğu karşılaştırması.....	81
Şekil 6. 11	Benzin ve CNG çift yakıtlı araç yerleşim planı.....	82
Şekil 6. 12	CNG tank tipleri.....	82
Şekil 6. 13	Farklı tip CNG tanklarının ağırlık karşılaştırması	83
Şekil 6. 14	CNG yakıtlı bir Ford Transit Connect hafif ticari aracı tank yerleşimi.....	84
Şekil 7. 1	Dünyada en fazla dur-kalk yapılan şehirler (İstanbul ve Ankara)	86
Şekil 7. 2	Sarıyer bölgesi	87
Şekil 7. 3	Sürüş çevrimi.....	88
Şekil 7. 4	İstanbul Rami bölgesi	88
Şekil 7. 5	Sürüş çevrimi.....	89
Şekil 7. 6	Kadıköy Malepe bölgesi	89
Şekil 7. 7	Sürüş çevrimi.....	90
Şekil 7. 8	Bölgeler toplamı (LDV-DC _{IST})	90
Şekil 7. 9	Türkiye doğalgaz haritası	93
Şekil 7. 10	Türkiye’deki Total benzin istasyonlarının illere göre adetsel dağılımı.....	94
Şekil 7. 11	Türkiye’deki Shell benzin istasyonlarının illere göre adetsel dağılımı	94
Şekil 7. 12	Türkiye’deki BP benzin istasyonlarının illere göre adetsel dağılımı.....	95
Şekil 7. 13	Türkiye’deki OPET benzin istasyonlarının illere göre adetsel dağılımı	95
Şekil 7. 14	Türkiye’deki Alpet benzin istasyonlarının illere göre adetsel dağılımı	96

Şekil 7. 15	Türkiye’deki Petrol Ofisi benzin istasyonlarının illere göre adetsel dağılımı.....	96
Şekil 7. 16	Türkiye’deki Akpet-Lukoil benzin istasyonlarının illere göre adetsel dağılımı.....	96
Şekil 7. 17	Türkiye’deki Türk Petrol benzin istasyonlarının illere göre adetsel dağılımı.....	97
Şekil 7. 18	Yurtdışından evlere kadar doğalgaz basınç değişimi	98
Şekil 7. 19	Türkiye marketi elektrikli araç ve şarj istasyonları talep öngörüsü	100
Şekil 7. 20	İstanbul’daki mevcut elektrikli araç şarj istasyonu bölgeleri.....	101
Şekil 8. 1	Avustralya elektrikli araçlar ve şarj istasyonları testleri	104
Şekil 8. 2	6 ay boyunca 2 şarj işlemi arası katedilen ortalama mesafeler ve oranları (km).....	105
Şekil 8. 3	Mesafeye bağlı senelik seyahat oranları.....	107
Şekil 8. 4	Seyahat sıklığının, günlük seyahat mesafesine bağlı değişimi	108
Şekil 8. 5	İncelenen 6 ilin hizmet araçları ve adetleri.....	109
Şekil 8. 6	İstanbul’daki belediye araçlarının günlük hareket menzilleri.....	110
Şekil 8. 7	Türkiye ve Avrupa Birliği’nde ortalama günlük sürüş mesafeleri (km).....	113
Şekil 8. 8	Chevrolet Volt jeneratör kullanım miktarı	114
Şekil 9. 1	Düz elektrikli araç komponent yerleşim örneği	116
Şekil 9. 2	Fişli seri hibrit (menzili uzatılmış) elektrikli araç komponent yerleşim örneği	117
Şekil 9. 3	Toyota Prius Hymotion UDDS ve HWY sürüş çevrimlerinde enerji/yakıt tüketim grafikleri.....	120
Şekil 9. 4	Toyota Prius Hymotion UDDS ve HWY sürüş çevrimlerinde süreye bağlı motor verim grafikleri	120
Şekil 9. 5	Mahle menzil uzatıcı içten yanmalı motor eğrileri	121
Şekil 9. 6	Jeneratör hız-verim değişimi grafiği.....	122
Şekil 9. 7	Hibrit elektrikli araç komponent yerleşim örneği	122
Şekil 9. 8	Kartuşlu elektrikli araç komponent yerleşim örneği.....	126
Şekil 9. 9	Doğalgaz şebekesinden kartuş elektrikli araca doğalgaz ikmali	130
Şekil 9. 10	Orta seviye basınçlandırılmış, 20’lik tanklar ile kartuş elektrikli araca CNG ikmali.....	131
Şekil 9. 11	Elde taşınabilir CNG kartuşları ile kartuş elektrikli araca CNG ikmali	131
Şekil 9. 12	ABD ve Avrupa için senelere göre araç filolarının ortalama ağırlık ve yakıt verimliliği trendi	136
Şekil 9. 13	Japonya için senelere göre araç filosunun ortalama ağırlık ve yakıt verimliliği trendi	136
Şekil 9. 14	Japonya, ABD ve Avrupa için ortalama ağırlık/yakıt tüketimi değişimi	137
Şekil 9. 15	Smart Fortwo elektrikli aracının NEDC’de karşılaştığı direnç kırılımı	138
Şekil 9. 16	Elektrikli araçların teşviklere göre farklı pazarlardaki başarı oranları	142
Şekil 9. 17	Elektrikli ve hibrit araçlara farklı ülkelerdeki teşvik miktarları	143
Şekil 10. 1	Araç hızı.....	159
Şekil 10. 2	Enerji tüketimi.....	159
Şekil 10. 3	Araç menzili.....	159
Şekil 10. 4	Brusa Motor Tork / Güç grafiği	159
Şekil 10. 5	NEDC	161

Şekil 10. 6	NEDC için güç talebi grafiği	161
Şekil 10. 7	BEV tork değişimi (NEDC).....	161
Şekil 10. 8	Kartuş elektrikli araç tork değişimi (NEDC).....	161
Şekil 10. 9	CNG hibrit tork değişimi(NEDC)	161
Şekil 10. 10	İstanbul sürüş çevrimi.....	163
Şekil 10. 11	İstanbul şehiriçi sürüş çevrimi için güç talebi grafiği	164
Şekil 10. 12	BEV tork değişimi(İstanbul sürüş çevrimi)	164
Şekil 10. 13	Kartuş elektrikli araç tork değişimi (İstanbul sürüş çevrimi)	165
Şekil 10. 14	CNG hibrit tork değişimi (İstanbul sürüş çevrimi)	165
Şekil 10. 15	Kartuş elektrikli araçta batarya şarjı-1.....	169
Şekil 10. 16	Kartuş elektrikli araçta batarya şarjı-2.....	170
Şekil 11. 1	Türkiye'nin cari açığı	172

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2. 1	Senelere göre ABD’nde elektrik satış fiyatlarındaki değişim 4
Çizelge 2. 2	Senelere göre ABD elektrik ve akaryakıt fiyatlarındaki değişim 4
Çizelge 2. 3	Senelere göre Türkiye nihai enerji talebinin sektörel dağılımı 5
Çizelge 2. 4	Ülkelerin 2014 yılı OECD verilerine göre benzin fiyatları ve vergi oranları 6
Çizelge 2. 5	Türkiye ulaşım sektöründe CO ₂ emisyonunun senelik değişimi 9
Çizelge 3. 1	Toshiba Lityum titanat batarya hızlı şarj süre ve güçleri..... 12
Çizelge 3. 2	ABB firmasının DC hızlı şarj deneyi sıcaklık ve süre bilgileri..... 18
Çizelge 3. 3	Sıcaklığa bağlı şarj akım değişimi 27
Çizelge 3. 4	Farklı DC hızlı şarj profilleri..... 34
Çizelge 3. 5	EDISON Projesi hızlı şarj batarya özellikleri..... 34
Çizelge 4. 1	EV Project çalışmasındaki eyalet bazında araç ve şarj cihazlı dağılımları..... 44
Çizelge 4. 2	Chevrolet volt kullanım test değerleri..... 45
Çizelge 4. 3	DC hızlı şarj cihazı kullanım istatistikleri..... 56
Çizelge 5. 1	New York şehri için farklı şarj modellerinin montaj maliyet-etki karşılaştırması..... 59
Çizelge 5. 2	Elektrikli araçların New York şehri genelinde ve bölgelerinde elektrik şebekesine olası etkileri 60
Çizelge 5. 3	DC hızlı şarj cihazlarının kurulum hızı (Kasım 2009-Mart 2014) 62
Çizelge 5. 4	CHADEMO hızlı şarj istasyonları sayısındaki artış ve dünyadaki konumları (Kasım 2009-Mart 2014) 63
Çizelge 6. 1	Farklı yakıt ve motor tiplerine göre NO _x ve partikül emisyonları (g/km) (referans kullanım, %60 şehir içi, %20 şehirlerarası, %20 otoban kullanımına göre) 67
Çizelge 6. 2	Farklı yakıt ve motor tiplerine göre kaynaktan teker / well to wheel CO ₂ emisyonları (g/km) (%60 şehir içi, %20 şehirlerarası, %20 otoban kullanımına göre) 68
Çizelge 6. 3	Benzin ve CNG yakıtlarının farklı araçlarda ortaya çıkardığı farklı emisyon değerleri..... 69
Çizelge 6. 4	CNG yakıtlı araçların gelişim gösterdiği bazı ülkelerdeki araç ve istasyon verileri 75
Çizelge 6. 5	Kompozit ve çelik CNG tankları ağırlık karşılaştırması 83
Çizelge 6. 6	Piyasada standart olarak bulunan CNG tank ebatları 83
Çizelge 7. 1	Şehirlere göre toplam dur-kalk sayısı ile araç başına ortalama dur-kalk

	sayısı	86
Çizelge 7. 2	İncelenen 3 bölge, çalışma süreleri ve hat uzunlukları	87
Çizelge 7. 3	Çevrim özellikleri	88
Çizelge 7. 4	Çevrim özellikleri	89
Çizelge 7. 5	Çevrim özellikleri	90
Çizelge 7. 6	Çevrim özellikleri	91
Çizelge 7. 7	Ülkemizde şirket bazında akaryakıt istasyon sayıları (2012).....	94
Çizelge 8. 1	6 Ay süreli kayıt sonuçları.....	104
Çizelge 8. 2	6 Aylık şarj miktarları ve süreleri.....	105
Çizelge 8. 3	Belediyeler ve araç adetleri.....	108
Çizelge 9. 1	Bazı elektrikli araçlarda batarya kapasiteleri	138
Çizelge 9. 2	Elektrikli ve hibrit araçlara farklı ülkelerdeki teşvik tip ve oranları.....	143
Çizelge 9. 3	Araç toplam maliyet karşılaştırması tablosu.....	148
Çizelge 9. 4	Araç toplam maliyet ve güç aksamaları maliyet karşılaştırması tablosu.....	148
Çizelge 10. 1	Motor verim grafiği	150
Çizelge 10. 2	Jeneratör verim grafiği	150
Çizelge 10. 3	Yakıt tüketim simülasyonu özet tablosu	152
Çizelge 10. 4	Simülasyona giren araçlar	152
Çizelge 10. 5	Güç aktarma - Şanzuman	153
Çizelge 10. 6	Batarya	153
Çizelge 10. 6	Lastikler	153
Çizelge 10. 7	Sonuçlar.....	154
Çizelge 10. 8	Simülasyona giren araçlar	157
Çizelge 10. 9	Güç aktarma - Şanzuman	158
Çizelge 10. 10	Batarya.....	158
Çizelge 10. 11	Lastikler.....	158
Çizelge 10. 12	Sonuçlar	159
Çizelge 10. 13	Simülasyona giren araçlar.....	161
Çizelge 10. 14	Güç aktarma - Şanzuman.....	162
Çizelge 10. 15	Batarya.....	162
Çizelge 10. 16	Lastikler.....	162
Çizelge 10. 17	Sonuçlar	163
Çizelge 10. 18	Simülasyon özet tablosu	165
Çizelge 10. 19	Nissan I-MiEV ile NEDC çevriminde rejeneratif enerji kazanımının etkisi	167
Çizelge 10. 20	NEDC üzerinde araçların karşılaştırmalı yakıt / enerji tüketimleri	169
Çizelge 11. 1	Cari işlemler açığı en büyük 20 ülke	171
Çizelge 11. 2	2005-2012 Arası Türkiye'nin Benzin Tüketimi	176
Çizelge 11. 3	Kullanım amaçlarına göre Türkiye'de 2013 yılındaki motorlu taşıt sayıları	176
Çizelge 11. 4	Kullanılan yakıt türüne göre motorlu kara taşıt sayıları (2008-2013) ...	177
Çizelge 11. 5	Trafiğe kayıtlı otomobillerin yakıt cinsine göre dağılımı (2008-2013) ..	177
Çizelge 12. 1	Yakıtların kalorifik enerji yoğunlukları	184

MEVCUT YAKIT ALTYAPISINI KULLANAN YENİ BİR ELEKTRİKLİ ARAÇ TASARIMI

Emrah KINAV

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sema Z. BAYKARA

Çevre problemlerin çözümü için elektrikli araçlar ve alternatif yakıtlarının kullanılması ciddi birer alternatif olmaktadır. Tezde bu amaçla ihtiyaç anında kendisini CNG yakıtı kullanarak hızlı şarj etme özelliğine sahip bir elektrikli araç konsepti geliştirilmiştir. Simülasyon çalışmaları NEDC ve paralel bir çalışmada belirlenen özgün İstanbul şehiriçi sürüş çevrimi çerçevesinde yapılmıştır.

Mevcut yöntemler takip edildiği sürece elektrikli araçların pazar paylarının çok artması pek mümkün görünmemektedir. Bu konsept ile, elektrikli araçlara geçiş döneminde, yüksek maliyetli altyapı yatırımlarının, yapılmasına olan öncelikli ihtiyaç ortadan kaldıracaktır. Araştırmalar sonucu elektrikli araçların tercih edilmemelerinin en büyük sebeplerinden olan düşük günlük menzil ve buna bağlı olarak yolda kalma korkusunun önüne geçilmiş olacaktır.

Sonuç olarak NEDC üzerinde benzinli araca göre elektrikle şarj olduğunda %66, CNG ile kendi kendini şarj ettiğinde %3 daha az enerji tüketen bir araç konsepti oluşturulmuştur. Aynı zamanda ülkemizin benzine ve doğalgaza ödediği maliyetler dikkate alındığında yılda yaklaşık 2.3 milyar \$ kazanç elde edilebilecektir.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli araçlar, hibrit elektrikli araçlar, hızlı şarj, alternatif yakıtlar

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ABSTRACT

A NOVEL ELECTRIC VEHICLE DESIGN WHICH USES CURRENT FUEL INFRASTRUCTURE

Emrah KINAV

Department of Chemical Engineering

PhD. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Sema Z. BAYKARA

Electric vehicles and alternative fuels are considered to be solutions for environmental problems. The concept idea put forward in this thesis is a self fast charging electric vehicle by using CNG fuel. A simulation study has been conducted on NEDC and the novel Istanbul Urban Driving Cycle.

As long as current trends are followed, electric vehicles will not reach a major market percentage compared to internal combustion engine vehicles in near future. With this novel concept, establishing the charging infrastructure for the infancy period of electric vehicles is not crucial. Moreover the low daily range and range anxiety which are considered to be major causes for low acceptance of electric vehicles will be overcome.

The concept vehicle is found to be 66% more efficient than a gasoline vehicle when charged from the grid and 3% when charged from CNG. Meanwhile, taking into account the resulting reduction in expenditure on natural gas and gasoline, approximately \$2.3 billion annual gain in national deficit can be obtained.

Keywords: Electric vehicles, hybrid electric vehicles, fast charging, alternative fuels

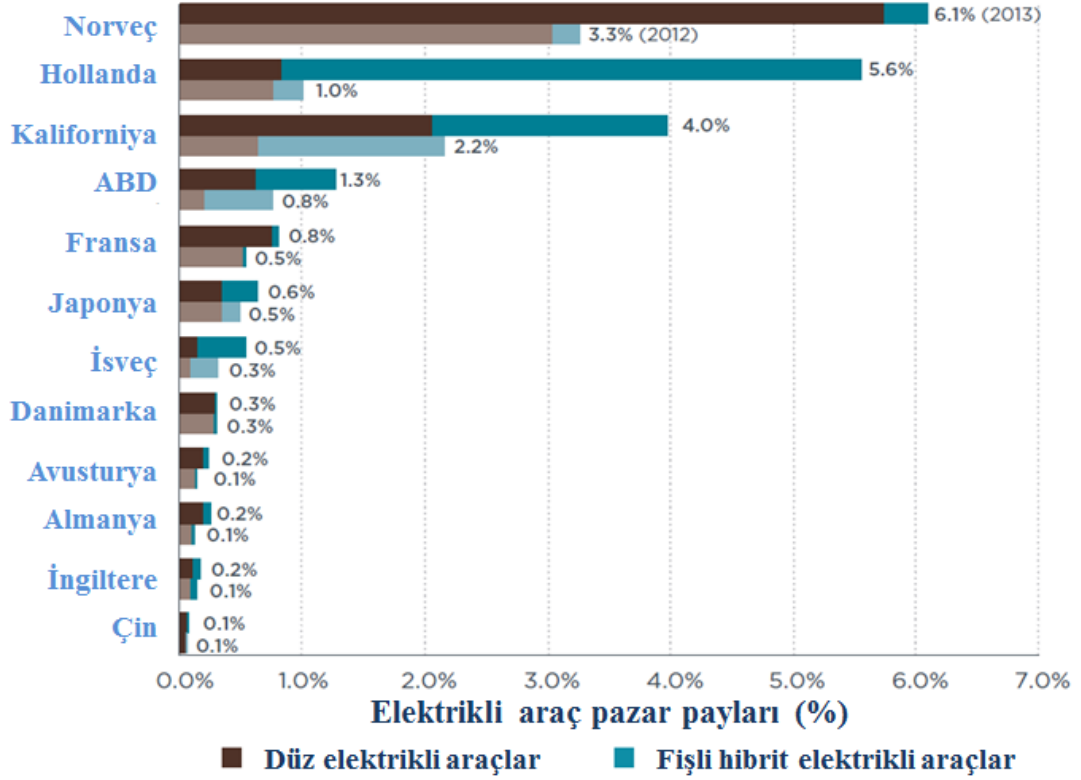
YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

1.1 Literatür Özeti

Araçların kalbi konumunda olan ve esasen değiştirilmesi en zor olan enerji ve güç üretim sistemlerini, dolayısıyla dünyamızda bugüne kadar kurulmuş olan tüm enerji alyapısını, değiştirmeyi bile düşünebilen dünya devi otomotiv firmalarının neden günümüz ihtiyaçlarına göre değil, neredeyse 150 yıl önce tasarlanmış arabaların genel yapılarını değiştirmek istemedikleri ise düşündürücüdür. Esasen elektrikli ve hibrit elektrikli araçların önündeki en büyük engellerden bazıları da, sadece bu eskimiş, güncelliğini kaybetmiş tasarımlardan kaynaklanmaktadır ve sadece bu eski kalıplara sıkışmaktan dolayı oluşan bazı dezavantajlar, elektrikli-hibrit elektrikli araçların yaygınlaşmalarını engellemektedirler. Buna rağmen son 2 yıl içinde Avrupa’da elektrikli araç sayıları %100’ün üzerinde artış göstermiştir (Şekil1.1). 2011 yılında Avrupa’da satılan elektrikli araç sayısı 45.000 iken, 2013 yılında bu sayı 200.000 olmuştur. Ancak maalesef Norveç, Hollanda gibi istisna pazarlar hariç, elektrikli araç satışları, toplamın %1’inden düşük düzeyde olmaktadır [1].

Nitekim Avrupa Birliği raporlarına göre yakın gelecekte içten yanmalı motorlu konvansiyonel araçlar ile kıyaslandığında düz elektrikli veya bir başka deyişle batarya elektrikli araçların pazar paylarının çok büyük olması beklenmemektedir. Mevcut klasik yöntemler takip edildiği sürece de bunun değişmesi pek mümkün görünmemektedir [2].



Şekil 1. 1 Elektrikli ve hibrit elektrikli araçların pazar payları

Amerika’da Center for Energy and Climate Solutions, adındaki enerji ve iklimler üzerine çalışan bir merkezde Joseph Romm tarafından geleceğin yakıtı ve arabasının nasıl olması gerektiği üzerine hazırlanmış görüşlere göre, benzin-elektrik hibrit araçlar yakın gelecekte en ideal araçlar olarak öne çıkmaktadırlar. Mevcut akaryakıt altyapısının hemen hemen hiç değiştirilmesine gerek kalmadan, benzin (veya diesel)-elektrikli hibrit araçlar 2020 yılında pazarda en çok satılan araçlar olacaklar. Uzun vadede ise sıfır emisyonlu araçlara geçilmesi gerekeceğini düşünen Romm, mevcut akaryakıt altyapımızın tamamen değişmesinin güçlüğüne göz önünde bulundurarak, hidrojen yakıtlı araçların ortaya çıkmasının diğer alternatif yakıtlı araçlardan çok daha zor olacağına inanmakta. En çok gelecek vaad eden teknolojinin şehir elektrik şebekesine doğrudan bir prizle bağlanabilen fişli hibrit ‘plug-in hybrid’ araçlar olduğunu düşünmektedir [3].

1.2 Tezin Amacı

Tezin amacı, sadece doğal çevre için değil, ülke ekonomimiz için de çok önemli olan ve içten yanmalı araçlarda kaçırılan fırsatların bundan sonra yakalanmasını sağlayacak elektrikli araçların günlük hayatımıza girişini hızlandıracak bir konsept geliştirmektir. Böylece elektrikli araçlar, dünyada izlenen yöntemin ilerisinde ve çok daha hızlı bir şekilde, büyük ölçekte altyapı yatırımlarına ihtiyaç duymadan yaygınlaştırılabilecektir.

1.3 Hipotez

Başta kişisel araçlarımız olmaz üzere, ulaşım araçlarımızın elektrikleştirilmesi konusunda yapılan literatür taraması sonucu farklı bir kullanım ve şarj konseptine gidilmediği takdirde elektrikli araçlara geçişin çok yavaş olacağı görülmektedir. Bu amaçla önerilen tezimde ikinci bir elektrik motoru/jeneratörü ihtiyacı olmadan, üzerine dışarıdan takılan bir yakıt tüpü ile herhangi bir yerde park halindeyken kendi kendini hızlı şarj edebilecek bir elektrikli araç ve kullanım konsepti geliştirilerek, pahalı şarj istasyonu ilk yatırımlarını bekleme zorunluluğu ortadan kalkacaktır. Aynı zamanda bu sayede araç üzerinde yakıt taşınmayacağı için aracın hafifleyeceği ve enerji verimliliğinin artacağı, yakıttan kaynaklanabilecek güvenlik risklerinin ortadan kalkacağı ve yakıt sistemlerinin tasarım maliyetinden kaçınılacağı değerlendirilmektedir.

BÖLÜM 2

ELEKTRİFİKASYONUN GEREKLİLİĞİ

Elektrikli araçlar özellikle düşük kapasitelerde çalışma durumlarında yüksek verimleri ile benzinli araçlara karşı avantajlılardır [4].

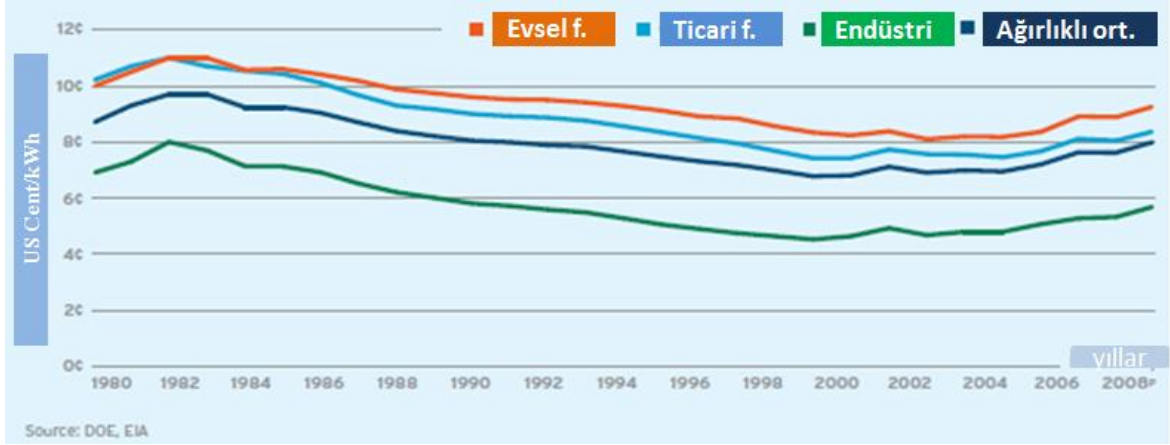
Günümüz ulaşım sektörü, petrol ve türevleri üzerine kurulmuş olup, bazı istisna ülkeler ve bölgeler haricinde henüz petrol yerine geçen bir enerji taşıyıcı bulunmamaktadır. %20'si ulaşımında kullanılmak üzere, 2010 yılında yaklaşık 103Mtep olan enerji tüketiminin Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre %71'ini ithal eden ülkemiz, bu rotayı değiştirmek zorunda olan ülkelerin başında gelmelidir. Özellikle ulaşım sektöründe kullanılan petrol ve türevlerinin neredeyse tamamının ithal edildiği ve ulaşım sektörünün enerji pastasındaki oranının gelecek yıllarda artacağı öngörüsü gözönünde bulundurulduğunda, ulaşım sektörünün petrol dışı ve yerli kaynaklardan karşılanabilen bir enerji sistemine geçişi büyük önem arz etmektedir.

Türkiye'nin ilk elektrikli aracı, Sultan II.Abdulhamit'in 1888'de İngiltere'den almış olduğu Magnus Volk aracı olmuştur. Böylece araba sahibi olan ilk sultan olan Sultan II.Abdulhamit olmuştur. Ancak maalesef bu ilk, birçok diğerleri gibi ülkemizin bugünkü bilim, teknik ve teknoloji hayatımıza en azından gözle görülür bir fayda sağlayamamıştır. Günümüzde ise elektrikli araçlara geçiş ve ulaşımında elektrifikasyon konularında en çok Ar-Ge yapan ülke olarak öne çıkan ABD'de yapılan çalışmaların bize ışık tutabileceğini ve dersler çıkarabileceğimiz düşünülebilir.

ABD, dünyanın en büyük petrol tüketicisi, ithalatçısı ve aynı zamanda da en büyük 3.ncü petrol üreticisidir. Ulaşım kaynaklı petrol tüketimi toplam petrol tüketiminin

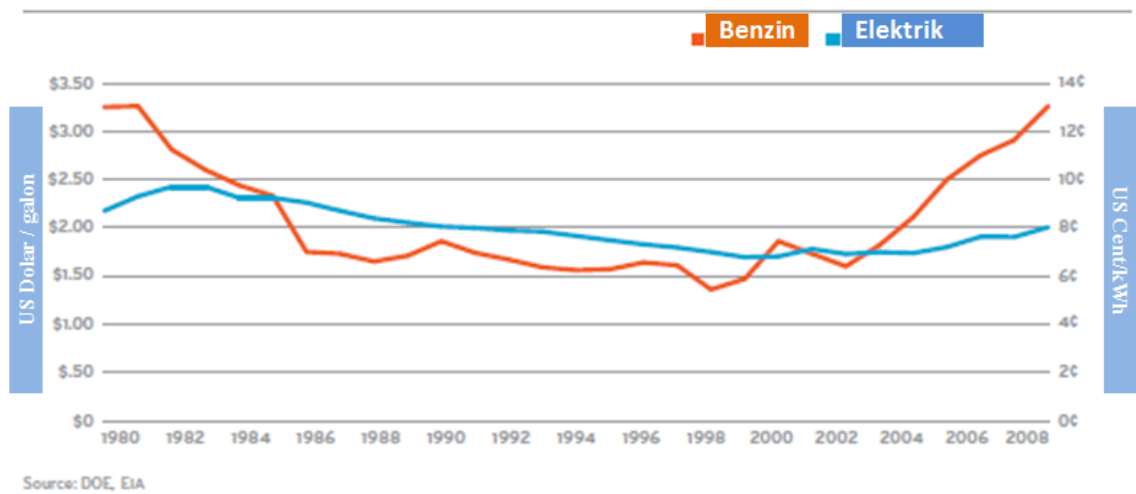
%70'ine karşılık gelmektedir. Bu durumu bir milli güvenlik meselesi olarak değerlendirmekte ve ulaşımda elektrifikasyon için yoğun çaba sarf etmekte, en büyük teşvik ve hibe desteklerini vermektedir.

Çizelge 2. 1 Senelere göre ABD'nde elektrik satış fiyatlarındaki değişim



ABD'de elektrikli araçlara geçişte önemli bir parametre olarak gösterilen stabil elektrik fiyatlarına karşın, tahmin edilemeyen ve hızlı yükselen petrol fiyatları olmaktadır. Aşağıdaki tablodan da görüldüğü gibi, 1980 – 2008 yılları arasındaki elektrik fiyatlarının, petrol fiyatları ile karşılaştırmasında aradaki fark ortaya çıkmaktadır. Bunun içine petrol ihtiyacının güvenliğe alınmasında harcanan yan masraflar bulunmamakta ve muhtemelen bu masraflar tüm topluma yayılmaktadır.

Çizelge 2. 2 Senelere göre ABD elektrik ve akaryakıt fiyatlarındaki değişim



Amerikan Enerji Dairesi raporuna göre (Department of Energy) ulaşım sektörü tek başına en yüksek CO2 emisyonuna sebep olmaktadır. ABD 'de ulaşımın elektrifikasyonu sayesinde sadece yukarıda bahsedildiği gibi yakıt ekonomisi değil, doğaya salınan zararlı partiküllerde de ciddi oranda azalma olacaktır. Amerikan elektrik üretiminde hem karbon içermeyen yenilenebilir enerji kaynaklarının, hem de nükleer enerjinin oranları her geçen sene artmaktadır ve bu da elektriğin daha düşük emisyonlarla üretilmesi anlamına gelmektedir.

Tahminlere göre 2010 – 2020 arasında ulaşımında kullanılan enerjinin yaklaşık %75 oranında artacağı düşünüldüğünde, yarın üretilecek enerjinin daha verimli şekilde kullanılmasının, bugünden daha da fazla önem arz edeceğini söylemek yanlış olmayacaktır. Özellikle motorlu araç sahipliğinin Avrupa ve ABD'nin çok altında olduğu ülkemizde durum henüz, verimsiz motorlu araçlara bağımlı haldeki gelişmiş ülkeler kadar geri dönülmesi zor değildir. OSD verilerine göre Türkiye'de araç sahipliği ortalaması 135/1000 kişidir. Bu rakam dünya ortalaması olan 155/1000 in bile altındadır. Örneğin Bulgaristan'da değer 408/1000 kişidir. Gelecek 10 yılda dünya ortalamasını yakalamak için 10 milyon araç gereklidir ve bunun ithalat ile karşılanmasının bedeli 100 milyar USD olacaktır. Yerli sanayinin bu talebi karşılaması zorunludur ve bu ihtiyacın hangi tip araçlar ile karşılanacağı hem ülkemizin ekonomik durumu, hem de çevre politikaları açısından çok büyük önem taşımaktadır.

Çizelge 2. 3 Senelere göre Türkiye nihai enerji talebinin sektörel dağılımı

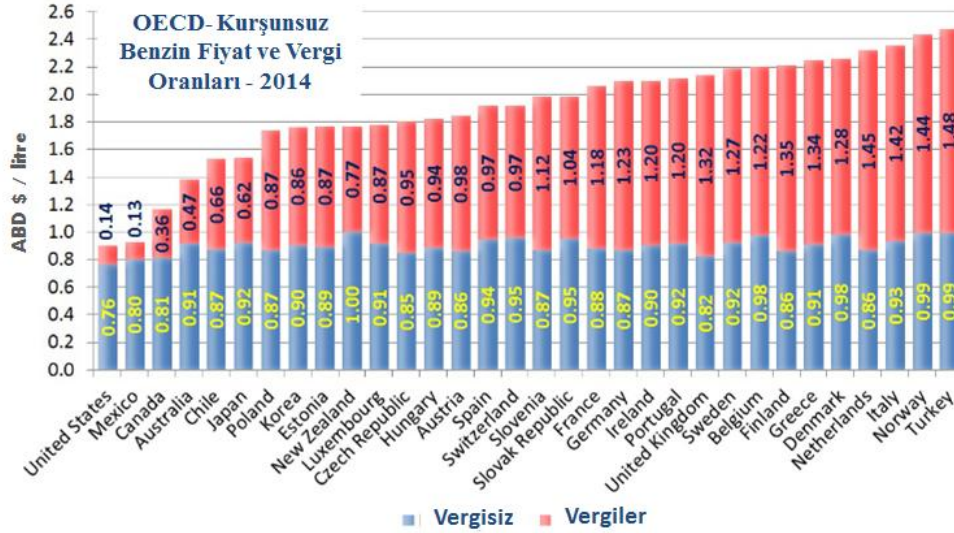
	2005	%	2010	%	2015	%	2020	%
SANAYİ	27	37	42	41	56	41	76	43
KONUT VE HİZ.	22	30	29	28	38	28	48	27
ULAŞTIRMA	14	19	20	19	27	20	34	19
TARIM	3	4	4	4	5	4	7	4
ENERJİ DIŞI	2	3	2	2	3	2	3	2
İÇ TÜKETİM	5	7	6	6	7	5	9	5
NİHAİ ENERJİ TÜKETİMİ	73	100	103	100	136	100	177	100

Kaynak: ETKB

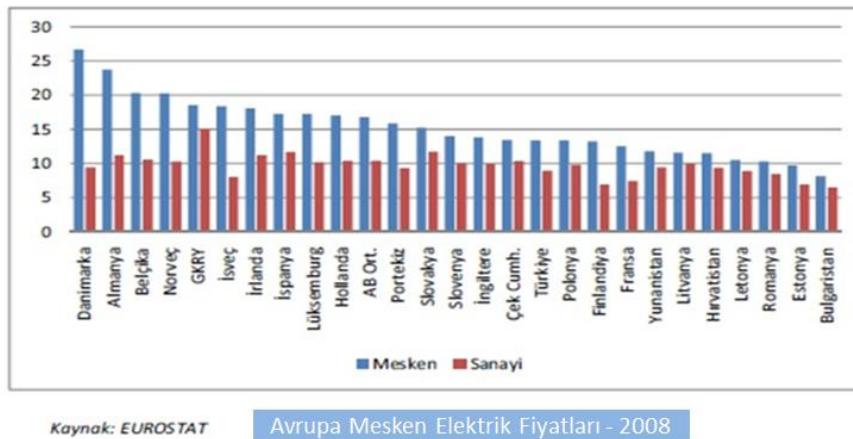
Türkiye deki vergilendirme sisteminde tüm enerji ürünlerinde %18 (KDV) vergi bulunmaktadır. Benzin ve dizel gibi yakıtlar için vergilendirme ise, KDV üzerine eklenen

ÖTV ile artmaktadır. Bu durum, ülke enerji stratejimizin, yakıtların elektrik üretiminde kullanılması ve elektriğin bir enerji taşıyıcısı olarak kullanılması yönünde olduğunu göstermektedir [5].

Çizelge 2. 4 Ülkelerin 2014 yılı OECD verilerine göre benzin fiyatları ve vergi oranları



2008 yılı itibarıyla Avrupa'nın en pahalı mesken elektrik enerjisini Danimarka kullanmaktadır. Türkiye'de ise elektrik fiyatı Danimarka'nın neredeyse yarı fiyatıdır. Danimarka, Almanya, Belçika gibi ülkeler Avrupa'nın en pahalı elektriğini kullansalar dahi elektrik enerjisinin hem fiyat hem de çevrecilik bakımından petrolden daha avantajlı olduğunu bu ülkelerin elektrikli araçlara yaptıkları yatırımlarda en üst sıralarda yer almalarından da görebiliriz.

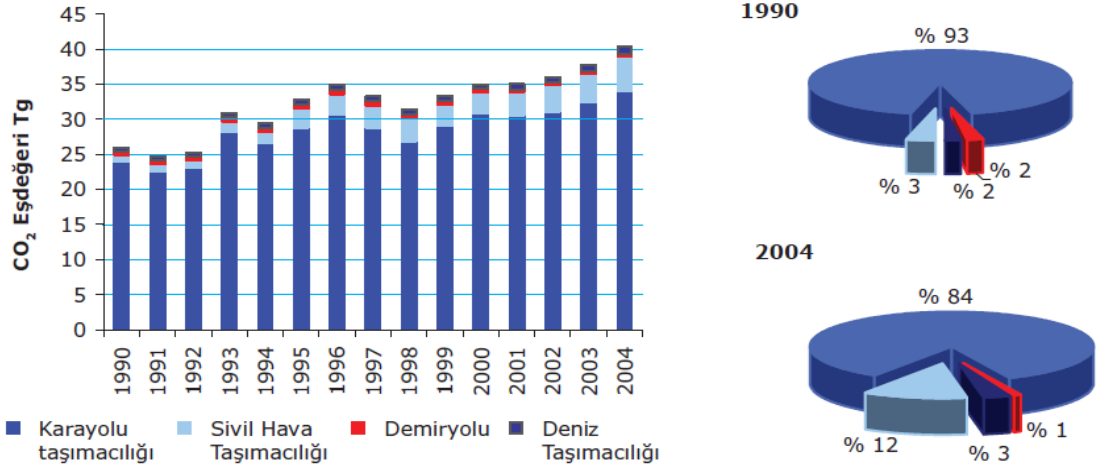


Şekil 2. 1 Avrupa ülkeleri mesken elektrik fiyatları

Yüksek lisans tezimde de bahsettiğim gibi, ülkemiz kaçırdığımız otomotiv trenin ardından global düzeyde içten yanmalı motorlu bir milli binek araç markası oluşturma fırsatını kaçırmış, bunun bedelini de binek araçlar için yurtdışına akıtılan büyük paralar ile ödemeye devam etmektedir. Ancak elektrikli araçların kaçırılmaması gereken yeni tren olabileceği ihtimaline karşın henüz geç kalmış sayılmayız. Yurtdışında yapılan çalışmalar ile oranlandığında başlangıç aşamasında olduğumuz bir gerçektir ancak son yıllarda çalışmalar başlamıştır. Elektrikli araçlara geçiş ve öncülük edebilme fırsatını verecek her türlü girişime büyük devlet desteği olacağı ilan edilmiş ve çeşitli bakanlıkların bu yönde somutlaştırmaya başladığı çalışmaları sırayla açıklanmaktadır. Örneğin Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından hazırlanan, Türkiye Otomotiv Sektörü Strateji ve Eylem Planına göre elektrikli, hibrit, CNG'li ve düşük emisyonlu araçların ülkemizde tasarımı, üretimi ve satışı ve altyapı çalışmaları ile ilgili birçok madde bulunmaktadır. Buna göre; Türkiye'nin "İklim Değişikliği" kapsamındaki ulusal vizyonu doğrultusunda alternatif yakıt kullanımının yaygınlaştırılması sağlamak amacıyla elektrikli araçlarda kullanılan batarya ve alternatif yakıt kullanan araçların ana parçalarının üretimi desteklenecektir. Çevreye duyarlı elektrikli ve CNG'li araçların kullanımının yaygınlaşması için gerekli altyapı çalışmaları yürütülecek, dolum istasyonları vb. yatırımlar geliştirilecektir. OSD, çevre dostu araçların kullanımının yaygınlaştırılması için toplumda farkındalık seviyesinin artırılmasına yönelik çalışmalar görsel ve yazılı basında yapacaktır.

Ulaştırma sektöründen kaynaklanan toplam CO₂ emisyonu 1990–2004 yılları arasında %55.8'lik bir artışla 26 Tg'dan 40.5 Tg'a yükselmiştir. Bu değerler, ulaştırma sektörü kaynaklı emisyonların 1990 yılında (nüfus: 56.5 milyon)kişi başına 0.46 ton CO₂ olan oranını 2004 yılında (nüfus: 71.5 milyon) 0.56 ton CO₂'ye çıkması anlamına gelmektedir. Bu hesaplamayı sadece karayolu ulaşımı için yaparsak yaklaşık değerlerle sırası ile 0.42 ton CO₂ ve 0.47 ton CO₂ olmaktadır çünkü aynı dönemde hava taşımacılığında da büyük gelişim yaşanmıştır. Aynı dönemde ulaşım sektöründeki CO₂ emisyonu, tüketilen yakıt başına azalma göstermiştir. Bu azalma, sektörün daha verimli enerji tüketimine yöneldiği anlamına gelmektedir.

Çizelge 2. 5 Türkiye ulaşım sektöründe CO₂ emisyonunun senelik değişimi



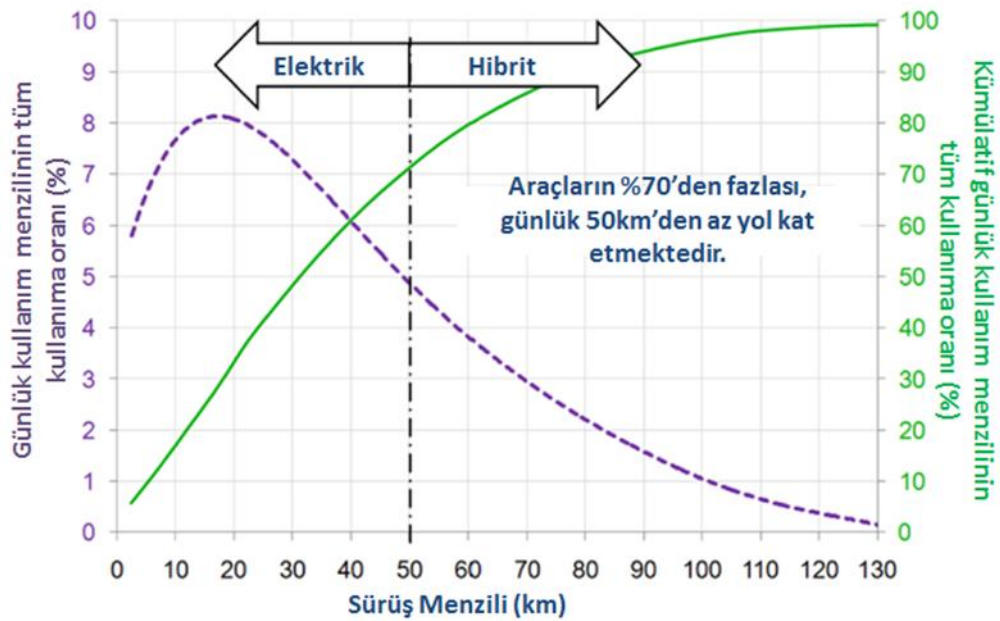
Benzer durumu LPG kullanımının özendirilmesi sonucu taksilerin benzinli araçlardan uzaklaşarak LPG kullanmaya başlamalarında da görebiliriz. Özellikle fabrika çıkışı olarak sunulan LPG'li araçlar bu açıdan çok faydalı olmuştur. Bu sebeplerle 2005 -2020 arasında artacağı düşünülen araç adetlerine karşın daha düşük oranda emisyon artışı olacağı tahmin edildiğini görebiliriz. Doğalgaz ve CNG'nin karayol taşımacılığı araçlarındaki kullanımı Türkiye'de henüz çok kısıtlıdır. Doğalgazın yakıt olarak kullanılması yalnızca bazı büyükşehir belediyelerinde çalışan toplu taşıma otobüslerinde ve sınırlı sayıda dönüşüm yapılmış araçlarda söz konusudur. Vergi avantajı anlamında yetkililer tarafından atılacak adımlar sayesinde doğalgazın daha fazla araçta yakıt olarak kullanılması sonucunda sera gazı emisyonlarının kısa vadede azalması söz konusu olabilecektir.

Otomotiv firmaları için yükselen emisyon regülasyonları, en büyük maliyet artış sebepleri içinde yer almaktadır. Avrupa için Euro6 uygulaması ile birlikte emisyon (NO_x, HC, CO, PM, vb.) değerlerinin düşmesini sağlayan araç egzoz dönüştürücü maliyetleri daha da artacaktır [6]. Elbette emisyon değerlerini mümkün olduğunca düşürmeyi hedefleyen bir aracı insanların günlük hayatlarına sokmak ana hedefimiz olmalıdır ancak, aynı zamanda otomotiv firmalarının da maliyetlerini düşürebildiğimiz ölçüde araçların satılabilir fiyatlara gelmesini de sağlayacağımız bir gerçektir.

Örneğin menzilli uzatılmış bir hibrit elektrikli araçta (REV) Avrupa'daki regülatif testler, NEDC çevrimi koşacak araç hem batarya doluluk oranı en yüksekten, hem de en düşükten koşması ve ortalamalarının alınması şeklinde olmaktadır. Bu durum, çok

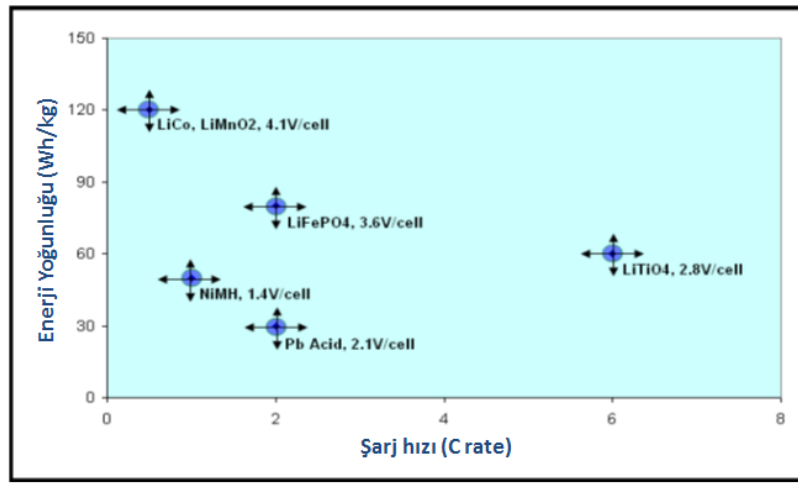
daha kolay bir şekilde regülasyonların sağlanması anlamına gelmektedir. Nitekim, 100km elektrikli menzili olan bir menzili uzatılmış elektrikli aracın (REV), Euro6 normlarının 5 katı emisyon yaymasına izin verilmektedir. Sonuçta aynı motoru kullanan bir konvansiyonel araç ile REV arasında REV emisyonunun çok daha yüksek tutulmasına imkan verilmektedir. Bu durum, ABD’de de Avrupa ile benzerdir [8].

Araştırmalara göre araç kullanıcılarının %70’ine günlük 50km sürüş menzili yeterli gelmektedir. Hibrit elektrikli araç üreticileri, geri kalan %30’un da taleplerini karşılamak ve yolda kalma psikolojisini yenmek için elektrikli araçları hibritleştirmekte ve kullanıcıya elektrikli menzilin yanı sıra, genellikle benzin ile ekstra menzil sunmaktadırlar. Elbette hibridizasyon, NEDC çevriminde düz benzinli versiyona göre %30’a varan yakıt tüketim avantajı sunmakla birlikte, örneğin 2014 yılı içinde ülkemizde de satılmaya başlanması planlanan düz elektrikli BMW I3 ve aynı aracın benzinle uzatılmış menzilli versiyonu arasında yaklaşık 4500 USD fiyat farkı bulunduğu da bir gerçektir [7].



Şekil 2. 2 Günlük sürüş menzili ile araç kullanım oranları

HIZLI ŞARJ İMKANININ ELEKTRİKLİ ARAÇLARA ETKİLERİ



Şekil 3. 1 Farklı batarya kimyalarının ortalama şarj kabul hızı ve enerji yoğunlukları

Günümüzde elektrikli araçlarda kullanılan/kullanılabilecek bazı lityum iyon batarya tipleri ve paket bazında şarj hızlarını göstererek proje fikrimizin gerçekliğini anlatmak amacıyla kısaca şarj hızlarına ve C katsayısının anlamına değinmek istiyorum. Temel olarak C şarj katsayısı, bir bataryanın ne kadar hızlı şarj olduğunu tanımlamada kullanılan bir katsayı olup, saatlik batarya kapasitesine eşittir. Örneğin 10Ah bir batarya için C=10A demektir. Şarj sırasında C/4 şarj katsayısı ile şarj edilen bir batarya 4 saatte dolarken, 4C ile şarj edilen bir batarya 15 dakika (1/4 saat) sürede dolmaktadır. Bu değer, yoğun Ar-Ge mesaisi harcanan konuların başında gelmekte ve en çok da ilgili bataryanın kimyasıyla değişiklik göstermektedir. Örneğin grafikte görünen lityum demir fosfat hücrelerden oluşan batarya 2C 'de, 25-30 dakika içinde şarj olabilirken lityum titanat bataryalar 6C'de, 10 dakika içinde şarj olabilmektedirler. Ancak herhangi bir araç tasarımında tek kriter şarj hızı olmadığı için, farklı özellikler de elbette gözönünde bulundurulmaktadır. Literatürde 3C, 4C, 5C, 6C, 10C ile yapılmış çalışmalar

bulunmaktadır. Ayrıca otomotivde çok önemli yer tutan ömür testleri, 4500 çevrime (hergün 1 hızlı şarj/deşarj çevrimi ile 12,5 yıla karşılık gelmektedir) kadar hızlı şarj ile yapıldığını bizlere göstermektedir [9][10] [11] [13].

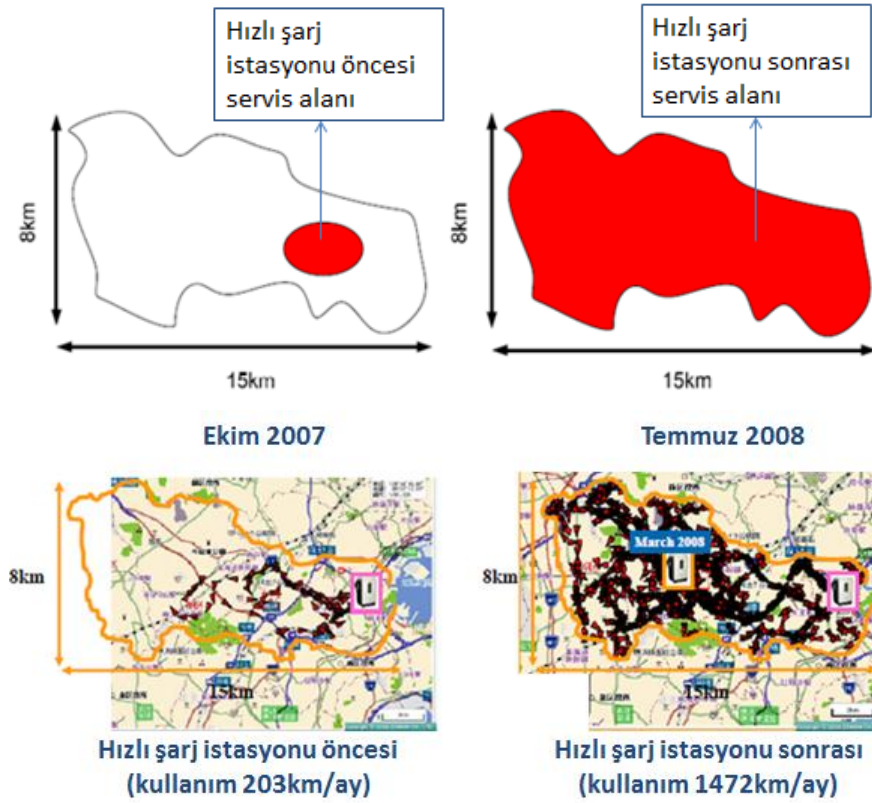
Farklı tip batarya kullanımları mümkün olmakla birlikte, kartuş elektrikli araç konseptinde ön şart olarak bataryanın hızlı şarja uygun olması gerekmektedir. Bunun için Alairnano veya Toshiba firmalarının lityum titanat tip lityum iyon bataryalarının kullanılmasına karar verilmiştir ve bundan sonraki hesapları da dikkate alınacaktır. Firma kaynaklarında bataryanın 10C (6 dakikada şarj edilme imkanı) şarj hızına kadar kullanılabildiği, bizim tasarım değerimiz olan 6C şarj hızında da rahatlıkla 10 dakika içinde şarj olabildiği görülmektedir [12].

Çizelge 3. 1 Toshiba Lityum titanat batarya hızlı şarj süre ve güçleri

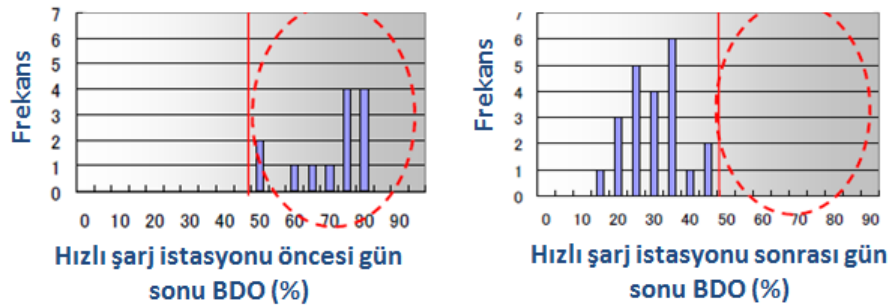
nC	Şarj süresi (dak.)	Hibrit araç (batarya:20Ah – 7.2kWh) şarj gücü (kWh)	Düz elektirkli araç (batarya :50Ah – 18kWh) şarj gücü (kWh)
1/3	180	2.4	6
1	60	7.2	18
2	30	14.4	36
3	20	21.6	54
4	15	28.8	72
5	12	36	90
6	10	43.2	108
7	8.6	50.4	126
8	7.5	57.6	144
12	5	86.4	216
20	3	144	360

DC hızlı şarj altyapı çalışmaları ve istasyon kurumlarının ilk başladığı ve bugün en yaygın ağa ulaşan Japonya’da, Tokyo Electric Power Company (TEPCO), Chademo DC hızlı şarj kullanıcı araştırmalarını 2007 yılında kendi filosundaki içten yanmalı motorlu araçları

elektrikli araçlar ile değiştirerek başlatmıştır. Bu çalışmada hızlı şarj imkanının bir bölgeye gelmesi ile elektrikli araç kullanıcılarının tutumlarındaki değişimi gözlemlenmiştir. TEPCO, çalışmasında 8 x 15 km genişliğindeki servis alanında gözlemlerini yapmıştır. Araçlar, Ekim 2007’de başlayan projede gece boyu TEPCO tesislerinde yavaş şarj cihazları ile şarj edilmekteydi. Ancak birkaç ay içinde görülmüştürki elektrikli araçlar sadece servis bölgesinin küçük bir bölümünde hizmet vermekteydiler. Bu aşamada servis bölgesinde kullanıcıların hızlı şarj ile gün içinde araçlarını şarj edebilecekleri istasyonlar kuruldu. İlk DC hızlı şarj cihazının kurulduğu Mart 2008 ile beraber, kullanıcıların aynı içten yanmalı motorlu araç kullanıcıları gibi tüm bölgeye servis vermeye başladığı gözlemlendi. Aslında en ilginç nokta ise, kurulan ikinci hızlı şarj istasyonunun sadece çok düşük periyotlarda kullanıldığının belirlenmesiydi. Bu durum bize elektrikli araç kullanıcılarının ‘menzil kaygısı’ sorununu anlamamızı ve kullanıcının hızlı şarj imkanından yararlanmasa bile, aracı ile yolda kalma kaygısı yaşamamasının elektrikli araç kullanmasındaki önemini göstermektedir. Kullanıcı, yolda kalmayacağına güvendiği sürece aracının menziline optimum kullanabilmekte ve aracının batarya kapasitesinden en yüksek oranda faydalanabilmektedir. TEPCO çalışanları DC hızlı şarj cihazlarının yerleştirilmesinden önce araçlarıyla tüm servis bölgesinin çok küçük bir bölümüne hizmet vermiş ve içten yanmalı motorlu araçlara göre çok küçük alan kapsamış olmalarına rağmen %50’den çok daha fazla BDO ile şirkete geri döndükleri raporlanmıştır. Hızlı şarj cihazlarının yerleştirilmesi ile BDO %50’nin altına inmiş ve tüm servis bölgesi elektrikli servis araçlarının kapsama alanına alınmıştır. Bu durum menzil kaygısı sorununun psikolojik etkisini net bir şekilde gözler önüne sermiştir.



Şekil 3. 2 TEPCO DC hızlı şarj örneği uygulama haritası



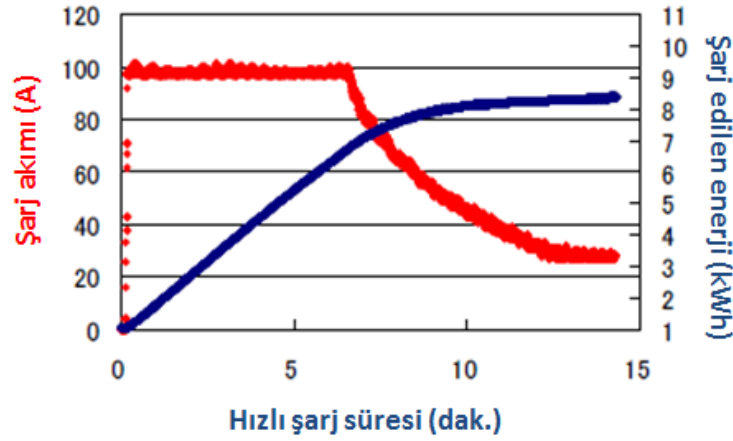
Şekil 3. 3 TEPCO DC hızlı şarj deneyi DC hızlı şarj öncesi ve sonrası BDO'ları

San Diego Gas & Electric firmasında pazarlama yöneticisi olan Chris Chen'in Plug-In Electric Vehicle Infrastructure 2012 konferansında yaptığı sunumda, DC hızlı şarj istasyonlarının elektrikli araç kullanımına etkisini TEPCO çalışması üzerinden göstermiştir. Hızlı şarj istasyonlarını pahallı bir güvenlik şemsiyesine benzettiği sunumunda, hızlı şarj istasyonunun BDO'na etkisi açıkça görüldüğünü belirtmiştir. 1996-2008 yılları arasındaki tecrübeleri ışığında aşağıdaki bazı önemli noktaları işaret etmiştir;

- AC veya DC şarj istasyonu montajı birden çok tarafın katılımıyla, zaman alan ve maliyetli bir işlem olmaktadır.(istasyon başına 30-45 gün sürmektedir)
- Eğer altyapı ihtiyacı 30 günden fazla ise, elektrikli araç satmak zorlaşmaktadır.
- Elektrikli araç kullanıcıları, kamuya açık şarj istasyonlarının kurulmasını istiyorlar ve bekliyorlar ancak çoğu zaman bu istasyonlar kullanılmamaktadır.

Ayrıca sunumda San Diego bölgesinde ortalama günlük sürüş mesafesinin, diğer çalışmalara benzer şekilde 42 km (26mil) olduğunu bilgisini vermiştir. %70 Tesla kullanıcısının araçlarını 120 V (Seviye 1) ile şarj ettiği ve %70 Chevrolet Volt kullanıcısının 240 V (Seviye 2) şarj cihazı hiç satın almadığı bilgisini vermiştir [13].

Tokyo Electric Power Company(TEPCO) tarafından yapılan çalışmada günlük menzilin 80 km ile sınırlandırılması yeterli görülmüş ve başlangıç olarak aşağıda teknik özellikleri verilen Subaru R1e ve Mitsubishi iMiEV ile çalışılmıştır. Testlerin başarı kriteri olarak enerji verimi yaklaşık 8.5 km/kWh (yaklaşık 0.118kWh/km) olması sebebiyle, 40 km menzile yetecek şarjın 5 dakikada (4-5kWh), 60 km'ye yetecek şarjın 10 dakikada(7-8kWh), doldurulması planlanmıştır [14].

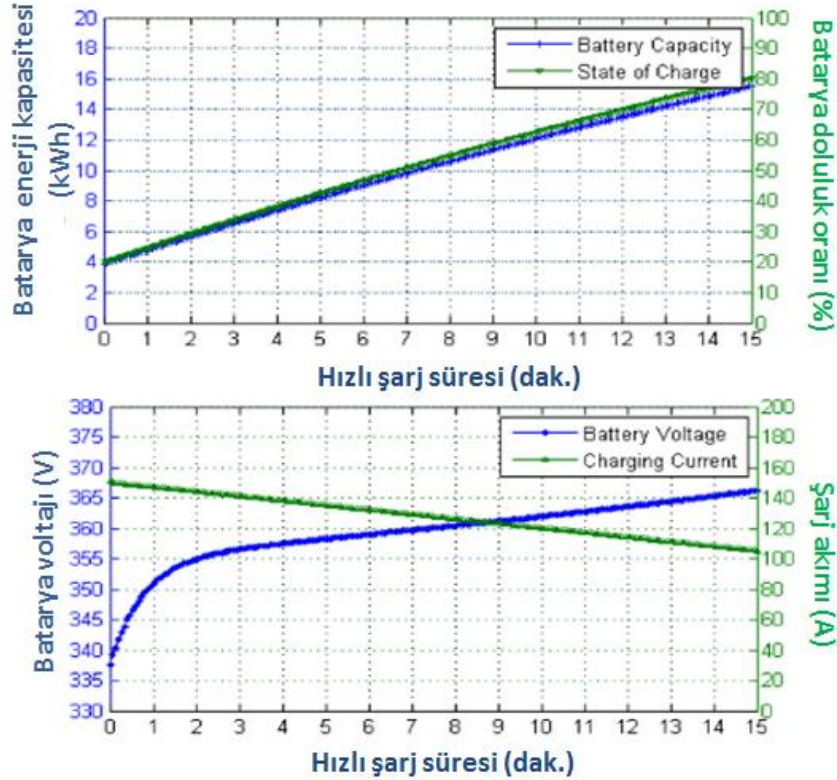


Şekil 3. 4 TEPCO DC hızlı şarj grafiği

Fark edilen bir diğer önemli parametre ise, şarj akımının çok yükseltilmesinin, şarj hızını aynı oranda arttırmadığı ve dolayısıyla süreyi de aynı oranda kısaltmadığıdır. BDO %10 olan bir iMiEV ile 100A ve 125A şarj akımlarıyla başlayarak yapılan şarj işlemlerinde maksimum volaj değerine ulaşılması ile birlikte akımlar düşmekte ve 20 dakika sonunda aynı değerlerde kesişmektedir. Toplam şarj süresi açısından incelendiğinde de,

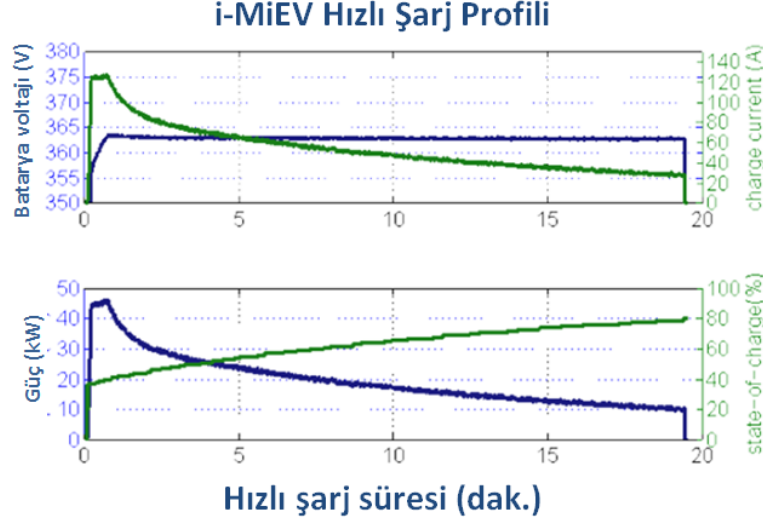
bataryanın iç dirençleri sebebiyle akım değerindeki artış oranında zaman kısalılamamıştır. Ayrıca batarya sıcaklık değerleri de, iç direnç ve şarj akımı sebebiyle yükselmekte ve yükselen sıcaklık, iç direnci daha da arttırmaktadır. Bir başka deyişle, çok yüksek şarj akımı, kısır döngü yaratmaktadır [15].

İdeal şartlar altında 20kWh kapasiteli lityum iyon bataryanın 4kWh-16kWh (%20-80) arasında hızlı şarjı 15dakika sürmüştür [16].



Şekil 3. 5 20kWh batarya hızlı şarj süresince akım / volaj /BDO değişimi

Benzer şekilde bir başka örnekte Mitsubishi iMiEV sabit akım-sabit volajda hızlı şarj işlemi 19 dakika sürede BDO %20'den %80'e çıkartılabilmektedir. (DC hızlı şarj işlemi batarya iç dirençlerindeki kayıplar ve AC-DC dönüşüm kayıplarından dolayı ortalama %85 verimde yapılmaktadır) [17].



Şekil 3. 6 Mitsubishi iMiEV sabit akım-sabit volajda DC hızlı şarj işlemi

Birçok şarj cihazı üreticisi elektrikli araçlar için DC hızlı şarj cihazlarını üretmekte ve bunlar çoğunlukla devlet destekli projelerde kullanılmaktadırlar. Şimdi bu cihazlar ile yapılan bir hızlı şarj deneyini inceleyerek farklı koşullardaki hızlı şarj işlemlerini inceleyelim. Deneyde ABB'nin prototip 50 kW (125A DC) bir Chademo DC hızlı şarj cihazı (ABB PCS100 DCFC) ve hızlı şarj kabiliyeti olan Citroen C-Zero aracı kullanılmıştır. Amaç, 16kWh kapasiteli lityum iyon bataryanın doluluk oranının ve ortam sıcaklığının şarja etkisini incelemenin yanı sıra, AC (10A AC) ve DC şarjın verimsel karşılaştırmasını yapmaktır [18].

DC şarj cihazı, cihaz üreticisi ile araç üreticisi aynı firma olmadığı ve dünyada uzlaşmış bir tasarım olmadığı için, şarj edeceği aracın batarya sistemi tasarımına bağlı olarak 100-500V arasında çıkış gerilimini ayarlamak durumundadır. Henüz en fazla 50 kW güç çıkışıyla çalışılmaktadır ancak batarya ve ultra hızlı şarj sistemleri geliştikçe bu değerin artabileceği ve dolayısıyla şarj süresinin kısalabileceği düşünülmektedir. Mevcut durumda eğer araç batarya sistemi izin veriyorsa, DC hızlı şarj cihazlarıyla 16-20 kWh enerji kapasiteli bir bataryanın şarj süresi yarım saatin altında olabilmektedir.

Bataryanın hızlı şarj sonucu ısınması, bataryaya beslenen akımın azalması veya bataryanın soğutulmasını gerektirebilmektedir. Örneğin Citroen C-Zero gibi bazı araçlarda bulunan aktif soğutma sistemi sayesinde sıcaklık belli bir değerin üzerine çıktığında soğutma devreye girmektedir. Tezim kapsamında önerdiğim kartuş elektrikli araç modeli, halihazırda hızlı şarj sırasında içten yanmalı motor – jeneratörün

çalışmasından dolayı, aynı bir konvansiyonel araçta olduğu gibi ihtiyaç duyulduğu zamanlarda bataryayı soğutma özelliği de bulunabilecektir. Bu özelliğin detaylı çalışılması, bu tezin kapsamında incelenmeyecek ve ideal durumda daha ileriki sanayi-üniversite çalışmaları ile çözülecek bir mühendislik çalışmasıdır.

Test sırasında hızlı şarj yöntemi olarak sabit akım – sabit volaj yöntemi takip edilmiştir. Yöntemin adından da anlaşıldığı gibi ilk önce sabit akım ile bataryanın şarj edilmeye başlanmakta ve bu sırada volaj yükselmekte. Hedeflenen set edilen volaja ulaşıldığında da sabit volaj ile devam edilmekte ve akım yavaş yavaş düşmektedir.

Çizelge 3. 2 ABB firmasının DC hızlı şarj deneyi sıcaklık ve süre bilgileri

Ölçüm	İlk BDO (%)	Min/Max batarya sıcaklığı (C)	Ortam sıcaklığı (C)	%80 BDO'na kadar şarj süresi (dakika)
1	17.5	27 / 30	19	23
2	10	22 / 27	18	25
3	10	7 / 14	-4	62
4	9.5	10 / 15	-1	55
5	43.5	24 / 26	23	21
6	50	31 / 32	26	17

Birinci ve ikinci ölçümler sıcak ortamda, sırasıyla %17.5 ve %10 BDO'nda yapılmıştır. Şarj süresi de birbirlerine benzer şekilde sırasıyla 23 ve 25 dakika olmuştur. Şarj yönteminde ilk 4 dakika sabit akımda sürdürülmekte ve bu esnada volaj hızla 363V'a yükselmektedir. Daha sonra sabit volaj ile şarj devam ettirilmekte ve akım, 23ncü dakikada, 29A olana kadar azalmaktadır. Bataryanın sıcaklığı, 30C'dan 38C'a kadar sabit akım ile şarj bölgesinde yükselmekte ve bir fan sayesinde bu seviyede tutulmaktadır.

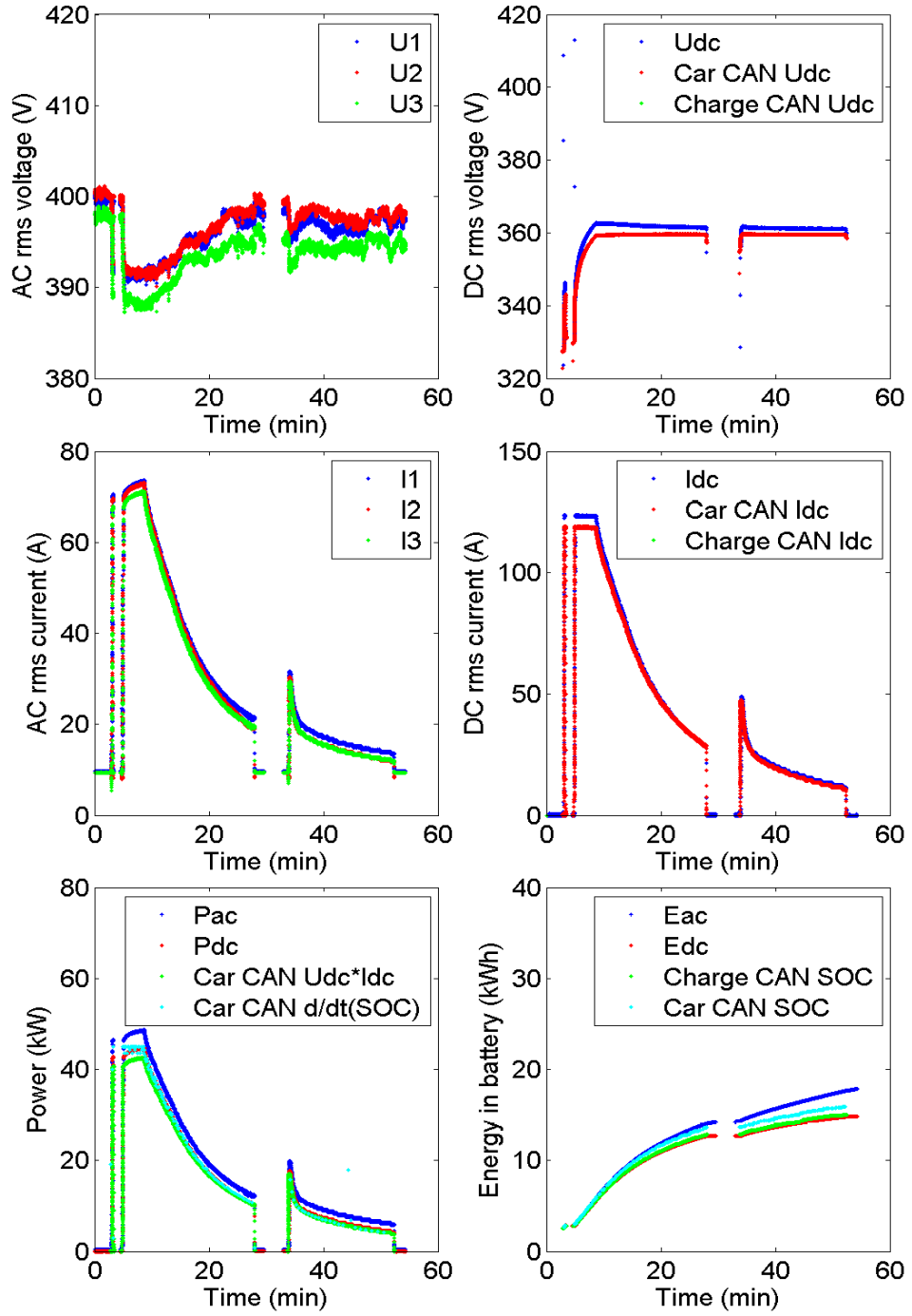
Şarj işlemi, 28 dakika içinde, %84 batarya doluluk oranında durdurulmaktadır. Bu noktadan sonra %100 BDO'na ulaşmak için manuel olarak işlem yapmak gerekmektedir ve bu tezin kapsamı dışında olduğu için incelenmemiştir. Özellikle en al grafikte görülen Eac ve Edc değerleri arasındaki fark şarj cihazının verimini ve kayıp enerjiyi ifade

etmektedir. Eac, hızlı şarj cihazının şehir şebekesinden çektiği, Edc ise araç bataryasına gönderilen enerjiyi ifade etmektedir. Özellikle gücün, cihaz nominal gücünden (52kW) uzaklaştıkça, yani güç azaldıkça verim düşününü görmek mümkündür. Katalog değerlerindeki verim, DC hızlı şarj cihazı nominal güçte çalıştığı zaman için geçerli olmaktadır.

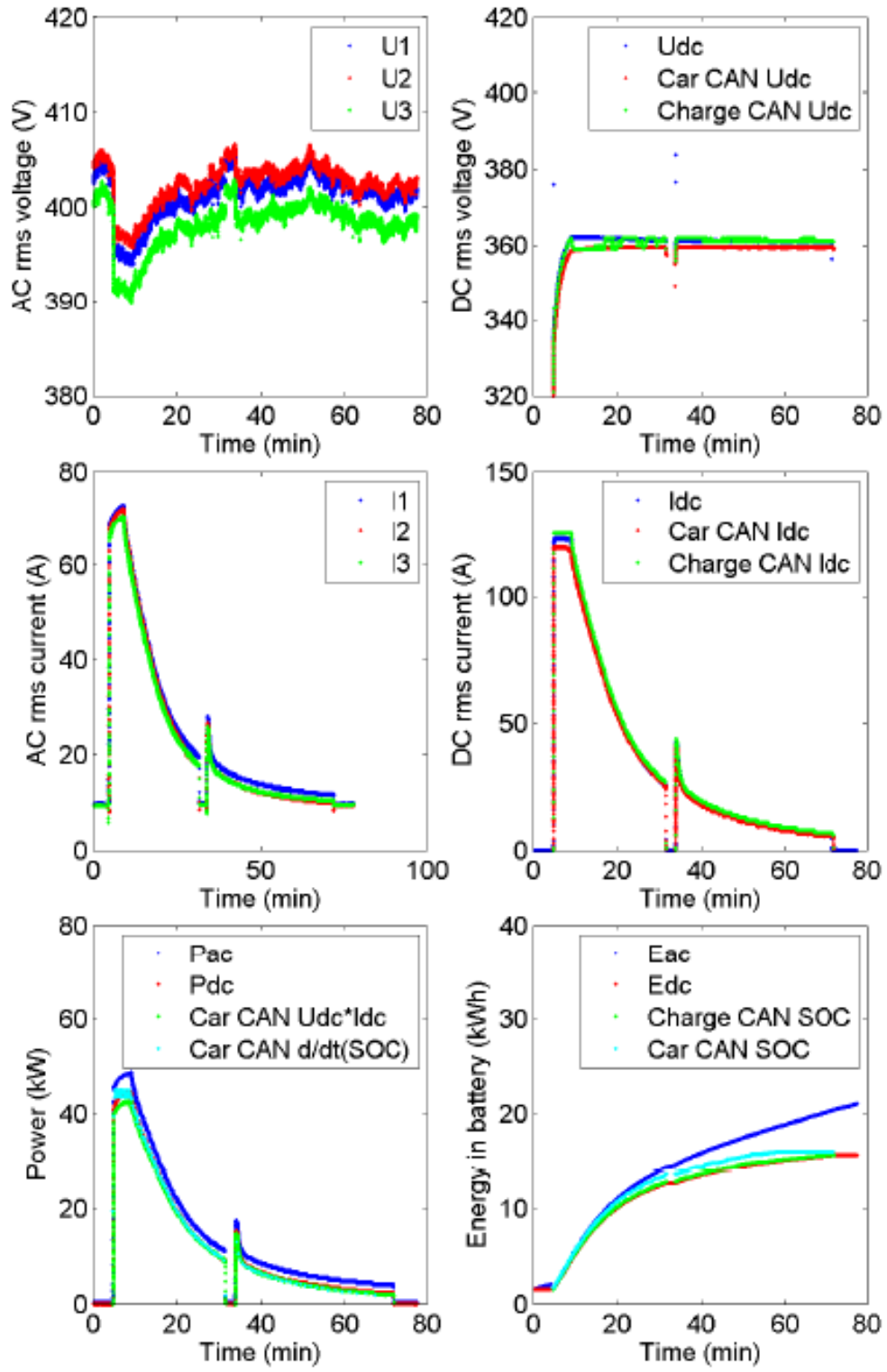
Üçüncü ölçüm, soğuk hava ve soğuk batarya üzerinde yapılmıştır. Araç 20 saat boyunca sıfır derecenin alındaki ortamda bulunmuştur. Test başlangıcında ortam sıcaklığı -4C'da başlamış ve 4C'a çıkmıştır. Ancak batarya izolasyondan dolayı 7-14C arasında kalmıştır.

Dikkat edilmesi gereken en büyük fark, batarya sıcaklığının düşük olmasından dolayı birinci ve ikinci ölçümlerde şarj başlangıcında gördüğümüz yüksek sabit akım, 25A ile sınırlandırılmaktadır. Elbette bu durum şarj süresine etki etmekte ve ancak şarj başladıktan 40 dakika sonra sabit volajda şarj işlemi başlayabilmiştir. Toplam şarj 60 dakikadan fazla sürmüştür.

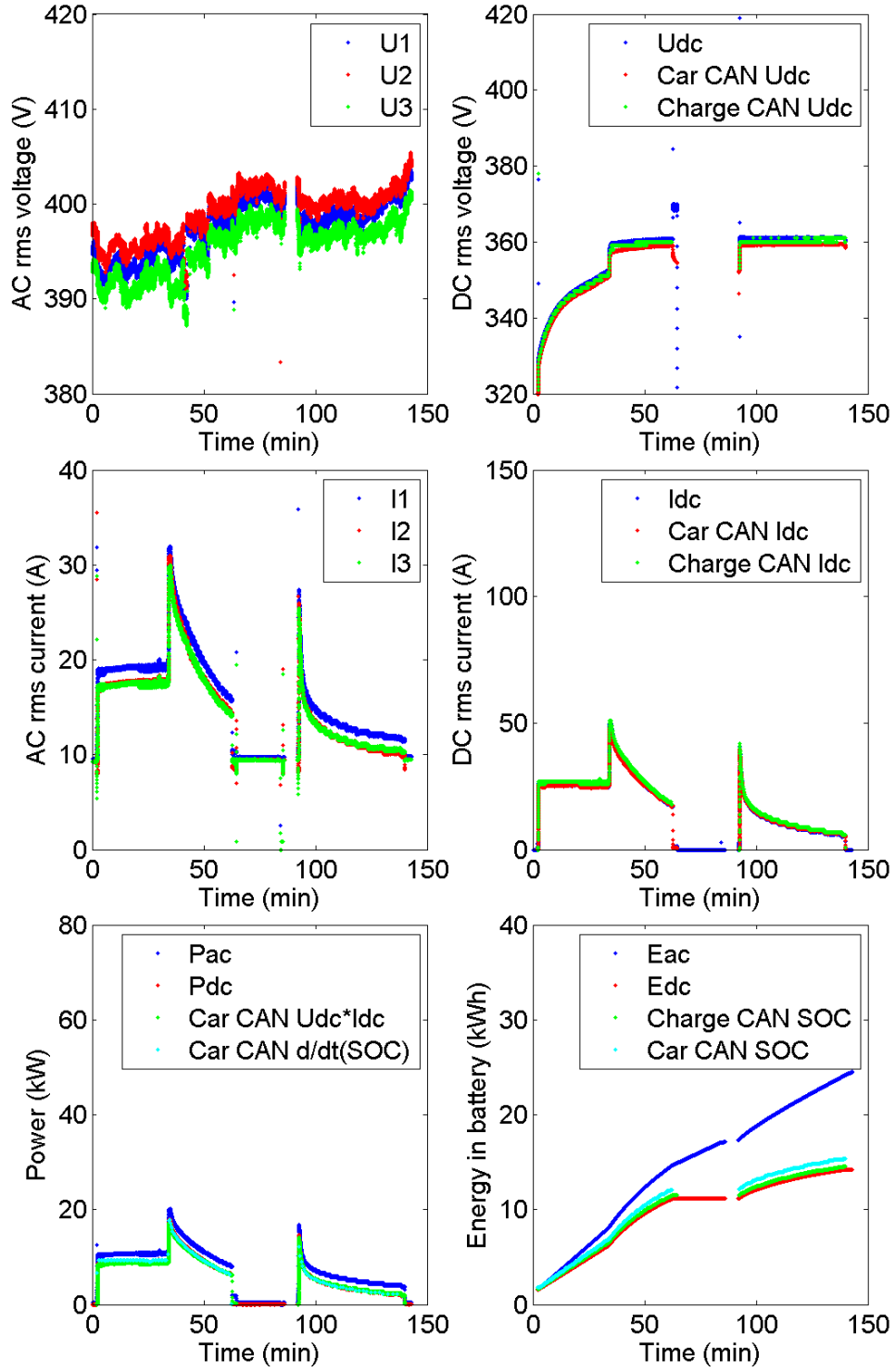
Dördüncü ölçüm soğuk ortamda ve soğuk batarya ile yapılmıştır ancak batarya sıcaklığı 10C'nin altına düşmemiştir. Bu sebeple sabit akım değeri, bir önceki ölçümdeki gibi 25A değil, 50A'de tutulabilmiştir. Şarj işlemine başladıktan 20 dakika sonra volaj 360 V'a ulaşmış ve sabit volajda devam edilmiştir. 55 dakika sonunda batarya %80 doluluk oranına ulaşmıştır.



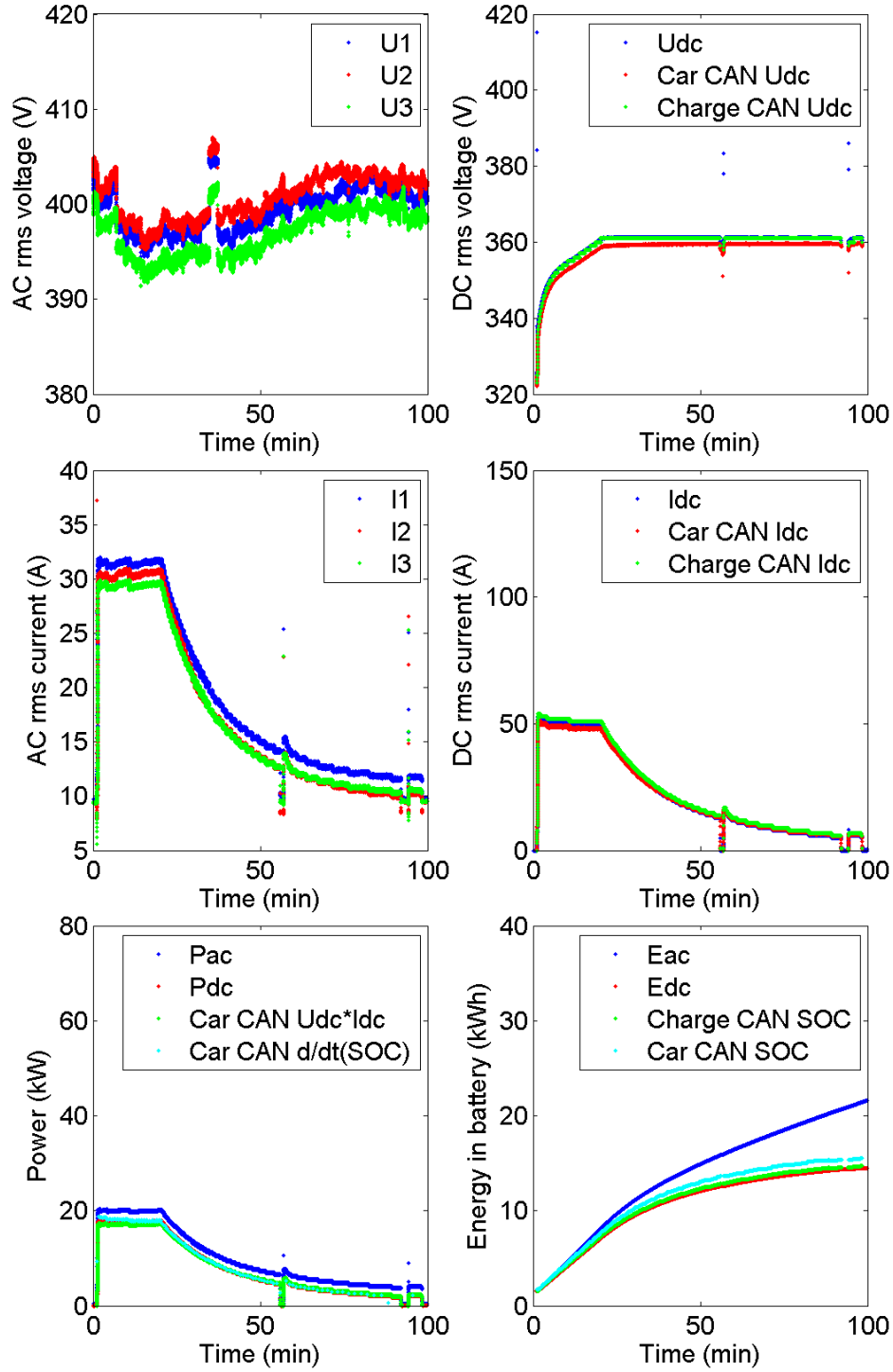
Şekil 3. 7 Ölçüm 1 – Volaj, akım ve BDO değişimleri



Şekil 3. 8 Ölçüm 2 – Volaj, akım ve BDO değişimleri



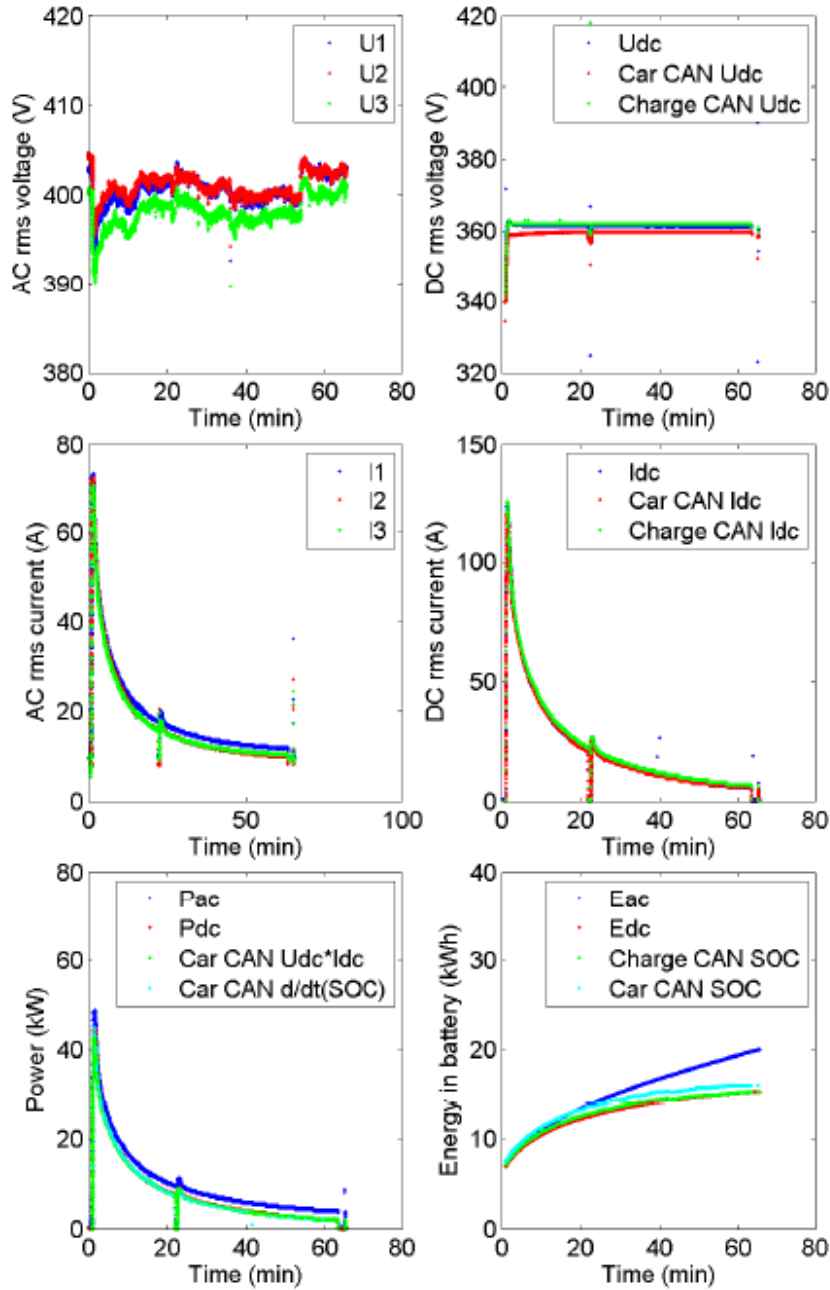
Şekil 3. 9 Ölçüm 3 – Volaj, akım ve BDO değişimleri



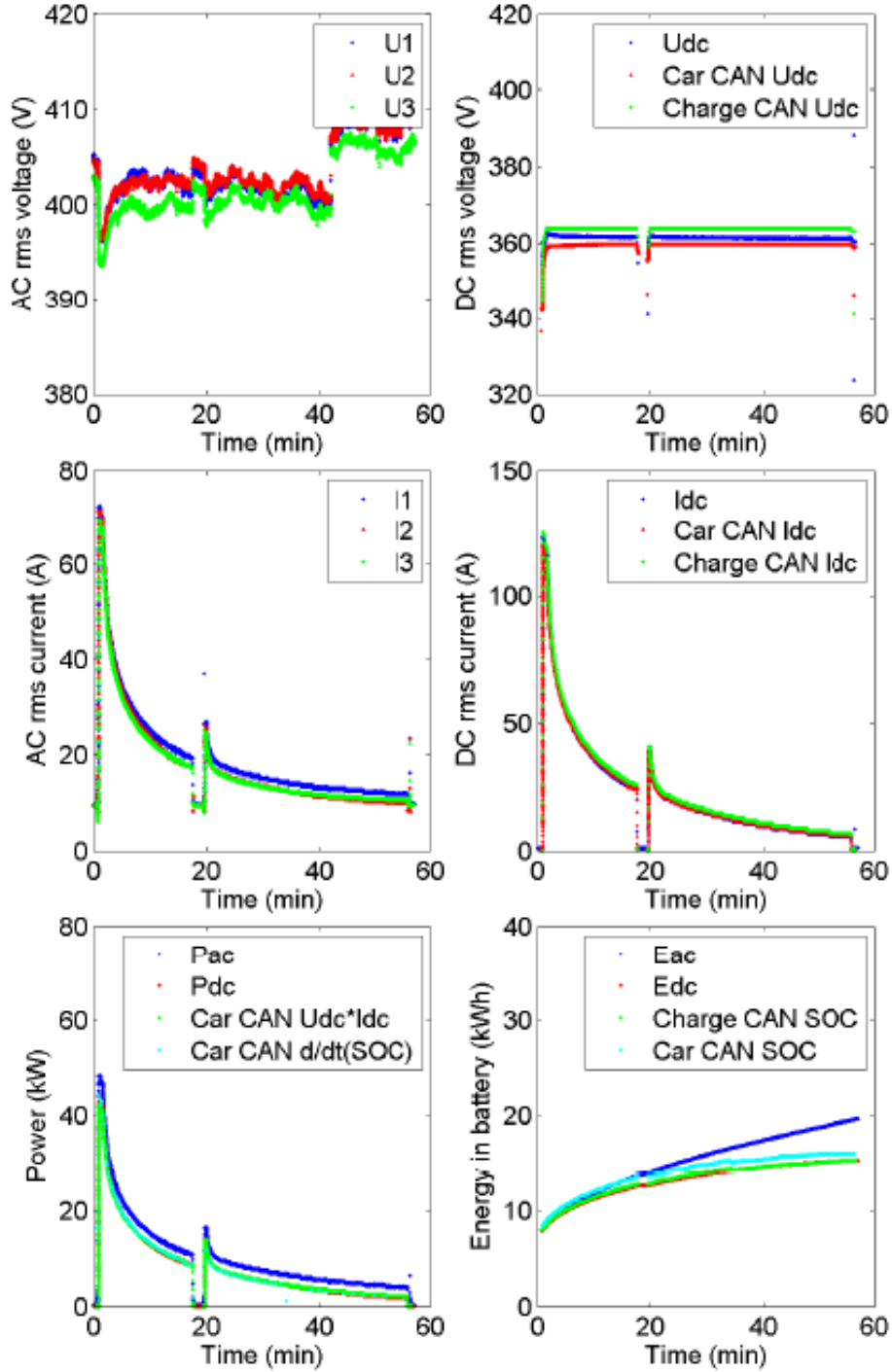
Şekil 3. 10 Ölçüm 4 – Volaj, akım ve BDO değişimleri

Beşinci ve alıncı ölçümlerde batarya doluluk oranı %43.5 ve %50 olduğu halde hızlı şarj edilmeye çalışılmıştır. Sabit akım ancak 1 dakikadan az süre devam etmiş ve sabit volaj ile şarj tamamlanmıştır. Çok önemli bir ayrıntı olarak toplam şarj süresinin 17 ve 21 dakika sürdüğünü ve bunun neredeyse BDO %20'nin altında olan bataryanın şarj edildiği

birinci ve ikinci ölçümlerden sadece sırasıyla 2-8 dakika daha kısa olduğunu vurgulamak isterim. Yani hızlı şarj edilmek istenen bataryanın gerçekten acil durum veya neredeyse tam boşalmış bir seviyede olması, Chademo protokolüyle şarj süresinin en verimli kullanılmasına olanak vermektedir.

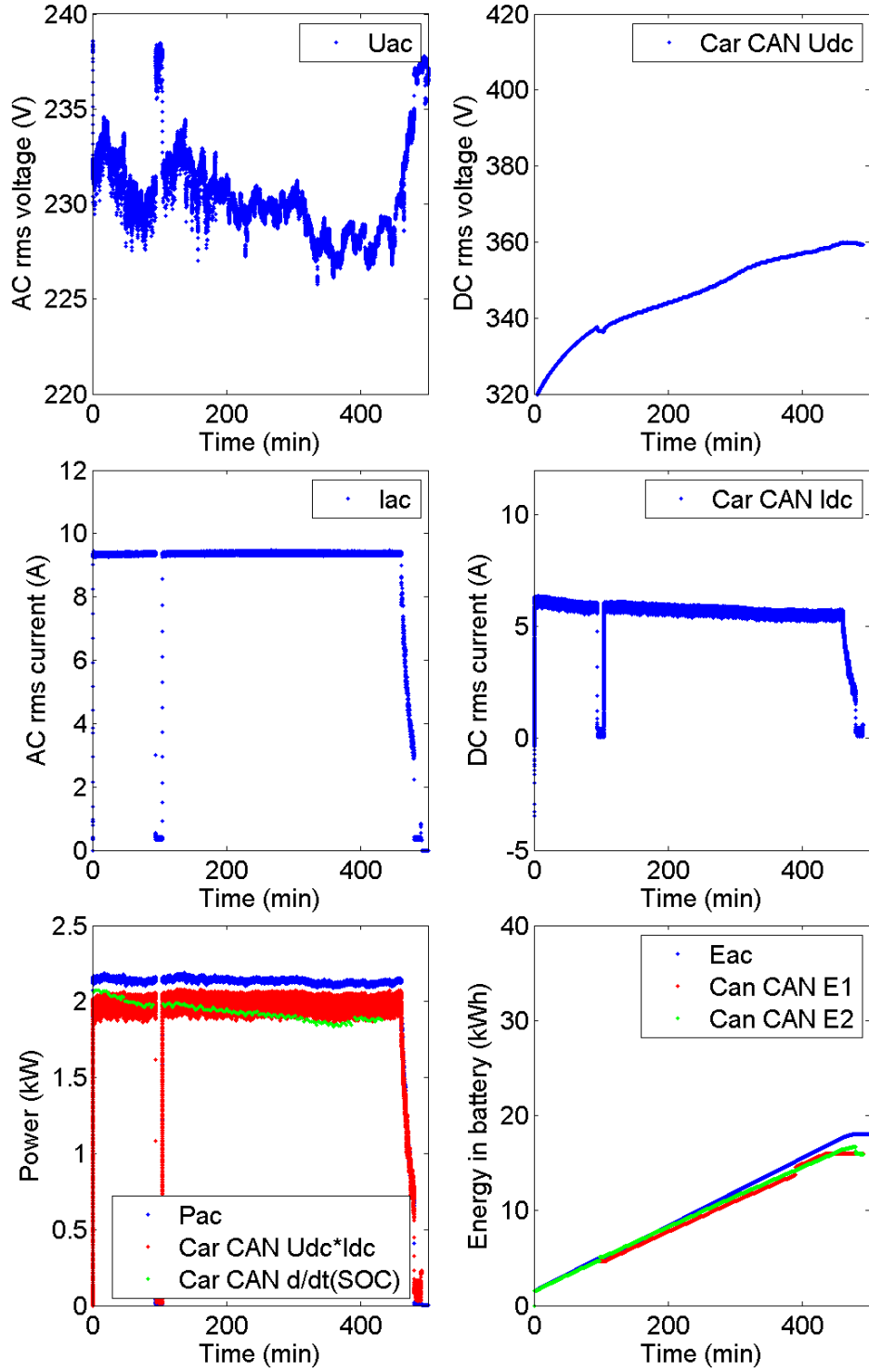


Şekil 3. 11 Ölçüm 5 – Volaj, akım ve BDO değişimleri



Şekil 3. 12 Ölçüm 5 – Volaj, akım ve BDO değişimleri

DC hızlı şarj ile AC yavaş şarj yöntemlerini karşılaştırmak amacıyla yapılan yedinci ölçümde araç 10A AC şarj konnektörü vasıtasıyla şarj edilmiştir. Yavaş şarj, çoğunlukla yaklaşık 5A sabit akımda 8 saatten fazla sürmüştür.



Şekil 3. 13 AC şarj sırasındaki volaj, akım ve BDO ölçümleri

Aracın batarya yönetim sistemi (BMS, battery management system), aşağıdaki değerlerde gördüğümüz üzere, bataryaya zarar vermemek amacıyla batarya sıcaklığına göre şarj akımı değerini sınırlamaktadır. Bu sebeple 22C ve 30C batarya sıcaklıkları olan 1nci ve 2nci ölçümlerde hızlı şarja uygun şekilde 125A akım beslenmektedir. Daha

sonraki ölçümlerde batarya sıcaklığına göre 25A ve 50A olarak sınırlandırma olmakta, dolayısıyla şarj süresi uzamaktadır. Düşük akım ile şarj, volajın da yavaş yükselmesine sebep olmaktadır.

Çizelge 3. 3 Sıcaklığa bağlı şarj akım değişimi

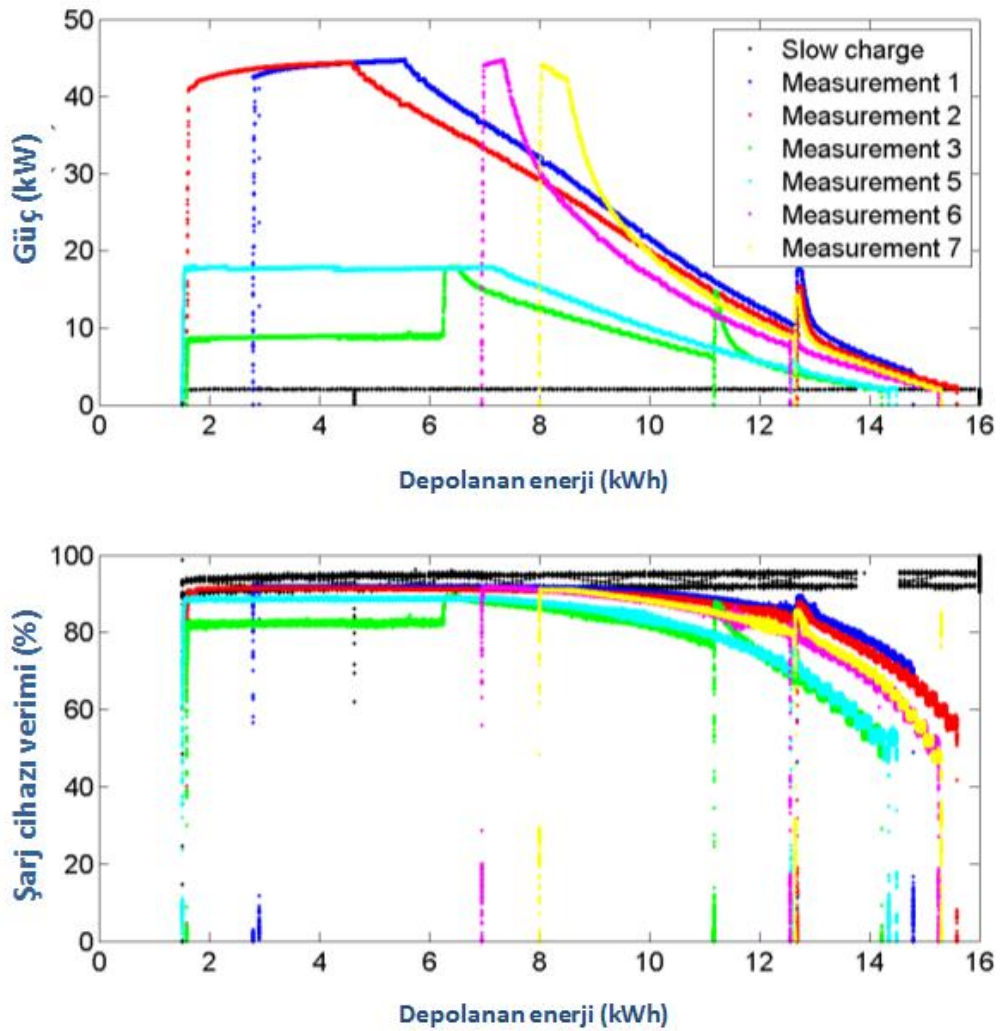
Batarya sıcaklığı (C)	Şarj akımı (A)
< 10	25A
10 - 20	50A
> 20	125A

Şarj cihazı verimi, grafikte görüldüğü gibi şarj sırasında ve şarj şartlarına göre çok değişmektedir. Özellikle nominal akım ve volaj değerleri ile belirtilen DC hızlı şarj cihazı verimi, gerçek şartlar söz konusu olduğunda idealden sapmalarla çalışmaktadır. DC hızlı şarj başlangıcında sabit akım safhasında volajın da yükselmesi ile nominal güçte çalışılmaktadır. 1nci ve 2nci ölçümlerde açıkça görüldüğü üzere, BDO %70'in alındayken ve batarya sıcaklığı 20C'ın üstündeyken verim %90'ın üzerindedir (yaklaşık %92). Batarya soğukken, 50A şarj akımında verim %88, 25A şarj akımında ise verim %82 olmaktadır. Bu da bize göstermektedirki DC hızlı şarj cihazı, yüksek akım çekilen durum için optimize edilmiştir. BDO %83 (3ncü ölçüm için %76) olduğu zaman şarj otomatik olarak durmaktadır ve manuel olarak tekrar başlatmak gerekmektedir. Bu durumda şarj cihazı verimi %85'den %50'ye kadar düşmektedir. Esasen tüm DC hızlı şarj işlemlerinin %80 BDO'na kadar yapılması, ölçümlerden de gördüğümüz gibi, sadece batarya ömrü açısından değil, aynı zamanda enerjinin verimli kullanımı açısından da önemli bir parametredir.

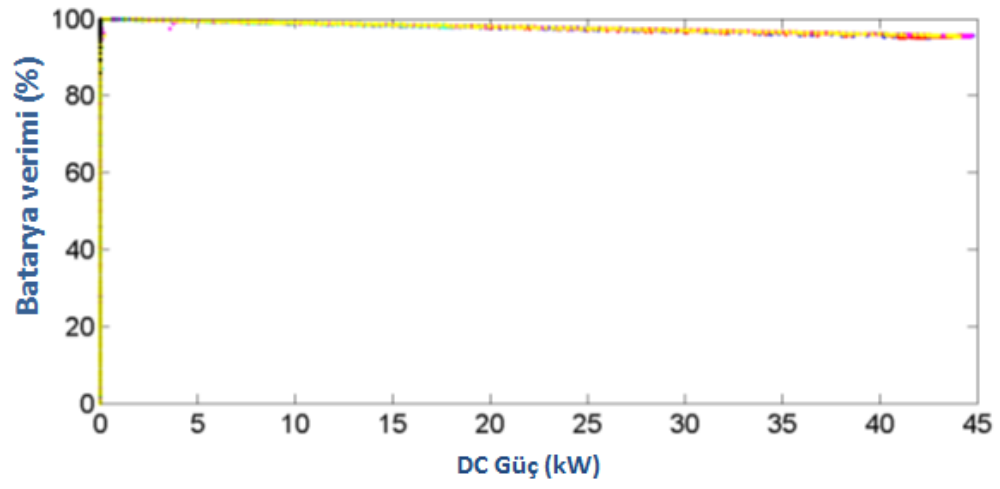
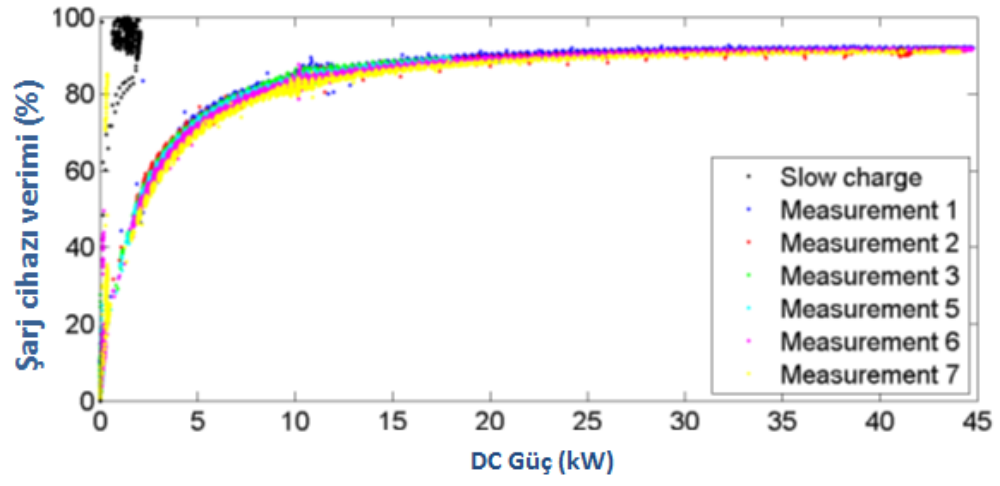
AC yavaş şarj cihazının gücü 2kW ve sabittir, yani BDO ile değişim göstermemektedir. Grafikten de görebileceğimiz gibi tüm şarj boyunca %90-96 arasında olan AC yavaş şarj cihaz verimi, her zaman için DC hızlı şarj cihazından yüksek olmaktadır. Özellikle %60 BDO'ndan sonra (örneğimiz için 9.6kWh) DC ile AC şarj cihaz verimleri arasındaki fark çok artmaktadır.

DC hızlı şarj cihazının tam yükte çalışırken verimi %91-92 olmakta ve kayıpları yaklaşık 4-5kW olmaktadır. Akım ile birlikte düşen güç 20kW altında verim %90'ın altına inmekte ve 2kW güç ile şarj edilirken, AC yavaş şarj ile aynı güçte, verim %50'ye düşmektedir. Bununla beraber AC yavaş şarj cihazının verimi sürekli %90 ve kayıpları da 100-200W mertebelerinde olmaktadır.

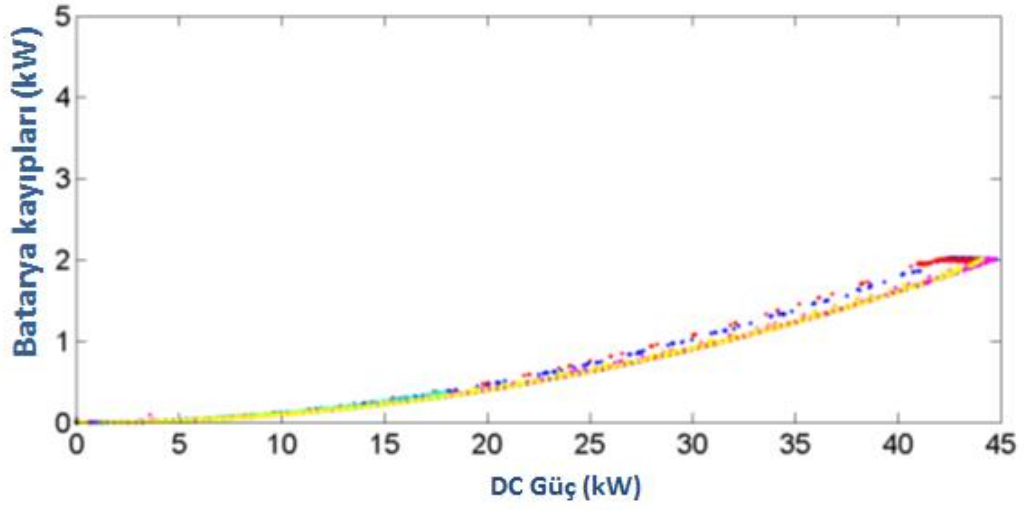
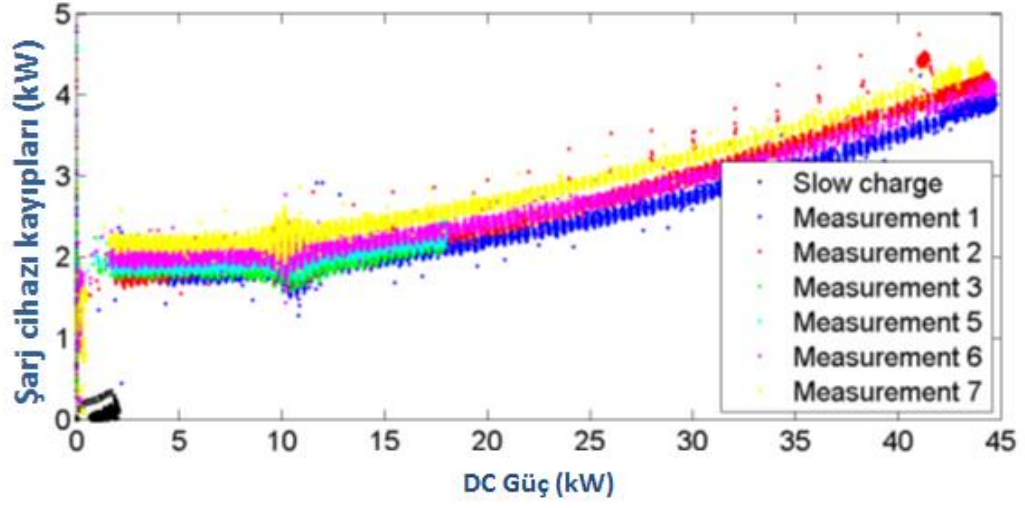
Grafikte görüldüğü gibi nominal değer olan 50kW güçte şarj cihazı kayıplarının yarısı kadardır. Bu değerde verim %95.5 olmaktadır. AC yavaş şarjda ise kayıplar 5W'dan azdır. Batarya, kayıpları sonucu ısınmaktadır ve kimi zaman sınır sıcaklıklar aşılsa tehlikeli sonuçlarla karşılaşılabilir.



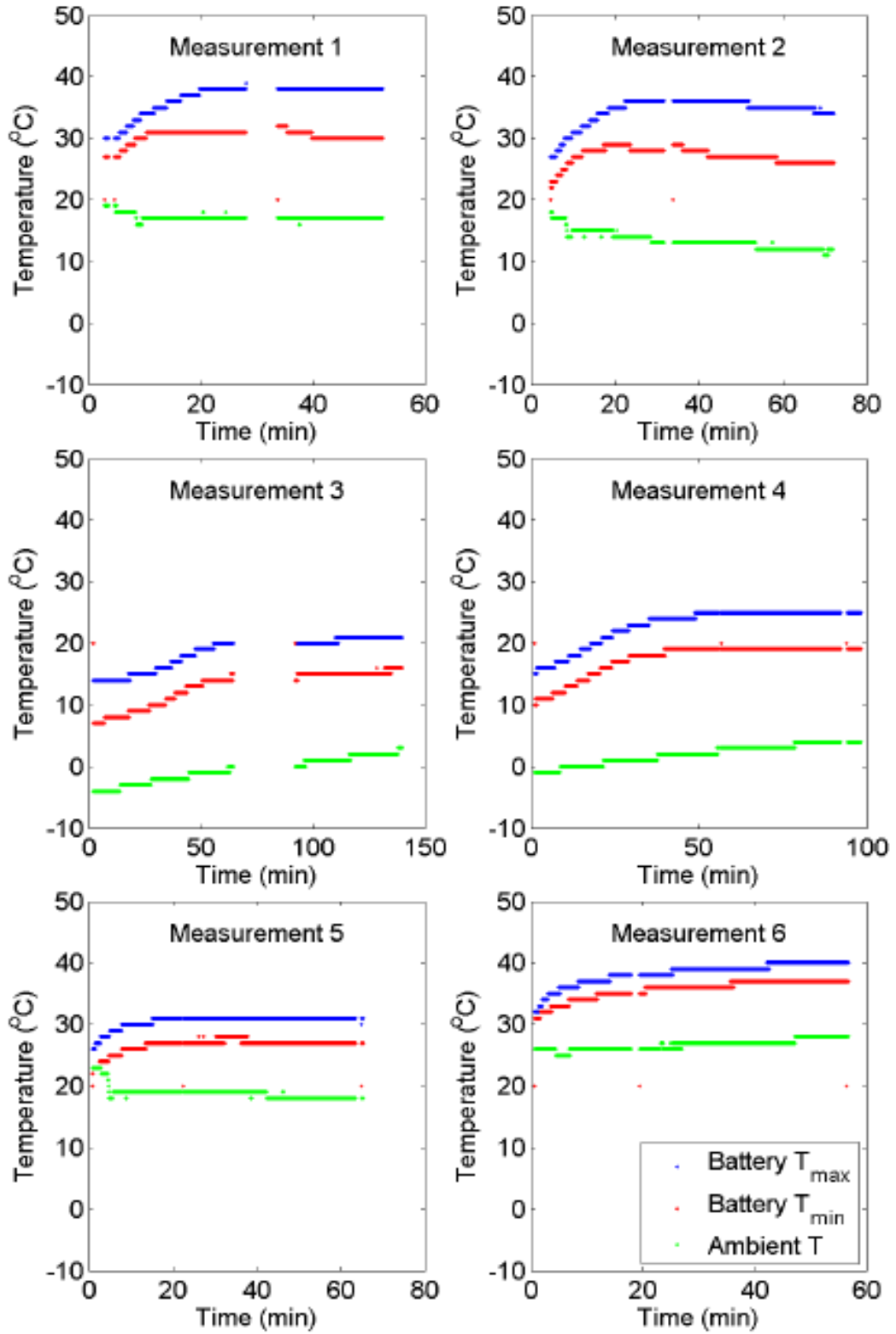
Şekil 3. 14 Batarya doluluk oranına göre şarj cihazı verimi ve şarj gücü değişimi



Şekil 3. 15 DC güce göre şarj cihazı ve batarya verim değişimi



Şekil 3. 16 Şarj cihazında ve bataryadaki kayıpların güce bağlı değişimi



Şekil 3. 17 Ölçümlerde batarya ve ortam sıcaklıkları

Bu çalışmanın ortaya koyduğu ve DC hızlı şarj işleminin çalışma sınırları önemlidir. Batarya sıcaklığı, şarj akımını ve dolayısıyla da şarj süresini belirleyen en önemli

etkendir. Bunu batarya yönetim sistemi kontrol etmektedir. Dış ortam sıcaklığı da önemli bir etken olmakta, ancak batarya sıcaklığı belirleyici olmaktadır. Optimum değerler olan 20C batarya sıcaklığı ve %10-20 BDO, şarj işleminin 16kWh kapasiteli örnek bataryanın %80 BDO'na gelmesinin 30 dakikanın altında bir sürede gerçekleştiğini görebiliriz. Ancak sadece ilk 5 dakika içinde optimum değerlerde , 50kW güç ve 125A DC akımda çalışılmaktadır. Batarya sıcaklığının 10-20 C arasında olduğu durumlarda şarj akımı 50A ile sınırlanmaktadır. Sıcaklık 10C'nin altına indiğinde ise şarj akımı 25A ile sınırlanmaktadır. Böylece şarj süresi 60 dakikaya çıkmaktadır. Bu durum, batarya sıcaklığı düştükçe akımın azaldığını ve hızlı şarj anlayışından uzaklaşıldığını göstermektedir.

Batarya doluluk oranının da hızlı şarjı etkileyen bir parametre olduğunu görmekteyiz. Eğer 20C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ve %50 BDO'nda bir bataryanın hızlı şarj edilmesi istenirse, 125A en yüksek şarj akımı ile işlem başlamaktadır. %80 BDO'na kadar şarj işlemi 18 dakika sürmektedir. Buradan çıkartabileceğimiz sonuç, düşük BDO'na gelindiğinde hızlı şarj yapmak, hem süre olarak çok avantaj sağlamakta, hem de daha önce bahsettiğim gibi, yüksek verim bölgesinde çalışılmaktadır. Aynı bataryanın %20-50 arasında şarj edilmesi ile %50-80 arasında şarj edilmesi arasında hem verim, hem de süre farkı olduğu görülmektedir. Yani eğer hızlı şarj ile kullanıcı aracını istediği zaman ve yerde şarj edebilecekse, batarya kapasitesi küçülmeyebilir. Bu sayede araç ilk maliyeti ve aracın ağırlığı azalabilir. Kullanıcı da aracını her zaman şarj edebileceği bilinci ve rahatlığı ile sadece çok gerekli olan zamanlarda, BDO %20'nin altına inmeye başladığında yapabilir.

Bu tezin araştırma kapsamına girmese bile, kullanılan örnek prototip hızlı şarj cihazının şarj işleminin yapılmadığı zamanlardaki standby – bekleme kayıpları 400W gücündedir. Senelik bir hesapla 3504 kWh enerji kaybına tekamül eden ve 16kWh bataryalardan 219 adede karşılık gelmesi, zaten emekleme dönemindeki güçlüklerle zaman kaybeden sektör için önemlidir. Ayrıca %90-96 verime sahip AC şarj cihazlarına karşılık, nominalde %91-92 verimde çalışan DC şarj cihazı (2kW çıkış gücünde %50 verime düşmekte), elektrikli araçların enerji verimliliği dolayısıyla kullanılması düşünüldüğünde önemlidir. Her ne kadar ticari olarak satılan DC hızlı şarj cihazlarının bazılarının katalog

değerleri %95 olsa bile, bunların nominalden saptıkça verim değişimlerinin nasıl değişeceğine dair bir veri bulunamamıştır.

Maalesef benzer çalışmayı yayınlanandan detaylı olarak Türkiye’de yapmaya çalıştığımızda, bir Kanada firmasının araç datalarını toplamaya yarıyan cihazlarını Türkiye’ye göndererek desteklemeyi kabul etmesine rağmen Türkiye’de henüz hızlı şarj olabilen araç satılmaması (gösterim amaçlı bulunuyor fakat kullanma izni alınamamıştır) ve hızlı şarj cihazı distribütör firmalarının da istekli olmaması sonucu belirttiğim sorunun çözüleceği ileriki bir tarihe ertelenmek zorunda kalınmıştır [19].

Yukarıda anlatmış olduğum hızlı şarj yönteminde DC hızlı şarj işlemlerinin sabit akım ve sabit volaj prosedürü ile yapılabildiği görülmektedir ancak bundan farklı şarj profilleri de izlenebilmektedir. Özellikle kartuş elektrikli araç konseptimizde kullanmamızın içten yanmalı motor-generator çiftinin en verimli bölgesinde çalışması açısından sabit güç ile hızlı şarj üzerine yapılan bir projenin çıktılarını incelemek, izlediğimiz yolun doğruluğunu teyit edebilecektir.

Literatürde sabit akım ve sabit güç altında hızlı şarj imkanlarının olduğu ve aralarında şarj sonunda belirgin bir fark oluşmadığı görülmektedir. [20]

Avrupa Birliği projesi olarak gerçekleştirilen EDISON (Electric Vehicle In A Distributed And Integrated Markets Using Sustainable Energy And Open Networks) projesinde farklı şarj profilleri ve batarya paketleri ile hızlı şarj gerçekleştirilmiştir. Bu farklı hızlı şarj profilleri sabit akım (SA), sabit güç (SG), zorlamalı güç (ZG), ve darbe güç (DG) olmuştur. Konu karmaşasına girmemek için bu yöntemlerden sadece bizi ilgilendirecek sabit güç profiline odaklanacağım. Proje kapsamında 2 farklı batarya tipinde 2C, 3C, 4C şarj hızları ile testler yapılmıştır. Özet olarak, her 2 batarya da, şarj profilinden bağımsız olarak 5 dakika içinde %25, 15 dakika içinde %50 şarj kazandırılabilmiştir ve bu esnada hızlı şarj açısından bulunan en büyük engel, batarya paketinin soğutulması olmuştur. Testler, kapasite kaybını ortaya çıkarmaya yönelik bir ömür çevriminden ziyade, sadece birkaç ay süreli hızlı şarj, yavaş deşarj çevrimleri olarak geçmiş olmakla birlikte, farklı şarj profilleri ile hızlı şarj sonucunda bataryalarda normal dışı bir kapasite kaybı görülmediği not edilmiştir.



Şekil 3. 18 Batarya doluluk oranının 3 farklı şarj yönteminde değişim profili

Çizelge 3. 4 Farklı DC hızlı şarj profilleri

Şarj Profili	Şarj Profili Karakteristiği	Yorumlar
SA – Sabit Akım	Batarya gerekli enerji aktarımı sonuna veya batarya şarj gücü limitlerine ulaşınca kadar sabit akım ile şarj edilir.	BDO ile birlikte volaj yükseleceği için, şarj sırasında şarj gücü artacaktır.
SG – Sabit Güç	Batarya gerekli enerji aktarımı sonuna veya batarya şarj gücü limitlerine ulaşınca kadar sabit güç ile şarj edilir.	BDO ile birlikte volaj yükseleceği için, şarj sırasında akım düşecektir.
ZG – Zorlamalı Güç	Batarya gerekli enerji aktarımı sonuna veya batarya şarj gücü limitlerine ulaşınca kadar güç kademeli azalılarak şarj edilir.	Şarj başlangıcında volaj en düşük değerinde olacağı için akım en yüksek değerde olacaktır.
DG – Darbe Güç	Batarya gerekli enerji aktarımı sonuna veya batarya şarj gücü limitlerine ulaşınca kadar darbeler halinde sabit güç ile şarj edilir.	Şarj işlemi kesintili olacağı için ortalama güç, darbe gücünden düşük değerde olacaktır.

Testlerde kullanılan batarya paketleri hibrid elektrikli araç uygulamaları için tasarlanmış BYD marka 50 Ah / 16 kWh lityum demir fosfat batarya paketi ve saf elektrikli araç uygulamaları için tasarlanmış Kokam marka 75 Ah / 26 kWh lityum polimer batarya paketi olmuştur.

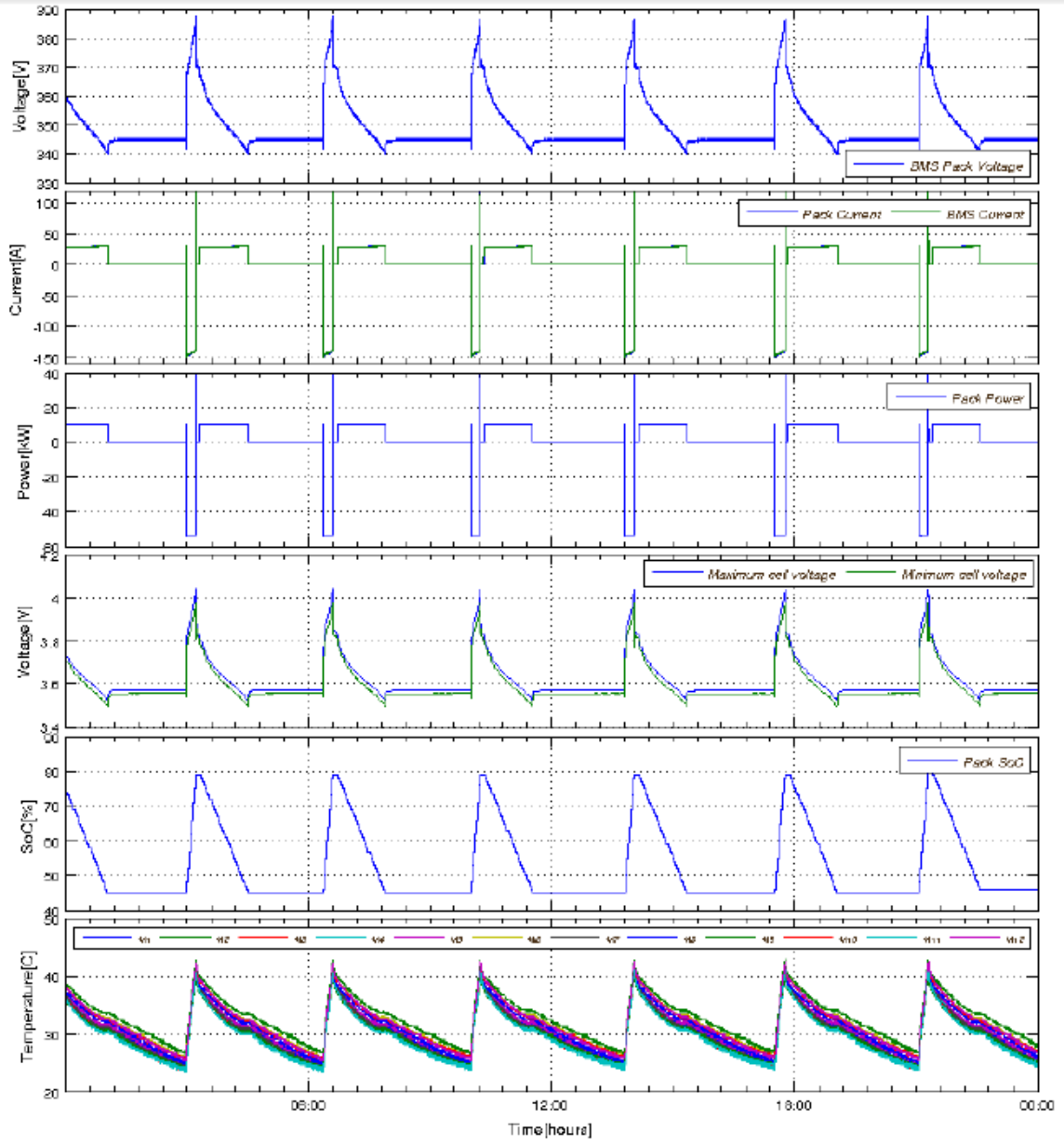
Çizelge 3. 5 EDISON Projesi hızlı şarj batarya özellikleri

Üretici – Tip - Model	BYD – FV50 F3DM Fe – Lityum Demir Fosfat	Kokam – SLPB 75 – Lityum polimer
Nominal volaj	320 V	350 V
Kapasite	50 Ah – 16 kWh	75 Ah – 26 kWh
Max. Şarj akımı	100 A	225 A
Max. Deşarj akımı	300 A	450 A
Max. Sıcaklık	55 C	45 – 55 C

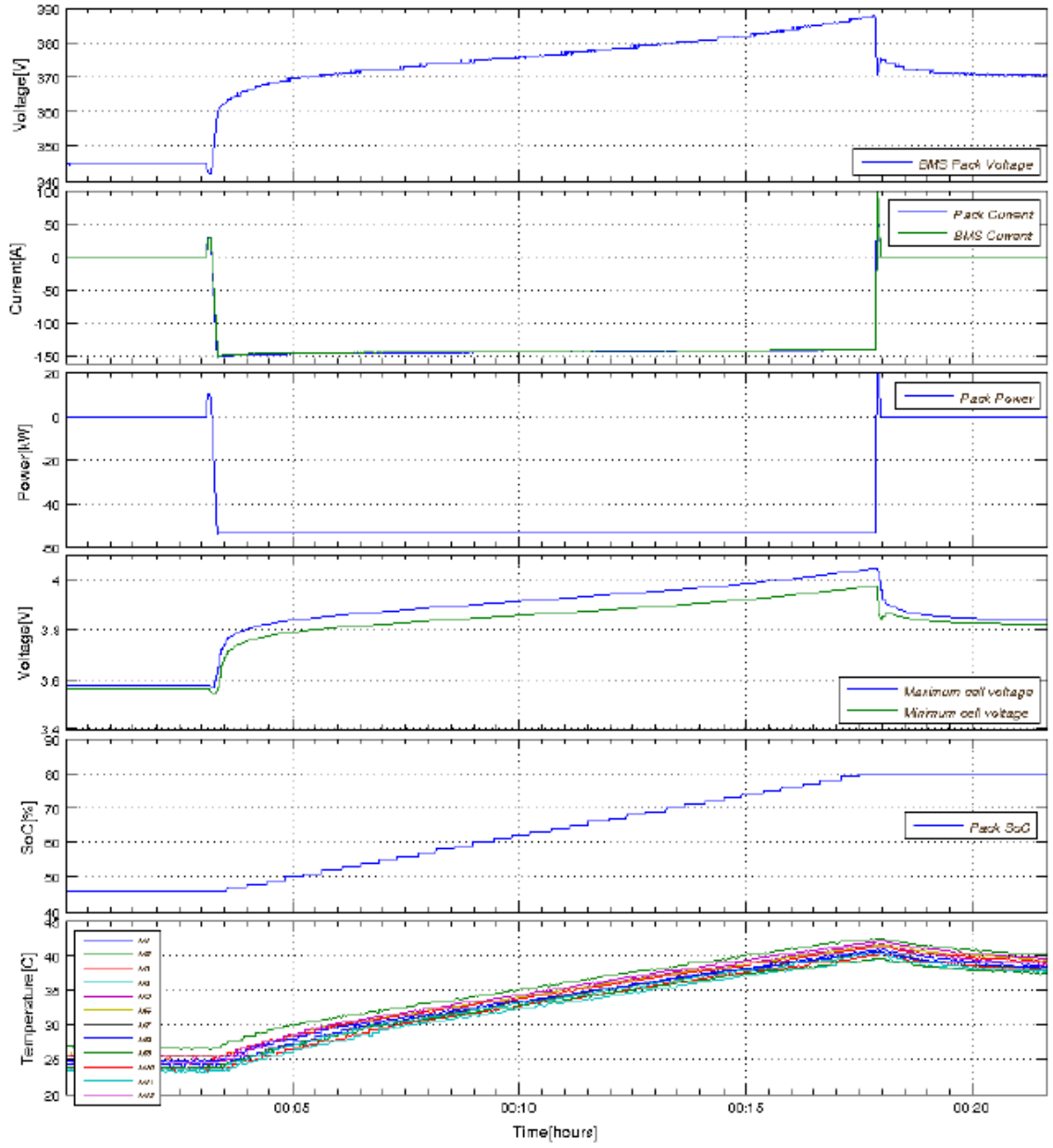
DC hızlı şarj cihazı ile sabit güç altında hızlı şarj yapılmasının bataryaya etkisi ve akım – volaj - BDO grafiklerinin incelenmesi önemlidir. Bu sayede kartuş elektrikli aracımızda da sabit güç altında hızlı şarj yapılması durumunda benzer bir etki oluşacağı tahmin edilebilir.

26 kWh Kokam bataryanın 2C şarj hızında 52 kW sabit güç ile tekrarlı olarak şarj edilmesi sonucu grafikte de gördüğümüz gibi 13 kWh (kapasitenin %50'si) enerji 15 dakikada şarj edilmektedir. Şarj sırasında volaj, BDO ile birlikte yükselmekte ve akım ise 150A'den aşağı düşmektedir. Böylece şarj gücü, DC hızlı şarj cihazının en verimli çalıştığı tasarım noktası olan 52kW değerinde sabit kalmaktadır. Batarya sıcaklıklarında 25C'dan 40C'a artış gözlemlenmekte ve zorlamalı soğutma sayesinde hızlı bir şekilde düşürülmektedir.

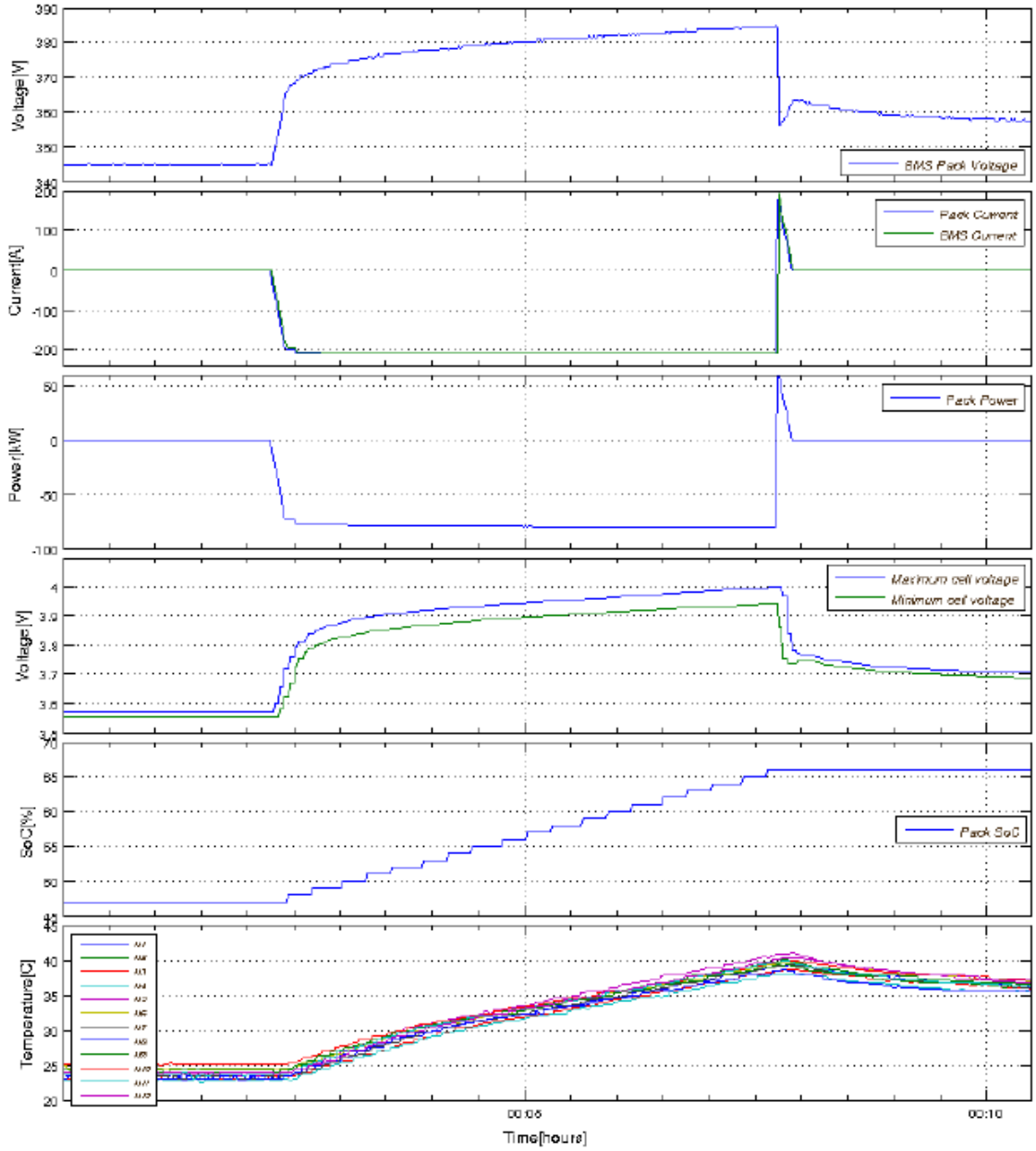
Aynı bataryanın sabit akım ile hızlı şarj edilmesi sırasında ise çekilen yüksek akım (210A - 3C) değerlerinden dolayı 80kW şarj gücüne çıkmış ve 5 dakika içinde batarya %25 enerji kapasitesi şarj edilmiştir. Batarya sıcaklıklarında 25C'dan 40C'a artış gözlemlenmektedir.



Şekil 3. 19 Kokam 13kWh (%50) 52 kW sabit güçte hızlı şarj profili

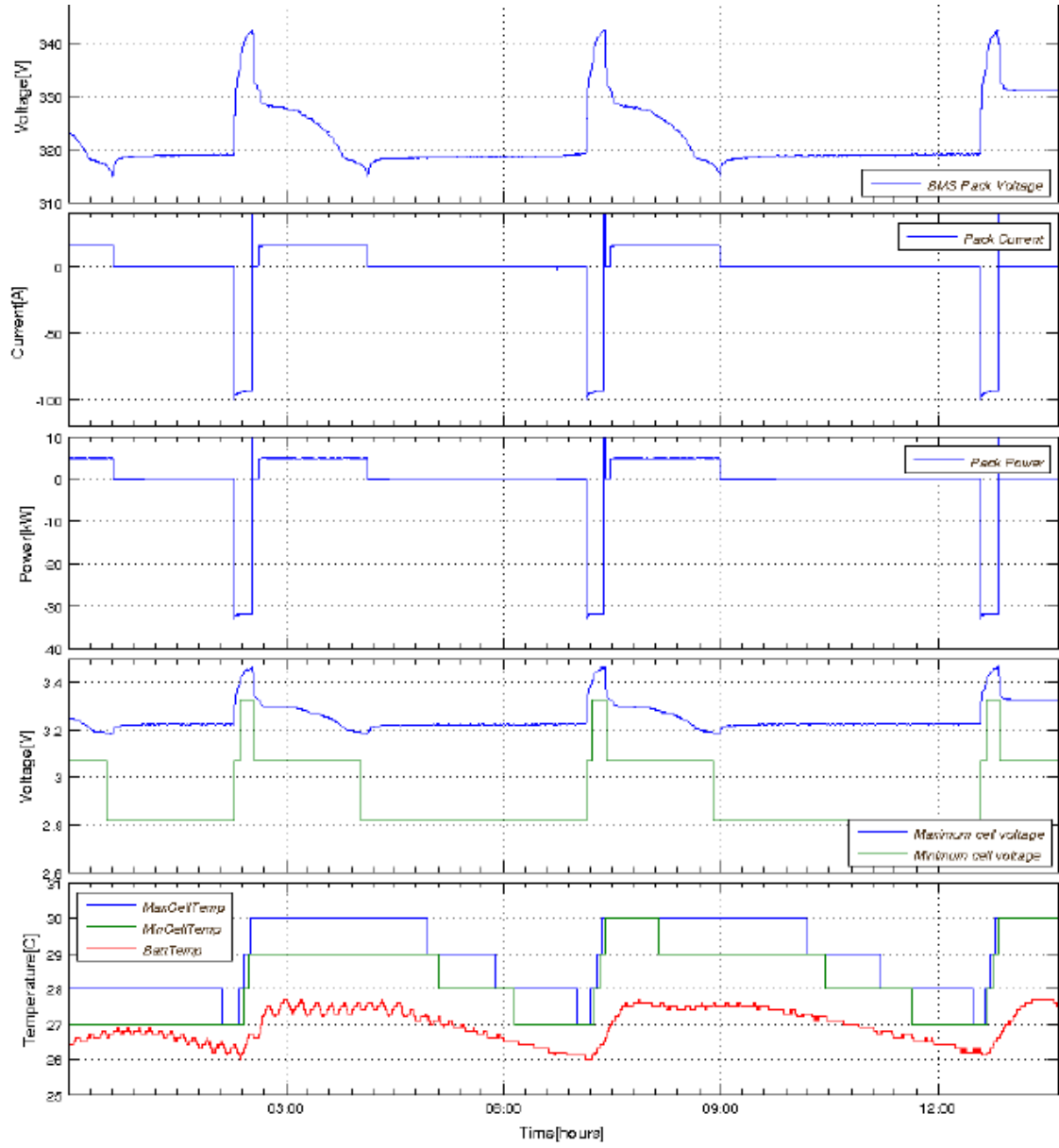


Şekil 3. 20 Kokam batarya (%50 / 15 dak.) sabit güçte hızlı şarj profili

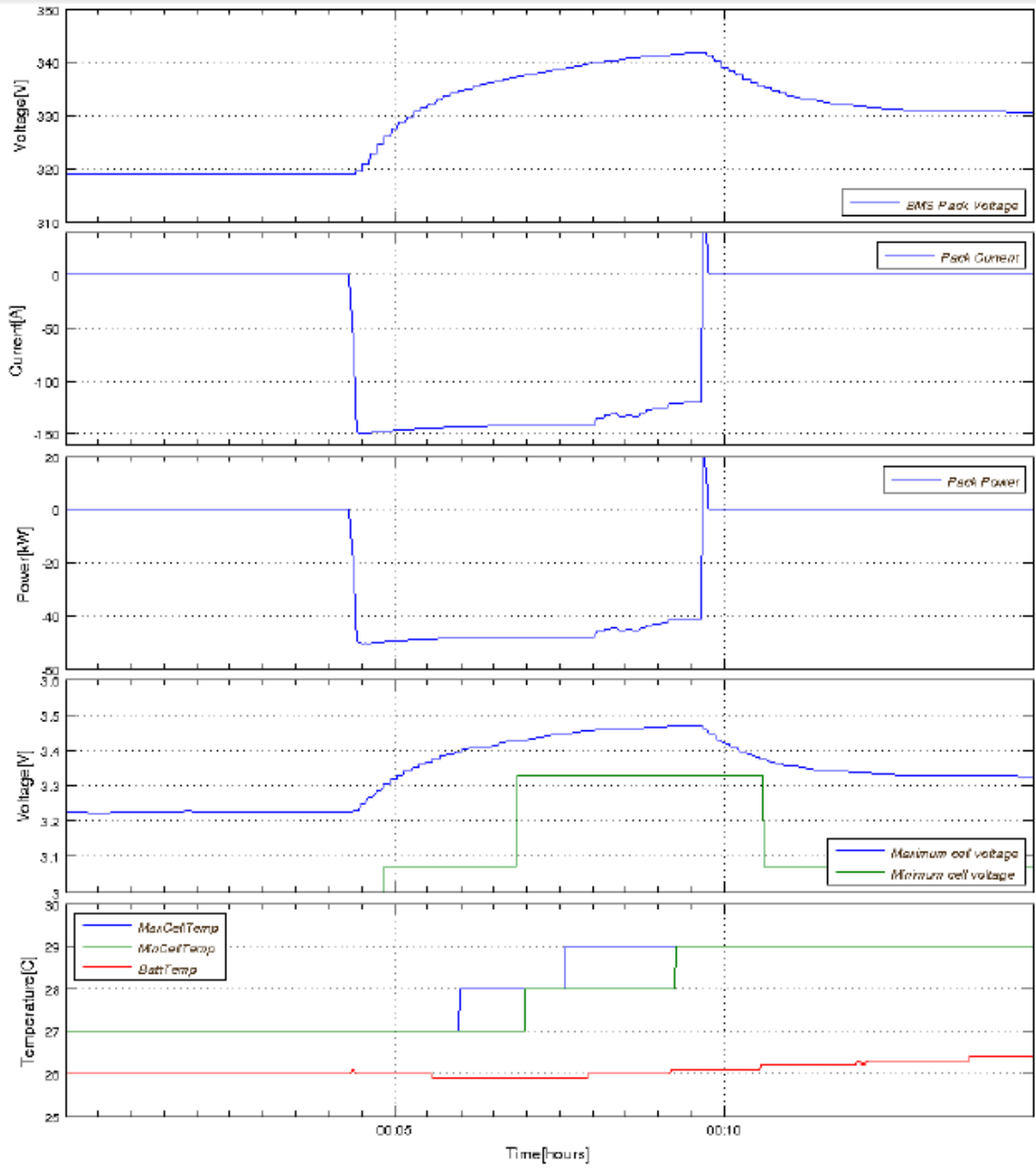


Şekil 3. 21 Kokam batarya (%25 / 5 dak) sabit akımda hızlı şarj profili

Kokam batarya paketine benzer şekilde test edilen BYD batarya paketi de benzer değerler vermektedir. Grafikte 16kWh kapasiteli BYD bataryasının 2C hız ve sabit 32 kW güç ile şarj edilmesi sonucu 15 dakikada %50 (8kWh) kapasitesi şarj edilebilmektedir. Bu sırada sadece 27C'dan 30C'a sıcaklık yükselmekte ve doğal soğuma ile yavaşca soğumaya bırakılmaktadır. 48 kW sabit güç ile 3C hızda şarj edilmesi durumunda da 5 dakika içinde %25 kapasitesi (4kWh) şarj olabilmektedir.

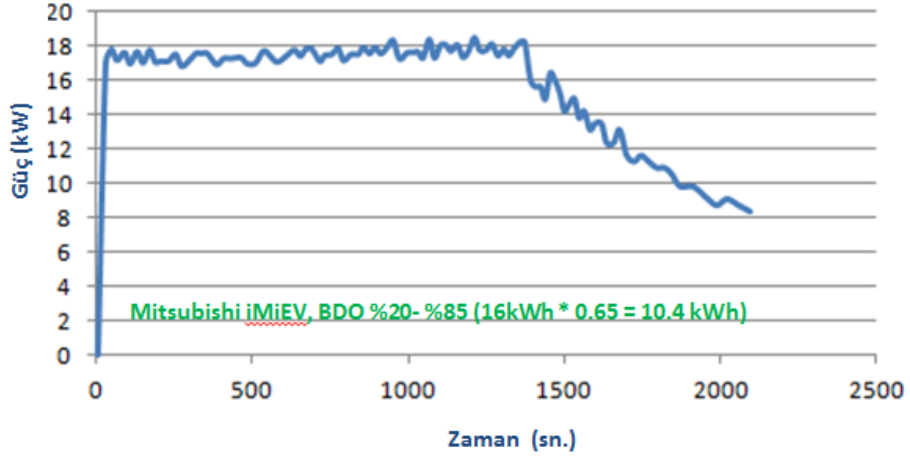


Şekil 3. 22 BYD batarya (%50) 32 kW sabit güçte hızlı şarj profili

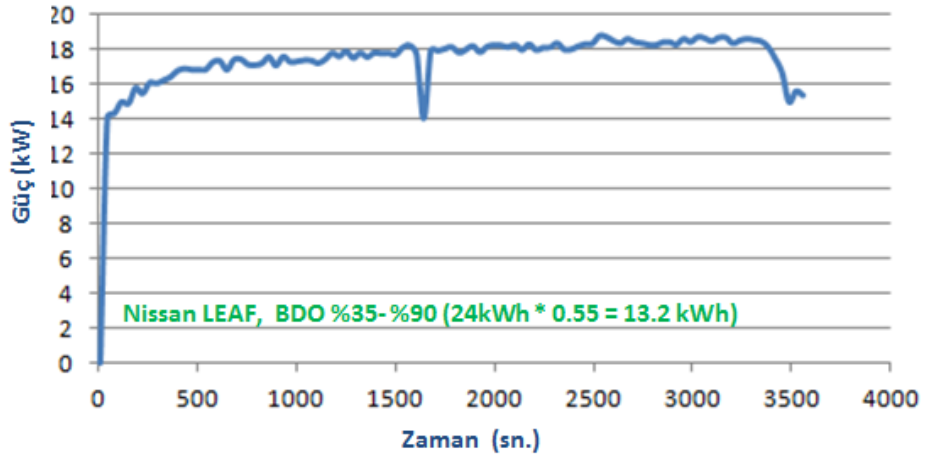


Şekil 3. 23 BYD batarya hızlı şarj (%25 / 5 dak), 48 kW sabit güçte hızlı şarj profili

DC hızlı şarj cihazı üreticisi olan ABB firmasından alınan bilgiye göre, Terra 51 ve Terra100.2 model DC hızlı şarj cihazları ile Mitsubishi iMiEV (batarya kapasitesi : 16kWh) ve Nissan LEAF (batarya kapasitesi 24kWh) araçlarını 20kW sabit güçte hızlı şarj işlemlerinin sorunsuz olarak yapılabildiği teyit edilmiş ve aşağıdaki şarj grafikleri paylaşılmıştır.

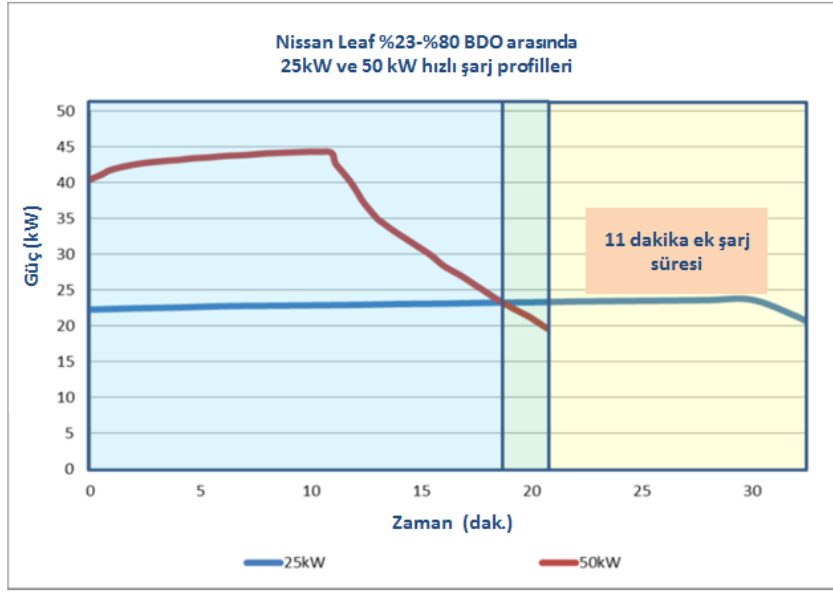


Şekil 3. 24 Mitsubishi iMiEV hızlı şarj profili

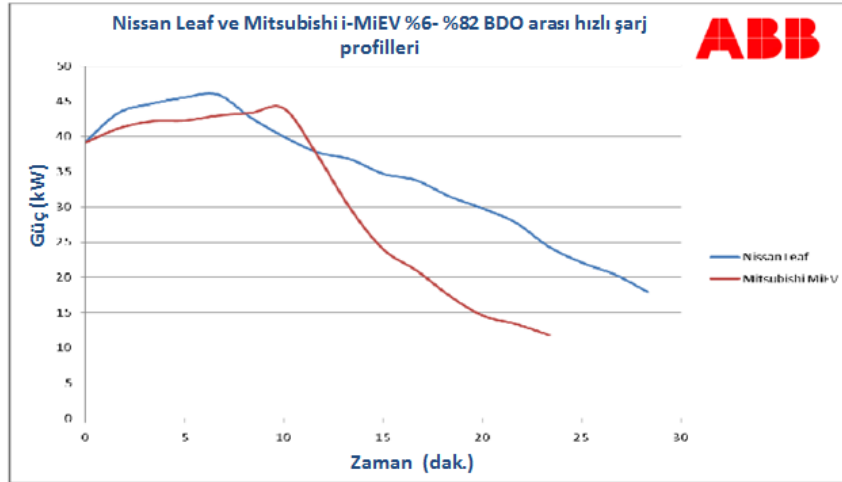


Şekil 3. 25 Nissan Leaf hızlı şarj profili

Fuji ve ABB firmalarının hızlı şarj cihazları için şarj grafiklerinde 40-50 kW güçte çalışarak Nissan Leaf ve Mitsubishi iMiev elektrikli araçlarını hızlı şarj karakteristikleri görülmektedir. [21] [22]



Şekil 3. 26 Nissan Leaf 25kW ve 50kW hızlı şarj profilleri



Şekil 3. 27 Nissan Leaf ve Mitsubishi i-MiEV hızlı şarj profilleri karşılaştırması

MENZİL UZATMANIN ELEKTRİKLİ ARAÇLARA ETKİLERİ

Elektrikli araçlarda menzil uzatılmasının etkilerini en iyi şekilde farklı ülkelerde gerçek kullanım şartlarında yapılan testlerin sonuçlarını inceleyerek görebiliriz.

Başlangıç olarak, elektrikli araçlar konusunda en fazla Ar-Ge çalışmasının yapıldığı ABD’nde durumu inceleyelim. Hafif araçların ortalama günlük 40 mil (64km) kullanıldığı ABD’nde fişli hibrit araçların elektrikli menzillerinin belirlenmesi için yapılan optimizasyon çalışmalarında elektrikli menzilin 20mil (32km) olması halinde toplam seyahatlerin %39’u, 40mil (64km) olması halinde ise toplam seyahatlerin %61’i elektrik ile olmaktadır. Elektrikli menzilin 60mil olması, toplam seyahatlerin %72’sinin elektrik ile olmasını sağlamaktadır. Görüldüğü gibi ABD için 40 milden sonra eklenen batarya miktarı ve arttırılan elektrikli menzil, daha az kullanıcıya olumlu etki yapmaktadır [23].

2011-2012 içinde Ecotality North America tarafından yürütülen projede her ne kadar öncü elektrikli araç kullanıcıları tam olarak tüm toplumu temsil etmeseler de çok değerli yorumlara ulaşabilmekteyiz. DC hızlı şarj kabiliyeti olmayan 2012 model Chevrolet Volt menzili uzatılmış elektrikli araçlar, 16kWh batarya kapasitesine sahiptir. Elektrikli menzili 35 mil (56km) olan bu araçlarda batarya tükendiğinde benzin yakıtlı menzil uzatıcı jeneratör devreye girmekte ve araç yoluna benzinli bir araç gibi, benzini bitene kadar devam edebilmektedir. Şehir elektrik şebekesinden şarj etmek için proje kapsamında şehirlerde (sadece haritada gösterilen eyaletlerde) kurulmuş olan AC Seviye 2 (240V AC) şarj cihazları ve/veya herhangi bir prize takılabilen aracın kendi AC Seviye 1 (120V AC) şarj kablosu kullanılabilmektedir [24].

Çizelge 4. 1 EV Project çalışmasındaki eyalet bazında araç ve şarj cihazlı dağılımları

EV Project – Bölge adı	Chevrolet Vol adedi	Blink şarj istasyonu adedi
Phoenix,AZ	83	314
Tucson,AZ	7	92
Los Angeles,CA	146	216
San Diego,CA	153	282
Washington D.C.	177	23
Oregon	87	350
Chattanooga,TN	11	54
Knoxville,TN	17	153
Memphis,TN	19	18
Nashville,TN	29	193
Dallas,TX	133	157
Houston,TX	69	72
Washington State	88	238
Chicago,IL	19	5
Atlanta,GA	5	2
Philedelphia,PA	9	0
TOPLAM	1052	2169

Araçların sadece kullanıldığı günler dikkate alındığında ortalama günlük 40.7 mil (65 km) seyahat edilmiş ve günlük ortalama 1.46 (yaklaşık 1.5) defa şarj işlemi gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla ortalama 27.9 mil (45km) seyahatte bir şarj işlemi gerçekleştirilmiştir. İki şarj işlemi arasında ise ortalama 3.4 seyahat bulunmaktadır. Chevrolet Vol kullanıcılarının günlük araç kullanım mesafeleri ile 2009 yılında Amerika’da araç kullanıcılarının günlük araç kullanımları karşılaştırıldığında neredeyse aynı değerler çıktığını rahatlıkla görebilmekteyiz. Bu sonuca göre, menzili uzatılmış elektrikli araç kullanıcılarının günlük kullanım mesafeleri açısından herhangi bir alışkanlık değişikliği yaşamadıklarını söylemek yanlış olmayacaktır [25].

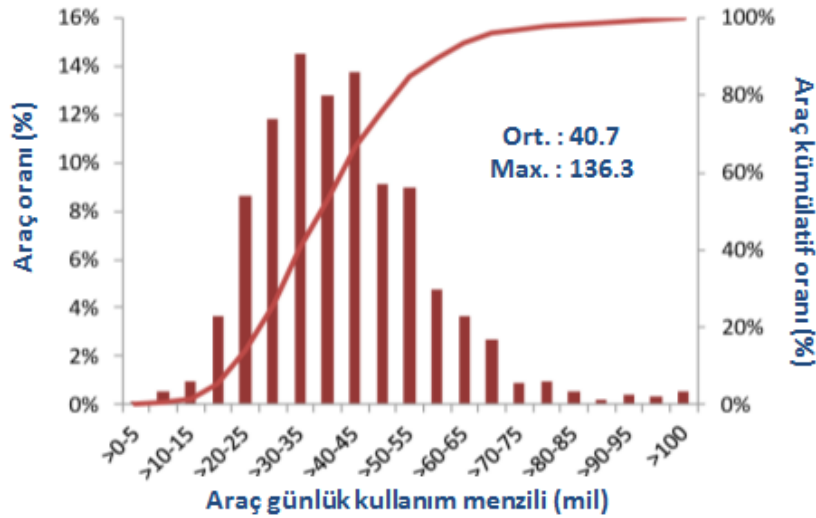
Chevrolet Vol’un elektrikli menzilinin yaklaşık 35 mil olduğunu göz önünde bulundurarak araçların %86’sından fazlası iki şarj işlemi arası 40 milden az mesafe kat ettiklerini belirtelim. Aynı şekilde araçların kullanıldığı günlerin %53’ünde 40 milden az mesafe kat edilmiştir.

Buraya kadar edindiğimiz bilgileri yorumlarsak, menzil uzatıcı jeneratör ve bunu besleyecek yakıt sistemi ile techiz edilmiş olan araçlar, büyük oranda elektrikli menzillerini kullanmışlar ve daha sonrasında benzin ile yollarına devam etmişlerdir.

Ayrıca sadece araçların kullanıldığı günlerin %5'inde 100 mil ve üstü seyahat gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında bir istisna olarak belirtebileceğimiz tek bir araç, 24 saat içinde 1000 mil seyahat etmiştir. Ancak buna karşılık bütün araçlar birçok gün sadece günlük 1 mil mesafe kat etmişlerdir ve araçların %23'ü hiç bir zaman 24 saatte 100 milden fazla mesafe kat etmemiştir. Tüm günlük elektrikli menzilin yeterli geldiği seyahatlerde yakıt sistemi ve ilgili tüm ağırlıklar boşuna araç üzerinde taşınmış ve artan araç ağırlığından dolayı hesaplamamıza göre araçların elektrikli menzili ortalama 5km kısalmıştır.

Çizelge 4. 2 Chevrolet vol kullanım test değerleri

Chevrolet Vol Kullanım Test Değerleri	
Ortalama günlük seyahat uzaklığı (mil)	40.7
Ortalama günlük şarj adedi	1.46
İki şarj işlemi arası ortalama mesafe (mil)	27.9



Şekil 4. 1 Günlük araç kullanım menzilinün değişimi

Proje kapsamında şarj adetleri ile ilgili ilginç sonuçlara varılmıştır. Ortalama 1.46 kere şarj işlemi gerçekleşmiş olmakla beraber, araçların %80'i günde 1 kereden fazla sayıda şarj işlemi gerçekleştirmiştir. Bu, özellikle sadece yavaş şarj (Seviye 1 ve Seviye 2) adetlerini göstermesi bakımından önem taşımaktadır çünkü kullanıcıların çok büyük oranının hem ev hem de iş yerlerinde uzun süreli şarj imkanına sahip olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda çoğunluğu proje kapsamında teşviklerle kurulan kamuya açık alanlardaki şarj cihazları da kullanılmış olmakla beraber, çalışmanın

raporlarında şarj lokasyonu ayrıntılandırılmadığı için tam olarak bilme olasılığımız yoktur.

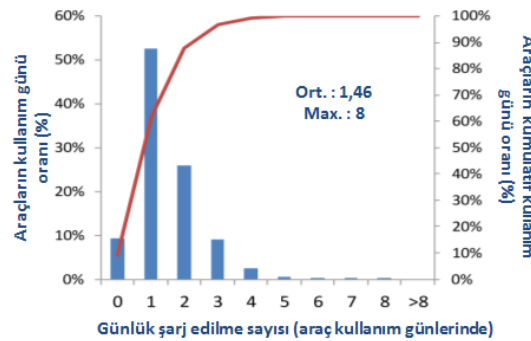
Şarj rejimi ile ilgi çekici bir başka ayrıntı ise, bazı araçlar günde 2 defadan da fazla kez şarj olurken, bazıları da 0-1 kez, hatta tüm haftada sadece bir kez, şarj olmaktadır. Bu dağılımın elbette farklı sebepleri olabilir. Örneğin günde 1 kereden az şarj eden kullanıcılar için aşağıdaki sebepler geçerli olabilir;

- Kullanıcı aracını ve seyahat planını iyi biliyor ve aracın mevcut şarj miktarı, yapılması planlanan seyahate yeterli elektrikli menzili sağlıyor olabilir
- Kullanıcı, aracının elektrikli veya benzinli olarak kullanmak konusunda seçici değil ve umursamıyor
- Kullanıcının aracını şarj edeceği uygun bir yeri veya zamanı yok
- Kullanıcılar, araçlarının en fazla elektrikli menzilini test etmek istiyor olabilirler (bu kullanıcıların çoğunun ilk defa elektrikli araç kullandıklarını düşünebiliriz)

Aynı şekilde, aracını günde 2 defadan fazla şarj edenler için de farklı sebepler olabilir ;

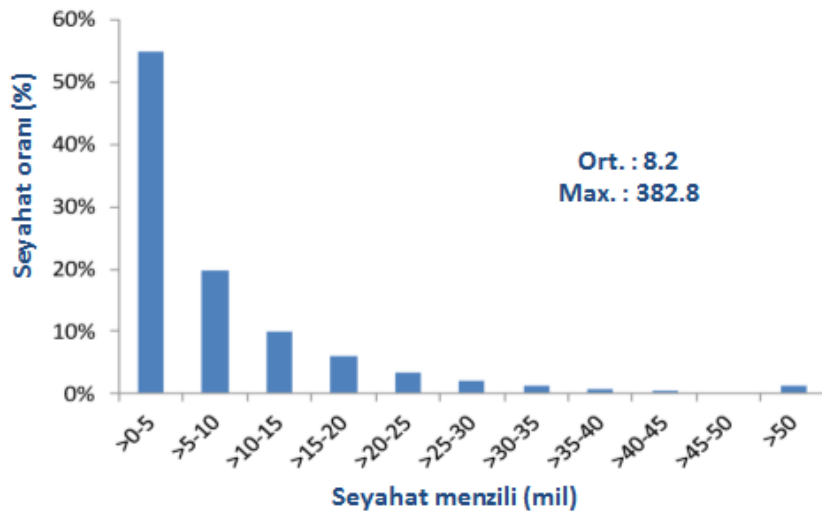
- Kullanıcılar, bilinçli veya bilinçsiz bir şekilde, araçlarının elektrikli menzil kullanımını arttırmak için her fırsatta şarj ediyor olabilirler
- Kullanıcılar, gerekli veya gereksiz olmasına bakmadan, her fırsatta araçlarını şarja takma alışkanlığı edinmiş olabilirler

Aslında çok büyük ihtimalle yukarıda saydığımız olasılıkların hepsi, yaklaşık 1000 kullanıcıdan oluşan bu grubun şarj alışkanlıklarını sembolize ediyor olmalıdır.

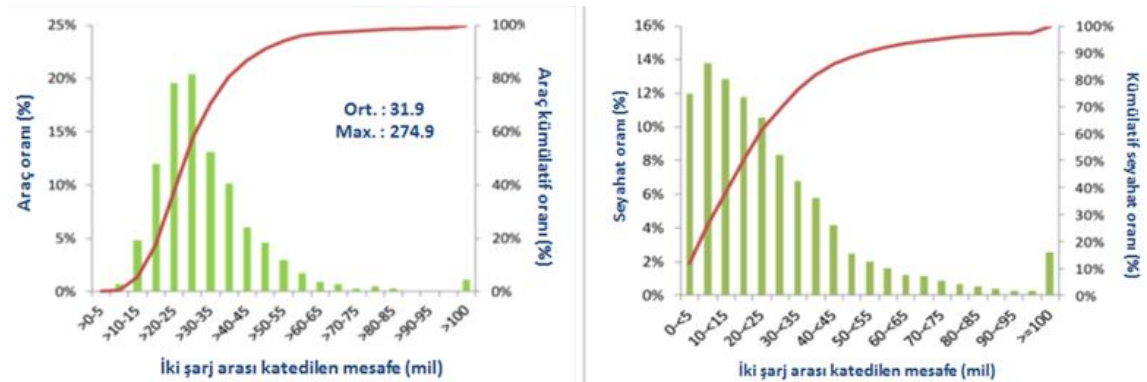


Şekil 4. 2 Günlük araç şarj sayısı değişimi

Ecotality projesinin çıktılarında belki en önemlilerinden birisi de, iki şarj işlemi arasında kullanıcıların seyahat mesafelerinin dağılımıdır. Özellikle yavaş şarj kabiliyetine sahip olan uzatılmış menzilli Chevrolet Vol araçlarda yapılan çalışma sonucu araçların %86'sı iki şarj işlemi arasında 40 milden (64 km) az yol kat etmiştir. Daha önce de belirttiğim gibi, günde 40 milden az yol kateden %53 araca ek olarak, %33 araç da iki şarj arası 40 mil yol katetmiş olmaktadır. Yani büyük ihtimalle kendilerine ihtiyaç anında hızlı şarj imkanı sunulmuş olsa, araçlarını hızlı şarj edebilecek durumundadırlar.



Şekil 4. 3 Seyahat menzilin, toplam seyahatlere oranına göre değişimi

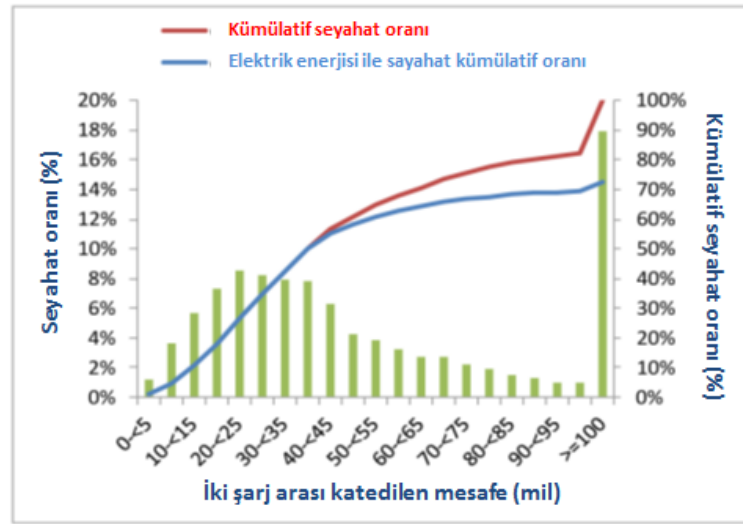


Şekil 4. 4 İki şarj arası kullanım mesafesi değişimleri

Eğer her şarj işleminde elektrikli menzil, yani batarya tam doldurulmuşsa, enerji verimliliği ve emisyon değerleri açısından ulaşılmak istenen asıl amaç olan tüm seyahatlerin elektrik enerjisi ile yapılması sağlanmıştır. Vol'un elektrikli menzilin 35 mil olduğu hatırlatmasıyla, tüm seyahatler incelendiğinde, şarj işleminden sonraki her

ilk 35 millik seyahatin elektrik enerjisi ile olduğunu farz edebilir ve toplamda %73 oranında mesafenin elektrik enerjisi ile yapıldığını söyleyebiliriz.

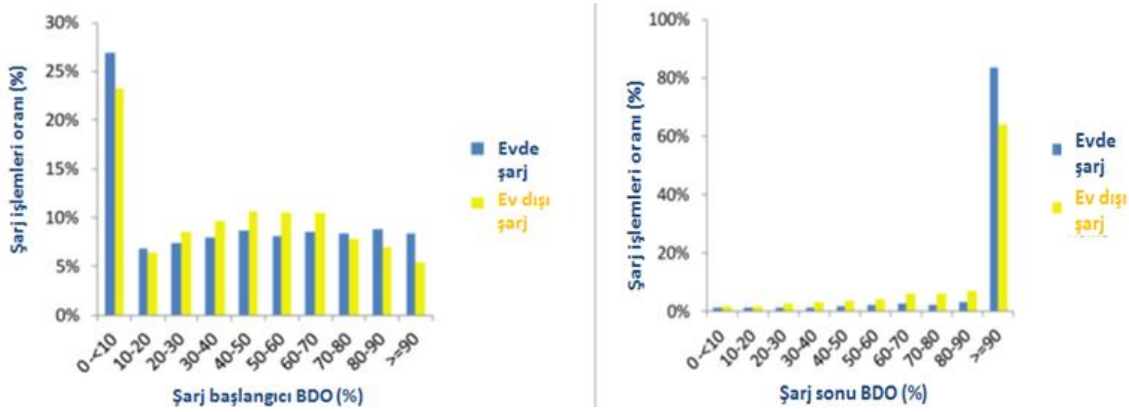
Son dönemde yapılan araştırmalar göstermektedirki kullanıcılar ekonomik olması dolayısıyla elektrik kullanmayı, benzine tercih etmişler ve araçların mümkün olduğunca ve fırsat buldukça şarj ederek menzil uzatıcı jeneratörden faydalanmayı istememişlerdir. Hatta bunun için araçlarını jeneratör vasıtasıyla, durdurmadan seyahat etme imkanları olsa dahi, hızlı şarj istasyonlarını kullanmışlardır. Ortalama senelik 10,000 km kullanımın %15'ine karşılık gelen 1500km'sinin elektrikli menzil bitiminden sonra menzil uzatıcı jeneratör vasıtası ile yapıldığı hesaplanmaktadır. [26] [27]



Şekil 4. 5 İki şarj arası kullanım mesafesinin elektrik ve kümülatif seyahatlere göre değişimleri

Şarj işlemlerinin evde veya ev dışında bir ortamda olmuş olmasına göre batarya doluluk oranlarını incelediğimizde, kullanıcıların şarj işlemlerinin %27'si batarya doluluk oranı (BDO) %0-10 arasındayken başlamıştır. Evde yapılan şarj işlemlerinde %90 dan fazlasının %90 BDO'na kadar, ev dışı lokasyonlardaki şarj işlemlerinin ise %60'dan fazla BDO'na erişene kadar sürdürüldüğünü görebiliriz. Yani ev dışı yavaş şarj işlemleri, aracın tam şarj olmasına yetercek kadar uzun süre sürdürülememiştir. Şarj işlemlerinin başlangıcında BDO çok farklı doluluk oranlarında olmakla beraber, şarj işlemi sonlandığı / sonlandırıldığı anda özellikle evde yapılan şarjlarda BDO'nın bu kadar yüksek değerlerde olması, kullanıcıların evde şarj imkanının olması durumunda bataryanın tam doluluğa ulaşmasına yetecek süre evde yapılabildiğinin en güzel kanıtı

olmaktadır. Ev dışı şarj lokasyonları içinde kullanıcıların uzun süre araçlarını şarj edebilecekleri işyerleri ile kamuya açık alanlardaki şarj imkanlarının dağılımları maalesef çalışma kapsamında verilmemiş olduğundan Seviye 2 şarj cihazlarının kamuya açık alanlarda ne kadar verimli kullanılabildiği üzerine bu proje kapsamında yorum yapmak zorlaşmaktadır. Ancak, uzun süreler gerektiren Seviye 1 ve Seviye 2 şarj işlemleri, ev dışında yapılmak zorunda kalındığında, evde olduğu kadar rahat ve tam şarj yapacak sürede yapılamadığı şarj sonu BDO'nda açıkça görülmektedir. Şarj işlemlerinde başlangıç BDO'nın çok farklı oranlarda dağılmış olması, günlük şarj adetleri üzerine yapmış olduğumuz yorumların doğruluklarını göstermekte ve muhtemelen birden çok yorumun aynı kullanıcı için geçerli olduğu sonucuna varmamızı kolaylaştırmaktadır.



Şekil 4. 6 Ev ve ev dışı ortamlarda şarj başlangıç / bitiş BDO

Özetlemek gerekirse, sonuç olarak ortalama günlük 40.7 mil seyahat edilmiş ve 1.5 defa şarj işlemi gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla ortalama 27.9 mil seyahatte bir şarj işlemi gerçekleştirilmiş olmaktadır. Chevrolet Vol'un elektrikli menzilinın yaklaşık 35 mil olduğunu düşündüğümüzde araçların %86'sından fazlası iki şarj işlemi arası 40 milden az mesafe kat etmiştir. Aynı şekilde araçların kullanıldığı günlerin %53'ünde 40 milden az mesafe kat edilmiştir. Günlerin sadece %5'inde 100 mil ve üstü seyahat edilmiştir. Evde yapılan şarj işlemlerinde %90 dan fazlasının %90 BDO'na kadar, ev dışı lokasyonlardaki şarj işlemlerinin ise %60'dan fazla BDO'na erişene kadar sürdürüldüğünü görebiliriz.

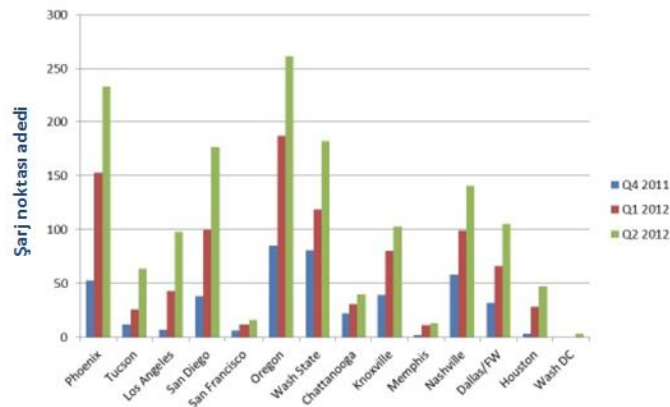
Ecotality projesi kapsamında 8000'i evsel, 5000'i kamuya açık alanlarda olmak üzere toplam 13000 Seviye 2 şarj cihazı ve bunlara ek olarak 200 adet DC hızlı şarj cihazının

kurulmuştur. 2011 – 2013 arasında toplam 8300 fişli elektrikli araç (Nissan Leaf, Chevrolet Vol, ve Smart ED) üzerinden bilgi toplanmıştır. [28]

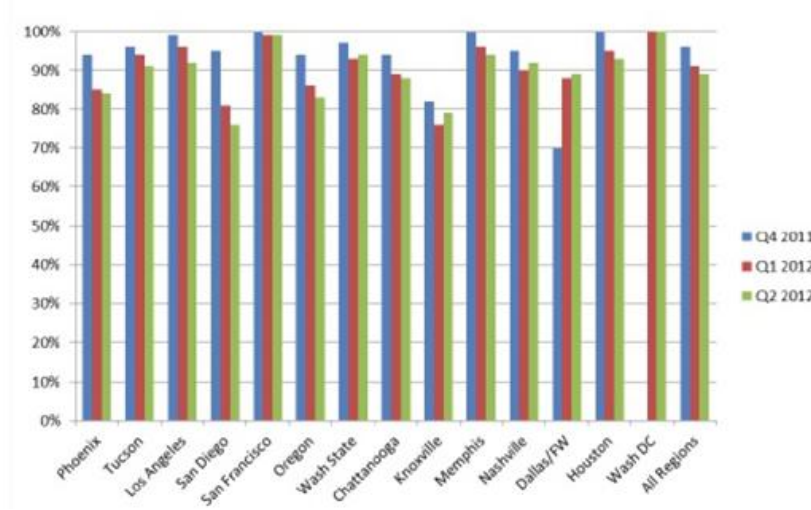
Nissan Leaf kullanıcıları günde ortalama 1.1 kez araçlarını şarj ederken Chevrolet Vol kullanıcılarının yaklaşık 1.5 kez şarj etmeleri, Vol kullanıcılarının daha düşük elektrikli menzile sahip olmalarından dolayı, benzin yakıtlı menzil uzatıcı modunu kullanmayı tercih etmediklerini ve mümkün oldukça elektrikli modu kullanmak için araçlarını şarj ettiklerini göstermektedir. Her ne kadar Leaf elektrikli menzili, Vol'un elektrikli menziline fazla olsa bile, Vol kullanıcıları eğer menzil uzatıcı kullanmak isteselerdi menzilleri çok daha uzamış olurdu. Bu da bize göstermektedirki, kullanıcılar araçlarının elektrik menziline uzatacak, yakıt kullanımını azalacak uygulamaları memnuniyetle karşılayacaklardır.

Leaf kullanıcılarının %11 i nin ev dışında şarj etmeleri ve buna karşılık Vol kullanıcılarının %21 i nin ev dışında şarj etmeleri, Vol kullanıcılarının araçlarının yolda kalmayacağına güvendiklerini ve en kötü ihtimalle gittikleri her yerde yakıt satın alabileceklerini bilmelerinden dolayı daha rahat ev dışında şarj planlayabildiklerini göstermektedir. Yani mevcut akaryakıt sisteminden faydalanabiliyor olmak, elektrikli araç kullanım profilini ve elektrikli araç tercihlerini oldukça fazla değiştirebilmektedir.

Ayrıca Leaf kullanıcıları arasında evde şarj imkanını kullanma oranı, ev dışı şarj istasyonlarının sayılarının artması ile birlikte düştüğü görülmektedir. Bu duruma istisna olarak sadece Dallas'da ev dışı şarj istasyonlarının artması ile birlikte, evsel şarj oranı da artmıştır.



Şekil 4. 7 Bölgelere göre ev dışı şarj istasyonları gelişimi

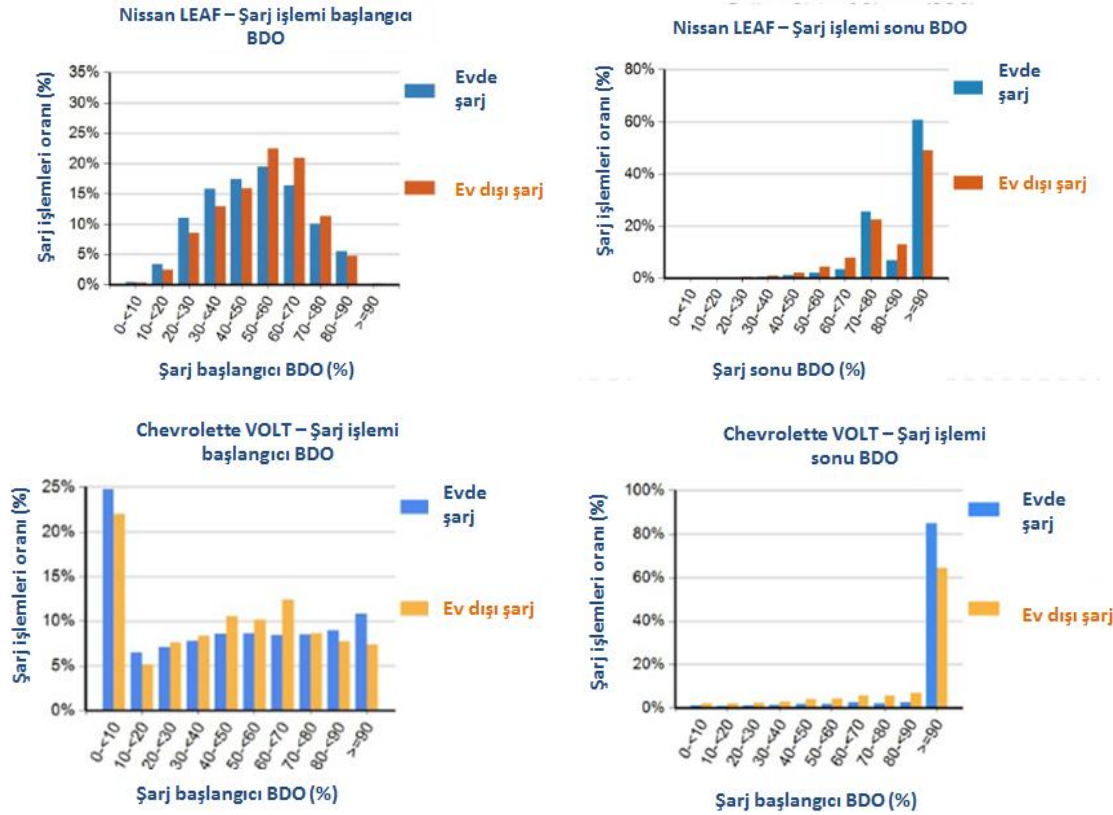


Şekil 4. 8 Bölgelere göre Nissan Leaf evsel şarj oranları

Aynı şekilde Leaf ve Vol kullanıcılarının şarj işlemi başlangıcı ve bitişindeki BDO bilgilerini incelediğimizde bize Vol kullanıcılarının çok daha rahat olabildiklerini göstermektedir. Vol kullanıcılarının %25'i şarj işlemi başlangıcında BDO %0-10 arasına kadar düşmüşken, yani pratik olarak araç artık sadece menzil uzatıcı ile seyahat edebilecekken şarj gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla menzil uzatıcı kullanmak istenmediğinde, şehir şebekesinden şarj işlemi gerçekleştirmektedirler. Bunun haricindeki %75 şarj işleminde ise homojen olarak %10-90 BDO dağılımı söz konusudur. Evde veya ev dışında şarj oranları ise bir fark göstermemekte, yani Vol kullanıcısı için herhangi bir şarj istasyonu, yerden bağımsız olarak aynı algıyı yapmaktadır.

Leaf kullanıcılarının şarj işleminde ise şarj işlemi başlangıcında BDO, Vol kullanıcılarına göre oldukça yüksek ve dengesizdir. Aynı zamanda, BDO %50'ye inene kadar ev dışında şarj oranı yüksekken, BDO %10-50 arasına indiye kullanıcı evde şarj işlemine ağırlık vermektedir. Bu da açıkça göstermektedirki tümü elektrikli olan Nissan Leaf kullanıcıları satın almak için büyük paralar verdikleri bataryayı Vol kullanıcıları kadar verimli ve sonuna kadar kullanamamaktadırlar. Bu şarj profili, bataryayı hem kullanıcı için gereksiz bir ek maliyet kaynağı, hem de araç üzerinde kullanılmayan bir ağırlık haline dönüştürmektedir. Benzer bir istatistiğin Japonya'da TEPCO araştırmasında hızlı şarj imkanının tanınması öncesinde elektrikli araç bataryalarının her zaman %50 ve üzerinde BDO ile kullanıldığını hatırlayabiliriz. Hem menzil uzatıcı ve hem de hızlı şarj imkanının kullanıcıda bu kadar benzer bir etki yapması, kullanıcıya hızlı şarj imkanını

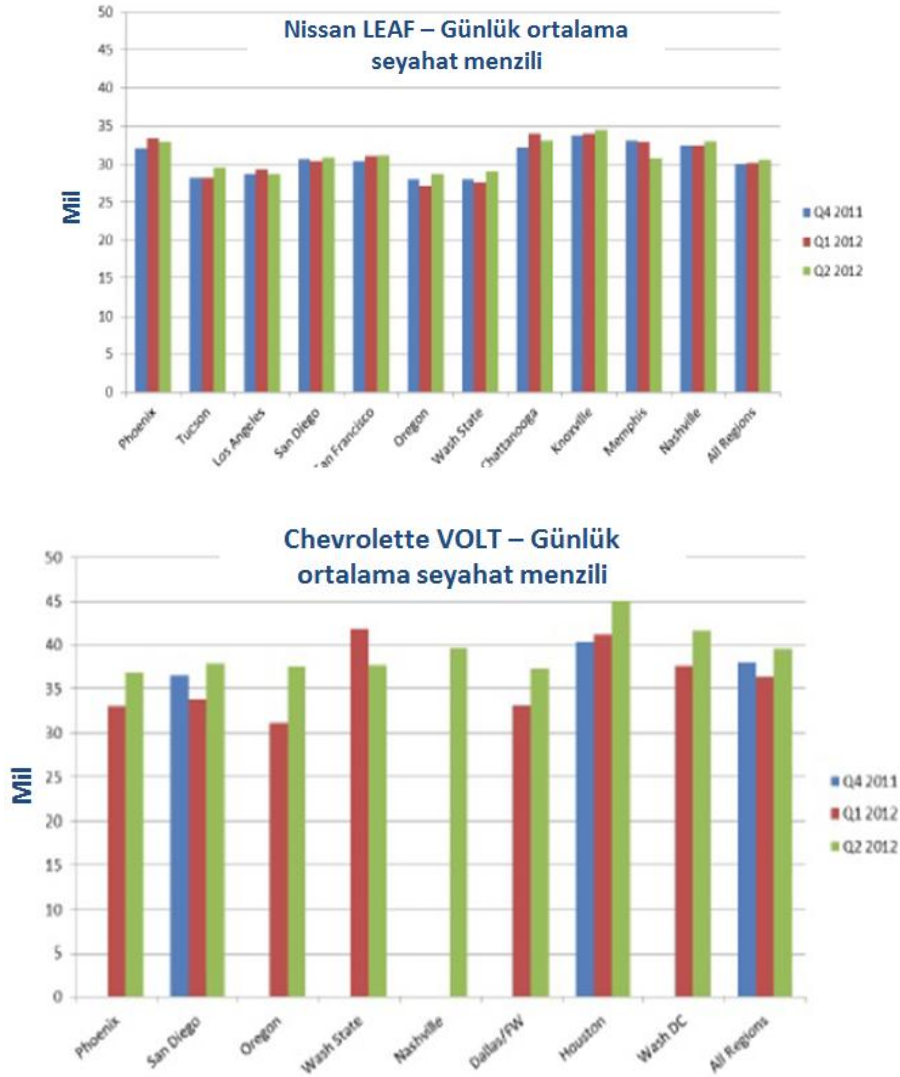
her yerde sağlayabileceğimiz kartuş elektrikli araç konseptimizin doğru yolda olduğunu fikrini güçlendirmektedir.



Şekil 4. 9 Nissan Leaf ve Chevrolet Vol şarj başlangıç / bitiş BDO

Leaf elektrik menzilin Vol elektrik menzilinden çok daha fazla olmasına rağmen, aşağıda da görüldüğü gibi benzer miktar günlük kullanım sonunda şarj edilmektedirler (Vol kullanıcıları ortalama 5-7 mil fazla seyahat etmekte). Aynı şekilde her bir şarj arasında da Vol, Leaf’den sadece 5 milden az bir ortalama mesafe farkı bulunmaktadır. Bu durum bize 2 bilgiyi işaret etmektedir. Birincisi, çok büyük orandaki kullanıcı için Leaf in EV menzilin tamamının bir gün içinde kullanılması gerekmekte. İkincisi ise daha önce de belirttiğim gibi Leaf kullanıcılarının esasen Vol kullanıcıları kadar rahat bir şekilde yolda kalmayacaklarına güvenleri olmadığı için daha kısa yolculuklar ile evlerindeki şarj cihazını kullanmayı tercih etmeleri olabilir. Birinci sebep daha olası ve başka projelerde gözlemlenen ortalama günlük araç kullanım mesafeleri ile de tutarlı olmaktadır. Dolayısıyla, Nissan Leaf ve benzeri saf elektrikli araçların zaten en yüksek maliyetli komponenti olan bataryaları, en optimum kullanıma göre değil, bundan çok daha fazla mesafe kat edebilecek şekilde boyutlandırılmış olmaktadır. Ticari üretici

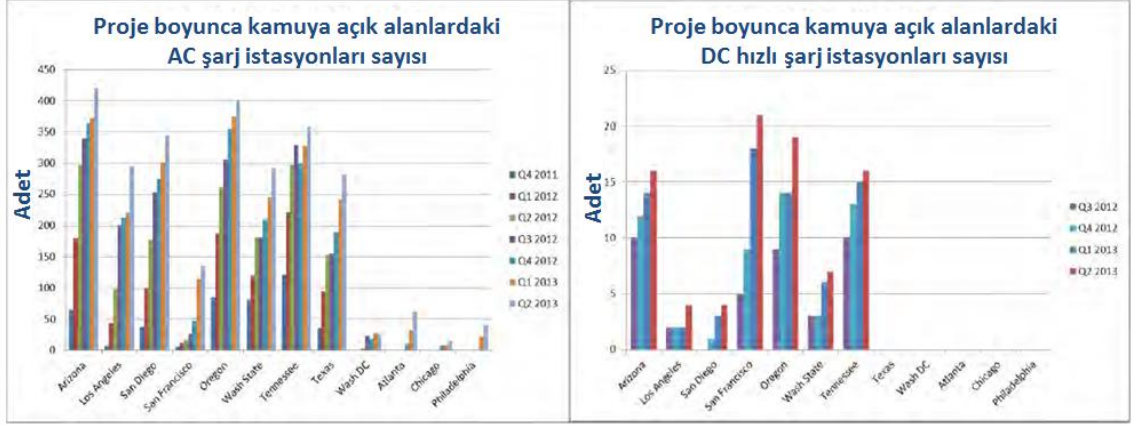
firmalar açısından bakılınca düz elektrikli bir araç için, yaygın hızlı şarj altyapısı olmaması durumunda, bataryayı büyütmekten başka da bir seçenek olmadığı görünmekte çünkü aksi halde araç satışlarının şimdiki seviyelerin de altına düşme tehlikesi olduğunu düşünmek doğaldır.



Şekil 4. 10 Nissan Leaf ve Chevrolet Vol günlük ortalama seyahat mesafeleri

Her ne kadar kesin sonuçlar çıkarılamasa da, elektrikli araçların satıldığı tüm eyaletlerde zamanla kamuya açık ya da evsel olmayan şarj cihazı sayısı arttıkça evsel şarj işlem sayısının düştüğünü görebilmekteyiz. Ancak bunun istisnası Teksas eyaletinde gerçekleşmektedir. Aynı zamanda gene Teksas eyaletinde istisna olarak DC hızlı şarj cihazı yerleştirilmediğini de DC hızlı şarj gelişim grafiğinden görebilmekteyiz. Dolayısıyla diğer tüm eyaletlerde evsel şarj işlem sayısının düşüşünün, kurulan DC hızlı

şarj cihazları kurulumu ile birlikte gerçekleştiğini söyleyebiliriz. Bu durum, DC hızlı şarj cihazlarından da beklenen etkiyi de tam olarak göstermektedir [29].



Şekil 4. 11 Proje boyunca AC / DC şarj istasyonları adedi değişimi

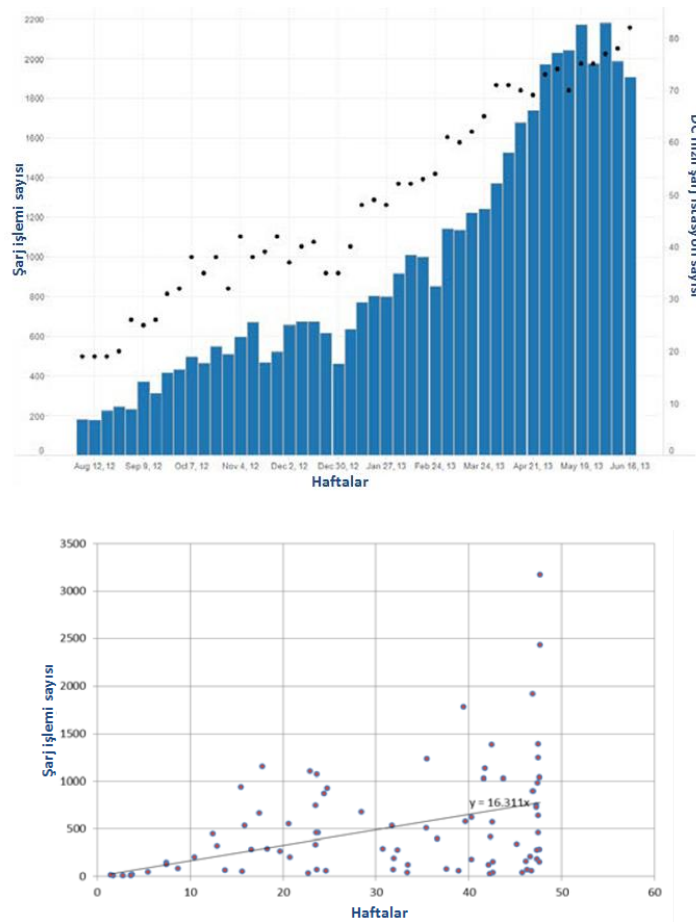
Chademo DC hızlı şarj kabiliyetinin geliştirildiği ve ilk olarak denendiği proje olan Tokyo Electric Power Company (TEPCO) projesindeki bulgular ile Kuzey Amerika'nın ilk DC hızlı şarj demonstrasyonlu elektrikli araç projesinin bulgularını karşılaştırmamız, bize farklı kullanım alışkanlıklarındaki yaklaşımları gösterecektir. Bahsedildiği gibi, TEPCO çalışanlarının kullandıkları elektrikli araçlarda şehirde farklı bölgelere DC hızlı şarj cihazları yerleştirildikten sonra, kullanıcıların DC şarj cihazlarını nadiren kullanmalarına rağmen menzil kaygısı (range anxiety) sorunun aşılmış olması sayesinde daha geniş bir bölgede araçlarından faydalanmışlardır. Ecotality projesinde aynı gözlemin yapıp yapılamayacağı araştırılmış ve kullanıcıların bu hareket şeklinin başlıca nedenlerinin neler olabileceği incelenmiştir. Aslında DC hızlı şarj cihazlarının kullanım amaçlarının neler olabileceği düşünüldüğünde ;

- Kullanıcıların normalde kullandıkları Seviye 1 – Seviye 2 şarj cihazlarına karşılık, acil durumlarda hızlı şarj kabiliyeti kazanma
- Sürekli faydalanılabilecek Seviye 1 – Seviye 2 şarj cihazı olmayan kullanıcılar için birincil şarj istasyonu olma
- Günlük elektrikli menzilin yetersiz kaldığı durumlarda menzil uzatma amacı

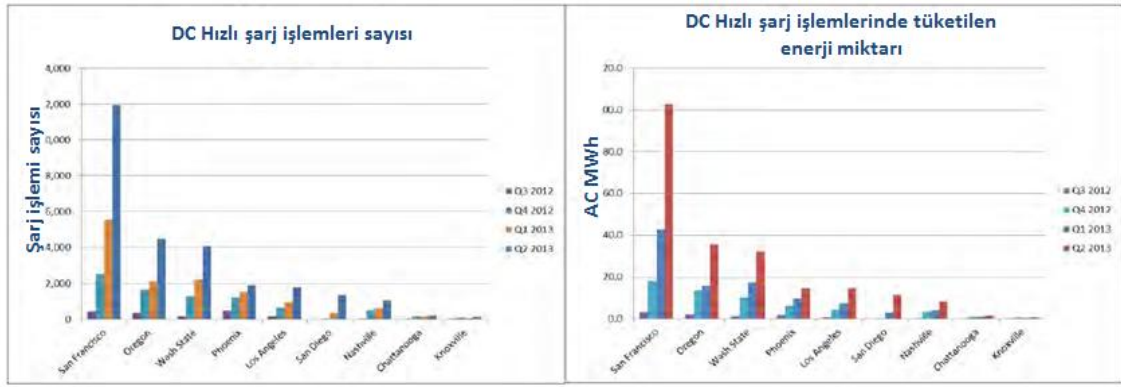
Nissan Leaf bataryası, maksimum 50kW güç ile DC hızlı şarj olmaya uygundur. Bu sayede Ecotality projesinde kamuya açık alanlarda ücretsiz bir olanak olarak sunulan

Blink marka 60kW güç kapasiteli DC hızlı şarj istasyonları ile 25 dakikada %30 doluluk oranından %80 doluluk oranına şarj edilebilmektedir. Aynı miktar şarjı Seviye 1 şarj ile (1.6kW) yaklaşık 10 saatte, Seviye 2 şarj (3.3-6.6kW) ile yaklaşık 3-5 saatte alabilmektedir.

Grafikte 2012 yılında 1 yıl süre ile kullanılan DC hızlı şarj cihazlarının sayısını (siyah noktalar) ve bu cihazlarla yapılan şarj işlem sayısını görebiliriz. Aynı şekilde haftalık olarak tüm DC hızlı şarj işlemlerinin ortalamaları alındığında, ücretsiz olmasına rağmen her bir DC şarj cihazı için haftalık ortalama 16 adet hızlı şarj işlemi gerçekleştirilmiştir (uydurulan eğrinin eğimi). Günlük ortalama 2-3 şarj işlemine denk gelen bu durum, cihazların 24 saat içinde ancak 1 saat aktif olarak kullanılması anlamına gelmektedir. Benzer bir istatistiği Tabloda DC şarj cihazının kullanım oranının zamansal olarak sadece günlük %5 olması şeklinde görebilmekteyiz.



Şekil 4. 12 DC hızlı şarj işlemleri haftalık gelişim çizelgesi

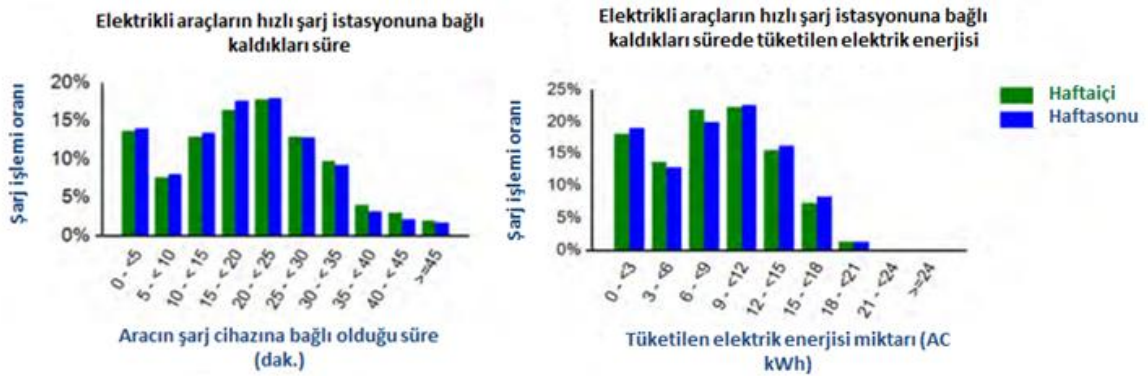


Şekil 4. 13 Eyaletlere göre DC hızlı şarj işlemleri sayısı ve tüketilen enerji miktarları

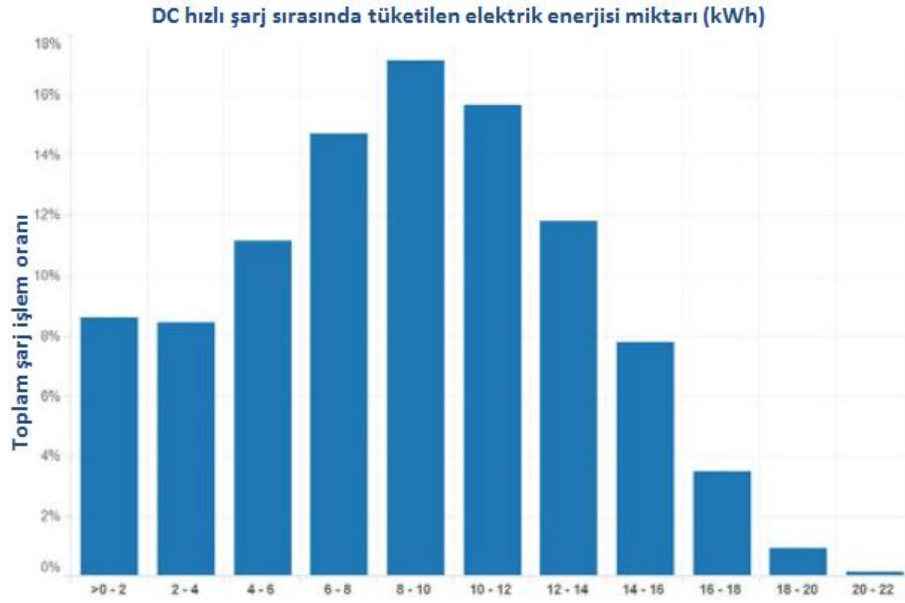
Nissan Leaf için en yüksek şarj olma gücü 50 kW olmakla beraber, gerçekten hangi güçte şarjın yapılacağına batarya yönetim sistemi karar vermektedir. Örneğin Ecotality projesi kapsamında kurulan DC hızlı şarj cihazları 60kW güçte şarj etmeye elverişli olmakla beraber, yapılan şarj işlemlerinin istatistiğini incelediğimizde ortalama 20 dakika içinde 25kW güç ile 8.3 kWh enerji beslenmek suretiyle şarj yapıldığı görülmektedir.

Çizelge 4. 3 DC hızlı şarj cihazı kullanım istatistikleri

DC hızlı şarj cihazı kullanımı	Haftaici	Haftasonu	Toplam
Şarj sayısı	19512	7399	26911
Tüketilen elektrik enerjisi (AC MWh)	160.87	61.65	222.52
Aracın şarj cihazına bağlı olduğu süre	%5	%5	%5
Aracın şarj cihazına bağlı olduğu ve güç çekilen süre	%5	%5	%5
Günlük ortalama şarj adedi	3.84	3.63	3.78
Aracın şarj cihazına bağlı olduğu ortalama süre (dak.)	19.7	19.7	19.7
Aracın şarj olduğu ortalama süre (dak)	19.7	19.7	19.7
Tüketilen ortalama elektrik enerjisi (AC kWh)	8.2	8.3	8.3

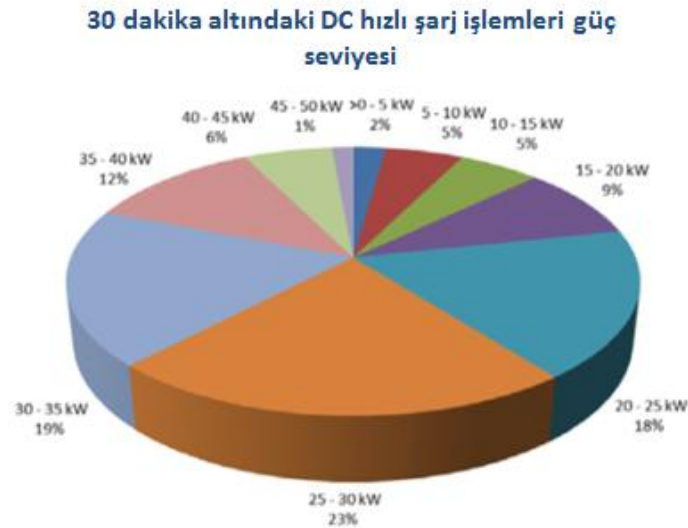


Şekil 4. 14 Hızlı şarj istasyonlarında araç şarj süreleri ve tüketilen AC elektrik enerjisi



Şekil 4. 15 Hızlı şarj sırasında tüketilen elektrik enerjisi

Hızlı şarj sürelerinin, sebep ve şartlardan bağımsız olarak, şarj adetlerine oranlarının ortalamaları bize yapılmış olan DC hızlı şarj süresinin ortalama 16 dakika sürmüştüğünü göstermektedir. Dolayısıyla, tasarlayacağımız sistemin de bu süreyi aşmaması dikkate alınacaktır. Ayrıca yapılan DC hızlı şarj işlemlerinde transfer edilen ortalama şarj enerjisi yaklaşık 8.8kWh , kullanılan ortalama güç ise 25-30kW arasında olmuştur.



Şekil 4. 16 Hızlı şarj istasyonlarında kullanılan güç seviyeleri

Kısaca yorumlayacak olursak, Nissan Leaf elektrik menzilinın Chevrolet Vol elektrik menzilinden çok daha fazla olmasına rağmen, proje raporlarında görüldüğü gibi benzer

miktar günlük kullanım sonunda şarj edilmişlerdir (30-40 mil). Ayrıca Nissan Leaf kullanıcıları günde ortalama 1.1 kez araçlarını şarj ederken Chevrolet Volt kullanıcılarının yaklaşık 1.5 kez şarj etmeleri, Volt kullanıcılarının daha düşük elektrikli menzile sahip olmalarına karşılık, benzin yakıtlı menzil uzatıcı modunu kullanmayı tercih etmediklerini gösterir. Bu da kanıtlamaktadır ki, kullanıcılar araçlarının günlük elektrik menzilini uzatacak, yakıt kullanımını azalacak uygulamaları memnuniyetle karşılayacaklardır. Leaf kullanıcılarının %11 i nin ev dışında şarj etmeleri ve buna karşılık Volt kullanıcılarının %21 i nin ev dışında şarj etmeleri, Volt kullanıcılarının yolda kalmayacaklarına güvendiklerini ve en kötü ihtimalle gittikleri her yerde yakıt satın alabileceklerini bilmelerinden dolayı daha rahat ev dışında şarj planlayabildiklerini göstermektedir. Ayrıca Leaf ve Volt kullanıcılarının şarj işlemi başlangıcı ve bitişindeki BDO bilgilerini incelediğimizde, Volt kullanıcılarının çok daha rahat olabildiklerini göstermektedir. Nissan Leaf kullanıcıları ise satın almak için büyük paralar verdikleri bataryayı, Volt kullanıcıları kadar verimli ve sonuna kadar kullanmamakta veya kullanamamaktadırlar.

Evsel şarj işlem sayısının düşüşünün, kurulan DC hızlı şarj cihazları kurulumu ile birlikte gerçekleştiğini söylemek yanlış olmayacaktır. Bu elbette bir şans eseri olabilir ancak DC hızlı şarj cihazlarından da beklenen etkiyi de tam olarak göstermektedir. Günde 2-3 şarj işlemi ile DC şarj cihazının kullanım oranının zamansal olarak ancak %5 olması, DC hızlı şarj istasyonlarının kurulumunun elektrikli araçların emekleme dönemi için atıl bir yatırım olma ihtimalini güçlendirmektedir.

Bu bilgilerden de anlaşıldığı üzere menzil uzatma ve hızlı şarj imkanının kullanılabilmesi, elektrikli araçların enerji kapasitelerinden hem azami yararlanılmasında, hem de araçların konvansiyonel araçlarla birlikte tercih edilmesinde önemli birer parametre olarak görülmektedir.

BÖLÜM 5

PROBLEM ANALİZİ-1: DÜNYADAKİ MEVCUT HIZLI ŞARJ ALYAPISI DURUMU

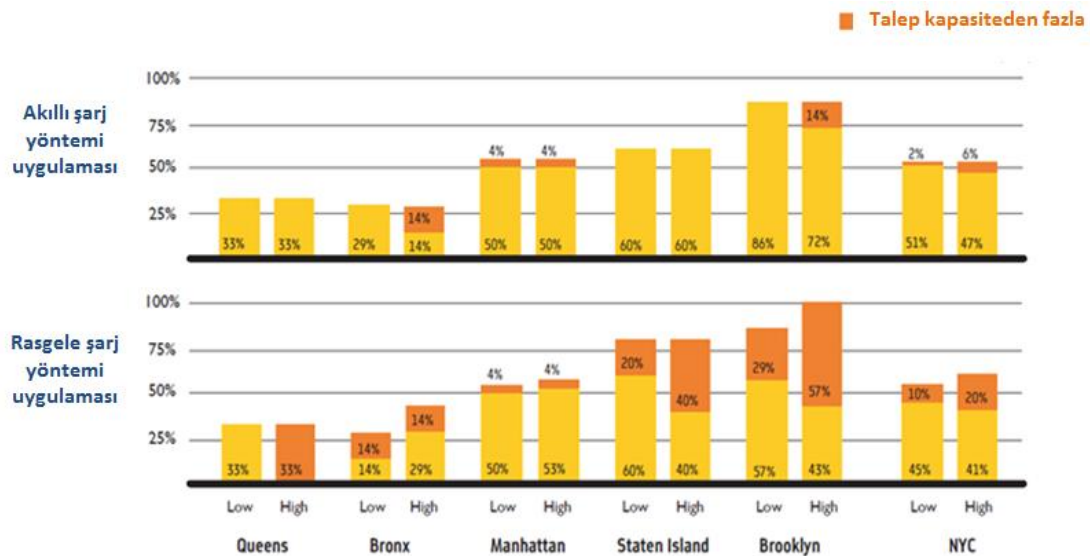
Elektrikli araçların yaygınlaşması ve şehir elektrik şebekesinden şarj edilmeleri üzerine birçok çalışma yapılmaktadır. Ancak henüz tam olarak bu konuda da bir konsesusa varılamamıştır. Yapılan çalışmaların sonucunda birçok şehirde, şehir şebekesinin yetersiz kalacağı ve ek yatırımların yapılması gerekeceği ortaya çıkmaktadır. Fakat tavuk-yumurta ikileminin yaşanması sonucu maalesef, ne elektrikli araç üreticileri altyapı hazır olmadan araçlarını seri üretime geçirebilmekte, ne de elektrik dağıtıcıları, henüz mevcut olmayan bir elektrikli araç pazarı için elektrik şarj altyapısı yatırımını karşılamaktadır. Sonuç ise, elektrikli araç satışlarının arzu edilenden çok düşük seviyelerde kalmasıdır.

Çizelge 5. 1 New York şehri için farklı şarj modellerinin montaj maliyet-etki karşılaştırması

Parklanma tipi	Faydalar / Avantajlar	Riskler / Dezavantajlar	Montaj maliyeti
Özel garaj	-Ucuz -Kolay kullanımlı -Gece kullanıma uygun	Özel garajı olmayan insanlara uygun değil	1500 - 2500 USD
Ticari açık/kapalı garaj	-Kolay kullanımlı -Gece kullanıma uygun	Ticari bir garaja yakın oturmeyan insanlara uygun değil	2000 - 6000 USD
Sokak üstü park	-Yaygın olanak	Vandalisme açık	4500 - 7500 USD
Hızlı şarj ve batarya değişim istasyonu	-Kısa sürede şarj	Pahalı	40000 + USD

Elektrikli araç şarjında en öne çıkan uygulama, akıllı şarj (smart charging) modelidir. Buna göre elektrikli araç kullanıcıları, araçlarının boşalmış bataryalarını gece boyunca, sabaha kadar şarj edeceklerdir. Bunun sebebi, insanların gece boyunca uyumalarından dolayı şehir şebekesinden en düşük miktarda elektrik harcanması ve araçları şarj edecek ucuz tarifieden elektrik bulunmasıdır. Elektrik santralleri, gece olan ihtiyaç düştüğü için üretimlerini azalmakta, bazı durumlarda hidrolik santraller, rüzgar santralleri gibi yenilenebilir kaynaklar, ihtiyacın düştüğü bu zamanlarda kullanılamamaktadır. Dolayısıyla elektrikli araçların, normalde düşük kapasitenin yeterli olduğu bu saatlerde şarj edilmeleri, elektrik üreticileri için pozitif katkı bile sağlayabileceği değerlendirilmektedir. Ancak 2018 yılı için New York için hazırlanmış senaryolarda çizelge 5.2 de de görülebileceği üzere, herkesin çok bilinçli olarak araçlarını şarj etmesi durumunda bile halen ek yatırım ihtiyaçları ortaya çıkabilmektedir. Tabiki akıllı şarj modelinin kullanılmaması ve herkesin istediği zaman aracını şarj etmesi durumunda ise şehir elektrik şebekesine çok daha büyük ek yatırımlar yapılmak zorunda kalınabilecektir. Ayrıca bu durum sadece şehir şebekesiyle sınırlı kalmayıp, elektrik üretim şirketlerinin de ek yatırımlar yapmalarına sebep olabilir. Aksi takdirde aşırı ihtiyacın olduğu zamanlarda elektrik kesintileri ve sistem çökmeleri yaşanma riski olabilecektir.

Çizelge 5. 2 Elektrikli araçların New York şehri genelinde ve bölgelerinde elektrik şebekesine olası etkileri



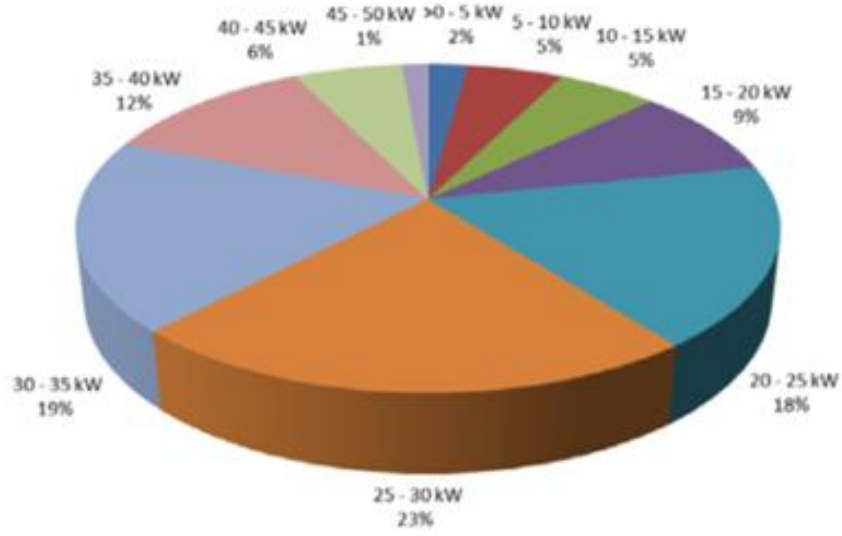
Şarj istasyonlarının kademelerine göre saatte verebildikleri şarj miktarları değişmektedir. Level 1 şarj cihazları saatte 6-10 km ve Level 2 şarj cihazları saatte 29-33 km yetecek şarj verebilirlerken, DC Level 3 hızlı şarj cihazları saatte 300km'den fazla menzile karşılık gelecek kadar şarj vermektedirler. Dolayısıyla bugün kullanılmakta olan DC hızlı şarj sistemleriyle elektrikli araçlara 15 dakikada 80 km, 1 dakikada ise 5,3 km menzile karşılık gelecek kadar şarj verilmektedir. (Elektrikli araç enerji tüketimi Nissan Leaf, Ford Focus EV, BMW I3 gibi elektrikli araçların ortalama 7 km'de 1 kWh enerji harcamalarından dolayı ortalama 0.14kWh/km kabul edilmiştir) [30].

Yavaş şarj sistemlerinden çok daha farklı olarak, DC hızlı şarj alyapısının kurulması, elektrikli araç kullanıcılarının menzil kaygısı sorunlarını büyük oranda gidermesine rağmen, maalesef tüm teşviklere rağmen Japonya haricinde yetersiz kalmaktadır. Japonya, Chademo DC hızlı şarj istasyonu ağını dünyada en hızlı şekilde yaygınlaştırmış ülke konumundadır. 2014 itibarı ile tüm dünyada 3558 Chademo DC hızlı şarj istasyonu bulunup, bunların 1967 adedi, çok küçük bir yüz ölçümüne rağmen tek başına Japonya'da kurulmuştur. Geri kalan 1000 adet tüm Avrupa kıtasında, 554 adedi tüm ABD'nde ve 12 adedi ise diğer bölgelerde bulunmaktadır. Çok büyük bölümü Japonya'da bulunmak üzere, tüm dünyada halen sadece 3558 adet hızlı şarj istasyonunun bulunması ve esasen herbiri ortalama 10.000-20.000 Euro maliyeti olan bu istasyonların devlet teşvikleri ile kurulup işletildiği göz önüne alındığında, kendi kendine karlı bir iş kolu haline gelebilmesi yakın gelecekte gerçekçi görünmemektedir [31].

Yavaş şarj cihazlarının €1200 seviyesindeki fiyatlarının yanında, hızlı şarj cihazları €55000'ya kadar çıkabilmektedir Depoorter ve Assimon 2011 yılı çalışmasına göre ortalama şarj cihazı fiyatları araç başına 2010 için €3000, 2020 için €2000 olmaktadır [32].

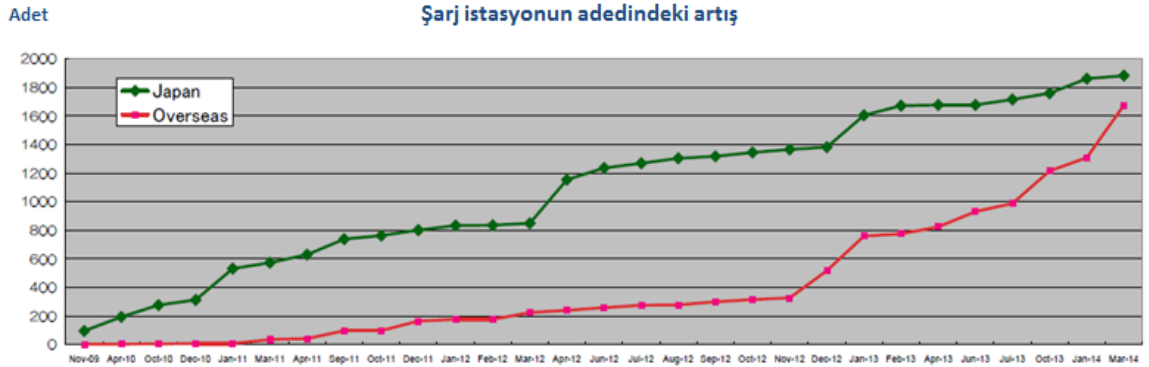
Mayıs 2010'da California Air Resources Board (CARB) teşviği sayesinde ilk hızlı şarj istasyonu (49 kW) açılan ABD'de bile halen hızlı şarj istasyonlarının sayısı çok az sayıda ve Amerikan halkının büyük bölümünün günlük kullanımına yeterli olmamaktadır.

30 dakika altındaki DC hızlı şarj işlemleri güç seviyesi



Şekil 5. 1 DC hızlı şarj cihazlarının yaygınlık haritası (Kasım 2009-Mart 2014)

Çizelge 5. 3 DC hızlı şarj cihazlarının kurulum hızı (Kasım 2009-Mart 2014)



Çizelge 5. 4 CHAdeMO hızlı şarj istasyonları sayısındaki artış ve dünyadaki konumları
(Kasım 2009-Mart 2014)

Tarih	Japonya’da DC şarj istasyonları adedi	Tüm dünyada toplam DC şarj istasyonları adedi
Kasım 2009	95	96
Nisan 2010	193	196
Aralık 2010	312	318
Ocak 2011	532	539
Mart 2011	572	607
Nisan 2011	629	670
Aralık 2011	801	965
Ocak 2012	833	1009
Nisan 2012	1154	1393
Haziran 2012	1236	1494
Aralık 2012	1381	1898
Ocak 2013	1605	2364
Nisan 2013	1677	2501
Ekim 2013	1759	2974
Ocak 2014	1861	3169
Mart 2014	1882	3558

ABD’de gerçek kullanım şartlarından ve alışkanlıklarından toplanan bilgiler ışığında şarj işlemlerinin %98’inin ev garajlarında Level1 – Level2 yavaş şarj yöntemleri ile yapıldığı ve 50kW çıkış gücündeki DC hızlı şarj işleminin ancak sınırlı sayıda olarak aşağıdaki alanlarda kullanıldığı bilinmektedir [33].

- Şehirler arası yollardaki yol kenarı benzin istasyonlarında
- Şehiriçi alışveriş merkezlerinde, parklarda ve kullanıcıların araçları ile 15 dakikadan fazla durakladığı bölgelerde
- Özellikle elektrikli araç hızlı şarj istasyonu olarak kurulabilecek istasyonlarda

İstatistiki olarak ABD’de toplam 160.000 akaryakıt istasyonu olması, ortalama her istasyona 1500 araç düştüğünü göstermektedir. Benzer şekilde TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) verilerine göre 2013 sonunda trafikte yaklaşık 18 milyon araç bulunan ülkemizde de 8500 LPG / 12.500 benzin istasyonunu olduğu düşünüldüğünde, yaklaşık 1400 araca bir istasyon düştüğü görülebilmektedir.

Yapılan ölçümlerde elektrikli araçların da haftada ortalama 2 kez şarj olacakları varsayımıyla beraber bir hızlı şarj istasyonunun çok iyi bir planlama ile her 50 dakikada bir şarj işlemi yaparak ancak 100 aracın ihtiyacına cevap verebileceği görünmektedir. Benzer bir oran, Houston bölgesinde yapılan bir çalışmada da her 90 adet Seviye2 şarj cihazı için veya her 13 km² alana 1 DC hızlı şarj cihazı kurulumu öngörülmüştür [34].

Bu bakış açısı ile bakıldığında elektrikli araçların tercih edilmelerinde önemli bir argüman olan hızlı şarj imkanının kullanıcılara verilmediği ve dolayısıyla da kara ulaşımında esasen hızlı bir elektrifikasyonun hedeflenmediği ortadadır. Zaten Avrupa Birliği raporlarına göre yakın gelecekte içten yanmalı motorlu, konvansiyonel yakıtlı araçlar ile kıyaslandığında elektrikli araçların pazar paylarının çok büyük olmasının beklenmediği de resmi raporlarına girmiştir [35].

PROBLEM ANALİZİ-2: HİBRİT ARAÇLARDA ALTERNATİF YAKITLARDAN CNG’NİN KULLANIMINDA ORTAYA ÇIKAN FIRSATLAR VE SORUNLAR

Küresel kirlenme, sanayileşmenin beraberinde getirdiği önemli bir sorun olmuştur ve insanları giderek artan bir oranda yaşadığı çevreyi korumaya zorlamaktadır. 70’li ve 80’li yıllarda yakıt seçiminde stratejik güvenilirlik ve ekonomiklik ön plandayken 90’lı yıllardan sonra çevre faktörü de ön plana çıkmıştır. Kirletme maliyeti’nin sonradan temizleme maliyetine göre çok daha düşük olduğu anlaşılmıştır.

Karbon monoksit (CO), partikül madde (PM), azot oksitler (NOx) ve hidrokarbonlar (HC), regülatif olan ulaşım kaynaklı emisyonlardır. Bu emisyonların özellikle yoğun yerleşim bölgelerinde ciddi sağlık ve çevresel etkileri oldukları bilinmektedir. Çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik benzine alternatif olarak çeşitli yakıtların kullanılması, sadece çevresel sebeplerden değil, ekonomik sebeplerden dolayı da uzun zamandır gündemdedir. Bu bağlamda LPG, LNG ve CNG yakıtlarının kullanımına yönelik teknolojiler geliştirilmiştir. Türkiye’de LPG kullanımı daha yaygın olsa da son yıllarda CNG kullanımı dünyada hız kazanmıştır. Üstelik CNG, LPG’ye göre çok daha çevreci bir yakıttır. Bu sebeple çalışmamız kapsamında CNG ana alternatif yakıt olarak değerlendirilmekle beraber, esasen bir konsept fikrinin anlatıldığı bu tez için dünyanın farklı bölgelerinde farklı tip alternatif yakıtlar, aynen konvansiyonel araç politikalarında dizel ve benzinli araç seçenekleri sunulduğu gibi, benimsenmelidir [36].

Ülkemizde maalesef çeşitli sebeplerden dolayı henüz yeterli ilginin gösterilmediği sıkıştırılmış doğalgaz (CNG) yakıtlı araç segmentinde dünyada yaklaşık 20 milyon araç

ve yaklaşık 22000 araç dolun istasyonu bulunmaktadır. "Sıkıştırılmış Doğal Gaz" olan CNG, doğal gazın yüksek basınçlarda 200 / 250 barda özel kompresörlerle sıkıştırılmış halidir. CNG yakıtlı araçlar, doğalgazın otomotiv yakıtı olarak kullanım miktarı ve CNG istasyonları halen %1'i gibi düşük oranlarda kalsalar da (Türkiye'de ise %0.03), doğalgazın otomobillerde yakıt olarak kullanımı, en önemli sera gazı olan CO₂'in azalması konusunda çok önemli rol oynama potansiyeline sahiptir. Özellikle araçların dönüşümleri ve/veya fabrika çıkışı CNG'li araçların motor dönüşümleri konusunda ciddi bir maliyet sorunu bulunmamakta ve teknik olarak uygulanabilir durumdadır.

CNG, doğal gaz al yapısının olmadığı yerlerde temiz ve çevreci olmasının yanı sıra tüm dünyada en ekonomik yakıt olma özelliğine de sahiptir. Kullanılan diğer yakıtlara göre emisyon değeri düşüktür. Ayrıca, enerji ihtiyacı olan her alanda (lokantalar, dinlenme tesisleri, seralar, mısır çiftlikleri, toplu konutlar, oteller, küçük işletmeler, büyük sanayi kuruluşları, vb.) CNG'den yararlanmak mümkündür [37].

Elektrikli araçların en zayıf yönleri, pahalı ve düşük enerji yoğunluğuna sahip batarya sistemlerine sahip olmalarıdır. Günümüzde elektrikli araçlarda en yaygın olarak kullanılan lityum iyon bataryalar 95-190 Wh/kg enerji yoğunluğuna sahipken, akaryakıtlar için bu değerler 12000 Wh/kg, yani 60kat daha yüksek mertebelerdedir. Elektrik motorlarının içten yanmalı motorlardan yüksek verimleri göz önüne alındığında bile bu oran açık ara ile elektrikli araçlar lehinedir. Bataryaların düşük enerji yoğunluğunun sonucu, ya maliyet ve ağırlığı arttırma pahasına araçların daha büyük ve ağır bataryalara sahip olması, ya da içten yanmalı motorlu araçlara göre düşük menzilli olmalarıdır.

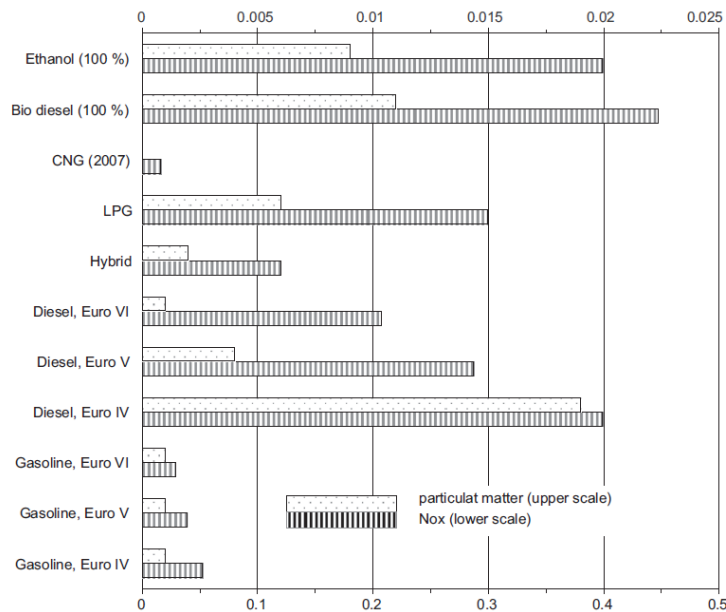
Elektrikli araçlardaki bu sorunun çözümü için hibrit araçlarda araç üzerindeki yakıt sistemi ile akaryakıtların kullanılmaktadır. Bu sayede bataryaların yukarıda bahsedilen kısıtlarından asgari ölçüde etkilenilmeye çalışılmaktadır. Ancak içten yanmalı motor açısından sorun olmamakla birlikte CNG ve LPG, hacimli ve ağır yakıt depolama sistemlerinden dolayı tercih edilmemektelerdir. Yakıt seçimi olarak en yaygın olan tercih, Otto motor ve benzin kombinasyonunun menzil uzatıcı sistem olarak kullanılması şeklindedir. Özellikle dizel motorların benzinli motorlardan maliyetli ve ağır olması, zaten hibrit araç üzerinde içten yanmalı motorun konvansiyonel araçlardan

çok daha az kullanılmasından dolayı, ağır ticari veya lüks araçlar hariç henüz tercih edilmemektedir.

Hibrit araçlarda kullanılacak yakıtın CNG olması durumunda hem elektrikli araç teknolojilerinden çok daha bilinen, hem de hızlı gelişime çok açık bir alternatif yakıt kullanılmış olacaktır. Otto motorlarında benzin kullanımında, hava ile karışım şeklinde yakılan benzin yerine doğalgazın kullanımı köklü bir teknik değişikliğe gerek olmadan yapılabilmektedir. Hatta vurutuya karşı iyi yanma özellikleri olan doğalgaz, benzine nazaran yüksek termal verim, düşük emisyon değerleri ve düşük özgül enerji tüketimi sağlamaktadır. Ayrıca kurum bırakmayan CNG motorlarının düşük sürtünme kayıpları, daha sessiz çalışmalarına olanak da vermektedir.

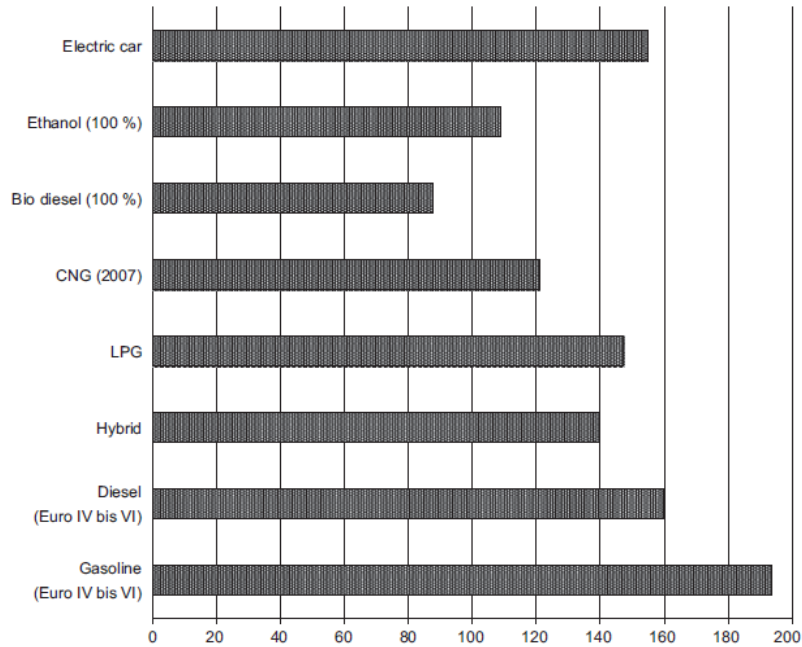
Doğalgazlı araçlar, benzinli araçlara göre düşük azot oksit (NOx) ve partikül emisyonlarına sahiptir. Hatta benzin yakıtlı hibrit elektrikli araçlar bile, sadece doğalgazlı araçlardan daha yüksek emisyon üretmektedirler. Tabloda da görüldüğü üzere sadece saf biyoyakıtlar ile çalışan araçlarda doğalgazlı araçlardan daha düşük CO₂ emisyonu oluşmaktadır. Dolayısıyla, benzinli araçların doğalgaz ile çalıştırılmaları, hızlı bir şekilde Avrupa limitlerine (2015'e kadar 130gCO₂/km) ulaşılmasında yardımcı olabileceği değerlendirilmektedir.

Çizelge 6. 1 Farklı yakıt ve motor tiplerine göre NOx ve partikül emisyonları (g/km) (referans kullanım, %60 şehir içi, %20 şehirlerarası, %20 otoban kullanımına göre)

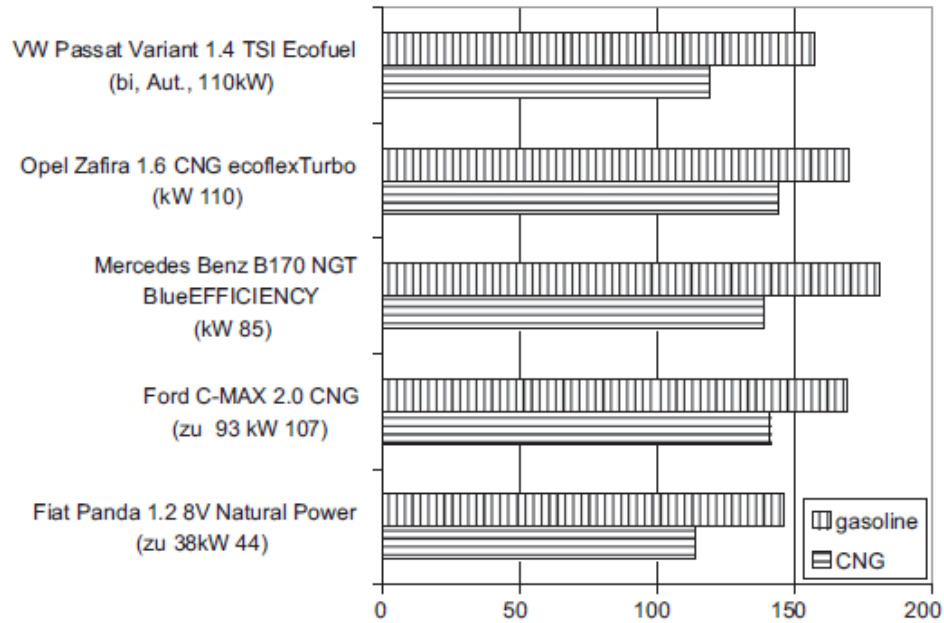


Emisyonlar içinde karbon dioksit, esasen karbon ihtiva eden tüm yakıtların tam yanmasının bir göstergesi ve dolayısıyla da verimli yanmayı işaret eden bir göstergedir. Aynı yakıt cinsi için birim kilometrede CO₂'in azalılması, tam yanmanın istenildiği gibi olması durumunda ancak daha düşük yakıt tüketimi ile mümkün olmaktadır. Ancak farklı yakıtların kullanımı, yakıtın kimyasal bileşimindeki karbon hidrojen oranından dolayı birim enerji başına daha düşük CO₂ emisyonuna imkan vermektedir. Doğalgaz, metanın içeriğindeki yüksek hidrojen - karbon oranından dolayı, benzin veya dizel yakıtlardan çok daha çevreci bir yakıt olmaktadır [38].

Çizelge 6. 2 Farklı yakıt ve motor tiplerine göre kaynaktan tekere / well to wheel CO₂ emisyonları (g/km) (%60 şehir içi, %20 şehirlerarası, %20 otoban kullanımına göre)



Çizelge 6. 3 Benzin ve CNG yakıtlarının farklı araçlarda ortaya çıkardığı farklı emisyon değerleri



6.1 Motorlar Açısından Fırsatlar

Metanın ve dolayısıyla doğalgazın motorlarda kullanımı, doğalgazın kimyasal bileşimi dolayısıyla benzin motorlarında bujilerde ateşleme sonucu yakma şeklinde olmaktadır. Benzin motorlarından daha yüksek verimli olan dizel motorların çalışma prensibi olan sıkıştırma ile yakma yönteminin doğal gaz kullanımına uyarlanması için, mevcut durumda bir miktar dizel yakıtın da sıkıştırılarak yakılması gerekmektedir. Dolayısıyla ilk ateşleme dizel yakıt ile olurken, daha sonrasında doğalgaz devreye girmektedir.

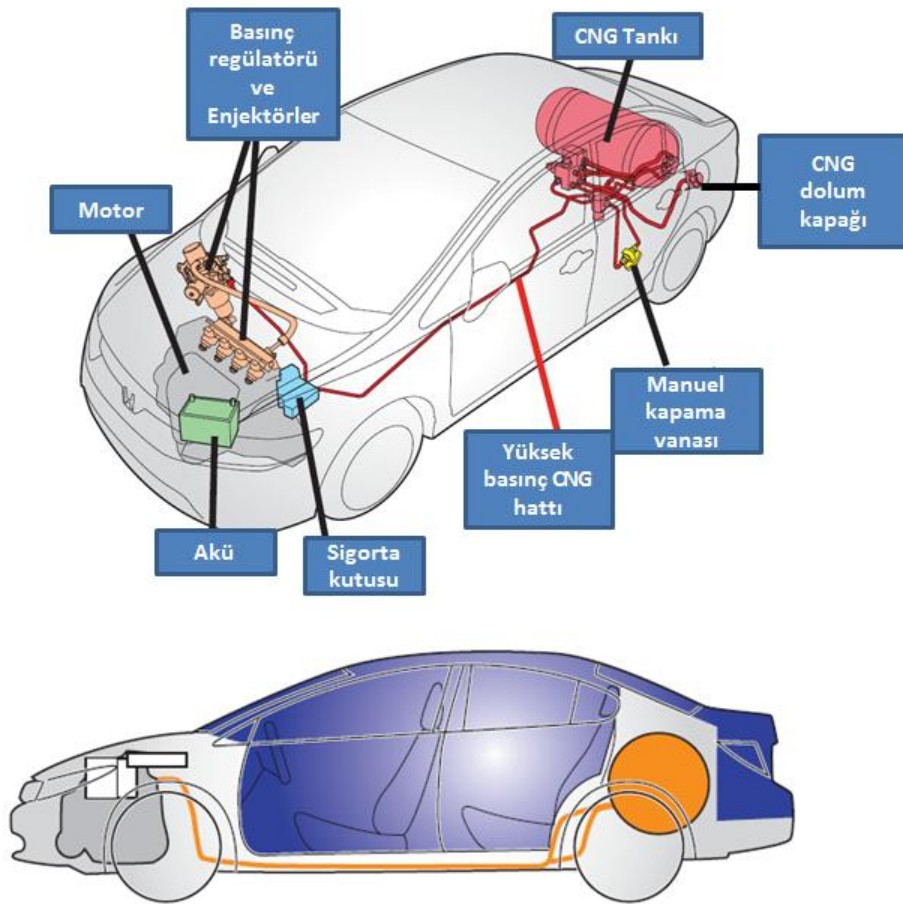
Literatürde birçok farklı modelleme ve deney çalışmalarında da görülebildiği gibi gerçek kullanım şartları altında sera gazı emisyonlarının tankdan tekere (tank-to-wheel) azalılmasında CNG, benzin ve dizel yakıtlara göre büyük avantajlar sağlamaktadır. Farklı şartlar ve motorlarda değişiklik göstermekle beraber, bir çalışmada benzine göre %18, dizel yakıtı göre %7 düşüş sağlanmaktayken, bir başka çalışmada (CONCAWE-2006) benzine göre %23, dizel yakıtı göre %17 azalım sağladığı bildirilmektedir. Keza, dinamometre çalışmalarında örneğin dizele göre %22'ye kadar daha düşük CO₂ emisyon bölgeleri olduğu görülebilmektedir. Bu değerler farklı çalışmalardaki farklı parametre ve koşullardan dolayı değişiklik gösterebilir de, hepsinin ortak noktası,

CNG'nin ulaşım sektörü kaynaklı emisyonları azalmada oldukça etkin bir kullanıma sahip olacaktır [36].

Yapılan birçok çalışmada benzin yerine CNG yakıtla çalıştırılan Otto motorlarında ortalama %10 güç kaybı yaşanırken, %10 verim artışı ve ortalama %15 yakıt tüketimi / BSFC (Brake Specific Fuel Consumption) düşüşü görülmektedir. Bu durum özellikle motorun tam gaz noktalarında değil, %50-80 aralığında çalıştırılması ile görülmektedir [39] [40] .

6.1.1 Benzinli Motorlarda CNG Kullanımı

CNG ve temel olarak doğalgaz, Otto motorları için en temiz ve umut vadeden alternatif yakıt olarak görülmektedir. Düşük C / H oranından dolayı emisyonlar için sağladığı faydaların yanı sıra, yüksek oktanlı CNG, yüksek sıkıştırma oranına izin vermekte ve böylece termal verim arttırılabilmektedir.



Şekil 6. 1 CNG yakıtlı, içten yanmalı motorlu araç yerleşim planı

CNG yakıtlı araçlarda CNG yüksek basınç tanklarına dolum kapağı ve valfi üzerinden doldurulur. Motor yanma odasına yakıt gitmesi için, tanklardan çıkan CNG, yüksek basınç yakıt hatları üzerinden motora kadar sırasıyla manuel kapama valfi, basınç regülatörü – düşürücüsü, selenoid valf ve CNG enjeksiyon sistemi ile iletilir. Basınç regülatörü, CNG tanklarındaki yüksek basıncı (200-250 bar), enjeksiyon sisteminin çalışma basıncına düşürmekle görevlidir. Selenoid valf ise motor çalışmadığı zaman yakıt iletimini kesmektedir [41].

GDF SUEZ Araştırma ve İnovasyon Departmanının CNG yakıtının ve elektrik motorlarının avantajlarını birleştiren Toyota Prius II Hybrid CNG aracı ile yaptığı deneysel çalışma, sadece yakıt seçimini değiştirerek emisyonlarda büyük iyileştirmeler sağlandığını göstermektedir. Sera gazı emisyonları karşılaştırmasında sadece CNG yakıtlı araçta, benzin yakıtlı versiyonuna göre %17 oranında düşük emisyon değerlerine ulaşılmaktadır. Hibrit elektrikli araçlarda ise benzin ile CNG karşılaştırıldığında aynı oranda CNG yakıtlı versiyonun düşük emisyon yaydığı görülmüştür. CNG yakıtlı hibrit elektrikli araç, benzinli araç ile karşılaştırıldığında ise %51 gibi çok yüksek bir fark ortaya çıkmaktadır. [42]

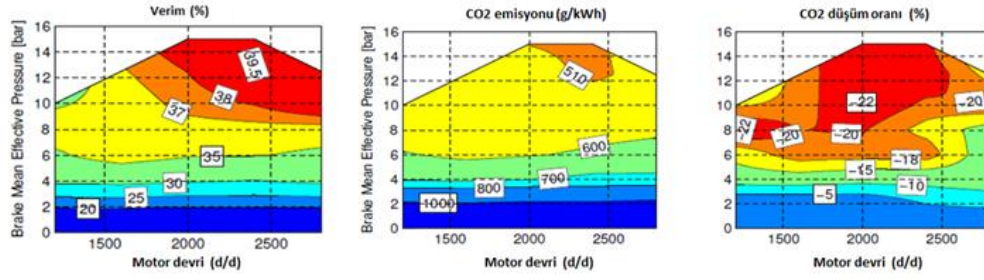
İlerleyen bölümlerde de değinileceği üzere, CNG yakıtı araç üzerinde yüksek basınç altında depolanarak kullanılabilir. Bunun sebebi, aynen bataryalarda olduğu gibi, düşük enerji yoğunluğudur. Avrupa ve ABD’ndeki farklı standartlardan dolayı depolama basınçları Avrupa’da 200 bar, ABD’nde 250 bar olmaktadır. Oysa karbüratörlü veya doğrudan enjeksiyonlu Otto motorlarında motorun ihtiyaç duyduğu CNG basıncı, depolama basıncından çok daha düşük seviyelerdedir. Literatürde 8-10 bar besleme basınçlarındaki doğrudan enjeksiyon basınçlarına kadar farklı değerlerde çalışmalar mevcuttur. Hatta benzin enjektörünün hiç değiştirilmeden kullandığı ve CNG’nin 10 bar ile yanma odasına doğrudan enjekte edildiği çalışmalarda çok başarılı sonuçlar alınmıştır. Doğrudan enjeksiyonlu (DI) CNG yakıtlı araçlarda ray basıncının değişimi de yanma ve motor performansına etki etmektedir. Örneğin ray basıncının etkisini gözlemlemek için yapılan bir çalışmada düşük motor hızlarında 18 bar basınç daha iyi performans vermekteyken, yüksek motor hızlarında 12 bar enjeksiyon basıncı daha iyi sonuç vermektedir. Buradan da görülmektedir ki, sabit bir çalışma noktasında çalışmak motor veriminin optimizasyonu açısından da faydalı olabilmektedir. [43] [44]

Benzer şekilde eski bir teknoloji olmasına rağmen karbüratörlü bir sistemde 200 bar depolama basıncından sadece 0.8 bar karbüratör basıncına kadar düşürülen CNG, benzine göre %18 daha düşük yakıt tüketimi sağladığı belirtilmektedir (test sırasında motorun benzin tüketimi 0.323 kg/kWh iken, CNG için 0.264 kg/kWh olduğu görülmüştür) [43] [45] [46].

6.1.2 Dizel Motorlarda CNG Kullanımı

Her ne kadar kartuş elektrikli araç konseptimizde benzin-Otto motorun dizel motor kullanımından maliyet etkin bir seçim olduğu görünse de, dizel motorlarda da doğalgazın kullanımı ve faydaları hakkında kısaca bilgi vermek, esasen sadece Otto motorlarda değil, dizel motorlarda da fırsatların olduğunun görülmesi açısından önemlidir.

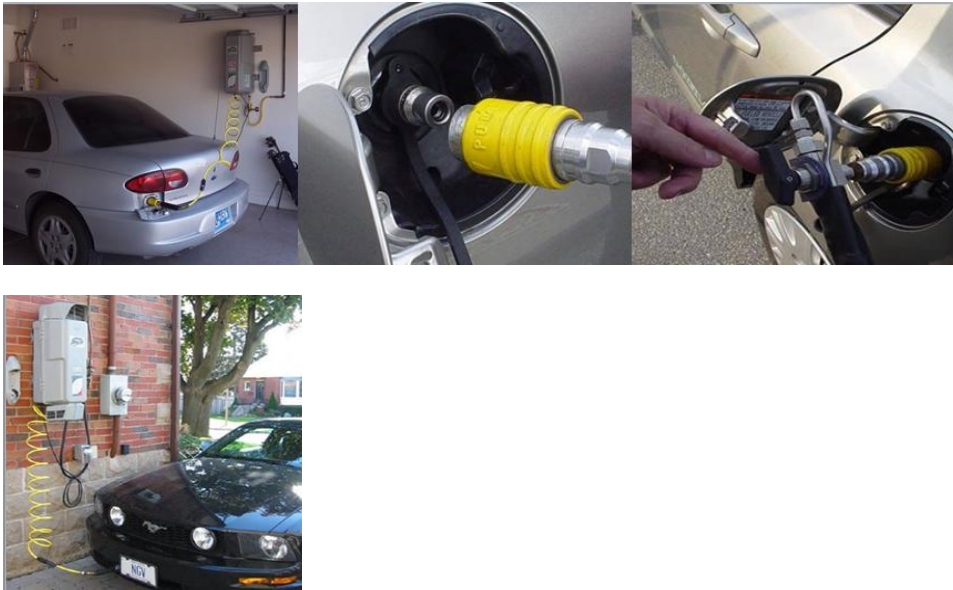
Literatürde birçok farklı çalışmada dizel motorlu araçlarda CNG kullanımı sayesinde emisyonların düşürülebildiğinden ve aynı zamanda pahallı egzoz temizleme sistemlerinin kullanımının azalabildiğinden bahsedilmektedir. Örneğin motorun dinamometrede çalıştığı ve NEDC çevriminde düşük yüklerde oksijen fazlası ile çalıştırılan motorda NO_x filrasyonuna hiç gerek kalmamıştır. Dizel yakıt ve CNG'nin birlikte kullanıldığı dizel motorda dinamometre verilerini incelediğimizde, sadece dizel yakıt kullanımına göre %22'ye varan CO₂ emisyon azalımı sağlandığı görülebilmektedir. Motor veriminin istenilen devir ve güce göre %20 ile %39.5 arasında değiştiği görülmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, motorun her çalışma noktasında farklı verim ve farklı emisyon değerleri ile çalışmasından dolayı, araç kullanıcısının şehiriçindeki gerçek ortamında karşılaştığı sürüş hallerine göre araca verdiği komutların doğrudan çok büyük etkisi olduğudur. Elbette dinamometre ortamında motor istenilen her noktada çalıştırılabilmektedir ve esasen bu haliyle bir anlamda tam kartuş elektrikli şehiriçi aracı konseptinde olduğu gibi istenen noktalarda çalıştırılabilen bir jeneratöre benzemektedir [47].



Şekil 6. 2 Motor verim ve emisyon grafikleri

2.0 litre, 4 silindirli dizel bir motor üzerinde yapılmış olan örnek çalışmada çift yakıtlı olarak doğalgaz-dizel kullanımı ve hibridizasyon sayesinde elde edilebilecek potansiyel fırsatlar değerlendirildiğinde önemli miktarda CO2 düşüşü ve motor verim artışı potansiyeli görülmektedir.

3 farklı segmentteki (A, B, C segment) araçlar ile yapılan çalışmada NOx emisyonlarında tüm zengin çalışma noktaları için 75 ppm, kurum konsantrasyonu 3 mg/m³ daha düşük olduğu görülmüştür. Çok düşük CO2 emisyon değerleri elde edilmiştir (43.0 g/km – 68.8 g/km). Mini segment bir araç içinse kilometrede 43g CO2 seviyesine düşürülebildiği görülmektedir. Hibridizasyon, dizel motorun çok verimsiz çalıştığı düşük devir ve düşük yüklerde çalıştırmaktan kaçınmaya imkan vermektedir. Farklı çevrimler için incelendiğinde doğalgaz – dizel yakıtlı hibrit araç çalışmasında %13.1 - %18.4, yalnızca dizel yakıtlı konvansiyonel araç çalışmasında ise %2.4 - %9.0 oranında CO2 emisyonlarında iyileşme sağlanabilmiştir.



Şekil 6. 3 CNG yakıtlı, içten yanmalı motorlu araçlar için araç CNG dolum görselleri

6.2 Sorunlar ve Dezavantajlar

CNG sisteminin benzine göre dezavantajlı olduğu konuları ikiye ayırabiliriz. Bunlar temelde altyapı ve araç üstündeki dezavantajlardır. Altyapı sorunu, tamamen mevcut akaryakıt sisteminin yerine veya rakip olarak birlikte kurulacak maliyetli bir işlem olmasından kaynaklı, büyük oranda finansal odaklı bir sorundur. Araç üstü dezavantajlar ise, yakıtın kalorifik enerji yoğunluğuna bağlı olarak aynı hacim için düşük menzil verme, yakıtın depolanmasına bağlı depo ağırlık/hacim ve güvenlik sorunlarıdır. Doğalgazın kalorifik enerji yoğunluğu 8250 kcal/kg (34532 kJ/kg) iken, benzinin 7676 kcal/kg, (32130 kJ/kg) olmaktadır. [48] Elbette her yakıtın olduğu gibi az da olsa yakıtın kendisinden kaynaklı yanma/patlama riski de güvenlik sorunu olarak bulunmaktadır. Doğalgaz, tüm gazlar gibi sıkıştırılabildiği için özkütlesi de, basınç ile değişim göstermektedir. Özkütlesi açık hava basıncında (0.101325 Mpa = 1,01325 bar) 0.712 kg/m³ iken, CNG depolama basıncında (200 bar) ise 179.6 kg/m³ olmaktadır. [49]

6.2.1 Altyapı Sorunu

Ülkemizde LPG altyapısı kurulması ve araçların LPG yakıtlı çalışmaları için dönüşümleri sırasında değeri 700milyon Euro'dan fazla altyapı yatırımı yapılmıştır.

Bir CNG istasyonunun ortalama maliyeti ortalama 250-400.000 Euro'dur. Bu yatırımın geri ödemesi ise Avrupa şartlarında günde 600-1000 aracın yılda 1 milyon m³ gazı tek bir istasyondan alması ile gerçekleşmektedir [50].

Çizelge 6. 4 CNG yakıtlı araçların gelişim gösterdiği bazı ülkelerdeki araç ve istasyon verileri

Ülke	Toplam Tüketim (Nm ³ /yıl)	Toplam CNG'li Araç Sayısı	Toplam İstasyon Sayısı	Araç Başına Ortalama Tüketim (Nm ³ /yıl)	İstasyon Başına Ortalama Satış (Nm ³ /yıl)
Arjantin	3.1 milyar	1.4 milyon	1,600	2,200	2.2 milyon
Brezilya	2.5 milyar	1.2 milyon	1,400	2,100	2.1 milyon
İtalya	516 milyon	413,000	600	1,250	1.3 milyon

Türkiye için CNG yatırımının önündeki en büyük engel, araç ve istasyon planlamasının önceden yapılabilmesidir. Bu sayede yatırımcıların istasyonları kar ederken, araç sahipleri de hem uygun fiyatlı yakıt kullanmanın, hem de sıra beklemeden araçlarını doldurabilmenin avantajını yaşayabilirler. Ancak böyle bir planın yapılabilmesi için

tutarlı bir enerji ve çevre politikasının, devlet politikası olarak benimsenmesi gerekmektedir. Örneğin Almanya’da CNG temel alternatif yakıt olarak benimsenmiş ve 5 yılda 1000 istasyon kurulumu planlanmıştır. Toplam 250 milyon Euro değerinde yatırım, şehir içinde her 5 km’de, şehir dışında 10-25 km’de bir istasyon açılmasına kullanılmıştır. Avrupa’nın 2020 yılı için hedefi, 8 milyar Euro’luk istasyon yatırımı ile 20000 istasyon kurulması ve 15 milyar Euro değerinde araç dönüşümü yapılmasıdır [50].

Türkiye için yatırım yapılması durumunda, örneğin trafiğe kayıtlı yaklaşık 20milyon araçtan ilk etapta %1’i olan 200 bin aracın CNG’ye dönüştürülmesi hedeflense, 250milyon m³ doğalgaz/yıl ihtiyaç olacaktır. Enerji Bakanlığı, 2014 için doğalgaz talebini yaklaşık 50milyar m³ olarak öngörmektedir. Bu durumda toplam doğalgaz talebi içinde 200 bin araç için gerekecek CNG, sadece %0.5 oranında kalmaktadır. 300 milyon Euro’dan fazla yatırımla 250 milyon m³ doğalgaz tüketilmesi, çok kolay ve uygulanabilir görünmemektedir. Dolayısıyla ilk etapta ancak kendi kendine yetebilen küçük gruplarda uygulama yapılması mantıklı görünebilir. Özellikle belediyelerin şehiriçi otobüs, özel şirketlerin kamyon, taksicilerin birleşerek oluşturabilecekleri binek araç filolarına CNG dönüşümleri değerlendirilebilir görünmektedir.

Türkiye’de Odider (Oto Doğalgaz İstasyonları Derneği) kayıtlarına göre 2010 yılında 3000’in üzerinde araç (otobüsler ve kamyonlar dahil) ve 5’i kamu, 5’i özel olmak üzere 10 adet dolum istasyonu bulunmaktadır. Bu rakam günümüzde özellikle son senelerdeki CNG’li şehiriçi otobüslerin artması ile biraz daha yükselmiş olmakla beraber, halen binek araçların CNG’li olarak kullanılması istisna durumlar dışında gerçekleşmemektedir.

6.2.2 Araç Üstü Sorunlar

CNG’nin araç üzerinde depolanmasında ve kullanımında 2 önemli dezavantaj bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, CNG’nin bir yakıt olması sebebi ile tüm yakıtların doğasından kaynaklanan güvenlik sorunlarıdır. İkincisi ise CNG’nin benzin ve dizel gibi yakıtlardan farklı olarak doğada geniş hacimli bir gaz olarak bulunmasından dolayı, araç üzerinde yüksek basınç altında depolanmasının getirdiği depolama sorunlarıdır.

6.2.2.1 Güvenlik Sorunu

Türkiye’de 1996 yılından günümüze kadar gelmiş LPG sistemi tecrübemizden öğreneceğimiz çok faydalı bilgiler olmalıdır. İlk başlarda yapılan yanlış uygulamalar ve merdiven alı dönüşümler, LPG sisteminin halk arasında güvenilmez ve tehlikeli olarak algılanmasına sebep olmuştur. CNG’li araçların LPG’den 40 kattan fazla basınç altında tüpler barındırması, halk arasında benzer bir güvensizliğe sebep olabilecek görünmektedir. Özellikle kalitesiz ve standart dışı yapılacak işlerin tetikleyebileceği olası kazalar, olumsuz algı yaratma potansiyeli barındırmaktadır. Bu durum sadece Türkiye’ye özgü değil, tüm dünyada yetki belgesiz üstyapı / dönüştürücüler tarafından da dönüşümü yapılan birçok araç olması sebebi ile global bir sorundur [51].



Şekil 6. 4 CNG yakıtlı bir araçta meydana gelen patlama (Mart 2007 - ABD)

En muhtemel CNG kazaları, yanma ve tank patlamalarıdır. 2011 senesinde Pakistan’da Civil Society Front (CSF) adlı kuruluş tarafından yayınlanan raporda sadece Pakistan’da o yıl yaşanan CNG tankı yanma ve patlamalarında 2000’den fazla insanın yaşamlarını yitirdiği belirtilmiştir.

2009 yılında İran’da kesin sebebi belli olmayan, şans eseri kimsenin hayatını kaybetmediği ama ciddi maddi hasara yol açan bir kazada aracın Tip1 CNG tankının patlaması, düşük olasılık bile olsa, riskin olduğunu açıkça göstermektedir.



Şekil 6. 5 CNG yakıtlı bir araçta meydana gelen patlama (2009 - İran)

Oluşan kazalarda birçok kök sebep bulunabilmektedir. Örneğin G.Kore’de yaşanan bir CNG yakıtlı otobüs kazasının kök sebep araştırmaları yapıldığında basınçlı CNG tankının patlamasının sebebinin tankı araca sıkıca bağlayan kelepçeler ve bağlantı elemanları ile tank arasında olan etkileşim ve sürtünmeler olduğu görülmüştür. Bu etkileşim ve sürtünmeler, kompozit tank malzemesinin direncini kaybetmesine ve sonunda da araç yoldayken şekilde görüldüğü gibi büyük bir kazaya giden zincirleme etkilere sebep olmuştur. Benzer bir acının tekrarlanmaması için tüm CNG’li araçların kelepçe ve bağlantı elemanlarının uygun şekilde tasarlanması ve montajı gerekliliği görülmüştür. Ayrıca her araçta, her 3 senede bir tank, bağlantı elemanları ve tüm yakıt sisteminin kontrolü hedeflenmelidir [52].

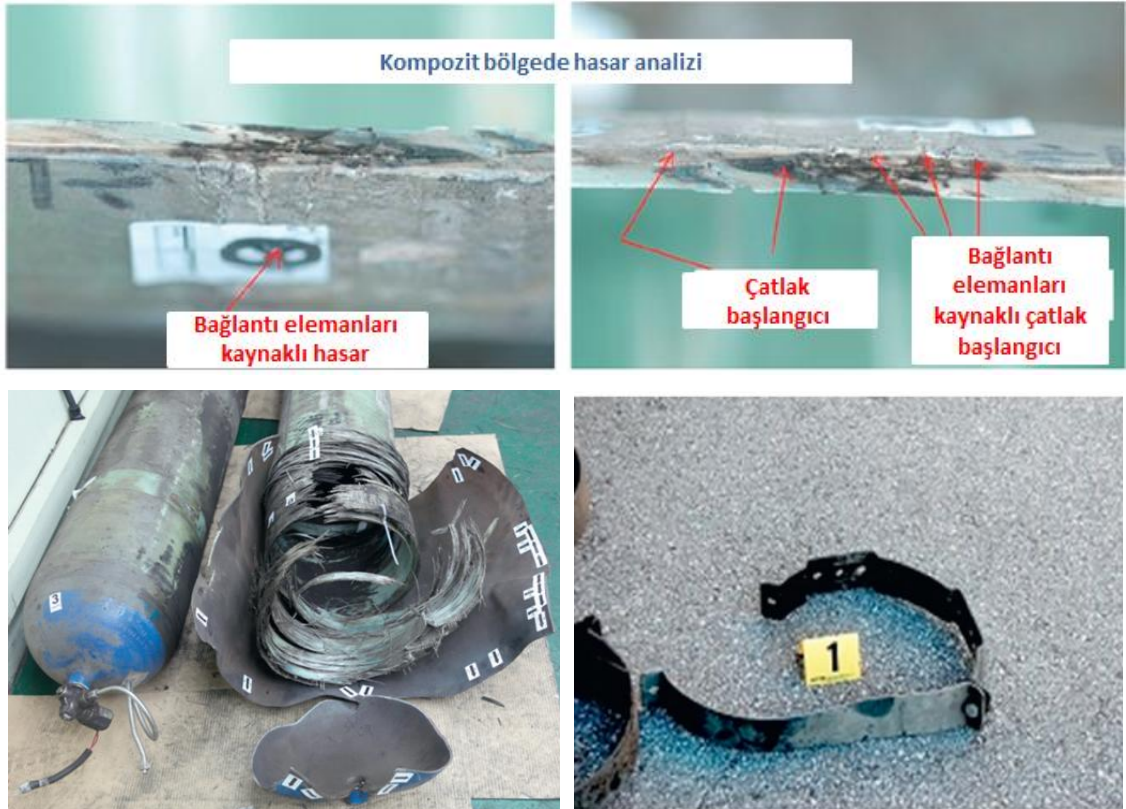


Hasarlı CNG yakıt bölgesi



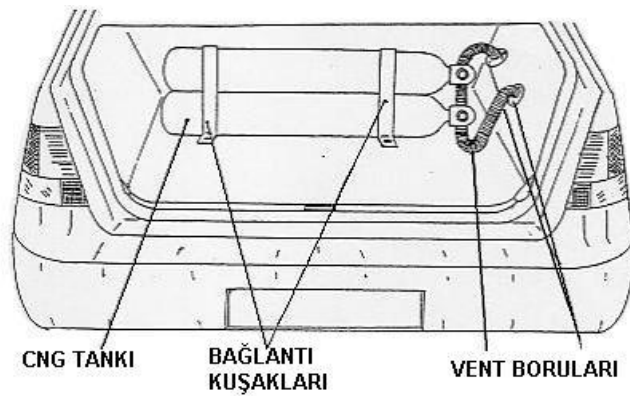
CNG patlaması sonrası otobüsün iç bölgesi

Şekil 6. 6 CNG yakıtlı bir şehir içi yolcu otobüsünde meydana gelen patlama (G.Kore)



Şekil 6. 7 Patlama sonrası yapılan inceleme detayları (G.Kore)

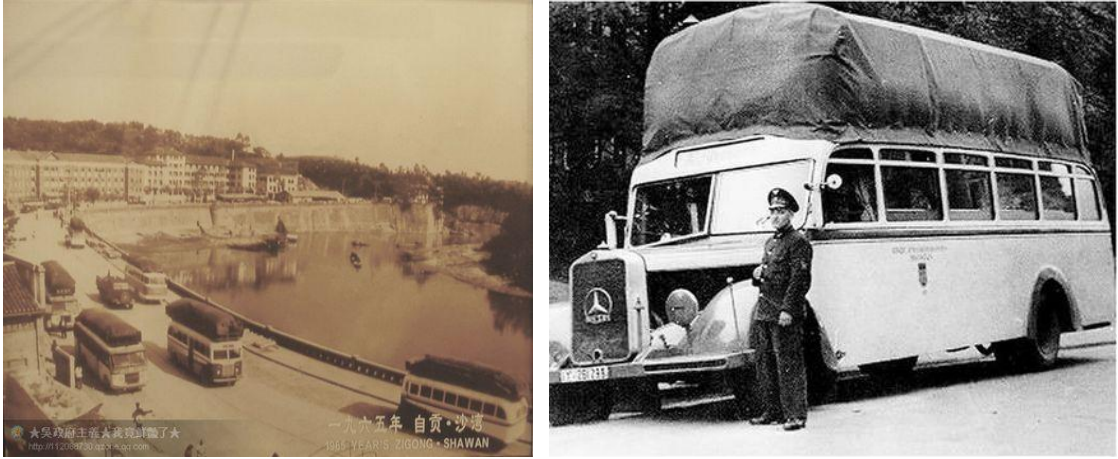
Bu ve benzeri kazalar maalesef araç üzerinde özellikle fazla miktarda ve çok yüksek basınçta doğalgaz depolamanın, bazı güvenlik risklerini de beraberinde getirdiğini göstermektedir. Bugün doğru monte edilen tüm tüplerde kazaların meydana gelmemesi için tüplerin havalandırılmaları ve bir kaçak esnasında da doğalgazın araç iç kabinine değil, dışarıya doğru kaçması sağlanmaktadır [53].



Şekil 6. 8 Araç içi CNG tank yerleşimi ve havalandırma

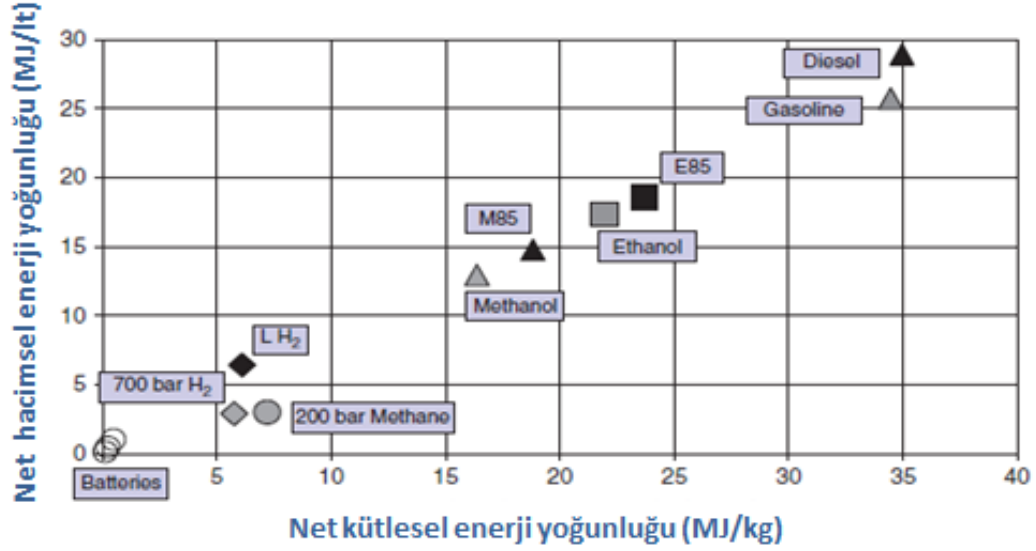
6.2.2.2 Araç Üstü CNG Depolama Sorunu

Doğalgazın ısı değeri, farklı literatür kaynaklarına göre değişim gösterse de yaklaşık 40 MJ/m³'e eşit olup, 1 m³ doğal gaz 1,05-1.1 litre benzine veya 1 litre motorine eşittir. Dolayısıyla doğalgazın enerji yoğunluğu oldukça düşüktür. Doğalgaz, doğada birim kütlesi çok yer kapladığı ve bir aracın içinde depolanması gerekiyorsa, araç içinde boş hacim bulma sıkıntısı olması sebebi ile günümüzde 200 bar ve üstü basınçlarında tanklarda CNG olarak ve doğal hacminin 1/100'ü kadar hacimde depolanmaktadır. Buna rağmen CNG, benzine göre aynı enerji miktarı için 4 kat yer işgal etmektedir. CNG'nin olmadığı eski zamanlardan kalma nostaljik fotoğraflardan sıkıştırılmamış doğalgaz kullanan araçların tavanlarında taşıdıkları balonlardan, bugünlerdeki CNG kullanımına geçerkenki hacim değişikliği gözle görülür olmaktadır.



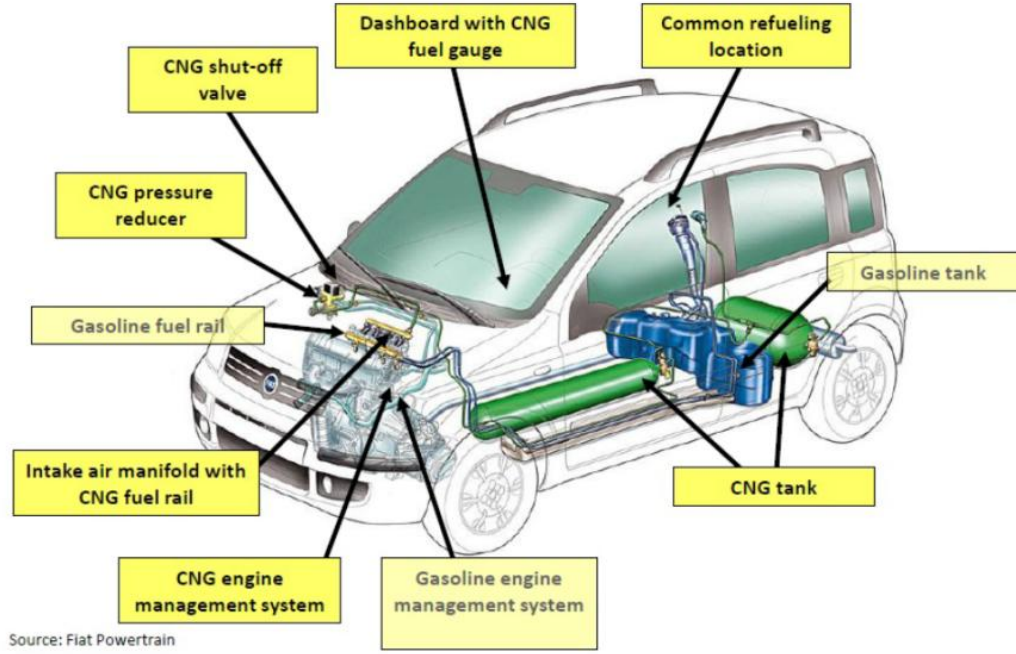
Şekil 6. 9 Çin'de ve Almanya'dan doğalgaz balonlu otobüsler

Özellikle ticari araçlarda hacim, önemli bir pazarlama kriteri ve kullanıcı için karar parametresi olmakta, son kullanıcının seçeceği aracı belirlemesinde binek araçlara oranla daha fazla etki yapabilmektedir. Elektrikli araç teknolojisinin öncelikle ticari araçlar ile pazarlanma stratejisi, yoğun kullanım sonucu işletme ve yakıt/enerji maliyetlerinin geri ödeme süresini kısılması sebebiyle birçok araştırmaya konu olmaktadır. Ancak tablodan da görüldüğü gibi bataryalardan ve hidrojenden sonra en düşük hacimsel enerji yoğunluğuna sahip yakıt, doğalgazın neredeyse tamamını oluşturan metandır.



Şekil 6. 10 Yakıtların hacimsel ve kütleli enerji yoğunluğu karşılaştırması

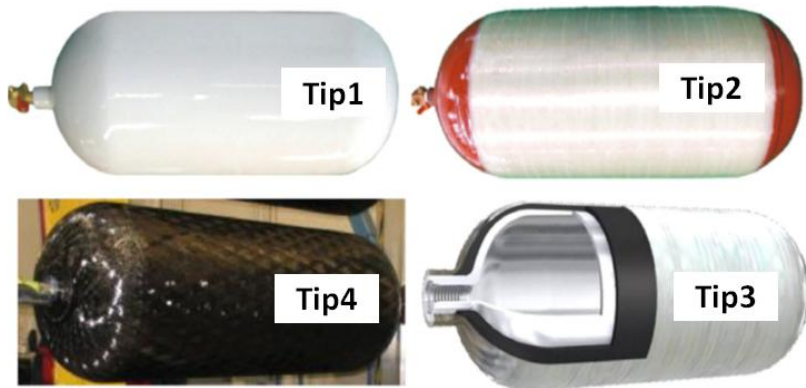
CNG'nin hibrit elektrikli araçlarda kullanımı maalesef imkansız olmasa bile yüksek maliyetli olmakta ve teknik paketleme sorunlarını beraberinde getirmektedir. Bir başka deyişle, emisyon ve ekonomiklik açısından hibrit elektrikli araçların hedeflerine bir alternatif yakıt olarak tam uyan doğalgaz, maalesef araçta depolanma noktasında bataryaların sorunlarını birebir taşımaktadır. Tasarımcılar açısından bakıldığında avantajları ve dezavantajları aynı olan iki sistemin birlikte hibrit bir yapı içinde kullanılması mühendislik yaklaşımına ters düşebilmekte ve arzu edilen yüksek fayda sağlanamayabilmektedir. Aynı hibrit elektrikli araçlar gibi CNG hibrit araçlarda da, bataryalar CNG tüpü ile yer değiştirmekte ve benzin / dizel yakıtlar ile hibritleştirilmektedir. Bu sayede kullanıcılar hem ihtiyaç duyulması halinde benzin / dizel yakıtların küçük hacimde depolanma ve uzun menzil imkanlarından faydalanırken, aynı zamanda CNG yakıtın avantajlarından faydalanabilmektedirler.



Şekil 6. 11 Benzin ve CNG çift yakıtlı araç yerleşim planı

CNG, araçlarda değişik büyüklüklerde ve miktarlardaki tanklara doldurulur. Mevcut CNG sistemlerinde kullanılmakta olan 4 tip CNG tankı vardır. Bunlar birim ağırlık sırasıyla şu şekilde sıralanabilirler;

- 1- Tip-1 tamamen metal,
- 2- Tip-2 reçine emdirilmiş kesintisiz lif takviyeli metal gömlek (çevresel sargılı),
- 3- Tip-3 reçine emdirilmiş kesintisiz lif takviyeli metal gömlek (tamamen sargılı),
- 4- Tip-4 reçine emdirilmiş kesintisiz lifli metalik olmayan gömlek (tamamı kompozit).

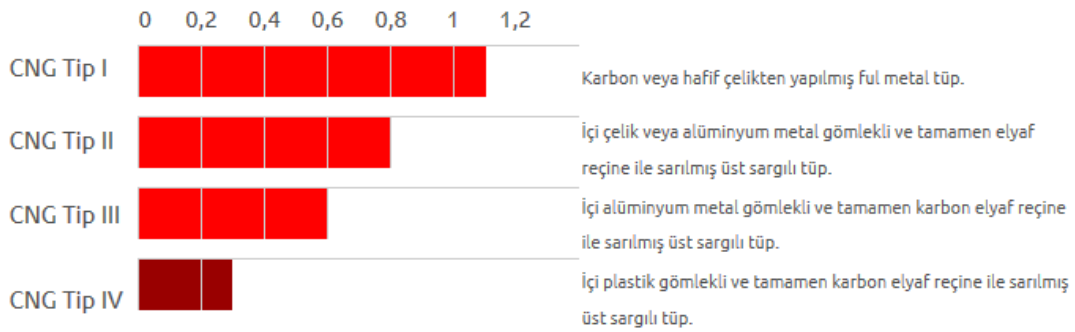


Şekil 6. 12 CNG tank tipleri

Aşağıda örnek olarak eşit hacimlerdeki çelik (100l) ve karbon fiber (102l) tüplerin karşılaştırması sunulmaktadır. Çelik tüplerin her litresinin ağırlığı yaklaşık 1 kg'dır. Karbon fiber tüplerin her bir litresinin ağırlığı ise yaklaşık 0,380 kg'dır.

Çizelge 6. 5 Kompozit ve çelik CNG tankları ağırlık karşılaştırması

		Karbon fiber	Çelik
Su Kapasitesi	l	102	100
Boş Ağırlık	kg	38	103
Dolu Ağırlık	kg	56,3	121,3
CNG Kapasitesi	m ³	25,8	25
Basınç	bar	200	200



Şekil 6. 13 Farklı tip CNG tanklarının ağırlık karşılaştırması (kg/l)

Çizelge 6. 6 Piyasada standart olarak bulunan CNG tank ebatları

Piyasada Standart olarak Bulunan CNG Tank Ebatları					
ÇAP MM	SU HACMİ LİTRE	KAPASİTE M ³	UZUNLUK MT.	AĞIRLIK KG	MOTORİN EŞDEĞERİ LT.
200 Bar Çalışma Basıncı					
244	30	7,5	0,78	37	8,5
244	34	8,5	0,87	42	10
244	38	9,5	0,97	44	11
244	50	12,5	1,25	56	14,2
244	60	15	1,49	65	17
323	50	12,5	0,78	57	14,2
323	54	13,5	0,84	61	15,3
323	58	14,5	0,89	64	16,4
323	60	15	0,92	66	17
323	65	16,3	0,98	70	18,4
323	75	18,8	1,12	78	21,3
323	80	20	1,19	83	22,7
323	100	25	1,46	99	28,3
323	120	30	1,72	116	34
355	60	15	0,79	68	17
355	65	16,3	0,82	73	18,4
355	70	17,5	0,9	79	19,8
355	75	18,8	0,95	84	21,3
355	80	20	1,01	90	22,7
355	90	22,5	1,12	100	26,5
355	100	25	1,23	108	28,3
355	120	30	1,45	124	34
406	70	15,5	0,74	95	19,8
406	80	20	0,83	104	22,7
406	90	22,5	0,91	113	25,5
406	95	23,8	0,96	117	26,9

Aşağıdaki resimlerde CNG yakıtlı bir Ford Transit Connect hafif ticari aracı görülmektedir. Dünyada sadece ülkemizde üretilen ve 2014’de üretimi durdurulan bu aracın maalesef Türkiye’de CNG yakıtlı opsiyonu bulunmamaktadır. Ancak altyapı kurulumu yeterli olan ülkelerde araca ek gelen ağırlıkların dezavantajlarına rağmen ve aracın iç hacminden feragat edilmek suretiyle CNG dönüşümü yapılarak müşterilerin hizmetine sunulmuştur.



Şekil 6. 14 CNG yakıtlı bir Ford Transit Connect hafif ticari aracı tank yerleşimi

TÜRKİYE VE İSTANBUL ÖZELİNDE DURUM ANALİZİ

Gerçek araç kullanımları ile ideal dinamometre ortamlarında yapılan farklı test çevrimleri arasında büyük farklar çıktığı bilinen bir gerçektir. Bunun sonuçlarını hepimiz her gün araç kullanımlarımız sırasında yaşamakta ve neredeyse hiçbir zaman dinamometrelerde ölçülen ideal yakıt tüketim değerlerine ulaşamamaktayız. Özellikle bu tezin kapsamındaki gibi, konu şehiriçi ulaşım olduğunda, farklar daha da artmaktadır. Farklı yakıt tüketim miktarlarının bulunması ile ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır ve farklı ülke ve şehirler için NEDC çevriminden oluşan farklar çıkartılmıştır. Örneğin New York'da şehir içi gerçek kullanımda, NEDC ideal çevrimine göre ortalama %20-40 daha fazla enerji harcandığı görülmüştür. Aynı şekilde İrlanda için ortalama değerin NEDC'den %15 fazla olduğu bilinmektedir [54] [55].

İstanbul özelinde ise literatürde daha önce yapılmış bir çalışmaya rastlanılamamıştır. İstanbul'da özellikle araç kullanımının fazla dur-kalk ve uzun süreler almaktadır. Castrol ve Tomtom firmalarının dünyanın belli başlı şehirlerinde birlikte yaptıkları araştırmada şehirlerdeki senelik ortalama dur-kalk miktarı bulunmuştur. Bu çalışmada İstanbul 31200 dur-kalk ile dünyadaki senede en fazla dur-kalk yapılan şehir olmuştur [56].

Çizelge 7. 1 Şehirlere göre toplam dur-kalk sayısı ile araç başına ortalama dur-kalk sayısı

#	Şehir	Toplam dur-kalk sayısı	Araç başına ortalama dur-kalk sayısı
1	İstanbul	21,596,566	31,200
2	Mexico City	17,999,273	30,480
3	Moskova	1,385,513	29,520
4	Beijing	64,941	28,200
5	St.Petersburg	429,908	28,080



Şekil 7. 1 Dünyada en fazla dur-kalk yapılan şehirler (İstanbul ve Ankara)

7.1 Özgün İstanbul Sürüş Çevrimi ve Şehiriçi Elektrikli Araca Etkisi

İstanbul'da özellikle araç kullanımının fazla dur-kalk ve uzun süreler aldığını düşündüğümüzde İstanbul'un farklı bölgelerinden data toplayarak bir özel çevrim oluşturulması gerekliliği görülmüştür. Ford Otosan ile ITU - OTAM arasında yapılması kararlaştırılan proje kapsamında belirlenen hafif ticari araç filosu içerisinde seçilen araçların, İstanbul'un farklı bölgelerinde kayıt cihazları ile kayıtlar almaları ve daha sonrasında bu kayıtların incelenerek özgün bir İstanbul şehir içi sürüş çevrimi çıkartılması hedeflenmiştir. Aynı zamanda çıkan sonuçların NEDC çevriminden farkların

ortaya koyulması hedeflenmiştir. İstanbul ili, Anadolu ve Avrupa yakalarında bölgeler bazında, çeşitli hatlar boyunca bekleme ve işletme süreleri, hızları, ivmeleri, trafikte duraklama süreleri ve seyir boyunca yol eğimi gibi veriler toplanmış ve işlenmiştir. [57]

Aşağıdaki çizelgede incelenen 3 bölge, çalışma süreleri ve hat uzunlukları gösterilmektedir. Bu 3 bölgede farklı hatlarda toplanan datalar ile bulunan bölgesel sürüş çevrimlerinin birleştirilmesiyle de İstanbul şehiriçi sürüş çevrimine ulaşılmıştır.

Çizelge 7. 2 İncelenen 3 bölge, çalışma süreleri ve hat uzunlukları

Bölge Adı	Araç Sayısı	Çalışma Günü	Hat Uzunluğu
Sarıyer	2	12 gün	503 km
Sur İçi	2	7 gün	163 km
Kadıköy-Maltepe	1	6 gün	250 km

• Sarıyer bölgesi

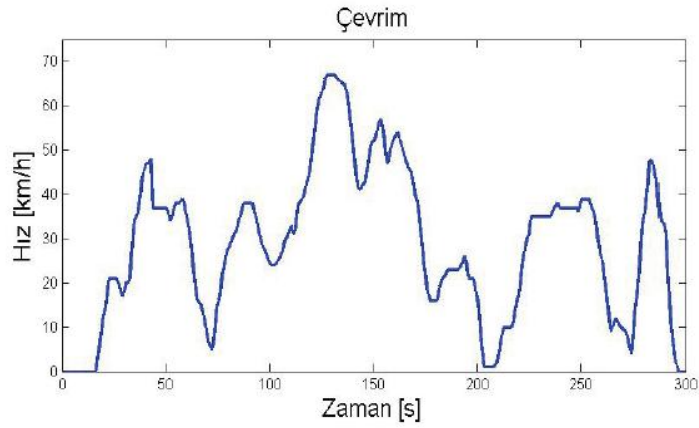


Araç
Model:2012
Tipi :FAC6
Marka: FORD TRANSİT
KM : 5120

- Toplam 12 gün, (16.07.2012- 31.07.2012 tarihleri arasında) iki farklı (34 JJ 2658 , 34 JJ 2659) araç
- En az 18 km, en fazla 95 km'lik farklı hat uzunluklarında toplam 503 km data kaydı

Şekil 7. 2 Sarıyer bölgesi

Sarıyer bölgesi içindeki 18 ile 95 km'lik farklı hat uzunluklarında toplanan 503 km data kaydı birleştirildiğinde aşağıdaki sürüş çevrimi bulunmuştur.



Şekil 7. 3 Sürüş çevrimi

Çizelge 7. 3 Çevrim özellikleri

	Uzunluk (m)	Süre (s)	Durma Sayısı	Durma Yüzdesi (%)	Ort. Hız (km/ saat)	Ort. Hızlanma (m/ s ²)	Ort. Yavaşlama (m/s ²)
Hat	2365,59	311,59	1,00	10,39	27,33	0,63	- 0,69
Çevrim	2391,70	312,75	1,00	10,45	27,51	0,62	- 0,69

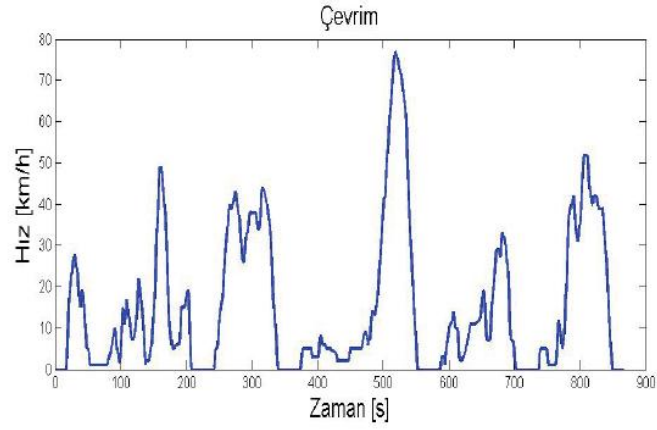
• İstanbul Rami Bölgesi



- Toplam 7 gün, (14.08.2012-25.08.2012 tarihleri arasında) iki farklı (34 ZA 9082 , 34 ZA 9083) araç
- En az 13 km, en fazla 58 km'lik farklı hat uzunluklarında toplam 163 km data kaydı

Şekil 7. 4 İstanbul Rami bölgesi

Rami bölgesi içindeki 13 ile 58 km'lik farklı hat uzunluklarında toplanan 163 km data kaydı birleştirildiğinde aşağıdaki sürüş çevrimi bulunmuştur.



Şekil 7. 5 Sürüş çevrimi

Çizelge 7. 4 Çevrim özellikleri

	Uzunluk (m)	Süre (s)	Durma Sayısı	Durma Yüzdesi (%)	Ort. Hız (km/ saat)	Ort. Hızlanma (m/ s ²)	Ort. Yavaşlama (m/s ²)
Hat	3427,30	697,62	5,00	20,24	17,67	0,50	-0,50
Çevrim	3592,61	866,55	5,00	20,25	14,92	0,50	-0,50

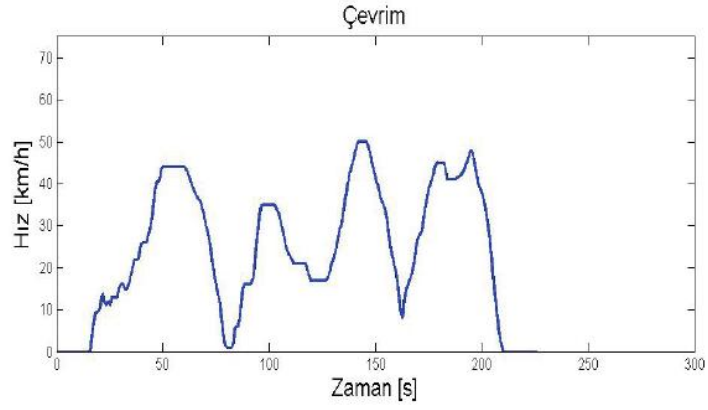
• Kadıköy Maltepe Bölgesi



- Toplam 6 gün, (28.08.2012- 03.09.2012 tarihleri arasında) bir araç (34 FM 6368)
- En az 8 km, en fazla 77 km'lik farklı hat uzunluklarında toplam 250 km data kaydı

Şekil 7. 6 Kadıköy Malepe bölgesi

Malepe bölgesi içindeki 8 ile 77 km'lik farklı hat uzunluklarında toplanan 250 km data kaydı birleştirildiğinde aşağıdaki sürüş çevrimi bulunmuştur.



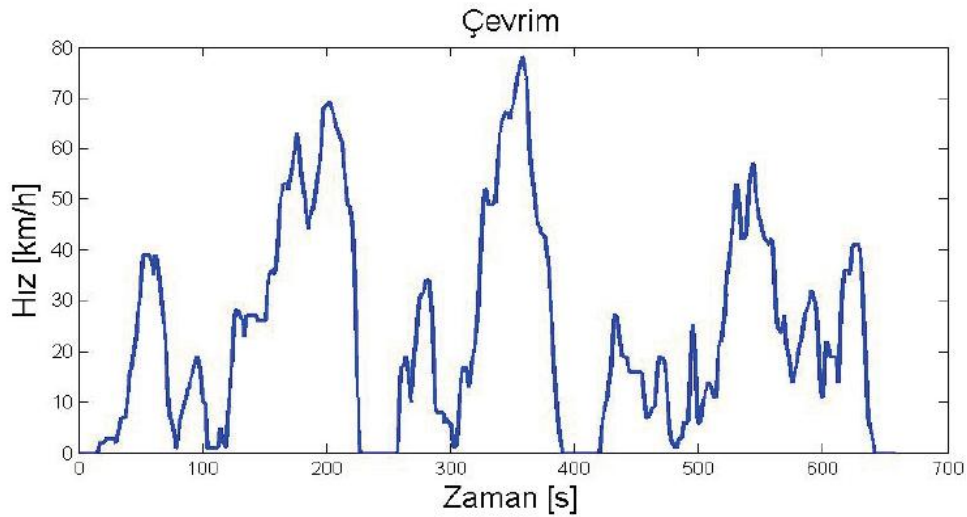
Şekil 7. 7 Sürüş çevrimi

Çizelge 7. 5 Çevrim özellikleri

	Uzunluk (m)	Süre (s)	Durma Sayısı	Durma Yüzdesi (%)	Ort. Hız (km/saat)	Ort. Hızlanma (m/s ²)	Ort. Yavaşlama (m/s ²)
Hat	1371,51	204,84	1,00	13,97	24,11	0,60	- 0,62
Çevrim	1499,98	225,75	1,00	13,94	23,90	0,62	- 0,65

Çalışmada toplanan bölgesel verilerin son aşamada 3 bölgenin de toplam ortalamalarının alındığı ve tek bir özgün İstanbul sürüş çevrimine dönüştürülmesi sonucu aşağıdaki gösterilen İstanbul şehir içi sürüş çevrimi oluşturulmuştur.

Bölgeler Toplamı (LDV-DC_{IST})



Şekil 7. 8 Bölgeler toplamı (LDV-DC_{IST})

Çizelge 7. 6 Çevrim özellikleri

	Uzunluk (m)	Süre (s)	Durma Sayısı	Durma Yüzdesi (%)	Ort. Hız (km/saat)	Ort. Hızlanma (m/s ²)	Ort. Yavaşlama (m/s ²)
Hat	2070,88	310,77	1,50	13,88	23,99	0,59	- 0,63
Çevrim	4280,52	657,45	3,00	13,87	23,43	0,57	- 0,63

Ulaşılan özgün İstanbul şehir içi sürüş çevriminin, NEDC ile karşılaştırmak amacı ile aynı aracın her iki çevrimi de koşması ve sonuçların karşılaştırılması planlanmıştır.

Deney ve simülasyon çalışmalarında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

- DeneySEL verilere dayanılarak oluşturulan bölgesel (Sarıyer, Rami, Malepe) ve bölgesel verilerin tümü bir arada kullanılarak oluşturulan çevrim İstanbul şehir içi sürüş çevrimi, Yeni Avrupa Sürüş Çevriminden (NEDC) tamamen farklı bir karaktere sahiptir. Zaten beklenen bir sonuç olmakla beraber, özellikle bir şehiriçi elektrikli araç kullanıcısı için kritik önemdedir.
- Bulunan en önemli fark, dinamik bir hız ve ivme karakterine ve NEDC çevriminden daha yüksek ivmelere sahip olmalarıdır. Bu fark da gerek yakıt / enerji tüketiminde ve gerekse de içten yanmalı motorlu araçlarda yüksek emisyonlara sebep olarak kendini göstermektedir.

Bu bulgulardan yola çıkarak, İstanbul'da elektrikli aracımızın NEDC çevrimine göre hesaplanandan daha kısa sürelerde (menzilde) şarj olma zorunluluğu doğması muhtemel görünmektedir. Daha agresif kullanımlarda, mümkün olduğunca hafif tasarım sağlayan, mümkün olduğunca küçük bir bataryayı sık sık ve hızlı şarj etmek, en optimum çözüm fikri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bulgular ışığında aracı mümkün olduğunca hafifletirken, aynı zamanda menzili de araştırmalar ışığında bir seferde kat edilen optimum mesafe olarak hesaplamıza dahil edeceğiz.

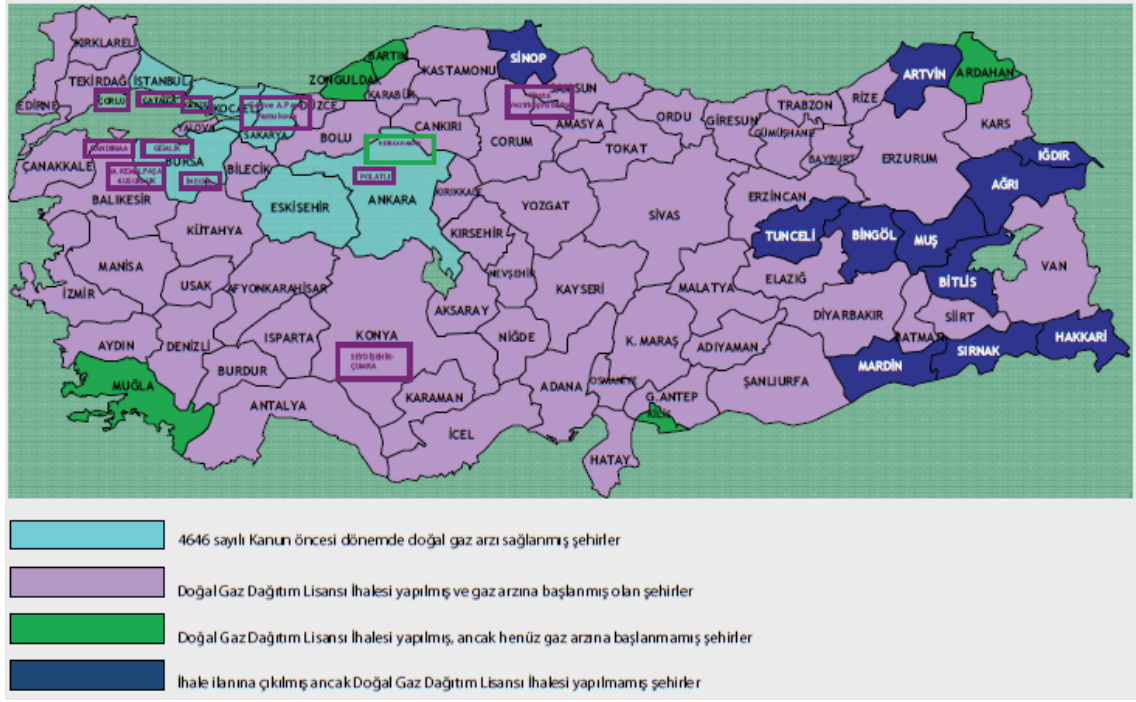
7.2 Türkiye'nin Enerji Altyapısı

Tüm dünyada birçok firma ve uzmanın ortak fikri, ulaşım sistemlerinin elektrifikasyonu ve bunun en kısa sürede olması üzerinedir. Ancak elektrikli araçlara geçiş sürecinde altyapı değişikliğinin kendiliğinden olması beklenirse, bu geçiş sürecinin uzun ve başarısız bir süreç olma ihtimali de oldukça yüksek görünmektedir. Devlet destekleri ile kurulmaya çalışılan ve çoğu zaman da sadece şarj istasyonu üreticilerin işine yarayan

bir hale gelen teşvik sistemi sonucu Avrupa ve Amerika’da benzer bir geçiş sürecinin sancıları ve başarısızlıkları, elektrikli araç satış rakamlarının düşüklüğünden anlaşılmaktadır. Muhtemel başarısızlığı önlemek ve geçiş sürecini hızlandırmak amacıyla hali hazırda kurulu olan mevcut alyapı kullanılarak veya yüksek maliyetli olmayacak bir ara yöntem ile elektrikli araçlara geçilebilirse, doğrudan elektrikli araçlar için gerekli alyapının sonradan kurulmasının mümkün olacağı değerlendirilmektedir.

Halen tüm dünyada süren elektrikli araç alyapı çalışmalarında geline nokta, kullanılan çok büyük teşvik bütçelerine rağmen, elektrikli araçların günlük hayatımızda kullanımına yeterli gelmemektedir. Bu durumda, ülkemizde yeni yeni başlayan çalışmaların da eğer klasik yöntemler izlenirse, sadece devlet desteklerinden faydalanılarak, en azından uzun bir süre için atıl yatırımlar olarak kalacak girişimlere dönüşecekleri açıkça görünmektedir.

Klasik yaklaşım olan henüz elektrikli araçlar yollara çıkmamışken şarj alyapısını kurmanın aksine, mevcut enerji alyapısının veya kolay kurulabilecek düşük maliyetli bir alyapının elektrikli araçların şarj edilmesinde kullanılması fikri üzerine odaklanılmalıdır. Böylece elektrikli araçların alyapı yatırımlarını beklemeden, bugün yollara çıkabilmeleri sağlanmış olacaktır. Bu amaçla ülkemizdeki enerji alyapısının durumunu anlamak için 2012 yılında Ford Otosan ve Yıldız Teknik Üniversitesi işbirliğiyle gerçekleştirdiğimiz Elektrikli Aracın Türkiye’deki uygulamasına yönelik alyapı araştırması konulu çalışmamız, mevcut durumun resimlenmesinde ilk adım olmuştur. Mevcut akaryakıtların ikmallerinin yapılabildiği alyapı kuruluşlarının dağılımı incelendiğinde, ülke çapında özellikle dizel, benzin ve LPG’nin kullanılmasının çok kolay olduğu görülmüştür. Eğer çok avantajlı bir yakıt olan doğalgaz ve CNG’nin istasyon alyapısının kısa sürede kurulması mümkün olursa, çok kolayca değerlendirilebilecek bir opsiyon olduğu görülmüştür. Özellikle evsel ve elektrik üretiminde yoğun olarak kullanılan ve bu sebeple de yaygın bir dağıtım ağına sahip olan doğalgazın otomotivde kullanılabileceği yöntemlerin bulunması çok önemli görünmektedir. Gözden kaçırılmaması gereken konu, Türkiye’de evinde doğalgaza erişimi olan 12 milyondan fazla abone olduğu ve aslında istenilirse çok daha fazla abonenin sisteme katılması için gerekli yatırımların yapılmış olduğudur. Sadece İstanbul’da bile İGDAŞ rakamlarına göre yaklaşık 300.000 hanede doğalgaz bulunmaktadır [58].



Şekil 7. 9 Türkiye doğalgaz haritası

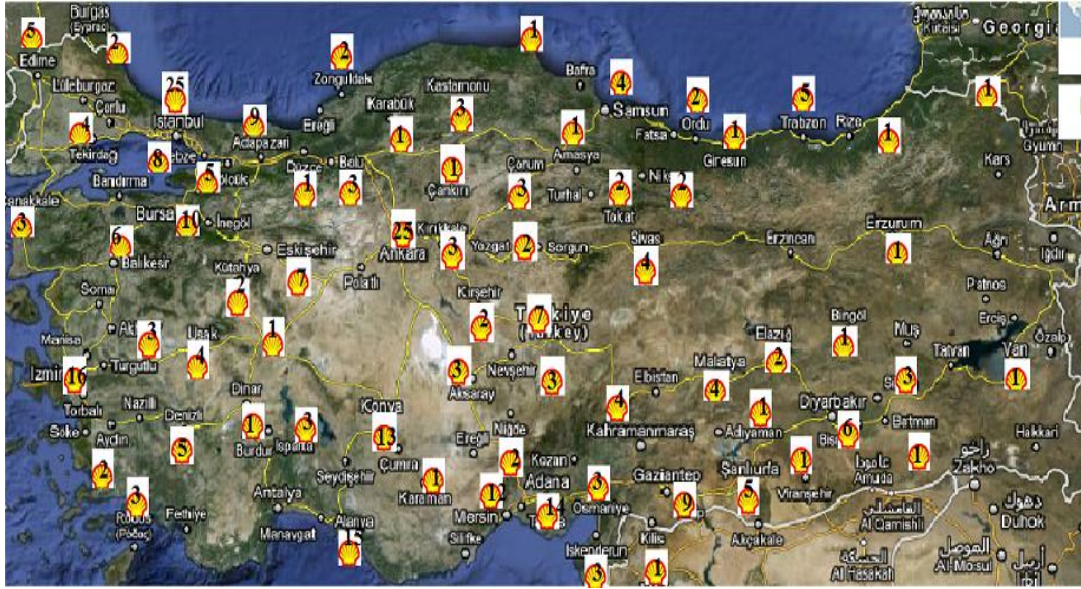
Yaklaşık 12500 akaryakıt, 8700 LPG istasyonunun bulunduğu ve 200000 kişinin çalışmakta olduğu akaryakıt dağıtım sektöründe, Türkiye’deki dağıtımın büyük kısmını gerçekleştiren akaryakıt firmalarının il bazında akaryakıt istasyonlarının dağılımlarını ve sayılarını aşağıdaki haritalarda görebilmekteyiz. Türkiye’deki LPG dağıtımında önde gelen şirketler Aygaz, Petrol Ofisi, İpragaz, Milangaz Shell, Mogaz ve BP Gaz’dır. Bu şirketler aynı zamanda Türkiye’deki LPG Pazar payının %71’inden fazlasına sahiptir [59]. Aşağıda 2012 yılı için firmaların kendi internet sitelerinden alınan istasyon sayıları görülmektedir.

Çizelge 7. 7 Ülkemizde şirket bazında akaryakıt istasyon sayıları (2012)

Şirket Adı	İstasyon Sayısı
Petrol Ofisi A.Ş.	2334
Shell & Turcas Petrol A.Ş.	1200+
Opet Petrolcülük A.Ş.	1264 (873 Opet + 391 Sunpet)
BP Petrolleri A.Ş.	630
Total Oil Türkiye A.Ş.	450 (yaklaşık)
Alınbaş Petrol ve Tic. A.Ş.	400+
Akpet Akaryakıt Dağıtım A.Ş.	700
TP Petrol Dağıtım A.Ş.	107
Bölünmez Petrolcülük A.Ş.	425



Şekil 7. 10 Türkiye’deki Total benzin istasyonlarının illere göre adetsel dağılımı



Şekil 7. 11 Türkiye’deki Shell benzin istasyonlarının illere göre adetsel dağılımı



Şekil 7. 12 Türkiye’deki BP benzin istasyonlarının illere göre adetsel dağılımı



Şekil 7. 13 Türkiye’deki OPET benzin istasyonlarının illere göre adetsel dağılımı



Şekil 7. 14 Türkiye’deki Alpet benzin istasyonlarının illere göre adetsel dağılımı



Şekil 7. 15 Türkiye’deki Petrol Ofisi benzin istasyonlarının illere göre adetsel dağılımı



Şekil 7. 16 Türkiye’deki Akpet-Lukoil benzin istasyonlarının illere göre adetsel dağılımı



Şekil 7. 17 Türkiye’deki Türk Petrol benzin istasyonlarının illere göre adetsel dağılımı

Çalışmamızda, özellikle LPG’nin ne kadar yaygın olduğu ve CNG ile de birlikte elektrikli araçların yaygınlaşması yönünde büyük yakıt maliyet avantajları sunduğunun farkına varılmıştır. Ülkemizde yaklaşık 4 milyon LPG’li aracın yollarda olması (yaklaşık her 3 araçtan biri) ve tüm ülke sathına yayılmış bir yakıt alyapısı olması (>8700 adet), ülkemizdeki LPG’ye uygulanan benzine göre düşük vergi sebebiyle birçok Avrupa ülkesinden farklı olarak bir avantaj sağlayabilmektedir. Ancak çok daha ideal bir alternatif yakıt olan ve araçlar için hem ucuz hem de temiz bir yakıt olan CNG için alyapı eksikliği ve bu eksikliği gidermenin maliyeti sebebi ile bugün mümkün görünmemektedir.

Doğalgazın Rusya’dan başlayıp Türkiye’de evlerimizde sona eren yolculuğunda boru hatlarında farklı basınçlarda iletimi söz konusudur. Malkoçlar Ölçüm ve Filreleme İstasyonunda Türkiye’ye giren doğalgazın miktarının ölçülmesi ve filrelenmesi işlemi yapılır. Malkoçlar ve Kırklareli Kompresör İstasyonlarında basıncı 35 bara kadar düşmüş doğalgazın basıncı tekrar 70 bara çıkartılır.

Marmara Ereğlisi LNG İstasyonu’nda Cezayir ve Nijerya gibi ülkelerden gelen sıvılaştırılmış doğalgaz da (LNG), gazlaştırılarak sisteme verilir.

İstanbul-Esenyurt’ta İstanbul’a giren doğalgazın basıncı 70 bardan 20 bar seviyesine düşürülerek doğalgazın filrasyonu, ölçümlendirilmesi, gazın analizi, kokulandırılması ve

ısıtılması işlemleri gerçekleştirilir. Buradan İstanbul - Avrupa yakasının doğalgaz dağıtımı yapılır. Marmara Denizi geçişi ile, Avcılar Ambarlı'dan yaklaşık 100 m derinlikte 106 km uzunluğunda 2 adet 30 inçlik borular ile Pendik sahiline çıkarak İstanbul Anadolu yakasına taşınır. Bölge regülatörüne 20 bar olarak gelen doğalgaz, basıncı 4 bar'a düşürülüp filrelenerek polietilen dağıtım hatlarına sevk edilir. Bölge regülatöründen 4 bar olarak gelen doğalgaz son kullanıcıya servis kutuları ile ulaştırılır. Bölge regülatöründen sonra doğalgaz servis kutusuna kadar 125,110 ve 63 mm çapında PE (Polietilen) borularla taşınır. İstanbul gibi dev bir metropolün karmaşık alyapısı içinde sokak sokak doğalgaz şebekesinin döşenmesi oldukça zor şartlar altında gerçekleştirilmiştir. Kullanıcının ihtiyacına göre doğalgaz basıncı burada 0.021 bar ve 0.3 bar seviyelerine düşürülerek tesisata verilir[60].



Şekil 7. 18 Yurtdışından evlere kadar doğalgaz basınç değişimi

Benzer olarak Bursa Organize Sanayi Bölgesinde de doğalgaz dağıtım şebekesi, birbirinden bağımsız iki ayrı şebekeden oluşmaktadır. Birincisi, bölgedeki firmalara buhar ve proses amaçlı gaz kullanımı sağlayan 16 bar basınçlı şebekedir. İkinci şebeke ise, doğalgazı elektrik üretiminde kullanan firmalara gaz sağlayan 40 bar basınçlı şebekedir.

Dolayısıyla doğalgazın dağıtım hatlarındaki basıncı 0.02 bar'dan 70 bar' a kadar olabilir. Doğalgazın CNG olarak kara ulaşımında kullanılması için yüksek basınca sıkıştırılmasını ve tüplere doldurulmasını sağlayan ekipmanlar ile CNG dolumu yapılır. Boru hatlarından değişik basınçlar ile gelen doğal gaz, CNG için özel yapılmış bir kompresör sistemi ile Avrupa standartlarında 200 bar, Amerikan standartlarında ise 250 bar basınca yükselir ve araç dolum dispenserleri vasıtasıyla araçlara doldurulur. Dolum hızı, kompresör ve dispenser kapasitesine bağlı olarak değişir ancak benzin ve dizel dolumunda karşılanan süreler ile benzerdir. Örnek vermek gerekirse, 300 m³ CNG kapasiteli bir otobüs tankına 4 dakikada doldurulmaktadır.

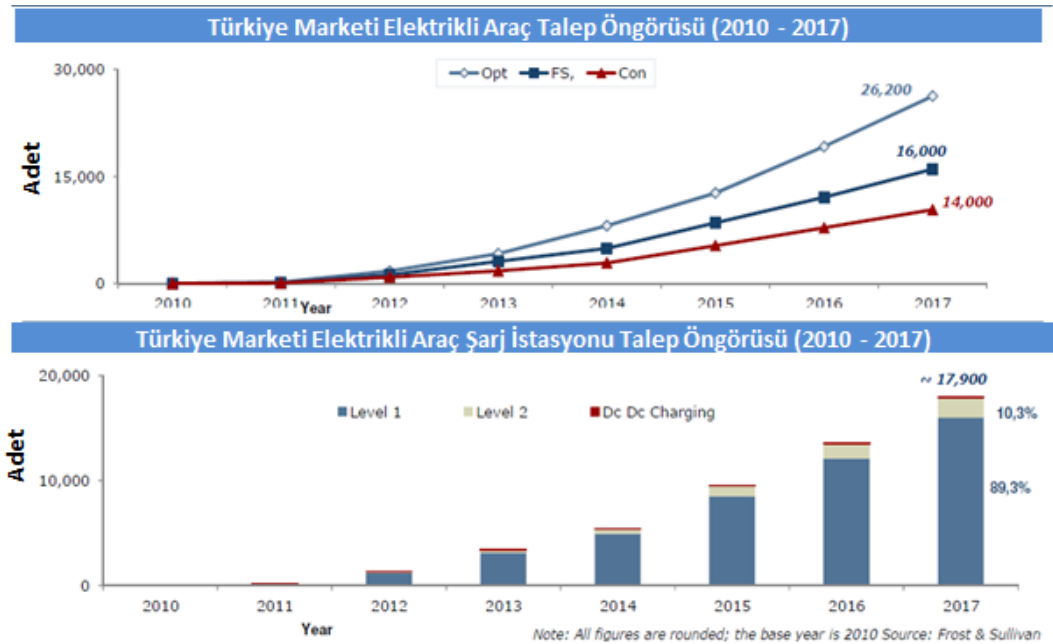
ABD’de yaklaşık 120.000 CNG yakıtlı araç ve bu araçların yakıt dolumu yapabilecekleri 1500 istasyon bulunmaktadır. CNG dolum istasyonu kurulumu, genel olarak bilinen ve standartlaşmış ekipmanlar ile olmakla beraber, kompresörler halen gelişime açıktır. İstasyon kurulumunda göz önünde bulundurulacak faktörler şöyledir;

- İstasyonun giriş basınç seviyesi : CNG yakıtlı araçlarda doğalgaz 200 bar veya üstü yüksek basınçlarda sıkıştırılarak depolandığı için, istasyona gelen doğalgazın giriş basıncı yükseldikçe sıkıştırma ve basınç yükselme için gerekli kompresör seçimi ve sıkıştırma adedi değişmektedir. Aynı zamanda basınç farkının azalması ile ihtiyaç duyulacak sıkıştırma (kömpresör) enerjisi de düşmektedir.
- İstasyon tipi ve kapasitesi : İstasyonun tüm halka açık veya belirli bir filo için kurulmuş olması, en yüksek kapasitenin, dispenser sayısının, kompresör seçiminin, dolum hızının değişmesi gibi farkları da beraberinde getirecektir.
- Gerekli depolama kapasitesi : Araçların hızlı dolumunda kullanılan ve araç gelmeden önce hazır olarak doldurulmuş olan tank hacmidir.
- Doğalgaz ve elektrik hatlarına bağlantı şekli : Özellikle doğalgaz ve elektrik hattından uzakta olan istasyonlar için yüksek bir ilk yatırım getirebilir.

Elektrikli araç şarj altyapısında ise durum akaryakıt altyapısının gelişmişliğinin tam tersine, ülkemizde neredeyse hiç kurulmamıştır. Ülkemizde henüz aktif kullanımda olan hızlı şarj istasyonu bulunmamakta (kurulu olan ise kullanılmamakta), yavaş şarj istasyonu sayısı ise (Level 1 ve Level 2) ancak birkaç şehrimizde, belediyelerin başlattığı birkaç istasyondan ibarettir. İstanbul’da mevcut İSPARK elektrikli araç şarj noktaları ve

ülke çapında Renault bayilerinin Renault'nun Bursa fabrikasında üretip sattığı Fluence Z.E elektrikli araçlarını desteklemek amacıyla kurduğu yavaş şarj cihazları bulunmaktadır. Ancak Fluence Z.E üretiminin 2014 yılında kısa bir süre önce durdurulması, bundan sonraki gelişimin nasıl olacağını da belirsizleştirmektedir.

Aşağıdaki çizelgede detayları gösterilen Frost&Sullivan araştırma şirketinin öngörülerine göre 2017 yılına kadar 17.900 adet şarj istasyonunun kurulacağı ülkemizde, hızlı şarj istasyonlarının oranı, %1 'in altında kalacaktır. Ayrıca rapordan çıkarttığımız sonuç, esasen satılacak her bir elektrikli araca, bir adet de yavaş şarj istasyonu kurulmasının öngörüldüğüdür. Zaten aksi takdirde 6-8 saatte şarj etme kapasitesine sahip şarj istasyonları, günde 1 adet araçtan fazla şarj yapamayacaklardır. Raporda görebileceğimiz gibi, 3 farklı senaryoya göre 2017 yılında Türkiye yollarında 14.000 ile 26.200 adet arası elektrikli araç olacaktır. Ancak henüz birkaç sene önce yapılan ve çok yüksek olmayan tahminlerin bile gerçekleşme şansının artık kalmadığı herkesce malumdur.



Şekil 7. 19 Türkiye marketi elektrikli araç ve şarj istasyonları talep öngörüsü



Şekil 7. 20 İstanbul'daki mevcut elektrikli araç şarj istasyonu bölgeleri

2012 yılında gerçekleştirdiğimiz Elektrikli Aracın Türkiye'deki uygulamasına yönelik altyapı araştırması konulu çalışmamız kapsamında edinilen bazı diğer bilgileri özetlersek;

DOĞALGAZ;

- Her geçen yıl doğalgaz kullanımı artış göstermektedir ve bu trendin 2020 yılına kadar aynı hızla olmasa bile devam edeceği düşünülmektedir.
- Türkiye’de tedarik edilen doğalgazın yarısına yakını elektrik üretimi amacıyla termik santrallerde yakılmakta, geri kalan yarısı ise konutlar ve sanayide ısıtma ve proses amaçlı kullanılmaktadır.
- Kış aylarındaki doğalgaz ihtiyacı, yaz aylarının %30-50 üstünde yer almakta ve bir dengesizlik oluşturmaktadır. Bu durum, elektrikli araçların şarj edilmesinde fırsat oluşturabilir.
- İstasyon kurulmasına gerek kalmadan, çok yaygın bir altyapıya sahip olan evsel doğal gazın otomotiv yakıtı olarak kullanımı çok büyük avantaj getirecektir.
- Basıncı 0.02 bar – 70 bar arasında değişen doğalgaz, yurtdışı kaynağından itibaren basıncı düşürülerek boru hatları ile iletilmekte ve evlerimizdeki ocaklara ve kombilere kadar ulaşmaktadır.

LPG;

Türkiye’de benzin ve dizel yakıtlara göre düşük vergilere bağlı olarak çok hızlı bir şekilde artan LPG’li araç parkı, bugün yaklaşık 4 milyon araca ulaşmıştır.

- 2009-2010 arası benzin kullanımında %2.1 azalma olmasına karşın, LPG kullanımında %14.7 artış olmuştur.
- LPG’nin otogaz olarak kullanımındaki artış sayesinde toplam tüketim artmaktadır. Evsel kullanım düşmektedir.

CNG;

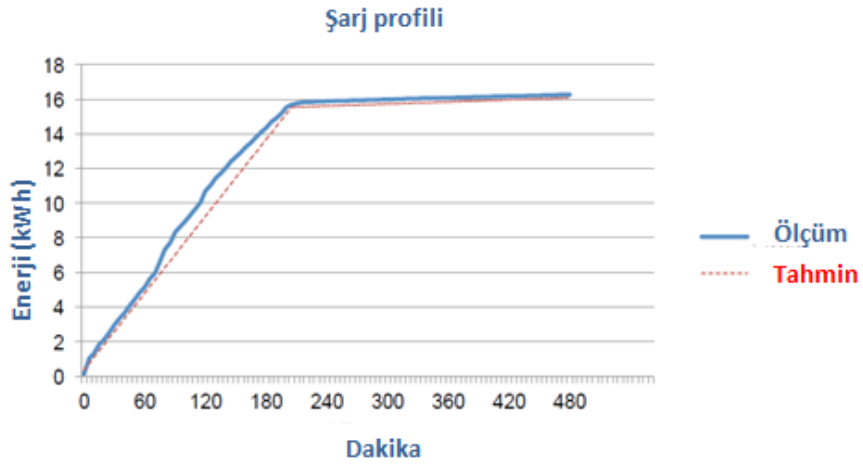
- CNG, doğal gaz al yapısının olmadığı yerlerde temiz ve çevreci olmasının yanı sıra en ekonomik yakıt olma özelliğine de sahiptir. Kullanılan diğer yakıtlara göre emisyon değeri düşüktür.
- Otomotiv kullanımına ek olarak, enerji ihtiyacı olan her alanda (lokantalar, dinlenme tesisleri, seralar, mısır çiftlikleri, toplu konutlar, oteller, küçük işletmeler, büyük sanayi kuruluşları, vb.) CNG’den yararlanmak mümkündür.
- Doğal gazın farklı basınçlar altında, farklı özellikteki tüplerde depolanabiliyor olması (Avrupa’da 200 bar, Amerika’da 250 bar), yer ve ağırlık kısıtlaması olmayan uygulamalar için çok uygun bir temiz yakıt alternatifi olmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda evlerdeki gibi şehir gaz şebekesinin basıncıyla veya araçlardaki kadar yüksek seviyelere basınçlandırmadan da tüplerde depolanması, sıkıştırma enerjisinden de tasarruf edilebilmesine olanak sağlayabilecektir.

DÜNYADAKİ FİLO ARAŞTIRMALARININ KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRMESİ

Avusturalya, Avrupa, Amerika ve Japonya’da yapılmış olan filo çalışmalarının sonuçlarını incelemek bizlere dünyanın farklı bölgelerinden gerçek elektrikli araç kullanım tecrübelerinden gelen bilgileri rafine etme fırsatı verecektir. Bu veriler ışığında da kartuş elektrikli aracımızın optimum kriterlerine ulaşmak hedeflenmektedir.

Avustralya’nın Perth şehrinde elektrikli araçlar ve şarj sistemlerini anlamak amacıyla yapılan bir çalışmada elektrikli araca dönüşüm yapılan 11 adet Ford Focus ve 23 AC Seviye 2 şarj sistemi kullanılmıştır. Araçların 130 km menzilleri olacak şekilde, 23 kWh kapasiteli batarya sistemi eklenmiştir. DC hızlı şarj kullanımı ise başka projede test edilmek üzere kapsam dışı bırakılmıştır.

Proje kapsamında kullanılan şarj cihazlarında transfer edilen enerji miktarı istasyonda kayıt altında tutulmaktadır. Her araç, 30A’lık araç üzeri şarj cihazı ile teçhiz edilmiştir. Kullanılan şarj cihazları, batarya tam doluluğa ulaştığı zaman şarj tutma modunda (trickle charge) çalışarak bataryayı ortalama 0.12 kWh ile tam dolu tutmaktadır. Grafikte de görüldüğü gibi, araç fişe takılı kaldığı süre boyunca enerji çekmeye devam etmektedir [61].



Şekil 8. 1 Avustralya elektrikli araçlar ve şarj istasyonları testleri

Toplanan sürüş verilerine göre en yüksek günlük kullanım, araç menzilinün %37'sine karşılık gelen 48 km olmuştur. 6 ay boyunca yapılan ölçümlerde ise bir seyahatte en fazla katedilen mesafenin 71 km olduğu görülmüş ve araç menzilinün yarısı olan 65km'den yüksek tek seyahat olmuştur. Bu durum bize batarya kapasitesinin uygun bir acil durum çözümü bulunması sonrasında rahatlıkla azalabileceğini ve hiçbir kullanıcı şikayetine veya kapasite kaybına yol açmayacağını işaret etmektedir.

Çizelge 8. 1 6 Ay süreli kayıt sonuçları

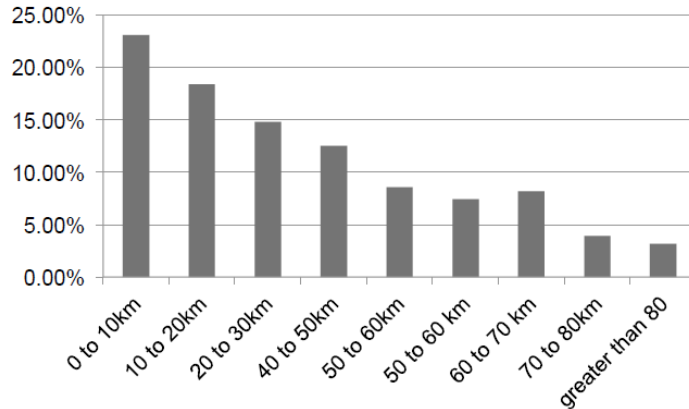
Araç	Seyahat sayısı	Ort. Sey. süresi (dak.)	Ort. Sey. Mesafe (km)	Ort. Enerji kullanım (kWh)	Günlük seyahat (km)	Oran		
						A/C	Far	Isı
1	235	18.79	10.31	1.97	13.50	0%	21%	0%
2	252	19.49	9.75	1.86	13.73	0%	0%	1%
3	605	12.44	6.84	1.30	23.10	34%	22%	0%
4	120	23.77	14.25	2.72	9.53	34%	26%	18%
5	410	9.13	4.89	0.93	11.19	47%	19%	0%
6	432	13.70	5.52	1.05	19.21	78%	8%	7%
7	275	8.49	4.97	0.95	9.17	5%	1%	6%
8	354	13.03	7.67	1.46	15.41	27%	1%	5%
9	133	15.61	7.39	1.41	6.59	14%	13%	0%
10	712	19.39	12.22	2.34	48.53	63%	39%	0%
11	442	16.20	8.24	1.57	20.44	22%	22%	9%
Ortalama	361	15.23	8.19	1.56	17.56	29%	16%	3%

6 ay boyunca yapılan 1203 şarj işleminden 186'sı evde, 392'si şarj istasyonunda, 548'i iş yerinde ve 77 'si ise kayıtlı olmayan yerlerde yapılmıştır. Bunlardan 236 tanesi (%19.62)

tam dolum olmadan yarıda kesilmiştir. Ortalama şarj süresi 2 saat, 6 dakika olmuştur. Özellikle hızlı şarj imkanının kullanılmadığı ve tam şarjın yaklaşık 6-10 saat sürdüğünü hatırlatmakta fayda var. Bir başka önemli ayrıntı ise araçların şarj işlemi bittikten sonra ortalama 17 saat 6 dakika boyunca fişe takılı kalmaya devam etmişlerdir. Bu durum, araç park süresinin sadece %12.9’unda şarj edilmiş olduğunu göstermektedir.

Çizelge 8. 2 6 Aylık şarj miktarları ve süreleri

Araç	Ort. Enerji kullanım (kWh)	Ort. Şarj süresi	Ort. Tutma süresi	10A-15A şarj adetleri	32A şarj adetleri	10A şarj ort. süreleri	32A şarj ort. süreleri
1	4.16	2:05:41	34:03:59	81	11	2:00:32	0:41:12
2	12.27	2:41:18	36:37:08	2	47	1:56:12	2:34:37
3	5.41	1:45:50	2:02:43	104	100	2:13:34	1:06:26
4	9.05	1:21:28	54:34:51	0	61	None	1:18:46
5	7.13	1:17:54	5:47:43	5	83	0:03:55	1:20:54
6	7.73	3:44:34	31:21:08	79	0	3:43:52	None
7	5.46	2:30:04	13:42:11	24	1	2:35:46	0:13:16
8	14.33	6:36:34	29:20:12	51	0	6:36:34	None
9	2.08	1:15:04	55:43:09	58	1	1:08:36	0:02:08
10	8.01	2:17:16	6:07:38	109	99	2:23:13	1:54:15
11	4.89	1:12:20	5:41:32	72	138	1:00:23	1:10:07
Ortalama	7.08	2:06:47	17:06:11	585	541	2:32:59	1:26:40



Şekil 8. 2 6 ay boyunca 2 şarj işlemi arası katedilen ortalama mesafeler ve oranları (km)

Herbiri 23kWh batarya kapasitesiyle elektrikli menzilleri 130 km olan dönüştürülmüş Ford Focus araçlardan 6 ay boyunca toplanan veriler göstermektedirki, araçların birincil şarj noktalarının kullanımı %86 olmaktadır. Günlük ortalama 48.53km olması, çoğunlukla birincil şarj noktasına geri dönmelerini sağlamaktadır. Çizelgeden de

görüldüğü gibi günlük kullanımın 60 km'den fazla olduğu durumlar, ancak yaklaşık %15 olmaktadır.

Sonuç olarak Perth şehrinde en yüksek günlük kullanım, araç menzilin %37.33'üne karşılık gelen 48.53 km olmuştur. 50 km'lik günlük menzil ise kullanıcıların %75'ine, 60 km menzil %85'ine yeterli gelmektedir.

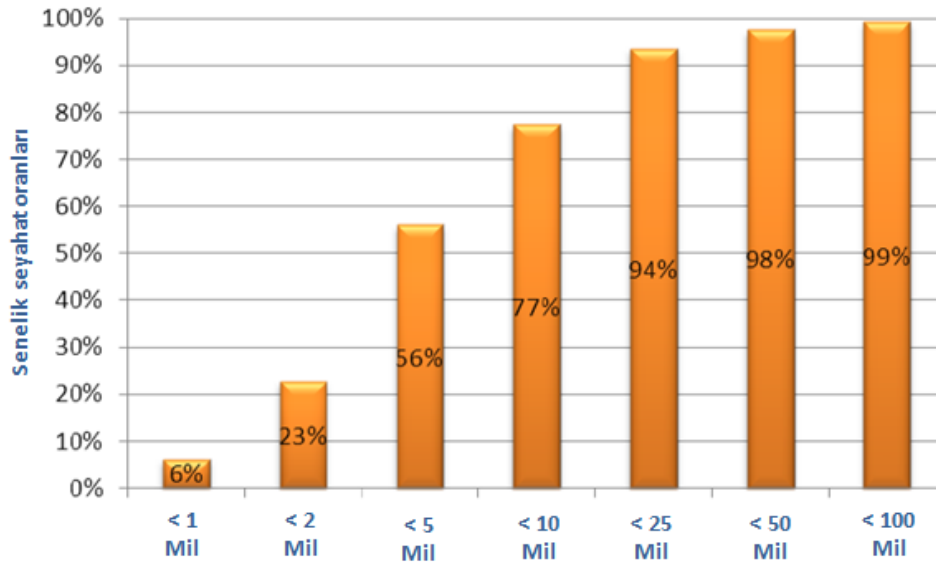
Almanyada ise devlet teşviği ile desteklenen ve BMW tarafından 6 ay boyunca 79 elektrikli araç kullanıcısı ile gerçekleştirilen çalışmanın bulguları, Almanya'da elektrikli araç kullanıcılarının eğilimlerini göstermektedir. Çalışma, Berlin bölgesinde 1000 kişilik bir gönüllü havuzundan, aylık 400 Euro ödemeyi kabul eden, evine şarj cihazı takabilecek olan ve Almanya'nın sosyo-ekonomik yapısını temsil edebileceği düşünülen kişilerden seçilen bir kullanıcı grubu ile yapılmıştır. Benzinden elektrikli araca dönüştürülen, normal kullanımda 168 km ,ideal durumda ise 250 km elektrik menzile sahip MINI Cooper araçlar ile yapılan çalışmada kullanıcılar Berlin'de kurulan 50 adet kamu kullanımına açık şarj cihazını ve evlerine yerleştirilen şarj cihazlarını (32A) kullanabilmişlerdir.

Çalışmaya katılan kullanıcıların %87'si şarj işlemini genel olarak kolay bulurken, %57'si şarj kablosunun hantal ve kullanımını da külfetli bulmuştur. Ortalama günlük sürüş menzili 38 km olarak bulunmuş olup, en fazla günlük kullanım 125 km olmuştur. Bu değerler, Almanya ortalama şehiriçi günlük araç kullanım mesafesi olan 36 km'ye çok yakındır. Dolayısıyla kullanıcıların genel Almanya ortalamasını temsil ettiklerini söylemek yanlış olmayacaktır [62].

Araç başına haftada ortalama 3.1 defa şarj işlemi gerçekleştirilmiş ve bu da başka bir BMW araştırması sonucunda bulunan haftalık 2.8 defa şarj işlemi yapılması ile ve diğer ülkelerdeki bulgularla örtüşmektedir [63]. Kullanıcıların şarj işlemlerinin %83.7'sinde evsel şarj cihazlarını kullanmaları ve sadece %4.8'inde kamuya açık alanlardaki şarj cihazlarını kullanmaları, bize kamuya açık alanlardaki DC hızlı şarj cihazlarının elektrikli araç sahipleri ve araç satışına bilinen faydaları olmakla beraber, aslında DC hızlı şarj cihaz yatırımı yapan cihaz sahipleri için geri dönüşü olmayan veya en iyimser olarak geri dönüşü geç olan bir yatırım olabileceğini gösterebilmektedir.

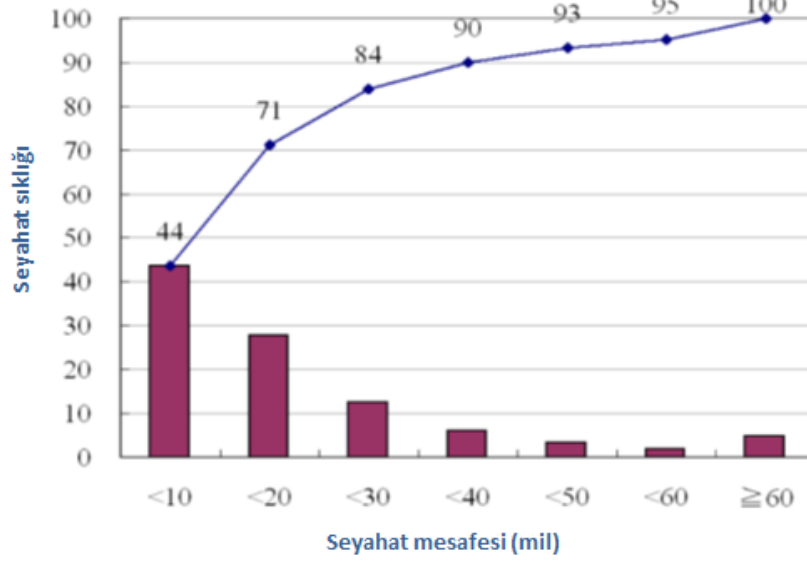
Sonuç olarak, Almanya'nın Berlin şehrinde kullanıcılar günlük ortalama 38 km seyahat etmektedirler.

İngilere'de ise Almanya'daki bulgular ile doğru orantılı olarak 2008'de yapılan araştırmada araç kullanıcılarının %90'ı 20 milden (32km), %94'ü 25 milden (40km) kısa seyahatler (kontakt açma-kapama) yaptıkları görülmüştür. Bu da bize ihtiyaç duyulan her zaman hızlı şarj imkanı bulabilen bir elektrikli araç kullanıcısının oldukça kısa menzil ve batarya kapasitesi ile elektrikli aracını sorunsuzca kullanabileceğini göstermektedir.



Şekil 8. 3 Mesafeye bağlı senelik seyahat oranları

Japonya'da ise Altyapı ve Ulaştırma Bakanlığı ile Toyota'nın ortaklaşa yaptıkları çalışmada çıkan sonuçların, dünyanın diğer bölgelerindeki şehir içi günlük kullanımlar ile büyük benzerlik teşkil ettiği görülmektedir. Japonya'da günlük araç kullanımlarının %84'ü 30 mil (48 km) içinde gerçekleşmektedir. Hatta kullanımların en yoğununu, %44 ile 10 mil (16km) içinde gerçekleşmektedir. Sonuçta araçların büyük oranda kısa menzilli ulaşım ihtiyacını gidermek amacı ile kullanıldığı görülmektedir [64].



Şekil 8. 4 Seyahat sıklığının, günlük seyahat mesafesine bağlı değişimi

Ülkemiz ile ilgili Yıldız Teknik Üniversitesi ve Ford Otosan arasında yaptığımız araştırma sonuçlarında, yoğun olarak kullanılan belediye araçlarında elektrifikasyon fırsatları araştırılmış ve araç tiplerine bağlı olarak 50 ile 100 km arasında günlük kullanım tespit edilmiştir. Aşağıda detaylandırıldığı gibi fırsatlar belirlenmiştir.

Araştırma kapsamında İstanbul (ve ilçe belediyeleri), Ankara, İzmir, Kahramanmaraş, Gaziantep ve Zonguldak belediyelerinin araçları incelenmiş ve günlük kullanım miktarları, menzilleri ve rutin görevlerinin elektrikli araçların kullanım sınırlamalarına uygunluğu araştırılmıştır.

Çizelge 8. 3 Belediyeler ve araç adetleri

ARAÇ TİPLERİ		BELEDİYELER ve ARAÇ ADETLERİ																
ARAÇ TİPLERİ	İBB		Ankara		Kahramanmaraş		Gaziantep	Zonguldak	Şişli		Beyoğlu		Beşiktaş	Üsküdar		Kadıköy	Toplam	
	S	K	S	K	S	K	K	S	S	K	S	K	K	S	K	S		
	Binek Araçlar	113	443	15	--	12	--	112	8	75	---	15	47	40	5	---	5	890
	Cenaze Araçları	91	50	22	--	3	--	14	2	1	---	İBB	İBB	1	İBB	İBB	4	188
	Çöp Kamyonları	27	---	65	--	---	47	78	14	---	60	1	5	35	---	94	45	471
	Kamyonet	256	138	15	--	15	--	46	6	10	---	17	---	---	5	---	50	558
	Minibüs	219	117	30	--	13	--	38	5	---	---	7	2	40	12	---	23	506
	Kamyon	199	2	20	--	51	--	9	10	74	---	40	6	---	12	---	9	432
	Arazöz	7	---	---	--	28	--	11	5	8	---	4	---	---	3	---	5	71
	Diğerleri	101 9	285	866	--	59	--	80	30	14	---	37	---	10	68	---	44	2502
TOPLAM	193 1	1035	103 3	--	20 1	179	388	80	182	60	121	60	126	105	94	185	5720	



Şekil 8. 5 İncelenen 6 ilin hizmet araçları ve adetleri

Araştırmamıza göre belediyelerin filolarının en büyük bölümünü binek araçları oluşturmaktadır. Gün içinde 08:00-17:00 saatleri arasında kullanılan bu araçlar günlük ortalama 100 km yol kat etmekte (şehre göre değişiklikler bulunmakta) ve geceleri de sabit bir park yerinde park halinde bulunmaktalar.

Kamyonetler binek araçların ardından belediye araç filosunun 2. sırasında yer alırlar. Geçici dönem için bu sınıf araçlar da önem arz etmektedir. Mesai saatleri içinde kullanılan kamyonetlerin menzilleri minimum 50 km, maksimum ise 100 km arasındadır. Belediye hizmetinde bulunan kamyonet sınıfı araçlar sadece mesai saatleri içinde kullanıldıkları için 17:00'dan bir sonraki gün saat 08:00'e kadar şarj edilme imkanları vardır.

Aşağıdaki haritada da özetle İstanbul'daki belediye araçlarının günlük hareket menzilleri görülmektedir.

çıkılmaktadır. Yani elektrikli araçları pazara çıkartabilmek için yapılması gereken ön yapı yatırımının (şarj istasyonu yatırımı) çok yüksek olması ve henüz araçlar yolda değilken yapılma ihtiyacı, yatırımın hiç yapılamaması ve aynı içten yanmalı araçlarda olduğu gibi, elektrikli araçlarda da geç kalınıp, bir kere daha gelişmiş ülkeleri takip etmeye mahkum kalma riskini taşımaktadır.

Mevcut durumda elektrikli araçlarda karşılaşılan problemlere aracın bir içten yanmalı motor ile hibridizasyonu ile çözüm bulunabilmektedir. Bu amaçla birden fazla enerji kaynağını taşıyan hibrit elektrikli araçlar, üzerlerinde taşıdıkları akaryakıt tankı ve jeneratör vasıtasıyla araç bataryası bittiğinde şarj olabilmekte. Dolayısıyla menzilleri sadece bataryalarındaki enerji ile sınırlı kalmamakta, yakıt tanklarındaki akaryakıtın enerjisini de kullanabilmektedirler. Ancak hibrit elektrikli araçlar düz elektrikli araçlara göre daha karmaşık kontrol mekanizmalarına sahip ve aynı batarya kapasitesi için daha yüksek etiket fiyatına sahip olmaktadır. Bu durum, doğal olarak hibrit elektrikli araçları küçük veya konu üzerinde uzun soluklu Ar-Ge çalışma kültürünü edinememiş firmaların işlerini çok zorlaştırmaktadır.

Maalesef tüm çalışmalara rağmen toplumun tüm kesimleri tarafından kabul gören ve gerçek anlamda konvansiyonel yakıtlı araçlarla rekabet edebilecek adetlere ulaşmış bir elektrikli araç modeli henüz bulunmamaktadır. Ayrıca Amerika’da Ecotality Projesinin ve İsrail’de Better Place firmasının iflasları ve hemen ardından da Türkiye’de Renaul’un Fluence Z.E modelinin üretimini durdurduğunu açıklaması, elektrikli araçların yaygınlaşması yolunda doğru çözümün bulunamaması halinde bir kere daha fişlerinin çekilebileceği tehlikesinin mümkün olduğunu göstermektedir. Elektrikli araçlara geçiş dönemi için optimum çözüm önerisi geliştirmeyi amaçladığımız çalışmamızda dünyada ilk defa öne sürülecek bir elektrikli araç konsepti olan kartuşlu elektrikli araç konsepti anlatılacaktır. Aynı zamanda da ancak başkalarının tecrübelerinden dersler çıkartabildiğimiz sürece daha iyi çözümlere asgari düzeyde hata ile ulaşabileceğimiz öngörüsü ile optimum menzil ve kapasitelerin belirlenmesi amacıyla dünyanın farklı bölgelerinde yapılan filo testlerinin ve bilimsel deneylerin incelenmesi büyük önem taşımaktadır.

Şimdiye kadar incelediğimiz testlerin sonuçlarını özetlersek;

ABD;

- Günlük ortalama sürüş mesafesi 64km ve bu menzil seyahatlerin %61'ine yeterli gelmektedir. 32 km'lik elektrikli menzil günlük seyahatlerin %39'una yeterli gelmektedir.
- Menzili uzatılmış Chevrolet Vol'un elektrikli menzilin yaklaşık ~60km olduğunu göz önünde bulundurarak elektrikli araçların %86'sından fazlası iki şarj işlemi arası 64km'den az mesafe kat etmektedir.
- Ecotality projesinde Chevrolet Vol'un günlük ortalama seyahat mesafesi 65km.
- Ecotality projesinde Chevrolet Vol'un ard arda iki şarj işlemi arasındaki seyahatlerin %86'sı, 65km'nin altında gerçekleşmektedir.
- Nissan Leaf'in US EPA 120km, NEDC 200km elektrikli menzili bulunmaktadır.
- Ecotality projesinde Nissan Leaf'in günlük ortalama seyahat mesafesi 30-35 mildir (48-56 km).
- Ecotality projesinde Nissan Leaf'in ard arda iki şarj işlemi arası yaklaşık 40mildir (64km).

Avusturalya;

- Günlük ortalama sürüş mesafesi 48km olmuştur.
- Ard arda iki şarj işlemi arası seyahatlerin %75'i 50km'nin, %85'i 60km'nin altında olmuştur.

Avrupa;

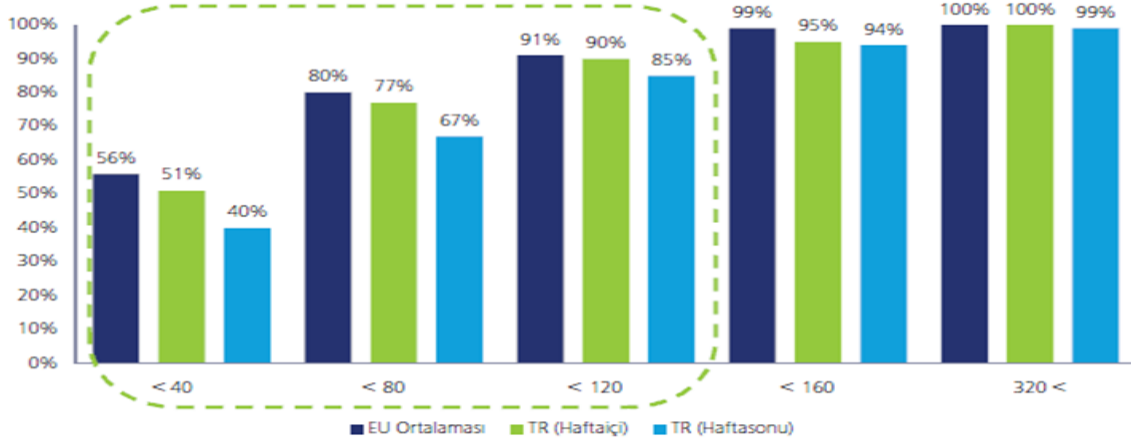
- Almanya'da günlük ortalama seyahat mesafesi 38km olmuştur.
- Avrupa genelinde kullanıcıların %28'i günlük 10km, %49'u günlük 10-49km, %14'ü günlük 50-100km ve %9'u günlük 100km'den fazla araç kullanmaktadırlar.

Japonya;

- Günlük 48km menzil, seyahatlerin %84'üne yeterli gelmektedir.
- TEPCO hedefleri, günlük 80 km elektrikli menzil öngörmüştür. Aynı zamanda hızlı şarj hedefleri de 5 dakikada 40km, 10 dakikada 60km menzile yetecek şarj hızıdır.

Türkiye;

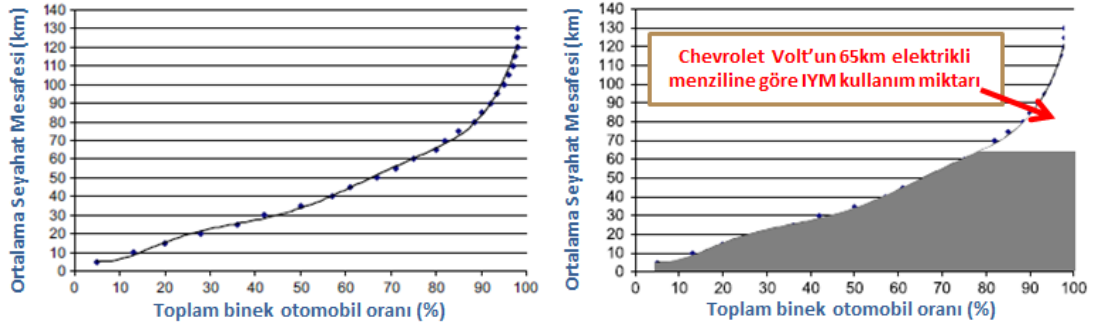
- Deloitte araştırma merkezinin araştırmasına göre hafta içi kullanımlarda kullanıcıların %51'i, 40km'den az, %77'si 80km'den az mesafe kat etmektedirler. Bu araştırmaya göre Türkiye'de günlük sürüş mesafeleri, Avrupa ortalamasının bir miktar üstünde olmaktadır. Ayrıca Türkiye'de hafta içi, hafta sonundan az mesafe katedilmektedir.



Şekil 8. 7 Türkiye ve Avrupa Birliği'nde ortalama günlük sürüş mesafeleri (km)

- Yıldız Teknik Üniversitesi ve Ford Otosan arasında yaptığımız araştırma sonuçlarında, yoğun olarak kullanılan belediye araçlarında elektrifikasyon fırsatları araştırılmış ve araç tiplerine bağlı olarak 50 ile 100 km arasında azami günlük kullanım tespit edilmiştir.

Hali hazırda pazarda bulunan fişli hibrit araçların elektrikli menzilleri 20km ile 100km arasında değişmektedir. Bu araçların hiçbirisi kartuş elektrikli araçta olduğu gibi hızlı şarj etme yöntemi ile araç bataryasını şarj etmemekte ancak en optimum elektrikli menzilin bulunması konusunda benzer bir yaklaşım izlenmektedir. Toyota Prius için elektrikli menzil 20 km, Volkswagen Golf TwinDrive için 50 km (benzin ile 100km'de 2,5l yakıt tüketmekte), Chevrolet Vol için 64 km ve BYD için 100 km elektrikli menzil bulunmaktadır. ABD'de 64km elektrikli menzilin seyahatlerin %61'inin elektrikli olmasına olanak sağlarken, bu durum Almanya'da %88'inin elektrikli olmasına olanak sağlamaktadır. Yani sadece seyahatlerin %12'sine karşılık gelen bölüm içten yanmalı motorda yakıt tüketilerek olmaktadır [65].



Şekil 8. 8 Chevrolet Volt jeneratör kullanım miktarı

Son senelerdeki pazarlama trendi (Chevrolet Volt ve Volkswagen Golf TwinDrive) ve yapılan akademik çalışmalar göstermektedirki, araçların günde 1 kere şehir şebekesinden şarj edilebileceği öngörüsü ile, fişli hibrit araçlarda elektrikli menzilin ortalama günlük menzil kadar veya bir miktar daha düşük olması, araç maliyetlerinin düşürülmesi ve çok değerli olan bataryalardan daha iyi faydalanılması açısından ideal olmaktadır. Bataryaların düşük enerji yoğunluklarından dolayı beraberinde getirdikleri hacim, ağırlık, paketleme ve maliyet sorunları, günlük kullanıma uygun olarak düz elektrikli araçlar yerine hibrit araçları göz önüne çıkarmaktadır [66].

Bu tezin konusu olan kartuş elektrikli araç modeli, elektrikli araçlarda yaşanan menzil kaygısı ve yolda kalma sorununun çözümüne katkı sağlamaktadır. Aynı zamanda özellikle elektrikli araçlara geçiş döneminde yaşanan sorunları çözümüne odaklanmayı gerektirdiği için batarya miktarının azalması ve elektrikli araç fiyatlarının düşürülmesi en büyük öncelik olmaktadır. Bu bakış açısı ile her ne kadar dünyanın farklı bölgeleri için farklılıklar olabilmekle beraber, 40km -70km elektrikli menzil, şehiriçi ulaşım aracı için en ideal çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Büyük adetlerde satılabilir bir araç tasarlayabilmek için mümkün olduğunca düşük maliyetli, dolayısıyla mümkün olduğunca az bataryaya sahip ancak bu batarya kapasitesini sık sık hızlı şarj edebilecek bir araç düşünülmüştür.

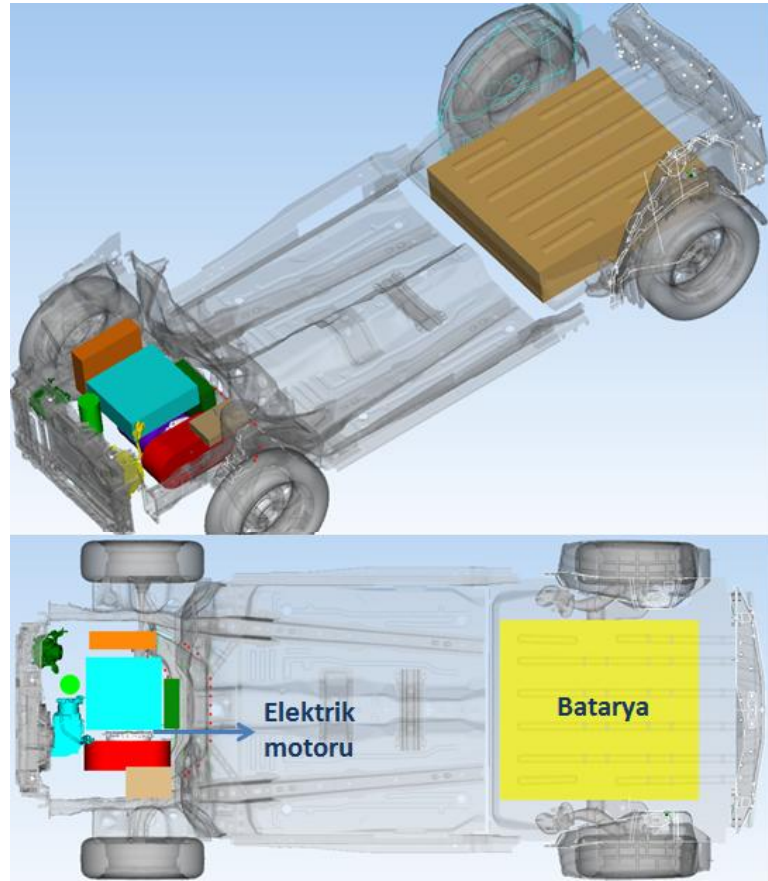
ELEKTRİKLİ ARAÇLARA GEÇİŞ DÖNEMİ İÇİN OPTİMUM ÇÖZÜM ÖNERİSİ VE KARTUŞLU ELEKTRİKLİ ARAÇ KONSEPTİ

Bu tezin ana amacı, sadece özel altyapıların kurulduğu yerlerde değil, elektrikli araç kullanıcılarının nerede olurlarsa olsunlar yolda kalma korkularının önüne geçebilecek çözümler bulmaktır. Bu sayede insanların kısa süre içinde ve büyük altyapı yatırımları yapılmasını beklemeden elektrik araçları güvenle kullanabilmeleri sağlanacaktır. Ayrıca elektrikli araç satışları için çok önemli olduğu anlaşılan ve Türkiye’de henüz kurulmaya başlanmamış olan hızlı şarj istasyonlarının etkilerini bertaraf etmek amaçlanmıştır. Bulunan çözüm, mevcut düz elektrikli araç ve fişli hibrit elektrikli araç modellerinin ortasında kendisine yer edinecek yeni ve farklı bir elektrikli araç konsepti eklemektir. Kartuş elektrikli araç konsepti adını verdiğim bu yeni konsepti anlatmak için öncelikle çok kısaca düz elektrikli araç ve seri hibrit elektrikli araç konfigürasyonları özetlenecektir.

9.1 Düz Elektrikli Araç

Düz elektrikli araç yapısında en basit olarak aracın hareket etmesi için kullanılan ve elektrik enerjisinin depolandığı bir batarya ve bu bataryadan enerji alarak aracı hareket ettiren elektrik motoru veya motorları bulunmaktadır. Batarya boş durumdayken, bir elektrik şarj istasyonunda şarj edilmesi gerekmektedir. Bu şarj istasyonu, kullanıcının ev veya ofis garajında olabileceği gibi, halka açık alanlarda da kurulmuş olan istasyonlar olabilmektedirler. Genellikle ev ve ofis gibi uzun süreli park edilebilen yerlerde yavaş şarj sistemleri kullanılmaktadır. Bu sayede hem şehir şebekesinden ani ve fazla enerji

çekilmemekte, hem daha yüksek verimde enerji transferi sağlanmakta, hem de hızlı şarj cihazlarına göre yaklaşık 10 kat ucuz oldukları için ilk yatırım maliyeti göreceli olarak makul ölçülerde tutulabilmektedir. Kendi evinde ve iş yerindeki imkanlar ile aracını yavaş şarj ederek kullanabilen sürücüler, eğer isterlerse ve araç üreticisi tavsiye ediyorsa, ülkemizde henüz bulunmayan fakat bu alanda yatırımlarında yol kat eden ülkelerde az adette de olsa halka açık olarak bulunabilen hızlı şarj cihazlarında araçlarını şarj edebilmektedirler.



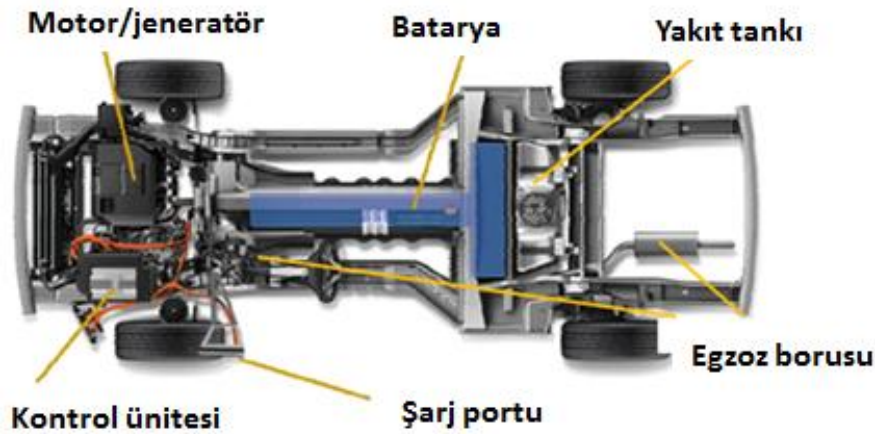
Şekil 9. 1 Düz elektrikli araç komponent yerleşim örneği

Yapılan araştırmalarda düz elektrikli araçların satışlarının düşük olmalarının en önemli sebepleri, araç ilk yatırım maliyetinin konvansiyonel rakiplere göre yüksek olmasının yanı sıra, altyapı yetersizliği ve kullanıcıların araçlarını istedikleri yerde ve zamanda şarj edememekten kaynaklanan menzil kaygısı (range anxiety) olduğu görülmektedir. Bu sorunları çözmek amacıyla araçlarda arttırılan batarya kapasiteleri, doğrudan elektrikli aracın ağırlığını ve maliyetini de arttırmaktadır. Zaten düşük üretim adetlerinden dolayı otomotiv sanayinin faydalandığı en temel maliyet düşürme yöntemi olan yüksek

adetlerde seri üretimden gelen avantajların yakalanamadığı düz elektrikli araçlarda, ekstra maliyet artışları araç satışı açısından en hassas konu olmaktadır.

9.2 Fişli Seri Hibrit (Menzili Uzatılmış) Elektrikli Araç

Fişli hibrit elektrikli araç yapısında ise, aracın aynen düz elektrikli araçlarda olduğu gibi aracın hareketini sağlayan batarya ve elektrik motoruna ek olarak, içten yanmalı motor – jeneratör ve aracın hareketi sırasında, aracın kontrol sisteminin isteğine göre ihtiyaç olduğunda jeneratörün çalışmasını sağlayan konvansiyonel yakıt sistemini içermektedir. Örneğin Avrupa’da Opel Ampera (ABD’ndeki markası ile Chevrolet Vol), Avrupa kullanıcılarının %80’ine yeten 60 km elektrikli menziline ek olarak, benzin motoru ile de 500km’den fazla toplam menzile bu sayede ulaşabilmektedir [67].



Şekil 9. 2 Fişli seri hibrit (menzili uzatılmış) elektrikli araç komponent yerleşim örneği

Özellikle son yıllarda çeşitli otomotiv firmalarınca üretilmiş prototip veya seri üretim modelleri olarak karşımıza sıklıkla çıkan menzili uzatılmış elektrikli araçlar aslında seri hibrit araçlar ile aynı yapıya sahiptirler. Menzili uzatılmış hibrit elektrikli araçlar, batarya doluluk oranı %30’a düşene kadar sadece elektrik enerjisi ile hareket etmektedirler. Daha sonrasında bataryanın zarar görmemesi için şarj edilme ihtiyacı ortaya çıkmakta ve içten yanmalı motor – jeneratör devreye girerek BDO %35 oluncaya kadar aracı şarj etmekte ve devreden çıkmaktadır. Yoluna devam eden aracın şarj durumu %25’e indiğinde tekrar jeneratör devreye girmekte ve böylece araç kısa aralıklar ile şarj edilmektedir. Üretilen elektrik enerjisinden, hareket için ihtiyaç duyulan miktardan artanı, bataryaların %35 BDO’na kadar şarj edilmesi için

kullanılmaktadır. Kullanıcı, aracını şehir şebekesine bağlayabildiği zaman, bataryalarını tamamen, veya %90 oranında şarj etmektedir. Bu sayede elektrikli araçlardan farklı olarak, şarj altyapısı yetersizliği ve menzil kaygısı gibi sorunlar oluşmamaktadır [68].

Hibrit elektrikli araçlar, mevcut konvansiyonel içten yanmalı araçlara kıyasla büyük yakıt ekonomisi sağlamaktadırlar. Ancak acaba aynı araç, motor ve yakıt tipi kullanılarak daha düşük yakıt tüketimine ulaşmak mümkün olabilir mi? İçten yanmalı motorun farklı verim bölgelerinde çalıştırılması sonucu bunun mümkün olduğunu gösteren birçok uygulama vardır. Argonne National Laboratory’de yapılan bir çalışmada farklı şekilde çalıştırılan Toyota Prius testlerinde de görebilmekteyiz. Tahrik için azami oranda elektrik enerjisi kullanan (charge-depleting mode) Hymotion Prius fişli hibrit aracı ve şarj koruma modunda (charge-sustaining mode) 2004 model Prius ile karşılaştırmalı test sonuçları konuyu özetlemektedir. Özellikle yakıt tüketiminin, emisyon değerlerinin ve içten yanmalı motor veriminin değişimi, farklı yaklaşımlar ve gelecekte yapmamız gereken çalışmalar açısından önemlidir [69].

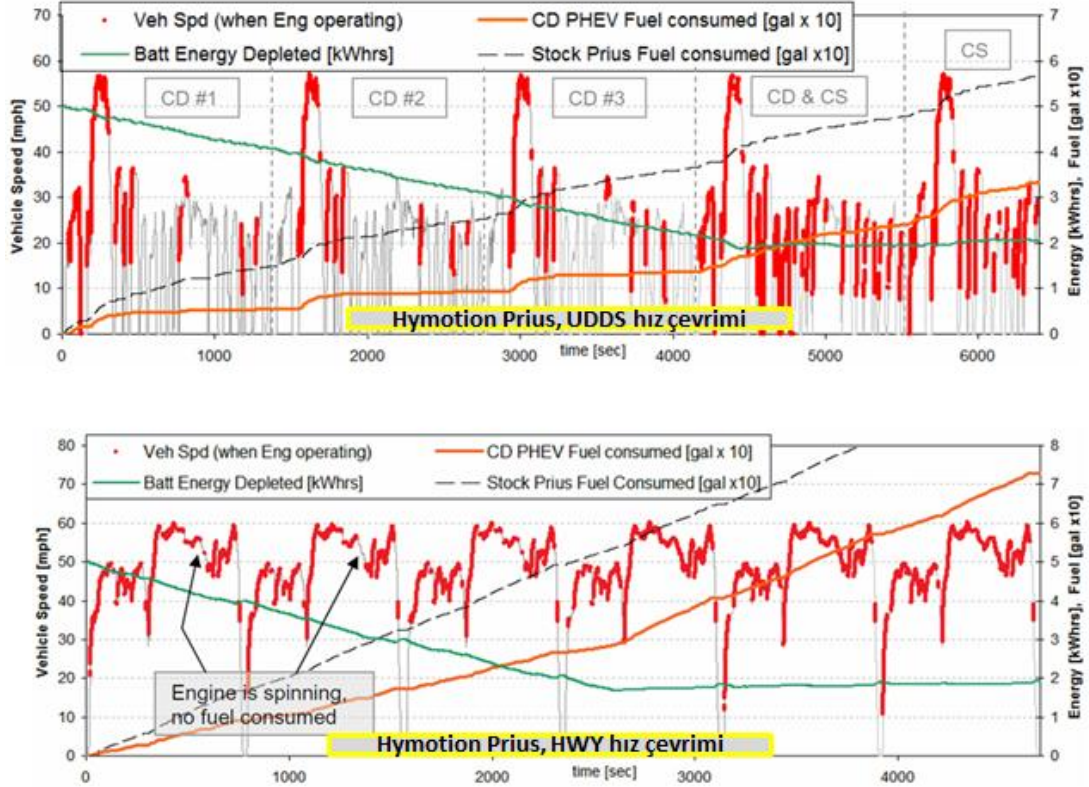
Hymotion Prius fişli hibrit aracı 2nci UDDS çevriminde 25 mil sonunda şarj koruma moduna geçmektedir. Tüketilen 3.2 kWh DC elektrik enerjisi, şehir hattından 4.3 kWh AC olarak 6 saatte şarj edilmektedir. Bu da toplam şarj veriminin yaklaşık %75 olduğunu göstermektedir.

Hız zaman grafiği üzerinde kırmızı noktalar içten yanmalı motorun yakıt tükettiği yerleri simgelemektedir. Görüldüğü gibi, Hymotion fişli hibrit Prius, 2004 model hibrit Prius’tan çok daha düşük yakıt tüketimine sahiptir. Bunun sebebi, elektrik enerjisini daha fazla kullanırken, yakıt tüketimini minimize etmesidir. Kesikli çizgi ile gösterilen 2004 model Prius yakıt tüketimi ile turuncu çizgi ile gösterilen Prius Hymotion yakıt tüketimi, bu farkı ortaya koymaktadır. Ancak daha düşük miktar yakıt tüketimi, maalesef içten yanmalı motor veriminden ve emisyon değerlerinden feragat edilerek olmaktadır. İçten yanmalı motor, 40 mil/h üzerindeki hızlarda ve yüksek güç gerektiren sürüş anlarında devreye girdiği Prius Hymotion’da, düşük yük sebebi ile 2004 model Prius’dan düşük verim bölgelerinde çalıştırılmaktadır.

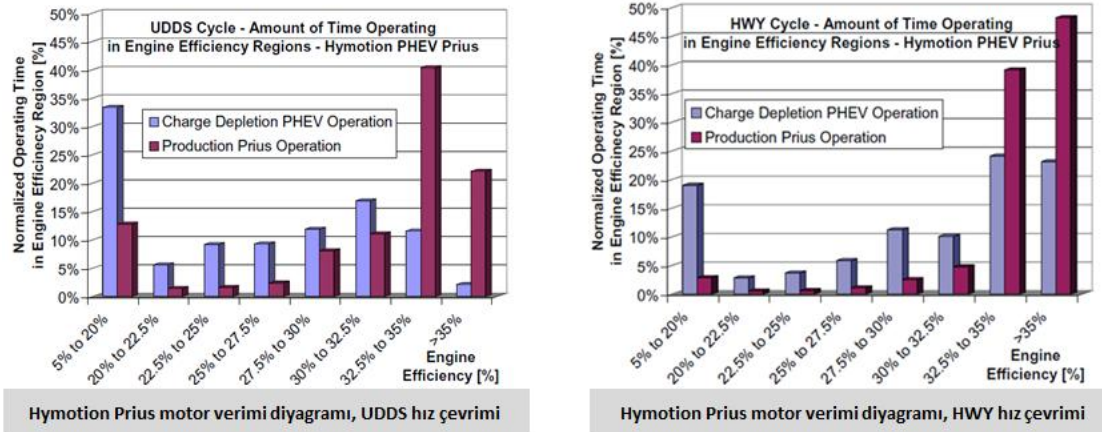
2004 Prius’un %27.5 ve üzerindeki verim bölgelerinde çalışırken, Hymotion ise daha geniş bir verim alanında ve düşük ortalama verim ile çalışmaktadır. Elbette eğer Prius

Hymotion'da 40 mil/h üzeri hızlarda motoru en verimli bölgesinde çalıştırırsa, daha az elektrik enerjisi harcanacağı veya daha yavaş şarj biteceği için toplam yakıt tüketimi artacak ancak toplam araç verimi de yükselecektir. Otoyol çevriminde yüksek hızlarda yapılan testin sonuçları da, aynı UDDS çevriminde olduğu gibi Hymotion Prius'un, 2004 model Prius'dan çok daha az yakıt tükettiği fakat motor verimi açısından incelendiğinde çok daha düşük seviyelerde çalıştırıldığı görülmektedir. Eğer içten yanmalı motorlar düşük yük seviyelerinde en iyi verimi veriyor olsalardı, Hymotion modeli hem az yakıt tüketmekte ve hem de en yüksek motor veriminde çalışıyor olacaktı. Ancak bunun gerçekleşmesi için hem içten yanmalı motorun en verimli bölgesi, hem de uygulamanın buna uyarlanması gerekmektedir. Kartuş elektrikli araçta İYM-jeneratör çalıştırılması, araç batarya ve batarya kontrol modülü ile birlikte tasarlanacağı, yani her üreticinin aracını en iyi ancak kendisi bilebileceği için, en yüksek verim bölgesinde çalışılabilecektir.

Bu tezin konusu olan kartuş elektrikli aracımızda da, aracın içten yanmalı motor-jeneratör veriminin optimize edildiği noktada çalıştırılması ile hem hızlı şarj yapılabilirken, hem de aynı içten yanmalı motorun düşük verim noktalarında çalışması engellenebilecektir. Bu tezin kapsamına girmeyen fakat daha detaylı çalışılması gereken konuların başında kartuş elektrikli araç modelimizdeki hızlı şarj işlemi sırasında oluşan emisyonların düşürülmesi ve farklı yakıtların (özellikle LPG, CNG gibi yaygın ve alternatif yakıtların) kullanılmasının emisyon değerlerine etkileri motor dinamometresi çalışmaları ile incelenmelidir. Keza, kullanılan CNG veya doğalgazın motora giriş basıncının ve karakterlerinin de etkileri, özellikle incelenmelidir. Ayrıca emisyon değerlerinin düşürülmesi için katarizör sıcaklıklarının çalışma rejimi ile optimizasyonu ve katalizör değerli maddeleri miktarı / şarj süresi / şarj rejimi her araç için optimize edilmelidir.



Şekil 9. 3 Toyota Prius Hymotion UDDS ve HWY sürüş çevrimlerinde enerji/yakıt tüketim grafikleri

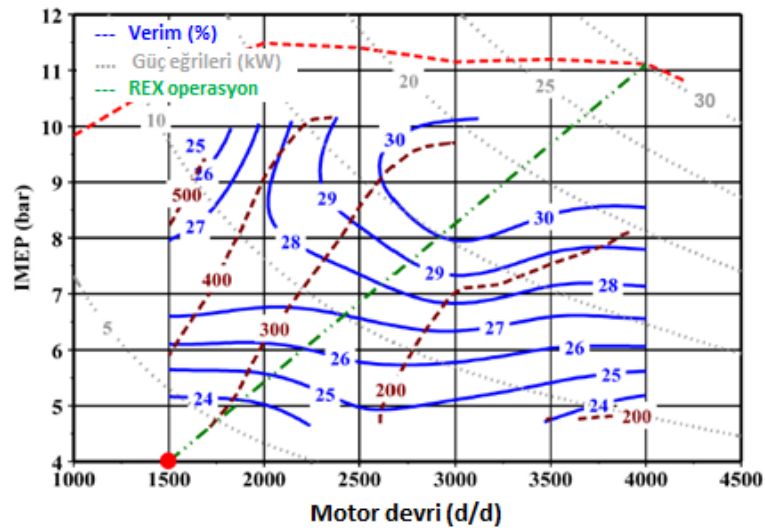


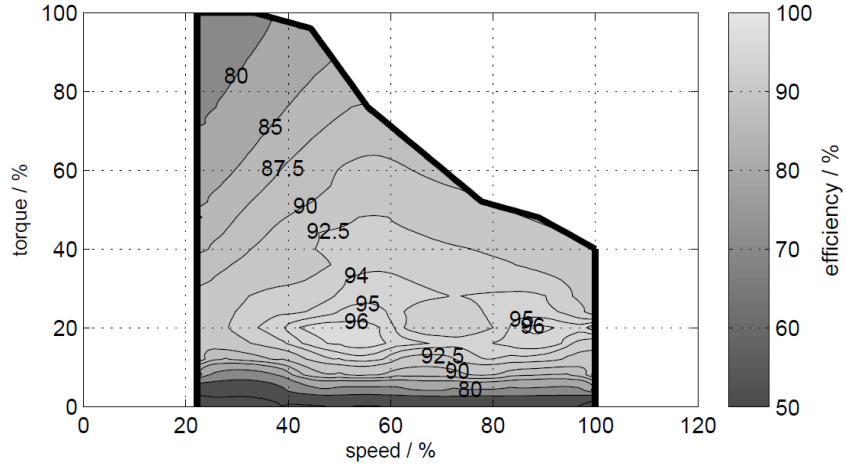
Şekil 9. 4 Toyota Prius Hymotion UDDS ve HWY sürüş çevrimlerinde süreye bağlı motor verim grafikleri

Bu uygulama, aynı aracın aynı motor ve aynı yakıt türü ile aynı yolu aldığı bir uygulamada, farklı çalışma noktalarından dolayı farklı verim ve farklı emisyon değerlerine ulaşıldığını bize açıkça göstermektedir. Hatta çok daha detaylı bir konu olan ve özellikle Euro6 emisyon regülasyonları ile daha da önem kazanacak emisyon

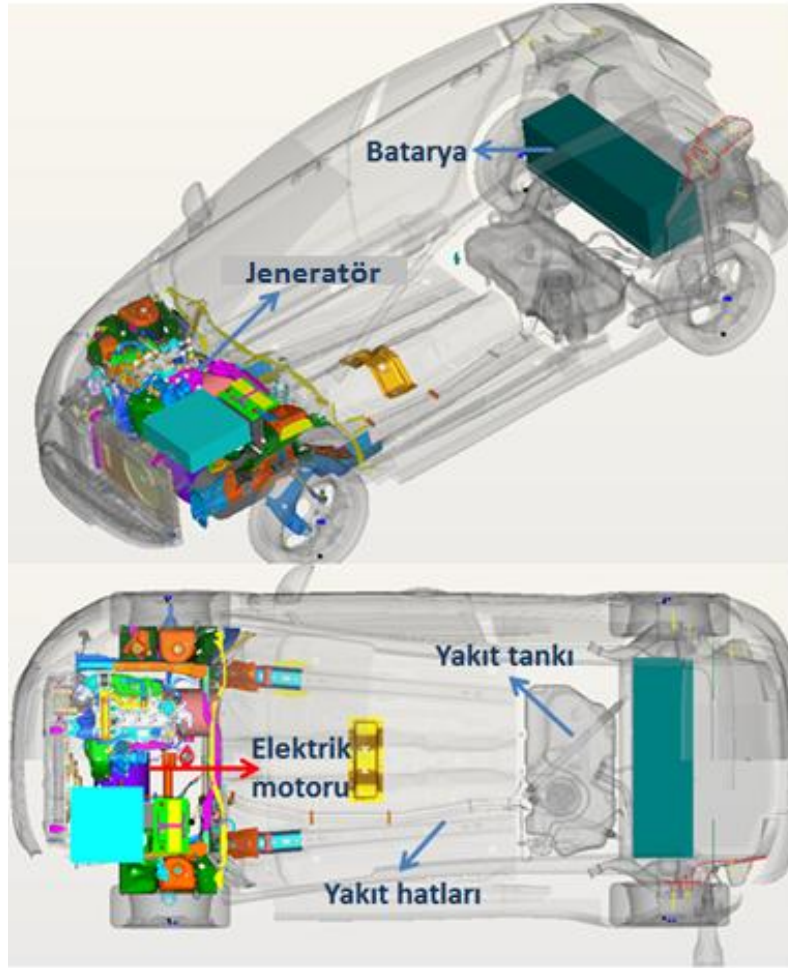
değerlerinin, her zaman yakıt tüketimi ile paralel hareket etmediğini görmemiz açısından önemlidir [69].

Elektrikli araçlarda menzili uzatılması üzerine yoğun çalışan firmalardan olan MAHLE firmasının menzili uzatılmış elektrikli araçlarda kullanım amacıyla tasarlayıp ürettiği bir içten yanmalı motorda çalışma noktasına bağlı olarak 5kW-20kW arasında, farklı çalışma hızlarında %24-30 arasında %6'ya kadar verim değişimleri olduğu görülebilmektedir[70].





Şekil 9. 6 Jeneratör hız-verim değişimi grafiği



Şekil 9. 7 Hibrit elektrikli araç komponent yerleşim örneği

9.3 Kartuş Elektrikli Araç Konsepti

Kartuş elektrikli araç konsepti, yukarıda kısaca anlatılan iki tip elektrikli aracın da avantajlarının birleştirildiği ve dezavantajlarının bertaraf edildiği bir konsepttir. Amaç,

bugünkü teknoloji ile elektrikli araçların herkesin kullanabileceği bir hale sokmaktır. Bunun teknik ve mali boyutları vardır. Kullanıcıların ihtiyaç ve alışkanlıkları analiz edilmiş ve günümüzde büyük bir ek yatırım yapmadan bu ihtiyaçlarının ve alışkanlıklarının nasıl karşılanabileceği araştırılmıştır. Gereksiz maliyet yaratıcı ve alışlagelmiş yöntemlerden kaçınılmış ve sadece elektrikli araçların günlük hayatımıza gireceği emekleme döneminin hızla geçirilmesi hedeflenmiştir. Teklif edilen yöntem ve araç konsepti, elektrikli araçların yaygınlaşması ve altyapı ihtiyacının çözülmesi için zaman kazandıracak, bu sırada da ülkemizin düz elektrikli araç üretimini derhal devreye alabilmesini sağlayacaktır.

Şekilde gördüğümüz kartuş elektrikli araç, aracın içine monte edilmiş olan içten yanmalı motoruna dışarıdan harici olarak takılan yakıt kartuşundan gelen yakıt ile çalıştırılan jeneratör tarafından üretilen elektrikle hızlı şarj edilebilen elektrikli bir araç olup, hem düz elektrikli araç hem de hibrit elektrikli araçlar arasında bir noktada konumlanmaktadır. Bu iki tip elektrikli aracın da avantajlarının birleştirildiği bir konsepttir.

İstendiğinde herhangi bir düz elektrikli araç olarak kullanılmakta ve kullanıcının evinde, iş yerinde veya uzun süre park ettiği bir noktada araç şehir elektrik şebekesi üzerinden yavaş şarj edilebilmektedir. Kartuş elektrikli araç, aynen düz elektrikli araçlar gibi, araç montaj hattından inerken herhangi bir yakıt, yakıt tankı, yakıt transfer sistemi ile teçhiz edilmemiş olarak inmektedir. Ancak her gidilen yerde elektrik üreterek hızlı şarj olabilmek için asgari gereklilik olan kendi jeneratörünü taşımaktadır. Aracın üzerinde taşıdığı ikincil bir enerji kaynağı, yani yakıt olmadığı için, araç hibrit kategorisine girmemekte ve düz elektrikli araç olarak sınıflandırılmaktadır. Bu özelliği ile de yeni bir elektrikli araç konfigürasyonu oluşturmaktadır.

Kartuş elektrikli aracın şarj istasyonu olmadığı bir bölgede şarj olması için herhangi bir akaryakıt istasyonunda kartuş içinde satılabilecek yakıt ile, bu tez içinde değinildiği şekliyle tercihen CNG gibi alternatif temiz yakıtlar kullanılarak anında ihtiyaç duyulan miktar kadar yakıt ile hızlı şarj yapılabilir. Yaygın akaryakıt istasyonu ağı ve hatta yakıt kartuşlarının süpermarketlerde bile aynen piknik tüpleri gibi satılabilecek olması sayesinde yolda kalma korkusu olmadan elektrikli araçlar toplumun büyük

kesimi tarafından kullanılabilecektir. Hibrit elektrikli araçlardan farklı olarak aracın üzerinde yakıtın ve yakıt sistemlerinin olmaması, hem yakıt sisteminin güvenlik önlemlerine ve yakıttan kaynaklı güvenlik testlerine ihtiyacı ortadan kaldırmakta, hem de aracın hafiflemesine olanak sağlayarak daha enerji verimli bir araç tasarımı oluşturulmaktadır.

Kartuş elektrikli araç konsepti, alternatif yakıtların çoğunluğunun beraberinde getirdikleri araç üstünde taşıma, depolama, güvenlik ve altyapı sorunlarını ortadan kaldırmaktadır. Bu dezavantajları aşarak, sadece yakıtın getirdiği temizlik, düşük emisyon değerleri, yüksek yanma verimi, fiyat avantajları, yakıt vergi avantajları kullanıcıya sunulmaktadır.

Kartuş elektrikli araçta CNG kullanımı, konvansiyonel araçlarda CNG kullanımına göre de avantajları bulunmaktadır. Örneğin günümüzde CNG'li araçlarda basınç regülatörü ile tanktaki yüksek basınçlı doğalgaz, motora besleneceği basınca düşürülür. Ancak araç yüksek devirlerde kullanılırken ihtiyaç duyulan gücü vermek için çoğu zaman ya benzine dönüş yapılmaktadır (CNG faydalarından yararlanılamamakta) veya sistem maliyetini arttıran ikinci basınç regülatörü veya çok kademeli basınç regülatörü kullanılmaktadır(aksi takdirde sistem ömrü düşmektedir). Kartuş elektrikli araç, sadece elektrik motoru ile hareket ettiği için, yakıtta basınç dalgalanması olmamaktadır. Ayrıca jeneratörün çalışması için de 200-250 bar değerlerinde yüksek basınca ihtiyaç olmaması, basınçlandırma enerjisinden tasarruf edilebilmesine de olanak sağlamaktadır.

Kartuş elektrikli aracın manuel kontrol edilmesi mümkündür ve hibrit elektrikli bir araç olmaması, kontrol yazılımlarının basitleşmesine ve orta ölçekli şirketlerin de kartuş elektrikli araç geliştirme çalışmalarına aktif olarak katılabilmelerine olanak sağlayacaktır. Ayrıca orta boyutlu şirketlerin pazar taleplerine büyük şirketlerden çok daha hızlı cevap verebildikleri aşikardır.

Mevcut düz elektrikli araç konfigürasyonundan farklı olarak kartuş elektrikli araç konseptinde batarya, sadece şehir elektrik şebekesine bağlanarak değil, aynı zamanda aracın üzerindeki içten yanmalı motor-jeneratör tarafından üretilen elektrik enerjisi kullanılarak da şarj edilebilmektedir. Bunu yaparken içten yanmalı motor ve

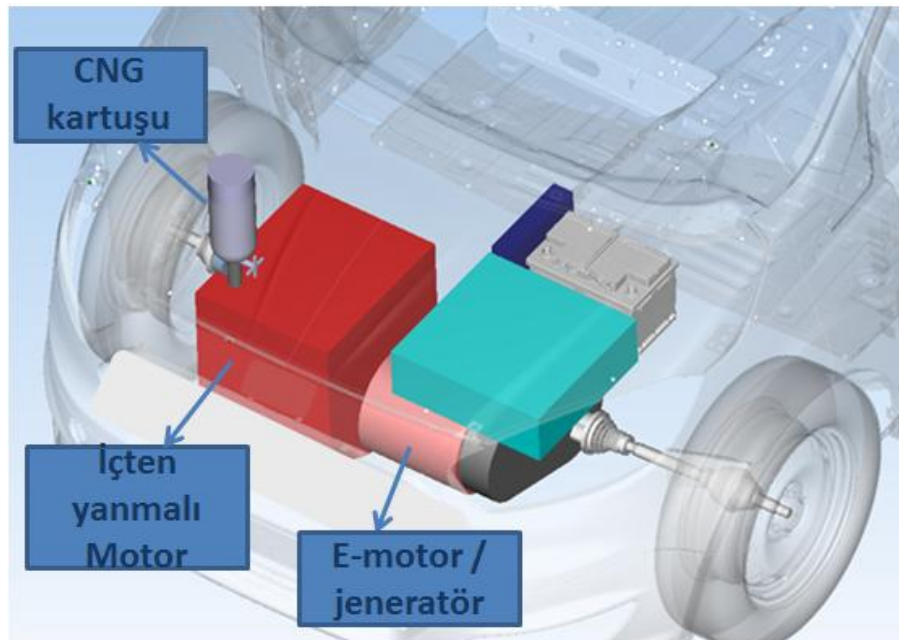
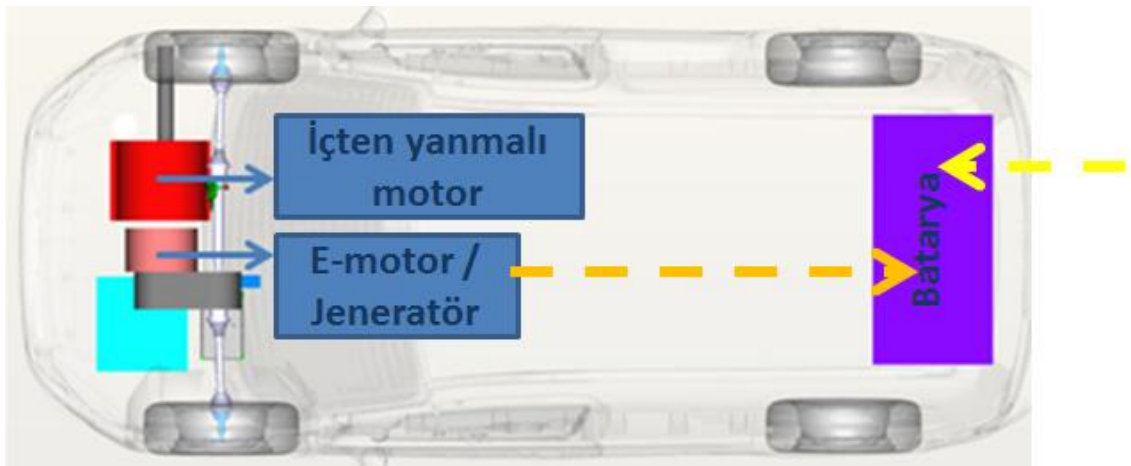
jeneratörün en yüksek verim bölgesinde çalışması sağlanmakta ve elektrikli araçların en çok kullanıldığı yerler olan şehiriçi trafiğinde aynı içten yanmalı motoru taşıyan bir konvansiyonel araca göre daha yüksek verimle çalışlabilmektedir.

Kartuş elektrikli araç konseptinde içten yanmalı motora haricen takılan bir yakıt kartuşundan yakıt iletilmekte ve aracın üzerinde aracın kendi yakıt deposu bulunmamaktadır. Hibrit elektrikli araçların kullanıcılarına sağladıkları en büyük fayda olan, acil ihtiyaç anında ve herhangi bir hızlı şarj istasyonuna erişimin mümkün olmadığı durumlarda yolda kalmadan yola devam edebilme avantajı ve aynı zamanda düz elektrikli araçların sağladığı daha basit, ucuz ve hafif araç üretebilme avantajları birlikte sağlanmış olmaktadır. Aracın içinde herhangi bir yakıt tankı olmaması sayesinde hibrit araçlara göre yakıtın, yakıt sisteminin ve yakıt sisteminin güvenliği için araca eklenen şasi parçalarının kaplayacağı yerden ve ağırlıktan tasarruf edilmekte, yakıt tankının gerektirdiği güvenlik önlemlerine ve testlerine gerek duyulmamakta, bu sayede aracın maliyeti, tasarım süresi, üretim süresi azalmaktadır. Aynı zamanda araçtan çıkarılan parçaların yatırım ve birim parça maliyetlerinden de tasarruf edilmektedir.

Kullanılacak yakıt kartuşu özellikleri;

- Yakıt kartuşları tamamen yeni birer ürün olarak akaryakıt firmaları tarafından satılabilecek ve akaryakıt firmaları için gelir kaybı yaratmayacaktır.
- Yakıt kartuşları tamamen yerli imkanlarla tasarlanıp üretilebileceklerdir.
- Yakıt kartuşları pazarlama stratejisine göre tek kullanımlık veya doldurulabilir olarak üretilebilecektir.
- Farklı yakıt tipleri ve farklı hacimler için kartuşlar tasarlanabilecektir.
- Kullanıcılar için istenirse kişiselleştirilebilecekleri ve birer aksesuar olarak kullanılabilecek bir ürün olabilmektedir.
- Yakıt kartuşları, kullanıcının sadece ne kadarlık mesafe gitmek için aracını şarj etmek istiyorsa ayarlı miktarda yakıt doldurulmuş olarak satılabilecek ve böylece fazla ödeme yapılmasını önleyebilecektir. İstenirse bu durumda ürün sahibi firma farklı boyutlarda / menzillere uygun kartuş pazarlayabilecektir.

- Yakıt kartuşları kullanıcıda ve satıcıda kolay algılanacak şekilde farklı renklerde ve desenlerde tasarlanmış olacak ve farklı tip yakıtlar kullanılabilir. Araçlarda CNG, LPG, hidrojen gibi yakıtlar kullanılabilmekte ve herbiri için özel altyapı kurulmasına gerek kalmamaktadır.
- Hidrojen gibi çok ucucu yakıtların yakıt kartuşunda sadece çok kısa süre duracağından ve araç üzerinde günlerce dolaşmayacağından dolayı bağlantı noktalarından ve cidarlardan yakıt kaybı (sızıntısı) oluşmayacaktır. Mali ve güvenlik sorunları oluşturmayacaktır.



Şekil 9. 8 Kartuşlu elektrikli araç komponent yerleşim örneği

Düz elektrikli araçlara göre avantajlar:

- Yolda kalma ve acil durumlarda şarj edememe riski ortadan kalkmaktadır. Yakıt kartuşu ile her yerde hızlı şarj imkanı bulunmaktadır.
- Kullanıcıların elektrikli araç tercih etmemelerinin en büyük sebeplerinden biri olan menzil kaygısı (range anxiety) ve yolda kalma korkusu aşılmaktadır.
- Yolda kalma korkusu olmadığı için araştırmalardan ve farklı ülkeler için yapılan filo testlerinden çıkan optimum günlük seyahat menzilleri göz önünde bulundurularak tasarım yapılabilmekte ve batarya miktarı azalabilmektedir. İsteğe ve karlılığa göre farklı pazarlar için farklı miktar batarya ile araç techiz edilebilmektedir.
- Elektrikli aracın toplam maliyet açısından %40 - %50'sine tekabül eden batarya maliyeti, gereksiz büyük boyutlandırmalardan kaçınılarak, gerçek günlük kullanımlar gözönünde tutularak optimum noktada yapılabilir. Batarya boyutu optimize edilebildiği için, araç maliyeti de düşürülebilmektedir.
- Türkiye'de ve dünyada her yerde elektrikli araç hızlı şarj alyapısı kurulmadan kullanılabilecek bir araç üretilmektedir.
- Elektrikli aracın ek olarak DC hızlı şarja uygun şarj portu olması gerekmemektedir. Hızlı şarj istasyonlarında şarj olmasına gerek kalmayacağı için, sadece yavaş şarja uygun araç üstü port yeterli olmaktadır. Böylece araç maliyeti düşürülebilir.

Düz elektrikli araçlara göre dezavantajlar:

- Araca jeneratör eklenmesi, aracın ağırlaşmasına, enerji veriminin düşmesine (aynı batarya ile ~%2-4 daha kısa elektrikli menzil) ve eğer batarya miktarı azalılmazsa, araç maliyetinin eklenen içten yanmalı motor maliyeti kadar artmasına sebep olmaktadır.

Hibrit elektrikli araçlara göre avantajlar:

- Yakıtı tanktan motora transfer etmek için kullanılması gereken uzun yakıt iletim hatlarına, geri dönüş hatlarına ve yakıt buharı hatlarına ihtiyaç kalmamaktadır çünkü yakıt kartuşumuz içten yanmalı motora doğrudan veya kısa bir adaptör ile şarj işlemi başlamadan takılmakta ve bitince de geri çıkarılmaktadır.

- Yakıt, yakıt sistemleri ve yakıt sistemlerinin güvenliğini sağlayan şasi parçalarının olmaması daha hafif ve enerji verimli bir tasarıma imkan vermektedir.
- Yakıt güvenliğinin gerektirdiğı tasarım kriterlerine dikkat etmek gerekmemekte ve tasarım süresi kısalmaktadır.
- Yakıta bağılı araç geliştirme testlerinin yapmak gerekmemektedir. (Güvenlik ve alev alma testleri, çarpma testlerinin yakıt sistemi incelemeleri, elektriklenme testleri, soğukta ve sıcakta çalışma testleri, vb.)
- Hibrit elektrikli araçlarda yakıt tankı için fazla yer olmaması sebebiyle LPG, CNG veya hidrojen gibi daha temiz fakat büyük hacimli yakıtlar genellikle tercih edilememektedir. Oysa kartuş elektrikli aracın üzerinde yakıt taşınmaması sonucu istenilen her türlü yakıt, birim hacminden bağımsız olarak kullanılabilir.
- Farklı alternatif temiz yakıtların kullanımı, jeneratörün çalıştığı süre boyunca düşük emisyon değerlerine ulaşılmasına olanak vermektedir.
- Farklı alternatif temiz yakıtların kullanımı, yakıtların vergi avantajlarına göre işletim giderlerinde düşüşe olanak vermektedir.
- Hibrit elektrikli araçlardaki kadar karmaşık elektronik kontrol yazılımları gerektirmemesi sayesinde, hazır sistemler kullanılabilir ve orta boyutlu şirketlere de ürün geliştirme fırsatı sağlanmaktadır.
- Aracın yakıt tankı ve sistemlerinden boşalan hacimleri, kullanıcıya avantajlar sunabilecek hacimler olarak kullanılabilir veya daha küçük/hafif araçlar üretilebilir.
- Özellikle içten yanmalı motor ve jeneratörün en verimli bölgesinde çalışmakta ve yüksek verim, düşük yakıt tüketimi sağlanabilmektedir. İstenirse bu noktada çalışması için jeneratör komponentleri de optimize edilerek daha da düşük yakıt tüketimi elde edilebilecektir.
- Yakıt tankında uzun süreler duran bir yakıt olmadığı için yakıtların kaçak / kayıp riski ortadan kalkmaktadır ve dolayısıyla bu kayıp / kaçağı engelleyici tasarımlara ihtiyaç kalmamaktadır. Özellikle hidrojen gibi 50m³ hacimlik bir tanktan günde %0.5 gibi

yüksek oranlarda kaybın olabildiği yakıtlarda, yakıtın verimli kullanılması sağlanmış olmaktadır.

- Herhangi bir kaza anında yakıt sisteminden veya motordan yakıt sızıntı riski yoktur ve böylece güvenlik riski oluşması engellenmiştir.
- Yakıt kartuşu tamamen yeni bir ürün olarak akaryakıt firmaları tarafından satılabilmekte ve pazarlama stratejisine göre tek kullanımlık veya doldurulabilir olarak üretilmektedir.
- Farklı yakıt tipleri ve farklı hacimler için özel ve kullanıcılar için istenirse kişiselleştirilebilecek bir aksesuar olarak da kullanılabilecek bir ürün olabilmektedir.
- Hibrit araçlarda olduğu gibi seyir esnasında jeneratörün devreye girmemesi, hibrit araç tasarımlarında ciddi bir sorun olan NVH (noise-vibration-harshness / gürültü-titreşim) özelliklerinin optimizasyonuna ihtiyacı asgariye indirmekte ve hem araç geliştirme süresini, hem de maliyeti düşürmektedir. Jeneratörün devreye girme ve çıkmasının, araç kısa süreli duruşlarda, seyir halinde, ivmelenirken ve yavaşlarken kullanıcıda rahatsız edici etkileri olmayacaktır.
- CNG'nin jeneratöre doğrudan doğruya şehir doğalgaz şebekesinden beslenmesi durumunda, tekniğin bilinen durumunda CNG yakıtlı araçlarda kullanılan çok yüksek basınçlı tanklardan düşük basınçlı motor besleme noktası arasında bulunan kompleks regülatöre ihtiyaç kalmamaktadır.

CNG yakıtlı konvansiyonel araçlarda aracın menzilinin anlamlı olabilmesi amacıyla CNG basıncı 200 bar ve üstünde (Avrupa'da 200bar, ABD'nde 250 bar) tutulmaktadır. Daha önce anlatıldığı üzere, doğalgazın şebeke basınç seviyelerinden, CNG dolum basınç seviyesine basınçlandırılmasında kompresörler kullanılmaktadır. Literatürdeki ortalama CNG basınçlandırma verimleri birincil enerjiye oranla, %93 mertebelerindedir. Özellikle Türkiye gibi kara ulaşımı için CNG altyapısı hazır olmayan veya CNG altyapısı kurulması maliyet etkin olmayan bölgelerde kişisel CNG dolum cihazları kullanılmaktadır. Ticari ismi Phill olan ve genellikle evsel kullanım için kullanılan bu cihazlar, 4-8 saat içinde konvansiyonel olarak CNG yakıtlı araçların yakıt ikmali için kullanılan yavaş dolum cihazlarıdır. 1.2sm³/h debi ile 0.85kW/h enerji tüketen evsel dolum cihazlarının 4 saat

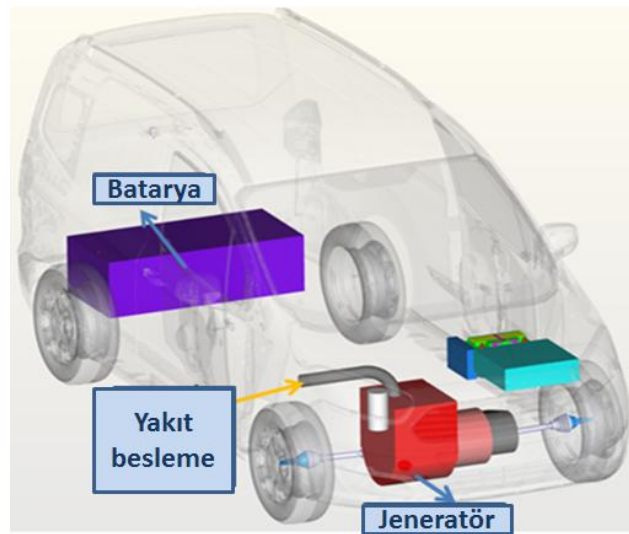
çalışması ile ortalama 80-100 km CNG menzilli bir araç tankı dolmaktadır. Dolayısıyla basınçlandırma için 3.4kWh enerji tüketilmektedir.

Kartuş elektrikli araçlarda ise şebeke basıncındaki doğalgazın doğrudan aracın jeneratöründe verilebilmesi sayesinde basınçlandırma enerjisinden tasarruf edilebilecektir. Bu sayede yaklaşık 0.14kWh/km enerji tüketen kartuş elektrikli bir aracın hergün yaklaşık 25km elektrikli menzili, CNG kullanan bir konvansiyonel araca göre bedavaya gelecektir.

9.4 Kartuş Elektrikli Araçların Doğalgaz Kullanım Şekilleri

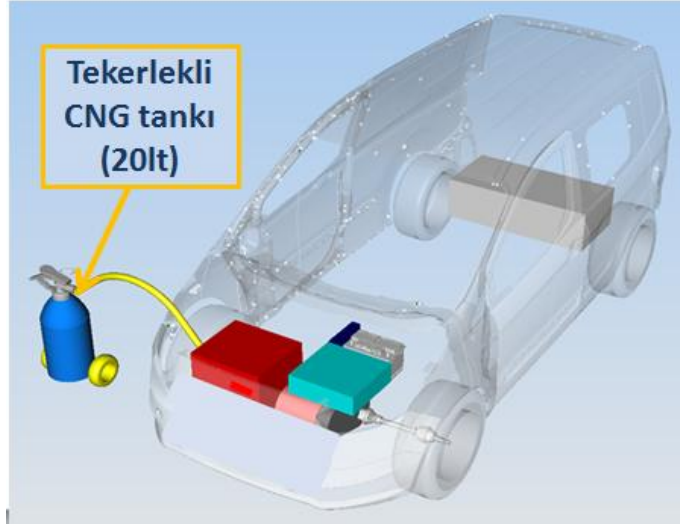
Düz elektrikli araçların elektrikli menziller, batarya kapasitelerine bağlıdır. Temelde bir düz elektrikli araç olan kartuş elektrikli araçlarda ise haricen beslenecek bir yakıt ile boşalan batarya hızlı şarj edilmektedir. Özellikle elektrikli araçların emekleme dönemlerinin hızlandırılması amaçlanan bu konsept, acil durumlar ve şarj altyapısının mevcut olmadığı bölgeler için kullanılacaktır. Aşağıdaki 3 yöntem, farklı formlarda yakıt beslemesi ile aracın şarj olmasına olanak vermektedir.

Yöntem 1 : Doğalgazın 20 bar alındaki basınçta şebekeden doğrudan doğruya aracın jeneratörüne verilerek, aynen evlerde bulunan sabit jeneratörler gibi çalıştırılması ile doğalgazın CNG'ye dönüşümü sırasındaki basınçlandırma enerjisinden tasarruf edilecektir.



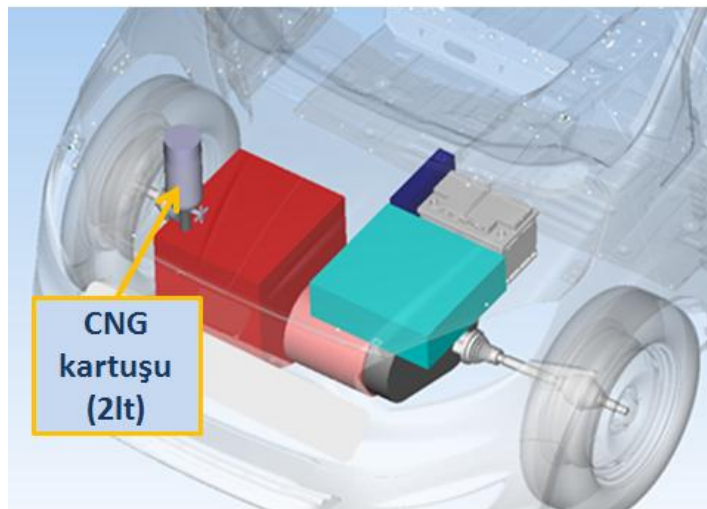
Şekil 9. 9 Doğalgaz şebekesinden kartuş elektrikli araca doğalgaz ikmali

Yöntem 2 : İstasyonlarda bulunacak olan tekerlekli ve/veya sabit, 20litre hacimli tanklar ile kartuş elektrikli aracın %80 BDO'na kadar şarj olmasını sağlanabilecektir. Araca bir adaptör ve hortum vasıtasıyla bağlanacak 100-150 bar basınçlardaki tanklarda, konvansiyonel CNG tanklarına göre basınçlandırma enerjisinin %50 oranında tasarruf edilmiş olacaktır.



Şekil 9. 10 Orta seviye basınçlandırılmış, 20'lük tanklar ile kartuş elektrikli araca CNG ikmali

Yöntem 3: Elde taşınabilir özellikte, 200 bar basınçlı, 2l hacimli CNG kartuşları ile aracın her nerede acil şarj olması gerekirse şarj olabilmesi sağlanacaktır. Kartuş başına 10 km ek elektrikli menzil sağlayacak bu yöntem sayesinde kullanıcıların yolda kalma korkusu tamamen ortadan kalkacaktır.



Şekil 9. 11 Elde taşınabilir CNG kartuşları ile kartuş elektrikli araca CNG ikmali

9.5 Kartuşlu Elektrikli Araç Konsepti ve IYM Hibrit Elektrikli Araçlar Açısından Değerlendirme

CNG yakıt sistemi olan bir hibrit elektrikli aracın CNG kullanan kartuş elektrikli araçtan farkları şunlardır;

Komponentler açısından;

- 250+ bar basınca dayanıklı yüksek basınç CNG tankı/tankları (İhtiyaç yok)
- CNG yakıt tanklarının araca bağlantı braketleri (İhtiyaç yok)
- CNG yakıt tanklarının araç gövdesi dışında olması durumunda darbe ve ısı kalkanları (İhtiyaç yok)
- CNG yakıt tanklarının araç gövdesi içinde olması durumunda üst kaplamaları (İhtiyaç yok)
- Basınç emniyet ventilleri
- Elektronik CNG kesme selenoidleri
- Yakıt basınç sensörleri
- Yakıt sıcaklık sensörleri
- Aracı boydan boya geçen yüksek basınçlı CNG iletim hatları, braketleri ve konnektörleri (İhtiyaç yok)
- Değişebilir yakıt filresi ve braketi
- Yüksek basınç regülatörü ve braketi
- Manuel kapama valfi
- CNG yakıt dolum valfi ve filresi (İhtiyaç yok)
- Düşükbasınçlı CNG iletim hatları, braketleri ve konnektörleri (İhtiyaç yok)
- Motor üstü yakıt dağıtım hattı basınç sensörü (İhtiyaç yok)
- Motor üstü yakıt dağıtım hattı sıcaklık sensörü (İhtiyaç yok)
- Araç içi CNG düğmesi (İhtiyaç yok, generator çalıştıracak bir kontak yeterli)
- Sensörler, CNG tank selenoidleri, PCM, vs. kabloları (İhtiyaç kısmen yok)
- CNG yakıt etiketleri (yakıt tanklarında, dolum kapağı, araç gövdesi, vs.) (İhtiyaç kısmen yok)
- CNG kullanıcı el kitabı ve servis kitabı
- Yüksek basınç regülatörü ısıtması için soğutucu akışkan hattı (İhtiyaç kısmen yok)

- CNG tankının araç içinde olması durumunda araç içi izolasyonları (İhtiyaç yok)
- Araç ısı dayanım ekibi testleri sonrasında gerekli görülebilecek parçalara takılacak ısı kalkanları (İhtiyaç yok).

Modifikasyonlar açısından;

Şasi

- Şasiye bağlanan CNG tank ve hatları için bağlantı delikleri ve braketleri (İhtiyaç yok)
- Eklenen yakıt sistemi ağırlığından dolayı süspansiyon değişiklikleri (İhtiyaç yok)
- CNG tankı eklenmesinden dolayı yedek lastik değişikliği veya iptali (İhtiyaç yok)

Gövde

- Araç gövdesindeki geçiş kanalları açılması, NVH izolasyonları, yakıt sistemleri için havalandırmalar (İhtiyaç yok)
- Yakıt doldurma kapağı modifikasyonu (İhtiyaç yok, elektrik şarj amaçlı modifikasyon gerekli)
- Yeni kartuş bağlantı kapağı.

Ürün geliştirme fazı test ve analizleri açısından;

- Şasi – CNG tankı ve tüm ek ağırlıkların dağılım analizi, bağlantı sistemlerinin analizi ve gerekli süspansiyon değişiklikleri (İhtiyaç yok)
- Elektriksel kablolama – CNG sistemlerinin elektriksel olarak kontrolü
- Güvenlik – Çarpışma testleri , CNG tankı çarpışma bölgesi hasar analizleri, patlama testleri, TSE ECE yakıt testleri (İhtiyaç yok) Isıl yönetim – CNG tank, komponent ve hatlarının ısıl ömür testleri (İhtiyaç yok)
- NVH – CNG tank ve yüksek basınçlı iletim hatlarının NVH testleri (İhtiyaç yok)
- Performans – Motorun ortalama 10-15% düşük güç / tork vermesi , ek ağırlıklar (motor, sadece generator olarak kullanılacağı için performans kaybı oluşmayacak. Ayrıca en büyük ek ağırlık olan CNG tankı ve hatları yoktur.)

Montaj fabrikası ihtiyaçları açısından;

- Büyük ve ağır CNG tank ve braketleri için fabrika ambarında depolama, araç üretim hattına taşıma ve araç montajı için gerekli özel ekipman ihtiyacı (İhtiyaç yok)

- Yüksek ve düşük basınç CNG hattı montaj ve kalite kontrol ekipmanları (İhtiyaç yok)
- Araç fabrikasında CNG depolama ve dolum istasyonu (İhtiyaç yok)
- Araç fabrikası personelinin CNG ekipman kullanım ve acil durum eğitimlerini almaları (zorunlu ihtiyaç yok)

Servis ve garanti ihtiyaçları açısından;

- Servis bakımlarında CNG tank, komponent ve hatlarının bakımı (İhtiyaç yok)
- Sık görülen sorunlardan olan CNG yakıt dolum valf, yüksek basınç hatları fittingleri ve komponentleri değişim maliyetleri (İhtiyaç yok)
- Servis kullanımları için hata bulma ekipman ve yazılımları ve servis elemanlarının eğitimi
- CNG tank sökme takma ekipmanları (İhtiyaç yok)
- CNG tankının boşalma ve doldurma ekipmanları (İhtiyaç yok)
- Yakıt tankı, komponentleri ve hatları için yan sanayi – ana sanayi garanti anlaşmaları ve görev sorumluluk dağılımlarının yapılması (İhtiyaç yok).

9.6 Araçta CNG Yakıt Depolamanın ve Kartuş Elektrikli Araç Çözümünün Etkileri

Ağırlık ve maliyet etkileri dikkate alınması gereken en öncelikli etkilerdir. Ağırlık etkisine kısaca değindikten sonra, maliyetin değişmesinde etkili olan teşvik mekanizmalarının Avrupa ve dünyada belli başlı gelişmekte olan pazarlardaki etkisini inceleyelim.

9.6.1 Ağırlık Etkisi

Aşağıdaki denklemlerden de görülebileceği üzere ağırlık (kütle), bir aracın hareket etmesine karşı oluşan direncin elemanlarından biridir ve hava direnci (*Whava*) hariç yuvarlanma ve eğim direncinde büyük oranda etkindir. Dolayısı ile harcanması gereken toplam enerjinin bulunmasında önemli yere sahiptir. Ağırlık arttıkça, aracın hareket ettirilmesi için harcanması gereken enerji artmaktadır. Bir başka deyişle, ağırlık arttıkça birim yakıt veya enerji başına alınan menzil azalmaktadır. Bu sebeple araçların toplam ağırlıklarının düşürülmesi, daha az enerji tüketilmesi açısından önemlidir.

Bir araca etki eden dirençler;

$$W_{top} = W_{yuvarlanma} + W_{hava} + W_{eğim} + W_{ivme}$$

$$W_{yuvarlanma} = f * M_{taşı} * g$$

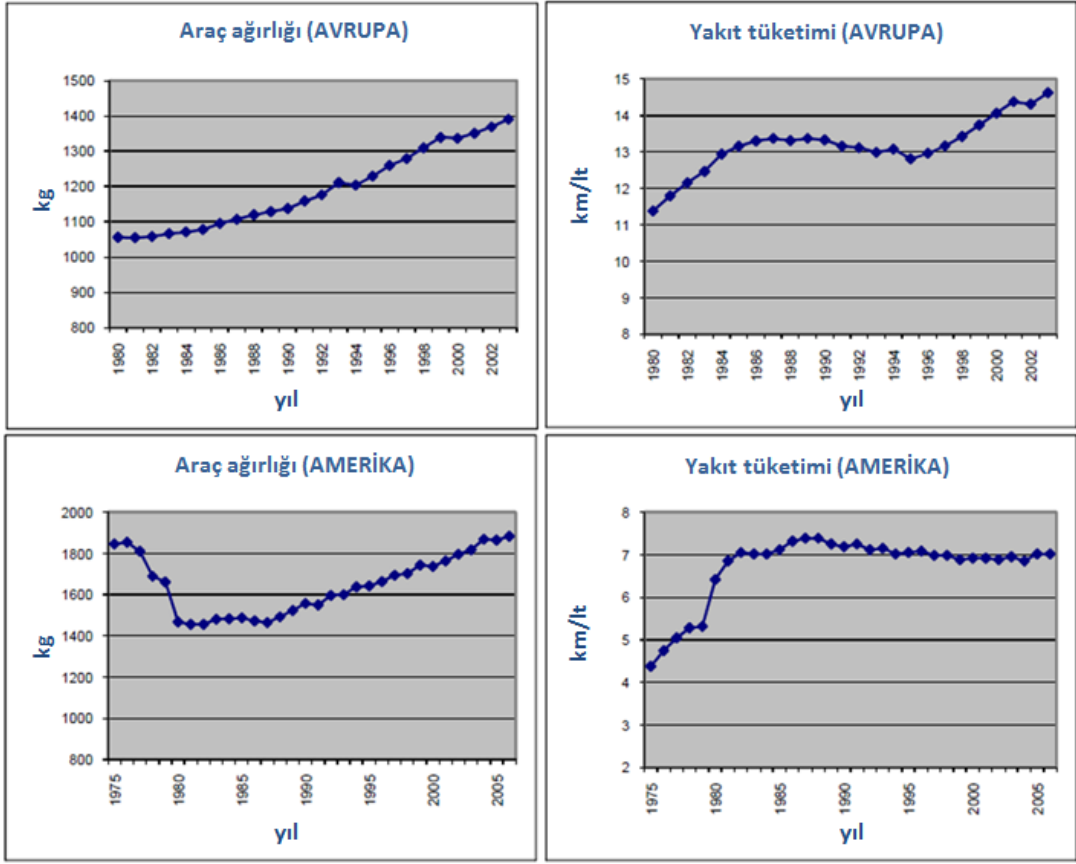
$$W_{hava} = 0.5 * A * C_d * \rho_{hava} * (v_{taşı} \pm v_{ruzgar})^2$$

$$W_{eğim} = M_{taşı} * g * \sin \alpha$$

$$W_{ivme} = \pm (M_{taşı} + m) * a$$

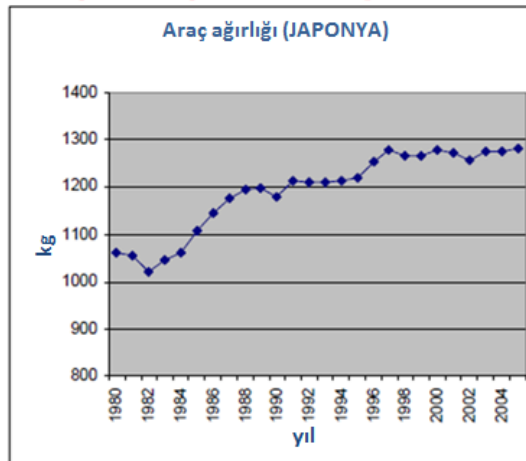
Yapılan araştırmalarda otomotiv firmalarının, ağırlaşmış otomobil modellerini, daha fazla tork ve motor gücü ile piyasaya sürdüğü gözlemlenmiştir. Örneğin bir değerlendirmeye göre ABD’de eğer araçlar 1980’lerdeki ağırlık, güç ve tork değerlerinde kalsaydı, bugün yakıt tüketimi yaklaşık %50 azalmış olacaktı. Oysa geçen zaman içinde motor ve diğer sistemlerdeki teknolojik gelişmelerden kaynaklı olarak yakıt tüketiminde sadece %15 iyileşme görülmektedir. 1980 – 2004 arası Amerikan arabalarının araç ağırlığı %12, motor gücü ise %80 artmıştır ve yakıt ekonomisinde sadece %6.5 iyileşme olmuştur. Aynı dönem için arazi araçlarındaki değişim ise %99 motor gücü artışı ve %26 ağırlık artışı şeklinde çok daha dramatik olmuştur [72].

Avrupa ve Amerika’da 1980’lerden 2000’lerin başına kadar gerçekleşen, araç filolarının ortalama ağırlıklarındaki (kg) ve yakıt tüketimindeki (km/l) değişim, teknolojik düzeyden bağımsız olarak, farklı toplumların ve devlet politikalarının sınırlı olan kaynakların kullanımına nasıl etki ettiğini görmemiz açısından önemlidir [73].



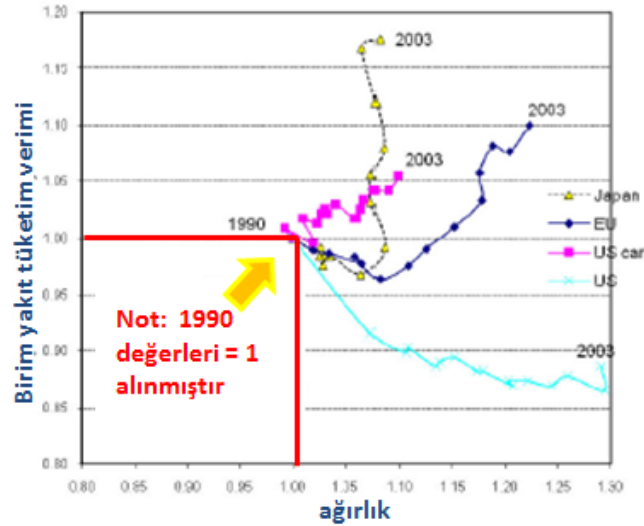
Şekil 9. 12 ABD ve Avrupa için senelere göre araç filolarının ortalama ağırlık ve yakıt verimliliği trendi

Çizelgeye Japonya'yı eklediğimizde ise, aynı dönemde araç ağırlıklarının sabit kalmasını sağlamış ve teknolojik gelişimine aynı şekilde devam ederek 1996-2004 arasında yakıt tüketiminde %24 (senelik %3) iyileşme sağlamayı başarmış olduğu görülmektedir.



Şekil 9. 13 Japonya için senelere göre araç filosunun ortalama ağırlık ve yakıt verimliliği trendi

1990-2003 arası bağıl yakıt tüketimi ile araç ağırlığının değişiminin boyutsuz olarak grafikleştirilmesinde ABD, Avrupa ve Japonya'daki değişim trendi görülebilmektedir. Ayrıca Japonya'nın bu başarısının devamı olarak 2015'e kadar araç ağırlığı ile orantılı olarak yakıt tüketimi (km/l) hedeflerini standarda bağladığı ve araç ağırlığı artışı oranında yakıt tüketiminin kötüleşeceği görülmektedir.



Şekil 9. 14 Japonya, ABD ve Avrupa için ortalama ağırlık/yakıt tüketimi değişimi

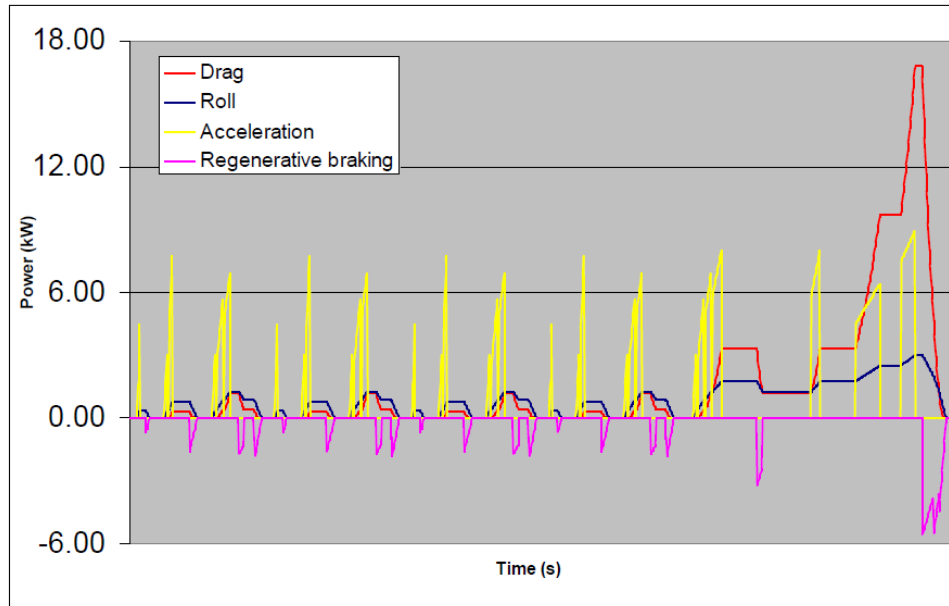
Avrupa Birliği standardında otomotiv şirketleri ürettikleri toplam araç filosuna göre değerlendirilmekte ve filo tüketimleri ile emisyonları önem kazanmaktadır. Avrupa Birliği standardı, filo ortalaması olan 1372kg araç ağırlığı için 130g CO₂/km emisyonu hedeflemektedir. Ayrıca 50 gCO₂/km değerinin alındaki araçlara da ek teşvik verilmektedir. Bu teşvik, 2012-2013 yıllarında 50 gCO₂/km değerinin alındaki her bir aracın 3,5 araç, 2014 yılında 2,5 araç, 2016 yılında 1,5 araç ve 2016 sonrasında ise 1 araç olarak sayılmasını öngörmektedir. Dolayısıyla 2016 sonrasında teşvik kendiliğinden yok olacağı için, mümkün olduğunca hızlı şekilde düşük CO₂ tüketimli araçları satmaya başlamak, otomotiv şirketlerinin de yararına olacaktır.

Elektrikli araç özelinde ağırlığın düşürülmesinde en büyük etki, aracın hibridizasyonu ile olabilmektedir. Böylece elektrikli aracın ağırlığının ve maliyetinin en büyük artış sebebi olan batarya miktarının azalması sözkonusu olmaktadır. Aşağıda elektrifikasyon sınıfına göre örnek olarak verebileceğimiz seri üretimdeki araçların batarya kapasitelerindeki değişim görülmektedir.

Çizelge 9. 1 Bazı elektrikli araçlarda batarya kapasiteleri

Araç modeli	Elektrifikasyon sınıfı	Batarya kapasitesi
Nissan Leaf	BEV – Tam elektrikli araç	24 kWh
BMW I3	BEV/REV	18.8 kWh
Chevy Vol, Opel Ampera	REV – Menzili uzatılmış elektrikli araç	16 kWh
Toyota Prius	HEV – Fişli hibrit elektrikli araç	4.4 kWh

Şehirî kullanım göz önünde tutulduğunda aşağıda Smart Fortwo elektrikli aracının NEDC çevrim grafiğinde düşürülmesi gereken direnç kaynakları net olarak görülmektedir. Yüksek hızlarda karşılaşılan yüksek hava direncine karşılık, şehirî kullanımdaki düşük hızlarda yoğun olarak ivmelenmeye harcanan enerji ve yuvarlanma direnci etkilidir. Bu grafikte bize net olarak göstermektedir ki şehirî kullanım için optimize edilmiş bir aracın düşük yuvarlanma direncine ve düşük araç ağırlığına odaklanması gerekmektedir. Elektrikli Smart örneğinden yola çıkarsak, aracın mevcut durumda NEDC’de 0.12 kWh/km enerji tüketimi varken, 154 kg hafifletilerek 700kg olması halinde 0.11 kWh/km enerji tüketimi olmaktadır. Görüldüğü gibi, aracın %10 hafifletilmesi, %5-7 oranında menzilini arttırmaktadır [74].



Şekil 9. 15 Smart Fortwo elektrikli aracının NEDC’de karşılaştığı direnç kırılımı

Araç ağırlığının etkilerini incelemek için Mitsubishi iMiev ile şasi dinamometresinde gerçekleştirilen benzer bir çalışmada da 1304 kg test ağırlığındaki aracın, %15 (200kg)

oranında ağırlaştırılması ve hafifletilmesi ile testler koşulmuştur. %15 ağırlaşan aracın %5 daha fazla enerji tükettiği, %15 hafifletilen aracın da %3 oranında daha düşük enerji tükettiği ölçülmüştür. Ayrıca araç ağırlığının etkilerinin sürüş çevriminin dinamikliği arttıkça arttığı gözlemlenmiştir. Yani aracın hızlanma-yavaşlama miktarı, şehiriçi sürüş şartlarında olduğu gibi arttıkça, etki artmaktadır [75].

Bir başka örnek olarak da Chevrolet Vol menzili uzatılmış hibrit elektrikli aracı verebiliriz. Aracın fabrika çıkışında 35 l benzin deposu bulunmaktadır. Türkiye'deki benzer bir araçlarla kıyaslama ve interpolasyon yapılarak 35 l benzin tankı için yaklaşık ağırlık 5kg olarak bulunmaktadır. 35 l benzinin ağırlığı ise yaklaşık 26kg (benzinin özkütlesi 0.74 kg/l alınmıştır) olmaktadır. Yakıt hatları ile birlikte yakıt sistemi yaklaşık 38 kg (yakıt hatları yaklaşık 12 kg) ağırlığında olmaktadır.

Aynı menzil için, kartuş elektrikli araç konseptinde olduğu gibi, 200 bar basınçta CNG kullanılması durumunda 132 l CNG depolanmasına ihtiyaç vardır. Tank ağırlığı, Tip-1 CNG tankı kullanılması halinde 127 kg , Tip-4 CNG tankı kullanılması halinde ise 40 kg olacaktır. 132 l CNG yakıtının ağırlığı ise 24 kg olmaktadır. Maliyeti arttırmamak için Tip-1 tank kullanılması durumunda yakıt hatları ile birlikte yakıt sistemi yaklaşık 171 kg (yakıt hatları yaklaşık 20 kg) ağırlığında olmaktadır. Doğalgaz kullanan bir Chevrolet Vol ile mevcut benzin kullanan versiyon arasındaki yakıt sistemi ağırlık farkı 133 kg olmaktadır. Ek olarak aracın şasi ve gövdesinde yakıt sisteminden dolayı gelen güvenlik parçalarının (ısı kalkanları, çarpışma kalkanları ve braketleri), kozmetik parçaların (araç iç bölgesi kapaklar) ve yakıt dolum borusunun ağırlıkları en az 10 kg olacağı düşünüldüğünde, toplam 181 kg ağırlığında yakıt sistemi ağırlığı olacaktır.

Eğer CNG kullanan bir Chevrolet Vol, kartuş elektrikli araç konseptine uygun olarak üretilseydi, araç CNG hibrit versiyonuna göre yaklaşık 181 kg daha hafif olabilecekti. Aracın mevcut ağırlığının 1720kg olduğu ve CNG'li olması durumunda bunun 1853 kg olacağı hesaplanmaktadır. Ağırlaşacak olan aracın, elektrikli menzili de elbette kısılacaktır. Eğer aynı araç kartuş elektrikli bir araç olsaydı, hem doğalgaz kullanmaya devam edecek ve hem de 181 kg daha hafif olacaktır. Smart Fortwo örneğindeki gibi, bunun aracın elektrikli menziline etkisi de, ortalama %6 oranında uzama yönünde olacaktır.

Bu tez kapsamında ise dünyada halen uygulanmakta olan hibritleşme ile gelen batarya azalma faydasına ek olarak, kartuş elektrikli araç konsepti ile aracın yakıt sisteminin de araçtan çıkartılması sureti ile aracın daha da hafifletilmesi ve aynı zamanda doğalgaz gibi, benzinden daha çevreci bir yakıt kullanımı sağlanmaktadır. Böylece Türkiye’de mevcut olan yakıtlar içinde çevreye en az emisyon salınımı yapan doğalgaz (veya CNG) kullanımı ile elektrifikasyonun temelde amacına en uygun olan yakıt ile hibridizasyon yapılmış olmaktadır.

Henüz 2013’de BMW, I3elektrikli modelinin 2 farklı versiyonunu satışa sunmuştur. Birinci versiyon olan düz elektrikli araç, 18.8 kWh batarya kapasitesi ile firma değerlerine göre 190km elektrikli menzile sahiptir. İkinci versiyon ise, aynı aracın seri hibrit (menzili uzatılmış elektrikli araç) versiyonudur. Düz elektrikli versiyonun sahip olduğu 18.8 kWh batarya kapasitesine ek olarak 6l/100km benzin tüketimine sahip, 647 cc içten yanmalı motor-jeneratör ile desteklenmekte olan, 120 kg daha ağır versiyonun elektrikli menzili 170 km’ye düşmektedir. Burada düz elektrikli araç ağırlığına ek olarak jeneratör, 9 l’lik benzin tankı ve ek sistemleri de dahil olduğundan yaklaşık 20 km elektrikli menzil azalmaktadır. Basit bir hesaplama 1200 kg ağırlığında araçta %10’a tekabül eden 120kg fark, aracın üretici firma tarafından ilan edilen elektrikli menziline %10 düşüşe sebep olmuştur. BMW I3 menzili uzatılmış elektrikli araç, düz elektrikli versiyona göre €4500- €5000 arasında fiyat farkı ile pazarlanmaktadır [76].

9.6.2 Maliyet Etkisi (Araç Maliyeti ve Yakıt Maliyeti)

Elektrikli araçlarda yapılan tüm çalışmaların merkezinde araçların satışını en fazla zorlaştıran, ilk satınalma maliyetinin ve kullanıcının toplam maliyetin düşürülmesi yer almaktadır. Elektrikli araçlardaki herhangi bir çalışmanın maliyet etkilerinden de bahsederken özellikle devlet teşvik ve vergi indirimlerinin önemi yadsınamaz. Elektrikli araçların en yaygın olarak kullanıldığı ve son 2 senede en çok gelişme gösteren pazarlarda yapılan araştırmalarda özetle araç emisyonlarını düşüren uygulamalar için vergi indirimi ve teşviklerin arttığı, sadece mali teşviklerin tek başına yeterli olmadığını ve genel olarak düz elektrikli araçların araç fiyatına göre hibrit elektrikli araçlardan daha fazla oransal destek aldığını görmekteyiz. Verilen doğrudan ve dolaylı teşvikleri/

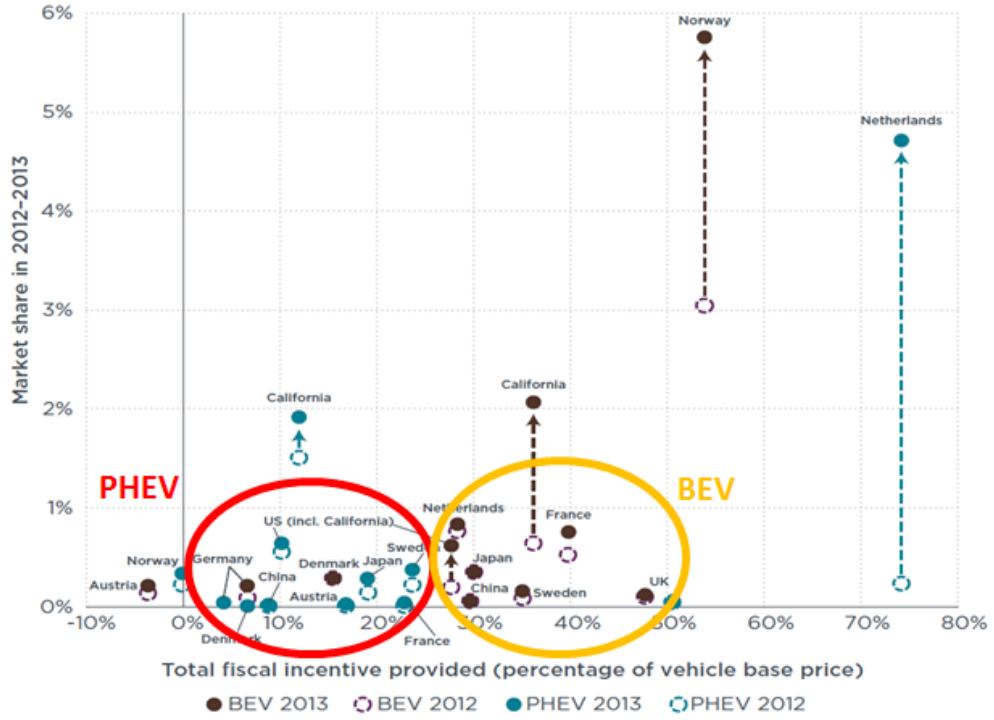
destekleri farklı pazarlar bazında incelememiz, dünyadaki örnekleri anlamamız ve ürün tasarımı açısından faydalı olacaktır.

Elektrikli araçlara verilen destek ve teşvikleri 2 ana kategoriye ayırabiliriz;

1-Doğrudan parasal destekler ;

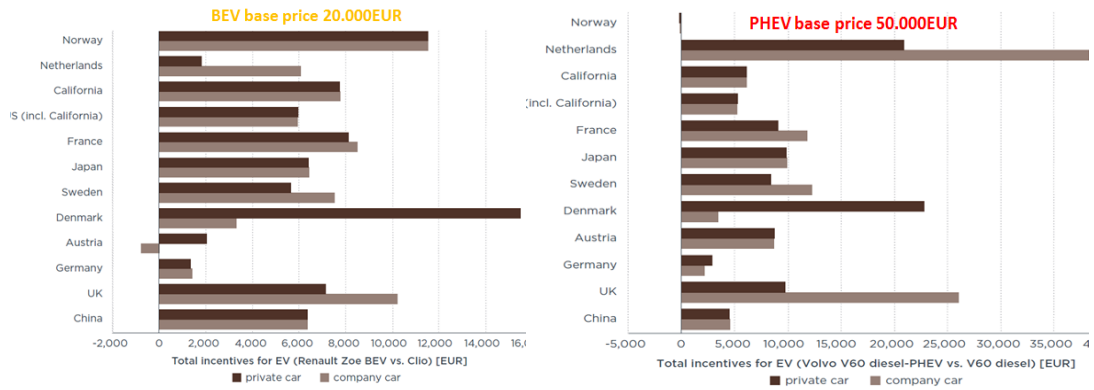
- **Fransa:** 20 g/km CO₂ 'den düşük emisyonlu araçlara bir defaya mahsus, araç fiyatının vergiler dahil %30'unu geçmemek kaydıyla verilen 7,000 EUR destek. 21-50 g/km CO₂ arasında 5,000 EUR verilmektedir.
 - **İngiltere:** 2011'den sonra satılan tüm elektrikli araçlarda (75 g CO₂/km yakıt tüketiminin alındaki hibrid araçlar dahil), bir defaya mahsus 5,800 EUR'yu geçmemek üzere araç fiyatının %25'i kadar destek verilmektedir.
 - **İsveç:** 2012'den sonra satılan 50 g CO₂/km yakıt tüketiminin alındaki araçlar için bir defaya mahsus 4,500 EUR destek verilmektedir.
 - **Amerika ve Kaliforniya:** Federal program dahilinde, aracın batarya kapasitesine göre bir defaya mahsus en fazla 7,500USD olarak vergi desteği verilmektedir. Bu miktar batarya kapasitesi düşük olan hibrit araçlarda düşmektedir. Ayrıca Kaliforniya'da tam elektrikli araçlar 2,500 USD ve Hibrit elektrikli araçlar için 1,500 USD destek bulunmaktadır.
 - **Japonya:** Destek programı kapsamında 2009-2013 arasında geçerli olmak üzere elektrikli ve düşük yakıt tüketimli araçlara uygulanmak üzere bir defaya mahsus 6,300 EUR'ya kadar destek verilmektedir.
 - **Çin:** 2015 yılına kadar elektrikli ve yakıt pilli araçlara batarya kapasitesine göre bir defaya mahsus olmak üzere tam elektrikli araçlara 4,200–7,200 EUR ve 50km'den fazla elektrikli menzile sahip fişli hibrit araçlara 4,200 EUR destek verilmektedir.
- 2- Araç ağırlığı, emisyon miktarı, motor hacmi, motor gücü, enerji/ yakıt tüketimi gibi kriterlere göre belirlenen ve araç fiyatına bağlı oransal destekler;
- **KDV:** Araç fiyatına oranla Japonya'da %5 ve Danimarka-Norveç-İsveç' te %25 olan KDV, Norveç'te sadece tam elektrikli araçlardan alınmamaktadır.

- **İlk kayıt vergisi:** KDV'ne ek olarak alınan ve genellikle emisyon miktarı, motor hacmi, motor gücü, enerji/ yakıt tüketimi gibi kriterler ile belirlenen vergidir.
- **Şirket aracı vergisi:** Bazı marketlerde olan, şirket çalışanı kullanımına şirket tarafından ücretsiz olarak verilen araçlardan devlet tarafından alınan vergidir. Almanya'da kişisel araçların %62'si şirket araçlarıdır ve örneğin Hollanda'da araç fiyatının %25'i oranında vergi, kullanıcıdan tahsil edilmektedir.



Şekil 9. 16 Elektrikli araçların teşviklere göre farklı pazarlardaki başarı oranları

Genellikle düz elektrikli araçların hibrit elektrikli araçlardan fazla araç fiyatına göre oransal destek aldığını görmekteyiz. En düşük ve en yüksek örnekleri ortalamadan çıkarttığımızda tam elektrikli araçlarda araç fiyatının %35'i, hibrit elektrikli araçlarda ise %20 oranında destek verilmektedir. Bu tez çalışmasının elektrikli araçlara geçiş dönemini hızlandırmak için çözüm yolları aramasından dolayı, pazara yeni girecek bir düz elektrikli aracın, hibrit elektrikli araçtan daha fazla destekleneceği görülmektedir. Ancak tekrar hatırlatmakta fayda vardır ki, teşvik ve destek mekanizmaları, tek başlarına araç satışlarının tek belirleyicileri değildir. Teknik sorunların ve eksikliklerin de giderilmesi önemlidir [77].



Şekil 9. 17 Elektrikli ve hibrit araçlara farklı ülkelerdeki teşvik miktarları

Çizelge 9. 2 Elektrikli ve hibrit araçlara farklı ülkelerdeki teşvik tip ve oranları

Region	VAT	Tax Scheme		Subsidy
		One-time	Annual	One-time
Norway	25% BEVs exempted	Registration tax based on vehicle weight, engine power, nitrogen oxide emissions, and CO₂ emissions. BEVs are exempted.	Circulation tax about 350 EUR	
Netherlands	21%	Registration tax based on the CO₂ emission level of the vehicle. BEVs and most PHEVs are exempted.	- Circulation tax based on the vehicle weight, fuel type, and CO₂ emission. BEVs and most PHEVs are exempted. [Company car] Income tax for cars emitting more than 50 g/km CO₂ of 25% of the vehicle's catalogue value in 2013. BEVs and some PHEVs are exempted.	
US (Including California)	7.3%* (8.4%)	- Registration fee around 33 EUR - Gas-guzzler tax for very fuel-inefficient vehicles		- Up to about 5,500 EUR based on battery capacity (federal); - About 1,800 EUR for BEVs and 1,100 EUR for PHEVs (Calif.).
France	19.6%	Registration tax based on engine power. EVs are exempted.	[Company car] Income tax based on CO₂ emission. BEVs and some PHEVs are exempted	Up to 7,000 EUR for EVs
Japan	5%	Acquisition tax based on engine displacement and vehicle price. EVs are exempted.	- Tonnage tax based on vehicle weight. EVs are exempted; - Automobile tax based on engine displacement. EVs are exempted 50%	Up to about 6,500 EUR based on price difference for EVs.
Sweden	25%		- Road tax based on CO₂ emission. EVs are exempted. [Company car] Income tax partially based on vehicle price. EVs are exempted 40%.	Up to about 4,600 EUR based on price difference for EVs.
Denmark	25%	Registration fee mostly based on vehicle price. EVs weighing less than 2000 kg are exempted.	- Annual circulation tax based on fuel consumption. BEVs weighing < 2000 kg are exempted. [Company car] Income tax based on price.	
Austria	20%	Registration tax based on fuel consumption. EVs have deductions.	- Circulation tax based on engine power. EVs are exempted. [Company car] Income tax based on price.	
Germany	19%		- Circulation tax based on engine displacement and CO₂ emission. EVs are exempted for 10 years. [Company car] Income tax based on price. EVs have deductions.	
United Kingdom	20%	First year excise duty based on the CO₂ emission and vehicle price. BEVs and some PHEVs are exempted.	- Excise duty from second year of purchase based on the CO₂ emission and vehicle price. BEVs and some PHEVs are exempted. [Company car] Income tax based on CO₂ emission and price. BEVs are exempted.	Up to 5,900 EUR for BEVs and some PHEVs
China	17%	- Acquisition tax (10%) - Excise tax based on vehicle engine displacement and price	Vehicle and vessels fee based on engine displacement and price. EVs are exempted.	Up to 7,200 EUR for EVs

Teknik sorunların üstesinden gelmek ve maliyet düşürmek amacıyla yapılan elektrikli araçların hibridizasyonlarında ortaya çıkan ek yatırımların amortisman ve geri ödeme süreleri önemli rol oynamaktadır. Ancak elbette bir yatırımın geri ödemesi, ilk maliyete bağlı olduğu kadar, geri ödeme sürecindeki değişken maliyetlere de bağlıdır. Kartuş elektrikli veya hibrit elektrikli bir araç için bu değişkenler, kullanılacak yakıt tipine bağlı yakıt fiyatları, araç bakım ve sabit giderleridir. Bu giderlerin hepsi, ülkeden ülkeye ve seneden seneye (hatta aydan aya) değişim göstermektedir. Aynı zamanda ülke politikaları doğrultusunda şekillenen teşvik mekanizmaları da ülke ve zaman bazında tamamen farklılık göstermektedir. Dolayısıyla bu değişikliklerin, farklı senaryolar ışığında incelenmesine değinmeden, kartuş elektrikli aracın getireceği farklara odaklanılacaktır. Avrupa'daki güncel maliyet durumu hakkında sadece bir fikir vermesi açısından, Almanya'da Avrupa ortalama yakıt fiyatları ve güncel lityum iyon batarya fiyatları baz alınarak fişli hibrit araçlar için yapılan fizibilite çalışmasında 5-6 senede kendi yatırımını amorti eden optimum batarya kapasitesi 4 kWh olarak belirlenmiştir. 4 – 12 kWh arası batarya kapasiteleri, 10 sene içinde amorti edebilir görünmekle birlikte ve 20 kWh üzeri kapasitelerin amortisman süresi maliyet etkin görülmemektedir [78].

Hiç şüphesiz son senelerde otomotiv firmaları arasında elektrikli araçların yaygınlaşması için en büyük girişimleri yapan firma, daha doğrusu grup, Türkiye'de de Fluence Z.E elektrikli modeli 2014 senesine kadar üreten, Renault Nissan grubudur. Renault, kullanıcılara örneğin Fransa'da elektrikli araç şarj işlemlerinin 2020'ye kadar %93'ünün gerçekleştirileceğinin düşünüldüğü evsel uygulamalarda kullanılmak üzere Schneider Electronics firmasının yaklaşık €800 maliyetli EVlink Wall box araç şarj cihazını ve €400 maliyetli EVSE -- Electric Vehicle Supply Equipment kablosunu edinmelerini tavsiye etmektedir. Geriye kalan %7 şarj işlemi ise kamuya açık alanlarda kurulmuş/kurulacak €7000 ile €55.000 maliyetli hızlı şarj cihazlarında yapılacağı öngörülmektedir. Hızlı şarj cihazlarının bu yüksek maliyeti ise, belediyeler, devlet teşvikleri, elektrik dağıtım firmaları, istasyonları kuracağı düşünülen işletme sahipleri ve kullanıcılar arasında bölünecektir. Tüm şarj altyapısının 2010 yılında araç başı maliyeti €3000 olmakla beraber, bunun 2020'de €2000'ya düşeceği belirtilmektedir [79] [80].

Hızlı şarj istasyonlarının yüksek yatırım maliyetleri karşısında doğalgaz veya CNG kullanan kartuş elektrikli aracın alıyapı yatırım ihtiyacını büyük ölçüde düşürmesi ve fakat halen hızlı şarj faydalarının sağlanması, bu çalışmanın en önemli özelliğidir. Böylece elektrikli araçların bugün yollara çıkması sağlanabilecektir. Doğalgazın doğrudan araçlarda şehir şebekesi basıncında, ek bir basınçlandırma yapılmadan kullanılabilme olanağı, aynı zamanda CNG kullanımında gözle görünmeyen fakat CNG maliyetinin içine katılmış olan basınçlandırma maliyeti ve enerji kaybının da önüne geçilmesini sağlayacaktır. CNG basınçlandırma prosesi, daha önce de bahsedildiği gibi, tamamıyla elektrik ile çalışan bir CNG kompresörünün, gelen doğalgaz basıncını, istenilen ara depo basıncına (200 bar'da CNG tankına hızlı bir şekilde CNG basılabilecek, %10-20 daha yüksek bir basınç) çıkarması işlemidir. İşlemin doğal girdisi boru hatlarından gelen, düşük basınçlı doğalgaz ve elektrik enerjisidir. Prosesin çıktısı ise yüksek basınçlı doğalgazdır. Dolayısıyla, ne kadar düşük bir basınç farkı uygulanırsa, o kadar az enerji tüketilecektir. Elektrik tüketimi açısından bakıldığında CNG üretiminin verimi %96 ile %99 arasında olmaktadır [81] [82]. Ancak elektrik kullanıldığı için birincil enerji kaynağı açısından verimin %93 seviyelerinde olduğu görülmektedir [83]. Literatürde kullanılan kompresör ve sistemlere göre değişim görülmekle birlikte basınçlandırılan doğalgazın yaklaşık 8250 kcal/kg olan enerji kapasitesinin %2-%5 oranında (400 -1000 Btu/lb veya 222 – 555 kcal/kg) basınçlandırmaya harcadığı görülmektedir. CNG yakıtlı araçlardan veya CNG hibrit araçlardan farklı olarak, kartuş elektrikli araçlar için doğalgazın, boru hatlarından doğrudan kullanılırken daha fazla basınçlandırılması veya araç üzerinde durmayan kartuşlarda CNG tanklarına göre daha az basınçlandırılması sayesinde, normalde kayıp olan enerjiden de faydalanılması sağlanabilmektedir. Örneğin Phill markasıyla pazarlanmakta olan evsel CNG dolum ekipmanı 1.2sm³/h doğalgazı 0.85 kW /h elektrik enerjisi tüketerek sıkıştırmaktadır. Ortalama bir araca 80-100 km için yeterli CNG miktarını basınçlandırmak için harcanan 3.4 kWh enerji, elektrikli bir aracın 0.13kWh/km elektrik tüketimi ile 25km yol katetmesine yeterli olmaktadır [84].

Ayrıca yapılan analizlere göre, 32km'den fazla elektrikli menzile sahip fişli hibrit araçlar ile %45'den fazla yakıt tasarrufu sağlanması mümkün olmaktadır ve CNG, benzin ve dizel yakıta karşılık emisyonların düşürülmesi noktasında büyük avantajlara sahiptir.

Ancak araç içindeki benzin / dizel yakıt sisteminden ortalama 4-5 kat pahalı olmaları, bahsedilen diğer teknik sorunlarla birleşince, CNG hibrit elektrikli araçların ortaya çıkmaları zorlaşmaktadır [85]. Doğal olarak kartuş elektrikli araç çözümü, doğalgazın tüm faydalarından yararlanılmasını sağlarken, aynı zamanda yüksek maliyetli yakıt sisteminin dezavantajlarından kurtulmayı da sağlamaktadır [86].

Şirketlerin gizlilik anlaşmaları dolayısıyla kısıtlı bilginin açıklanabildiği araç maliyetleri konusunda sadece oransal olarak da olsa değinmek ve kartuş elektrikli aracın konvansiyonel, düz elektrikli ve hibrit elektrikli araçlarla karşılaştırmasının yapılması, bu yeni konseptin araç maliyetlerine etkisinin anlaşılması açısından faydalı olacaktır.

Şimdi konvansiyonel, benzinli baz aracımıza göre oransal olarak maliyet düşüş ve artışlarını göstermeye çalışalım. Ancak bu karşılaştırmayı yaparken en önemli parametre olan batarya miktarı, dolayısıyla fiyatı konusunda, düz elektrikli araçların menzillerinin ortalama asgari 120-150 km olduğu ve hibrit elektrikli araçların elektrikli menzillerinin ise 50 km olduğu ön kabulü yapılmıştır. Bu kabul, temelde mevcut araçların özelliklerinden ileri gelmektedir.

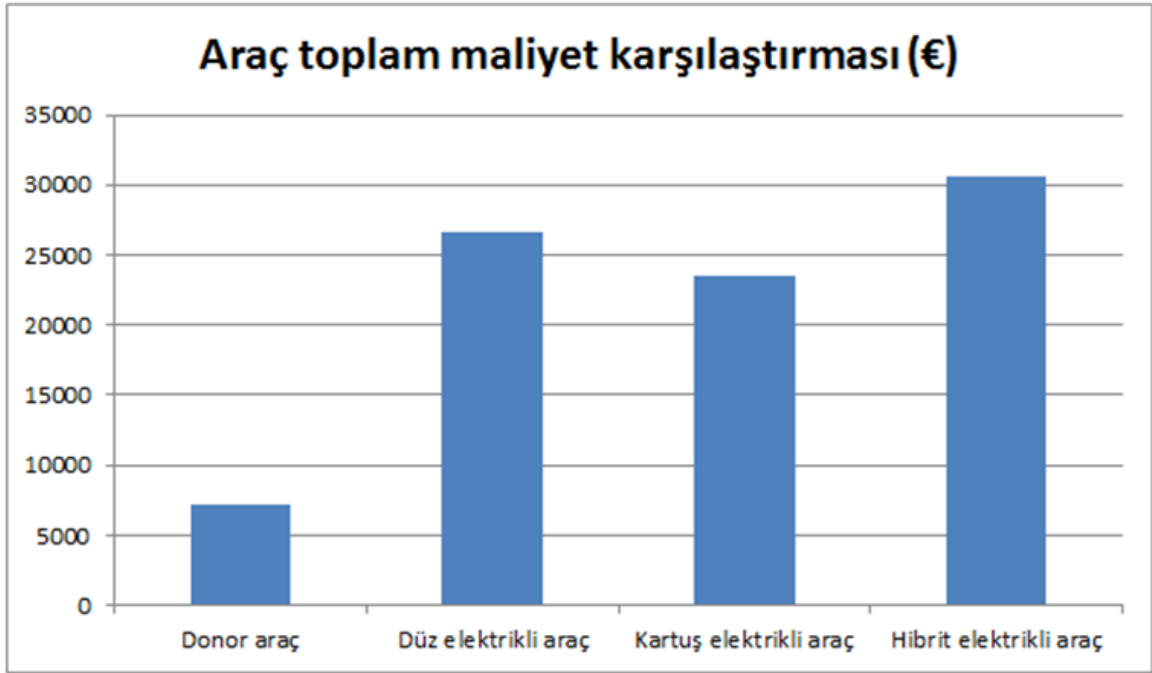
Elektrikli araç bileşenlerinin maliyetleri, maalesef seri üretim fiyatlarla değil, prototip veya özel üretim fiyatları ile alınabilmekte olduğu için seri üretim fiyatları üzerinden hesaplama yapılabilen konvansiyonel araç bileşenleri ile çok uyumlu olmamaktadır. Bununla beraber, üretilmesi planlanan prototip araç için gerçekçi değerler oluşmaktadır ve firmalardan alınan gerçek tekliflere dayanmaktadır.

Aşağıdaki tablolarda tam maliyetleri belirtememekle birlikte seri üretimde olan araç ve motor-güç aksamı parçaları maliyetlerinin, çoğu özel üretim veya prototip olan farklı tip elektrikli araç parça maliyetleri ile karşılaştırmaları görülmektedir.

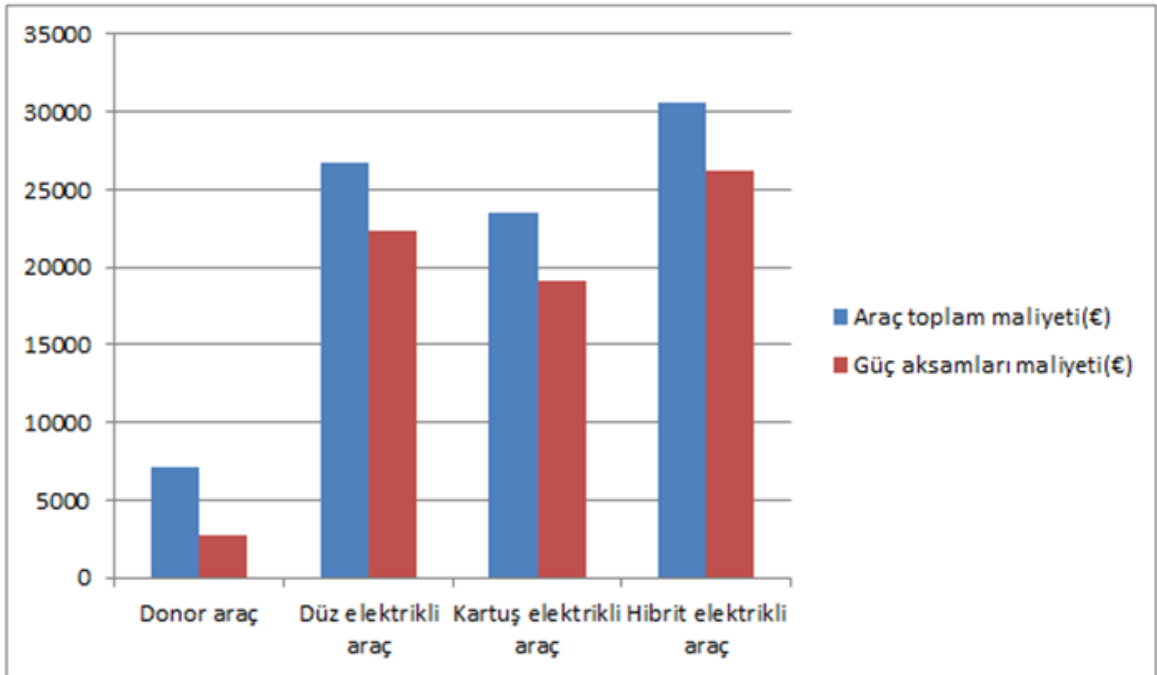
Karşılaştırma yapılırken donör araç olarak seri üretimde olan bir benzinli araç parça maliyetleri dikkate alınmıştır. Aynı içten yanmalı motor, kartuş elektrikli araçta ve hibrit elektrikli araçta kullanılmak suretiyle versiyonlar arası farklar asgariye indirilmiştir. Aynı ortak paydalarda karşılaştırma yapabilmek için araç şasi ve gövde olarak tüm versiyonlarda ortak maliyet dikkate alınmıştır. Dolayısıyla araçlar arasında sadece güç aksamlarında fark vardır.

Ayrıca fiyat farklarının en büyük sebebi olan batarya miktarları, düz elektrikli araçta, güncel ortalama olan 20kWh olarak belirlenirken, kartuş elektrikli araç ve hibrit elektrikli araçta bu değerler, daha önce sebebi detaylandırıldığı üzere 8.7kWh olarak belirlenmiştir.

Çizelge 9. 3 Araç toplam maliyet karşılaştırması tablosu



Çizelge 9. 4 Araç toplam maliyet ve güç aksamaları maliyet karşılaştırması tablosu



Düz elektrikli araç maliyetlerinde dikkate alınan elektrifikasyon parçaları; elektrik motor, motor sürücüsü, dişli kutusu, şarj cihazı, DC-DC çevirici, şarj portu, vakum pompası, klima ve elektrikli ısıtıcı, batarya ve batarya yönetim sistemi, yüksek gerilim kablo ve konnektörleridir. Kartuş elektrikli araçta, ek olarak içten anmalı motor maliyeti eklenirken, batarya kapasitesi azaldığı için, maliyet düşmektedir. Hibrit elektrikli araçta ise jeneratör, inverter ve marş motoru maliyetleri kartuş elektrikli araç maliyetine eklenmektedir.

Tablolarda da görülebildiği gibi, elektrikli araçların benzinli bir donör araca göre çok daha yüksek maliyetli oldukları görünmektedir. Bunun temel sebebi, bilindiği gibi, yüksek batarya maliyetleridir. Elbette bir diğer sebep de, elektrikli araçların parçalarının halen seri üretim adetlerinden çok uzak olmalarıdır. Üretim adetlerindeki bu eşitsizlik, maliyetlerde de aynı oranda eşitsizliğe yol açmakta ve elektrikli araçların üretim maliyetlerini arttırmaktadır.

Kartuş elektrikli araç ile hibrit elektrikli araç arasındaki en belirgin fiyat farkı, kartuş elektrikli aracın, hibrit elektrikli aracın aksine jeneratör, inverter ve içten yanmalı motor için ek marş motoruna ihtiyaç duymamasıdır. Karşılaştırma yapılırken maalesef hibrit elektrikli araç için gerekli olan kontrol ekipmanlarının yazılım maliyetleri firmalar tarafından paylaşılmadığı için eklenememiştir ancak yazılım kompleksitesi açısından hibrit aracın, kartuş elektrikli araçtan çok daha karmaşık isterleri olduğu, maliyetlerinin de aynı oranda yüksek olmasını gerektireceği açıktır.

Sonuç olarak, maliyet karşılaştırması yapıldığında, seri üretimdeki benzinli araçtan sonra en düşük parça maliyetli araç, kartuş elektrikli araç olduğu görülmektedir. Doğrudan müşteri gözü ile bakıldığında ise, vergiler dahil ilk satın alma maliyetinin önemli olduğu aşikardır. Dolayısıyla, üzerinde ikincil bir enerji kaynağı, yani yakıt taşımadığı için konsept olarak düz elektrikli araç kategorisine giren, kartuş elektrikli araç, dünyanın her yerinde hibrit elektrikli araçtan fazla teşvik görecektir ve vergi indirimine tabi olacaktır. Bu sebeple, hem parça maliyetleri olarak, hem de vergi indirimlerinde yakalanacak avantajlardan dolayı, hibrit araçlara ve düz elektrikli araçlara göre belirgin avantajlar sunacaktır.

SİMÜLASYON ÇALIŞMASI VE SONUÇLAR

Kartuş elektrikli araç modelinin konsept ispatı amacıyla karşılaştırmalı simülasyon çalışması da yapılmıştır. Bu sayede aynı aracın konvansiyonel Otto motorlu, düz elektrikli, aynı Otto motoru jeneratör amaçlı kullanan kartuş elektrikli ve gene aynı motoru jeneratör olarak kullanan CNG seri hibrit versiyonları birbirleri ile NEDC ve İstanbul şehir içi sürüş çevriminde yakıt / enerji tüketimi açısından karşılaştırılmışlardır.

Karşılaştırmalı simülasyon çalışmasında öncelikle ülkemizde satılan ve özellikleri bilinen herhangi bir Otto motorlu araç seçilmiş ve bu araç temel kabul edilmiştir. Bu konseptin her türlü araca marka ve modele bağımlı kalmadan uygulanması mümkün olduğu için, aracın marka ve modelinden bahsedilmesi gerekmemektedir. Aynı şekilde, jeneratör olarak kullanılacak içten yanmalı motor da, istenen güç aralığında çalışabilecek herhangi bir motor olabilecek ve kartuş elektrikli araç konseptinde benzer oranlarda tasarruf sağlanacaktır.

Simülasyon çalışması kapsamında incelenen bir diğer önemli değişken ise özgün İstanbul şehir içi sürüş çevriminin uygulanması olmuştur. İstanbul şartlarının NEDC sürüş çevriminden çok daha farklı ve dinamik olmasından dolayı özgün İstanbul sürüş çevriminin, aracın NEDC performansından ne kadar fark yaratacağı incelenmiştir. Bu fark, hem Otto motorun tahrik ettiği, hem de elektrik motorunun tahrik ettiği versiyonlar için gerçekleştirilmiştir.

Simulasyon girdilerindeki en büyük fark olan araç ağırlığındaki değişimleri bulmak için öncelikle elektrikli araçlarda ağırlığa çok büyük etkisi olan batarya sisteminin

boyutlandırılması yapılmıştır. Gerçek filo kullanım tecrübelerini incelediğimizde dünyanın farklı bölgeleri için farklılıklar olabilmekle beraber, 40-70km elektrikli menzil, şehiriçi ulaşım aracı için en maliyet etkin ve ideal çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak tamamen toplum içinde genel kabul sağlamak ve kolay pazarlanması için menzilin 100km psikolojik sınırında tutulması düşünülebilir. Dolayısıyla elektrikli aracın maliyet ve ağırlığını mümkün olan en fazla oranda düşürmek için 40-50 km elektrik menzile sahip olacak şekilde seçmek ve daha fazla günlük menzile ihtiyaç duyulursa da bunun hızlı şarj ile çok kısa sürede karşılanmasını sağlamak bu tez özelinde izlenecek yol olmakla birlikte, toplumun genelinin ilk kabulünü kolaylaştıracak araç üretimlerinde 100km elektrikli menzile bağlı kalınması mantıklı olacaktır. Tasarım kriteri olarak 50km elektrikli menzile göre belirlenen batarya miktarı, 96 kg olarak bulunmaktadır. $(0.14 \text{ kWh/km} * 50 \text{ km} / 0.09 \text{ kWh/kg (toplam batarya sistem ağırlığı)})$. Seçilen batarya tipi olan Lityum titanat, Alairnano ve Toshiba firmalarının hızlı şarj olan elektrikli araçlar için ürettiği ve Mitsubishi firmasının i-MiEV ve MINICAB-MiEV araçlarında kullanacağını duyurduğu batarya tipidir.

Kartuş elektrikli araç konseptinin en büyük faydalarından birisi de, aracın içten yanmalı motoru sayesinde bataryaları şarj etmek için, aracı hareket ettiren elektrik motorunu jeneratör olarak kullanabilmesidir. Bu sayede araç üzerinde ek bir jeneratör konulması gerekmemekte, araç ağırlığı arttırılmamakta, komponent paketleme kolaylaşmakta ve tabiki araca ek maliyet getirilmemektedir. Bu faydalar, araç ister paralel hibrit, ister seri hibrit olsun, hiçbir hibrit elektrikli araçta bulunmamaktadır çünkü hibrit araçlar, yolda seyir esnasında şarj etmek üzerine programlandıkları için elektrik motoru sürekli kullanımda olmaktadır. Kartuş elektrikli araçta ise araç park esnasında hızlı şarj edildiği için, bu sırada kullanılmayan ve aracı sürmeye yarayan elektrik motoru, jeneratör modunda kullanılabilir. Bunu motor sürücüsü sayesinde, aynı regeneratif frenleme sırasında olduğu gibi kolayca yapabilmekteyiz ve bedavaya bir hızlı şarj cihazını aracın üzerinde heryere götürmüş olmaktadır. Elbette sistemin verimli çalışması için seçilecek veya üretilecek motor/jeneratör, hem traksiyon bölgelerinde yüksek verim ile çalışmalı, hem de jeneratör olarak çalışacağı noktada yüksek verime sahip olmalıdır. Bu projede motor üretmek amaçlanmadığı için piyasada bulunan motorlar arasından seçim yapılmış ve en uygun olarak aşağıda motor ve jeneratör

modunda çalışma verimleri verilen Brusa marka motor/jeneratör seçilmiştir. Seçilen elektrik motoru, motor modunda ortalama %95 verim mertebelerinde çalışırken, jeneratör modunda da, hızlı şarj cihazlarıyla aynı güçte olması açısından tasarım noktamız olan 4200 d/d ve 120 Nm (52.78 kWh) çalışma noktasında %95.77 gibi yüksek bir verimde çalışmaktadır. Bu değerler, aşağıdaki çalışma verim grafiklerinde de görülmektedir.

Kartuş elektrikli araç konseptinin bir artısı da, içten yanmalı motorun ilk hareketini veren starter motorun tamamen iptal edilebilmesi ve aracın motor/jeneratörünü, aynı zamanda starter motor olarak da kullanmak suretiyle ek ağırlık ve maliyet avantajı sağlamasıdır. Bu sayede konvansiyonel araçlarda içten yanmalı motorun verimini düşüren alernatörün zaten ihtiyaç olmaması dolayısıyla iptal edilmesine ek olarak, starter motor da iptal edilmiş olacaktır. Aracın klima kompresörü, su pompası, direksiyon hidrolik pompası ve fren hidrolik pompası da zaten elektrikli araçların tümünde olduğu gibi elektrikli çözümlerle sunulduğu için, içten yanmalı motorun elektrik üretmek amaçlı verimi yükselilebilecek ve yakıt tüketimi düşürülebilecektir. Tez kapsamında bu iyileştirmeler göz ardı edilerek, mevcut hali ile içten yanmalı motor birim yakıt tüketim değeri kullanılacaktır. Jeneratör ile aynı noktada çalıştırılması durumunda (4200 d/d – 120Nm) içten yanmalı motor 240 g/kWh benzin tüketmektedir. Ancak daha önceki bölümlerde bahsedildiği üzere, doğalgaz kullanımı sayesinde hem doğalgazın gaz fazında olması, hem de benzinden yüksek kalorifik değerlerde olması sayesinde yakıt tüketiminde %15 iyileşme olacağı kabul edilmiştir (tam yükte çalışılmamaktadır). Birim CNG tüketimi $240 \text{ g/kWh} * 0.85 = 204 \text{ g/kWh}$ olarak alınacaktır.

Çizelge 10. 1 Motor verim grafiği

MOTOR MODU			400 V														HSM1-6.17.12		
DEVİR (d/d)	TORK (NM)																		
	10	20	30	40	50	60	70	80	100	120	140	160	180	200	220				
	100	84,14	80,37	77,43	74,28	71,57	68,94	66,41	64,28	60,33	57,14	53,75	50,88	48,26	45,82	43,98			
	200	89,03	87,64	86,16	84,30	82,67	80,83	79,36	77,74	75,84	72,07	69,52	66,94	64,64	62,50	60,38			
	300	91,25	90,19	89,57	88,19	87,49	85,89	84,66	83,54	81,43	79,56	77,25	75,41	73,26	71,44	69,62			
	400	92,02	91,79	91,52	90,51	89,53	88,55	87,65	86,70	84,94	83,23	81,50	79,72	78,06	76,49	74,86			
	500	94,82	94,19	92,94	92,25	91,37	90,55	90,04	89,02	87,43	86,00	84,65	83,06	81,60	80,21	78,69			
	1000	94,24	95,65	95,23	94,90	94,56	94,18	93,88	93,48	92,57	91,92	91,02	90,19	89,28	88,40	87,60			
	2000	91,09	94,93	94,93	95,29	95,29	95,26	95,26	95,14	94,82	94,68	94,14	93,76	93,30	92,85	92,37			
	3000	91,32	93,96	95,00	95,26	95,61	95,63	95,76	95,69	95,62	95,44	95,23	94,90	94,66	94,27	93,97			
	3400	91,37	94,09	94,85	95,31	95,64	95,77	95,95	95,93	95,89	95,70	95,51	95,29	95,01	94,77	94,42			
	3600	91,02	93,81	94,55	95,23	95,40	95,69	95,81	95,88	95,87	95,76	95,57	95,31	95,07	94,79	94,52			
	3800	90,72	93,90	94,60	95,23	95,50	95,74	95,82	95,86	95,94	95,80	95,64	95,41	95,17	94,95	94,69			
	4000	90,82	93,69	94,70	95,11	95,50	95,68	95,93	95,92	95,84	95,90	95,81	95,45	95,25	95,08	94,70			
	4200	94,05	95,04	95,36	95,70	95,91	96,08	96,10	96,06	95,95	95,81	95,63	95,40	94,74	NaN	NaN			
	4400	91,85	94,17	94,81	95,37	95,67	95,88	96,17	96,00	96,05	95,98	95,89	95,69	95,31	NaN	NaN			
	4600	92,88	93,89	95,11	95,47	95,76	95,76	95,96	96,06	96,05	96,10	95,84	95,54	95,03	NaN	NaN			
	4800	91,08	94,24	94,82	95,31	95,79	95,92	96,07	96,09	96,16	95,99	95,69	95,22	94,56	NaN	NaN			
	5000	91,94	93,75	94,70	95,32	95,66	95,99	96,04	96,11	96,15	96,00	95,51	95,16	NaN	NaN	NaN			
5200	91,21	93,61	94,65	95,26	95,82	95,88	96,11	96,06	96,09	95,82	95,43	94,78	NaN	NaN	NaN				
6000	89,76	92,98	94,40	95,14	95,49	95,66	95,75	95,67	95,21	95,01	94,06	NaN	NaN	NaN	NaN				
7000	89,03	93,19	94,78	95,07	95,18	95,26	95,28	94,99	94,44	93,02	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN				
8000	88,69	92,58	93,97	94,33	94,47	94,46	94,23	93,86	92,47	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN				
9000	88,14	91,83	93,07	93,18	93,64	93,43	92,97	92,42	91,48	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN				
10000	87,37	90,92	92,24	92,88	92,83	92,22	91,50	90,88	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN				
11000	84,53	89,20	91,19	91,49	91,73	87,77	90,11	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN				
12000	84,56	89,01	90,44	90,63	90,53	89,42	88,80	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN				

Çizelge 10. 2 Jeneratör verim grafiği

GENERATÖR MODU				400 V												HSM1-6.17.12			
DEVİR (d/d)	TORK (NM)																		
	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-100	-120	-140	-160	-180	-200	-220				
	100	80,65	75,34	70,07	64,47	58,79	53,41	47,78	42,27	41,36	40,44	39,52	38,61	37,69	36,78	35,86			
	200	87,55	86,18	83,82	81,12	78,81	76,06	73,31	70,55	65,43	60,28	54,99	49,34	43,68	38,40	36,63			
	300	88,87	89,38	88,42	87,06	85,29	83,81	82,21	80,51	77,31	73,93	70,54	66,91	63,33	60,24	55,18			
	400	89,18	91,08	89,98	89,06	88,08	86,89	85,86	84,69	82,30	79,95	77,44	74,73	71,94	69,53	66,65			
	500	93,95	93,19	92,57	91,68	90,66	89,70	88,79	87,77	85,85	83,84	81,89	79,67	77,43	75,27	73,04			
	1000	95,63	95,09	94,77	94,41	94,17	93,71	93,42	92,92	92,06	91,13	90,07	89,10	87,99	86,90	85,83			
	2000	91,68	94,05	94,46	94,96	95,06	95,01	95,05	94,88	94,62	94,28	93,83	93,26	92,80	92,27	91,68			
	3000	89,95	93,29	94,95	95,02	95,27	95,33	95,48	95,43	95,37	95,23	94,97	94,68	94,35	94,00	93,57			
	3400	90,28	93,53	94,25	94,90	95,43	95,50	95,62	95,61	95,61	95,43	95,19	94,96	94,61	94,42	94,04			
	3600	89,69	93,08	94,30	94,95	95,28	95,41	95,59	95,54	95,63	95,49	95,32	95,02	94,78	94,49	94,18			
	3800	89,83	93,41	94,38	94,98	95,26	95,51	95,66	95,71	95,72	95,60	95,47	95,27	94,97	94,72	94,39			
	4000	89,90	93,42	94,13	94,76	95,27	95,48	95,61	95,69	95,69	95,63	95,50	95,25	95,03	94,76	94,53			
	4200	89,82	93,44	94,61	95,14	95,37	95,50	95,72	95,78	95,81	95,77	95,58	95,34	95,21	94,97	94,69			
	4400	90,86	93,44	94,54	95,21	95,53	95,67	95,82	95,89	95,78	95,69	95,45	95,24	94,93	94,66	94,40			
	4600	90,64	93,41	94,45	95,25	95,47	95,63	95,73	95,85	95,96	95,84	95,67	95,57	95,40	95,14	94,85			
4800	90,29	93,45	94,39	95,13	95,45	95,62	95,87	95,89	96,05	95,88	95,74	95,61	95,38	95,16	NaN				
5000	90,15	93,39	94,37	95,09	95,43	95,64	95,68	95,83	96,03	95,94	95,85	95,62	95,39	95,04	NaN				
5200	89,16	93,25	94,51	94,97	95,42	95,72	95,74	95,96	96,13	96,08	95,74	95,62	95,28	NaN	NaN				
6000	89,00	92,85	94,21	94,70	95,32	95,54	95,73	95,77	95,72	95,53	95,23	94,71	NaN	NaN	NaN				
7000	89,15	92,52	94,14	94,93	95,10	95,34	95,41	95,31	95,16	94,64	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN				
8000	89,19	92,69	93,99	94,51	94,94	94,82	94,78	94,63	94,28	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN				
9000	86,96	91,64	93,24	93,56	94,16	93,95	93,80	93,37	92,22	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN				
10000	86,60	91,46	92,50	92,95	93,17	93,15	92,72	92,10	90,29	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN				
11000	85,75	90,88	91,34	92,08	91,88	91,96	91,52	90,30	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN				
12000	81,48	85,79	85,69	91,61	90,97	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN				

Araç ağırlıklarının belirlenmesi;

Donor olarak alınan B sınıfı ve benzin motorlu aracın ağırlığı 1326 kg dır. Bu aracın düz elektrikli araca dönüştürülmesi için araçtan çıkartılan ve araca eklenen ağırlıklar hesaplandığında düz elektrikli araç ağırlığı 1284 kg olmaktadır. Düz elektrikli aracın aynı batarya kapasitesi korunarak kartuş elektrikli araca dönüşümü sırasında eklenen Otto motoru ağırlığı ile birlikte ağırlık 1381 kg olmaktadır. Kartuş elektrikli aracın, CNG hibrit araca dönüşümü sırasında eklenen yakıt sistemleri ağırlığı ile birlikte ağırlık 1588 kg olmaktadır.

Simulasyon çalışmalarında tüm araçların içinde 75 kg ağırlığında sürücü ile test koşulmuştur. Dolayısı ile simulasyon ağırlığına sürücü ağırlığı da dahil edilmiştir.

Araç simülasyon ağırlıkları özeti;

- Benzin motorlu donor araç = $1326 + 75 = 1401$ kg
- Düz elektrikli araç= $1284 + 75 = 1359$ kg
- Kartuş elektrikli araç = $1381 + 75 = 1456$ kg
- CNG yakıtlı hibrit elektrikli araç = $1588 + 75 = 1663$ kg

Simulasyonda öncelikle benzin yakıtlı donor araç, NEDC ve İstanbul şehir içi çevrimlerinde koşturulmuştur. Bu sayede aynı Otto motoru, kartuş elektrikli aracı şarj etmek amacıyla jeneratör olarak kullanırken bulacağımız yakıt tüketimleri ile karşılaştırma fırsatımız olacaktır. Son olarak da doğalgaz, benzin yerine kullanılmış gibi literatürdeki bilgiler ışığında yapılan kabuller doğrultusunda dönüşüm yapılacaktır.

Benzinli araç versiyonu için yapılan simulasyon çalışmasında NEDC çevriminde 5.1 l/100 km yakıt (benzin) tüketimi değerine ulaşılmıştır. Aynı aracın İstanbul şehiriçi çevriminde 6,4 l/100 km yakıt tüketimine ulaştığı görülmektedir. Bu değer bize yakıt tüketiminde %25 artışı işaret etmektedir. Daha önce de bahsedildiği gibi İstanbul ile karşılaştırabileceğimiz, örneğin New York'da şehir içi gerçek kullanımda, NEDC ideal çevrimine göre ortalama %20-40 daha fazla enerji harcandığı bilinmektedir. [54]

Simulasyon, bir ana sanayi otomotiv firmasının paket programı kullanılarak yapılmış olmakla birlikte, kendi yazdığım ve ekler bölümünde tam dökümü bulunan MATLAB

programı ile de çok yakın sonuçlar vermektedir. Özellikle NEDC çevriminin şehir içi bölümünü ifade eden ECE15 (arka arkaya 4 defa koşulur), paket program ile aynı değer olan 6.2 l/100km ortalama yakıt tüketimine ulaşmaktadır. Hızın 120 km/h mertebesine kadar arttığı EUDC kısmında ise farklar çıkmaktadır. Bunun en temel nedeni, benim simülasyon içine ancak göz kararı ile birim yakıt tüketim (BSFC-brake specific fuel consumption) değerlerini girebiliyor olmam ve artan hız profilinin hata oranını arttırmasıdır. Ortalama NEDC değerleri göz önüne alındığında 5.5l/100km, yani sadece 0.4l/100km (%7) ortalama yakıt tüketim farkı çıkmaktadır.

ECE15 ÖZET:

TOPLAM YAKIT TÜKETİMİ (l)= 0.06148643
ORTALAMA HIZ (km/h)= 18.6
YOL (km)= 0.999
YAKIT TÜKETİMİ (l/100km)= 6.2

EUDC ÖZET:

TOPLAM YAKIT TÜKETİMİ (l)= 0.36013601
ORTALAMA HIZ (km/h)= 61.7
YOL (km)= 6.843
YAKIT TÜKETİMİ (l/100km)= 5.3

Çizelge 10. 3 Yakıt tüketim simülasyonu özet tablosu

Yakıt tüketim simülasyonu özet tablosu	
NEDC Çevrimi	
Yakıt ekonomisi,(km/l)	19.61
Yakıt tüketimi,(l /100km)	5.10
İstanbul Çevrimi	
Yakıt ekonomisi,(km/l)	15.62
Yakıt tüketimi,(l /100km)	6.4

Alınay firmasının geliştirdiği "EV Solutions 2.3" programı ile yapılan elektrikli araç simülasyonunda, düz elektrikli, kartuş elektrikli ve CNG hibrit elektrikli araçların karşılaştırılması sağlanmıştır. Araçların ağırlıkları farklı oldukları için farklı elektrik tüketim ve menzillere sahip oldukları görülmüştür. Bu programın doğruluğu, tez kapsamında olmayan fakat aynı donör araç üzerine, aynı elektrik motoru ve batarya paketini kullanarak tasarlanan bir şirket içi elektrikli araç projemizde kanıtlanmıştır. Üretilen araç üzerinde, Tübitak MAM şasi dinamometresinde enerji tüketim ve toplam elektrikli menzil testleri gerçekleştirilmiş ve programın birçok değişkene rağmen çok yüksek hassasiyette (%3 hata payı) çalıştığı kanıtlanmıştır.

1. Simülasyon bilgileri

Çizelge 10. 4 Simülasyona giren araçlar

Properties / Car(s)	B type-BEV	B type- Cartridge EV	B type- CNG Hybrid
Battery	8.7kWh (96kg)	8.7kWh (96kg)	8.7kWh (96kg)
Total Weight (kg)	1359	1456	1663

Çizelge 10. 5 Güç aktarma - Şanzuman

Gear ratio	8	8	8
Efficiency	0.95	0.95	0.95
Max Speed (RPM)	11000	11000	11000
Max Power (kW)	96	96	96
Max Torque (Nm)	220	220	220
Cont. Torque (Nm)	150	150	150

Çizelge 10. 6 Batarya

Battery	8.7kWh (96kg)	8.7kWh (96kg)	8.7kWh (96kg)
Energy (kWh)	8.64	8.64	8.64
Potential (V)	360	360	360
Capacity (Ah)	24	24	24

Çizelge 10. 6 Lastikler

Dimensions	195x65xR15	195x65xR15	195x65xR15
Rolling Coef.	0.0076	0.0076	0.0076
Diameter (m)	0.31725	0.31725	0.31725

2. Simülasyon sonuçları

Çizelge 10. 7 Sonuçlar

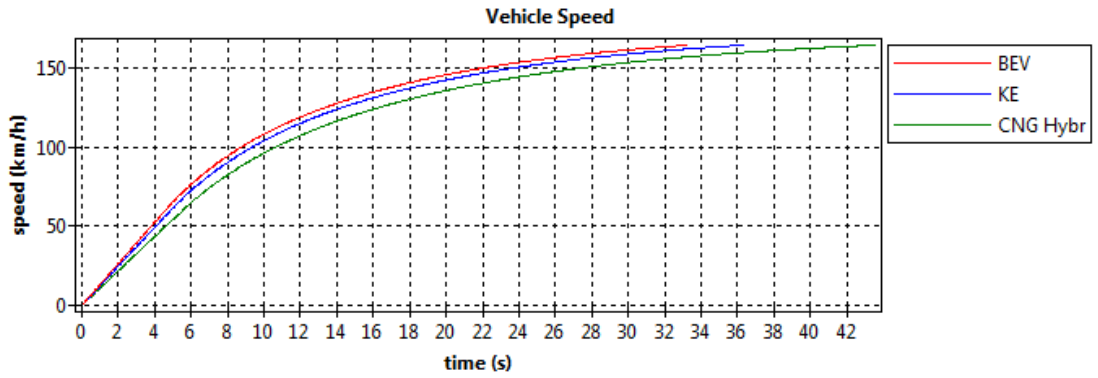
Results \ Car(s)	BEV	Cartridge EV	CNG Hybrid
Name	B Sınıf araç	B Sınıf araç	B Sınıf araç
Total Weight (kg)	1359	1456	1663
Max.Range (km)	73.91	71.68	67.35
Max.Range Speed (km/h)	41.52	40.77	40.84
Power Consump.(kWh/100km)	9.35	9.64	10.26
Range @50km/h (km)	71.88	69.67	65.37
Cons. @50km/h (kWh/100km)	9.62	9.92	10.57
Range @90km/h (km)	46.03	44.76	42.27
Cons. @90km/h (kWh/100km)	15.02	15.44	16.35
Max.Speed (km/h)	164.42	164.45	164.43
Range @Max.Speed(km)	17.17	16.78	16.02
Cons. @Max.Speed (kWh/100km)	40.25	41.18	43.15
Max.Gradeability (%)	44.16	40.77	35.14
0-100km/h Acc.Time	8.76	9.35	10.63
0-50km/h Acc.Time	3.80	4.05	4.60
80-120km/h Acc.Time	5.87	6.29	7.20
0-100m Travel Time	7.46	7.69	8.17
0-400m Travel Time	16.65	17.07	17.93

Yapılan elektrikli araç simülasyonunda, düz elektrikli, kartuş elektrikli ve CNG hibrit elektrikli araçların karşılaştırılmasında araç ağırlıkları farklı oldukları için farklı elektrik tüketim ve menzillere sahip oldukları görülmüştür. Optimum çalışma noktalarına göre simülasyon sonuçlarında düz elektrikli aracın 41.52 km/h sabit hız ile azami elektrikli menzili 73.91 km olmaktadır. Yaklaşık aynı hızda, kartuş elektrikli araç için azami elektrikli menzil, %3 düşüş ile 71.68 km, CNG hibrid araç için ise %8.9 düşüş ile 67.35 km olmaktadır.

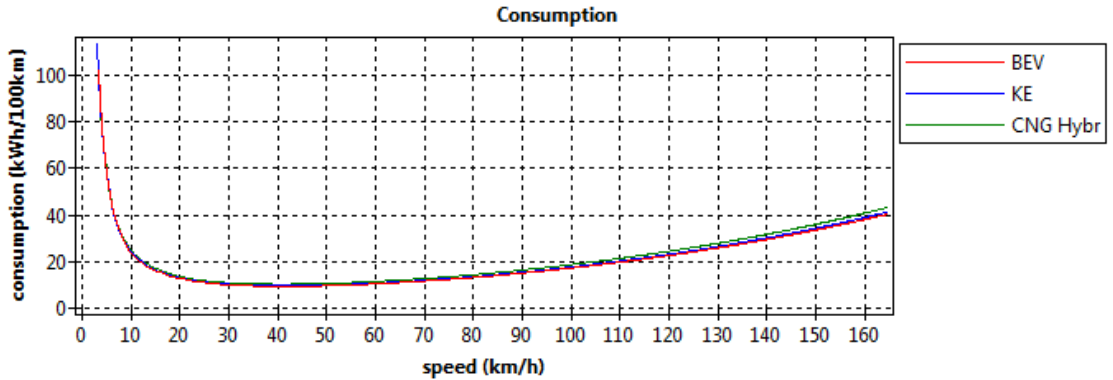
Şehir içi izin verilen en yüksek hız olan 90 km/h sabit hız altında düz elektrikli araç için azami elektrikli menzil 46.03 km, kartuş elektrikli araç için azami elektrikli menzil, %2.7 düşüş ile 44.76 km, CNG hibrid araç için ise %8.2 düşüş ile 42.27 km olmaktadır.

Simülasyonun koşulmasında her 3 araç için de sorun görülmemiştir ve araçlar belirtilen hız-zaman grafiğine uyabilmişlerdir.

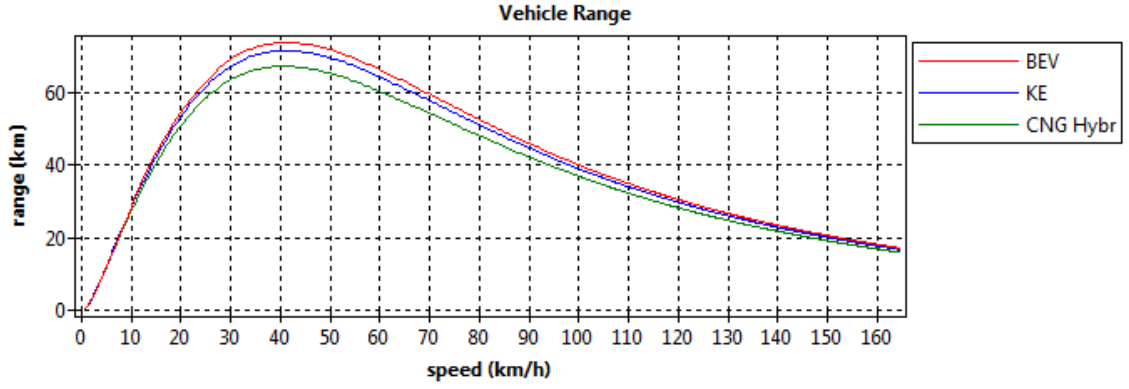
Performans grafikleri aşağıdaki şekildedir;



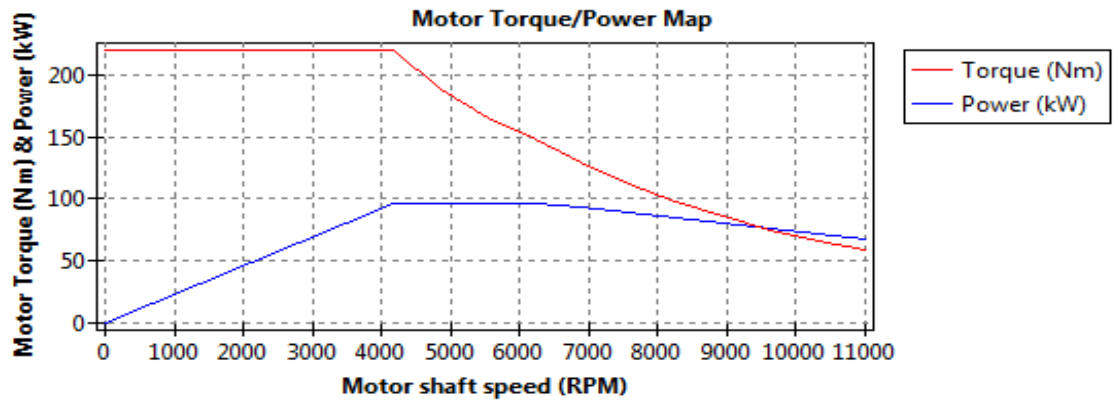
Şekil 10. 1 Araç hızı



Şekil 10. 2 Enerji tüketimi



Şekil 10. 3 Araç menzili



Şekil 10. 4 Brusa Motor Tork / Güç grafiği

Simülasyon Raporu (NEDC)

1. Simülasyon bilgileri

Çizelge 10. 8 Simülasyona giren araçlar

Properties / Car(s)	BEV	Cartridge EV	CNG Hybrid
Donor	B Sınıf araç	B Sınıf araç	B Sınıf araç
Battery	8.7kWh (96kg)	8.7kWh (96kg)	8.7kWh (96kg)
Tire	[8] Bridgestone	[8] Bridgestone	[8] Bridgestone
Total Weight (kg)	1359	1456	1663
Drivecycle	NEDC	NEDC	NEDC

Çizelge 10. 9 Güç aktarma - Şanzuman

M/G Pair	+	+	+
Gear ratio	8	8	8
Efficiency	0.95	0.95	0.95
Motor Name	Brusa	Brusa	Brusa
Max Speed (rpm)	11000	11000	11000
Max Power (kW)	96	96	96
Max Torque (Nm)	220	220	220
Cont. Torque (Nm)	150	150	150

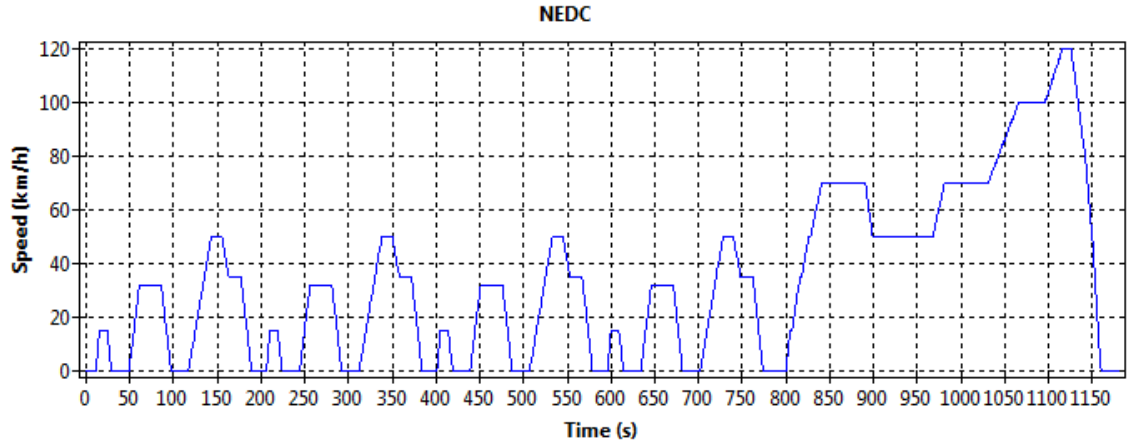
Çizelge 10. 10 Batarya

Battery	8.7kWh (96kg)	8.7kWh (96kg)	8.7kWh (96kg)
Energy (kWh)	8.64	8.64	8.64
Potential (V)	360	360	360
Capacity (Ah)	24	24	24
Depth of Charge (%)	80	80	80
Weight (kg)	96	96	96

Çizelge 10. 11 Lastikler

Producer	Bridgestone	Bridgestone	Bridgestone
Model	INSIGNIA SE 200	INSIGNIA SE 200	INSIGNIA SE 200
Dimensions	195x65xR15	195x65xR15	195x65xR15
Load Index / Speed Rate	89 S	89 S	89 S
Rolling Coef.	0.0076	0.0076	0.0076
Diameter (m)	0.31725	0.31725	0.31725

Ortalama hızın 33.63 km/h ve azami hızın 120 km/h olduğu NEDC (New European Driving Cycle) sürüş çevrimi aşağıda görünmektedir;



Şekil 10. 5 NEDC

2. Simülasyon sonuçları

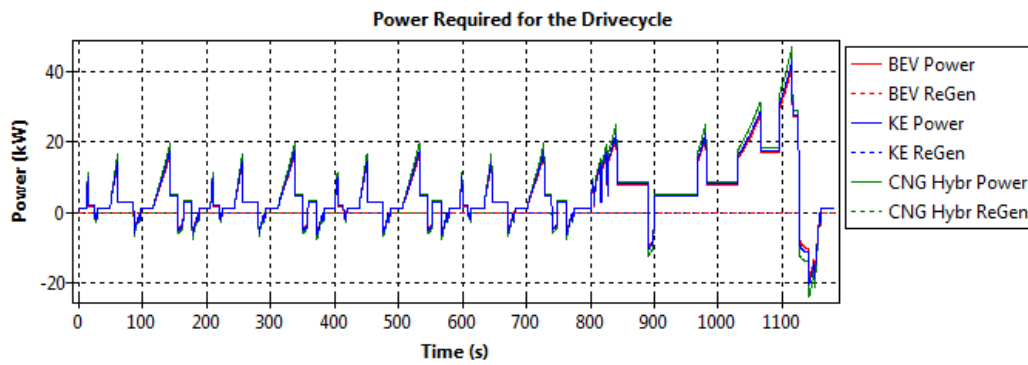
Çizelge 10. 12 Sonuçlar

Properties / Car(s)	BEV	Cartridge EV	CNG Hybrid
Range (km)	41.98	40.30	37.12
Range with ReGen (km)	47.81	46.23	43.24
Consumption per Cycle (kWh)	1.814661	1.890593	2.052634
Saved Energy with ReGen per Cycle (kWh)	0.221324	0.242683	0.290749
ReGen rate (%)	12.20	12.84	14.16
Consumption rate (kWh/100km)	16.46	17.15	18.62
Cons.rate with ReGen (kWh/100km)	14.46	14.95	15.99
Avrg.Power with ReGen (kW)	4.86	5.03	5.38
Avrg.Power without ReGen (kW)	5.54	5.77	6.26
Drivecycle Duration (s)	1180.00	1180.00	1180.00
Drivecycle Distance (m)	11022.11	11022.11	11022.11
Avarage Speed (km/h)	33.63	33.63	33.63
Maximum Speed (km/h)	120.00	120.00	120.00

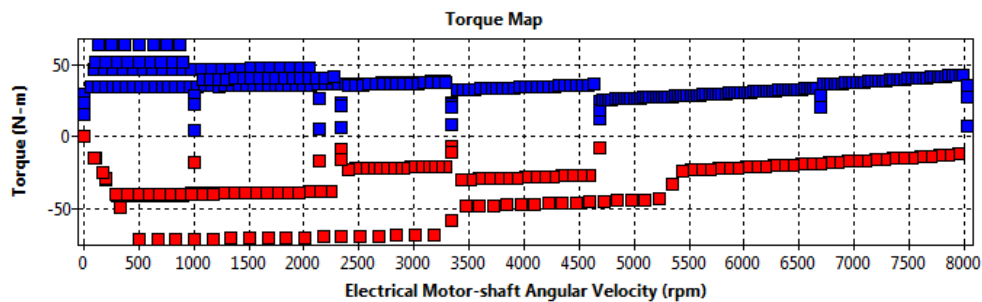
NEDC sürüş çevrimine göre simülasyon sonuçlarında düz elektrikli aracın azami elektrikli menzili rejeneratif frenlemeden faydalanılmadan 41.98 km, azami ölçüde faydalanılarak (tüm frenleme enerjisinin geri kazanıldığı kabul edilmiştir) ise 47.81 km olmaktadır. Kartuş elektrikli araç için rejeneratif frenlemeden faydalanılmadan azami elektrikli menzil 40.3 km, azami ölçüde faydalanılarak 46.23 km olmaktadır. CNG hibrid araç için ise rejeneratif frenlemeden faydalanılmadan azami elektrikli menzil 37.12 km, azami ölçüde faydalanılarak 43.24 km olmaktadır. Görüldüğü gibi rejeneratif frenlemeden azami faydalanıldığı durumda elektrikli menzil, sadece araç ağırlığındaki değişime bağlı olarak düz elektrikli araçtan kartuş elektrikli araca geçerken %3.3, CNG hibrid araca geçerken ise %9.6 düşmektedir. Araç ağırlığındaki artış oranları, düz elektrikli araçtan kartuş elektrikli araca geçerken %7, CNG hibrid araca geçerken ise %22 olmaktadır. Dolayısıyla toplam araç simülasyon ağırlığındaki artış menzilde %44-47 arasında düşüşe yol açmaktadır.

Simülasyonun koşulmasında her 3 araç için de sorun görülmemiştir ve araçlar belirtilen hız-zaman grafiğine uyabilmişlerdir.

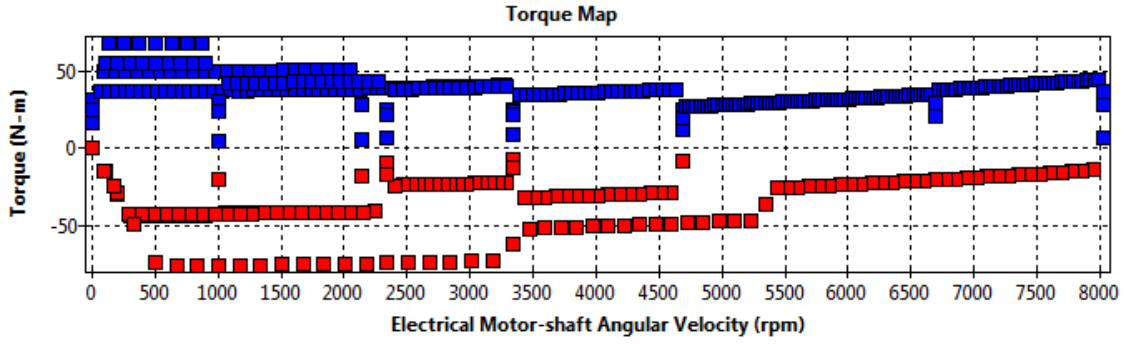
Performans grafikleri aşağıdaki şekildedir;



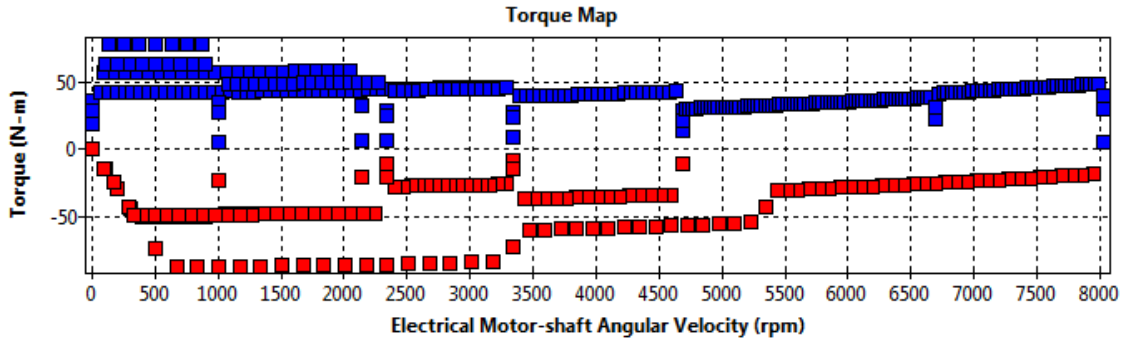
Şekil 10. 6 NEDC için güç talebi grafiği



Şekil 10. 7 BEV Tork değişimi



Şekil 10. 8 Cartridge EV Tork değişimi



Şekil 10. 9 CNG Hybrid Tork değişimi

Simülasyon Raporu (İstanbul Çevrimi)

1. Simülasyon bilgileri

Çizelge 10. 13 Simülasyona giren araçlar

Properties / Car(s)	BEV	Cartridge EV	CNG Hybrid
Donor	B Sınıf araç	B Sınıf araç	B Sınıf araç
Battery	8.7kWh (96kg)	8.7kWh (96kg)	8.7kWh (96kg)
Tire	[8] Bridgestone	[8] Bridgestone	[8] Bridgestone
Total Weight (kg)	1359	1456	1663
Drivecycle	IstanbulDC	IstanbulDC	IstanbulDC

Çizelge 10. 14 Güç aktarma - Şanzuman

M/G Pair	+	+	+
Gear ratio	8	8	8
Efficiency	0.95	0.95	0.95
Motor Name	Brusa	Brusa	Brusa
Max Speed (RPM)	11000	11000	11000
Max Power (kW)	96	96	96
Max Torque (Nm)	220	220	220
Cont. Torque (Nm)	150	150	150

Çizelge 10. 15 Batarya

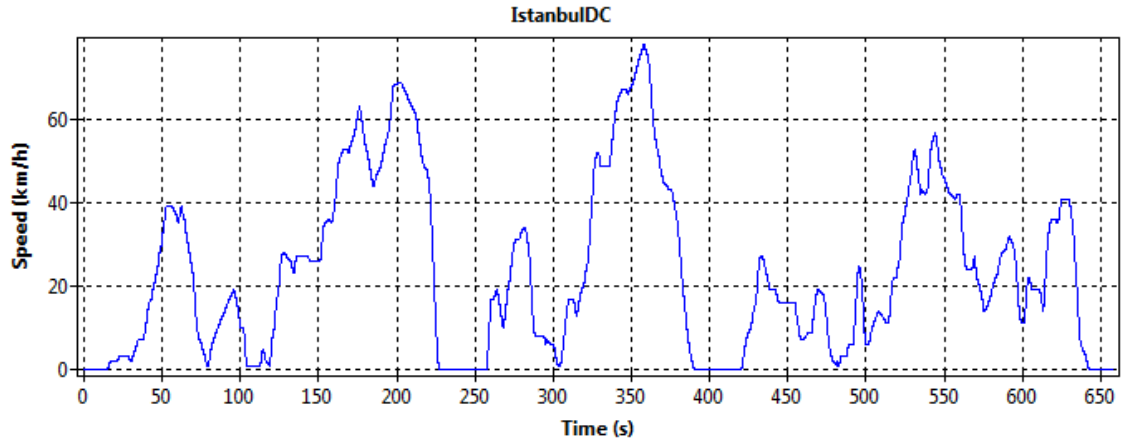
Battery	8.7kWh (96kg)	8.7kWh (96kg)	8.7kWh (96kg)
Energy (kWh)	8.64	8.64	8.64
Potential (V)	360	360	360
Capacity (Ah)	24	24	24
Depth of Charge (%)	80	80	80
Weight (kg)	96	96	96

Her bir araç için lastik bilgisi aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Çizelge 10. 16 Lastikler

Producer	Bridgestone	Bridgestone	Bridgestone
Model	INSIGNIA SE 200	INSIGNIA SE 200	INSIGNIA SE 200
Dimensions	195x65xR15	195x65xR15	195x65xR15
Load Index / Speed Rate	89 S	89 S	89 S
Rolling Coef.	0.0076	0.0076	0.0076
Diameter (m)	0.31725	0.31725	0.31725

Ortalama hızın 23.44 km/h ve azami hızın 78 km/h olduğu İstanbul şehiriçi sürüş çevrimi aşağıda görülmektedir;



Şekil 10. 10 İstanbulDC

2. Simülasyon sonuçları

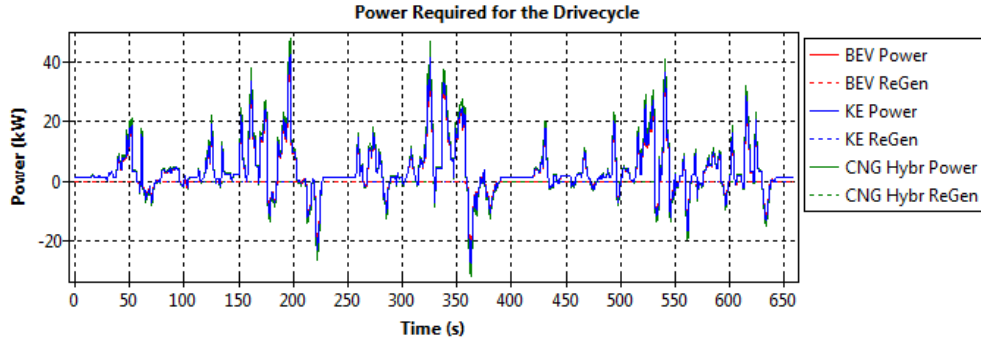
Çizelge 10. 17 Sonuçlar

Properties / Car(s)	BEV	Cartridge EV	CNG Hybrid
Range (km)	36.49	34.70	31.40
Range with ReGen (km)	46.71	44.93	41.59
Consumption per Cycle (kWh)	0.810853	0.852565	0.942291
Saved Energy with ReGen per Cycle (kWh)	0.177479	0.194007	0.230950
ReGen rate (%)	21.89	22.76	24.51
Consumption rate (kWh/100km)	18.94	19.92	22.01
Cons.rate with ReGen (kWh/100km)	14.80	15.39	16.62
Avg.Power with ReGen (kW)	3.47	3.61	3.89
Avg.Power without ReGen (kW)	4.44	4.67	5.16
Drivecycle Duration (s)	657.52	657.52	657.52
Drivecycle Distance (m)	4280.53	4280.53	4280.53
Average Speed (km/h)	23.44	23.44	23.44
Maximum Speed (km/h)	78.00	78.00	78.00

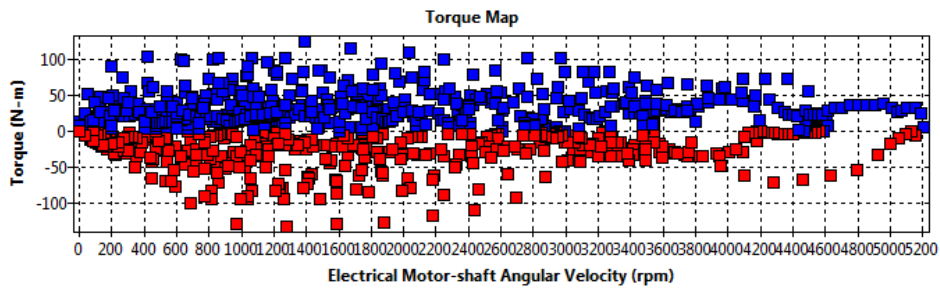
İstanbul şehiriçi sürüş çevrimine göre simülasyon sonuçlarında düz elektrikli aracın azami elektrikli menzili rejeneratif frenlemeden faydalanılmadan 36.49 km, azami ölçüde faydalanılarak (tüm frenleme enerjisinin geri kazanıldığı kabul edilmiştir) ise 46.71 km olmaktadır. Kartuş elektrikli araç için rejeneratif frenlemeden faydalanılmadan azami elektrikli menzil 34.7 km, azami ölçüde faydalanılarak 44.93 km olmaktadır. CNG hibrid araç için ise rejeneratif frenlemeden faydalanılmadan azami elektrikli menzil 31.4 km, azami ölçüde faydalanılarak 41.59 km olmaktadır. Görüldüğü gibi rejeneratif frenlemeden azami faydalandığı durumda elektrikli menzil, sadece araç ağırlığındaki değişime bağlı olarak düz elektrikli araçtan kartuş elektrikli araca geçerken %3.8, CNG hibrid araca geçerken ise %10.1 düşmektedir. Araç ağırlığındaki artış oranları, düz elektrikli araçtan kartuş elektrikli araca geçerken %7, CNG hibrid araca geçerken ise %22 olmaktadır. Dolayısıyla toplam araç simülasyon ağırlığındaki artış menzilde %46-54 arasında düşüşe yol açmaktadır.

Simülasyonun koşulmasında her 3 araç için de sorun görülmemiştir.

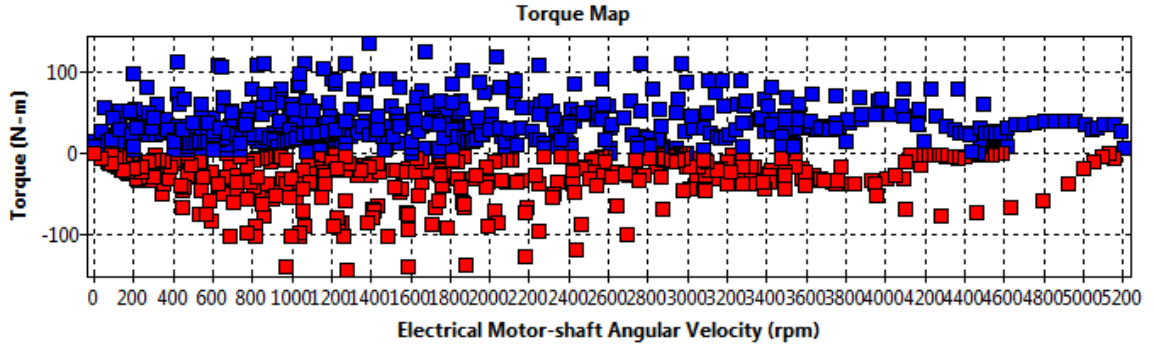
Performans grafikleri aşağıdaki şekildedir;



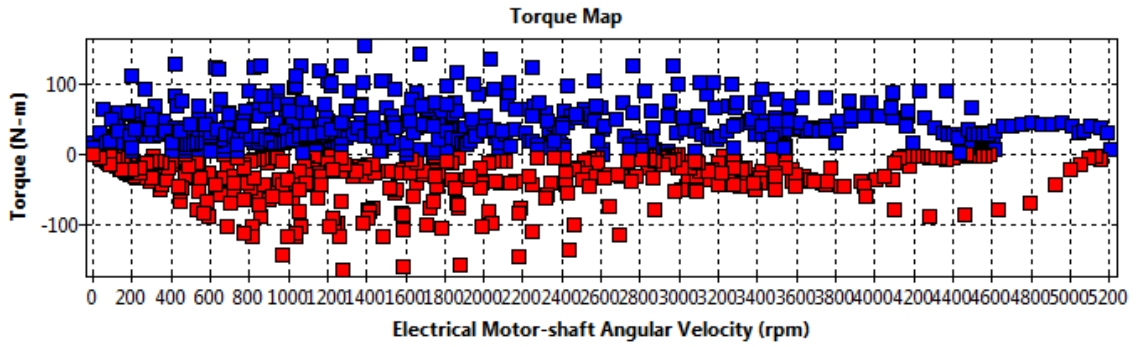
Şekil 10. 11 İstanbul şehiriçi sürüş çevrimi için güç talebi grafiği



Şekil 10. 12 BEV Tork değişimi



Şekil 10. 13 Cartridge EV Tork değişimi



Şekil 10. 14 CNG Hybrid Tork değişimi

Çizelge 10. 18 Simulasyon özet tablosu

Properties / Car(s)	BEV	Cartridge EV	CNG Hybrid
Donor	B Sınıf araç	B Sınıf araç	B Sınıf araç
Battery	8.7kWh (96kg)	8.7kWh (96kg)	8.7kWh (96kg)
Total Weight (kg)	1359	1456	1663
Drivecycle	NEDC	NEDC	NEDC
Range with ReGen (km) NEDC	47.81	46.23	43.24
Cons.rate with ReGen (kWh/100km)NEDC	14.46	14.95	15.99
Drivecycle	IstanbulDC	IstanbulDC	IstanbulDC
Range with ReGen (km) ISTANBUL	46.71	44.93	41.59
Cons.rate with ReGen (kWh/100km) ISTANBUL	14.80	15.39	16.62

Hazırlanan özet tablosunda da açıkça görüldüğü üzere, araç ağırlıklarındaki artış, ortalama %45 oranında menzile kısılması olarak etki etmiştir. Bu sonuç, literatürdeki örneklerle yüksek oranda örtüşmektedir [74].

NEDC ile özgün İstanbul şehiriçi sürüş çevrimi arasında en belirgin fark, İstanbul çevriminde sabit hızla sürüşlerin az olması ve daha dinamik hız değişimlerinin olmasıdır. Bu durum, elektrikli aracın ağırlığındaki değişimlerin elektrikli menzile daha agresif olarak etki etmesi şeklinde olmaktadır. Dolayısıyla gerçek sürüş şartlarında ağırlık artışının etkisi, NEDC'ye göre daha fazla olmaktadır. Simülasyonda araç ağırlığındaki artışın elektrikli menzilde ortalama %50 oranında düşüşe yol açması da, daha önceki bölümlerde değinildiği üzere, literatürdeki bilgiler ile yüksek oranda örtüşmektedir [75].

Literatürde ve seri üretimde satılmakta olan araçlar için verilmekte olan enerji tüketim değerleri ile çok benzer sonuçlar çıkması, simülasyonumuzun doğru çalıştığını ve güvenilirliğinin yüksekliğini ispatlamaktadır. NEDC'de Nissan Leaf, Ford Focus EV, BMW I3 gibi elektrikli araçların ortalama 7 km'de 1 kWh enerji harcamalarından dolayı ortalama 14kWh/100km kabul edilebilmektedir. Ayrıca B sınıfında yer alan ve benzer ağırlığa sahip olan elektrikli Renault ZOE aracının enerji tüketimi de 14.6 kWh/100km olmaktadır. Simülasyonumuzda da bir B sınıfı aracın donör olarak kabulü ile test koşulu ve bulunduğumuz değer ise 14.46 kWh/100km olmuştur.

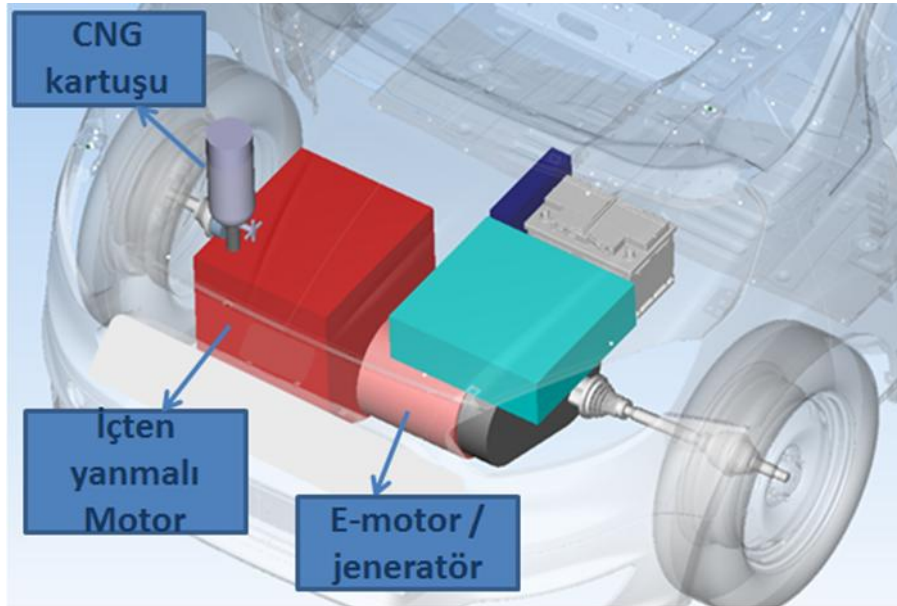
Simulasyondan çıkan bir diğer önemli sonuç da, rejeneratif frenlemenin aracın elektrikli menzilineki olumlu etkisi olmuştur. Literatürde rejeneratif frenleme sayesinde elektrikli araçlarda koşulan çevrime ve kullanım şekline bağlı olarak %8-%25 enerji geri kazanımı sağlanabildiği belirtilmektedir [87] [88]. Örneğin detayları tabloda görüldüğü gibi, Nissan I-MiEV araçlarında NEDC sürüş çevriminde rejeneratif frenlemenin etkisi enerji tüketimini %12-15 arasında iyileştirme ve menzili uzatma şeklinde olmuştur [89].

Çizelge 10. 19 Nissan I-MiEV ile NEDC çevriminde rejeneratif enerji kazanımının etkisi

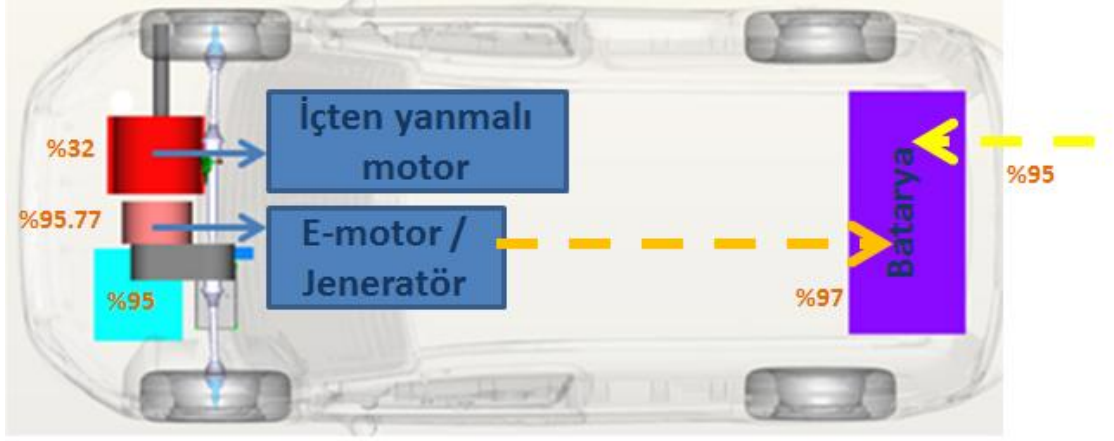
Test şartları	NEDC sürüş çevrimi I-MiEV
Enerji tüketimi regen. yok	136 - 142 Wh/km
Enerji tüketimi regen. var	119 - 121 Wh/km
Regen. enerji kazanımı	16 – 21 Wh/km
Regen. enerji kazanımı	% 12 – 15

Koştuğumuz simulasyonda da araç ağırlığına bağlı olarak NEDC çevriminde %12-14 arasında, İstanbul şehir içi sürüş çevriminde ise %21-25 oranında rejeneratif frenlemeden enerji geri kazanımı mümkün görünmektedir. Elbette bu enerjinin tamamının geri kazanımı çok uygulanabilir görünmemekle birlikte, gerçek şehir içi sürüş çevriminin dinamik yapısı sebebi ile NEDC'den daha fazla geri kazanım fırsatı yakalanabileceği açıktır.

İçten yanmalı motordan bataryaya kadar olan jeneratör, sürücü ve batarya dolum verim değerlerini çarptığımızda $\%95.77 * \%95 * \%97 = \%88.25$ şarj verim değerini elde ederiz. Simulasyon sonucunda bataryadan tüketilecek 14.95 kWh/100km enerjinin içten yanmalı motor çıkışından sonra %88 verim ile şarj edilmesi için, içten yanmalı motorda 16.94 kWh/100km enerji üretilmelidir.



Şekil 10. 15 Kartuş elektrikli araçta batarya şarjı -1



Şekil 10. 16 Kartuş elektrikli araçta batarya şarjı -2

$$m_{CNG} = 16.94 \frac{\text{kWh}}{100\text{km}} * 0.204 \frac{\text{kg}}{\text{kWh}} = 3.455 \frac{\text{kg}}{100\text{km}}$$

$$v_{CNG} = \frac{m}{d} = \frac{\frac{3.455 \text{ kg}}{100\text{km}}}{0.1796 \text{ kg/l}} = 19.2 \text{ lt}/100\text{km}$$

$$Q_{CNG} = 3.455 \frac{\text{kg}}{100\text{km}} * 8250 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} = 28510 \text{ kcal} = 33.15 \text{ kWh}$$

2 l hacminde CNG kartuşu ile 10 km ek menzil sağlanabilmekte ve aracın yolda kalması durumunda ve acil durumlarda hiçbir alyapiya ihtiyaç duyulmadan araç kendi imkanları ile şarj edilebilmektedir.

Çizelge 10. 20 NEDC üzerinde araçların karşılaştırmalı yakıt / enerji tüketimleri

Konvansiyonel araç	5.1 l benzin /100km	34.15 kWh/100km	Baz model %100
Düz elektrikli araç		14.46 kWh/100km	%42
Kartuş elektrikli araç		14.95 kWh/100km	%43.8
Kartuş elektrikli araç	3.455 kg CNG/100km, 19.2 l CNG/100km	33.15 kWh/100km	%97

8.7 kWh batarya kapasitesinin %20 ile %80 arasında kalan kısmını hızlı şarj ile şarj etmek istendiği zaman $8.7 \text{ kWh} * 0.6 = 5.2 \text{ kWh}$ enerji verilmesi gerekmektedir. Bu

kapasite, simulasyonda bulduğumuz 14.95 kWh/100km birim enerji tüketimine bölündüğünde 35 km ek menzile denk gelmektedir.

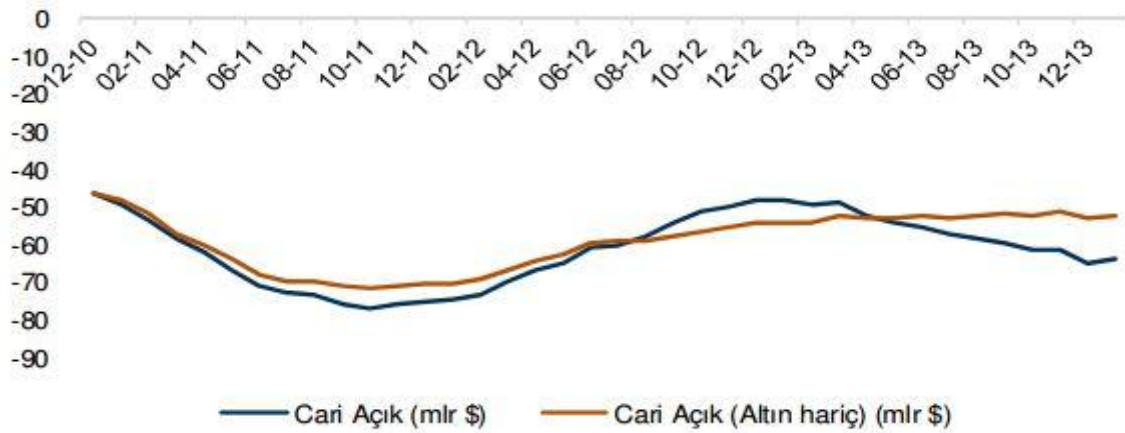
Seçtiğimiz bataryanın 6C ve 10C şarj hızına izin verdiği düşünüldüğünde, 10 ile 6 dakika arasında şarj imkanımız bulunmaktadır. Bunun için 31.2 ile 52 kW arasında bir güç ile çalışılmaktadır.

Eğer şehirlerdeki mevcut doğalgaz altyapısının doğrudan kartuş elektrikli araç şarjı için kullanılması sağlanırsa, CNG basınçlandırma enerjisinden de tasarruf edilebilecek ve CNG'nin de maliyetinde düşüş olacaktır. Örneğin 1.2sm³/h debi ile 0.85kW/h enerji tüketen evsel dolum cihazlarının 4 saat çalışması ile ortalama 80-100 km CNG menzilli bir araç tankı dolmaktadır. Dolayısıyla basınçlandırma için 3.4kWh enerji tüketilmektedir. Bu sayede 0.1495 kWh/km enerji tüketen kartuş elektrikli bir aracın hergün yaklaşık 23 km elektrikli menzili, CNG kullanan bir konvansiyonel araca göre bedavaya gelecektir.

BÖLÜM 11

KARTUŞ ELEKTRİKLİ ARACIN CARİ AÇIĞA ETKİSİ

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) tarafından açıklanan 2013 yılı cari işlemler açığı, bir önceki yıla göre 16 milyar 507 milyon dolar artarak 65 milyar 4 milyon dolara yükselirken, Aralık 2013 cari işlemler açığı 8 milyar 322 milyon dolar olmuştur. Dış ticaret açığının 14 milyar 486 milyon dolar artarak 79 milyar 817 milyon dolara yükselmesi cari işlemler açığının bir önceki yıla göre artmasında etkili olmuştur [90].



Kaynak: TCMB

Şekil 11. 1 Türkiye'nin cari açığı

Çizelge 11.2'de izlenebildiği gibi, Türkiye geçtiğimiz yıllar itibari ile her dönemde cari işlemler açığı en büyük ülkeler arasında yer almaktadır. Burada asıl dikkate alınması gereken husus bu ülkeler içinde, ekonomileri Türkiye ile kıyaslanamayacak büyüklükte olan diğer 4 ülke yanında, kırılganlığı en fazla olan ülkenin Türkiye olmasıdır [91].

Çizelge 11. 1 Cari işlemler açığı en büyük 20 ülke

Cari işlemler açığı en büyük 20 ülke (Milyar \$)

		2011		2012		2013		2014
1	ABD	-457.726	ABD	-440.417	ABD	-451.458	ABD	-489.182
2	Hindistan	-78.154	İngiltere	-93.866	Hindistan	-77.601	Brezilya	-68.561
3	Türkiye	-75.092	Hindistan	-88.163	Brezilya	-74.012	Hindistan	-66.095
4	İtalya	-67.152	Kanada	-62.266	İngiltere	-69.096	Türkiye	-61.508
5	İspanya	-55.356	Fransa	-57.142	Türkiye	-60.661	İngiltere	-60.060
6	Brezilya	-52.473	Avustralya	-56.901	Kanada	-57.092	Kanada	-59.144
7	Fransa	-48.996	Brezilya	-54.231	Avustralya	-50.340	Avustralya	-50.713
8	Kanada	-48.980	Türkiye	-47.750	Fransa	-43.414	Fransa	-45.176
9	İngiltere	-36.041	Endonezya	-24.074	Endonezya	-29.578	Endonezya	-26.815
10	Avustralya	-34.089	G. Afrika	-24.068	G. Afrika	-21.477	G. Afrika	-22.741
11	Yunanistan	-28.709	Polonya	-17.169	Meksika	-17.747	Meksika	-20.649
12	Polonya	-25.023	İtalya	-14.881	Polonya	-15.571	Polonya	-17.284
13	Portekiz	-16.673	İspanya	-14.821	Şili	-12.885	Ukrayna	-13.520
14	G. Afrika	-13.620	Ukrayna	-14.761	Ukrayna	-12.803	Kolombiya	-12.558
15	Meksika	-11.836	Meksika	-14.184	Kolombiya	-11.901	Şili	-11.968
16	Ukrayna	-10.245	Kolombiya	-11.907	Peru	-10.275	Peru	-11.223
17	Kolombiya	-9.643	Fas	-9.570	Yeni Zelanda	-7.610	Yeni Zelanda	-7.840
18	Romanya	-8.261	Şili	-9.497	Fas	-7.590	Lübnan	-7.582
19	Fas	-8.052	Yeni Zelanda	-8.507	Lübnan	-7.263	Fas	-6.851
20	Yeni Zelanda	-6.578	Yunanistan	-8.396	Mısır	-6.920	Mozambik	-6.670

Türkiye’de 2004 yılı itibariyle enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımında % 45’lik payla sanayi sektörü ilk sırada yer alırken konut ve hizmetler % 30, ulaştırma % 20, tarım ise % 5’lik bir paya sahiptir. 1990 yılında enerji talebinin yaklaşık % 48’i yerli üretimle karşılanırken bu oran 2010 yılında %28’e kadar gerilemiştir. Türkiye’de toplam ithalatın özellikle 2000’li yıllardan itibaren yaklaşık % 20’sinin enerji ithalatından oluştuğu görülmektedir. 1990’lı yıllar boyunca da ilgili oran % 20’nin biraz altında seyretmiştir. Öte yandan cari açığın gelişimi incelendiğinde uzun yıllar boyunca cari açığın önemli bir kısmının enerji girdilerinden kaynaklandığını söylemek mümkündür. 2000-2011 dönem ortalaması alındığında cari açığın yaklaşık % 80’nin enerji ithalatından kaynaklandığını söylenebilir. Bu bağlamda özellikle son 10 yıldır Türkiye’de cari açığın oluşumunda enerji ithalatının doğrudan belirleyici olduğu, cari açığın yaklaşık ¾’ünün enerji ithalatına bağlı olarak ortaya çıktığı söylenebilir [93].

Enerjide, büyük oranda dışa bağımlılığın azalılması, yerli kaynakların kullanımının artırılması ve iklim değişikliğindeki küresel hedefleri dikkate alarak, enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının oranını arttırmak ve enerji çeşitliliğine nükleer enerjiyi de ekleme yönünde ulusal bir enerji politikası yürütülmektedir. Bu durum, hiç kuşkusuz

şehir elektrik şebekesini kullanacak elektrikli araçların ülke ekonomisine faydalarını arttıracaktır [92].

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları yönüyle geniş seçenekler sunmaktadır. Bunlar jeotermal, hidrolik, güneş ve rüzgar enerjileridir. 2023 yılına kadar tüketilen enerji içerisinde yenilenebilir enerji oranının %30'a çıkması planlanmaktadır. Türkiye, nükleer enerji alanında 2030 yılına kadar 10 bin MW kurulu güce ulaşmayı hedeflemektedir [92].

Günümüz ulaşım sektörü, tüm dünyada petrol ve türevleri üzerine kurulmuş olup, bazı istisna ülkeler ve bölgeler haricinde henüz petrol yerine geçen bir enerji taşıyıcısı bulunamamıştır. %28'i ulaşımda kullanılmak üzere, 2010 yılında yaklaşık 109 Mtep olan enerji tüketiminin Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre %71'ini ithal eden ülkemiz, bu rotayı değiştirmek zorunda olan ülkelerin başında gelmektedir. Özellikle ulaşım sektöründe kullanılan petrol ve türevlerinin neredeyse tamamının ithal edildiği ve ulaşım sektörünün enerji pastasındaki oranının gelecek yıllarda artacağı öngörüsü göz önünde bulundurulduğunda, ulaşım sektörünün petrol dışı ve yerli kaynaklardan karşılanabilen bir enerji sistemine geçişi büyük önem arz etmektedir.

2005 yılında Türkiye'nin benzin tüketimi 2 milyon 752 bin 293 ton iken, 2012'de bu rakam 1 milyon 848 bin 646 ton olmuştur. Bu 7 yıl içinde %32'lik bir düşüş anlamına gelmektedir. Artan araç sayısına rağmen tüketiciler giderek benzinden uzaklaşmışlardır [94].

Çizelge 11. 2 2005-2012 Arası Türkiye'nin Benzin Tüketimi

	Tüketilen Benzin (ton)	%
2005	2 milyon 752 bin 293	
2006	2 milyon 639 bin 183	-%4.11
2007	2 milyon 490 bin 410	-%5.64
2008	2 milyon 227 bin 657	-%10.6
2009	2 milyon 186 bin 708	-%1.8
2010	2 milyon 75 bin 247	-%5.1
2011	1 milyon 978 bin 542	-%4.7
2012	1 milyon 848 bin 646	-%6.6

Türkiye’de 2013 yılındaki motorlu taşıt sayıları, kullanım amaçlarına göre çizelge 11.3’de verilmektedir [95].

Çizelge 11. 3 Kullanım amaçlarına göre Türkiye’de 2013 yılındaki motorlu taşıt sayıları

Kullanım amacı	Toplam	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet	Özel Amaçlı	Traktör
	17 939 447	9 283 923	421 848	219 885	2 933 050	755 950	2 722 826	36 148	1 565 817
Özel	16 348 482	9 126 639	212 526	23 339	2 604 727	133 000	2 694 430	8 206	1 545 615
Ticari	1 383 229	111 257	198 077	175 587	285 159	580 759	11 604	9 915	10 871
Resmi	207 736	46 027	11 245	20 959	43 164	42 191	16 792	18 027	9 331

2008 - 2013 yıllarını kapsayan kullanılan yakıt türüne göre motorlu kara taşıt sayıları ise çizelge 11.4’de yer almaktadır [95].

Çizelge 11. 4 Kullanılan yakıt türüne göre motorlu kara taşıt sayıları (2008-2013)

Yıl	Toplam	Benzin	%	Dizel	%	LPG	%	Bilinmeyen	%
2008	13 765 395	5 952 746	43,2	5 323 478	38,7	2 276 283	16,5	212 888	1,5
2009	14 316 700	5 887 559	41,1	5 654 350	39,5	2 592 695	18,1	182 096	1,3
2010	15 095 603	5 762 156	38,2	6 195 898	41,0	2 973 832	19,7	163 717	1,1
2011	16 089 528	5 709 606	35,5	6 899 420	42,9	3 335 566	20,7	144 936	0,9
2012	17 033 413	5 722 940	33,6	7 549 806	44,3	3 649 739	21,4	110 928	0,7
2013	17 939 447	5 733 725	32,0	8 169 410	45,5	3 934 753	21,9	101 559	0,6

Aynı yıllarda trafiğe kayıtlı otomobillerin yakıt cinsine göre dağılımı ise çizelge 11.5’de görülmektedir [95].

Çizelge 11. 5 Trafiğe kayıtlı otomobillerin yakıt cinsine göre dağılımı (2008-2013)

Yıl	Toplam	Benzin	%	Dizel	%	LPG	%	Bilinmeyen	%
2008	6 796 629	3 531 763	52,0	947 727	13,9	2 214 661	32,6	102 478	1,5
2009	7 093 964	3 373 875	47,6	1 111 822	15,7	2 525 449	35,6	82 818	1,2
2010	7 544 871	3 191 964	42,3	1 381 631	18,3	2 900 034	38,4	71 242	0,9
2011	8 113 111	3 036 129	37,4	1 756 034	21,6	3 259 288	40,2	61 660	0,8
2012	8 648 875	2 929 216	33,9	2 101 206	24,3	3 569 143	41,3	49 310	0,6
2013	9 283 923	2 888 610	31,1	2 497 209	26,9	3 852 336	41,5	45 768	0,5

Çizelgeler incelendiğinde, özellikle otomobillerde benzinden dizel ve LPG’ye doğru bir geçiş olduğu görülmekte, bu durum biraz önce açıklanan benzin tüketimindeki azalma ile de ayrıca teyit edilmektedir. Bu durum bize tüketicilerin tercihlerinde kullanılan yakıtın maliyetinin satınalma üzerindeki etkisini de göstermektedir. Aynı zamanda,

halen daha ucuz yakıt maliyeti (km başına fiyat) olmasına rağmen LPG ve dizel yakıt tercih etmeyen ve ilk alım maliyeti nispeten düşük olan benzinli araçları tercih eden kullanıcılar olduğunun tespiti önemlidir.

Tahminlere göre 2010 – 2020 arasında ulaşımda kullanılan enerjinin yaklaşık %75 oranında artacağı düşünüldüğünde, yarın üretilecek enerjinin daha verimli şekilde kullanılmasının, bugünden daha da fazla önem arz edeceğini söylemek yanlış olmayacaktır. Özellikle motorlu araç sahipliğinin Avrupa ve ABD'nin çok altında olduğu ülkemiz, verimsiz motorlu araçlara bağımlı haldeki gelişmiş ülkeler kadar, geri dönülmesi zor durumda değildir. OSD verilerine göre Türkiye'de araç sahipliği ortalaması 135/1000 kişidir. Bu rakam dünya ortalaması olan 155/1000 in bile altındadır. Örneğin Bulgaristan'da değer 408/1000 kişidir. Gelecek 10 yılda dünya ortalamasını yakalamak için 10 milyon civarında araç gereklidir. Bu ihtiyacın hangi tip ve nerede tasarlanıp üretilmiş araçlar ile karşılanacağı hem ülkemizin ekonomik durumu, hem de çevre politikaları açısından çok büyük önem taşımaktadır.

Kartuş Elektrikli Araç Kullanımının Cari Açığa Sağlayacağı Olumlu Katkı:

Öncelikle belirtmelidir ki, bu bölümde incelenecek konu, kartuş elektrikli araçların üretim sırasında oluşacak etki değildir. Maalesef daha önce de araç parça maliyetlerine göre yapılan karşılaştırmada, henüz kartuş elektrikli, düz elektrikli ve hibrit elektrikli araçların güç aksamaları parçalarının prototip seviyede ve genellikle yurtdışından gelmesi, bu araçların henüz ülkemiz pazarında neredeyse hiç yer almamalarından kaynaklanmaktadır. Ancak bu durum, içten yanmalı araçlara kıyasla çok hızlı şekilde değişebilecek durumdadır ve sadece ilk adımların atılması gereklidir.

Dolayısıyla bu bölümde kartuş elektrikli araçların, yerlerine geçecekleri benzin yakıtlı araçlara göre kullanım sırasında enerji tabanlı avantajlarının ekonomik değerleri incelenecektir. 2013 yılında toplam 5.733.725 araçtan 2.929.216'sı otomobil iken harcanan toplam benzin 1.848.646 tondur. Elektrikli araçlara geçiş döneminde dizel ve LPG yakıtlı otomobillere göre daha az günlük ve yıllık kullanıma sahip benzinli otomobillerin %10'luk kısmının elektrikli araçlara dönmesi senaryosu üzerinden bir hesap yapalım. Öncelikle benzinli otomobillerin %10'luk kısmı, yani yaklaşık 300.000

adet araç, sayısal olarak toplam otomobil parkının yaklaşık %3'üne denk gelmektedir. Bu oran, daha önce bahsedilen farklı marketlerdeki elektrikli araç kabul oranları açısından ortalama (%1) ile istisna olarak görünen, hızlı ilerlemeyi başarmış ülkelerin (%5) tam ortasındadır. Kartuş elektrikli araçlar her ne kadar tüm düz elektrikli araçlar gibi şehir elektrik şebekesi kullanılarak şarj olabildikleri için sürekli doğalgaz-CNG kullanarak şarj olmayacaklarsa da, en kötü senaryo olan, hiç şarj istasyonu olmama durumu baz alınarak tüm şarj işlemlerinde kartuş kullanılması kabulü ile hesap yapılacaktır.

Benzinli araçlarda en düşük 10.000km senelik kullanım göz önünde tutularak, asgari fayda sağlayacak şekilde, hesaplamalarımızı yapalım. Çizelge 10.20'de hesaplanan değerler göz önünde tutulduğunda sadece bir adet benzinli araçta, ideal bir sürüşte 5.1 l/100km birim benzin tüketiminden, 10.000km'de 510 l. benzin tüketilecektir. Aynı çizelgeden kartuş elektrikli aracın hiç şehir elektrik şebekesinden şarj olmaksızın sadece CNG ile şarj olması durumunda 19.2 l/100km birim CNG tüketiminden , 10.000km'de 1920 l. CNG tüketileceği görülmektedir.

Bu hesapta elbette yaklaşık %3'e tekabül eden enerji verim artışı da dikkate alınmıştır çünkü sadece tüketilen yakıt değil, aynı zamanda benzinli araç ile elektrikli araç arasında verim artışına olanak sağlayan bir elektrikli tahrik sistemi de unutulmamalıdır. Dolayısıyla 3415 kWh enerji tüketilmesi yerine, 3315 kWh enerji tüketilmiş olacaktır.

Bu araç ve yakıt değişiminin cari açığa etkisini ise benzin ve CNG yakıtının ülkemize olan maliyetinden, yani vergisiz fiyatlarından yola çıkarak hesaplayabiliriz. Bir adet otomobilin dönüşümünün senelik etkisi, ülke ekonomisi açısından etki yapabilecek bir boyutta olmayacağı aşıkardır ancak sadece ilk etaptaki aynen elektrikli ve/veya hibrit elektrikli araçların hızlı gelişim gösterdiği istisna pazarları örnek alarak %3, yani 300.000 benzin yakıtlı otomobilin kartuş elektrikli olması durumunda azımsanmayacak bir etki olmaya başlayacaktır.

Araç başına tüketilecek yıllık 510 l. benzinin Çizelge 2. 4'te yer alan 2014 yılı OECD verilerine göre vergisiz benzin fiyatları ile Türkiye ekonomisine getireceği yük;

$$0.99 \frac{\$}{lt} * 510 lt = 504.9 \$ \text{ (Araç başı yıllık benzin maliyeti)}$$

Doğalgaz, yani CNG'nin kartuş elektrikli araç şarjı amacıyla kullanılması durumunda ise Türkiye'nin doğalgaz alım fiyatları üzerinden ilerlenmesi gerekmektedir. Bu veri, kontrol amacıyla iki farklı kaynaktan bulunmuş ve birbirlerine yakınlıkları, hata payını azalmaktadır. Birinci kaynak 2011 yılı Türkiye elektrik üretimindeki doğalgaz fiyatıdır (33.38 \$/MWh) [96]. İkinci kaynak ise 2013 yılı için doğalgaz maliyeti, nakliye ve sigorta dahil olmak üzere, aynı Türkiye gibi ihtiyaç duyduğu doğalgazı büyük oranda Rusya'dan temin eden Almanya'nın doğalgaz alım fiyatıdır (10.72 \$/MMBTU, 36.59 \$/MWh) [97]. Bu iki kaynak arasında çok küçük farklar olmakla beraber, hesaplamamızı yaparken daha güncel olan 2013 yılı Almanya değerleri kullanılacaktır.

$$\frac{36.59}{3600000} \frac{\$}{kj} * 34532 \frac{kj}{kg} = 0.35 \$/kg$$

$$0.03455 \frac{kgCNG}{km} * 10000km = 345.5 kg CNG \text{ (Araç başına tüketilen yıllık CNG miktarı)}$$

$$345.5 kg * 0.35 \frac{\$}{kg} = 121.26 \$ \text{ (Araç başı yıllık CNG maliyeti)}$$

Benzinli araçların kullanımı yerine kartuş elektrikli araçların kullanımı sayesinde araç başına ve 300.000 benzin yakıtlı otomobilin kartuş elektrikli olması durumunda yıllık kazanç sırasıyla;

$$504.9 \frac{\$}{araç} - 121.26 \frac{\$}{araç} = 383.64 \frac{\$}{araç} \text{ (Araç başı yıllık kazanç)}$$

$$383.64 \frac{\$}{araç} * 300000 araç = 115092000 \$ \text{ (Türkiye'ye yıllık kazanç)}$$

olacaktır. Bir başka deyişle, yıllık yaklaşık 115 milyon \$'lık yakıt ithalatı gideri ve cari açık azalacaktır. Burada özellikle araç sayılarının ve yıllık kullanım miktarlarının düşük tutulduğunu hatırlatmak isterim. Örneğin yaklaşık 6 milyon aracı kapsayan, yılda ortalama 100.000-150.000 km yol kateden taksilerin ve tüm benzinli araçların kartuş elektrikli araçlara dönüşümünde hiç bir engel bulunmamaktadır. Bu durumda yılda yaklaşık 2.3 milyar \$ kazanç elde edilebilecektir.

Ülkemiz ekonomisi için yaptığımız bu hesaplamayı şimdi vatandaşın, yani aracını değiştirmeye karar verecek müşterinin gözüyle de inceleyelim. IGDAŞ'ın Temmuz 2014 abone doğalgaz satış fiyatı 87.36 TL/MWh, yani yaklaşık 40.9 \$/MWh dir. Aynı tarihte OPET'in 95 / 97 oktan kurşunsuz benzin perakende satış fiyatı 5.12 TL/l, yani yaklaşık 2.40 \$/l dir.

$$2.40 \frac{\$}{\text{lt}} * 510 \text{ lt} = 1224 \$ \text{ (müşteri açısından senelik benzin maliyeti)}$$

$$\frac{40.90}{3600000} \frac{\$}{\text{kJ}} * 34532 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 0.39 \$/\text{kg}$$

$$0.39 \frac{\$}{\text{kg}} * 345.5 \text{ kg} = 135.5 \$ \text{ (müşteri açısından senelik CNG maliyeti)}$$

$$1224 \$ - 135.5 \$ = 1088.5 \$ \text{ (müşteri açısından senelik yakıt karı)}$$

Burada da görünmektedir ki, kartuş elektrikli araç kullanıcısı, şehir elektrik şebekesini kullanmaksızın, sadece doğalgaz kullanarak bile aracını şarj ediyor olsa, senede asgari 1088\$ daha az yakıt maliyeti ile karşılaşmaktadır. Elbette benzin ile karşılaştırıldığında doğalgaz üzerindeki vergilerin çok düşük olması bunun en büyük sebebi olmakla beraber, dünya piyasalarında da doğalgaz yakıt ve uzak gelecekte en ucuz yakıt olarak görünmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Uluslararası Enerji Ajansı 2DS senaryosuna göre, sıfır egzoz emisyon salınımına sahip bataryalı elektrikli araçlar ve şarj edilebilir fişli hibrit elektrikli araçların pazara kuvvetli bir giriş yapmaları beklenmektedir. Ulaştırma sektörünün 2020 yılında karbonsuzlaştırma yol haritasındaki ana unsurlardan biri yakıt verimliliği olsa da, 2DS senaryosu; 2020 yılında yollarda 20 milyon elektrikli araç olacağını ve yıllık satış rakamının da yedi milyona ulaşacağını tasavvur etmektedir. Bu durum, 2020 yılında elektrikli hafif ticari - binek araç satışlarının toplam pazarın %10'u olarak, elektrikli aracın pazara hızlı bir giriş yapacağını göstermektedir. Aslen konvansiyonel bir araç modelinin bile tasarım sürecinin ortalama 3-4 yıldan az sürmediği düşünüldüğünde, daha önce hiç tasarlanılmamış ve üretilmemiş elektrikli araçların sadece 6sene içinde ülkemizde bu denli hızlı devreye alınabilmesi için hiç vakit kaybetmemek suretiyle hemen çalışmalara başlamak ve düşük yoğunluklu üretimler ile seri üretim öncesi gerçek yol tecrübesi kazanmamız şarttır. Aksi takdirde, aynı içten yanmalı motorlu araçlarda olduğu gibi, gelişmiş ülkelerin ürünlerini lisans altında üretmekten öteye geçme şansımız kalmayacaktır.

Bahsedildiği gibi, hemen bugünden elektrikli araçların yollara çıkartmamız ve şirketlerimizin yol tecrübesi edinmeleri için son 5 senede gelişmiş ülkelerde yapılan altyapı yatırımlarının aynen yapılmasını beklemeden, yatırıma ihtiyaç olmayacak veya düşük yatırımlı yöntemler ile devam etmemiz ve elektrikli araç sektörüne yenilikler getirmemiz gerekmektedir. Kartuş elektrikli araç konsepti ve çeşitli uygulamaları, temelde hızlı uygulama ve altyapı ihtiyacı olmaması sebebi ile elektrikli araçların

emekleme dönemleri için çok faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Ancak unutulmamalıdır ki elektrikli araçlar yaygınlaştığı ve yavaş/hızlı şarj alyapılarının kurulması, maliyet etkin bir iş kolu haline geldiğinde, kartuş elektrikli araç fikri de artık rahatlıkla yerini doğrudan şehir elektrik şebekesinden şarj olacak düz elektrikli araçlara bırakacaktır.

Simulasyon sonuçları da teyit etmektedir ki, kartuş elektrikli araç konsepti, düz elektrikli araçlara ve hibrit elektrikli araçlara göre her yerde sağladığı hızlı şarj fırsatı sayesinde büyük operasyonel avantajlar sunarken, yakıt sistemini taşımayan getirdiği ağırlık avantajı sayesinde yüksek enerji verimi sağlamaktadır. Elbette şarj bugün Otto motor ve doğalgaz çifti elektrik üretiminde kullanılabilirken, yarın ise yakıt pili ve hidrojen kullanan bir kartuş elektrikli aracı kolayca tasarlayabilme fırsatı vermesi de, konsept fikrimizin mevcut hibrit araçlara göre en büyük avantajını oluşturmaktadır. Bahsedildiği gibi, bilinen tüm alternatif ve temiz yakıtların en büyük dezavantajları olan düşük hacimsel enerji yoğunlukları ve araç üstünde depolanma zorlukları tamamen bertaraf edilmektedir.

Konsept fikrinin uygulama şekillerinden biri olan doğalgazın basınçlandırılmadan araç motorlarında elektrik üretimi amaçlı kullanılması ve basınçlandırma enerjisinden de tasarruf edilmesi, büyük bir avantaj olmaktadır. Özellikle CNG istasyonlarının yaygın olmadığı ve fakat doğalgazın tüm ülke sathında çok yaygın olduğu Türkiye gibi ülkelerde evsel doğalgazı araç üstü tanklara doldurmak amaçlı basınçlandıran evsel CNG sistemlerinin basınçlandırma enerjisinden tasarruf edilmesi sayesinde günlük ortalama kullanımın büyük kısmının bedavaya gelmesini sağlamaktadır.

Bu tez kapsamında yapılan araştırmalar ve bulgular ışığında önerimiz, elektrikli araçları yollarımıza çıkarmak için alyapının kurulmasını beklememektir. Bunun için elektrikli araçların marka ve modelden bağımsız, müşterilerin tercihine bağlı, yani opsiyonel olarak aracı hızlı şarj etmeye yeterli kapasitede bir içten yanmalı motor eklenerek satılmalarını önermekteyiz. Bu motorların çok minör değişiklikler ile farklı pazarlarda farklı yakıtlar yakabilmeleri sağlanmalıdır. Örneğin Türkiye için, diğer birçok ülkede yaygın olmayan LPG ağının, büyük bir kolaylık yaratabileceği değerlendirilebilir. Çok soğuk olan bölgelerde ise CNG – doğalgaz gibi tamamıyla gaz yakıtların kullanımı,

birçok operasyonel kolaylıklar sağlayarak, çok temiz ve verimli bir alternatif olarak görünmektedir.

Günümüzde ürün pazarlamada kişiselleştirme ve fark yaratma gibi pazarlama teknikleri sayesinde standart ürünler yerine, özelleşmiş ve kişinin zevklerine uyan, kendi ifade etmesine daha fazla fırsat veren uygulamalar başarılı olabilmektedir. Elektrikli araçlar özelinde değerlendirildiğinde, kullanıcıların herbirinin erken kullanıcılar (early adopter) oldukları ve genellikle farklı olmaktan, farklılıklarını göstermekten mutlu oldukları aşikardır. Bu açıdan da kişiselleştirebilecekleri ve sınırsız farklılıklar katılabilecek yakıt kartuşlarının çok çekici bir aksesuar olarak algılayacakları değerlendirilmektedir.

Ülke olarak içten yanmalı araçlarda treni kaçırmış olduğumuz ve bedellerini de halen çok ağır olarak ödemekte olduğumuz bir gerçektir. Bundan ders almamız, aynı hataları elektrikli araçlarda da tekrarlamamız açısından çok büyük önem taşımaktadır. Halen dünyada sürdürülmeye çalışılan ve çok büyük maliyetli altyapı kurulumlarının yapılmasını önşart olarak gören anlayışın Türkiyemiz için çok büyük tehlikeler getirdiği değerlendirilmektedir. Altyapı yatırımlarının gelişmiş ülkelerdeki kadar fazla ve kolay finansman bulmasının zorluğu, sınırlı kaynakların en optimum değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bundan dolayı ülkemizde tasarlanacak ve üretilecek elektrikli araçların maalesef gelişmiş ülkeleri takip etme refleksine kapılma tehlikesi mevcuttur. Bir başka deyişle, elektrikli araçlar gelişmiş ülkelerde başarılı olduktan sonra ülkemize risksiz şekilde getirilmesi tehlikesi ile karşı karşıya kalınması kaçınılmaz görünmektedir. Nitekim, çok sevindirici bir girişim olan Renault Fluence Z.E elektrikli aracının ülkemizde üretimi, maalesef daha çok kısa bir süre içinde üretimden çekilmiştir. Kartuş elektrikli araç sayesinde bu tehlike büyük ölçüde ortadan kalkacak ve elektrikli araçların da altyapı yatırımlarını beklemeden geliştirilmesi ve üretilmesi mümkün olacaktır.

İleride bu konuda yapılması arzu edilen çalışmalar, ilk prototip aracın üretilmesi sırasında konsept fikrinin gerçeğe dönüştürülmesi ve optimizasyonunu sağlamak amacını taşımaktadır. Örneğin aracın elektrikli motorunun araç hareket halindeyken şanzuman aracılığı ile tekerlere bağlanması sağlanırken, araç park halinde kendi kendini hızlı şarj ederken, şanzuman bağlantısının kesilip içten yanmalı motora akuple olmasını sağlayacak kolay paketlenabilir ve düşük maliyetli bir sistem tasarlanmalıdır.

Kartuş elektrikli araç modelimizdeki hızlı şarj işlemi sırasında oluşan emisyonların düşürülmesi ve farklı yakıtların (benzin, LPG, CNG gibi yaygın ve alternatif yakıtların) kullanılmasının emisyon değerlerine etkileri şasi dinamometre çalışmaları ile incelenmelidir.

Ayrıca emisyon değerlerinin düşürülmesi için yakıt cinsine göre gerekli görülmesi durumunda katalizör sıcaklıklarının çalışma rejimi ile optimizasyonu ve katalizör miktarı / şarj süresi / şarj rejimi her araç için optimize edilebilir

Hibrit elektrikli araçlarda şarj tüketme (charge-depletion) modunda düşük güçte çalışabilen içten yanmalı motorun enerji verimliliğinin, her zaman optimum noktada çalışan bir kartuş elektrikli araç ile karşılaştırılması, hibrit araçlar ile yol şartlarındaki farkları ortaya çıkarabilecektir. Bu noktada en büyük etki, hızlı şarj süresince batarya grubunun sabit kabul edilerek çektiği gücün gerçekte farklı bataryalarda, farklı batarya sıcaklıklarında, farklı ortam sıcaklıklarında ve farklı batarya doluluk oranlarında nasıl etkileneceği belirlenmelidir. Doğru stratejiler ile içten yanmalı motorun, tüm sistem ile birlikte optimum çalışması sağlanmalıdır.

Ön bilgiler;

- 1- Üretimde olan elektrikli araçların (Nissan Leaf, Chevrolet Vol, BMW i3, vb.) birim mesafe başına enerji tüketim miktarları yaklaşık 0.14 kWh/km olmaktadır(çeşitli kaynaklara göre 0.12-0.15 kWh/km arasındadır).
- 2- Benzin özkütlesi : 0.74 kg/l
- 3- Doğalgaz özkütlesi : 0.712 kg/m³ @ 1.01325 bar, 15C
- 4- Doğalgaz özkütlesi : 179.6 kg/m³ @ 200 bar, 15C
- 5- Batarya sistemi enerji yoğunluğu : 0.09kWh/kg
- 6- 1 million BTU (1 MMBTU) doğalgaz ≈ 0.293MWh
- 7- 1 MWh = 3.600.000 kj
- 8- Yakıtların kalorifik enerji yoğunlukları Çizelge 12. 1'de gösterildiği gibi kabul edilmiş ve kullanılmıştır;

Çizelge 12. 1 Yakıtların kalorifik enerji yoğunlukları

S.BENZİN	7676 kcal/kg, 32130 kj/kg
DOĞALGAZ	8250 kcal/kg, 34532 kj/kg
LPG	11000 kcal/kg, 46043 kj/kg
PROPAN	11100 kcal/kg, 46462 kj/kg
MOTORİN	11200 kcal/kg, 46880 kj/kg

Kabuller;

9- Doğalgaz, Otto motorda benzine göre %10 güç düşüşüne sebep olurken, yakıt tüketimini %15 azalmakta, yani iyileştirmektedir.

10-Simulasyonda benzin motoruna göre tüketimler hesaplanmış ve sonrasında literatürdeki bilgiler doğrultusunda doğalgaza dönüşüm yapılarak doğalgaz tüketim miktarına geçilmiştir. (doğalgaz tüketimi benzinden %15 düşük olduğu kabul edilmiştir)

11-Araca, içten yanmalı araç modelleri için geliştirilmiş olan İstanbul sürüş çevrimini hatasız takip edebileceği vites geçişleri uygulanmış ancak çalışmanın odak noktası olmaması sebebi ile optimizasyon yapılmamıştır.

12- Hızlı şarj sırasında batarya %20 - %80 BDO arası sabit güç çekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Mock, P. ve Yang, Z., Driving Electrification-A Global Comparison of Fiscal Incentive Policy For Electric Vehicles, <http://www.theicct.org/driving-electrification-global-comparison-fiscal-policy-electric-vehicles>, 2014.
- [2] Grünig, M., Witte, M., Impacts of Electric Vehicle, http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/docs/d1_en.pdf, Nisan 2011.
- [3] Romm, J., (2006), "The Car and Fuel of the Future", Energy Policy,34(17): 2609-2614.
- [4] Determining Electric Motor Load And Efficiency, US DoE program fact sheet, https://www1.eere.energy.gov/manufacturing/tech_assistance/pdfs/10097517.pdf
- [5] EPDK (2010). "2010 enerji piyasası raporu", Ankara.
- [6] Trattner, A., ve Pertl, P., (2011). "Novel Range Extender Concepts for 2025 with Regard to Small Engine Technologies", SAE International, 08 Kasım 2011.
- [7] Kemper, H., ve Hülshorst, T., (2008). "Electric Energy Storage Systems for Future Hybrid Vehicles", 17. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik, 2008, Aachen.
- [8] Bacher, C. and Hohenberg, G., (2011). "With Electricity to ZEV? Potential and Limitations of Electric Mobility", SAE International, J. Engines, 4(2):2608-2621.
- [9] Yonghuang, Y. Ve Lip, H.S., (2014). "Effect of thermal contact resistances on fast charging of large format lithium ion batteries ", Electrochimica Acta, 134: 327–337.
- [10] Ansean, D., ve Gonzales, M.,(2013). "Fast charging technique for high power lithium iron phosphate batteries: A cycle life analysis", Journal of Power Sources, 239: 9–15.
- [11] Dhameja, S., (2001), "Electric Vehicle Battery Systems", Newnes-Elsevier, Boston.

- [12] Burke, A., ve Miller, M., (2012). "Fast Charging Tests (up to 6C) of Lithium Titanate Cells and Modules: Electrical and Thermal Response", University of California, Davis
- [13] Botsford, C. ve Szczepanek, A., (2009). "Fast Charging vs. Slow Charging: Pros and cons for the New Age of Electric Vehicles", EVS24 International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium, 2009, Stavanger.
- [14] Subaru Press Information Release, http://www.fhi.co.jp/english/news/press/2005/05_09_02e.pdf
- [15] Anegawa, T., "Development of Quick Charging System for Electric Vehicle", <http://89.206.150.89/documents/congresspapers/322.pdf>
- [16] Harper, J., (2013). "Development and Implementation of SAE DC Charging Digital Communication for Plug-in Electric Vehicle DC Charging", SAE Technical Paper 2013-01-1188.
- [17] Simpson, M., ve Markel, T., (2012). "Plug-in Electric Vehicle Fast Charge Station Operational Analysis with Integrated Renewables", International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium 26, 6-9 Mayıs 2012, California.
- [18] Andersson, D., ve Carlsson, D., (2012). "Measurements of ABB's Prototype Fast Charging Station for Electric Vehicles", Yüksek Lisans Tezi, Department of Energy and Environment, Division of Electric Power Engineering, Chalmers University of Technology, Gothenburg.
- [19] Christensen, J., Project EDISON Final Report (Electric Vehicles In a Distributed And Integrated Market Using Sustainable Energy And Open Networks), <http://www.edison-net.dk/>
- [20] Yang, X., ve Liaw, B., (2001). "Fast charging Nickel metal hydride traction batteries", Journal of Power Sources, 101:158–166.
- [21] Fuji Electric DC Quick Charger Comparison of Gen 3 25kW and Gen 2 / Other 50 kW Chargers, [http://www.americas.fujielectric.com/sites/default/files/DC%20Quick%20Charging%20-%20FEA%20Comparison%20Study%20%20\(25kW%20vs%20%2050kW\)%207-3-12.pdf](http://www.americas.fujielectric.com/sites/default/files/DC%20Quick%20Charging%20-%20FEA%20Comparison%20Study%20%20(25kW%20vs%20%2050kW)%207-3-12.pdf), Temmuz 2012.
- [22] ABB Avrupa satış müdürü Steven Dorresteijn'in konu hakkındaki epostası
- [23] Golbuff, S., (2006). Optimization of a Plug-in Hybrid Electric Vehicle, Yüksek Lisans Tezi, Georgia Institute of Technology, Georgia.
- [24] Smart, J., ve Schey, S., (2012). "Extended Range Electric Vehicle Driving and Charging Behavior Observed Early in the EV Project", SAE International, Journal of Alternative Power
- [25] Krumm, J., (2012). "How People Use Their Vehicles: Statistics from the 2009 National Household Travel Survey", SAE International

- [26] Silva, C., ve Ross, M., (2009). "Evaluation of energy consumption, emissions and cost of plug-in hybrid vehicles", *Energy Conversion and Management*, 50: 1635–1643.
- [27] Engine Test Bench and Vehicle Testing of KSPG Range Extender with "FEVcom" Full Engine Vibration Compensation, http://www.fev.com/fileadmin/fev-resources/Spectrum/Spectrum_49_E_WEB.pdf
- [28] Wishart, J., (2012). "Charging Infrastructure Deployment: The EV Project in the U.S.", http://emc-mec.ca/ev2012ve/proceedings/EV2012VE24T3s7-01-JeffreyWishart-ECOtalityNA_ChargingInfraDeployment-EVprojectInUS.pdf, Ekim 2012.
- [29] Schey, S., (2013). <http://www.theevproject.com/cms-assets/documents/127233-901153.q2-2013-rpt.pdf>
- [30] Johnson, J., ve Chowdhury, M., (2013). "Utilizing real-time information transferring potentials to vehicles to improve the fast-charging process in electric vehicles", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 26: 352–366
- [31] Simpson, M., ve Markel, T., (2012). "Plug-in Electric Vehicle Fast Charge Station Operational Analysis with Integrated Renewables", *International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium 26*, 6-9 Mayıs 2012, California.
- [32] Crist, P., (2012). "Electric Vehicles Revisited –Costs, Subsidies and Prospects", *International Transport Forum at the OECD*, 2012, Paris
- [33] Plug-in Electric Vehicle Handbook For Public Charging, <http://www.afdc.energy.gov/pdfs/51227.pdf>
- [34] Electric Vehicle Charging Micro-Climate Plan for the Greater Houston Area, <http://www.greenhoustontx.gov/ev/pdf/micorclimateplan.pdf>
- [35] Grünig, M., Witte, M., Impacts of Electric Vehicle, http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/docs/d1_en.pdf, Nisan 2011.
- [36] Nijboer, M., (2010). The Contribution of Natural Gas Vehicles to Sustainable Transport, *OECD Working paper*, https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/natural_gas_vehicles.pdf
- [37] Engerer, H., Horn, M., (2010). "Natural gas vehicles: An option for Europe", *Energy Policy*, 38:1017–1029.
- [38] Natural gas vehicles for America, Fact sheet, http://www.ngvc.org/gov_policy/documents/CNG_Propane_11.27.13.pdf, (19.01.2014).

- [39] Jahirul, M., ve Masjuki, H., (2010). "Comparative engine performance and emission analysis of CNG and gasoline in a retrofitted car engine", *Applied Thermal Engineering*, 30:2219–2226.
- [40] Aslam, M., ve Masjuki, H., (2010). "An experimental investigation of CNG as an alternative fuel for a retrofitted gasoline vehicle", *Fuel*, 85:717–724.
- [41] Liu, Y., ve Chung, S. (2013). "A study of spray development and combustion propagation processes of spark-ignited direct injection (SIDi) compressed natural gas (CNG) ", *Mathematical and Computer Modelling*, 57:228–244
- [42] Bordelanne, O., (2011). "Biomethane CNG hybrid: A reduction by more than 80% of the greenhouse gases emissions compared to gasoline", IGRC, Seoul, Ekim 2011.
- [43] Bakar, R., (2008). "A Technical Review of Compressed Natural Gas as an Alternative Fuel for Internal Combustion Engines", *American J. of Engineering and Applied Sciences*, 4:302-311.
- [44] Yadollahi, B., ve Boroomand, M., (2013). "The effect of combustion chamber geometry on injection and mixture preparation in a CNG direct injection SI engine", *Fuel*, 107:52-62.
- [45] Aslam, M., ve Masjuki, H., (2010). "An experimental investigation of CNG as an alternative fuel for a retrofitted gasoline vehicle", *Fuel*, 85:717–724.
- [46] Aziz, A., ve Firmansyah, A., (2009). "The Effect of Fuel Rail Pressure on the Performance of a CNG-Direct Injection Engine", *SAE Technical Paper*, 01:1498.
- [47] Ott, T., ve Onder, C., "Hybrid-Electric Vehicle with Natural Gas-Diesel Engine", *Energies* 2013, 6: 3571-3592
- [48] CNG istatistikleri, ODİDER-Oto Doğalgaz İstasyonları Derneği, www.odider.org, (22.05.2014).
- [49] Unitrove Natural Gas Converter Program, <http://www.unitrove.com/engineering/tools/gas/natural-gas-density>, (20.05.2014).
- [50] III.LPG ve CNG Kongresi, Aygaz sunumu, Araçlarda LPG ve CNG Karşılaştırması, 8 Haziran 2007, Ankara.
- [51] Zalosh R., (2008). "CNG and Hydrogen Vehicle Fuel Tank Failure Incidents, Testing, and Preventive Measures", 2008 Spring Meeting & 4th Global Congress on Process Safety
- [52] Kim, E., ve Choi, S., "Risk analysis of CNG composite pressure vessel via computer-aided method and fractography", *Engineering Failure Analysis*, January 2013 : 84–98.
- [53] Mitzaei, M., ve Malekan, M., "Failure analysis and finite element simulation of deformation and fracture of an exploded CNG fuel tank", *Engineering Failure Analysis*, June 2013 : 91–98.

- [54] Fraidl, G., ve Beste, F., (2011). "Challenges and Solutions for Range Extenders - From Concept Considerations to Practical Experiences", SAE Technical Paper, 37-0019
- [55] William,S., "Plug-in hybrid electric vehicles-A low-carbon solution for Ireland ?", Energy Policy, March 2010 : 1485–1499
- [56] TomTom International B.V.,
<http://corporate.tomtom.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=794153>,
(12.03.2014).
- [57] Ford Otosan LCV dağıtım araçlarının İstanbul'daki kullanımına özgü seyir çevrimleri konulu Ford Otosan – İTÜ ortak çalışması, (10.01.2013)
- [58] Ford Otosan Elektrikli Aracın Türkiye'deki uygulamasına yönelik altyapı araştırması konulu Ford Otosan – YTÜ ortak çalışması, (10.12.2012)
- [59] EPDK, Doğalgaz Piyasası Sektör Raporu, 2013,
www.epdk.gov.tr/documents/dogalgaz/rapor_yayin/Ddp_yayin_rapor_2012.pdf
- [60] İGDAŞ, <http://www.igdas.com.tr/Menu?id=24&sc=1>, (03.03.2014).
- [61] Speidel, S., Jabeen,F., Olaru,D.,Harries,D., Braunl,T., "Analysis of Western Austrian Electric Vehicle And Charging Station Trials", ATRF Proceedings,2012: 1-12.
- [62] Franke, T., & Krems, J. F. (2013), "Understanding charging behaviour of electric vehicle users", Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 21: 75-89.
- [63] Vilimek, R., Keinath, A., Schwalm, M., (2012), "The MINI E field study – similarities and differences in international everyday EV driving", Advances in Human Aspects of Road and Rail Transport, 363–372.
- [64] Nozawa, T., Shamoto, S., and Katanoda, T., "Development of Electric Vehicle System for City Commuter Vehicle," SAE Technical Paper 2013-01-1447, 2013, doi:10.4271/2013-01-1447
- [65] Özdemir, E., ve Hartmann, N., "Impact of electric range and fossil fuel price level on the economics of plug-in hybrid vehicles and greenhouse gas abatement costs", Energy Policy July 2012: 185–192
- [66] Richardson, M., ve Liggings, S., (2012). "Range_e - A Luxury Plug-In Hybrid Demonstration Vehicle", Aachen Colloquium
- [67] Mettlach, H., "Li-Ion Battery Development for E-REV Applications Like the Opel Ampera", 3rd International Congress on Advanced Battery Technology, 22nd June 2010, Wiesbaden
- [68] Ernst,C., Hackbarth,A., Madlener,R., Lunz,B., Sauer D., ve Eckstein,L., (2010). "Battery sizing for serial plug-in hybrid electric vehicles: A model-based economic analysis for Germany", FCN Working Paper,14

- [69] Carlson, R., Duoba, M., Bohn,T., ve Vyas, A., "Testing and Analysis of Three Plug-in Hybrid Electric Vehicles", SAE 2007 World Congress
- [70] Bassett, M., Hall, J., Kennedy, G. ve Cains, T. , "The Development of a Range Extender Electric Vehicle Demonstrator," SAE Technical Paper 2013-01-1469, 2013, doi:10.4271/2013-01-1469.
- [71] Engine Test Bench and Vehicle Testing of KSPG Range Extender with "FEVcom" Full Engine Vibration Compensation, http://www.fev.com/fileadmin/fev-resources/Spectrum/Spectrum_49_E_WEB.pdf
- [72] Knittel, R., "Automobiles on Steroids: Product Attribute Trade-Offs and Technological Progress in the Automobile Sector", American Economic Review, 101(7): 3368-99.
- [73] Onoda,T., "Review Of International Policies For Vehicle Fuel Efficiency Fuel", International Energy Agency Information Paper, August 2008
- [74] Bakker,D., "Battery Electric Vehicles: Performance, CO2 emissions, lifecycle costs and advanced battery technology development", Master thesis Sustainable Development, Energy and Resources Copernicus institute University of Utrecht , August 2010
- [75] Büttler, T., ve Winkler, H., "Energy consumption of battery electric vehicles", Laboratory for internal combustion engines, Fact sheet, BEV measurement campaign 2012 - 1
- [76] http://www.bmw.com/com/en/newvehicles/i/i3/2013/showroom/technical_data.html#m=i3 , (15.04.2014).
- [77] Mock, P.,ve Yang, Z., "Driving Electrification: A Global Comparison Of Fiscal Incentive Policy For Electric Vehicles", The International Council of Clean Transportation White Paper, May 2014
- [78] Ernst, C.,Hackbarth, A., Reinhard,M., Lunz, B., Sauer, D.,Eckstein, L., "Battery Sizing for Serial Plug-in Hybrid Vehicles: A Model-Based Economic Analysis for Germany (June 1, 2011)", FCN Working Paper, 14:2010
- [79] Cist,P., (2012) "Electric Vehicles Revisited – Costs, Subsidies and Prospects", International Transport Forum Discussion Paper
- [80] Depoorter, S., ve Assimon, P., (2011). "Les vehicules electriques en perspective: analyse couts-avantages et demande potentielle"
- [81] Wang, M.Q., (1999). "Greenhouse Gases, Regulated Emissions, and Energy Use in Transportation", Argonne National Laboratory, Illinois.
- [82] Johansson, A., (1992). "The Life of Fuels—Motor Fuels from Source to End Use", Ecotrafic AB, Stockholm.
- [83] Hekkerta, M., Hendriksa,F., Faaijb,A., Neelisb,M., "Natural gas as an alernative to crude oil in automotive fuel chains well-to-wheel analysis and transition strategy development", Energy Policy, March 2005:579-594

- [84] Sinor,J.E.,”Comparison of CNG and LNG Technologies for Transportation Applications”, NREL-National Renewable Energy Laboratory , January 1992
- [85] Sayigh,A.,” Renewable Fuels: An Automotive Perspective”, Comprehensive Renewable Energy,May 2012
- [86] Simpson,A., “Cost-Benefit Analysis Of Plug-In Hybrid”, 22nd International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium and Exhibition, Yokohama, Japan, October 23–28, 2006
- [87] Cody, J., Göl, Ö., Nedic, Z., Nafalski, A., Mohtar, A., (2009). “Regenerative Braking In An Electric Vehicle”, Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne No:81
- [88] Varocky, B.J., Nijmeijer, H., Jansen, S., Besselink, I.J.M., Mansvelder, R., “Benchmarking of Regenerative Braking for a Fully Electric Car” Yüksek lisans tezi, Eindhoven University Of Technology, 2011.
- [89] Van Sterkenburg, S., ve Rietveld, E. (2011). “Analysis of regenerative braking efficiency - A case study of two electric vehicles operating in the Rotterdam area”, Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), 6-9 Eylül 2011, Chicago
- [90] TCMB İstatistiki verileri (<http://evds.tcmb.gov.tr/cbt.html>), 11 Nisan 2014.
- [91] Bakır, N.,” Cari açıkta bu yıl dünyada ilk beşe gireceğiz” , Dünya Gazetesi (<http://www.dunya.com/cari-acikta-bu-yil-dunyada-ilk-5e-girecegiz-206174h.htm>)
- [92] Enerji ve Tabii kaynaklar Bakanlığı 2010-2014 Stratejik Planı (http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/ETKB_2010_2014_Stratejik_Planı.pdf)
- [93] Demir, M., (2013). Enerji İthalatı Cari Açık İlişkisi, VAR Analizi ile Türkiye Üzerine Bir İnceleme, Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi,5:9
- [94] Para Durumu, Türkiye Ne Kadar Benzin Tüketiyor, <http://www.paradurumu.tv/turkiye-ne-kadar-benzin-tuketiyor/> , 21 Haziran 2014
- [95] TÜİK İstatiksel Tablolar, Motorlu Kara Taşıtları, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?al_id=1051 , 21 Haziran 2014.
- [96] International Energy Agency Statistics, Natural Gas Information, (2012), <http://www.iea.org/media/training/presentations/statisticsmarch/NaturalGasInformation.pdf> , 21 Haziran 2014.
- [97] BP Statistical Review of World Energy, (2014), <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/Energy-economics/statistical-review-2014/BP-statistical-review-of-world-energy-2014-natural-gas-section.pdf> , 21 Haziran 2014.

MATLAB simülasyon programı

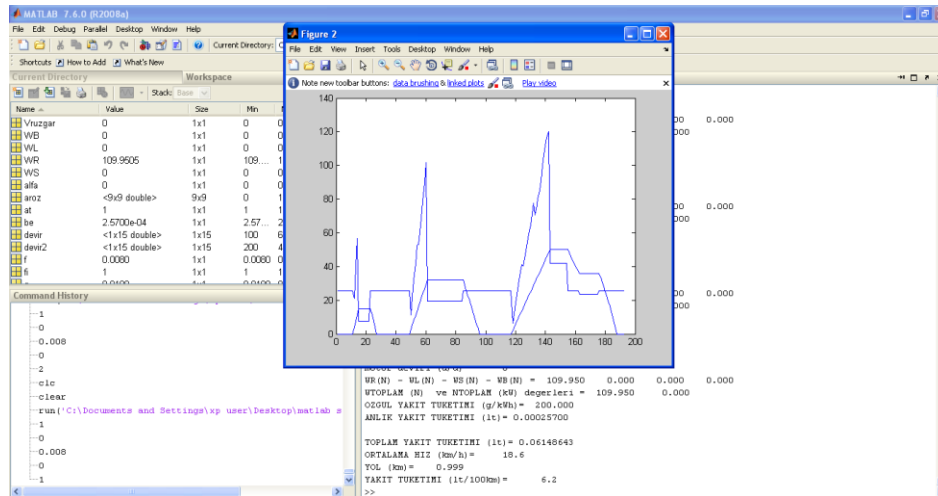
ECE15 ÖZET:

TOPLAM YAKIT TÜKETİMİ (l)= 0.06148643

ORTALAMA HIZ (km/h)= 18.6

YOL (km)= 0.999

YAKIT TÜKETİMİ (l/100km)= 6.2



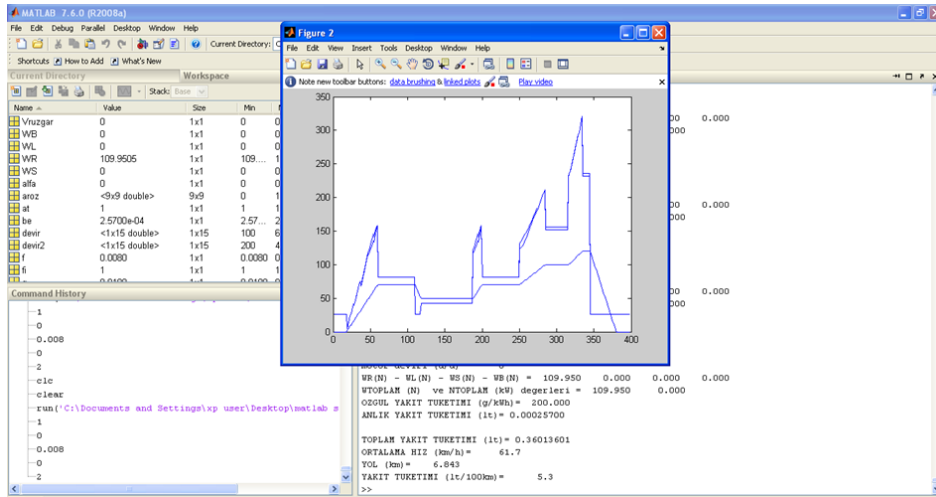
EUDC ÖZET:

TOPLAM YAKIT TÜKETİMİ (l)= 0.36013601

ORTALAMA HIZ (km/h)= 61.7

YOL (km)= 6.843

YAKIT TÜKETİMİ (l/100km)= 5.3



```
x=[0];
y=[0];
toplamlhiz=0;
g=9.81;           %g,      m/s^2 cinsinden yerçekimi ivmesidir
ro=1.22;          %ro,      kg/m^2 cinsinden hava yoğunludur
%HIZ ZAMAN CEVRIMLERI
%1=ECE15 URBAN
%2=EUDC EXTRA URBAN
%3=EUDC LOW POWER

zaman1=[0 4 11 15 19 23 27 49 61 85 96 117 129 138 143 155 160 163 176
182 188 194];
hiz1 =[0 0 0 15 15 15 0 0 32 32 0 0 23 40 50 50 40 36 36 20 0 0];
zaman2=[0 18 60 110 118 188 200 250 285 316 335 345 380 400];
hiz2 =[0 0 70 70 50 50 70 70 100 100 120 120 0 0];
zaman3=[0 18 60 110 118 188 200 250 275 358 380 400];
hiz3 =[0 0 70 70 50 50 70 70 90 90 0 0];

%aroz=arac ozellikleri demektir,araca gore degisen ozellikler bu
matris
%icine yazilmistir.
%aroz matrisinde 1.nci satir BCAR proto duz vites bilgileri
%                2.nci satir OPEL MERIVA Easytronic vites bilgileri
%                3.ncu satir OPEL ASTRA duz vites bilgileri
%                4.ncu satir VW BEETLE 1.9 TDI duz vites bilgileri
%aroz matrisinde 1.nci sutun arac + sürücü kutlesini
%                2.nci sutun Cd hava surtunme katsayisini
%                3.ncu sutun arac projeksiyon alanini
%                4.ncu sutun i0 diferansiyel disli oranini
```

```

%          5.nci sutun i1 birinci vites disli oranini
%          6.nci sutun i2 ikinci vites disli oranini
%          7.nci sutun i3 ucuncu vites disli oranini
%          8.nci sutun i4 dorduncu vites disli oranini
%          9.nci sutun i5 besinci vites disli oranini
gosterir
aroz=[1401 0.322 2.57 3.583 3.73 1.926 1.206 0.878 0.689;
      1450 0.32 2.4 4.19 3.73 2.14 1.32 0.89 0.67;
      1650 0.30 2.0 3.94 3.73 2.14 1.41 1.21 0.89
      1500 0.38 2.2 3.94 3.78 2.06 1.35 0.97 0.74
      0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
      0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
      0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
      0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
      0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 ];

disp('ARAC YAKIT TUKETIM PROGRAMINA HOSGELDINIZ')
disp('Arac ozellilerini otomatik olarak secmek icin')
disp('BCAR proto duz vites icin 1 giriniz')
disp('OPEL MERIVA Easytronic icin 2 giriniz')
disp('OPEL ASTRA duz vites icin 3 giriniz')
disp('VW BEETLE 1.9 TDI duz vites icin 4 giriniz')
disp('ozellikleri MANUEL secmek icin 9 giriniz')
at= input('Arac tipini giriniz = ');

if at == 9
    aroz(9,1) = input('arac kutlesini giriniz(kg) = ');
    aroz(9,2) = input('arac cd sini giriniz = ');
    aroz(9,3) = input('arac projeksiyon alani giriniz = ');
    aroz(9,4) = input('arac i0 bilgisi giriniz = ');
    aroz(9,5) = input('arac i1 bilgisi giriniz = ');
    aroz(9,6) = input('arac i2 bilgisi giriniz = ');
    aroz(9,7) = input('arac i3 bilgisi giriniz = ');
    aroz(9,8) = input('arac i4 bilgisi giriniz = ');
    aroz(9,9) = input('arac i5 bilgisi giriniz = ');
    disp('arac no 9 ');
end

%FARKLI MOTOR HARITALARINA GORE GUC-DEVIR-OZGUL YAKIT TUKETIMI
VERILERI

```

```

%1=1.0 l benzin motor
%2=BOS
mt=input('Motor tipini giriniz           = ');
guc=[0.2 7.46 14.92 22.38 29.84 37.30 44.68 52.22 59.68];
devir=[200 1000 1250 1500 1750 2000 2250 2500 2750 3000 3250 3500 3750
4000 4250];
sfc=[230    230    215    203    200    197    200    208    218
      230    230    215    203    200    197    200    208    218
      230    248    215    203    200    197    200    208    218
      230    270    218    203    200    197    200    208    218
      230    280    230    210    200    197    200    208    218
      230    320    240    220    206    198    200    208    218
      230    370    260    230    218    205    205    208    218
      230    410    277    245    228    215    208    208    218
      230    450    300    268    240    225    215    213    218
      230    510    340    274    245    235    220    218    218
      230    540    360    295    265    240    230    225    222
      230    560    380    305    275    250    240    230    228
      230    578    400    315    280    265    245    240    240
      230    585    410    330    295    273    260    245    245
      230    590    490    365    310    280    270    260    250 ] ;
guc2= [0.4 7.46 14.92 22.38 29.84 37.30 44.68 52.22 59.68];
devir2=[200 1000 1250 1500 1750 2000 2250 2500 2750 3000 3250 3500
3750 4000 4250];
sfc2=[230    230    215    203    200    197    200    208    218
      230    230    215    203    200    197    200    208    218
      230    248    215    203    200    197    200    208    218
      230    270    218    203    200    197    200    208    218
      230    280    230    210    200    197    200    208    218
      230    320    240    220    206    198    200    208    218
      230    370    260    230    218    205    205    208    218
      230    410    277    245    228    215    208    208    218
      230    450    300    268    240    225    215    213    218
      230    510    340    274    245    235    220    218    218
      230    540    360    295    265    240    230    225    222
      230    560    380    305    275    250    240    230    228
      230    578    400    315    280    265    245    240    240
      230    585    410    330    295    273    260    245    245
      230    590    490    365    310    280    270    260    250 ] ;

```

```

alfa=input('yol egimini giriniz (derece)      = ');
disp('pnomatik lastik icin f=0.008   giriniz')
f=   input('arac yol surtunme katsayisi (f) giriniz = ');
Vruzgar=input('ruzgar hizini giriniz (km/h)      = ');
%disp('Arac ozellikleri')
%m=arac kutlesini;
%A=arac kesit alanı;
%Cd=arac hava surtunme katsayisi;

disp('      HIZ CEVRIM TIPI ')
disp('ecele5 urban      icin 1')
disp('eudc extra urban icin 2')
disp('eudc dusuk guclu icin 3      GIRINIZ')

ht=input('hiz cevrim tipi      = ');
if ht==1 hizcevrimsuresi=193
elseif ht==2 hizcevrimsuresi=399
elseif ht==3 hizcevrimsuresi=399
end
toplambe=0;      %toplam yakıt tüketimi
sonzaman=hizcevrimsuresi;
for t=1:1:hizcevrimsuresi
    switch(ht)
    case(1)
        hiz=interp1(zaman1,hiz1,t,'linear');
        hizson=interp1(zaman1,hiz1,t+1,'linear');
    case(2)
        hiz=interp1(zaman2,hiz2,t,'linear');
        hizson=interp1(zaman2,hiz2,t+1,'linear');
    case(3)
        hiz=interp1(zaman3,hiz3,t,'linear');
        hizson=interp1(zaman3,hiz3,t+1,'linear');
    otherwise
        hiz=input('hiz giriniz      = ')
        hizson=input('hizson giriniz      = ')
    end
    fprintf('%d zamani icin hiz = %8.2f \n',t,hiz);

    toplamhiz=toplamhiz+hiz;

```

```

%ARAC GUC IHTIYACI HESABI
%Araca etki eden direncler
%yuvarlanma direnci
%WR=f*m*g*cos(alfa)
%m = aroz(at,1)= arac kutlesi
%f = yol surtunme katsayisi
WR=f*aroz(at,1)*g*cos(alfa*pi/180);
%aroz(at,1)= arac + iki kisinin kutlesi
%hava direnci
%WL=0.5*ro*A*Cd((Vtasit-Vruzgar)/3.6)^2
%A=input('arac kesit alanini giriniz');
%Cd=input('arachava surtunme katsayisini giriniz');
%ro,      kg/m^2 cinsinden hava yogunlugudur
%
WL=0.5*ro*aroz(at,3)*aroz(at,2)*((hiz-Vruzgar)/3.6)^2;
%aroz(at,2)= Cd hava direnc katsayisi
%aroz(at,3)= A projeksiyon kesit alanı
%egim direnci
%WS=m*g*sin(alfa*pi/180)
WS=aroz(at,1)*g*sin(alfa*pi/180);
%aroz(at,1)= arac + iki kisinin kutlesi
fprintf('WR - WL - WS   %d   %d %d \n',WR,WL,WS)
%fi*1000*(V2-V1)/3.6
%WB=fi*1000*(V2-V1)/3.6
%fi=1+0.001*(i0*ia)^2
r=0.3;
if hiz == 0 ia=0;
elseif hiz>0 & hiz <= 15 ia=aroz(at,5);
elseif hiz>15 & hiz <= 30 ia=aroz(at,6);
elseif hiz>30 & hiz <= 60 ia=aroz(at,7);
elseif hiz>60 & hiz <= 90 ia=aroz(at,8) ;
else ia=aroz(at,9);
end
n=hiz/3.6*60*aroz(at,4)*ia/2/pi/r;
%aroz(at,4)= i0 Diferansiyel disli orani
fprintf('motor deviri (d/d) =   %4.0f\n',n);
%n=Vtasit/3.6*60*i0*ia/2/pi/r
fi=1+0.001*(aroz(at,4)*ia)^2;

```

```

%i0=input('i0 giriniz');
%ia=input('ia giriniz');
%disp(hizson)
%disp(hiz)
WB = fi*1000*abs(hizson-hiz)/3.6;
%%%%%%WB,hesaplarken (hizson-hiz) mutlak deger aldim.%%%%%
fprintf('WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f\n',WR,WL,WS,WB);
%WToplam=WR+WL+WS+WB direncler toplami
wtoplam=WR+WL+WS+WB;
%Tasitin kullandigi guc
%Ntoplam=Wtoplam*Vtasit/3.6
ntoplam=wtoplam*hiz/3.6/1000; %kW cinsinden
fprintf('WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = %8.3f %8.3f\n',wtoplam,ntoplam);
ksi=0.92;
ne=ntoplam/ksi;

if mt == 1
    if hizson < hiz sfcsfc=200;
    elseif hiz==0 sfcsfc=200;
    else sfcsfc=interp2(guc,devir,sfc,ne,n); %g/kWh
    end
end
if mt == 2
    if hizson < hiz sfcsfc=200;
    elseif hiz==0 sfcsfc=200;
    else sfcsfc=interp2(guc2,devir2,sfc2,ne,n); %g/kWh
    end
end
fprintf('OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= %8.3f \n',sfcsfc);

%be = yakit tuketimi hesabi (l cinsinden)
if hizson < hiz be=0.000257; %be=0.18g/s olarak
girildi. (0.18g/s/700g/l*1s=0.000257 l)
elseif hiz==0 be=0.000257;
else be=sfcsfc/700*ne/3600*1; %l
end
fprintf('ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= %8.8f \n\n',be);
v(t)= hiz;
x(t)= t;

```



```

y(t)= ne;
z(t)= sfcsfc;
q(t)= be*100000;
toplambe=toplambe+be;
if sonzaman == t
    figure(1),plot(x,y);
    hold on;
    figure(1),plot(x,z);
    hold on;
    figure(1),plot(x,q);
    fprintf('TOPLAM YAKIT TUKETIMI (l)= %8.8f \n',toplambe);
    ortalamahiz=toplamhiz/hizcevrimsuresi;
    fprintf('ORTALAMA HIZ (km/h)= %8.1f \n',ortalamahiz);
    yol=ortalamahiz*hizcevrimsuresi/3600;
    fprintf('YOL (km)= %8.3f \n',yol);
    yakittuketimi100km=toplambe*100/yol;
    fprintf('YAKIT TUKETIMI (l/100km)= %8.1f \n',yakittuketimi100km);
end
if sonzaman == t
    figure(2),plot(x,v);
    hold on;
    figure(2),plot(x,q);
end
end
end

```

Not: Gerçek motor yakıt tüketim haritası değerleri, şirket gizlilik politikaları sebebi ile gösterilmemiştir. Benzer ve yakın değerler alınmıştır.

ARAC YAKIT TUKETIM PROGRAMINA HOSGELDINIZ

Arac ozellilerini otomatik olarak secmek icin

BCAR proto duz vites icin 1 giriniz

OPEL MERIVA Easytronic icin 2 giriniz

OPEL ASTRA duz vites icin 3 giriniz

VW BEETLE 1.9 TDI duz vites icin 4 giriniz

ozellikleri MANUEL secmek icin 9 giriniz

Arac tipini giriniz = 1

Motor tipini giriniz = 1

yol egimini giriniz (derece) = 0
pnomatik lastik icin $f=0.008$ giriniz
arac yol surtunme katsayisi (f) giriniz = 0.008
ruzgar hizini giriniz (km/h) = 0

HIZ CEVRIM TIPI

ece15 urban icin 1
eudc extra urban icin 2
eudc dusuk guclu icin 3 GIRINIZ
hiz cevrim tipi = 1

hizcevrimsuresi = 193

1 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

2 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

3 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

4 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

5 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

6 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

7 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

8 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

9 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

10 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

11 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 1041.667

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1151.617 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

12 zamani icin hiz = 3.75

motor deviri (d/d) = 482

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.530 0.000 1261.730

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1372.210 1.429

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 343.617

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00021185

13 zamani icin hiz = 7.50

motor deviri (d/d) = 964

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 2.118 0.000 1261.730

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1373.798 2.862

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 322.868

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00039858

14 zamani icin hiz = 11.25

motor deviri (d/d) = 1446

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 4.766 0.000 1261.730

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1376.446 4.301

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 306.443

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00056855

15 zamani icin hiz = 15.00

motor deviri (d/d) = 1928

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 8.472 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 118.423 0.493

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 357.712

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00007613

16 zamani icin hiz = 15.00

motor deviri (d/d) = 1928

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 8.472 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 118.423 0.493

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 357.712

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00007613

17 zamani icin hiz = 15.00

motor deviri (d/d) = 1928

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 8.472 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 118.423 0.493

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 357.712

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00007613

18 zamani icin hiz = 15.00

motor deviri (d/d) = 1928

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 8.472 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 118.423 0.493

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 357.712

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00007613

19 zamani icin hiz = 15.00

motor deviri (d/d) = 1928

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 8.472 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 118.423 0.493

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 357.712

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00007613

20 zamani icin hiz = 15.00

motor deviri (d/d) = 1928

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 8.472 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 118.423 0.493

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 357.712

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00007613

21 zamani icin hiz = 15.00

motor deviri (d/d) = 1928

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 8.472 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 118.423 0.493

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 357.712

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00007613

22 zamani icin hiz = 15.00

motor deviri (d/d) = 1928

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 8.472 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 118.423 0.493

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 357.712

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00007613

23 zamani icin hiz = 15.00

motor deviri (d/d) = 1928

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 8.472 0.000 1261.730

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1380.152 5.751

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

24 zamani icin hiz = 11.25

motor deviri (d/d) = 1446

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 4.766 0.000 1261.730

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1376.446 4.301

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

25 zamani icin hiz = 7.50

motor deviri (d/d) = 964

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 2.118 0.000 1261.730

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1373.798 2.862

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

26 zamani icin hiz = 3.75

motor deviri (d/d) = 482

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.530 0.000 1261.730

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1372.210 1.429

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

27 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

28 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

29 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

30 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

31 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

32 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

33 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

34 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

35 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

36 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

37 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

38 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

39 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

40 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

41 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

42 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

43 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

44 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

45 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

46 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

47 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

48 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

49 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 740.741

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 850.691 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

50 zamani icin hiz = 2.67

motor deviri (d/d) = 343

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.268 0.000 897.230

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1007.448 0.746

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 352.719

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00011353

51 zamani icin hiz = 5.33

motor deviri (d/d) = 685

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 1.071 0.000 897.230

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1008.251 1.494

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 342.378

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00022059

52 zamani icin hiz = 8.00

motor deviri (d/d) = 1028

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 2.410 0.000 897.230

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1009.590 2.244

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 331.335

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00032064

53 zamani icin hiz = 10.67

motor deviri (d/d) = 1371

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 4.284 0.000 897.230

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1011.465 2.997

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 320.849

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00041475

54 zamani icin hiz = 13.33

motor deviri (d/d) = 1714

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 6.694 0.000 897.230

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1013.875 3.755

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 325.484

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00052718

55 zamani icin hiz = 16.00

motor deviri (d/d) = 1103

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 9.640 0.000 785.752

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 905.342 4.024

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 306.557

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00053205

56 zamani icin hiz = 18.67

motor deviri (d/d) = 1287

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 13.120 0.000 785.752

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 908.823 4.712

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 296.972

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00060363

57 zamani icin hiz = 21.33

motor deviri (d/d) = 1470

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 17.137 0.000 785.752

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 912.839 5.409

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 294.585

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00068734

58 zamani icin hiz = 24.00

motor deviri (d/d) = 1654

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 21.689 0.000 785.752

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 917.391 6.116

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 298.931

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00078858

59 zamani icin hiz = 26.67

motor deviri (d/d) = 1838

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 26.776 0.000 785.752

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 922.479 6.833

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 304.507

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00089750

60 zamani icin hiz = 29.33

motor deviri (d/d) = 2022

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 32.399 0.000 785.752

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 928.102 7.562

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 311.951

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00101754

61 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00019598

62 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00019598

63 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00019598

64 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00019598

65 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

66 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

67 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

68 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

69 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

70 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

71 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

72 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

73 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

74 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

75 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

76 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

77 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

78 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

79 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

80 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

81 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

82 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

83 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00019598

84 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 148.509 1.320

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00019598

85 zamani icin hiz = 32.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 38.558 0.000 827.262

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 975.770 8.674

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

86 zamani icin hiz = 29.09

motor deviri (d/d) = 2005

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 31.866 0.000 857.184

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 999.001 8.073

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

87 zamani icin hiz = 26.18

motor deviri (d/d) = 1805

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 25.812 0.000 857.184

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 992.946 7.221

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

88 zamani icin hiz = 23.27

motor deviri (d/d) = 1604

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 20.394 0.000 857.184

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 987.529 6.384

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

89 zamani icin hiz = 20.36

motor deviri (d/d) = 1404

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 15.614 0.000 857.184

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 982.749 5.559

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

90 zamani icin hiz = 17.45

motor deviri (d/d) = 1203

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 11.472 0.000 857.184

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 978.606 4.745

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

91 zamani icin hiz = 14.55

motor deviri (d/d) = 1869

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 7.967 0.000 978.796

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1096.713 4.431

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

92 zamani icin hiz = 11.64

motor deviri (d/d) = 1495

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 5.099 0.000 978.796

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1093.845 3.536

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

93 zamani icin hiz = 8.73

motor deviri (d/d) = 1122

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 2.868 0.000 978.796

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1091.615 2.646

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

94 zamani icin hiz = 5.82

motor deviri (d/d) = 748

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 1.275 0.000 978.796

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1090.021 1.762

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

95 zamani icin hiz = 2.91

motor deviri (d/d) = 374

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.319 0.000 978.796

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1089.065 0.880

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

96 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

97 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

98 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

99 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

100 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

101 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

102 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

103 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

104 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

105 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

106 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

107 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

108 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

109 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

110 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

111 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

112 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

113 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

114 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

115 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

116 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

117 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 532.407

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 642.358 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

118 zamani icin hiz = 1.92

motor deviri (d/d) = 246

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.138 0.000 644.884

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 754.973 0.402

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 357.208

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00006193

119 zamani icin hiz = 3.83

motor deviri (d/d) = 493

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.553 0.000 644.884

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 755.388 0.804

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 351.829

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00012206

120 zamani icin hiz = 5.75

motor deviri (d/d) = 739

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 1.245 0.000 644.884

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 756.079 1.208

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 346.146

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00018030

121 zamani icin hiz = 7.67

motor deviri (d/d) = 985

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 2.213 0.000 644.884

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 757.048 1.612

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 340.152

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00023654

122 zamani icin hiz = 9.58

motor deviri (d/d) = 1232

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 3.458 0.000 644.884

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 758.293 2.019

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 334.465

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00029121

123 zamani icin hiz = 11.50

motor deviri (d/d) = 1478

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 4.980 0.000 644.884

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 759.814 2.427

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 332.255

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00034784

124 zamani icin hiz = 13.42

motor deviri (d/d) = 1724

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 6.778 0.000 644.884

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 761.613 2.838

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 334.645

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00040971

125 zamani icin hiz = 15.33

motor deviri (d/d) = 1057

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 8.853 0.000 564.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 683.563 2.911

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 322.038

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00040442

126 zamani icin hiz = 17.25

motor deviri (d/d) = 1189

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 11.205 0.000 564.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 685.914 3.287

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 316.816

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00044913

127 zamani icin hiz = 19.17

motor deviri (d/d) = 1321

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 13.833 0.000 564.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 688.542 3.666

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 311.538

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00049260

128 zamani icin hiz = 21.08

motor deviri (d/d) = 1453

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 16.738 0.000 564.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 691.447 4.049

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 310.285

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00054196

129 zamani icin hiz = 23.00

motor deviri (d/d) = 1585

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 19.919 0.000 556.574

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 686.444 4.386

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 313.674

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00059336

130 zamani icin hiz = 24.89

motor deviri (d/d) = 1715

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 23.325 0.000 556.574

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 689.850 4.769

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 315.774

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00064960

131 zamani icin hiz = 26.78

motor deviri (d/d) = 1846

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 27.000 0.000 556.574

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 693.525 5.159

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 318.887

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00070955

132 zamani icin hiz = 28.67

motor deviri (d/d) = 1976

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 30.943 0.000 556.574

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 697.468 5.554

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 323.034

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00077385

133 zamani icin hiz = 30.56

motor deviri (d/d) = 1316

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 35.156 0.000 537.146

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 682.252 5.791

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 281.964

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00070427

134 zamani icin hiz = 32.44

motor deviri (d/d) = 1398

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 39.637 0.000 537.146

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 686.733 6.189

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 276.419

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00073791

135 zamani icin hiz = 34.33

motor deviri (d/d) = 1479

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 44.386 0.000 537.146

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 691.482 6.595

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 280.845

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00079886

136 zamani icin hiz = 36.22

motor deviri (d/d) = 1560

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 49.404 0.000 537.146

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 696.500 7.008

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 282.959

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00085532

137 zamani icin hiz = 38.11

motor deviri (d/d) = 1642

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 54.691 0.000 537.146

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 701.787 7.429

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 284.453

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00091154

138 zamani icin hiz = 40.00

motor deviri (d/d) = 1723

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 60.247 0.000 568.742

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 738.940 8.210

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 283.124

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00100266

139 zamani icin hiz = 42.00

motor deviri (d/d) = 1809

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 66.422 0.000 568.742

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 745.115 8.693

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 283.568

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00106326

140 zamani icin hiz = 44.00

motor deviri (d/d) = 1895

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 72.899 0.000 568.742

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 751.592 9.186

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 282.150

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00111795

141 zamani icin hiz = 46.00

motor deviri (d/d) = 1982

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 79.677 0.000 568.742

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 758.369 9.690

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 278.805

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00116533

142 zamani icin hiz = 48.00

motor deviri (d/d) = 2068

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 86.756 0.000 568.742

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 765.448 10.206

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 273.363

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00120339

143 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

144 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

145 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

146 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

147 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

148 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

149 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

150 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

151 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

152 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

153 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

154 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

155 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 568.742

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 772.829 10.734

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

156 zamani icin hiz = 48.00

motor deviri (d/d) = 2068

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 86.756 0.000 568.742

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 765.448 10.206

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

157 zamani icin hiz = 46.00

motor deviri (d/d) = 1982

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 79.677 0.000 568.742

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 758.369 9.690

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

158 zamani icin hiz = 44.00

motor deviri (d/d) = 1895

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 72.899 0.000 568.742

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 751.592 9.186

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

159 zamani icin hiz = 42.00

motor deviri (d/d) = 1809

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 66.422 0.000 568.742

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 745.115 8.693

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

160 zamani icin hiz = 40.00

motor deviri (d/d) = 1723

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 60.247 0.000 379.162

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 549.359 6.104

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

161 zamani icin hiz = 38.67

motor deviri (d/d) = 1666

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 56.297 0.000 379.162

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 545.409 5.858

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

162 zamani icin hiz = 37.33

motor deviri (d/d) = 1608

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 52.482 0.000 379.162

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 541.594 5.617

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

163 zamani icin hiz = 36.00

motor deviri (d/d) = 1551

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 48.800 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 158.750 1.588

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.012

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00023556

164 zamani icin hiz = 36.00

motor deviri (d/d) = 1551

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 48.800 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 158.750 1.588

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.012

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00023556

165 zamani icin hiz = 36.00

motor deviri (d/d) = 1551

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 48.800 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 158.750 1.588

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.012

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00023556

166 zamani icin hiz = 36.00

motor deviri (d/d) = 1551

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 48.800 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 158.750 1.588

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.012

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00023556

167 zamani icin hiz = 36.00

motor deviri (d/d) = 1551

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 48.800 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 158.750 1.588

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.012

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00023556

168 zamani icin hiz = 36.00

motor deviri (d/d) = 1551

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 48.800 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 158.750 1.588

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.012

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00023556

169 zamani icin hiz = 36.00
motor deviri (d/d) = 1551
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 48.800 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 158.750 1.588
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.012
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00023556

170 zamani icin hiz = 36.00
motor deviri (d/d) = 1551
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 48.800 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 158.750 1.588
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.012
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00023556

171 zamani icin hiz = 36.00
motor deviri (d/d) = 1551
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 48.800 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 158.750 1.588
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.012
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00023556

172 zamani icin hiz = 36.00
motor deviri (d/d) = 1551
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 48.800 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 158.750 1.588
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.012
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00023556

173 zamani icin hiz = 36.00
motor deviri (d/d) = 1551
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 48.800 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 158.750 1.588
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.012

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00023556

174 zamani icin hiz = 36.00

motor deviri (d/d) = 1551

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 48.800 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 158.750 1.588

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.012

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00023556

175 zamani icin hiz = 36.00

motor deviri (d/d) = 1551

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 48.800 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 158.750 1.588

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.012

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00023556

176 zamani icin hiz = 36.00

motor deviri (d/d) = 1551

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 48.800 0.000 758.323

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 917.074 9.171

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

177 zamani icin hiz = 33.33

motor deviri (d/d) = 1436

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 41.838 0.000 758.323

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 910.112 8.427

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

178 zamani icin hiz = 30.67

motor deviri (d/d) = 1321

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 35.412 0.000 758.323

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 903.686 7.698

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

179 zamani icin hiz = 28.00

motor deviri (d/d) = 1930

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 29.521 0.000 785.752

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 925.223 7.196

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

180 zamani icin hiz = 25.33

motor deviri (d/d) = 1746

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 24.166 0.000 785.752

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 919.868 6.473

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

181 zamani icin hiz = 22.67

motor deviri (d/d) = 1562

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 19.346 0.000 785.752

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 915.048 5.761

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

182 zamani icin hiz = 20.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 15.062 0.000 982.190

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1107.202 6.151

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

183 zamani icin hiz = 16.67

motor deviri (d/d) = 1149

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 10.460 0.000 982.190

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1102.600 5.105

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

184 zamani icin hiz = 13.33

motor deviri (d/d) = 1714

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 6.694 0.000 1121.537

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1238.182 4.586

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

185 zamani icin hiz = 10.00

motor deviri (d/d) = 1285

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 3.765 0.000 1121.537

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1235.253 3.431

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

186 zamani icin hiz = 6.67

motor deviri (d/d) = 857

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 1.674 0.000 1121.537

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1233.161 2.284

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

187 zamani icin hiz = 3.33

motor deviri (d/d) = 428

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.418 0.000 1121.537

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1231.906 1.141

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

188 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

189 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

190 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

191 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

192 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

193 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

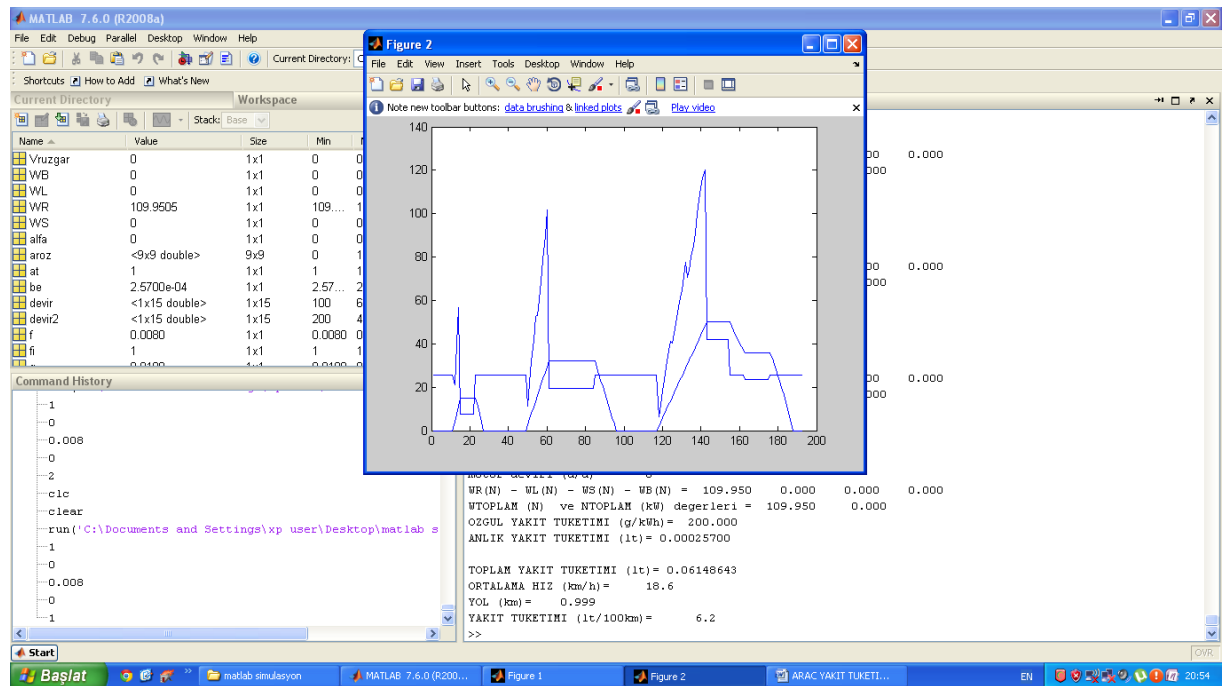
TOPLAM YAKIT TUKETIMI (l)= 0.06148643

ORTALAMA HIZ (km/h)= 18.6

YOL (km)= 0.999

YAKIT TUKETIMI (l/100km)= 6.2

>>



>> run('C:\Documents and Settings\xp user\Desktop\matlab
simulasyon\hizcevrimi8.m')

ARAC YAKIT TUKETIM PROGRAMINA HOSGELDINIZ

Arac ozellilerini otomatik olarak secmek icin

BCAR proto duz vites icin 1 giriniz

OPEL MERIVA Easytronic icin 2 giriniz

OPEL ASTRA duz vites icin 3 giriniz

VW BEETLE 1.9 TDI duz vites icin 4 giriniz

ozellikleri MANUEL secmek icin 9 giriniz

Arac tipini giriniz = 1

Motor tipini giriniz = 1

yol egimini giriniz (derece) = 0

pnomatik lastik icin $f=0.008$ giriniz

arac yol surtunme katsayisi (f) giriniz = 0.008

ruzgar hizini giriniz (km/h) = 0

HIZ CEVRIM TIPI

ece15 urban icin 1

eudc extra urban icin 2

eudc dusuk guclu icin 3 GIRINIZ

hiz cevrim tipi = 2

hizcevrimsuresi = 399

1 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

$WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 \quad 0.000 \quad 0.000 \quad 0.000$

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

2 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

$WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 \quad 0.000 \quad 0.000 \quad 0.000$

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

3 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

4 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

5 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

6 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

7 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

8 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

9 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

10 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

11 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

12 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

13 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

14 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

15 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

16 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

17 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

18 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 462.963

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 572.913 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

19 zamani icin hiz = 1.67

motor deviri (d/d) = 214

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.105 0.000 560.769

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 670.824 0.311

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 358.385

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00004801

20 zamani icin hiz = 3.33

motor deviri (d/d) = 428

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.418 0.000 560.769

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 671.138 0.621

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 354.280

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00009496

21 zamani icin hiz = 5.00

motor deviri (d/d) = 643

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.941 0.000 560.769

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 671.661 0.933

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 349.971

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00014082

22 zamani icin hiz = 6.67

motor deviri (d/d) = 857

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 1.674 0.000 560.769

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 672.393 1.245

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 345.454

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00018554

23 zamani icin hiz = 8.33

motor deviri (d/d) = 1071

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 2.615 0.000 560.769

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 673.334 1.559

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 340.867

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00022916

24 zamani icin hiz = 10.00

motor deviri (d/d) = 1285

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 3.765 0.000 560.769

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 674.485 1.874

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 336.484

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00027192

25 zamani icin hiz = 11.67

motor deviri (d/d) = 1499

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 5.125 0.000 560.769

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 675.844 2.190

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 336.040

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00031746

26 zamani icin hiz = 13.33

motor deviri (d/d) = 1714

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 6.694 0.000 560.769

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 677.413 2.509

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 337.528

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00036527

27 zamani icin hiz = 15.00

motor deviri (d/d) = 1928

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 8.472 0.000 560.769

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 679.191 2.830

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 340.436

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00041555

28 zamani icin hiz = 16.67

motor deviri (d/d) = 1149

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 10.460 0.000 491.095

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 611.505 2.831

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 323.158

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00039461

29 zamani icin hiz = 18.33

motor deviri (d/d) = 1264

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 12.656 0.000 491.095

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 613.701 3.125

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 319.062

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00043011

30 zamani icin hiz = 20.00

motor deviri (d/d) = 1378

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 15.062 0.000 491.095

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 616.107 3.423

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 314.921

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00046494

31 zamani icin hiz = 21.67

motor deviri (d/d) = 1493

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 17.677 0.000 491.095

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 618.722 3.724

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 317.304

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00050965

32 zamani icin hiz = 23.33

motor deviri (d/d) = 1608

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 20.501 0.000 491.095

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 621.546 4.029

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 318.548

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00055352

33 zamani icin hiz = 25.00

motor deviri (d/d) = 1723

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 23.534 0.000 491.095

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 624.579 4.337

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 320.277

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00059919

34 zamani icin hiz = 26.67

motor deviri (d/d) = 1838

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 26.776 0.000 491.095

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 627.822 4.651

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 322.723

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00064736

35 zamani icin hiz = 28.33

motor deviri (d/d) = 1953

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 30.228 0.000 491.095

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 631.274 4.968

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 325.899

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00069841

36 zamani icin hiz = 30.00

motor deviri (d/d) = 2068

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 33.889 0.000 491.095

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 634.934 5.291

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 327.985

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00074854

37 zamani icin hiz = 31.67

motor deviri (d/d) = 1364

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 37.759 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 621.661 5.468

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 286.451

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00067564

38 zamani icin hiz = 33.33

motor deviri (d/d) = 1436

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 41.838 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 625.741 5.794

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 285.927

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00071456

39 zamani icin hiz = 35.00

motor deviri (d/d) = 1508

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 46.127 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 630.029 6.125

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 289.607

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00076515

40 zamani icin hiz = 36.67

motor deviri (d/d) = 1580

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 50.624 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 634.527 6.463

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 290.389

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00080949

41 zamani icin hiz = 38.33

motor deviri (d/d) = 1651

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 55.331 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 639.233 6.807

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 291.619

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00085617

42 zamani icin hiz = 40.00

motor deviri (d/d) = 1723

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 60.247 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 644.149 7.157

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 293.308

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00090548

43 zamani icin hiz = 41.67

motor deviri (d/d) = 1795

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 65.372 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 649.275 7.515

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 295.470

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00095772

44 zamani icin hiz = 43.33

motor deviri (d/d) = 1867

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 70.706 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 654.609 7.880

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 297.402

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00101078

45 zamani icin hiz = 45.00

motor deviri (d/d) = 1939

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 76.250 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 660.153 8.252

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 297.612

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00105930

46 zamani icin hiz = 46.67

motor deviri (d/d) = 2010

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 82.003 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 665.905 8.632

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 296.325

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00110331

47 zamani icin hiz = 48.33

motor deviri (d/d) = 2082

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 87.965 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 671.867 9.020

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 292.666

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00113871

48 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 678.038 9.417

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 288.581

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00117220

49 zamani icin hiz = 51.67

motor deviri (d/d) = 2226

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 100.516 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 684.419 9.823

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 284.055

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00120349

50 zamani icin hiz = 53.33
motor deviri (d/d) = 2297
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 107.106 0.000 473.952
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 691.008 10.237
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 279.074
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00123228

51 zamani icin hiz = 55.00
motor deviri (d/d) = 2369
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 113.904 0.000 473.952
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 697.807 10.661
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 273.623
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00125823

52 zamani icin hiz = 56.67
motor deviri (d/d) = 2441
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 120.912 0.000 473.952
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 704.815 11.094
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 267.686
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00128097

53 zamani icin hiz = 58.33
motor deviri (d/d) = 2513
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 128.129 0.000 473.952
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 712.032 11.538
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 261.251
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00130012

54 zamani icin hiz = 60.00
motor deviri (d/d) = 2585
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 135.556 0.000 473.952
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 719.458 11.991
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 261.457

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00135228

55 zamani icin hiz = 61.67

motor deviri (d/d) = 1948

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 143.191 0.000 468.873

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 722.014 12.368

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 250.290

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00133521

56 zamani icin hiz = 63.33

motor deviri (d/d) = 2001

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 151.036 0.000 468.873

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 729.859 12.840

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 250.889

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00138951

57 zamani icin hiz = 65.00

motor deviri (d/d) = 2053

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 159.090 0.000 468.873

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 737.913 13.323

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 252.152

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00144907

58 zamani icin hiz = 66.67

motor deviri (d/d) = 2106

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 167.353 0.000 468.873

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 746.176 13.818

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 253.351

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00151001

59 zamani icin hiz = 68.33

motor deviri (d/d) = 2159

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 175.825 0.000 468.873

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 754.648 14.324

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 254.482

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00157233

60 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

61 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

62 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

63 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

64 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

65 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

66 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

67 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

68 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

69 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

70 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

71 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

72 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

73 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

74 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

75 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

76 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

77 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

78 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

79 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

80 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

81 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

82 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

83 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

84 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

85 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

86 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

87 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

88 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

89 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

90 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

91 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

92 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

93 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

94 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

95 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

96 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

97 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

98 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

99 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

100 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

101 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

102 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

103 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

104 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

105 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

106 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

107 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

108 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

109 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

110 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 703.309

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 997.766 19.401

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

111 zamani icin hiz = 67.50

motor deviri (d/d) = 2132

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 171.563 0.000 703.309

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 984.822 18.465

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

112 zamani icin hiz = 65.00

motor deviri (d/d) = 2053

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 159.090 0.000 703.309

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 972.349 17.556

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

113 zamani icin hiz = 62.50

motor deviri (d/d) = 1974

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 147.087 0.000 703.309

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 960.347 16.673

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

114 zamani icin hiz = 60.00

motor deviri (d/d) = 2585

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 135.556 0.000 710.928

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 956.434 15.941

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

115 zamani icin hiz = 57.50

motor deviri (d/d) = 2477

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 124.495 0.000 710.928

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 945.373 15.100

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

116 zamani icin hiz = 55.00
motor deviri (d/d) = 2369
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 113.904 0.000 710.928
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 934.783 14.281
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

117 zamani icin hiz = 52.50
motor deviri (d/d) = 2262
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 103.785 0.000 710.928
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 924.663 13.485
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

118 zamani icin hiz = 50.00
motor deviri (d/d) = 2154
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

119 zamani icin hiz = 50.00
motor deviri (d/d) = 2154
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

120 zamani icin hiz = 50.00
motor deviri (d/d) = 2154
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

121 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

122 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

123 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

124 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

125 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

126 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

127 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

128 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

129 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

130 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

131 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

132 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

133 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

134 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

135 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

136 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

137 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

138 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

139 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

140 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

141 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

142 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

143 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

144 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

145 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

146 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

147 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

148 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

149 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

150 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

151 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

152 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

153 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

154 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

155 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

156 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

157 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

158 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

159 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

160 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

161 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

162 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

163 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

164 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

165 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

166 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

167 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

168 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

169 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

170 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

171 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

172 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

173 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

174 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

175 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

176 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00042131

177 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

178 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

179 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

180 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

181 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

182 zamani icin hiz = 50.00
motor deviri (d/d) = 2154
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

183 zamani icin hiz = 50.00
motor deviri (d/d) = 2154
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

184 zamani icin hiz = 50.00
motor deviri (d/d) = 2154
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

185 zamani icin hiz = 50.00
motor deviri (d/d) = 2154
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

186 zamani icin hiz = 50.00
motor deviri (d/d) = 2154
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

187 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 204.086 2.835

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 344.596

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00042131

188 zamani icin hiz = 50.00

motor deviri (d/d) = 2154

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 94.136 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 678.038 9.417

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 288.581

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00117220

189 zamani icin hiz = 51.67

motor deviri (d/d) = 2226

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 100.516 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 684.419 9.823

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 284.055

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00120349

190 zamani icin hiz = 53.33

motor deviri (d/d) = 2297

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 107.106 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 691.008 10.237

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 279.074

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00123228

191 zamani icin hiz = 55.00

motor deviri (d/d) = 2369

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 113.904 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 697.807 10.661

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 273.623

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00125823

192 zamani icin hiz = 56.67

motor deviri (d/d) = 2441

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 120.912 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 704.815 11.094

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 267.686

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00128097

193 zamani icin hiz = 58.33

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 128.129 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 712.032 11.538

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 261.251

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00130012

194 zamani icin hiz = 60.00

motor deviri (d/d) = 2585

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 135.556 0.000 473.952

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 719.458 11.991

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 261.457

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00135228

195 zamani icin hiz = 61.67

motor deviri (d/d) = 1948

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 143.191 0.000 468.873

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 722.014 12.368

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 250.290

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00133521

196 zamani icin hiz = 63.33

motor deviri (d/d) = 2001

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 151.036 0.000 468.873

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 729.859 12.840

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 250.889

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00138951

197 zamani icin hiz = 65.00

motor deviri (d/d) = 2053

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 159.090 0.000 468.873

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 737.913 13.323

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 252.152

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00144907

198 zamani icin hiz = 66.67

motor deviri (d/d) = 2106

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 167.353 0.000 468.873

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 746.176 13.818

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 253.351

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151001

199 zamani icin hiz = 68.33

motor deviri (d/d) = 2159

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 175.825 0.000 468.873

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 754.648 14.324

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 254.482

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00157233

200 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

201 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

202 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

203 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

204 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

205 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

206 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

207 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

208 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

209 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

210 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

211 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

212 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

213 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

214 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

215 zamani icin hiz = 70.00
motor deviri (d/d) = 2211
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

216 zamani icin hiz = 70.00
motor deviri (d/d) = 2211
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

217 zamani icin hiz = 70.00
motor deviri (d/d) = 2211
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

218 zamani icin hiz = 70.00
motor deviri (d/d) = 2211
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

219 zamani icin hiz = 70.00
motor deviri (d/d) = 2211
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

220 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

221 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

222 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

223 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

224 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

225 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

226 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

227 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

228 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

229 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

230 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

231 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

232 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

233 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

234 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

235 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

236 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

237 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

238 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

239 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

240 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

241 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

242 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00081369

243 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

244 zamani icin hiz = 70.00
motor deviri (d/d) = 2211
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

245 zamani icin hiz = 70.00
motor deviri (d/d) = 2211
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

246 zamani icin hiz = 70.00
motor deviri (d/d) = 2211
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

247 zamani icin hiz = 70.00
motor deviri (d/d) = 2211
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

248 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

249 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 294.457 5.726

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 329.481

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00081369

250 zamani icin hiz = 70.00

motor deviri (d/d) = 2211

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 184.506 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 535.591 10.414

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 273.803

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00122992

251 zamani icin hiz = 70.86

motor deviri (d/d) = 2238

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 189.052 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 540.137 10.631

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 270.872

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00124211

252 zamani icin hiz = 71.71

motor deviri (d/d) = 2265

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 193.654 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 544.739 10.852

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 267.825

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00125359

253 zamani icin hiz = 72.57

motor deviri (d/d) = 2293

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 198.311 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 549.396 11.075

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 264.660

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00126430

254 zamani icin hiz = 73.43

motor deviri (d/d) = 2320

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 203.023 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 554.108 11.302

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 261.375

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00127419

255 zamani icin hiz = 74.29

motor deviri (d/d) = 2347

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 207.790 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 558.875 11.532

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 257.968

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00128320

256 zamani icin hiz = 75.14

motor deviri (d/d) = 2374

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 212.613 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 563.698 11.766

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 257.507

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00130687

257 zamani icin hiz = 76.00

motor deviri (d/d) = 2401

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 217.491 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 568.576 12.003

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 258.075

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00133616

258 zamani icin hiz = 76.86

motor deviri (d/d) = 2428

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 222.425 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 573.510 12.244

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 258.625

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00136586

259 zamani icin hiz = 77.71

motor deviri (d/d) = 2455

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 227.414 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 578.499 12.488

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 259.157

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00139597

260 zamani icin hiz = 78.57

motor deviri (d/d) = 2482

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 232.458 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 583.543 12.736

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 259.671

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00142649

261 zamani icin hiz = 79.43

motor deviri (d/d) = 2509

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 237.557 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 588.642 12.988

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.094

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00145703

262 zamani icin hiz = 80.29

motor deviri (d/d) = 2536

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 242.712 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 593.797 13.243

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.306

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00148686

263 zamani icin hiz = 81.14

motor deviri (d/d) = 2563

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 247.922 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 599.007 13.501

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.419

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151657

264 zamani icin hiz = 82.00

motor deviri (d/d) = 2590

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 253.188 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 604.273 13.764

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.431

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00154614

265 zamani icin hiz = 82.86

motor deviri (d/d) = 2617

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 258.508 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 609.593 14.030

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.341

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00157551

266 zamani icin hiz = 83.71

motor deviri (d/d) = 2645

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 263.885 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 614.970 14.300

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.146

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00160464

267 zamani icin hiz = 84.57

motor deviri (d/d) = 2672

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 269.316 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 620.401 14.574

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 259.691

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00163254

268 zamani icin hiz = 85.43

motor deviri (d/d) = 2699

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 274.803 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 625.888 14.852

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 259.043

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00165952

269 zamani icin hiz = 86.29

motor deviri (d/d) = 2726

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 280.345 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 631.430 15.134

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 258.399

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00168680

270 zamani icin hiz = 87.14

motor deviri (d/d) = 2753

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 285.942 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 637.027 15.420

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 257.758

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00171440

271 zamani icin hiz = 88.00

motor deviri (d/d) = 2780

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 291.595 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 642.680 15.710

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 257.121

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00174230

272 zamani icin hiz = 88.86

motor deviri (d/d) = 2807

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 297.303 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 648.388 16.004

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 256.488

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00177053

273 zamani icin hiz = 89.71

motor deviri (d/d) = 2834

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 303.067 0.000 241.134

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 654.152 16.302

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 255.859

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00179908

274 zamani icin hiz = 90.57

motor deviri (d/d) = 2276

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 308.885 0.000 240.018

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 658.854 16.576

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 252.066

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00180220

275 zamani icin hiz = 91.43

motor deviri (d/d) = 2297

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 314.759 0.000 240.018

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 664.728 16.882

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 251.677

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00183264

276 zamani icin hiz = 92.29

motor deviri (d/d) = 2319

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 320.689 0.000 240.018

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 670.658 17.192

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 251.250

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00186317

277 zamani icin hiz = 93.14

motor deviri (d/d) = 2341

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 326.674 0.000 240.018

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 676.642 17.507

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 250.787

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00189375

278 zamani icin hiz = 94.00

motor deviri (d/d) = 2362

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 332.714 0.000 240.018

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 682.682 17.826

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 250.286

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00192439

279 zamani icin hiz = 94.86

motor deviri (d/d) = 2384

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 338.809 0.000 240.018

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 688.778 18.149

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 249.747

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00195505

280 zamani icin hiz = 95.71

motor deviri (d/d) = 2405

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 344.960 0.000 240.018

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 694.928 18.476

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 249.168

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00198572

281 zamani icin hiz = 96.57
motor deviri (d/d) = 2427
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 351.166 0.000 240.018
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 701.135 18.808
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 248.549
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00201637

282 zamani icin hiz = 97.43
motor deviri (d/d) = 2448
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 357.427 0.000 240.018
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 707.396 19.145
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 247.890
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00204699

283 zamani icin hiz = 98.29
motor deviri (d/d) = 2470
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 363.744 0.000 240.018
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 713.713 19.485
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 247.617
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00208115

284 zamani icin hiz = 99.14
motor deviri (d/d) = 2491
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 370.116 0.000 240.018
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 720.085 19.831
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 247.456
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00211667

285 zamani icin hiz = 100.00
motor deviri (d/d) = 2513
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00151600

286 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00151600

287 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00151600

288 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00151600

289 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00151600

290 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084
ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

291 zamani icin hiz = 100.00
motor deviri (d/d) = 2513
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084
ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

292 zamani icin hiz = 100.00
motor deviri (d/d) = 2513
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084
ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

293 zamani icin hiz = 100.00
motor deviri (d/d) = 2513
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084
ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

294 zamani icin hiz = 100.00
motor deviri (d/d) = 2513
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084
ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

295 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

296 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

297 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

298 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

299 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

300 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

301 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

302 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

303 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

304 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

305 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

306 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

307 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

308 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00151600

309 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00151600

310 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00151600

311 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00151600

312 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00151600

313 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00151600

314 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00151600

315 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 486.494 13.514

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 260.084

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00151600

316 zamani icin hiz = 100.00

motor deviri (d/d) = 2513

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 376.543 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 781.253 21.701

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 245.990

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00230260

317 zamani icin hiz = 101.05

motor deviri (d/d) = 2539

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 384.512 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 789.222 22.154

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 245.687

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00234767

318 zamani icin hiz = 102.11

motor deviri (d/d) = 2566

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 392.565 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 797.274 22.613

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 245.368

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00239322

319 zamani icin hiz = 103.16

motor deviri (d/d) = 2592

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 400.700 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 805.410 23.079

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 245.033

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00243923

320 zamani icin hiz = 104.21

motor deviri (d/d) = 2619

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 408.920 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 813.629 23.552

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 244.681

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00248569

321 zamani icin hiz = 105.26

motor deviri (d/d) = 2645

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 417.222 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 821.932 24.033

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 244.312

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00253260

322 zamani icin hiz = 106.32

motor deviri (d/d) = 2672

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 425.609 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 830.318 24.521

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 243.927

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00257995

323 zamani icin hiz = 107.37

motor deviri (d/d) = 2698

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 434.078 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 838.788 25.016

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 243.524

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00262772

324 zamani icin hiz = 108.42

motor deviri (d/d) = 2724

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 442.631 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 847.341 25.519

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 243.103

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00267591

325 zamani icin hiz = 109.47

motor deviri (d/d) = 2751

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 451.268 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 855.978 26.030

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 242.664

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00272450

326 zamani icin hiz = 110.53

motor deviri (d/d) = 2777

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 459.988 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 864.698 26.548

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 242.207

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00277348

327 zamani icin hiz = 111.58

motor deviri (d/d) = 2804

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 468.791 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 873.501 27.073

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 241.731

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00282285

328 zamani icin hiz = 112.63

motor deviri (d/d) = 2830

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 477.678 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 882.388 27.607

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 241.236

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00287257

329 zamani icin hiz = 113.68

motor deviri (d/d) = 2857

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 486.648 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 891.358 28.148

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 240.722

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00292265

330 zamani icin hiz = 114.74

motor deviri (d/d) = 2883

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 495.702 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 900.412 28.697

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 240.188

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00297307

331 zamani icin hiz = 115.79

motor deviri (d/d) = 2910

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 504.839 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 909.549 29.254

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 240.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00302842

332 zamani icin hiz = 116.84

motor deviri (d/d) = 2936

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 514.060 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 918.770 29.820

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 240.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00308693

333 zamani icin hiz = 117.89

motor deviri (d/d) = 2963

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 523.364 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 928.074 30.393

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 240.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00314628

334 zamani icin hiz = 118.95

motor deviri (d/d) = 2989

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 532.751 0.000 294.759

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 937.461 30.975

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 240.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00320648

335 zamani icin hiz = 120.00

motor deviri (d/d) = 3015

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 542.222 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 652.173 21.739

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 247.515

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00232089

336 zamani icin hiz = 120.00

motor deviri (d/d) = 3015

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 542.222 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 652.173 21.739

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 247.515

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00232089

337 zamani icin hiz = 120.00

motor deviri (d/d) = 3015

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 542.222 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 652.173 21.739

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 247.515

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00232089

338 zamani icin hiz = 120.00

motor deviri (d/d) = 3015

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 542.222 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 652.173 21.739

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 247.515

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00232089

339 zamani icin hiz = 120.00

motor deviri (d/d) = 3015

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 542.222 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 652.173 21.739

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 247.515

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00232089

340 zamani icin hiz = 120.00

motor deviri (d/d) = 3015

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 542.222 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 652.173 21.739

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 247.515

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00232089

341 zamani icin hiz = 120.00

motor deviri (d/d) = 3015

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 542.222 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 652.173 21.739

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 247.515

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00232089

342 zamani icin hiz = 120.00

motor deviri (d/d) = 3015

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 542.222 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 652.173 21.739
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 247.515
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00232089

343 zamani icin hiz = 120.00
motor deviri (d/d) = 3015
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 542.222 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 652.173 21.739
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 247.515
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00232089

344 zamani icin hiz = 120.00
motor deviri (d/d) = 3015
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 542.222 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 652.173 21.739
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 247.515
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00232089

345 zamani icin hiz = 120.00
motor deviri (d/d) = 3015
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 542.222 0.000 960.073
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1612.246 53.742
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

346 zamani icin hiz = 116.57
motor deviri (d/d) = 2929
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 511.681 0.000 960.073
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1581.705 51.217
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

347 zamani icin hiz = 113.14

motor deviri (d/d) = 2843

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 482.024 0.000 960.073

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1552.048 48.779

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

348 zamani icin hiz = 109.71

motor deviri (d/d) = 2757

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 453.254 0.000 960.073

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1523.277 46.424

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

349 zamani icin hiz = 106.29

motor deviri (d/d) = 2671

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 425.368 0.000 960.073

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1495.392 44.150

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

350 zamani icin hiz = 102.86

motor deviri (d/d) = 2585

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 398.367 0.000 960.073

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1468.391 41.954

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

351 zamani icin hiz = 99.43

motor deviri (d/d) = 2499

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 372.252 0.000 960.073

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1442.276 39.834

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

352 zamani icin hiz = 96.00

motor deviri (d/d) = 2412

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 347.022 0.000 960.073

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1417.046 37.788

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

353 zamani icin hiz = 92.57

motor deviri (d/d) = 2326

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 322.678 0.000 960.073

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1392.701 35.812

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

354 zamani icin hiz = 89.14

motor deviri (d/d) = 2816

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 299.218 0.000 964.538

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1373.707 34.016

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

355 zamani icin hiz = 85.71

motor deviri (d/d) = 2708

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 276.644 0.000 964.538

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1351.132 32.170

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

356 zamani icin hiz = 82.29

motor deviri (d/d) = 2599

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 254.955 0.000 964.538

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1329.444 30.387

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

357 zamani icin hiz = 78.86

motor deviri (d/d) = 2491

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 234.151 0.000 964.538

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1308.640 28.665

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

358 zamani icin hiz = 75.43

motor deviri (d/d) = 2383

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 214.233 0.000 964.538

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1288.722 27.002

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

359 zamani icin hiz = 72.00

motor deviri (d/d) = 2275

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 195.200 0.000 964.538

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1269.688 25.394

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

360 zamani icin hiz = 68.57

motor deviri (d/d) = 2166

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 177.052 0.000 964.538

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1251.541 23.839

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

361 zamani icin hiz = 65.14

motor deviri (d/d) = 2058

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 159.790 0.000 964.538

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1234.278 22.335

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

362 zamani icin hiz = 61.71

motor deviri (d/d) = 1950

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 143.412 0.000 964.538

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1217.901 20.878

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

363 zamani icin hiz = 58.29

motor deviri (d/d) = 2511

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 127.920 0.000 974.987

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1212.858 19.637

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

364 zamani icin hiz = 54.86

motor deviri (d/d) = 2363

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 113.313 0.000 974.987

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1198.251 18.259

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

365 zamani icin hiz = 51.43

motor deviri (d/d) = 2215

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 99.592 0.000 974.987

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1184.529 16.922

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

366 zamani icin hiz = 48.00

motor deviri (d/d) = 2068

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 86.756 0.000 974.987

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1171.693 15.623

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

367 zamani icin hiz = 44.57

motor deviri (d/d) = 1920

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 74.805 0.000 974.987

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1159.742 14.359

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

368 zamani icin hiz = 41.14

motor deviri (d/d) = 1772

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 63.739 0.000 974.987

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1148.676 13.128

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

369 zamani icin hiz = 37.71

motor deviri (d/d) = 1625

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 53.558 0.000 974.987

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1138.496 11.927

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

370 zamani icin hiz = 34.29

motor deviri (d/d) = 1477

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 44.263 0.000 974.987

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1129.201 10.754

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

371 zamani icin hiz = 30.86

motor deviri (d/d) = 1329

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 35.853 0.000 974.987

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1120.791 9.607

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

372 zamani icin hiz = 27.43

motor deviri (d/d) = 1891

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 28.328 0.000 1010.253

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1148.531 8.751

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

373 zamani icin hiz = 24.00

motor deviri (d/d) = 1654

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 21.689 0.000 1010.253

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1141.892 7.613

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

374 zamani icin hiz = 20.57

motor deviri (d/d) = 1418

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 15.935 0.000 1010.253

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1136.138 6.492

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

375 zamani icin hiz = 17.14

motor deviri (d/d) = 1182

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 11.066 0.000 1010.253

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1131.269 5.387

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

376 zamani icin hiz = 13.71

motor deviri (d/d) = 1763

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 7.082 0.000 1153.581

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1270.614 4.840

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

377 zamani icin hiz = 10.29

motor deviri (d/d) = 1322

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 3.984 0.000 1153.581

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1267.515 3.621

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

378 zamani icin hiz = 6.86

motor deviri (d/d) = 881

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 1.771 0.000 1153.581

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1265.302 2.410

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

379 zamani icin hiz = 3.43

motor deviri (d/d) = 441

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.443 0.000 1153.581

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 1263.974 1.204

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

380 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

381 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

382 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

383 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000
ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

384 zamani icin hiz = 0.00
motor deviri (d/d) = 0
WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000
WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000
OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

385 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

386 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

387 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

388 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

389 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

390 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

391 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

392 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

393 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

394 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

395 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

396 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

397 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

398 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (l)= 0.00025700

399 zamani icin hiz = 0.00

motor deviri (d/d) = 0

WR(N) - WL(N) - WS(N) - WB(N) = 109.950 0.000 0.000 0.000

WTOPLAM (N) ve NTOPLAM (kW) degerleri = 109.950 0.000

OZGUL YAKIT TUKETIMI (g/kWh)= 200.000

ANLIK YAKIT TUKETIMI (I)= 0.00025700

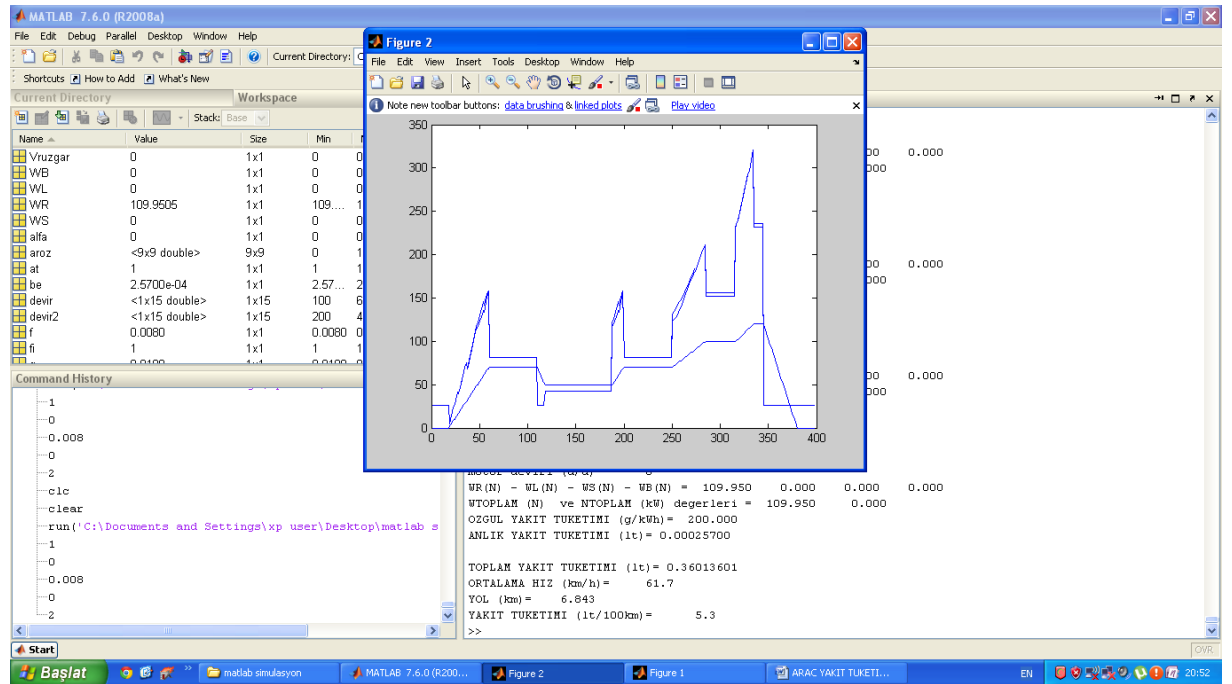
TOPLAM YAKIT TUKETIMI (I)= 0.36013601

ORTALAMA HIZ (km/h)= 61.7

YOL (km)= 6.843

YAKIT TUKETIMI (I/100km)= 5.3

>>



KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Emrah KINAV
Doğum Tarihi ve Yeri : 09.04.1981 / İstanbul
Yabancı Dili : İngilizce, Rusca
E-posta : ekinav@yahoo.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Kimya Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2007
Lisans	Makina Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2003
Lise	Fen Matematik	Gölcük Anadolu Lisesi	1998

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2011-	Ford OTOSAN Ürün Geliştirme	Ürün geliştirme mühendisi
2009-2010	K.K.K. Ulaştırma, Personel Okl.ve Eğt.Mrk.	Proje subaylığı ve Asteğmen Aday Kurs Bölüğü Takım komutanlığı
2006-2009	AKA OTOMOTİV A.Ş	Proje mühendisliği
2004-2006	UNIDO-ICHET (Birleşmiş Milletler Hidrojen Enerji Teknolojileri Merkezi)	Mezun proje mühendisliği
2003-2004	PharmaVision İlaç San.Tic. A.Ş	Saf su hazırlama ve kimyasal-biyolojik arıtma

BİLDİRİ

1. Kınav, E. ve Baykara, S.Z., (2014). “Cartridge electric vehicle MODEL: A NEW APPROACH FOR TRANSITION TO ELECTRIFICATION”, International Conference on Clean Energy, 2014, İstanbul.
2. Kınav, E. ve Baykara, S.Z., (2013). “A New Model For Charging EVs With Current Fuel Infrastructure – Self Charging Electric Vehicle Configuration Fed By Stationary Outboard Fuel”, 8th International Green Energy Conference , 2013, Kiev.

ÖDÜLLERİ

1. Ford Otosan Patent Başvuru Ödülü (2011)
2. Ford Otosan B460-Courier Motor ve Güç Aksamları Program Yönetimi Ödülü (2012)
3. Ford Otosan Motor ve Güç Aksamları Entegrasyon ve Program Yönetimi Ödülü (2014)