

**T.C.
POLİS AKADEMİSİ
GÜVENLİK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ULAŞIM GÜVENLİĞİ VE YÖNETİMİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE’DE HİBRİT VE ELEKTRİKLİ TAŞITLARIN
ULAŞTIRMA POLİTİKALARINA ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Atilla ÇINAR**

**Danışman
Doç.Dr. Tuncay DURNA**

Ankara-2015

ONAY

Atilla ÇINAR tarafından hazırlanan “Türkiye’ de Hibrit ve Elektrikli Taşıtların Ulaştırma Politikalarına Etkisi” başlıklı bu çalışma, 10/03/2015 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda (oybirliği / ~~oyçokluğu~~) ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Ulaşım Güvenliği ve Yönetimi Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



.....
Prof. Dr. Metin ŞENBİL (Başkan)



.....
Doç. Dr. Tuncay DURNA (Danışman)



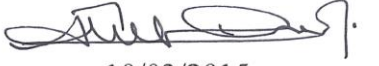
.....
Yrd. Doç. Dr. Ayşe ÇOLPAN KAVUNCU

TELİF HAKLARI BEYANNAMESİ

GÜVENLİK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlardan her seferinde yollama yaparak yararlandığımı belirtir; bunu şerefimle beyan ederim.

Enstitü veya başka herhangi bir mercii tarafından belli bir zamana bağlı kalmaksızın, tezimle ilgili bu beyana aykırı bir durumun tespit edilmesi durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.



10/03/2015

Atilla ÇINAR

ÖNSÖZ

Günümüzde ulaştırma, sadece trafikte hareket halinde bulunan insanları etkilememektedir. İnsanların bir noktadan başka bir noktaya hareketiyle, diğerk pek çok insanın etkilenmesi gibi, ulaştırma sektörü ve diğerk ilgili sektörlerdeki pek çok kurum ve kuruluş etkilenmekte; fayda veya zarar görmektedir. Bu etkileşime çevre, enerji, doğalk kaynaklar gibi birey ve devletler açısından son derece önemli unsurlar ilave edildiğinde, ulaştırma faaliyetinin önemi ortaya çıkmaktadır.

Ulaştırma politikalarının enerji verimliliğı ve çevre duyarlılığı esas alınarak hazırlanması konusunda elektrikli taşıtlar ve hibrit elektrikli taşıtların iyi bir yöntem olduğı düşünölmektedir. Tüketicilerin bu taşıtlara yönelmesi bireysel faydalar sağlayacağı gibi, milli ekonominin güçlenmesi ve doğanın korunması gibi büyük kamusal faydalar da sağlayacaktır. Bu hususta yapılacak olan çalışmalark desteklenmeli; elektrikli taşıtlar ve hibrit elektrikli taşıtların kullanımı yaygın hale getirilmelidir.

Bu çalışmada bilgi ve tecrübeleriyle sonsuz emeğı geçen öğretim üyesi hocalarıma, destekleriyle beni her zaman motive eden arkadaşlarıma, mesleki hiyerarşideki üst ve amirlerime, çalışmanın şekillenip hazırlanmasında büyük destekleri olan ve katkılarıyla çalışmanın bu hale gelmesini sağlayan kıymetli hocam ve danışmanım Sayın Doç. Dr. Tuncay DURNA'ya, Sayın Doç. Dr. Orhan FİLİZ'e ve 1. Sınıf Emniyet Müdürü Sayın Dr. Bedrettin MURAT'a şükranlarımı sunuyorum.

Her zaman yanımda olduklarını bildiğim anne ve babama, bir an olsun desteğini esirgemeyen eşim hanımefendi Şeyma ÇINAR'a sonsuz sevgi ve saygılarımı sunuyorum.

ÖZET
T.C.
Polis Akademisi
Güvenlik Bilimleri Enstitüsü
Ulaşım Güvenliği ve Yönetimi Anabilim Dalı
Türkiye’de Hibrit ve Elektrikli Taşıtların Ulaştırma Politikalarına Etkisi
Hazırlayan: Atilla ÇINAR
Yüksek Lisans Tezi
Tez Danışmanı: Doç.Dr. Tuncay DURNA
2015 Yılı, 129 Sayfa (Eksiz)

Bu çalışmanın konusu hibrit elektrikli taşıtlar ve elektrikli taşıtlardır. Çalışmanın amacı ise hibrit elektrikli taşıtlarla elektrikli taşıtların destekleniş biçimlerini çeşitli ülkelerin çalışmalarında ortaya koymak ve Türkiye’deki ulaştırma politikalarında yetkili kimselere hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtlar konusunda klavuz niteliğinde bir çalışma sunabilmektir. Ayrıca çalışmada, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların Türkiye’de kullanımını yaygınlaştırmak için ne tür destek ve teşvik sistemlerinin oluşturulması gerektiği sorusuna yanıtlar aranmıştır.

Çalışmanın yöntemi yarı yapılandırılmış görüşme olarak belirlenmiştir. Örneklem ise üst düzey kamu kurumu yöneticisi olan altı kişidir. Yapılan görüşmeler ve değerlendirmeler ışığında Türkiye’de hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtların kullanımını yaygınlaştırmak için bu taşıtlarla ilgili olarak ulusal çerçeve planların oluşturulması gerektiği, daha fazla bilimsel çalışmanın olması gerektiği, şarj etme alt yapısının hazırlanması gerektiği, bakım ve servis ağlarının kurulması gerektiği, kamuoyunun aydınlatılması ve bilinçlendirilmesi gerektiği, mali teşvikler hazırlanması gerektiği, trafikte ayrıcalık hakkı tanınması gerektiği, kamu hizmet taşıtlarının elektrikli taşıtlara veya hibrit elektrikli taşıtlara dönüştürülmesi gerektiği, otomobil üretici ve satıcılarının bu taşıtları üretme ve satma konularında şartlandırılmaları gerektiği sonuçlarına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli Taşıt, Hibrit Elektrikli Taşıt, Fişli Hibrit Elektrikli Taşıt, İçten Yanmalı Motorlu Taşıt, Ulaştırma.

ABSTRACT
Republic of Turkey
Police Academy
Institute of Security Sciences
Department of Transportation Security and Management
The Effect of Hybrid and Electric Vehicles to Transportation Policies in
Turkey
Student: Atila ÇINAR
Master's Thesis
Supervisor: Doç.Dr. Tuncay DURNA
Year 2015, 129 pages (appendices are not included)

The topic of this study is hybrid electric vehicles and electric vehicles. The purpose of the study is to introduce supporting ways of hybrid electric vehicles and electric vehicles with practices of various countries, and to make available a guide study regarding hybrid electric vehicles and electric vehicles for authorities in transport policies of Turkey. Also in the study, answers for the question “what kind of support and stimulation systems must be founded to generalize the use of hybrid electric vehicles and electric vehicles in Turkey?” was searched.

The method of the study is determined as semi-structured interview. The sample is six people who are high level state institution managers. In the light of interviews and assessments, it was reached as a result that national frame plans’re needed to be arranged, much more scientific researches’re needed to be done, charging infrastructures’re needed to be arranged, maintenance and service networks’re needed to be arranged, public opinion is needed to be enlightened and be awared, financial incentives’re needed to be arranged, right of privileges in traffic is needed to be entitled, public service vehicles are needed to be converted to electric vehicles or hybrid electric vehicles, car manufacturers and dealers are needed to be conditioned to produce and sell these vehicles to generalize the use of hybrid electric vehicles and electric vehicles in Turkey.

Key Words: Electric Vehicle, Hybrid Electric Vehicle, Plug in Hybrid Electric Vehicle, Internal Combustion Motor Vehicle, Transportation.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAY SAYFASI	II
TELİF HAKLARI BEYANNAMESİ	III
ÖZET	V
ABSTRACT	VI
İÇİNDEKİLER	VIII
KISALTMALAR LİSTESİ	XI
TABLolar LİSTESİ	XV
ŞEKİLLER LİSTESİ	XVI
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

HİBRİT ELEKTRİKLİ VE ELEKTRİKLİ TAŞITLAR

1.1. HİBRİT ELEKTRİKLİ TAŞITLAR İLE ELEKTRİKLİ	
TAŞITLARIN TARİHİ GELİŞİMİ	3
1.2. HİBRİT ELEKTRİKLİ TAŞIT VE ELEKTRİKLİ	
TAŞIT KAVRAMLARI, ÇEŞİTLERİ VE ÇALIŞMA	
ŞEKİLLERİ	12
1.2.1. Kavramlar	12
1.2.2. Hibrit Elektrikli Taşıt ve Elektrikli Taşıt Çeşitleri ve	
Bunların Çalışma Şekilleri	16
1.2.2.1. Hibrit Elektrikli Taşıt Çeşitleri ve Çalışma Şekilleri .	17
1.2.2.2. Elektrikli Taşıt Çeşitleri ve Çalışma Şekilleri	25
1.3. AKÜ VE ŞARJ	28
1.3.1. Aküler	28
1.3.2. Akülerin Şarj Edilmesi	38
1.4. AVANTAJLAR VE DEZAVANTAJLAR	42
1.4.1. Hibrit Elektrikli Taşıt ve Elektrikli Taşıtların	

Kullanım Avantajları	43
1.4.1.1. Daha Çevreci Taşıtlar	45
1.4.1.2. Sağlanan Yakıt Tasarrufu ve Enerjiyi Verimli Kullanabilme	48
1.4.1.3. Askeri Uygulamalarda Kullanımı	53
1.4.2. Hibrit Elektrikli Taşıt ve Elektrikli Taşıtların Kullanım Dezavantajları	55
1.4.2.1. Akü, Satış Sonrası Servis ve Maliyetleri	55
1.4.2.2. Trafikte Sessiz Hareket Etmeleri	58

İKİNCİ BÖLÜM

HİBRİT ELEKTRİKLİ VE ELEKTRİKLİ TAŞITLARIN DESTEKLENME BİÇİMLERİ

2.1. ÇEŞİTLİ DEVLETLERİN HİBRİT ELEKTRİKLİ TAŞITLAR VE ELEKTRİKLİ TAŞITLARI DESTEKLEME YOLLARI	60
2.2. TÜRKİYE'DE ULAŞTIRMA SEKTÖRÜNDE HİBRİT ELEKTRİKLİ VE ELEKTRİKLİ TAŞITLARA BAKIŞ	70

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA VE YÖNTEM

3.1. ARAŞTIRMANIN KONUSU	89
3.2. ARAŞTIRMANIN AMACI	89
3.3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ	90
3.4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	91
3.5. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI	92
3.6. BULGULAR VE TARTIŞMA	93
SONUÇ VE ÖNERİLER	108
KAYNAKÇA	120

ÖZGEÇMİŞ	130
-----------------------	------------

KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Amper
AB	: Avrupa Birliği
ABBAK	: Avrupa Birliği Bakanlığı
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AC	: Alternative Current
Ar-Ge	: Araştırma ve Geliştirme
BKK	: 4760 Sayılı Özel Tüketim Vergisi Kanununa Ekli (I), (II) ve (III) Sayılı Listelerde Yer Alan Mallarda Uygulanan Özel Tüketim Vergisi Tutarlarının Belirlenmesi İle Bazı Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına İlişkin Karar
BOTAŞ	: Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş.
BSTB	: Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
CAFE	: Corporate Average Fuel Economy
CNG	: Compressed Natural Gase
CO	: Karbon Monoksit
D	: Diferansiyel
dBA	: Decibels on A Weighted Scale
DC	: Direct Current
dk	: Dakika
DOE	: Department of Energy
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
EBAK	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EC	: European Commission
EEG	: European Expert Group
EM	: Elektrik Motoru

EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EPRI	: Electric Power Research Institute
EUROSTAT	: Statistical Office of the European Communities
EVK	: Enerji Verimliliği Kanunu
FHET	: Fişli Hibrit Elektrikli Taşıt
GFK	: Growth from Knowledge
gr	: Gram
HC	: Hidrokarbon
HCTC	: House of Commons Transport Committee
HET	: Hibrit Elektrikli Taşıt
H₂	: Hidrojen Molekülü
IEA	: International Energy Agency
ITS	: Institute of Transportation Studies
İYM	: İçten Yanmalı Motor
KDV	: Katma Değer Vergisi
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
KOYT	: Kurumsal Ortalama Yakıt Tasarrufu
KTK	: Karayolları Trafik Kanunu
kW	: Kilowatt
kWsa	: Kilowattsaat
Li	: Lityum
Li-ion	: Lityum İyon
LMP	: Lityum Metal Polimer
LPG	: Liquefied Petroleum Gase

MB	: Maliye Bakanlığı
MILTECH	: Military Technology
NiCd	: Nikel Kadmiyum
NiMH	: Nikel Metal Hidrit
NO	: Nitrojen Monoksit
NO₂	: Nitrojen Dioksit
N₂O	: Nitroksit
O	: Oksijen Atomu
ODD	: Otomotiv Distribütörleri Derneği
OPEC	: Organization of the Petroleum Exporting Countries
OSD	: Otomotiv Sanayii Derneği
O₂	: Oksijen Molekülü
ÖTV	: Özel Tüketim Vergisi
PETDER	: Petrol Sanayi Derneği
PWC	: Price Waterhouse Coopers
REGA	: Resmî Gazete
sa	: Saat
SD	: Sabit Dişli
STB	: Sanayi ve Ticaret Bakanlığı
STK	: Sivil Toplum Kuruluşu
TAYSAD	: Taşıt Araçları Yan Sanayicileri Derneği
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

TWh	: terawattsaat
UBAK	: Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı
ULEVAY	: Ulaşımda Enerji Verimliliğinin Artırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik
V	: Volt
vd.	: ve diğerleri
VK	: Vites Kutusu
v.b.	: ve benzeri
Wsa	: Wattsaat

TABLÖLER LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1: Elektrikli Taşıtların Tarihi Gelişim Süreci	7
Tablo 1.2: Hibrit Elektrikli Taşıtların Elektrik Güç Oranları ve Yakıt Tasarrufları	21
Tablo 1.3: Hibrit Elektrikli Taşıtlar ve Elektrikli Taşıtların Yaklaşık Güç, Enerji ve Gerilim Gereksinimleri	30
Tablo 1.4: Aküler ve Özellikleri	31
Tablo 1.5: Otobüslerde Hibrit Elektrikli Taşıtların Motorlarının Kullanımı Sonucu Salımlardaki Azalma	47
Tablo 1.6: Hibrit Elektrikli Otobüs ile Geleneksel Otobüs Salımlarının Mukayesesi	48
Tablo 1.7: Hibrit Elektrikli Taşıtlar ve Geleneksel Taşıtların Hızlanma Performansları	51
Tablo 2.1: Ülkelerin Petrol Tabanlı Enerji Bağımlılığı	73
Tablo 2.2: Tüketim Harcamalarının Türlerine Göre Yüzdelik Dağılımı	76
Tablo 2.3: Yıllara Göre Motorlu Kara Taşıtlar Sayısı	77
Tablo 2.4: Kullanılan Yakıt Türüne Göre Motorlu Kara Taşıtlar Sayısı	78
Tablo 2.5: 2013 Yılı Yurt İçi Yük ve Yolcu Taşıma Oranları	79
Tablo 2.6: Sektörel Enerji Tüketimi	79
Tablo 2.7: Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Benzin, Fuel Oil ve Motorin Türlerinde Satışlarının Sektörel Dağılımı	80
Tablo 2.8: Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Akaryakıt Satış Miktarları	81
Tablo 2.9: Motorin, Benzin ve LPG Otogaz Tüketimi	81
Tablo 2.10: Trafığa Kayıtlı Otomobillerin Yakıt Cinsine Göre Dağılımı	82
Tablo 2.11: 2012 Yılında LPG Otogaz Tüketiminde İlk On Ülke Sıralaması ...	83
Tablo 2.12: 2012 Yılında LPG Otogazlı Araç Sayısında İlk On Ülke Sıralaması	83
Tablo 3.1: 2011 Yılında Bazı Ülkelerin Enerji Göstergeleri	97
Tablo 3.2: Türkiye'nin Yıllık Sera Gazı Emisyonu	98

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1: Hibrit Elektrikli Taşıtların Tasnifi	18
Şekil 1.2: Fişli Hibrit Elektrikli Taşıtların Tasnifi	22
Şekil 1.3: Fişli Hibrit Elektrikli Taşıtlarda Şarj Tüketimi ve Modlar	23
Şekil 1.4: Elektrikli Taşıtların Temel Yapılanması	26
Şekil 1.5: Elektrikli Taşıtların Dizayn Çeşitleri	27
Şekil 1.6: Hibrit Elektrikli Taşıtlar ve Elektrikli Taşıtların Diğer Taşıtlarla Mukayesesi	44
Şekil 1.7: Elektrik Motorunun İçten Yanmalı Motora Göre Verimliliğinin Mukayesesi	50
Şekil 1.8: Elektrikli Taşıtlar ve İçten Yanmalı Motorlu Taşıtların 100km Mesafede Harcama Miktarları	52
Şekil 1.9: Hibrit Elektrikle Tahrik Edilen Askeri Taşıtların Daha Küçük Boyutu	54
Şekil 1.10: Taşıtların Parçalarının Geleneksel Taşıtlar ve Hibrit Elektrikli Taşıtlar Tabanında Karşılaştırması	57
Şekil 2.1: KOYT Standartları Formülü	63
Şekil 2.2: ABD’de Yeni Çıkan Taşıtların Üzerlerine Yapıştırılan Etiket Örneği	64
Şekil 2.3: Enerji Verimliliği Tavsiyeleri İlerleme Durumu	72
Şekil 2.4: Enerji İthalat Maliyetleri	74
Şekil 2.5: Rafinerici Lisansı Sahiplerinin Ham Petrol Temin Miktarları	75

GİRİŞ

Ulaştırma faaliyeti en ilkel toplumlardan en gelişmiş toplumlara ve günümüze kadar insan hareketliliğinin bir sonucu olarak gelişerek devam etmektedir. Günümüzde, dünyanın bazı yerlerinde insan gücünden faydalanılarak hareket ettirilen kızak ve bisikletler ile hayvanlar ana ulaştırma araçlarıyken, bazı yerlerinde de raylı sistemler, otobüsler ve deniz taşıtları ana ulaştırma araçlarıdır. Bu durumda ulaştırma faaliyeti ve bu faaliyetin biçimi bir medeniyet ölçüsü olarak karşımıza çıkmaktadır. Medeni toplumlarda ulaştırma faaliyeti konforlu, taşıma kapasitesi yüksek, mümkün olan her yere ulaşma yeteneğine sahip taşıtlar tercih edilmekte ve geliştirilmektedir. Bunun yanı sıra yakıt tasarrufu, enerji verimliliği, sessizlik ve temizlik 1800lü yıllardan itibaren özellikle savaş yıllarında ulaştırma taşıtlarında aranan özellikler olmuştur. Zamanla dünya kaynaklarının azalması ve daha temiz bir çevrede yaşama isteği, uluslararası teknolojik rekabeti artırarak yenilenebilir enerji kaynaklarına dönük ilgiyi oluşturmuş; hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt gelişimini hızlandırarak medeni toplumların bu taşıtları bir ulaştırma aracı olarak tercih etmesini sağlamıştır. Çalışmamızın konusunu da işte bu hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar oluşturmaktadır.

Türkiye, petrole bağımlılığı olan bir ülke olup; ulaştırma faaliyetinin büyük bir kısmı karayolu ile gerçekleşmektedir. Ulaştırma politikalarının yenilenebilir enerjiye dayalı hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlara destek vermesi ve sonuçta kullanımlarını yaygınlaştırması, yakıt tasarrufu, enerji verimliliği yüksek ve temiz bir ulaşım isteyen herkesin beklentisidir. Avrupa Birliği (AB) ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) gibi medeni ülkelere bakıldığında hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar ulaştırma politikalarında desteklenmektedir. Araştırmamız bu taşıtların enerji verimlilikleri yüksek, az parayla yüksek mesafe yapabilme, çevreye duyarlı ve temiz olma özellikleri olduğunu savunarak ulaştırma politikalarında olumlu etkiler yaratacağı fikrindedir.

Türkiye’de hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar konusundaki çalışmalar bakımından ender olan bu çalışma, bu taşıtların gelişmiş bazı devletlerce nasıl teşvik edilip desteklendiğini ortaya koymayı ve nihai olarak politika üreticilere rehber niteliğinde bir çalışma olmayı amaçlamaktadır. Bu amaç etrafında sorulan soru da, Türkiye’de bu taşıtların gelişimi ve kullanımını yaygınlaştırmak için ne tür yollara başvurulabilir sorusudur. Bu soruya cevap aramak için taranan literatürden sonra karar alma mekanizmasında yüksek statülerde bulunan çeşitli bürokratlarla mülakatlar yapılmıştır. Alınan cevaplarla birlikte, Türkiye’de hibrit elektrikli taşıtlar ile elektrikli taşıtların çevre politikalarıyla bütünleştirilmek suretiyle büyük ve kapsamı geniş bir planlı hedefe tabi tutulması gerektiği yorumlanmıştır. Başta vergi teşvikleri olmak üzere, bilimsel çalışmalara ağırlık verilmesi, kamunun bu konuda aydınlatılması ve bilinçlendirilmesi alınan cevaplardan bazılarıdır.

Çalışmamızda mülakat yöntemi tercih edilmiş ve altı bürokratla mülakat yapılarak hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar hakkında Türkiye’nin politika üreticilerinin neler düşündükleri ölçülmeye çalışılmış ve otomotiv sektörünün enerji verimliliğinde yerinin ne olduğu, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların enerji verimliliğinde rollerinin ne olduğu, petrole olan bağımlılığı azaltıp azaltamayacakları, Türkiye ulaştırma politikalarının bu alanda eksikliklerinin neler olduğu anlaşılmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmada, sırasıyla Giriş başlığıyla araştırmamız ana hatlarıyla ortaya konulmuş ve 1. bölümde literatür taramasıyla konu detaylı olarak anlatılmıştır. Bu bölümde hibrit elektrikli taşıtlarla elektrikli taşıtların tarihte nasıl süreç izledikleri, kavramsal ve çalışma biçimleri olarak nasıl taşıtlar oldukları avantajlı ve dezavantajlı taraflarıyla açıklanmıştır. 2. bölümde gelişmiş bazı ülkelerde bu tip taşıtların nasıl desteklendikleri, kullanımının yaygınlaşması için devletlerin ne tür politikalar takip ettikleri anlatılarak konunun Türkiye’de devlet yönünden nasıl görüldüğü tarif edilmiştir. 3. bölümde ise çalışmanın yöntemine yer verilerek çalışmanın konusu, amacı, önemi, sınırlılıkları ve yöntemi anlatılmış; elde edilen bulgular yorumlanmıştır. Sonuç ve öneriler başlığıyla da çalışmamız sonlandırılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

HİBRİT ELEKTRİKLİ VE ELEKTRİKLİ TAŞITLAR

1.1. HİBRİT ELEKTRİKLİ TAŞITLAR İLE ELEKTRİKLİ TAŞITLARIN TARİHİ GELİŞİMİ

Temel ulaştırma birimlerinden olan otomobillerin gelişimi 1800lü yıllara dayanmaktadır. Öyle ki hibrit elektrikli taşıtlar-hem elektrik ve hem de akaryakıtla çalışabilen taşıtlar- ile elektrikli taşıtlar, o yıllarda pazarda yer alan otomobillerdendi. Günümüze kadar pek çok sefer yeniliklere uğrayan bu otomobiller, kimi zaman gelişim ve yaygınlıkları düşüş gösterse de ilk zamanlarda olduğu gibi hâlâ otomobil piyasasında yerlerini korumaktadırlar.

Eserlerinde hibrit elektrikli taşıtlar ve elektrikli taşıtların tarihi gelişimini anlatan Curtis D. Anderson ve Judy Anderson, bu taşıtların gelişimlerini 1800lerden günümüze değin sürdürerek açıklamışlardır (Anderson ve Anderson, 2010:4). Onlara göre 1900 yılında üç çeşit taşıt bulunmaktadır. Buhar gücüyle çalışan taşıtlar, içten yanmalı motorlu taşıtlar ve elektrikli taşıtlar. Buhar gücüyle çalışan taşıtlar her ne kadar hızlı olsalar da, kazanlarındaki sınırlı su kapasitesi ve bu suyun ısınması için geçen süre dezavantajlarını oluştuyordu. İçten yanmalı motorlu taşıtlara göre daha ucuz oluşları bir avantaj olarak algılanmayabiliyordu. Bayan kullanıcıların kolay çalıştıramadıkları içten yanmalı motorlu taşıtlar hızlıydı; fakat son derece gürültülü ve kirliydiler. Diğer taraftan temiz ve sessiz çalışan elektrikli taşıtların pahalı oluşları, pazara hâkim olmalarına engel teşkil etmekteydi (Anderson ve Anderson, 2010:4).

1900lü yıllarda taşıtlar farklılıklarıyla birbirleriyle yarışır olmuştur. Bu konuda çeşitli çalışmalarda bulunan yazar Fuhs de aynı kanaattedir (Fuhs, 2009:1,2). Ona göre elektrikli taşıtların birçok cazip tarafı vardı. Konforlu, temiz ve sessizdiler.

Krankla çalıştırılmalarına ihtiyaç olunmaması bayan sürücüler için özel bir avantajdı. Bunun yanında elektrikli olmaları çok uzun menzillere çıkmalarını engellemiştir. Fakat 1900lü yıllarda şehirlerin tek çekirdek merkezli olmaları ve insanların birbirlerinden dağılmadan yaşamaları elektrikli taşıtlar için olumlu bir taraftı. Buhar gücüyle çalışan taşıtlar ise yüksek performanslıydılar. Yüksek hızlanma oranları vardı. Debriyaj ve vites bu tür taşıtlarda gerekli değildi. Tek bir dezavantajı vardı ki o da kötü yakıt ekonomisi ve trafiğe çıkmadan önce suyu kaynama sıcaklığına ulaştırma zorunluluğuydu (Fuhs, 2009:1,2). Öte yandan, 20. yüzyılın başlarında içten yanmalı motorlu taşıtlar gürültülü, kötü kokan ve emniyetsiz taşıtlardı. Birçok kullanıcı motoru çalıştırırken parmaklarını kaybetmekteydi. Fakat katettikleri mesafe bakımından diğerlerine göre daha uzun yollar alabiliyorlardı. Öyle ki 1 kilogramlık (kg) akaryakıt miktarı, tam olarak şarj edilmiş 1kg'lık kurşun asit akünün sağladığı enerjinin 360 katına eşitti (Fuhs, 2009:3). Bu anlatımlardan, otomotiv teknolojisinin geliştiği ilk yıllarda, elektrikli taşıtların rekabet edebilirliğinin zor olduğu söylenebilir.

Bu geniş çerçevede verilen anlatımlarla beraber, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların tarihi gelişimlerinde çeşitli zamanlara yer vermekte fayda görülmektedir. Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar konusunda önemli çalışmalar yapmış olan Ehsani ve diğerleri (vd.), ilk elektrikli taşıtın 1881 yılında Gustave Trouvé tarafından yapılmış, kurşun asit akülü, üç tekerlekli bisiklet olduğunu savunmaktadır (Ehsani, vd., 2010:12). Buna benzer bir taşıtın 1883'te bir İngiliz tarafından yapıldığını söylemekle birlikte o dönemin atlı taşımacılığıyla rekabet edebilir düzeyde olmadıklarına dikkat çekmişlerdir. Elektrikli taşıtın ilk dönemlerinde uzun mesafeler açısından kendisini kanıtlayabilir seviyede olmadığı ortadadır. Fakat toplumun bu taşımacılığı benimsemesi ve hızla yaygınlaşabilmesi için 1906 yılında Elektrikli Taşıt Üreticileri Birliği kurulmuştur. Bu birlik, gelecekteki otomobil sergilerinde daha etkin olabilmek için çalışmıştır (Anderson ve Anderson, 2010:4).

19. yüzyılın sonlarına doğru ortaya çıkan elektrikli taşıt teknolojisi, Elektrikli Taşıt Üreticileri Birliğinin faaliyetleri ve teknik buluşların geliştirilmesi sayesinde günümüzün modern elektrikli taşıtlarını oluşturmuştur. Ehsani ve diğerlerine göre, o

dönemin en önemli buluşu, M. A. Darracq'ın 1897 yılında üretken frenleme sistemini taşıtında kullanmasıdır (Ehsani vd., 2010:12). Bunun yanında elektrikli taşıtlar ilerleyen zamanda hız ve hızlanma konusunda da gelişmiştir. O devrin 100km/sa hıza ulaşan ilk elektrikli taşıtı Camille Jenatzy tarafından yapılmış olan “La Jamais Contente” adlı taşıttır (Ehsani vd., 2010:12).

Hızlılıklarının yanında, 20. yüzyılın ortalarına doğru Dünya çapında yapılan sergilerde elektrikli taşıtlar ticari hayatta da boy göstermeye başlamışlardı. Taksi filosu sahipleri elektrikli taşıtları hem ekonomik ve hem de konforlu oluşlarından dolayı tercih ediyorlardı. Onlar için elektrikli taşıtlar müşterilerini özel hissettirmenin bir yoluydu. Ehsani ve diğerlerinin ifadesiyle, ilk ticari elektrikli taşıt, New York'ta ticari taksi olarak kullanılan Elektroboat'tu. İlk alım ücretleri yüksek olmalarına rağmen işletim masrafı bakımından at arabalarına göre daha kârlı duruyorlardı (Ehsani vd., 2010:12). Elektrikli taşıt sahipleri de elektrikli taşıtları konfor, temizlik ve ekonomi kelimeleriyle açıklamaktaydı. Bu taşıtlar 20. yüzyılın ilk çeyreğinde gündelik işleri gerçekleştirmek ve iş ile ev arasında ulaşımı sağlamak üzere kullanılmaktaydı (Anderson ve Anderson, 2010:8).

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların tarihi seyrini dönemlere ayırarak ele almak da mümkündür. Elektrikli taşıtları dönem dönem ayrıntılı bir şekilde eserlerinde anlatan Anderson ve Anderson 1900 ve 1920 arası dönemi altın çağ olarak değerlendirmektedir. Bu dönemde yaklaşık 50 şirket elektrikli taşıt üretmiştir. Öyle ki 1904 yılında New York, Chicago ve Boston'daki tüm taşıtların $\frac{1}{3}$ 'ü elektrikli idi (Anderson ve Anderson, 2010:4). 1906 yılında Connecticut Hartford'da Akü Değişim Sisteminin kurulması müşteri memnuniyetini artıran bir gelişme olarak değerlendirildi. Müşteri boş olan aküsünün yerine dolusunu ücreti karşılığında almaktaydı. 1910 yılı itibarıyla Philadelphia Baltimore bölgesinde tam 27 adet şarj istasyonu kurulmuştu. Fakat artan elektrikli taşıt kullanıcısı, sayısı oranında şarj istasyonu bulmakta güçlük çekmekteydi. Öbür yanda keşfedilen pek çok petrol havzası olduğundan, içten yanmalı motorlu taşıtların akaryakıt bulabilmesinde bir sıkıntı oluşmamaktaydı (Anderson ve Anderson, 2010:8). Bunun yanında şarj ihtiyacı için çözümler de aranmaktaydı. İtalya, Norveç ve İsveç yüksek sayıda elektrikli taşıt kullanıcılarının ihtiyaçlarını karşılayabilmek amacıyla hidroelektrik

santraller kurmaktaydı. Japonya, ABD'den ilk elektrikli taşıtlarını ithal etti ve teknolojik araştırmalara koyuldu. Elektrikli taşıtlar için ABD'de kullanılmaya başlanan akü değişim sistemi Berlin'de de kullanılmaya başlandı (Anderson ve Anderson, 2010:45).

Altın çağ dönemine birçok yazarın ifadelerinde rastlamak mümkündür. Konuyu tablolastırarak anlatan Fuhs, "Hybrid Vehicles and the Future of Personal Transportation" adlı kitabında hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların tarihi süreç içerisinde gelişimlerine geniş şekilde yer vermiştir. Tablo 1.1'de de sadeleştirilerek değinilen anlatımlara göre, elektrikli taşıtların altın çağı, üretimdeki yüksek sayı sebebiyle 20. yüzyılın ilk çeyreği olarak gösterilmiştir. Elektrikli taşıtlar, 1924 ile 1960 yılları arasındaki dönemde, ucuz petrol fiyatları ve rekabeti olumsuz etkileyen menzıl problemleri yüzünden piyasadan kaybolmuştur. Pazarda içten yanmalı motorlu taşıtlar hâkim konuma geçmiştir. Fuhs, bununla beraber gelişim sürecini beş ayrı dönemde incelemiştir. 1960 ile 1970 yılları arasındaki dönemde, elektrikli taşıt dizaynları yapılmıştır. 1970 ile 1980 yılları arasındaki dönemde sınırlı bir üretim gerçekleşmiştir. 1980 ile 1990 yılları arasındaki dönemde çevresel kirliliğe yönelik kaygılar oluşmuş ve çeşitli hükümet destekleriyle elektrikli taşıt teknolojisi canlandırılmaya çalışılmıştır. 1990 ile 2000 yılları arasındaki dönemde sıfır salımlı taşıt politikaları geliştirilmiş ve gücünü hem elektrik motorundan ve hem de içten yanmalı akaryakıt motorundan alan taşıt olarak kısaca tanımlanabilen yeni nesil hibrit elektrikli taşıtlar üretilmiştir. 2000 yılından günümüze kadar olan dönemde ise hibrit elektrikli taşıtlar elektrikli taşıtları gölgede bırakmışlardır.

Tablo 1.1: Elektrikli Taşıtların Tarihi Gelişim Süreci

1900-1924 arası dönem:	Altın çağ
1924-1960 arası dönem:	Akaryakıtlı taşıtların pazara hâkim olması
1960-1970 arası dönem:	Elektrikli taşıt dizaynlarında prototipler ve konsept elektrikli taşıtlar
1970-1980 arası dönem:	Sınırlı elektrikli taşıt üretimi
1980-1990 arası dönem:	Çevre kirliliği kaygılarıyla çeşitli hükümet destekleri ve teknolojik ilerlemeler
1990-2000 arası dönem:	Sıfır salımlı taşıtın ilk üretimi
2000-günümüze dek olan dönem:	Hibrit elektrikli taşıtların elektrikli taşıtları gölgede bırakması

Kaynak: Fuhs, (2009:3).

Anderson ve Anderson ise elektrikli taşıtların tarihçesini daha geniş dilimlerde incelemişlerdir. Onlara göre elektrikli taşıtlar üç döneme ayrılmaktadır (Anderson ve Anderson, 2010:22). 1890 ile 1929 yılları arasındaki ilk yıllar, 1930 ile 1989 yılları arasındaki orta yıllar ve 1990'dan günümüze dek gelen son zamanlardır. İlk elektrikli taşıt çıkışının olduğu ülkeler İngiltere, Fransa ve ABD'dir. İlk elektrikli taşıtın Fransa'da 1881 yılında M. Raffard tarafından yapılan Hillman Sociable üç tekerlekli bisikleti olduğu söylenebilir. İlk ticari uygulamaları da 1897 yılında New York'ta taksi filosu olarak kullanımıdır. Bu yıllarda elektrikli taşıtlar yüksek maliyetli oluşları ve uzun mesafelere çıkamayışları sebebiyle dezavantajlı olmuşlar; fakat kullanıcılar tarafından temiz, gürültüsüz, kolay çalıştırılan ve kolaylıkla kontrol edilebilen olduklarından tercih edilmeye başlanmıştır. Ancak 1920li yıllara doğru elektrikli taşıtlara olan ilgi sönmeye başlamıştır. Anderson ve Anderson tarafından orta yıllar olarak adlandırılan 1930 ile 1989 yılları arasındaki dönemde elektrikli taşıtlar çeşitli parlak zamanlar yaşamıştır. 2. Dünya Savaşındaki yakıt kıtlığı, 1960lı yıllardaki çevresel duyarlılık ve 1970li yılların yakıt kıtlığı bu zamanlardandır. Son zamanlarda ise içten yanmalı motorlu taşıtların çevre kirleticisi olarak değerlendirilmelerinin ardından daha çevreci ulaştırma birimlerine dönük çalışmalar hızlanmıştır. Örneğin ABD'de enerjiyi ilgilendiren mevzuatlar buna göre şekillenmiştir. Çevreyi koruyan ve iyileştirilmesi yönünde araştırmalar yapan hükümet ortaklıkları kurulmuştur. Ham petrole olan bağımlılığın elektrikli taşıtlar ve benzeri teknolojilerle azaltılması amaçlanmıştır (Anderson ve Anderson, 2010:22).

Bu konuda editörlüğünü Pistoia'nın yapmış olduğu kitapta Axsen, Burke ve Kurani, 1973 petrol krizinin ABD'de enerji politikalarını değiştirdiğine dikkat çekmiştir (Axsen vd., 2010:408). 1976'da Hibrit ve Elektrikli Taşıt Yasası çıkmıştır. Alternatif yakıtlı taşıtlar üzerine yapılacak olan araştırmalar için fonlar hazırlanmıştır (Axsen vd., 2010:408). 1973 petrol krizi gibi yaşanan krizler hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların gelişimlerinde rol oynamıştır.

Görüldüğü üzere elektrikli taşıtlar 20. yüzyılın ilk çeyreğinde ortadan kaybolmaya başlamıştır. Bunun sebepleri konusunda pek çok yazar açıklamalarda bulunmuştur. Høyer'e göre 1880li yıllardan 20. yüzyıl başlarına kadar elektrikli taşıtlar yoğun bir şekilde kullanılan taşıtlardı. Hatta ona göre bu dönemde elektrikli taşıtlar öylesine gelişmiştir ki bu taşıtlar bir daha benzer bir başarılı dönem geçirmemiş ve dönemin gelişmeleri günümüz elektrikli taşıtın temellerini oluşturmuştur (Høyer, 2008:63). Yu ve diğerleri de elektrikli taşıtların 20. yüzyılın başlarında pazardan kaybolmadan önce oldukça yaygın olarak kullanılmakta olduğunu belirtmiştir. Onlara göre bu dönemde buhar gücüyle çalışan taşıtlar, içten yanmalı motorlu taşıtlar ve elektrikli taşıtlar rekabet halindeydiler. Pazarın büyük bir bölümünü elektrikli taşıtlar oluşturmaktaydı. 1930lu yıllardan önce de elektrikli taşıtlar kullanımdan hemen hemen kaybolmuştur (Yu vd., 2011:2). Anderson ve Anderson ise elektrikli taşıtların sosyal değişiklikleri yansıtmakta olduğunu ifade etmiştir. Onlara göre elektrikli taşıtlar oy hakkı hareketinde kadın özgürlüğünü, küresel savaşlarda vatanseverliği, kirliliğe karşı olan duyarlılık dönemlerinde ise küresel çözümleri sembolize etmiştir (Anderson ve Anderson, 2010:169). Buna göre elektrikli taşıtların dönemsel olarak rağbet gördüğü anlaşılmaktadır.

Ayrıca Anderson ve Anderson'a göre 20. yüzyılın başlarında şehirlerarası yolların yapılıp geliştirilmesiyle elektrikli taşıtlara olan ilgi azalmıştır. İçten yanmalı motorlu taşıtların sağladığı uzun menzilli seyahat imkânı elektrikli taşıtlar önünde büyük bir avantaj sağlayarak elektrikli taşıtların kullanımının azalmasına yol açmıştır (Anderson ve Anderson, 2010:169). Chan da içten yanmalı motorlu taşıtların elektrikli taşıtlara karşı 20. yüzyılın başlarında yani 1920li yıllarda pazar hâkimiyetini ele geçirmesini benzer sebeplere bağlayarak, bu hususta Henry Ford ve Charles Kettering'in çalışmalarını etkili bulmuş ve elektrikli taşıtların popülerliğini

dört unsur sebebiyle kaybettiğini ileri sürmüştür (Chan, 2013:207). Birincisi, içten yanmalı motorlu taşıtların seri üretimle pazarda çokça yerini bulmasıdır. Henry Ford tarafından bu taşıtların seri üretimle pazara sunulması sonucunda bu taşıtların elektrikli taşıtlardan daha ucuz bir fiyata bulunabilir olması sağlanmıştır. İkincisi, 1912 yılında Charles Kettering tarafından elektrikli marşın icat edilmesidir. Bu icatla içten yanmalı motorlu taşıtların daha kolay bir şekilde çalıştırılması sağlanarak, bu taşıtların kullanımı kolaylaştırılmıştır. Üçüncüsü, gelişen karayolu ağlarıdır. 1920li yıllarda ABD’de şehirler birbirleriyle yollar ağı kurularak bağlanmaya başlanmış ve karayolları daha nitelikli hale getirilmiştir. Bu durum daha uzun menzilli taşıtlara olan ihtiyacı doğurmuştur. Dördüncüsü ise, ucuz ham petrolün yaygınlaşmasıdır. 1910lu yıllarda Teksas’ta ham petrolün bulunuşuyla yakıt fiyatları tüketici için makul fiyatlara düşmüştür (Chan, 2013:210). Bu dört sebep, 1920li yıllarda tüketicilerin içten yanmalı motorlu taşıtları elektrikli taşıtlar yerine tercih etmeleri sonucunu meydana getirmiştir. Konu ile ilgili olarak “Who Killed the Electric Car?” adlı belgeselde, 1920 yılında içten yanmalı motorlu taşıtların pazarda hâkimiyet sağladığı ve marş sistemi, seri üretim ve ucuz benzinin bunda etkisi olduğu vurgulanmıştır (Deeter, 2006). Anlatılanlara benzer şekilde Larminie ve Lowry de 1920li yıllarda elektrikli taşıtların içten yanmalı taşıtlara göre tüketici gözündeki beğenisini kaybettiğini belirtmiş ve ucuz petrolün yaygınlaşması ve içten yanmalı motorlu taşıtlarda marş sisteminin geliştirilmesinin bunda etkili olduğunu aktarmıştır (Larminie ve Lowry, 2003:3). Öte yandan Santini ise elektrikli taşıt kullanımının sona ermesi ile elektrikli taşıtların sona ermesinin aynı anlamı vermediğini ifade etmiştir. Ona göre ticari kamyonet ve arazi taşıtlarının üretimi 1920li yıllar boyunca da devam etmiştir (Santini, 2011:38).

1920li yıllar ve sonrasında içten yanmalı motorlu taşıtların pazarda hâkim konuma geçmesinin altında yatan sebepler arasında petrol şirketlerinin etkisinin önemli bir yerde olduğu düşünülmektedir. Zira Yu ve diğerleri, petrol sondaj faaliyetlerinin artıp petrol bulundukça düşen yakıt fiyatlarının, 1920li yıllarda elektrikli taşıtların ilerlemesinin önüne ket vurduğunu ifade etmiştir. Bunun yanı sıra gün geçtikçe artan akaryakıt istasyonları da içten yanmalı motorlu taşıtların pazar hâkimiyetini sağlamasına yardımcı olmuştur (Yu vd., 2011:2). 1900lü yıllarda petrol şirketlerinin bu pazarın üzerindeki etkisinin bilincinde olan otomobil üreticileri de

mevcuttu. Chan'a göre ilk taşıtları geliştiren kişi olan Henry Ford, içten yanmalı taşıtların tüketiciler tarafından daha fazla rağbet görmesi için kendisini akaryakıt istasyonlarının alt yapısı ve servis ağları kurdurmak için petrol şirketleriyle görüşmeler yapmaya adanmıştır (Chan, 2013:212).

Görülmektedir ki 1930lardan itibaren elektrikli taşıtlar pazarda durağanlaşmaya, içten yanmalı motorlu taşıtlar ise pazara hâkim olmaya başlamıştır. Elektrikli taşıtların bu durumuna sebep olarak Anderson ve Anderson akü gelişimini göstermiştir. Onlara göre ileri teknoloji gerektiren ve yavaş ilerleyen akü teknolojisi maliyeti yükseltmektedir (Anderson ve Anderson, 2010:16). Günümüze kadar olan süreçte akü teknolojisi, çevreci kaygılar ve doğrudan hükümet destekleriyle ilerlemiş ve hibrit elektrikli taşıtlar ve sonrasında dışarıdan bir kablo vasıtasıyla aküsünü şarj edebilen fişli hibrit elektrikli taşıtlar doğmuştur.

Günümüzde ise pek çok konuda ilerlemeler sağlanmakla beraber hibrit elektrikli taşıtların otomotiv teknolojisinde ayrı bir yeri olduğu söylenebilir. Nitekim Anderson ve Anderson'a göre hibrit elektrikli taşıtlar 21. yüzyılın araştırma ve dizayn konusu olmuştur (Anderson ve Anderson, 2010:12). Bununla birlikte hibrit elektrikli taşıtlar otomotiv piyasasında yeni, çevreci ve ekonomik taşıtlar olarak da anlatılabilmekte ise de Ehsani ve diğerleri bu teknolojinin gelişmesinin en önemli sebebini içten yanmalı motorlu taşıtlara daha fazla performans getirme isteğine bağlamaktadır (Ehsani vd., 2010:14). Bunun bir örneğini yine Ehsani ve diğerleri vermektedir. 1899'da Paris Salon Şovunda sergilenen ilk hibrit elektrikli taşıt olan Pieper, içten yanmalı motorlu taşıtın gücünün eksik kaldığında elektrik motorunun ilave güç sağladığı, küçük bir içten yanmalı motoru olan bir paralel hibrittir. 1902 yılında ise H. Krieger ön tekerleri döndüren birbirinden bağımsız çalışan iki ayrı DC (direct current/doğru akım) motoru olan bir seri bağlı hibrit elektrikli taşıt yapmıştır (Ehsani vd., 2010:14). Ayrıca 1914'te Owen Magnetic Şirketi debriyaj, vites, marş motoru ve manyeto yerine elektrik iletimini kullanan özellikte ilk hibrit elektrikli taşıtları üretmeye başlamışlardır (Anderson ve Anderson, 2010:39). Bu dönemi Anderson ve Anderson hibrit elektrikli taşıtların geniş kitlelere yayıldığı bir dönem olarak görmekte olup; bundan önceki dönem olan 1800lerin sonlarını ise marjinal bir kullanım olarak değerlendirmektedir (Anderson ve Anderson, 2010:36).

Hibrit elektrikli taşıtlar ve elektrikli taşıtlar konusundaki çalışmalarında Anderson ve Anderson hibrit elektrikli taşıtların en parlak dönemlerini 1910lu yıllar, 1970lerin ilk zamanlarındaki petrol kıtlığı ve 21. yüzyılın ilk on yılları olarak ifade etmektedir (Anderson ve Anderson, 2010:36). Bu dönemler genel olarak bakıldığında savaş gerginliği ve ekonomik sıkıntıların yaşandığı dönemlerdir.

Çoğu otomobil üreticisinin odak noktasına aldığı modern dönem olarak da adlandırılabilen günümüz için ise Anderson ve Anderson, belirli tarihler sunarak hibrit elektrikli taşıtların seyrini anlatmaktadır. İfadelerine göre, 1995 yılında Honda, ABD’de Ultra Düşük Salımlı Taşıtı, Honda Insight’ı sunmuştur. Sınıfında ilk olan bu taşıt, elektrik motorunun ilave güç sağlayabildiği, üretken frenleme sisteminin Nikel Metal Hidrit (NiMH) aküleri şarj ettiği bir hibrit elektrikli taşıttır. 2001 yılındaysa, Toyota pazarda ikinci olarak ortaya çıkmıştır. Ürettikleri Toyota Prius, 1,5 litrelik dört silindirli akaryakıt motoru ve 275 voltluk NiMH akü paketi olan bir hibrit elektrikli taşıttır. Zaman sonra Prius Insight’a göre pazarda daha çok söz sahibi olmaya başlamıştır. Ayrıca 2000 yılında Nissan, Kısmi Sıfır Salımlı Taşıt etiketini alan ilk taşıt olan Nissan Sentra’yı üretmiştir (Anderson ve Anderson, 2010:51,53). 2007 yılında General Motors, Chevrolet Volt konsept taşıtını tanıtmıştır. Şirketin ilk fişli hibrit elektrikli taşıtı olan Volt, akaryakıt ya da elektrik enerjisi takviyesi olmaksızın 640 mil kat edebilen bir özellikteydi. E-flex olarak da adlandırılabilen bu sistemde, içten yanmalı motor aküler bitene kadar hiç çalışmaz. Sistem yalnızca, akülerin bittiğini algıladığı an devreye girerek, aküleri besleyecek olan jeneratörü çalıştırmak için ateşlenmektedir (Anderson ve Anderson, 2010:55). Bu yıllara kadar üretilen hibrit elektrikli taşıtlarda rölanti anında içten yanmalı motor yakıt tasarrufunu sağlamak amacıyla kapatılmaktaydı. Mazda, içten yanmalı motoru kapatmayarak ekstra %10luk enerji tasarrufu gerçekleştiren Akıllı Rölanti Durma Sistemini geliştirmiştir. Bu sistemde, içten yanmalı motorun bir silindiri bir vuruşun yarı noktasında frenler ve sonra yanma odasına yakıt püskürtülür. Tekrar çalışma durumunda elektrik motoru kullanılmamaktadır (Anderson ve Anderson, 2010:57).

Görüldüğü üzere hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar otomotiv endüstrisinin başlangıcından günümüze hep var olmuştur. Günümüze kadar inişli çıkışlı olan dönemlerinin asıl sebebinin küresel ölçekte ekonomik krizler ve daha

temiz ulaştırma anlayışı olduğu söylenebilir. Son dönemde hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar ülkeler arasında bir rekabet ve teknolojik unsur haline gelmiştir. İlk yapım maliyetinin yüksek oluşu araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) faaliyetlerinin pahalı oluşuna bağlanabilir. Ancak zamanla gelişen teknoloji sayesinde fiyatlarının düşerek çok daha geniş kitlelere yayılabilecekleri tahmin edilmektedir.

1.2. HİBRİT ELEKTRİKLİ TAşIT VE ELEKTRİKLİ TAşIT KAVRAMLARI, EşİTLERİ VE ALIşMA şEKİLLERİ

Bu kısımda yer verilen hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kavramları, çalışmada temel olan bu konuların aslında neleri ifade ettikleri, neleri içinde barındırdıkları ile ilgilidir. Ayrıca bu başlık altında, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların çeşitlerinin neler olduğu belirtilecek ve çalışma şekilleri ortaya konulacaktır.

1.2.1. Kavramlar

Bir konunun anlaşılabilmesi için öncelikle o konuyu ortaya koyan kavramların neler olduğunun bilinmesi ve bu kavramların açıklanarak birbirleriyle aralarındaki varsa fark ve ilişkilerinin belirtilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kavramlarının neleri ifade ettikleri çalışma için önemli bulunmaktadır. Dünya’da 1800lerin başında ortaya çıkan elektrikli taşıtlar ve sonrasında ortaya çıkan hibrit elektrikli taşıt konusunda tartışmaların Türkiye’de yakın zamanda başlaması bu konudaki bilgi birikiminin az olduğuna bir işarettir. Nitekim çeşitli pazar araştırmaları yapan çok uluslu bir şirket olan Growth from Knowledge (GFK) Türkiye Grubunun 2010 yılında 3. Uluslararası İştanbul Otomotiv Kongresinde sunduğu araştırması bunu destekler mahiyettedir. 10 derinlemesine görüşme ve 345 yüz yüze anket yapılan ve hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar konusunda bilgi sahibi olanlarla yapıldığı ifade edilen çalışmaya göre, kişiler hibrit elektrikli taşıtlar ve elektrikli taşıtları çevreci otomobil, düşük salımlı taşıt, iki farklı yakıt kullanan otomobil, elektrik gücü ile çalışan yakıtsız ve şarj edilebilen otomobil gibi ifadelerle

açıklamıştır (GFK, 2010:14). Ancak, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt arasındaki farka gelince kişilerin %30,6'sı aralarında bir farkın olmadığı yönünde bilgi vermiştir. Kısmen doğru ayırma bulunarak “elektrikli sürekli elektrikle çalışır; hibrit yarı elektrik yarı yakıt kullanır.” diyenler ise %53,2 olmuştur (GFK, 2010:16). Bu yüzden hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kavramlarının açıklanması yararlı görülmüştür.

Bize göre makro bir anlamı ifade eden araç kavramı, kara yolu, deniz yolu, hava yolu ve demir yoluyla ulaştırma sağlayan vasıtaların genel ismidir. Taşıt ise daha çok karayolunda kullanılan motorlu ve motorsuz araçları ifade etmektedir. Bununla birlikte 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanununda (KTK) taşıt, “karayolunda insan, hayvan ve yük taşımaya yarayan araç” olarak belirtilmekteyken araç ise “karayolunda kullanılabilen, motorlu, motorsuz ve özel amaçlı taşıtlar ile iş makineleri ve lastik tekerlekli traktörlerin genel adı” olarak belirtilmektedir (KTK, 1983:Md.3).

Çalışmamızın ana unsurları olan hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar, farklı tahrik sistemleriyle çalışan taşıtlardır. Ehsani ve diğerlerinin bu konuda hazırlamış oldukları eserlerinde de elektrikli ve hibrit tahrik sistemleri açıklanmıştır. Onlara göre elektrik tahrik sistemleri, elektrik motoru, güç dönüştürücüleri ve elektronik kontrolörleri içermektedir. Burada elektrik motorunun iki işleyişinin olduğu belirtilmiştir: Birincisi mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmek; ikincisi ise elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürmek (Ehsani vd., 2010:151). Yani, elektrikli taşıtta üç temel birim vardır: Elektronik kontrolörler, güç dönüştürücüleri ve üretken frenleme-taşıtın frenleme esnasında aksamalarında ısı enerjisi olarak kaybettiği enerjiyi elektrik enerjisine çeviren sistem-sisteminin de kullanıldığı mekanik enerjiyi elektrik enerjisine, elektrik enerjisini mekanik enerjiye çeviren elektrik motoru.

Ehsani ve diğerleri, hibrit tahrik sistemlerini de taşıtların birden fazla tahrik sistemlerinin kullandığı durumları olarak ifade etmişlerdir (Ehsani vd., 2010:123). Hibrit elektrikli taşıt, taşıtta bulunan farklı güç kaynaklarının performans gerektiren durumlarda (örneğin yokuş yukarı tırmanma) tümünün, performans gerektirmeyen

durumlarda ise (örneğin kırmızı ışıktaki durma) sadece elektrik motorunun kullanıldığı taşıtlardır.

Çalışmamızda hibrit elektrikli taşıt kavramı, elektrik motoru ile içten yanmalı motordan oluşan taşıtları ifade edecektir. Bunun yanında hibrit elektrikli taşıt kavramı “çift modlu taşıt” kavramıyla karıştırılabilmektedir. Çift modlu taşıtlar hibrit elektrikli taşıtlar gibi iki farklı güç kaynağına sahip olmakla birlikte sahip oldukları bu kaynaklar birbirlerinden bağımsız çalışmaktadır. Örneğin gidilecek olan mesafenin bir bölümü bir kaynaktan, kalan kısmı ise diğer kaynaktan sağlanmaktadır. Eserinde bu ayrımın farkında olan Hantula, Boston, Massachusetts’deki çift modlu çalışan otobüslere dikkat çekmiştir. Bu otobüsler, yolların bir kısmını elektrik motoruyla, diğer kısmını da içten yanmalı motor ile kateden otobüslerdir (Hantula, 2010:19).

İçten yanmalı motorlar geleneksel taşıtlarda ve hibrit elektrikli taşıtlarda bulunur. Gürültülü ve çevre kirletici olmalarına rağmen, gösterdikleri performans sebebiyle pazarda hâkim bir konumdadırlar. Burada içten yanmalı motorun ne olduğunu izah etmek gerekir. Hibrit elektrikli taşıtların nasıl çalıştıklarını ele alan çalışmada Hantula içten yanmalı motor kavramına da değinerek içten yanmalı motoru elektrik üretmek için yakıtın motor içinde yakıldığı motor olarak tanımlamıştır (Hantula, 2010:30). Motor içinde piston adı verilen parçanın yakıtla dolu olan motor haznesinde aşağı yukarı hareketi esnasında bir kıvılcımla oluşan patlamayla yanma olayı meydana gelir. Yanma neticesinde piston basınç sebebiyle yukarı hareket eder ve hazneye tekrar yakıt dolar. Pistonun sürekli olan bu aşağı yukarı hareketi ona bağlı olan krank mili adlı parçayla taşıtın hareketini oluşturur (Hantula, 2010:7). Bu işlem ve sonrasında açığa çıkan egzoz dumanı, içten yanmalı motorlu geleneksel taşıtların olumsuz taraflarıdır. Elektrikli taşıtlarda egzoz gazı tamamen elimine edilmiştir. Bu noktada denilebilir ki elektrikli taşıt, taşıt üzerinde şarj edilebilir aküleri bulunan; hareket kabiliyetini bu akülerdeki enerjiyi elektrik enerjisine çeviren elektrik motoru sayesinde sağlayan; emisyon salımı olmayan; gürültüsüz karayolu taşıtıdır.

ABD, İngiltere, Fransa gibi ülkelerin yukarıdaki tanıtımda sayılan unsurlardan dolayı çeşitli fon ve teşviklerle destekledikleri elektrikli taşıtlarla birlikte bir kavram daha ortaya çıkmıştır ki o da “elektrikli hareketlilik” kavramıdır. Bu kavram ulaştırma teknolojisinin gelişmesiyle dünya üzerinde daha da yaygınlaşmaya başlamıştır. Örneğin günümüzde hızlı trenler eskisinden daha çok adından söz ettirmektedir. Askeri uygulamalarda da elektrik motorunun kullanılmasının daha verimli olabileceği tartışılmaktadır. Ulaştırma alanında daha pek çok yerde elektrikli hareketlilik söz konusudur. Kanada’da elektrikli hareketliliği araştırma konusu yapan Gilbert, Lavallée ve Cormier (2005:5) elektrikli hareketliliği, çekişin elektrik motoruyla sağlandığı insan ve mal hareketi olarak ifade etmişlerdir. Onlara göre elektrikli hareketlilik elektriğin motora nasıl ulaştığına göre farklılık göstererek üç ana sınıfa ayrılmaktadır: Birincisi, elektriğin taşıt üzerinde olduğu sınıftır. İkincisi, elektrik enerjisinin başka bir yerde üretilip de taşıt üzerinde depolandığı sınıftır. Üçüncüsü ise elektrik enerjisinin başka bir yerde üretilip de hareket sırasında taşıt motoruna ulaştırıldığı sınıftır. Birincisine hibrit elektrikli taşıtlar, ikincisine elektrikli taşıtlar ve üçüncüsüne de raylı ulaştırma sistemleri örnek olarak gösterilebilmektedir (Gilbert vd., 2005:5). Benzer biçimde bir sınıflandırma da şöyle yapılabilir. Buna göre elektrik enerjisinin nerede üretildiği temel alınır. Yani ilk olarak elektrik enerjisinin taşıt üzerinde üretilmediği, elektrikli taşıtların yer aldığı sınıf ve ikincisi de hibrit elektrikli taşıtların da olduğu elektrik enerjisinin taşıt üzerinde üretildiği sınıftır. Böylece elektrikli hareketlilik kavramının, elektriğin üretimi ve kullanımındaki ilerlemelerle genişleyebileceği yorumlanmakla birlikte; hibrit elektrikli taşıtları da kapsadığı değerlendirilmektedir.

Hem elektrik ve hem de akaryakıtla çalışabilen hibrit elektrikli taşıtlar, temel olarak, üzerinde bir elektrik motoru ve bir içten yanmalı motor olan; içten yanmalı motoru ya aküleri şarj etmek için çalışan ya da elektrik motorunun taşıt performansına yeterli olmadığı durumlarda elektrik motoruna takviye olarak çalışan; düşük salımlı olan; kendi elektriğini kendisi üretebilen ve bazı türlerinin harici olarak şarj da edilebildiği karayolu taşıtıdır. Anderson ve Anderson da benzer anlatımlardan yola çıkarak hibrit elektrikli taşıt kavramını açıklamışlardır. Fişli hibrit elektrikli taşıt (plug in hybrid) kavramını ise, büyük akü paketleri olan; harici kaynaktan şarj edilebilen ve kullandığı enerji kaynağı ve çevrecilik bakımından elektrikli taşıtlara en

yakın olan bir taşıt olarak tanımlamışlardır (Anderson ve Anderson, 2010:233). Çevre kirliliği konusunda normal hibrit elektrikli taşıtlara kıyasla daha olumlu olan fişli hibrit elektrikli taşıtları “Electric And Hybrid Vehicles: Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the Market” adlı çalışmanın bölümünde açıklayan Delucchi ve Lipman da bu ayrıma işaret ederek fişli hibrit elektrikli taşıtların daha büyük akü paketlerinin oluşunun ve elektrik şebekesinden şarj edilebilmelerinin iki önemli fark olduğuna dikkat çekmiştir (Delucchi ve Lipman, 2010:32).

Belirtilmesi gereken bir diğer önemli kavram olan “üretken frenleme (regenerative braking)”, taşıtların hareketli halden hareketsiz konuma geçtikleri ana kadar veya hız düşürdükleri ana kadar tekerleklerdeki frenlerde frenleme esnasında kaybettikleri enerjinin—ki bu enerji ısı enerjisi olarak kaybedilmiştir—akülerde elektrik enerjisi olarak dönüştürülmesini amaçlayan ve hibrit elektrikli taşıtlarla elektrikli taşıtlarda kullanılan bir sistemdir. Bir motorlu taşıtın kendi kendine nasıl enerji üretebileceği sorusuna yanıt aranarak bulunan bu sistem taşıtların fren esnasında kaybettikleri enerjinin geri kazanılmasıyla bulunmuştur. Bu konuda Ehsani ve diğerleri, 1.500kg’lık bir taşıtın 100km/sa hızdan duruncaya kadar 0,16kWh’lık (kilowattsaat) enerji kaybedildiğini belirterek; bu enerjinin hiç frenleme olmaksızın, bir taşıtı sadece kendi sürüklenmesiyle 2km götürebileceğini ifade etmiştir (Ehsani vd., 2010:411). Aslına bakıldığında bu enerji hiç de azımsanacak bir enerji değildir. Nitekim Ehsani ve diğerleri (2010:412), tipik şehir sürüşlerinde üretken frenleme enerjisinin toplam çekiş enerjisinin %34’ü olarak bulmuştur. Bu bulgu üretken frenleme sisteminin hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt teknolojisinde önemini ortaya koyar niteliktedir.

1.2.2. Hibrit Elektrikli Taşıt ve Elektrikli Taşıt Çeşitleri ve Bunların Çalışma Şekilleri

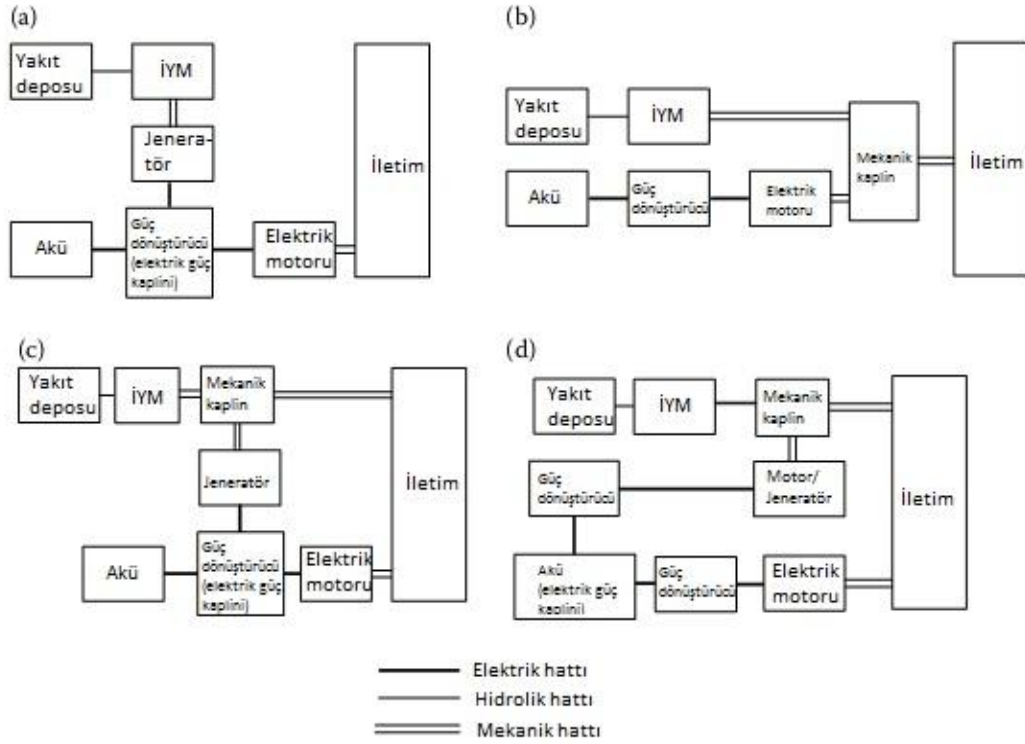
Çalışmamızın bu kısmında ilk olarak hibrit elektrikli taşıtların çeşitleri ve çalışma şekillerine ve sonrasında ise elektrikli taşıtların çeşitleri ve çalışma şekillerine yer verilecektir. Ayrıca anlatım görselleştirilerek bunlara bağlı açıklamalarda bulunulacaktır.

1.2.2.1. Hibrit Elektrikli Taşıt Çeşitleri ve Çalışma Şekilleri

Hibrit elektrikli taşıtlar, yakıt verimi, performans gibi hedeflere bağlı olarak farklı çeşitlerde gelişme göstermiştir. Bu çeşitlilik iki farklı şekilde sınıflandırılabilir. Birinci sınıflandırmada içten yanmalı motor ve elektrik motorunun aracın hareketlendirilmesinde üstlendiği role yani taşıtı doğrudan çalıştırıp çalıştırmadıklarına bakılırken; diğer sınıflandırma ise elektrik motorunun taşıtta kullanılan toplam enerjinin yüzde kaçını ürettiği sorusu esas alınarak yapılan tasniftir.

İlk sınıflandırmaya göre hibrit elektrikli taşıtlar seri bağlı hibritler, paralel bağlı hibritler, seri ve paralel bağlı hibritler ve karışık hibritler olmak üzere dörde ayrılmaktadır. Ehsani ve diğerlerinin eserlerinde bu sınıflandırma şekillendirilmek suretiyle daha da anlaşılır kılınmıştır. Şekil 1.1’de gösterilen tasnifte, (a), seri bağlı hibrit tahriğini, (b), paralel bağlı hibrit tahriğini, (c), seri ve paralel bağlı hibrit tahriğini ve (d) ise karışık hibritleri göstermektedir.

Şekil 1.1: Hibrit Elektrikli Taşıtların Tasnifi



Kaynak: Ehsani vd., (2010:127).

Şekil 1.1 (a)'ya göre, aküden veya jeneratörden elektrik motoru yönünde ya da elektrik motorundan akü veya jeneratör yönünde güç akışını kontrol eden elektrik güç kaplininde iki farklı kaynaktan gelen enerjinin birleştirilmiş olması, seri bağlı hibrit sınıfının temel özelliğidir (Ehsani vd., 2010:127). İçten yanmalı motor, elektrik motorunda olduğu gibi taşıtın hareketini doğrudan sağlamamaktadır. Elektrik motoru için elektrik sağlayan jeneratörü çalıştırmaktadır. İçten yanmalı motor aynı zamanda aküyü şarj etmek için de çalışabilmektedir. Bu durumda taşıtın hareketinden büyük ölçüde elektrik motoru sorumludur. Yatırım danışmanlığı hizmeti veren ve küresel ölçekte faaliyet gösteren Alliance Bernstein şirketi bu konuda önemli bir araştırma yürütmüştür. “The Emergence of Hybrid Vehicles Ending Oil’s Stranglehold on Transportation and the Economy” adıyla yayımlanan ve Amy Raskin ve Saurin Shah tarafından hazırlanan bu araştırmaya göre, hibrit elektrikli taşıtlardan seri bağlı hibrit elektrikli taşıtlar düşük performans sergilemektedirler (Raskin ve Shah, 2006:15). Seri bağlı hibrit elektrikli taşıtların performans gösterememeleri bir dezavantaj olarak

yorumlanabilse de düşük performans isteyen işlerde, örneğin sadece büyük otel gibi tesislerin sınırları dâhilinde ve aşırı hızlanma gerektirmeyen durumlarda kullanılan otomobille yolcu taşımacılığı, ekonomik bir hibrit elektrikli taşıt türü olarak değerlendirilmektedir.

Ehsani ve diğerlerinin hazırladığı tasnifte verilen Şekil 1.1 (b)'ye göre, yani paralel bağlı hibritlerde, içten yanmalı motor ve elektrik motorundan gelen iki farklı mekanik güç mekanik kaplinde birleştirilerek harekete dönüştürülmektedir (Ehsani vd., 2010:127). Bu türde, hem içten yanmalı motor ve hem de elektrik motoru doğrudan tork-tekerleklerdeki dönme momenti-sağlayabilmektedir. Enerji dönüştürülmesinden doğan enerji kaybı seri bağlı hibrit elektrikli taşıtlara nispeten daha azdır (Ehsani vd., 2010:130). Paralel bağlı hibrit elektrikli taşıtların diğer bir özelliğini de Alliance Bernstein araştırmalarında ifade edilmiştir. Bu türde her ne kadar performans sağlanabilse de, içten yanmalı motor çalışırken aküler içten yanmalı motor tarafından şarj edilememektedir (Raskin ve Shah, 2006:15). Bu durum yakıt verimliliği açısından olumsuzluk teşkil etmektedir.

Şekil 1.1 (c)'de gösterilen seri ve paralel bağlı hibrit tahriği ise, Ehsani ve diğerlerinin ifadesiyle çok daha karışık ve yüksek maliyetli bulunmuştur (Ehsani vd., 2010:127). Fakat Alliance Bernstein'ın araştırmasında, bu tahriğin yüksek maliyetli oluşunun, kazandırdıklarının yanında önemli olmadığı ortaya konulmuştur. Bu tahrik, seri bağlı hibrit tahriğindeki yakıt verimliliği ve paralel bağlı hibrit tahriğindeki performansın aynı anda sağlanması amacıyla kullanılan bir tahriktir. Hem elektrik motoru ve hem de içten yanmalı motorun taşıta doğrudan hareket kazandırabilmesi taşıtı performanslı kılarken; elektrik motorunun taşıtı hareketlendirmesi esnasında içten yanmalı motorun aküyü şarj edebilmesi yakıt verimliliğini sağlamaktadır (Raskin ve Shah, 2006:15).

Ehsani ve diğerlerinden yararlanılan Şekil 1.1'in (d) kısmında karışık hibritlerin sistemi gösterilmiştir. Günümüz hibrit elektrikli taşıtları olan Toyota Prius ve Honda Civic taşıtlarında da kullanılan karışık hibritlerin seri ve paralel bağlı hibritlere göre tek farkı, seri ve paralel bağlı hibrit tahriğinde jeneratör varken; karışık sistemde hem jeneratör ve hem de motor olarak çalışabilen elektrik

makinesinin bulunuyor oluşudur (Ehsani vd., 2010:128). Bu sistemle çalışan hibrit elektrikli taşıtlarda büyük güç gerektiren rampa yukarı tırmanma gibi koşullarda elektrik motoru ve içten yanmalı motor aynı anda çalışarak performans sağlamaktadır. Bununla birlikte duraklama esnasında ise sadece elektrik motoru çalışır ki bu durum sessiz ve çevre açısından temiz bir kullanım meydana getirmektedir. Hem motor ve hem de jeneratör olarak çalışan elektrik makinesi de gerektiğinde aküler için şarj kaynağı olurken; gerektiğinde de içten yanmalı motor için ateşleme görevi görmektedir.

Hibrit elektrikli taşıtların ikinci sınıflandırılmasına göre hibrit elektrikli taşıtlar tam hibritler (full hybrid), orta hibritler (mild hybrid), hafif hibritler (weak hybrid) ve fişli hibrit elektrikli taşıtlar (plug in hybrid) olmak üzere dörde ayrılmaktadır. Son zamanlarda ortaya çıkan fişli hibrit elektrikli taşıtların bu sınıflandırmada yer alması bizce daha uygun görülmüştür. Çünkü fişli hibrit elektrikli taşıt kullandığı elektrik enerjisinin tamamını taşıt dışındaki elektrik şebekesinden almaktadır. Bu durum fişli hibrit elektrikli taşıtları tam, orta ve hafif hibritlerin yer aldığı elektrik motorunun taşıtta kullanılan elektrik enerjisinin hangi oranda sorumlusu olduğu ile ilgilenen ikinci sınıflandırmada yer almasını göstermiştir.

Yaptığı araştırma sonucunda fişli hibrit elektrikli taşıtların hibrit elektrikli taşıtların bir sonraki aşaması olduğunu belirten Alliance Bernstein, Tablo 1.2’de belirtildiği şekliyle açıklayarak tam hibritlerin en yüksek tasarruflu hibrit türü olduğunu vurgulamışlardır. Yer verilen bu sınıflandırmadan yola çıkarak tam hibritler, elektrik motorunun taşıtı bir süre için tek başına hareket ettirebildiği taşıtlar olup; kullanılan elektriğin toplam güce oranı %30 ile %50 arasındadır (Raskin ve Shah, 2006:16). Bu hibrit elektrikli taşıt için en fazla elektrik motorundan yararlanan, fişli hibrit elektrikli taşıttan sonra en temiz hibrit elektrikli taşıt olduğu söylenebilir. Orta hibritlerde ise elektrik motoru taşıtı tek başına hareket ettirememektedir. Elektrik motoru içten yanmalı motora yardımcı olmak amacıyla çalışmakta ve içten yanmalı motor rölanti anında kapanmaktadır. Bu taşıtlarda kullanılan elektriğin toplam güce oranı %10 ile %30 arasındadır (Raskin ve Shah, 2006:16). Üçüncü tür olan hafif hibritler ise elektrik motorlarının taşıtı hareket ettirmeden ziyade çok daha

küçük klima, aydınlatma, rölanti anında içten yanmalı motorun kapanmasının ardından çalışma gibi görevleri üstlendiği taşıtlardır. Ayrıca kullanılan elektriğin toplam güce oranı %5 ile %10 arasındadır (Raskin ve Shah, 2006:16).

Tablo 1.2: Hibrit Elektrikli Taşıtların Elektrik Güç Oranları ve Yakıt Tasarrufları

Taşıt tipi	Elektriğin toplam güce oranı	Yakıt tasarrufu faydası	Temsilci taşıt markası
Geleneksel taşıt	%2	Eşik değerinde	Saptanamadı
Hafif hibrit elektrikli taşıt	%5-10	%5-20	GMC Sierra
Orta hibrit elektrikli taşıt	%10-30	%20-50	Honda Civic Hibrit
Tam hibrit elektrikli taşıt	%30-50	%20-80	Toyota Prius

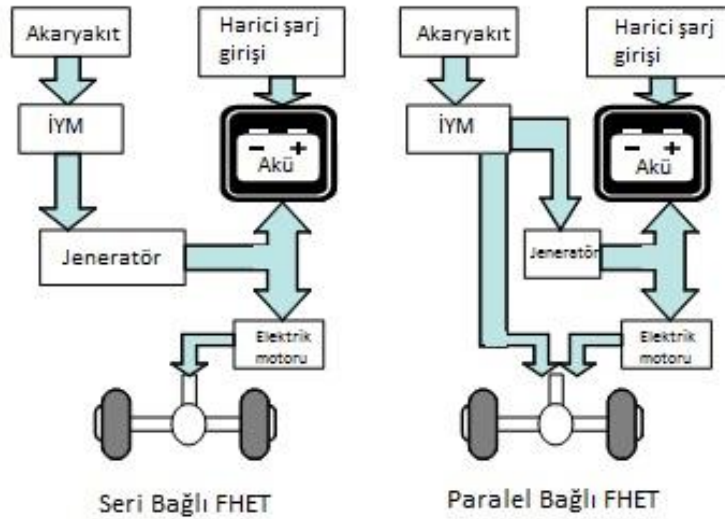
Kaynak: Raskin ve Shah, (2006:16).

Tam, orta ve hafif hibrit elektrikli taşıtlardan sonra fişli hibrit elektrikli taşıtlara gelince, fişli hibrit elektrikli taşıt, akülerini bir fiş vasıtasıyla ya da fişsiz olarak normal elektrik şebekesinden şarj edebilen; elektrik motoruna yardımcı olan içten yanmalı motoru sayesinde performansı güçlendirilmiş ve aynı zamanda içten yanmalı motorunun aküleri şarj etmek için çalışabildiği; üretken frenleme gerçekleştirebilen bir taşıttır.

Hibrit elektrikli taşıt teknolojisi konularında çalışmalarından yararlanılabilecek olan California Üniversitesinde faaliyet gösteren Ulaştırma Araştırmaları Enstitüsü (Institute of Transportation Studies–ITS) hibrit elektrikli taşıt çalışma yapısıyla aynı olan fişli hibrit elektrikli taşıtların çalışma yapısını iki temel yapıda incelemiştir. 2009 yılında hazırlanan bu araştırmaya göre fişli hibrit elektrikli taşıtlar, seri bağlı fişli hibrit elektrikli taşıt ve paralel bağlı fişli hibrit elektrikli taşıt olarak ikiye ayrılmaktadır (Kurani vd., 2009:11). Sadece elektrik motoruyla hareketlenen seri bağlı fişli hibrit elektrikli taşıtta aküler hem içten yanmalı motor vasıtasıyla ve hem de harici şebekeden beslenen bir fiş yardımıyla şarj edilebilmektedir. Paralel bağlı fişli hibrit elektrikli taşıtlar ise hem içten yanmalı motor ve elektrik motoruyla hareketlenebilmekte; akü, içten yanmalı motor ve aynı

zamanda harici elektrik şebekesinden şarj edilebilmektedir. ITS bünyesinde araştırmalar yapan Kurani ve diğerleri bu iki sistemi, seri bağlı fişli hibrit elektrikli taşıt olarak General Motors Chevy Volt'u ve paralel bağlı fişli hibrit elektrikli taşıt olarak Toyota Prius'u örnek göstererek açıklamıştır (Kurani vd., 2009:11). Şekil 1.2'de seri ve paralel bağlı fişli hibrit elektrikli taşıtın gösterimine yer verilmiştir. Buna göre aralarındaki en önemli farklardan birini paralel bağlı fişli hibrit elektrikli taşıtta içten yanmalı motorun taşıtın hareketine doğrudan katkı sağlaması olarak göstermek mümkündür (Kurani vd., 2009:12).

Şekil 1.2: Fişli Hibrit Elektrikli Taşıt Tasnifi

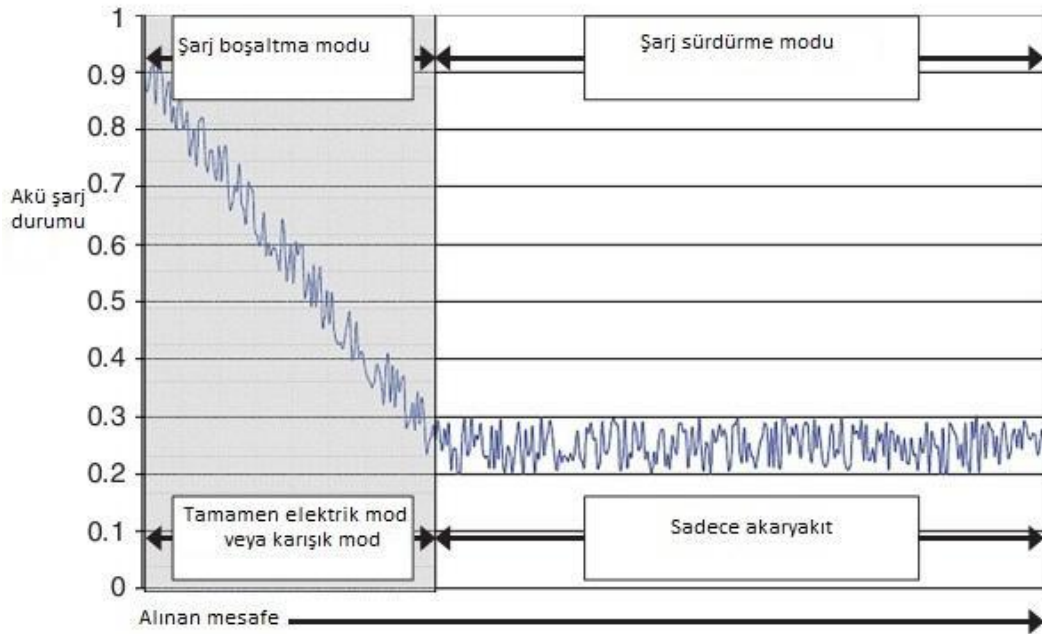


Kaynak: Kurani vd., (2009:12).

Fişli hibrit elektrikli taşıt seri bağlı da olsa paralel bağlı da olsa şarj tüketimleri benzer modlarla sürdürülür. Yani aküsü tam dolu bir fişli hibrit elektrikli taşıtın aküsünü kullanıp içten yanmalı motordan takviye sağlayarak çalışma şekli aynıdır. Farklılık sadece fişli hibrit elektrikli taşıtların aküde hangi oranda şarj varken içten yanmalı motordan takviye sağladıklarındadır. Buna göre fişli hibrit elektrikli taşıtlar temel olarak iki modda çalışırlar: “şarj boşaltma” ve “şarj sağlama”. Şarj boşaltma modunda fişli hibrit elektrikli taşıt, akülerde yeteri kadar şarj olduğundan dolayı akülerdeki enerjiyi kullanır. Bu durumda fişli hibrit elektrikli taşıtın “şarj durumu” bir başka ifadeyle “kullanılabilen şarj derinliği” kullanım sonrasında azalır. Fişli hibrit elektrikli taşıtın şarj boşaltma modundan şarj sağlama

moduna geçişini Axsen ve diğerleri sade bir şekilde grafikleştirerek anlatmıştır (Axsen vd., 2010:408). Şekil 1.3’de fişli hibrit elektrikli taşıtlarla ilgili göze çarpan önemli bir husus, şarj durumu maksimum seviyesinin hiçbir zaman %100 dolu olmaması ve şarj sağlama moduna geçildiği anda ve şarj sağlama modu sırasında şarjın hiçbir zaman sıfır noktasına inmemesidir. Bu, akü emniyetini sağlama kaygısından doğmuştur. Axsen ve diğerlerine göre akülerin sınırlı derecede maksimum ve minimum seviyelerinin olması akülerin ömürlerini korumada da faydalıdır (Axsen vd., 2010:408).

Şekil 1.3: Fişli Hibrit Elektrikli Taşıtta Şarj Tüketimi ve Modlar



Kaynak: Axsen vd., (2010:408).

Fişli hibrit elektrikli taşıt şarj boşaltma modundayken sadece akülerdeki elektrik enerjisini kullanır. Fişli hibrit elektrikli taşıtlar şarj boşaltma modunun farklı tarzlarda kullanımlarına göre de çeşitlenmektedir. Bir fişli hibrit elektrikli taşıt şarj boşaltma modunda ya “tamamen elektrik” modda ya da “karışık” modda çalışmaktadır. Tamamen elektrik modunda içten yanmalı motor hiç çalışmayıp sadece akü enerjisiyle hareketliliği sürdürürken; karışık modunda içten yanmalı motor da çalışır. Görüşlerinden faydalanan yazarlar Axsen ve diğerleri, tamamen elektrik ve karışık modundaki farklılık sebebiyle, tamamen elektrik moduna göre yapılmış bir fişli hibrit elektrikli taşıtın karışık moduna göre yapılmış bir fişli hibrit

elektrikli taşıta göre daha büyük akü paketinin olması gerektiğini ifade etmiştir (Axsen vd., 2010:409). Bizce de tamamen elektrik modunda taşıt sadece aküde depolanmış enerjiden faydalanacağından dolayı daha büyük aküye gereksinim duymaktadır. Bu durumda taşıt daha ağır olurken maliyeti de yüksek olacaktır. Diğer tarafta ise akü kullanımı daha uzun süre olacağından taşıt kullanımı daha ekonomik ve çevre açısından yolculuk daha temiz olacaktır.

Bununla beraber fişli hibrit elektrikli taşıtlar kat ettikleri mesafelerin ne kadarının aküde depolanan enerjiyle sağlandığı konusunda da değerlendirilebilmektedir. İçten yanmalı motor olmaksızın şarj boşaltma modunda hangi tür fişli hibrit elektrikli taşıt daha uzun yol alıyorsa o fişli hibrit elektrikli taşıt daha avantajlı olarak öne çıkmaktadır. Bu noktada belirtilmesi gereken elektrik menzil tanımlamaları bulunmaktadır. Ehsani ve diğerleri, tam bir şarjdan sonra, içten yanmalı motorun ilk çalışma anına dek elektrikle alınan kilometre (km) ya da mil bazından menzili “tamamen elektrik menzili” olarak ifade etmektedir. Ayrıca “elektrikli taşıt mili/km”, tam bir şarjdan sonra, taşıt şarj sağlama moduna geçinceye dek elektrikli olarak alınan toplam mil/km bazında mesafe olup; bu tanımlamalar “şarj boşaltma menzili” olarak da belirtilmektedir (Ehsani vd., 2010:335).

Fişli hibrit elektrikli taşıtların (FHET) şarj boşaltma modunda kat edebildikleri mesafe, “FHET-X” ibaresiyle gösterilmektedir. Örneğin bir fişli hibrit elektrikli taşıt, “FHET-10” olarak ifade ediliyorsa buradaki “X” yerine geçen “10”, fişli hibrit elektrikli taşıtın şarj boşaltma modunda aldığı 10 millik yoldur. Aynı şekilde bir fişli hibrit elektrikli taşıt, FHET-20 olarak tabir ediliyorsa bu durumda anlaşılması gereken o fişli hibrit elektrikli taşıtın şarj boşaltma modunda sadece aküsünü kullanarak 20 mil mesafe kat edebileceğidir.

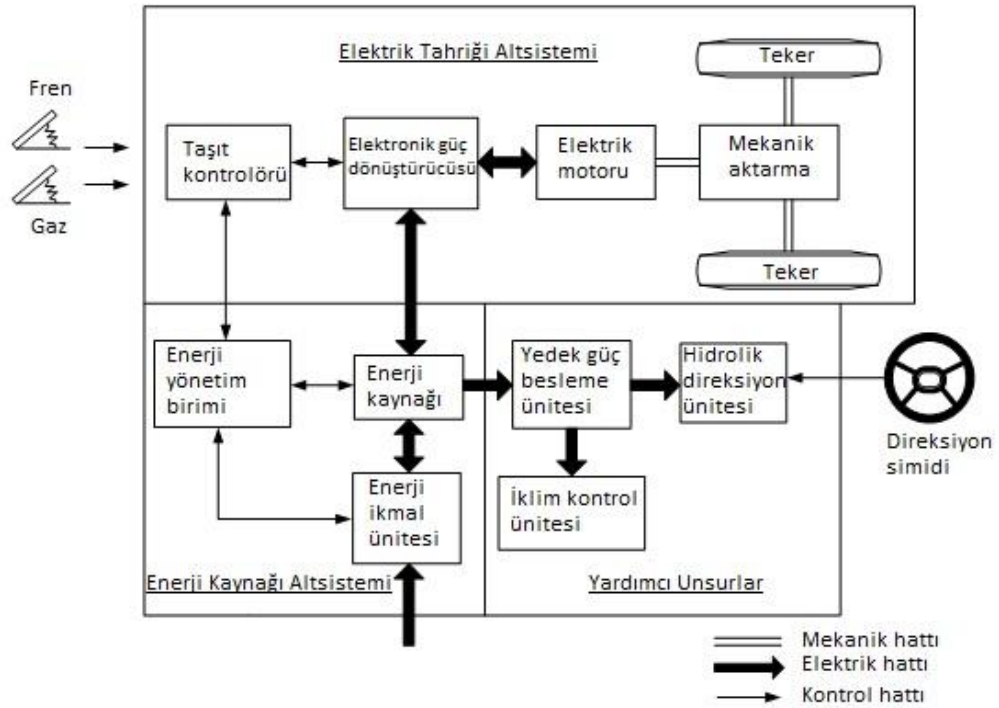
Şarj boşaltma modunda yol alıp aküdeki enerji seviyesini belli bir düzeye getiren–her fişli hibrit elektrikli taşıtta taşıt aküsünün inebileceği şarj düzeyi farklılık gösterebilmektedir. %20, %25... gibi.–fişli hibrit elektrikli taşıt, şarj sağlama modunda çalışmaya başlamaktadır. Delucchi ve Lipman’ın ifadesiyle bu durumda taşıt daha çok hibrit elektrikli taşıt olarak çalışacaktır (Delucchi ve Lipman, 2010:32). Taşıt şarj seviyesini belli bir düzeyde tutabilmek için hem üretken

frenlemeden yararlanacak ve hem de elektrik motorundan faydalanacaktır. Elektrik motorunun çalışmasını ise içten yanmalı motor sağlayacaktır. Şekil 1.3’de şarj sağlama modunda şarj durumu dalgalanmaları taşıtın şarjını makul seviyede tutma eğilimini göstermektedir (Aksen vd., 2010:408). Şarj sağlama modunda şarj durumu seviyesi taşıt harici olarak şarj edilmediği müddetçe aynı kalacak ve akaryakıt kullanacaktır. Şarj edilme konusu ilerleyen başlıklarda daha detaylı ele alınacaktır.

1.2.2.2. Elektrikli Taşıt Çeşitleri ve Çalışma Şekilleri

Enerjisinin büyük bir kısmı ilk olarak akülerde depolanmış enerjiye ve sonra da üretken frenleme neticesinde sağlanan enerjiye dayanan elektrikli taşıtlar temel olarak üç ana yapıda çalışmaktadır: Elektrik motoru, güç dönüştürücü ve elektrik kontrolörü. Bu yapıyı Şekil 1.4’de anlatan Ehsani vd., elektrik motorunun akülerdeki enerjiyi mekanik enerjiye ve üretken frenleme sayesinde de mekanik enerjiyi de elektrik enerjisine çevirdiğini; güç dönüştürücüsünün elektrik motoruna uygun akımı sağladığını; elektrik kontrolörünün sürücüden gelen isteğe göre uygun tork ve hızı sağlamak için güç dönüştürücüsünü yönlendirdiğini ifade etmişlerdir (Ehsani vd., 2010:106). Bunun yanında üretken frenleme ve şarj durumlarını yönetmek ve kontrol etmek üzere de elektrikli taşıtlarda enerji yönetim birimi mevcuttur. Bu birim taşıtın harcadığı enerji ile ihtiyaç olan enerjiyi izleyerek sürücünün paneldeki göstergelerden bilgilendirilmesine yardımcı olmaktadır.

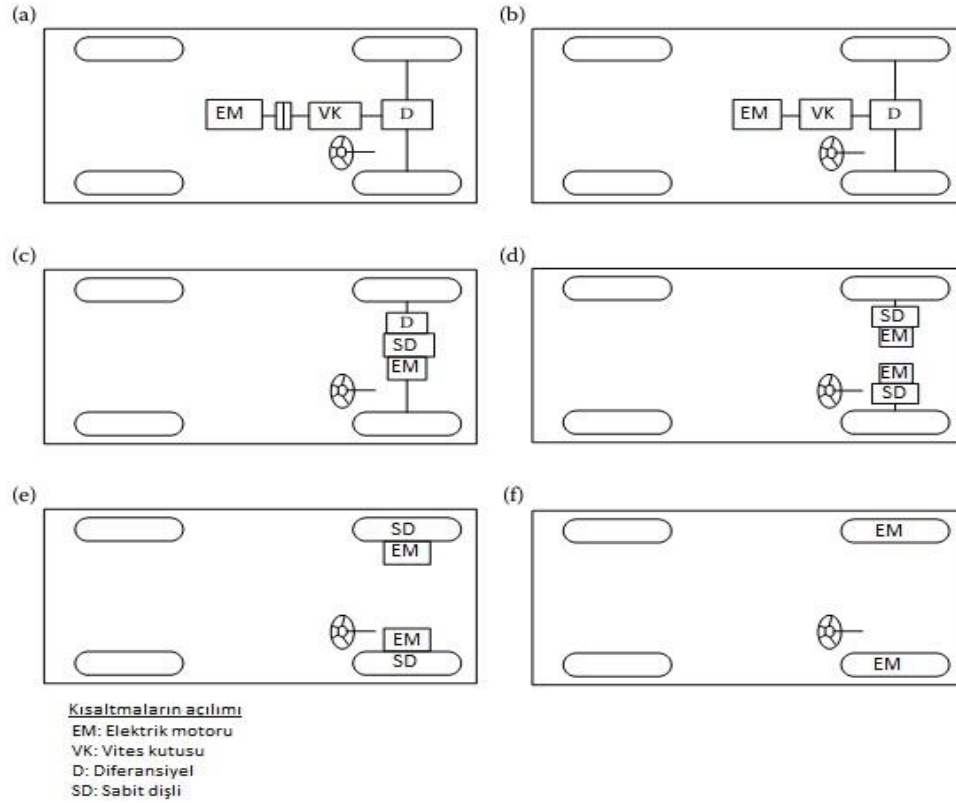
Şekil 1.4: Elektrikli Taşıt Temel Yapılanması



Kaynak: Ehsani vd., (2010:106).

Bunlarla beraber elektrikli taşıtların sürücülerin beklentileri çerçevesinde geliştiğini ve çeşitlendiğini de söylemek mümkündür. Bu çeşitlenme elektrikli taşıtın elektrik tahriği alt sistemi, enerji kaynağı alt sistemi ve yardımcı unsurlardan oluşan sistemin değiştirilmesiyle oluşmuştur. Üreticiler açısından alt sistemlerin bu olası yapılanma çeşitlenmeleri taşıt boyutunu azaltma, daha hızlı ve hafif olma gibi avantajlar sağlayabilmektedir. Eserlerinde bu olası elektrikli taşıt yapılandırmalarını altı başlık halinde şekillendirerek inceleyen Ehsani ve diğerleri, farklılaşmaların elektrik tahrik özellikleri ile enerji kaynaklarından doğduğunu vurgulamışlardır (Ehsani vd., 2010:107). Şekil 1.5’te verilen bu sınıflandırmada yer alan “(a)” dizaynı, elektrik motoru, motorlu taşıt şanzımanına yön veren dişli yapıların bulunduğu kısım olan vites kutusu, vites kutusu ile motor arasındaki bağı keserek vites değiştirmeye yarayan debriyaj ve taşıtın dönüşü esnasında dışta kalan tekerleklerin içtekilere göre daha hızlı dönmelerini sağlayan diferansiyelden oluşmaktadır. Bu dizayn geleneksel temel dizayn olup vites kutusu yerine otomatik şanzıman da kullanılabilir.

Şekil 1.5: Elektrikli Taşıt Dizayn Çeşitleri



Kaynak: Ehsani vd., (2010:107).

Şekil 1.5 (b)'de gösterilen dizaynda Ehsani ve diğerlerinin ifadesiyle mekanik aktarmanın boyut ve ağırlığı azalırken; vites değiştirmeye gerek olmadığından sürüş kontrolü daha kolay olmaktadır. Bu dizayn debriyaj olmaksızın tek dişli iletim olarak da adlandırılmaktadır (Ehsani vd., 2010:108).

Şekil 1.5 (c)'de belirtilen dizaynda ise elektrik motoru, sabit dişliler ve diferansiyel aks-taşıta tekerleklerin merkezinden geçen ve onları bağlayan dingil-üzerine yerleştirilmiştir. Böylelikle taşıt daha kompakt hale getirilmiştir.

Anlatılan üç şekilden tamamen farklı olarak Şekil 1.5 (d)'de mekanik diferansiyel her iki tekerlekte de elektrik motoru kullanılmak suretiyle yeri değiştirilmiştir. Haliyle elektrik motorları dönüşlerde farklı hızlanmalar ortaya koyacaktır (Ehsani vd., 2010:108).

Şekil 1.5 (e) dizaynı, Ehsani ve diğerlerinin işaret ettiği üzere sürüş çekişini daha da basitleştirebilmek amacıyla ortaya konulmuştur. Bu dizaynda diğerinden farklı olarak elektrik motorları tekerleklerin içine alınarak motor hızı azaltılıp torkunun artırılması hedeflenmiştir ki bu sisteme aynı zamanda “tekerlek içi sürüş” de denilmektedir (Ehsani vd., 2010:108).

Ehsani ve diğerlerinin aktardığı son sistemde ise elektrik motoru ile tekerlek arasındaki mekanik bağ tamamen ortadan kaldırılarak elektrik motorunun doğrudan tekerlekleri hareketlendirmesi sağlanmıştır. Bu şekliyle taşıtın çalıştırılıp hızlandırılabilmesi için elektrik motorunun daha yüksek torka sahip olması gerekmektedir (Ehsani vd., 2010:108).

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kavramına yer verilen ve bunların çeşitleri ile çalışma şekillerine ağırlık verilen bu bölümde bu taşıtlar birbirlerinden ayrı olarak açıklanmıştır. Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlara farklılık katan ana unsurun içten yanmalı motor olduğu görülerek; içten yanmalı motorun taşıttaki hareketlendirme rolüne göre de hibrit elektrikli taşıtları çeşitlendirdiği belirtilmiştir. Bununla beraber elektrikli taşıtın elektrik motoru, güç dönüştürücü ve elektrik kontrolörü olarak üç ana yapıdan oluştuğu açıklanmıştır.

1.3. AKÜ VE ŞARJ

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların temel yapı birimi olan hususlar burada akü ve şarj olarak iki ayrı başlık altında incelenecektir. İlk olarak kavram haliyle ele alınan akünün özelliklerine yer verilecek ve sonra şarj konusu çeşitleriyle birlikte değerlendirilecektir.

1.3.1. Aküler

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların otomobil pazarında daha rekabet edebilir bir şekilde yer alabilmesini sağlayan unsurlardan biri de hiç kuşkusuz aküdür. En

yalın haliyle Hantula tarafından “elektrik depolayan alet” (Hantula, 2010:30) olarak tanımlanan akü günümüzde taşıtın uzun mesafeler yol alabilmesi; akünün çevre ve insan sağlığına en az zarar veren maddelerden oluşması; akünün en kısa zamanda şarj edilmesi ve kaza sonrası risklerin en aza indirgenmesi için daha emniyetli bir hale getirilmesi gibi faktörler sebebiyle oldukça farklılaşmış ve salt elektrik depolayan bir alet olmaktan çıkarak fişli hibrit elektrikli taşıtlar sayesinde depoladıkları enerjinin taşıt dışında kullanımını da gündeme getirmişlerdir.

Avrupa Komisyonunun teknik raporunu oluşturan eserlerinde hibrit teknolojisini inceleyerek hibrit elektrikli taşıtların verimliliklerine değinen Christidis, Hernandez, Georgakaki ve Peteves, akü teknolojisinin doğuşunun günümüzden 160 yıl öncesine dayandığını dile getirerek; akü teknolojisinin hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların başarısı için bir anahtar olduğunu anlatmıştır (Christidis vd., 2005:49). Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların gelişmesinde büyük bir pay sahibi olan bu teknolojiye akülerin çeşitlenmesi ve bununla beraber yapılarının değişmesi, daha hafif ve emniyetli hale getirilmeleri gibi sebepler etkili olmuştur. Nitekim Broussely, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların çok farklı akü gereksinimleri olduğunu ifade etmiş ve Tablo 1.3’de gösterildiği üzere kullanım amaçlarına göre çok çeşitli olabileceklerini değerlendirmiştir (Broussely, 2010:307). Buna göre tam hibrit elektrikli taşıtın kullanmış olduğu bir akü hafif hibrit elektrikli taşıtın kullanmış olduğu bir akünün ortalama on katı gerilim aralığına sahiptir.

Tablo 1.3: Hibrit Elektrikli Taşıt ve Elektrikli Taşıtların Yaklaşık Güç, Enerji ve Gerilim Gereksinimleri

Taşıt tipi	Güç aralığı (kilowatt/kW)	Enerji aralığı (kWh)	Gerilim aralığı (V/volt)
Hafif hibrit elektrikli taşıt	2,5–5	0,5	12–36
Orta hibrit elektrikli taşıt	15–20	1	120–160
Tam hibrit elektrikli taşıt	30–50	2–3	200–350
Yakıt hücresli hibrit elektrikli taşıt	25–30	1–2	220
Fişli hibrit elektrikli taşıt	30–100	5–15	200–350
Elektrikli taşıt	35–70	25–40	200–350

Kaynak: Broussely, (2010:307).

Bu değerlendirmeden sonra akü çeşitlerini Tablo 1.4’de hazırlandığı şekilde ele almak mümkündür. Christidis ve diğerleri hazırladıkları raporda en temel akü olan kurşun asit aküden lityum iyon (Li-ion), NiMH akülere kadar birçok akü sıralamışlardır. Buna göre maksimum enerji yoğunluğu en fazla olan akü alüminyum hava, maksimum güç yoğunluğu olan akü metal folyo kurşun asit akü, en hızlı şarj olan akü şarj edilebilir kurşun asit akü, metal folyo kurşun asit akü, nikel kadmiyum (NiCd) akü görülmektedir. Bununla birlikte birçok akünün ortam sıcaklığında çalışabildiği ve en ucuz akünün kurşun asit akü olduğu ve en pahalı olanın ise NiCd, NiMH ve sodyum–nikel klorür akü olduğu ifade edilerek; en sık uygulanan akülerin kurşun asit akü, NiCd akü, Ni-MH akü ve Li-ion akü olduğu aktarılmıştır (Christidis vd., 2005:49).

Tablo 1.4: Aküler ve Özellikleri

Akü tipi	Tahmini büyük ölçekli üretim masrafı (\$/kWsa)	Değiştirilme öncesi %80 şarj boşaltım döngüsü	Çalışma sıcaklığı	En hızlı %80 şarj olma süresi dakika (dk)	Maksimum güç yoğunluğu (W/kg)	Maksimum enerji yoğunluğu (Wattsa/kg)
Kurşun asit	60	1.000	Ortam sıcaklığı	Bilgi yok	150	35
Gelişmiş kurşun asit	200	1.500	Ortam sıcaklığı		250	45
Şarj edilebilir kurşun asit akü (kapalı akü, VRLA battery)	150	700+	Ortam sıcaklığı	15	150+	50
Metal folyo kurşun asit	Bilgi yok	500+	Ortam sıcaklığı	15	900	30
Nikel–demir	150-200	2.000	Ortam sıcaklığı	Bilgi yok	100	50
Nikel–çinko	150-200	300	Ortam sıcaklığı	Bilgi yok	150	70
Nikel-kadmiyum	300	2.000	Ortam sıcaklığı	15	200	50
Nikel–metal hidrit	250	2.000+	Ortam sıcaklığı	35	200	70
Sodyum–sülfür	150	1.000	350°C	Bilgi yok	150	110
Sodyum–nikel klorür	250	700+	300°C	Bilgi yok	150	100
Lityum–demir sülfat	200	1.000	450°C	Bilgi yok	300	150
Lityum–katı polimer	150	1.000	80°C-120°C	Bilgi yok	350	200

Li-ion	150	1.000+	Ortam sıcaklığı	<60	120–150	120–150
Alüminyum-hava	Bilgi yok	Bilgi yok	Ortam sıcaklığı	Bilgi yok	30	220
Çinko-hava	100	200	Ortam sıcaklığı	Bilgi yok	80-140	200

Kaynak: Christidis vd., (2005:49).

Benzer şekilde elektrik enerjisini şarj esnasında kimyasal enerjiye çeviren ve şarj tüketimi esnasında da kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çeviren elektrokimyasal aküleri, Ehsani ve diğerleri kurşun asit akü, nikel temelli aküler ve lityum (Li) temelli aküler olarak ele almıştır (Ehsani vd., 2010, 385-389). Yazarlara göre kurşun asit akü, hibrit elektrikli taşıt alanında yüksek gücün ön planda olmasından dolayı avantajlı konumdadır. Bununla birlikte kurşun asit akü hem düşük maliyetli ve hem de teknolojisi gelişmiş bir aküdür. Diğer yandan 10°C'nin altındayken özgül güç ve özgül enerjisinin düşük olması bir kayıptır (Ehsani vd., 2010, 385-386). Fakat Christidis ve diğerleri gibi yazarlara göre de ucuz olan bu akünün iyi bir akü yönetim sistemi ile kullanım ömürlerinin artırılabilceği yönünde vurgu yapılmaktadır (Christidis vd., 2005:49).

Bu noktada akü yönetim sisteminin akü işleyişinde neyi ifade ettiğinin açıklanması gerekmektedir. Hibrit elektrikli taşıt araştırmalarında Fuhs'un de ifade ettiği şekilde akünün temel birimi hücredir. Birçok hücrenin birleştirilmesinden meydana gelen aküde yer alan bir hücrenin 4V'dan daha az gerilimleri vardır (Fuhs, 2009:100). Az gerilimli bu hücrelerin işleyişinden sorumlu olan akü yönetim sistemi, Friel'in ifadesiyle akünün emniyetli bir şekilde ve daha uzun ömürle çalışması için kullanılmaktadır. Akü paketinin durumu, performansı, enerji ve güç hakkında bilgiler veren akü yönetim sisteminin izleme, ölçme, hesaplama, iletişim, kontrol etme ve akü paketindeki elektrokimyasal hücreleri dengelemek için bir veya daha fazla fonksiyonu bulunabilir (Friel, 2010:499). Akü yönetim sisteminin amacının ise aküyü korumak ve performansı takip etmek olduğu söylenebilir.

Eserinde hibrit elektrikli taşıtları geçmiş ve gelecekleri ile beraber anlatan Fuhs, kurşun asit akülerin ucuz oluşlarından dolayı yüz yıldır kullanımda olduğunu

belirterek hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kullanımında ömürlerinin 3 yıl olduğunu ifade etmiştir. Aşırı şarj edilme durumlarında H₂ (hidrojen molekülü) ve O₂ (oksijen molekülü) patlamaları meydana gelebilmektedir. Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt alanında daha fazla kullanılabilirliği grafit köpüğü sayesinde ağırlığı ve boyutunun azaltılması ile artmıştır (Fuhs, 2009:114).

İkinci bir akü sınıfı olarak, nikel–demir, nikel–çinko, NiCd ve NiMH çeşitleri olan nikel temelli akülere gelince, Ehsani ve diğerleri bu akülerin nikel oluşlarından dolayı daha hafif olduklarına değinerek daha iyi elektrokimyasal özellikleri olduğunu belirtmişlerdir (Ehsani vd., 2010:386,387). Bu aküler konusunda Christidis ve diğerleri, NiCd akünün çoğu Avrupa elektrikli taşıt pazarında kullanılmakta olduğunu ifade ederek bu akünün yüksek güç yoğunluğuna sahip olduğunu ve uzun ömürlü olduğunu anlatmıştır. Bunun yanında NiMH akü için ise NiCd aküden daha fazla enerji ve güç yoğunluğuna sahip olduğunu belirtmiştir (Christidis vd., 2005:49). Yüksek enerji ve güç yoğunluğuna sahip oluşları ve uzun akü ömürlerinden dolayı NiMH aküler Aksen ve diğerlerine göre ABD’de son zamanlarda satılan ve pek çok hibrit elektrikli taşıtta kullanılan bir aküdür (Aksen vd., 2010:418). Ömürleri yaklaşık olarak 600 devir olan bu aküler, Fuhs’un de ifadesiyle hibrit elektrikli taşıt uygulamaları için makul derecede güç ve enerji sağlar. Enerji yoğunlukları ortalama 70Wsa/kg olup; güç yoğunlukları ise ortalama 200W/kg’dir (Fuhs, 2009:114).

Li temelli akü sınıflarına (Li–ion akü) gelince, Ehsani ve diğerleri bu tip akülerin en hafif olan Li metalinin avantajıyla birlikte yüksek özgül enerji ve özgül güçle çok yüksek termodinamik voltaj sağlayabildiklerini savunmaktadır (Ehsani vd., 2010:388,389). Li akülerin hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt alanında yüksek güç ve enerji sağladığını savunan Fuhs’e göre de Li–ion aküler NiMH akülerden %50 daha maliyetli ve NiCd akülerden %40 daha maliyetlidir. Fakat Li–ion aküler NiMH akülerden daha fazla olarak dört yıllık bir ömre sahiptir. Bununla birlikte NiMH akü değişimi 1.560\$ iken Li–ion akü değişimi 2.000\$ tutmaktadır (Fuhs, 2009:115). Maliyetinin yanında Friel ise Li–ion akünün güvenilir olup olmadığının tartışmasını yapmıştır. Li–ion akünün uzun ömürlülük ve güvenlik açısından çeşitli kusurları olduğunu belirtmiştir. Bu aküler NiMH olanlara göre yüksek kimyasal reaktivite, takvim ömrü, devir ömrü ve güvenliği açısından daha büyük tehlikeler

oluşturmaktadır. Ayrıca Friel, Li-ion akülerin otomotiv teknolojileri bakımından hâlâ kanıtlanabilmiş bir akü olmaktan uzak olduklarını ifade etmiştir. Bu ifadesini Toyota'nın 3. Nesil Prius modelinde güvenlik kaygıları sebebiyle bu akü kullanımını durdurması kararıyla desteklemektedir. Toyota, Prius modelleri için hâlâ NiMH akü kullanmaktadır (Friel, 2010:419).

Tüm bunlarla beraber son zamanlarda farklı akü tipleri de doğmuştur. Lityum metal polimer (LMP) akü ve sodyum nikel klorid akü (ZEBRA akü) gibi akü tiplerinin enerji ve güç yoğunlukları farklılık gösterdiklerinden hem hibrit elektrikli taşıt ve hem de elektrikli taşıt uygulamalarında kullanılamamaktadır. Bu iki akü tipi de yüksek güç yoğunluğu isteyen hibrit elektrikli taşıt uygulamalarında verim sağlayamamaktadır. Nitekim Broussely, Li akülerinin geliştirilmesi için ilk olarak Kanada'da uygulanan LMP akünün elektrikli taşıt alanında faaliyete geçirilmeye çalışılmasının 1990larda olduğunu öne sürmüştür. Güç kapasitesinin düşük olması sebebiyle hibrit elektrikli taşıt alanında kullanımı bulunmamaktadır. Güvenlik bakımından ise LMP aküler yanıcı organik sıvı içermediklerinden ve alınan emniyet tedbirlerinden dolayı güvenli olarak bilinmektedir. Ancak Li yüksek sıcaklıkta çabukça yanabilmektedir. Zira LMP aküler 80°C sıcaklıkta çalışmaktadır. Bu uygun çalışma sıcaklığını aküde bulunan yalıtımlı ısıtıcı aletler gerçekleştirmektedir. Isıtıcı aletlerin randımanlı çalışmaları sonucunda bu aküler taşıta 250km'lik menzil sağlamakla beraber kullanım ömürleri ise 250.000km'dir (Broussely, 2010:337,338).

Son yıllarda kullanılan diğer bir akü örneği ZEBRA aküdür. LMP akü gibi ZEBRA akünün de güç yoğunluğu Li-ion aküye göre düşüktür. Bu sebeple hibrit elektrikli taşıt alanında kullanımına rastlanmamaktadır. Broussely, yaklaşık 300°C sıcaklıkta çalışan bu akünün gelişimine 1980lerin ortalarından beri çalışıldığına işaret etmiş ve pek çok farklı araç tipinde kullanılabildiğine değinmiştir (Broussely, 2010:338).

Bunun yanında akünün geçmişine bakıldığında, akünün 1980lerden çok önce 1800 yılında Alessandro Volta tarafından icat edildiği görülecektir. Fakat akünün gelişimi yakın döneme rastlamaktadır. İcat edildiğinde ilk zorluğu kullanım ömrü olan akünün yakın dönemki zorluğu da yine ömrü olmuştur. Nitekim Anderson ve

Anderson da bunu doğrular nitelikte, Raymond Gaston Plante'nin 1860 yılında kurşun asit aküyü bulmasından sonra akünün verimliliğinin yeterliği görülmeyp; 1880lerde kurşun oksit macunun üretilmesinin buna çözüm olarak bulunduğunu belirtmiştir. 1977 yılında ise akü gelişimini elektrikli taşıt gelişimi açısından elzem bulan ABD Enerji Bakanlığı bu alanda 12.500.000\$ harcamıştır (Anderson ve Anderson, 2010:142-145). Fuhs de devletlerin desteklediği teknolojiler sayesinde akü ömrünün uzatılmaya çalışıldığını aktarmıştır. Buna göre uzun bir akü ömrü için akülerde soğutma sistemi, sıcaklık takibi, akülerde yer alan hücre durum bilgileri, elektrik kilitleri, şarj durumunun izlenmesi, aşırı ısınma ve aşırı şarj edilmeye karşı korunma önem arz etmektedir (Fuhs, 2009:414). Örneğin akünün fazla şarj edilmesi akü ömrünü azaltabilmektedir. Fuhs'un ifadesiyle akülerin şarj edilmeleri ya da şarjlarının kullanılmalrı durumlarında kimyasal reaksiyonlar sonucunda akülerin ömürleri azalmaktadır. Ayrıca uzun ömrü yakalayabilmek için akülerin şarj durumları %25 ile sınırlıdır. Şarjlarının tamamı kullanılamamaktadır (Fuhs, 2009:64).

Ayrıca hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt teknolojilerinde ortak bir kavram olan şarj döngüsüne de yer vermek gerekmektedir ki şarj döngüsü tam dolu olan bir akünün harcanıp tekrar doldurulması döngüsüdür. Bu noktada elektrikli taşıt şarj döngüsünü kesintisiz olarak ve hibrit elektrikli taşıttan daha fazla sayıda göstermektedir. Hibrit elektrikli taşıtlar ise daha kısa döngüler göstermektedir. Broussely, aküyü güç kaynaklarıyla beraber incelediği eserinde bir takım araştırmalarda bulunmuştur. Ona göre son 25 yıldır ticari araçlarda kullanılabilen NiCd aküler ortalama 70km'lik bir mesafe sağlarken 200.000km'lik akü ömrü sunmaktadır (Broussely, 2010:311). Elektrikli taşıtların Li-ion aküleri ise genellikle 3.000 şarj döngüsüyle birlikte toplam 360.000km yol aldırabilmektedir. Tek bir şarj döngüsünde ise 120km yol sağlayabilmektedir. Hibrit elektrikli taşıtlarda aküler ise elektrikli taşıtlara göre daha kısa kullanıldığından daha fazla şarj döngüsüne sahiptir. Örneğin bir hibrit elektrikli taşıtın ortalama şarj döngüsü 300.000 döngüdür (Broussely, 2010:312). Bu da göstermektedir ki akü teknolojisi elektrikli taşıt teknolojisinde çok daha yüksek bir belirleyiciliğe sahiptir.

Öte yandan ömürleri dolan akülerin ne olacağı sorusu teknoloji maliyeti ve performans kaygılarının yanında ayrı bir problem teşkil etmektedir. Bu noktada Broussely'ye göre Toyota Prius 2 taşıtının yedek NiMH aküsünün perakende fiyatının 1.500\$ olduğunu belirtmek gerekmektedir (Broussely, 2010:308). Kullanımı dolan bu maliyetteki bir ürünün geri dönüştürülebilir olması üreticiler açısından çok önemli durmaktadır. Kazanılan toplumsal fayda açısından ise çevrenin temiz tutularak kıt kaynakların israf edilmemesi güzel sonuçlar oluşturacaktır.

Anderson ve Anderson günümüzde akünün çoğu kısımlarının geri dönüştürülebilir olduğunu ifade ederek örneğin bir akünün elektrolitinin nötrleştirilip kurşununun da kontrollü sıcaklık yöntemiyle satış için düzeltilebildiğini belirtmiştir (Anderson ve Anderson, 2010:118). Bununla beraber Christidis ve diğerlerine göre Toyota geri dönüşüm için NiMH geri dönüşüm ağı oluşturarak kullanımı sona eren aküleri tekrar fabrikalarında değerlendirmektedir (Christidis vd., 2005:21). Hibrit elektrikli taşıtların bu değişimleri taşıt kullanım ömürlerinde ortalama iki kere yaşadığı ifade edilmekle birlikte Honda'nın aküleri için ortalama 7 yıl için toplam 70.000 mil Toyota'nın ise aküleri için ortalama 8 yıl için 100.000 mil garanti verdiği belirtilmektedir (Christidis vd., 2005:30).

Üreticiler her ne kadar akü ömürleri konusunda bir garanti verebilseler de akülerin emniyeti konusunda belirli zaman dilimlerinde akülerin son derece tehlikesiz olarak çalışabilecekleri garantisini verememektedirler. Çünkü hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlarda bulunan aküler yüksek enerji taşıyan geleneksel araçlardaki yakıt depoları gibidir. Bu aküler yoğunlaştırılmış enerji taşımaktadır. Taşıt üzerinde elektrik üretimi özelliği de dâhil edildiğinde normal akülere göre daha karmaşık yapı arz ederler. Bunun yanında şarj edilebilir ve yüksek kapasiteli akü oluşlarının sebep olduğu aşırı sıcaklık ve kısa devreler gibi tehlikeli durumları mevcut olduğu gibi trafik kazası ya da sel gibi koşullarda diğer müdahale esaslarından daha farklı müdahale yöntemleri de gerektirmektedir.

Hibrit elektrikli taşıtların emniyet hususları hakkında açıklamalar yapan Fuhs, hibrit elektrikli taşıt veya elektrikli taşıtların karışmış olabilecekleri trafik kazalarına veya doğal afet olaylarına müdahalelerinin daha farklı nitelikte olması gerektiğini

vurgulayarak yolcuların araçlarının da karışmış olduğu bir olay sonucu tehlikeli kimyasal sızıntıları ve elektrik çarpma risklerine karşılık sağlıklı bir şekilde taşıtlarından çıkmalarının sadece gelişmiş müdahale aletleri olan, deneyimli ve bilgili personelin olması koşuluna bağlamıştır (Fuhs, 2009:420). Çünkü herhangi bir trafik kazasına müdahale ediyormuş gibi davranan bir trafik polisi veya itfaiye erinin bağlantı kabloları çıkmış bir aküden doğan elektrik akımına tutulma veya yırtılmış bir akü paketinden sızan kimyasallara teması sonucu oluşan çeşitli rahatsızlıklara yakalanma riskleri mevcuttur.

Bu haller göstermektedir ki hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kullanımına ülkesel olarak başlanmadan önce sürücü, yolcu ve yayalar bu taşıtlar konusunda eğitilmeli, doğal afet ya da trafik kazası gibi risk durumlarında müdahale eden kamu görevlilerinin müdahale tarzları tekrar gözden geçirilerek müdahale esnasında kullanılacak olan ekipmanlar geliştirilmeli, yol alt yapı şartları bu taşıtlara uygun hale getirilmeli ve üretici ve satış sonrası hizmet firmaları ile daha ileri güvenli taşıtlar konusunda Ar-Ge faaliyetleri izlenmelidir.

Günümüze bakıldığında, gerek yolcu ve gerekse de çevre emniyetini sağlamak adına hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt üreticileri Fuhs'un de ifade ettiği şekilde yüksek voltaj kabloları ile parçalarını turuncu renkle kodlamışlar; akü paketini daha güvenli olduğu gerekçesiyle taşıtın arka kısmında konuşturmuşlar; akünün açılması durumunda akü bağlantısının devre dışı kalmasını geliştirmişler ve hava yastığı patladığı zaman aküden elektrik gücünün kesilmesini sağlamışlardır (Fuhs, 2009:421). Akü paketinde bulunan ve birlikte aküyü oluşturan akü hücrelerinin yüksek ısınma koşullarında yanma meydana getirebilme risklerine karşılık olarak da Fuhs, kapatma ayraçları, basınç kontrolü ve termik önleme tedbirlerinin kullanılarak hatalı hücrenin pasif konumda tutulabileceğini ifade etmiştir (Fuhs, 2009:425).

Bahsedilen akünün ısınma koşulları o derece önemlidir ki akünün kullanım ömrü de buna bağlı olarak değişmektedir. Nitekim Broussely, akü sıcaklığının akü hücreleri arasında dengeli bir şekilde sağlanması gerektiğini belirterek dengesiz sıcaklık dağıtımının dengesiz güç dağıtımıyla sonuçlanacağını ve bu durumun da

hücreler arasındaki şarj durumunu dengesizleştireceğini ifade etmiştir. Ayrıca bu dengesizlik hücrenin yıpranmasına yol açacak ve bütün akünün ömrünü zayıflatacaktır (Broussely, 2010:313). Fuhs de aynı kanaatle birlikte her akünün çalışması için farklı sıcaklık koşullarının olduğunu belirterek çok sıcak koşulların akünün ömrünü kısaltabileceğini aktarmış ve bu koşulların elektrolitteki kimyasal maddeleri ayrıştırabileceğini belirtmiştir (Fuhs, 2009:106). Ayrıca Fuhs, bu konuda, “termik çıkış (thermal runaway)” terimini vurgulayarak termik çıkışın ısı değişikliklerinde meydana gelen tahripkâr bir etki olduğunu açıklamıştır. Aküler eğer çok uzun sürede fazla miktarda şarj edildiği takdirde termik çıkış olmakta ve bu durumda yüksek derecede ısı meydana gelerek bu duruma karşılık kimi aküler arıza sinyali verirken; kimi aküler ise alevlenebilmektedir (Fuhs, 2009:113). Kurşun asit aküler termik çıkış sonucu bozulabilirken; Ni–Cd gibi aküler ise tutuşabilir; alev alabilir; patlayabilir ve kısa devreler oluşabilir. Bu durumlar sürücü, yolcu ve çevreyi tehlikeye sokabilmektedir. Ancak bu risklere rağmen hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt teknolojisinin temel birimini oluşturan akü, üreticiler tarafından hem verimlilik ve hem de emniyet bakımından daha iyi koşullara varmak amacıyla önceliğini korumaktadır.

1.3.2. Akülerin Şarj Edilmesi

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların 1900lü yıllarda gündeme gelmesiyle beraber bu taşıtların boşalan akülerinin tekrar doldurulması ya da boşalan akülerin dolu olanlarıyla değiştirilmesi otomotiv endüstrisinde temel çalışma konularını oluşturmuştur. İlk yıllardan beri arzulanan daha fazla şarjla daha fazla mesafe alma amacı halen daha güdölmektedir. Zamanla gelişen teknoloji hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt sürücülerine kaldırım kenarında, otoparklarda, istasyonlarda, garajlarda ve benzeri (v.b.) her türlü toplu kullanım alanlarında taşıtlarını çeşitli şarj kabinlerinden şarj etme olanağını sunmuştur. Dahası yüksek hızlı şarjlar da geliştirilerek bireylerin hareketliliği maksimum seviyeye çıkarılmıştır. Geliştirilen standartlarla da ülkeler arası ulaştırma ağlarının kesintisiz olmasına çalışılmıştır.

Bu konuda standart oluşturma girişimleri 20. yüzyılın başlarına denk gelmektedir. Van den Bossche, geliştirilen ilk standardın şarj fişiyi ilgili olduğunu ifade etmiş; bunun 1913 yılında geliştirildiğini ve uluslararası düzeyde kabul görerek “İngiliz 74 standardı” olarak anıldığını belirtmiştir (Van den Bossche, 2010:518). Bunun yanında şarj edilen taşıtlar için de elektrik akımının bir standardının olması gerekmektedir. Zira Farias ve Silvas’tan edindiklerimize göre ABD’de şebeke voltajı 110V, Avrupa’da 230V ve Japonya’da 100V’dir. Bu durum şarj edilme sürelerinde farklılıklar oluşturmaktadır. Örneğin bir fişli hibrit elektrikli taşıtın %30 şarj durumundan tamamen dolu şarj durumuna geçmesi için ABD’de ve Japonya’da 3-4 saat (sa), Avrupa’da ise 1-2 sa gerekmektedir (Farias ve Silva, 2010:205). Van den Bossche’nin bir tespitinde ise bir elektrikli taşıtın normal bir şehir trafiğinde günümüz teknolojisi koşullarında harcadığı şebeke enerjisi hesaplanmıştır. Orta büyüklükte bir taşıtın ağırlığının 1.500kg olabileceği ve bu taşıtın enerji tüketiminin ise 200Wattsaat(wsa)/km olabileceği varsayılmıştır. Bu tip bir taşıtın 50km/sa hızın üzerinde kullanılması için $50\text{km} \times 200\text{Wsa/km} = 10\text{kWsa}$ enerji gerekmektedir. Bu enerjiyi akü paketlerine depolamak için gereksinim duyulan süre de şarj cihazının gücüne ve şarj derecesine göre değişmektedir (Van den Bossche, 2010:520).

Halen kullanılmakta olan farklı şarj etme hızlarına sahip dört tip şarj derecesi vardır. Van den Bossche’nin bahsettiği şekliyle “tarz 1 şarjlama” kullanımı en kolay ve maliyeti en düşük tiptir. Buna göre tarz 1 şarjlama 16A(amper)’e kadar akım kullanan AC (alternative current/alternatif akım) şebeke kaynaklarıyla taşıtlar arasındaki bağlantıyı ifade etmektedir. Bu tarz şarjlamada prizler var olan enerji alt yapısında zaten kullanılmakta olan prizlerdir ve elektrikli taşıtlar için en yaygın seçenektir. Fakat emniyetli kullanım bakımından çeşitli problemler olmaktadır (Van den Bossche, 2010:524). Elektrik akımından doğabilecek tehlikelere karşılık arz kaynakları önlemler almaktadır. Van den Bossche bu önlemleri aşırı akım için sigorta veya devre kesici, topraklama ve kaçak akım aleti olarak sıralamıştır. Eski tarz 1 şarjlama kurulumlarında kaçak akım aleti yoktur. Bu durumda hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt sürücülerini için ayrı bir tehlike doğmaktadır. Sürücülerin tarz 1 şarjlama cihazının kaçak akım aletinin olup olmadığını bilebilmeleri zordur. Kendilerinin böyle bir riske girmelerini istemeyen ABD gibi birkaç ülkede tarz 1 şarjlama yasaklanmıştır. İtalya gibi bazı ülkelerde ise tarz 1 şarjlama cihazları

kamuya açık bırakılmamakta; sadece konut gibi özel kullanım alanlarıyla sınırlı tutulmaktadır (Van den Bossche, 2010:524).

Van den Bossche'nin belirtmiş olduğu “tarz 2 şarjlamada” ise kontrol pilotu emniyeti eklenerek daha güvenli bir kullanım oluşturulmaya çalışılmıştır. Taşıt ile şarj cihazı arasında bir emniyet mekanizması olarak görev yapmaktadır. Ancak cihazın fişi en çok zarar gören ve daha sağlam olması gerektiği düşünülen bir kısımdır (Van den Bossche, 2010:524).

Bir diğ er tip olan “tarz 3 şarjlamada” taşıtın özel ekipmanından faydalanılarak şarj cihazı ile bağlantı kurulur ve bu bağlantı arasında tarz 2’de olduğu gibi kontrol pilotunun bulunması zorunlu kılınmıştır. Şarj ekipmanında kontrol pilotunun ilk kullanımı 1990lı yıllarda İngiltere Norfolk Broads’da çalıştırılan elektrikli teknelerin şarj istasyonları için tasarlanmış ve Uluslararası Elektroteknik Komisyonunun (International Electrotechnical Commission) IEC61851-1 standardı bunu tarz 3 şarjlama için ilave güvenlik önlemi olarak ortaya koymuştur (Van den Bossche, 2010:526).

Van den Bossche, sonuncu şarjlama tipi “tarz 4 şarjlamayı” taşıtın enerji kaynağına doğrudan olmayan bağlantısı şeklinde ifade etmektedir (Van den Bossche, 2010:528). Bu şarjlanma tipinde şarj kablosu şarj cihazı kurulumunda kalıcı olarak bulunmaktadır.

Yapılan bir diğ er tasnif ise “güç düzeyleri (power levels)” olarak ele alınmakta ve “normal hızda şarjlama”, “orta hızda şarjlama” ve “hızlı şarjlama” olarak adlandırılmaktadır:

Van den Bossche çalışmasında şarj konusuna da ağırlık vermiş ve normal hızda şarjlanmanın ABD’de tarz 1 şarjlamaya karşılık gelen normal hane elektrik enerjisi çıkışları olarak anlaşılabileceğini değerlendirmiştir. Bu çıkışların elektrikli taşıt ve fişli hibrit elektrikli taşıtları şarj edebilme performansı oldukça düşüktür. Çünkü dünya genelinde standart çıkışlar düşük derecelidir. Örneğin çoğu Avrupa ülkesinde hane şebekeleri 230V ve 16A’dır. Kuzey Amerika’da ise 120V kullanılmaktadır. Kuzey Amerika’da bir şarj cihazının, 50km/sa hızın üzerinde

kullanılmak istenen bir taşıtı gereksinim duyduğu 10kWsa'lık enerjiye şarj etmesi yaklaşık olarak 6sa bulabilmektedir (Van den Bossche, 2010:521). Bu yüzden kamuya açık alanlarda normal hızda şarjlamanın tercih edilmesi ihtiyaçları zamanında karşılayamayacaktır.

Van den Bossche, ikinci olarak ABD'de tarz 2 şarjlamaya tekabül eden orta hızda şarjlamayı standart çıkıştaki akım seviyesini aşan bir sınıf olarak görmüştür. Bu türde Avrupa'da üç fazlı dağıtım genel kullanımdadır. En yaygın olanı ise faz gerilim 230V ve hat gerilimi 400V olan dört telli dağıtımdır. Normal bir akıma önemli derecede güç sağlayan üç fazlı bağlantı örneğin Belçika'da faz gerilimi 230V olan 3X230V olarak bulunabilmektedir (Van den Bossche, 2010:521).

ABD'de tarz 3 şarjlama olarak da anılan hızlı şarjlama ise standart çıkışların ötesinde özel alt yapı gerektiren yüksek güç seviyelerinin kullanımını ortaya koymuştur (Van den Bossche, 2010:538). Bu durumda orta hızda şarjlamaya göre daha fazla maliyet oluşacak; ağır kablo ihtiyacı doğacak ve bununla birlikte hırsızlık suçları oluşma riskleri belirecek; enerji alt yapısı özellikle trafik zirve saatlerinde sıkıntıda olacaktır (Van den Bossche, 2010:539). Fakat tüm bunlara rağmen Anderson ve Anderson'un tespitine göre hızlı şarj istasyonları elektrikli taşıtı 15dk veya daha az bir zamanda şarj edebilmektedir (Anderson ve Anderson, 2010:164).

Fuhs'un çalışmasında işaret ettiği üzere şarj edilebilir aküler literatürde ikincil aküler olarak da ifade edilebilmektedir. İkincil akülerde elektrik enerjisini sağlayan kimyasal reaksiyonlar ters çevrilebilirken; şarj edilemeyen akülerde diğer bir deyişle birincil akülerde kimyasal reaksiyonlar ters çevrilemez (Fuhs, 2009:100). Şarj edilebilir akülerde, akü içerisindeki reaksiyonlar ters yolla tekrar oluşturularak enerji elde edilir. Anderson ve Anderson'un aktarımıyla elektrikli taşıt akülerinin tekrar doldurulması iki temel şarj çeşidiyle mümkündür: kondüktif şarj sistemi ve indüktif şarj sistemi. Anderson ve Anderson'a göre kondüktif şarj sisteminde iki bağlantı noktası arasında doğrudan temas ve elektrik akımının doğrudan akışı mevcutken; indüktif şarj sistemindeyse elektrik akımının magnetik yolla bir akışı mevcuttur. Yani şarj eden cihazla edilen arasında bir boşluk olup; bu boşlukta oluşturulan magnetik alanda akım iletilmektedir (Anderson ve Anderson, 2010:164). Bu yolla

bağlantı kablosu ortadan kalkmakta ve masraf azalmaktadır. Anderson ve Anderson bağlantı kablosu olmaksızın yapılan şarj işleminin 1900lerin başında geliştiğini ifade etmektedir. Bu döneme ilişkin Klingelswith Electric Truck Company'nin Chicago Illinois'de kurduğu hızlı değiştirilebilen şarj sistemi örnek olarak verilebilir. Bu sistemde sürücüler şarj istasyonlarında şarjı biten akülerini dolularıyla değiştirmektedirler. Buna göre dolu aküler taşıt değişim kısmındayken küçük raylı transfer araçlarıyla taşınmaktadır (Anderson ve Anderson, 2010:143). Bu durumda sürücüler sadece taşıt bakım ve akü ücreti ödemektedirler. Günümüzde yaygın olarak kullanılan şarj cihazlarına gelince bu cihazlar kaldırım kenarları, otoparklar, ev ve site garajları, iş yerleri gibi yerlere uygun olarak tasarlanan cihazlardır. Kullandıkları voltajlar birbirlerinden farklı olup; güvenlik özellikleri de birbirinden farklı olabilmektedir. May ve Mattila'nın araştırması bu konuda farklı maliyetler ortaya koymuştur. Buna göre ortalama fiyatı 2.500\$ olan şarj cihazlarının farklı voltajları ve farklı soğutma sistemleri olabilmekte ve bazılarınınsa taşıt tanıma gibi farklı özellikleri bulunabilmektedir (May ve Mattila, 2009:17-20). Örneğin EV-Charge America markasının EV2001 modelinde 240V ve 120A'a kadar tarz 1 ve tarz 2 şarj düzeyleri mevcut olup; yerinden oynatılabilme özelliği ile birlikte standart güvenlik kabloları mevcuttur. Bununla beraber aynı anda dört farklı taşıtı şarj etme özelliğinde olan bu cihazın donanım fiyatı 1.500\$'dır (May ve Mattila, 2009:18). Tüm bu bilgiler ışığında akü ve şarjlanma teknolojisinin zamana bağlı olarak ucuzlayacağı ve çeşitlenip ülkeler arasında tam anlamıyla standartlara sahip olacağı değerlendirilmektedir.

1.4. AVANTAJLAR VE DEZAVANTAJLAR

Bu bölümde hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların kullanım bakımından avantajları ve dezavantajları sıralanacak ve özellikle tüketiciler açısından yararlanılabilir bilgiler sunulacaktır. Zira günümüzde insanlar bir otomobil satın alırken pek çok internet sitesinden satın almak istedikleri taşıtların özellikleri hakkında bilgi sahibi olurken; aynı zamanda fiyat araştırması da yapabilmektedirler.

Avantajlı bulunan özelliklerinin fazlalığı o taşıtı tüketici gözünde satın alınabilir kılmaktadır.

Kullanıcı gözünde hibrit elektrikli taşıtı avantajlı kılan nelerdir? Bu soruya kâr amacı gütmeyen uluslararası bir kuruluş olan Elektrik Gücü Araştırma Enstitüsü (Electric Power Research Institute-EPRI) yaptıkları anket çalışmasında cevap aramaya çalışmıştır. Buna göre, katılımcılar tarafından yakıt masrafını azaltma faktörü %89 oranda, yarı oranda daha fazla alınan mesafe faktörü %83 oranda, hava kirliliğini ve sera gazlarını azaltma faktörü %66 oranda, sessizlik faktörü %61 oranda cevap görerek işaretlenmiştir (EPRI, 2001:2-17). Sessizlik faktörü trafik gürültüsü karşısında hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt teknolojilerinin sunduğu bir avantaj olarak karşımıza çıksa da görme engelli yayalara karşılık tehdit oluşturduğundan bahisle bu bölümde sessizlik faktörü dezavantaj olarak değerlendirilecektir.

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların pahalı oluşları, şarj problemleri gibi sıkıntılar, ilerleyen paragraflarda aktarılacak olan yakıt tasarrufu, performans, düşük salım gibi kullanım avantajlarının gölgesinde kalarak hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların avantajlarının daha ön plana çıktığı görülecektir. Nitekim taşıt sahipleri de bu konuda aynı fikirdedir. Çeşitli pazar araştırmaları yapan çok uluslu bir şirket olan GFK Türkiye Grubunun 2010 yılı Kasım ayı içerisinde yaptığı görüşme ve ankete dayalı ve örnekleminin otomobil sahipleri olduğu çalışmada, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların daha ekonomik ve çevreci oldukları avantajı bu taşıtların motor güçlerinin az oluşları ve pahalı oluşları dezavantajlarına göre daha baskın çıkararak hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların genel manada avantajlı olduğu fikrini doğurmuştur (GFK, 2010:21).

1.4.1. Hibrit Elektrikli Taşıt ve Elektrikli Taşıtların Kullanım Avantajları

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar geleneksel taşıtlar nispetinde pek çok açıdan avantajlı konumdadır. Dünyada pek de yeni olmayan fakat Türkiye’de yeni sayılan bu tip taşıtların yakıt tüketimi bakımından ekonomik olmalarının yanında; yatırım danışmanlığı hizmeti veren uluslararası bir şirket olan Alliance Bernstein şirketinin

yaptırması olduğu bir araştırmanın Şekil 1.6’da gösterilen sonuçlarına göre hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların yakıt verimliliği ve salım miktarları bakımından dizel, esnek yakıt ve CNG (Compressed Natural Gase/Sıkıştırılmış Doğal Gaz) tipinde taşıtlara göre avantajlı konumda bulundukları görülmüştür. Bunun yanında hibrit elektrikli taşıtların dizel, esnek yakıt, CNG tipinde taşıtlara ve elektrikli taşıtlara göre performans, model seçimi, mesafede yapılan yakıt ikmalleri bakımından ve ayrıca dizel ve esnek yakıt tipindeki taşıtlara göre de kat edilen mil (1mil = 1,6km) başına masraf bakımından daha avantajlı oldukları saptanmıştır (Raskin ve Shah, 2006:11). Dahası bu teknolojiye etkilenen sanayi türlerine bakıldığında ise iyi yönlendirildiğinde etkisinin olumlu olacağı değerlendirilmektedir. Alliance Bernstein’ın ABD’de yürütmüş olduğu araştırmasına göre yakın, orta ve uzun vadede hibrit–akü üreticileri, otomotiv yan sanayicileri, çeşitli elektronik tedarikçiler ve doğal kaynak/mal tedarikçilerinin kazançları olacağı; petrol araştırmaları ve satışı yapan çeşitli sektörlerin de olumsuz etkilenecekleri görülmüştür (Raskin ve Shah, 2006:41).

Şekil 1.6: Hibrit Elektrikli Taşıt ve Elektrikli Taşıtların Diğer Taşıtlarla Mukayesesi

Faktör	Hibrit (akaryakıt)	Dizel	CNG*	Esnek-Yakıt	Tamamen Elektrik
Yakıt Verimliliği	●	●	○	○	●
Performans (Hızlanma)	●	●	○	●	●
Salım/Hava Kalitesi	●	○	●	●	●
Model Seçimi/Esneklik	●	●	○	●	○
Kolaylık (mesafe, yakıt ikmali)	●	●	●	●	○
Yük Kapasitesi	●	●	○	●	○
İlk Alım Maliyeti	○	●	○	●	○
Kat edilen Mil Başına Masraf	●	●	●	○	●
Temsil Edilen Model	Toyota Prius	VW Jetta	Honda Civic	GM Monte Carlo	Toyota RAV4 EV

* Sıkıştırılmış doğal gaz (CNG)

Karşılaştırmalar ticari olarak ulaşılabilir taşıtlara dayalıdır.

● Yüksek
● Orta
○ Düşük

Kaynak: Raskin ve Shah, (2006:11).

Bu başlık altında sırasıyla çevrecilik, yakıt tasarrufu, askeri amaçlar ve performans/verimlilik konuları tartışılacak olup; ardından hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların dezavantajlı bulunan tarafları değerlendirilecektir.

1.4.1.1. Daha Çevreci Taşıtlar

Çevre kirliliği problemi, 19. yüzyıl ve öncesi dönemlerde etkin olarak kullanılan at arabalarının olduğu dönemlerde de mevcuttu. Atların sebep olduğu dışkılar ve yem artıkları dönemin temizlik kaygılarını oluşturmaktaydı. Elektrikli taşıtların ilk zamanlarındaki popülerliği de çevreye karşı temiz oluşları ve kirliliği düzeltebileceklerine olan inançtan kaynaklanmaktaydı. Fakat içten yanmalı motorlu taşıtlar çevre kirliliğine bir çözüm yerine daha fazla sorun oluşturmıştır. Yoğun egzoz gazları at arabalarının çıkardıkları tozdan içerdikleri kimyasallar sebebiyle daha tehlikelidir. Bu konuda tarih araştırması yaptıkları eserlerinde Anderson ve Anderson, otomobillerin yol açtığı hava kirliliğine ilişkin kaydedilen muhtemelen ilk şikâyetin, 1900 yılında Burton Peck'ten geldiğini ifade etmişlerdir. O dönemde iki tane akaryakıtla çalışan taşıt yapan Peck, "Aşılması gereken büyük bir engel var ki o da yanan yakıtın kokusudur." demiştir (Anderson ve Anderson, 2010:112). Bir otomobil üreticisinin bu açık sözlülüğü günümüzde otomobil üreticilerinin daha çevreci ve daha az yakıt yakan çeşitli otomobiller üretmeleriyle karşılık bulmuştur. Bunun yanında pek çok devlet bu sorunun farkında olarak çeşitli sınırlamalar ve hedefler oluşturmaktadır. Denetim, vergi ve danışmanlık hizmetleri veren, çeşitli sektörlerde araştırmalarda bulunup bunları rapor halinde yayımlayan uluslararası bir kuruluş olan Price Waterhouse Coopers (PWC) araştırma şirketi verilerine göre ABD 2016 yılında karbon salımlarının %30 azaltılmasını ve AB ise 2015 yılında karbon salımlarını 130 gram (gr)/km olarak hedeflemektedir (PWC, 2009:2).

Hava kirliliğinin temelinde içten yanmalı motorlarda oluşan yanma olayı sonucunda çıkan gazlar yer almaktadır. Eserlerinde hava kirliliğini de tartışan Ehsani ve diğerleri yanma olayını ısı ve yanma artığı bırakan yakıt ile hava arasındaki reaksiyon olarak açıklamışlar ve yanma sonucu temel olarak nitrojen monoksit (NO), karbon monoksit (CO) ve yanmamış hidrokarbonlar (HC) ortaya çıktığını

belirtmişlerdir. Buna göre atmosfere salınan NO, oksijen atomu ile birleşerek nitrojen dioksiti (NO₂) oluşturur ve ultraviyole ışınlarla tekrar NO'ya ve O₂'e parçalanır. Bu gazlar yağmurla birleşince de asit yağmurlarını (HNO₃) oluşturur. Yanma sonucu oluşan diğer bir gaz olan CO ise solunum yapan tüm canlılar için zehirleyici bir etkiye sahip olup; kandaki hemoglobine yapışarak kandaki O₂ miktarını azaltır ve zehirlenmeler sonucunda ölümlere bile sebebiyet verebilmektedir. Sağlığa zarar veren bir diğer madde olan yanmamış HCl'ler NO ile birleşerek ozon bileşiğini oluşturmaktadır. Ozon ise astım rahatsızlığına sebep olmaktadır (Ehsani vd., 2010:1, 2, 3).

Çevre ve dolayısıyla insan sağlığına olumsuz etkileri görülen bu gazlar küresel ısınmayı da tetiklemektedir. Otomotiv sektörünün de küresel ısınmayı artırıcı yönde etkileri olduğu bilinmektedir. Ehsani ve diğerleri eserlerinde, CO₂ ve metan gibi gazların varlığıyla tetiklenen sera gazı etkisinin bir sonucu olarak dünya atmosferinin giderek ısınması olarak görülen küresel ısınmanın büyük bir problem olduğu belirtilmiş ve ulaştırma sektörünün 1980 yılından 1999 yılına kadar CO₂ salımlarının %32'sini oluşturduğu aktarılmıştır (Ehsani vd., 2010:3). Nitekim PWC'nin yaptığı araştırmalara göre otomotiv endüstrisinin küresel karbon salımlarının ortalama olarak %15'inden sorumlu olduğu ve bu yüzdenin yılda 8.000.000.000m³ tona karşılık geldiği ifade edilmektedir (PWC, 2009:2). Öte yandan küresel ısınma teorisyenleri çeşitli tahminlerde bulunarak insanlık geleceğini uyarmaktadır. Bu uyarıları Anderson ve Anderson da dikkate alarak 2050 yılında Amazon, Akdeniz ve doğu ABD'de kuraklığa sebebiyet veren fosil yakıt kullanımına bağlı iklim değişikliklerinin olacağını belirtmişlerdir (Anderson ve Anderson, 2010:110). İçten yanmalı motorlu taşıtların salımlarının küresel ısınmadaki olumsuz etkisi göz önüne alındığında temiz çevre dostu hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların önemi daha çok kavranacaktır.

Bu taşıtların çevreci oluşlarına ilişkin pek çok araştırma yürütülmüş ve pek çoğu da halen yürütülmektedir. Örneğin bunlardan biri Avusturya'da gerçekleşmiştir. PWC Avusturya'da elektrikli taşıtların trafiğe %20 oranında dâhil edilmesiyle CO₂ salımlarının %15 oranında azalacağını öngörmektedir (PWC, 2009:18). Bununla birlikte fişli hibrit elektrikli taşıtların da salımları azaltmada olumlu etkilerinin

olacağı görülmüştür. Argonne Ulusal Laboratuvarında Elgowainy, Burnham, Wang, Molburg ve Rousseau tarafından yürütülen ve sonuçlarının “Well-To-Wheels Energy Use And Greenhouse Gas Emissions Analysis Of Plug-In Hybrid Electric Vehicles” adlı eserde yayımlandığı araştırmada fişli hibrit elektrikli taşıtların da sera gazı salımlarını içten yanmalı motorlu taşıtlara göre çok büyük ölçüde azalttıkları anlaşılmıştır (Elgowainy vd., 2009:47). Ayrıca, Christidis ve diğerlerinin eserlerinde yansıttıkları veriler çok çarpıcı niteliktedir. Buna göre Tablo 1.5’de verilen bir araştırma bulgularında, otobüslerde hibrit elektrikli taşıt teknolojisi kullanımı durumunda HC, CO ve CO₂ gibi gazlarda önemli azalmalar gerçekleştiği görülmektedir (Christidis vd., 2005:6).

Tablo 1.5: Otobüslerde Hibrit Elektrikli Taşıt Motorlarının Kullanımı Sonucu Salımlardaki Azalma

Gazlar	Azalma Miktarı
HC	%28
CO	%98
CO ₂	%33
NO _x	%44
Zerrecik maddeler	%99

Kaynak: Christidis vd., (2005:6).

Bu bilgiler Tablo 1.6’da verilen miktarsal azalmalarla da desteklenmiştir. Buna göre geleneksel otobüsler her km’de 3,622gr HC salımı yaparken hibrit elektrikli otobüsler 0,433gr HC salımı yapmakta; geleneksel otobüsler 20,566gr CO salımı yaparken hibrit elektrikli otobüsler 3,466gr CO salımı yapmakta; geleneksel otobüsler 25,472gr nitrojen oksit gaz salımı yaparken hibrit elektrikli otobüsler 6,66gr nitrojen oksit gaz salımı yapmaktadır (Christidis vd., 2005:6).

Tablo 1.6: Hibrit Elektrikli Otobüs ile Geleneksel Otobüs Salımlarının Mukayesesi

Salımlar (gr/km)	Hibrit elektrikli otobüs	Geleneksel otobüs
HC	0,433	3,622
CO	3,466	20,566
NO _x	6,66	25,472
Zerrecik maddeler	0,333	3,259

Kaynak: Christidis vd., (2005:6).

Öte yandan elektrikli taşıtlara gelince bunlar sıfır salımlı taşıtlar olarak bilinmektedir. Fakat bu taşıtların kullanacağı elektrik enerjisinin hangi yollarla kazanılacağı da çevrenin korunması açısından önemlidir. Elektrik üretilirken fosil yakıtların kullanımından mümkün olduğunca kaçınılmalı ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ağırlık verilmelidir. Bu konuda Renault Mais Genel Müdürü İbrahim Aybar 2 Kasım 2010 günü gerçekleşen Türkiye’de Elektrikli Arabalar Forumunda verdiği “Sıfır Salımlı Otomobillerin İklim Değişikliğiyle Mücadelede Yeri ve Kamusal Destekler” adlı sunumda, elektrikli taşıtların enerji üretim kaynağı (rüzgar, kömür, odun, LPG,...) ne olursa olsun benzinle çalışan, LPG (Liquefied Petroleum Gase/Sıvılaştırılmış Petrol Gazı) ile çalışan, dizel motorlu veya hibrit elektrikli taşıtlara göre CO₂ salımlarının her zaman daha az olduğu belirtilmiştir (Aybar, 2010:18).

1.4.1.2. Sağlanan Yakıt Tasarrufu ve Enerjiyi Verimli Kullanabilme

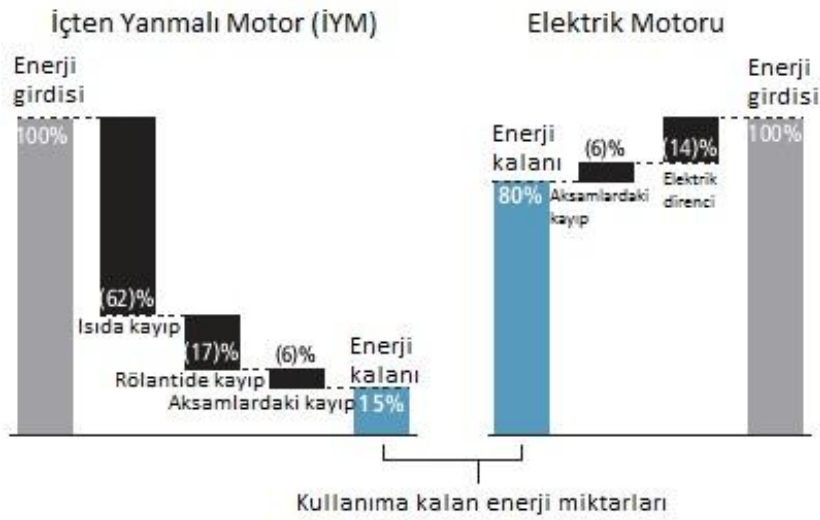
Günümüzde sağlanan enerjinin petrol, doğal gaz, kömür gibi kıt kaynaklardan sağlandığı ve bu kaynakların her geçen gün azalmakta olduğu bilinen bir gerçektir. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılarak enerji elde edilmesi ve elde edilen enerjinin ulaştırma sektöründe en verimli şekilde, en az kayıpsız olarak kullanılması önem arz etmekte olup; bu konuda devletlerin petrole olan bağımlılıklarını azaltması yüksek bir hedef olarak görünmektedir. Tüm bu sebeplerle hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların bu alanda belirgin rolleri bulunmaktadır. Gösterdikleri yakıt tasarrufu ve performans bakımından bu taşıtlar, kullanıcıların tercih edebilecekleri konumda bulunmaktadır.

Performans, bir taşıtta birçok özelliği içerebilecek bir kavramdır. Hibrit elektrikli taşıt konusunda önemli çalışmaları bulunan Fuhs'ün ifadesiyle performans, 0 mil/sa hızdan 60mil/sa hıza erişme süresi ve tersi şekilde durma süresi, sürüş konforu gibi birçok faktörü kapsayan bir sözcüktür. Hibrit elektrikli taşıt performansının ise elektrik motoru modunda alınan yol ve çıkarılan salımlar olduğu savunulmaktadır. Bunlara göre 16,2kWsa akü enerjisi olan GM EV1 taşıtını örnek olarak bir fişli hibrit elektrikli taşıt elektrik motoru modunda ne kadar yol alabileceği hesaplanmıştır. Bu taşıt 16,2 kWsa'lık bir enerjiyle 145 km yol alabilmektedir. Her km'de $16,2\text{kWsa}/145\text{km}=112\text{Wsa/km}$ enerji harcanmaktadır. Bu taşıtın şarj durumu %25 olarak ve hazırdaki akü enerjisini de 10kWsa olarak varsayıldığında, GM EV1 taşıtı ile aynı ağırlık ve boyuttaki bir fişli hibrit elektrikli taşıt için elektrik motoru modundaki alınabilecek mesafe (M) $M= 10\text{kWsa} \times 0,25 / 112\text{Wsa/km}= 22,321\text{km}$ olarak hesaplanabilmektedir (Fuhs, 2009:38). Eğer akü paketinin şarj durumu %100 ise alınabilecek bu mesafe ortalama 89km'dir.

Öte yandan elektrikli taşıtların performansı için Ehsani ve diğerleri tarafından, sürüş çekiş dizaynı, uygun motor güç oranı ve iletim parametrelerinin verimliliği etkilediği (Ehsani vd., 2010:108) ve iki şarj olma zamanları arasında alınabilecek mesafeyi akülerin, direnç gücünün ve üretken frenlemenin verimliliğinin belirlediği aktarılmaktadır (Ehsani vd., 2010:122). Enerji ya da akaryakıt ikmali olmaksızın bir seferde alınacak mesafenin yanında taşıt üzerinde var olan enerjinin ne kadarının hareketlenmede ve yol almada kullanıldığı da önem arz etmektedir. Bu noktada Alliance Bernstein şirketinin "The Emergence of Hybrid Vehicles Ending Oil's Stranglehold on Transportation and the Economy" adlı eserindeki bilgiler açıklayıcı bulunmaktadır. Şekil 1.7'de yansıtılan araştırma sonuçlarına bakıldığında, elektrik motorunun içten yanmalı motordan beş kat daha fazla verimli çalıştığı ve enerjinin tamamına yakını hareketlenmede kullanabileceği anlaşılmaktadır. İçten yanmalı motorda kullanılacak enerjinin %62'si ısı olarak kaybedilmekte; geriye kalanın %17'si rölantide ve %6'sı taşıtın aksamalarında kaybedilmekteyken; elektrik motorunda ise kullanılmaya hazır enerjinin %14'ü elektrik direncinde kaybedilmekte ve %6'sı ise taşıtın çeşitli aksamalarında kaybolmaktadır. Bu durumda elektrik motoru ve içten yanmalı motor için tüm kayıplar çıkıldığında, elektrik motoru taşıtın sahip olduğu enerjinin %80'ini hareketlenmede kullanabilmekteyken; içten yanmalı motor

ise sadece kalan %15'ini kullanabilmektedir (Raskin ve Shah, 2006:14). ABD'nin en büyük ulusal laboratuvarlarından biri olan ve enerji ve çevre alanında bilimsel araştırmalarda bulunan Argonne Ulusal Laboratuvarı (Argonne National Laboratory) çalışmalarında içten yanmalı motorlarda yakıtın yanması sonucu oluşan ısı enerjisinin büyük bir bölümünün taşıtın hareketlendirilmesinde kullanılamadığını belirterek hibrit elektrikli taşıtların verimliliğini vurgulamıştır (Plotkin vd., 2001:23).

Şekil 1.7: Elektrik Motorunun İçten Yanmalı Motora Göre Verimliliğinin Mukayesesi



Kaynak: Raskin ve Shah, (2006:14).

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtları yakıt tasarrufu sebebiyle kullananlar performans bakımından da şanslıdır. Özellikle hibrit elektrikli taşıtlar sürücülere içten yanmalı motorlu taşıtlarda gözlemlenen hızlanma özelliklerine yakın rakamlar sağlamaktadır. Kamu yararına elektrik alanında çalışmalar yapan ve kâr amacı gütmeyen bir uluslararası kuruluş olan EPRI, hibrit elektrikli taşıtların yarar ve etkilerini incelediği çalışmasında, içten yanmalı motorlu taşıtların ve hibrit elektrikli taşıtların hızlanma verilerine de yer vermiştir (EPRI, 2001:2-2). Tablo 1.7'de yer alan bu veriler göstermektedir ki hibrit elektrikli taşıtlar içten yanmalı motorlu taşıtlarla aynı denilebilecek kadar yakın hızlanma değerlerine sahiptir.

Tablo 1.7: Hibrit Elektrikli Taşıt ve Geleneksel Taşıtın Hızlanma Performansları

Hızlanma ölçütü	Geleneksel taşıt hızlanması	HET 0 (HET/Hibrit elektrikli taşıt) hızlanması	HET 20 hızlanması	HET 60 hızlanması
0-30mil/sa	3,5 saniye	3,1 saniye	3,0 saniye	3,0 saniye
0-60mil/sa	9,3 saniye	8,7 saniye	8,9 saniye	8,9 saniye
40-60 mil/sa	4,6 saniye	4,2 saniye	4,3 saniye	4,3 saniye
50-70 mil/sa	4,5 saniye	5,2 saniye	5,2 saniye	5,2 saniye

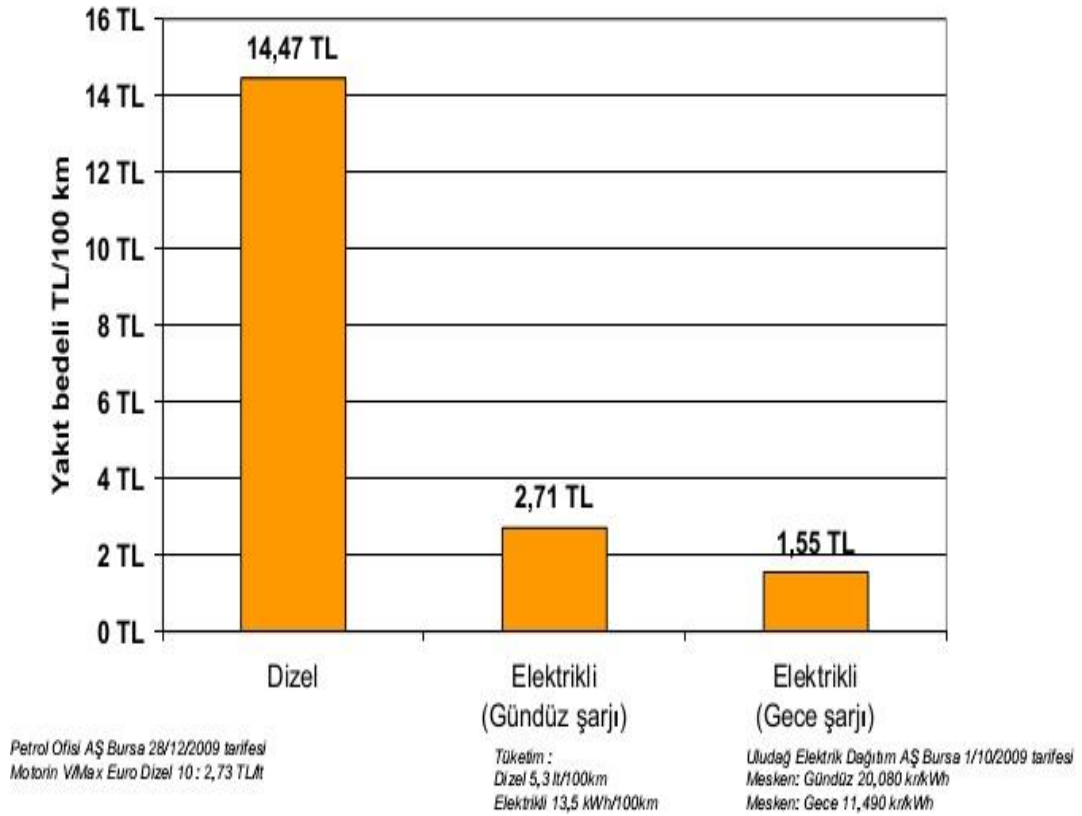
Kaynak: EPRI, (2001:2-2).

Hibrit elektrikli taşıtların geleneksel içten yanmalı motorlu taşıtlara göre daha verimli oluşu daha pek çok kaynakta mevcut olup; Christidis ve diğerleri hibrit elektrikli taşıtların verimli oluşlarını, elektrik jeneratörünün maksimum verimliliğe uyarlanabilmesine, taşıtta minimum enerji kaybıyla çalışılmasına, farklı türde motor çeşitleri kullanılabilmesine, fren koşullarında en az enerji kaybının olmasına ve üretken frenleme özelliğine bağlamıştır (Christidis vd., 2005:2). Fren esnasındaki kaybolan enerji miktarı toplamda kaybolan enerji miktarının hemen hemen yarısına karşılık gelmektedir (Christidis vd., 2005, i). Frenleme enerjisini emebilen, depolayan ve kullanabilen hibrit elektrikli taşıtlarda üretken frenleme önemli bir verimlilik unsuru olarak görülmüştür.

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların tüm bu anlatılan yakıt verimlilikleri sonucunda, trafikte yaygınlaşmaları halinde petrole olan bağımlılığı düşürerek milli enerji güvenliğini sağlayacağı düşünülmektedir. Zira çalışma prensibinde içten yanmalı motor barındırmalarına rağmen hibrit elektrikli taşıtlar, içten yanmalı motorlu taşıtlara nazaran yakıt tasarrufu sağlamakta ve dahası fişli hibrit elektrikli taşıtların hibrit elektrikli taşıtlara göre daha fazla petrolden tasarruf sağladıkları Elgowainy ve diğerleri tarafından ifade edilmektedir. Buna göre petrol, E85, hidrojen gibi yakıtlarla desteklenen farklı fişli hibrit elektrikli taşıtlar yakıt tüketiminde %90lara varan düşüş sağlamıştır (Elgowainy vd., 2009:47). Elektrikli taşıtlara gelince, günümüzde elektriğin akaryakıttan daha ucuz olduğu bilinen bir durumdur. Aybar'ın Türkiye Elektrikli Arabalar Forumundaki sunumunda verdiği bilgiler elektrikli taşıtların içten yanmalı motorlu taşıtlara göre harcadığı elektrik masrafının daha düşük olduğunu göstermektedir. Şekil 1.8'de, dizel Renault marka

taşıt ile elektrikli Renault marka taşıtın alınan 100km mesafede gerektirdikleri akaryakıt ve elektrik ücreti gösterilmektedir. Buna göre içten yanmalı motorlu taşıt 100km’de yaklaşık 15 TL gerektirirken; elektrikli taşıt ise 100 km’de gündüz şarj edilmiş ise yaklaşık 2.5 TL, gece şarj edilmiş ise yaklaşık 1.5 TL gerektirmektedir (Aybar, 2010:17).

Şekil 1.8: Elektrikli Taşıt ve İçten Yanmalı Motorlu Taşıtın 100km Mesafede Harcama Miktarları



Kaynak: Aybar, (2010:17).

Zamanla verimliliğin geliştirilmesi neticesinde ulaşırmada hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların kullanımı artacak ve petrole olan küresel talep de azalacaktır. Bu konuda Alliance Bernstein bir öngöründe bulunarak ticari ve resmi kuruluşlarda bu tür taşıtların yaygınlaşmasının ardından küresel ölçekte binek taşıtların petrole olan talebinin 2010 yılında 21.500.000 varile çıkacağı ve 2030 yılında da 16.100.000 varile düşeceği tahmininde bulunmuştur (Raskin ve Shah, 2006:10). Azalan petrol ve benzeri kaynaklara karşılık, ulaşırmada hibrit elektrikli

taşıt ve elektrikli taşıt kullanımı ile bu taşıtların kullanımının milli politika unsuru haline getirilmesi, milli ekonomide yüksek petrol fiyatlarından daha az etkilenmeye yol açarak olumlu etkiler yaratacaktır.

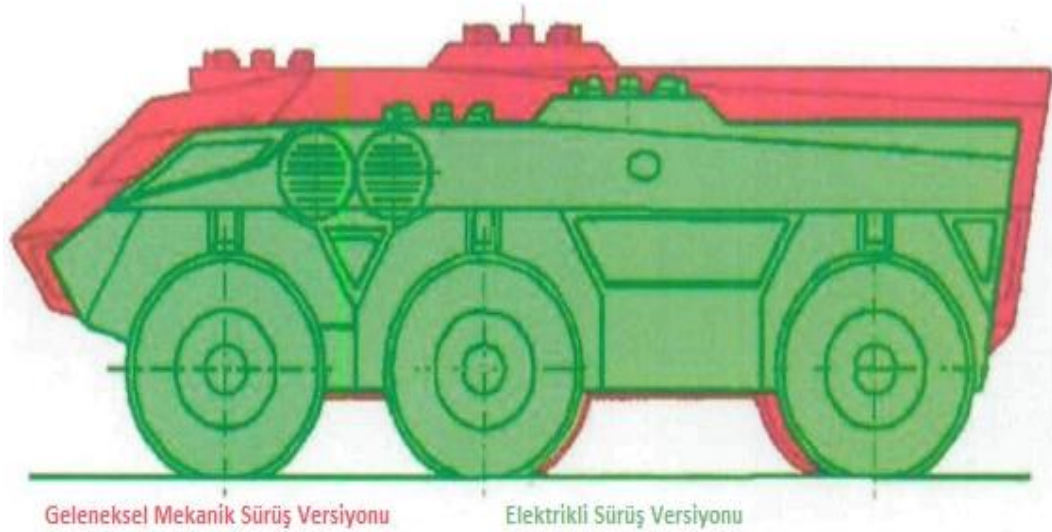
1.4.1.3. Askeri Uygulamalarda Kullanımı

Hiçbir devlet yoktur ki ordusunun kullanmakta olduğu askeri taşıtların daha sessiz, akaryakıt lojistiklerinin daha seyrek, düşman kuvvetleri tarafından fark edilmesinin daha zor olmasını istemesin. Devletler günümüzde ordularını modernize ederken bu özelliklere de ağırlık vermektedir. Elektrik tahriğinin askeri taşıtlarda uygulanmasıyla beraber hem akaryakıt ikmal zinciri kısalacak ve hem de yabancı askeri unsurlar tarafından fark edilme zorlaşacaktır.

Nitekim Alliance Bernstein hazırladıkları eserde pek çok askeri taşıtın hibritleştirilebildiğine dikkat çekerken, bazı otomotiv üreticilerinin ABD ordusunun daha verimli, daha hızlı ve daha güvenilir olması için çeşitli çalışmalarda bulunduğu ifade ettiklerini belirtmiştir (Raskin ve Shah, 2006:17). Bu çalışmaların pek çoğunu, taşıtların bir yerden bir yere ulaşmaları neticesinde harcanan petrol ürünlerinin yüksek maliyetinin tetiklediği vurgulanmıştır. Alliance Bernstein'ın yansıttığı ABD Savunma Bakanlığı (Pentagon) ifadelerine göre, ABD varlığı Irak'ta sürmekteyken askeri taşıtlara yakıt ikmalleri, yakıt konvoylarının ulaştırılmalarının hava ve kara taşıtlarıyla korumaya (eskortluk) alınmasından dolayı yakıtın her bir galonu (1 galon = 3,78 litre) yüzlerce dolara mal olmuştur. Financial Times ifadelerine göre ise Afganistan'da bir askeri taşıtın yakıt doldurma masrafı galon başına 600\$'ı bulmuştur. Öte yandan bir Abrams tankını 250 mil mesafe olan güney Irak'tan Bağdat'a götürmenin maliyeti 60.000\$ olarak hesaplanmıştır (Raskin ve Shah, 2006:17). Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların askeri taşıt uygulamalarında kullanılması durumunda akaryakıtta daha az ihtiyaç duyulacak ve akaryakıt lojistik ağı kısalacaktır. Bu sayede taşıt ve personelden tasarruf edilebileceği gibi özellikle artan insan unsuru savaş gibi istenmeyen olağanüstü koşullarda daha etkin görev yerlerinde istihdam edilebilecektir.

Military Technology (MILTECH) adlı derginin “Electric/Hybrid Electric Drive Vehicles For Military Applications Promises and Challenges” başlıklı yazısında askeri uygulamalarda hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların payı ortaya konulmuştur. Hibrit elektrikli taşıtların askeri uygulamalarda bir faydasının da küçültülmüş taşıtlar olduğu aktarılmıştır. Şekil 1.9’da geleneksel askeri taşıt daha büyük resmedilmiş ve aynı taşıtın hibrit elektrikli uygulaması ise daha küçük resmedilerek karşılaştırılmıştır (MILTECH, 2007:143). Mukayesede elektrikli tahriğin taşıtın boyutunu daha da küçülterek gizlenmek için daha uygun bir varlık sunduğu görülmektedir.

Şekil 1.9: Hibrit Elektrikle Tahrik Edilen Askeri Taşıtın Daha Küçük Boyutu



Kaynak: MILTECH, (2007:143).

Bunun yanında geleneksel taşıtların akaryakıtı enerjiye çevirip yanma olayını gerçekleştirerek hareketlenmelerinde enerjilerinin büyük bir kısmının ısı enerjisi olarak kaybedildiği bilinmektedir. Gizliliğin ön planda olması gereken askeri taşıtlarda bu durum dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. MILTECH’in yazısında askeri taşıtların ısılarından dolayı yaptıkları izler termal izler olarak adlandırılmış; termal izlerin hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt uygulamalarıyla önemli ölçüde azaltılma potansiyelleri olduğu belirtilmiştir. Öte yandan gürültüsüz çalışabilmelerinden dolayı fark edilmeleri zorlaşmakta ve taşıt üzerinde sahip olunan akü ve jeneratör, taşıt içinde ısınma ve aydınlanma gibi gereksinimleri sağlayıp; lojistik için nakilleri azaltarak görev yerlerinde daha uzun süreler bulunabilmeyi

mümkün kılmaktadır (MILTECH, 2007:133). Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların askeri uygulamalarda kullanımı için Fuhs ise benzer ifadelerde bulunarak hibrit elektriklielerin düşük derecede fark edilebilir olduğunu anlatarak, sadece elektrik modundaki hibrit elektriklielerin çok sessiz olduklarını ve azaltılmış akustik iz bıraktıklarını öne sürmüştür. Hibrit elektrikli taşıtların barındırdıkları artırılmış elektrik enerjisinin sayesinde askeri taşıtlara elektrotermal ve elektromanyetik silahlar ile güçlendirilmiş zırhların konuşlandırılabilmesine vurgu yapmıştır (Fuhs, 2009:68).

Tüm bu sebeplerledir ki askeri uygulamalarda hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlardan faydalanılması milli güvenliği doğrudan etkileyecek ve hareket kabiliyeti artırılmış bir ordu sağlayacaktır. Bu açıdan bakıldığında ulaştırmada hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kullanımına ağırlık veren ülkeler yalnızca ekonomik açıdan kazanmayacak, askeri alanda da söz sahibi olacaktır.

1.4.2. Hibrit Elektrikli Taşıt ve Elektrikli Taşıt Kullanım Dezavantajları

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar sıralanan olumlu taraflarının yanında olumsuz özellikleriyle de bilinmektedir. Akü değişimleri ve satış sonrası yetkili uzman servis azlığı ve pahalılığı, parçalarının yüksek maliyetli oluşu ve avantaj olarak da görülen gürültüsüz/sessiz çalışmalarının görme engelli yayalar açısından doğurduğu tehlike öne çıkan önemli dezavantajlardandır. Bu başlık altında da bunlara yer verilmiştir.

1.4.2.1. Akü, Satış Sonrası Servis ve Maliyetleri

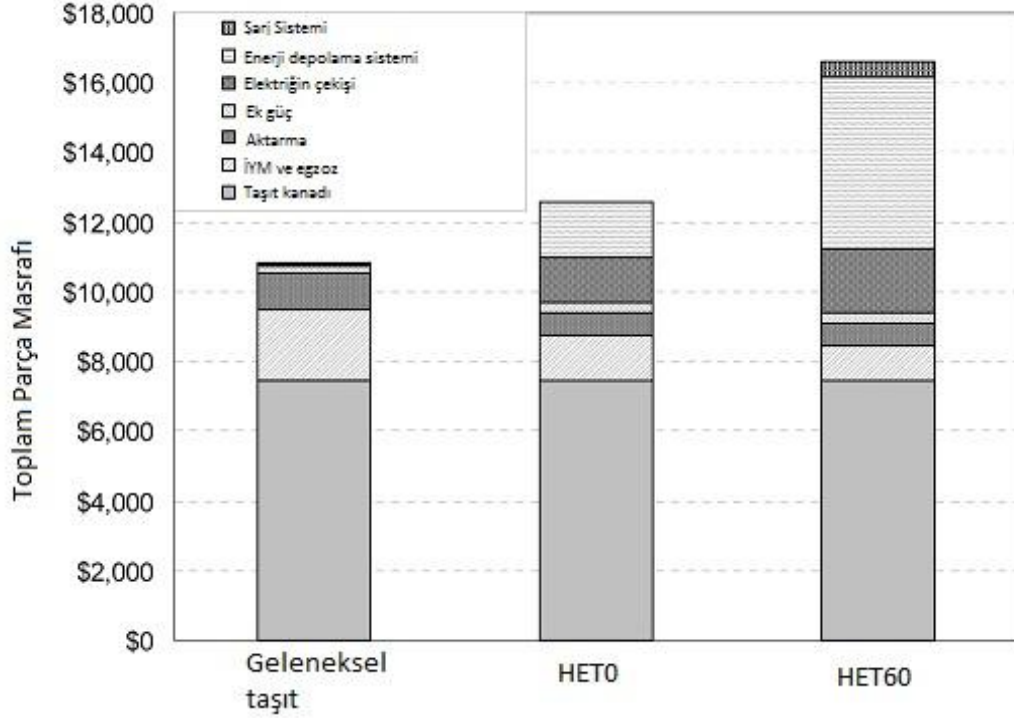
Aküler hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlarda katedilebilecek mesafeyi artırmak için büyük ebatlı tasarlanmaktadır. Bu durum taşıt hacminde kullanılabilecek daha az hacim bırakırken; taşıtın ağırlığının fazlaşması sebebiyle birim başına harcanacak enerji miktarını da doğru orantılı biçimde artırmaktadır. Hantula hibrit elektrikli taşıtların dezavantajlı taraflarından bahsederken bu taşıtların benzer geleneksel

taşıtlara göre daha pahalı olduklarına değinmiş ve akülerin büyük olduklarını ve bu durumun hacmi azalttığını ifade etmiştir. Akülerin değişmesi durumunda ise ödenecek miktarın fazlalığını konu etmiştir (Hantula, 2010:24, 25).

Ayrıca elektrikli ve hibrit elektrikli taşıtların fiyatları ise Türkiye’de ve dünyada farklılık gösterebilmektedir. Örneğin İngiltere’de Renault ZEN elektrikli taşıtın anahtar teslim fiyatı yaklaşık 76.500TL iken (www.renault.co.uk, 2015), Türkiye’de ise bu taşıtın anahtar teslim fiyatı pil kira bedeli hariç 66.500TL’dir (www.renault.com.tr, 2015). İngiltere’de Toyota Yeni Yaris hibrit elektrikli taşıtın fiyatlarına bakıldığında, Icon 1.5VVT-i model Yeni Yaris hibrit elektrikli taşıtın anahtar teslim fiyatı yaklaşık 62.000TL’dir (www.toyota.co.uk, 2015). Türkiye’de ise Toyota Yeni Yaris Hybrid Cool 1.5 HSD hibrit elektrikli taşıtın fiyatı yaklaşık 60.000TL’dir (www.toyota.com.tr, 2015).

Bununla birlikte Türkiye’de yeni olan hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt teknolojisi için yeteri kadar uzman satış sonrası servis ağı oluşturulmadığı müddetçe satılan taşıtların bakımı zorlaşacak ve pahalı olacaktır. Şekil 1.10’da EPRI’nin verilerine yer verilmiştir. Şekilde geleneksel içten yanmalı motorlu taşıt parçaları ile HET0 ve HET60 parçalarının perakende fiyatları karşılaştırılmış ve hibrit elektrikli taşıtların geleneksellerde olmayan ekstra taşıt parçaları yüzünden daha maliyetli oldukları sonucuna ulaşılmıştır (EPRI, 2001:4-26). Fuhs de bu taşıtların servis ve bakım problemi olduğunu doğrulayarak henüz bu taşıtlar için parça lojistiğinin tam olarak sağlanamadığını aktarmış ve hibrit elektrikli taşıtların kendine özgü elektrikli parçalarının bakımından dolayı daha maliyetli olduğunu anlatmıştır (Fuhs, 2009:411). Bu durumun tüketici üzerinde hibrit elektrikli taşıtları ve elektrikli taşıtları tercihten uzak kıldığı düşünülmektedir. Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların bu dezavantajdan sıyrılarak nasıl daha fazla tercih edilebilir taşıtlar olabileceği sorusunu cevaplayan Birleşik Krallık Avam Kamarası Ulaşım Komitesi (House of Commons Transport Committee–HCTC), “Cars of the Future” adlı yayımlarında servis hizmetlerine yer vererek, eğitimsiz ve tecrübesi olmayan servis çalışanlarının yeni gelişen teknoloji önünde engel teşkil ettiğini ifade etmiştir. Buna göre tüketiciler, servis ve bakım tesislerinin alanlarında yetkin ve yeterli olmaları koşulunda bu teknolojiye yöneleceklerdir (HCTC, 2004:48).

Şekil 1.10: Taşıt Parçalarının Geleneksel Taşıt ve Hibrit Elektrikli Taşıt Tabanında Karşılaştırması



Kaynak: EPRI, (2001:4-26).

Bunun yanında bu taşıtlarda akülerin ham madde maliyetlerinin yüksek olduklarına da değinmek gerekmektedir. Şarjsız ya da akaryakıt ikmali olmadan daha uzun yol gidilebilmesi için daha büyük akü paketlerine, daha büyük akü paketleri için de daha fazla akü malzemesine ihtiyaç duyulmaktadır. Broussely de bu duruma işaret ederek akü maliyetinde en büyük harcama kısmının malzeme olduğunu ifade etmiş; akü ham maddesinin de toplam akü maliyetinde %80–90lık payı oluşturduğunu belirtmiştir (Broussely, 2010:308). Dolayısıyla daha uzun yol için daha büyük akü çözümleri, ilk maliyeti artıracak şekilde etki yapacaktır.

Argonne Ulusal Laboratuvarı Ulaştırma Araştırmaları Merkezinin araştırması da benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Hibrit elektrikli taşıtların mukayese edilebilir benzer geleneksel taşıtlara nazaran daha ağır olma kusurları söz konusudur. Bu durum yüklenen depolama aleti ve elektrik motorundan kaynaklanmaktadır (Plotkin vd., 2001:26). Christidis ve diğerlerinin ifadesiyle ilave edilen toplam taşıt ağırlığının

artmasına sebep olan bu taşıt yükleri binek taşıtlar için 100–250kg aralığında olabilirken; ağır iş araçlarında ise bu 1 tonu aşabilmektedir (Christidis vd., 2005:30).

1.4.2.2. Trafikte Sessiz Hareket Etmeleri

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların trafikte gürültüsüz çalışmaları her ne kadar gürültü kirliliğinin önlenmesi bakımından bir avantaj olarak düşünülse de taşıtların geleneksel taşıtlara nazaran daha gürültüsüz çalışması trafiği işitme duyularıyla algılamaya çalışan görme engelli yayalar için veya sadece işitme engelli yayalar için tehlike oluşturacaktır. Anderson ve Anderson eserlerinde, at arabalarının ana taşıma aracı olarak kullanıldığı 1899'larda, elektrikli taşıtların yaygınlaşmasıyla trafikte gürültü kirliliğinin azalacağını yazılmış olduğunu belirtmiştir (Anderson ve Anderson, 2010:112). Fakat bu taşıtların artması halinde taşıtları karayolunda çıkardıkları seslerinden anlayan engelli yayaların karşıdan karşıya geçişlerinde ne tür sıkıntılar doğuracağı gündeme gelmemiştir.

Günümüzde sessiz çalışmalarıyla da desteklenen elektrikli taşıtlar, Wiener, Naghshineh, Salisbury ve Rozema tarafından geleneksel taşıtlara göre daha tehlikeli bulunmuştur (Wiener vd., 2006:68). Nitekim bu durum yapılan ölçümlerle de sabittir. Hızlanma sırasında içten yanmalı motorlu Toyota Corolla'nın ses şiddeti ortalama 70,0dBA (decibels on A weighted scale/A ağırlıklı ölçeğe göre desibel ölçüsü) iken; hibrit elektrikli taşıt olan Toyota Prius içten yanmalı motor kullanarak 5 saniyede 18 mil/sa erişme hızında ses şiddeti 62,2dBA ve elektrik motoru kullanarak 5 saniyede 6 mil/sa erişme hızında ses şiddeti 52,9dBA olarak ölçülmüştür (Wiener vd., 2006:72). Bununla birlikte yapılan araştırmalar göstermektedir ki işitme duyuları normal sağlığında olan yayalar, içten yanmalı motor veya elektrik motorunu kullanan hibrit elektrikli Toyota Prius'un ilk başlama sesini duyma konusunda herhangi bir sıkıntı çekmemektedir. Öte yandan orta işitme kaybı olan insanların hibrit elektrikli Toyota Prius'un elektrik motorunu kullanırken hızlanma koşullarında taşıt sesini işitmede problemleri olduğu saptanmıştır (Wiener vd., 2006:75). Bir başka ölçümde de hibrit elektrikli Toyota Prius, işitme duyusu normal olan bir yaya için 33,5 m mesafeden fark edilebilmektedir. Orta işitme kaybı

olan bir insan için bu mesafe taşıtı fark etmek için yeterli olmamaktadır (Wiener vd., 2006:76). Görme engelli yayalar kavşaklarda durmuş olan bu taşıtları hareketsiz konumda hiçbir motorları çalışmadıklarından dolayı fark edemeyecekler; trafikte engelli insanların karıştığı istenmeyecek bir sonuç olan yaralanma ve ölümler artabilecektir.

Otomobil üreticileri bu duruma çözüm olarak hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlara, doğal çalışmalarından kaynaklanmayan, taşıtın hız koşullarına göre ses çıkaran cihazlar tasarlayıp yerleştirmektedirler. Fakat bu ses cihazlarının ulusal standartların dışında herhangi bir uluslararası standartları bulunmamaktadır. Karayollarında hareketliliğin sınırlar ötesi bir hal aldığı göz önüne getirildiğinde, her devlet tarafından ve her marka tarafından kabul edilmiş ses cihazlarının hangi koşullarda ne şiddette ses çıkaracağına ilişkin bilimsel bir standardın oluşturulmuş olmasında fayda görülmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

HİBRİT ELEKTRİKLİ VE ELEKTRİKLİ TAŞITLARIN DESTEKLENME BİÇİMLERİ

2.1. ÇEŞİTLİ DEVLETLERİN HİBRİT ELEKTRİKLİ TAŞITLAR VE ELEKTRİKLİ TAŞITLARI DESTEKLEME YOLLARI

1800lü yıllardan günümüze değin varlıklarını sürdüren hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar için gelişim öyküsü uzun zaman içinde dalgalı bir seyir izlemiştir. Otomobil pazarında ayakta durabilmeleri serbest piyasa düzeninde neredeyse olanaksız olurken; hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt teknolojisini milli politikaları gereği önemli gören devletler, sağladıkları çeşitli destekleme yollarıyla bu teknolojileri ve çıktısı olan otomobilleri geliştirmiş; böylelikle hem çevreye katkıda bulunmuşlar ve hem de petrole olan bağımlılıklarını bir ölçüde kıırarak ekonomik güvenliklerini korumuşlardır. Bu hususta Anderson ve Anderson, hükümetlerin Ar-Ge faaliyetleri üzerinde doğrudan etkileri olduğunu belirterek, hükümetlerin ve yerel yönetimlerin kanun, düzenlemeler, ödenekler, vergi indirimleri ve araştırma destekleriyle alternatif enerjiyle çalışan taşıt araştırmalarını teşvik edip; bunlara pazar imkânı sağladıklarını ifade etmişlerdir (Anderson ve Anderson, 2010:61, 74).

Bu başlık altında, çeşitli ülkelerin hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt araştırmaları ve pazarı konularında nasıl bir destekleme yolu seçtikleri anlatılacak olup; bu taşıtların milli çevre ve milli enerji politikalarıyla daha randımanlı bir şekilde geliştirilebileceği açıklanacaktır.

“A History of Electric and Hybrid Cars” adlı eserlerinde Anderson ve Anderson hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtları ele alırken; elektrikli taşıtların varlığının artık endüstriyel bir sektör olduğu kanısına, 1899 yılında New York’ta yer

alan Madison Square Garden'da gerçekleşen Elektrikli Taşıt Sergisiyle varıldığına inanarak; 1904 yılında New York, Chicago ve Boston şehirlerindeki tüm taşıtların üçte birinin elektrikli olduğunu belirtmiştir (Anderson ve Anderson, 2010:4). Buna paralel olarak Friedrich, Mock ve Schmid de 1900 yılında ABD'de satılan tüm taşıtların yaklaşık olarak %40'ının elektrikli olduğunu fakat bu durumun zamanla değiştiğini aktarmıştır (Friedrich vd., 2010:547). ABD ve çeşitli AB üyesi devletler de hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt sektörünün başlangıcından bu yana çeşitli düzenleme ya da desteklemelerle bu sektörü milli fayda unsuru haline getirmeye çalışmışlardır.

Bu teknoloji sadece devletler tarafından desteklenmemekle birlikte ülkelerde yüksek sayıda taşıt kullanan ya da kullandırarak hizmet sunan taşıt filosu sahiplerince de kullanılmıştır. Anderson ve Anderson eserlerinde bu kez 1900lü yıllardaki taşıt filosu kullanımına değinerek, 1917 yılında ABD'de nakliye şirketleri, mağazalar, fırınlar, tren garları ve çamaşırhaneler gibi işletmeler ile itfaiye, emniyet ve sağlık kuruluşlarının elektrikli taşıt filosu kullandığını aktarmaktadır. Dahası İngiltere'nin 1. Dünya Savaşı döneminde elektrikli taşıt kullanımını %400 artırdığını; 1. Dünya Savaşının bu örnekte olduğu gibi sadece İngiltere'de değil, ABD, Almanya ve Fransa'da da elektrikli taşıt gelişimini tetiklediğini ileri sürmüştür (Anderson ve Anderson, 2010:43). Elektrikli taşıt kullanımı göstermektedir ki ekonomik olarak hem devlet ve hem de özel sektörde savaş dönemlerinde yaygınlaşarak popüler hale gelmiştir. Bu popülerliği ise devletler günümüzde çeşitli sektörel müdahalelerle sürdürme gayreti içerisindeyler. Öyle ki, PWC araştırma şirketinin bağımsız olarak yürütmüş olduğu elektrikli taşıtlarla ilgili raporunda da belirtildiği üzere ABD Devlet Başkanı Barack Obama, 2015 yılına gelindiğinde 1.000.000 adet fişli hibrit elektrikli taşıtın karayollarında olacağını hedeflemektedir (PWC, 2009:2). Bu hedefin sadece otomotiv üreticilerine vergi indirimi ya da çeşitli desteklerle gerçekleşmesi düşünülemeyeceği gibi, bu girişimlerin tüketiciler üzerinde etkili bir takım sonuçlarının da olması gerektiği açıktır. Bu sonuçların kamu ve devlet açısından neler olabileceğini araştırarak çeşitli kuruluşlar bulunmaktadır. Anderson ve Anderson bunun örneğini ABD'den göstermektedir. Idaho'da kurulan Milli Mühendislik ve Çevresel Laboratuvarı ve Phoenix Arizona'daki Elektrikli Ulaştırma Uygulamaları bunlardan ikisini oluşturmaktadır. Bu tip kuruluşlar hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli

taşıtların kullanım bilgilerini ölçerler; bunları değerlendirirler; bu taşıtların nasıl daha faydalı hale getirilebileceğini araştırırlar (Anderson ve Anderson, 2010:100).

Günümüze değin hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt teknolojisinin milli ekonomiye katkısının en çok düşünüldüğü zamanlar, ekonomik darboğazlar ve savaş dönemleri olmuştur. Bu katkıyı gözeten önde gelen Almanya ve İngiltere devletleri, Anderson ve Anderson'un tabiriyle elektrikli taşıtların Rönesans devrini açmıştır. İngiltere'de günlük tüketim maddesi olan ekmek, süt gibi malzeme taşıyıcılığını yapan taşıtların elektrikli taşıt olmasına ağırlık verilerek 1933 yılındaki 1.400 olan elektrikli taşıt sayısı 1940 yılına gelindiğinde 6.500'e ulaşmıştır. 1940 yılında İngiltere ve Almanya savaş halindeyken her iki devlet için de akaryakıttan tasarruf hayati bir öneme sahip olduğundan her iki devlet de elektrikli taşıt kullanımına ağırlık vermiştir. Bu dönemde Almanya elektrikli taşıt kullanımını vergi muafiyetiyle teşvik ederken 27.000 adet in üzerinde elektrikli taşıt sayısına ulaşmıştır (Anderson ve Anderson, 2010:46).

Öte yandan, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt sektörünün desteklenmesi ABD gibi ülkelerde enerji, çevre ve ekonomi politikalarının ortak hedef olarak gördüğü bir alan olmuştur. Nitekim Anderson ve Anderson, elektrikli taşıtların ilk zamanlarından bu zamana dek olan politikaların ve kullanımın kayıt altına alınmasının hep gündemde olduğunu; ABD'de hatta 1960lı yıllarda çıkan Temiz Hava Yasası'nın zamanla değişerek güncellendiğini; 1975 yılında içten yanmalı motorlu taşıtlar için akaryakıt-km standartları oluşturan Kurumsal Ortalama Yakıt Tasarrufu (KOYT) hazırlandığını; kurulan California Hava Kaynakları Kurulunun da şiddetli savunmalarıyla 1998'de ve sonralarında otomobil üreticilerinin sıfır salımlı taşıt üretmeye neredeyse mecbur edildiklerini ifade etmişlerdir (Anderson ve Anderson, 2010:11, 22). Buna göre California Hava Kaynakları Kurulu çok etkili bir kurum olarak öne çıkarak; 1992 yılından 2003 yılına kadar yeni otomobillerde salımların %80 oranında düşmesini sağlamıştır (Anderson ve Anderson, 2010:89).

Yukarıda sözü edilen KOYT (Corporate Average Fuel Economy-CAFE), 1970li yılların başında küresel petrol krizinde ABD'nin ulaştırma alanında petrole olan bağımlılığı azaltabilmek için 1975 yılında yasama faaliyetiyle çıkardığı

ABD'deki her taşıt üreticisinin uymak zorunda olduğu az yakıtle çok mesafe alabilme hedefine dayalı olan standartlardır. Elektrik Gücü Araştırma Enstitüsünün 2001 yılındaki çalışmasında, her taşıtın yakıt tasarrufunun Çevre Koruma Kurumunca (Environmental Protection Agency) belirlenmekte olduğu; üreticinin standartlara erişememesi durumunda, izin verilen eşik değerin üstündeki her 0,1 mil/galon değer için üretilen taşıt başına 5,5\$ ödeme cezası bulunduğu ifade edilmiştir. Ciddi yaptırımı bulunan KOYT standartlarının Şekil 2.1'de şu şekilde hesaplandığı gösterilmiştir (EPRI, 2001:6-8):

Şekil 2.1: KOYT Standartları Formülü

$$\frac{\text{Üreticinin ürettiği toplam taşıt miktarı}}{\text{A modeli toplam üretim miktarı} + \text{B modeli toplam üretim miktarı} + \dots} \times \frac{\text{A yakıt tasarrufu (mil/galon)} + \text{B yakıt tasarrufu (mil/galon)} + \dots}{\dots}$$

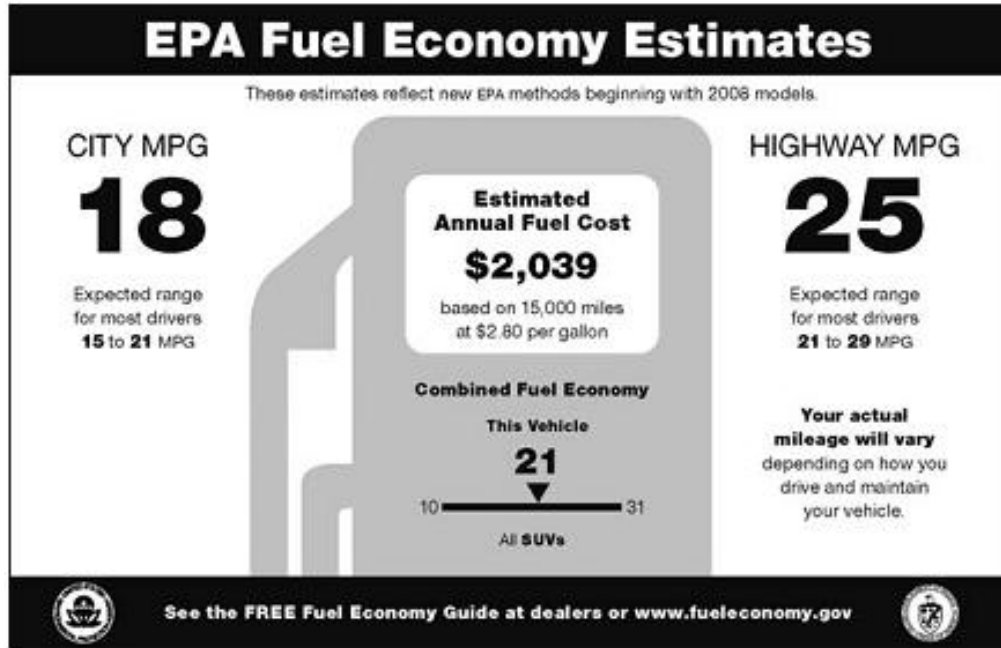
Kaynak: EPRI, (2001:6-8)

Ulusal Otoyol ve Trafik Güvenliği Birimi (National Highway Traffic Safety Administration) tarafından yönetilen KOYT standartları Fuhs'e göre şu dört faktör tarafından belirlenmektedir:

1. Teknolojik uygunluk,
2. Ekonomiklik,
3. Yakıt ekonomisini etkileyen diğer unsurlar,
4. Milletin enerjiyi korumak adına olan ihtiyaçları (Fuhs, 2009:262, 263).

Fuhs'den edindiklerimizin devamında, satışa yeni sunulan taşıtların, ABD Enerji Bakanlığının yapılandırılmasını zorunlu kıldığı, Şekil 2.2'de de bir örneğinin bulunduğu, taşıtın ne kadar yakıt tükettiği ve yakıt tasarrufunun yıllık ne kadar olduğunu belirtir etiket taşıdıkları anlaşılmaktadır (Fuhs, 2009:251). Böylelikle tüketiciler yakıt tasarrufu konusunda daha belirgin bildirimlerden faydalanmakta ve daha çevreci taşıt satın almaya teşvik edilmektedirler.

Şekil 2.2: ABD’de Yeni Çıkan Taşıtların Üzerlerine Yapıştırılan Etiket Örneği



Kaynak: Fuhs, (2009:251).

Anderson ve Anderson, 1955 yılında ABD federal kongresinin Hava Kirliliği Kontrol Yasasını çıkararak hava kirliliğini ulusal bir problem olarak atfettiğini; 1963 yılındaki Temiz Hava Yasasının kamu sağlığını korumak amacıyla ilk olarak fabrika atıkları için standartlar ortaya koyduğunu ve sonraları da otomobiller için kirliliğe karşı standartlar geliştirmiş olduğunu anlatmıştır. Bununla birlikte 1960lı yıllarda-hava kirliliği kaygısının yüksek düzeyde olduğu zamanlarda-ABD hükümetinin en azından 8 biriminin elektrikli taşıt araştırmalarına ağırlık verdiğini; elektrikli taşıt araştırmalarının temeli olan akü araştırmalarında ise 86 ayrı projeyi fonlarla destekleyen 15 federal birimin bulunduğu ifade edilmiştir. Kongrenin 1966 yılında çıkardığı Elektrikli Taşıt Gelişimi Yasasıyla Ar-Ge çalışmalarına dönük desteklerin geliştirildiği ve 1976 yılında çıkan Elektrikli ve Hibrit Taşıt Yasasıyla Enerji Bakanlığının da dâhil olduğu 160.000.000\$ maliyetli proje hazırlanmış olduğu ve yasanın, amacı akü, motor ve taşıt dizaynı için yapılacak olan araştırmaları teşvik etmek olan Enerji Araştırma ve Geliştirme Birimini kurduğu izah edilmiştir (Anderson ve Anderson, 2010:75, 79).

Ayrıca Anderson ve Anderson, ABD Enerji Bakanlığının bireylerin milli hedefleri gerçekleştirmede önemli rolleri olduğunu savunan bir proje olan Temiz Şehirler Programını oluşturduğunu ve amacı sanayi kesimi, hükümet birimleri ve kamuyu bir araya getirerek sürdürülebilir alternatif yakıt pazarı oluşturmak olan bu programın, 1993 yılı itibariyle 80 şehrin üzerinde ve dünyada da 5 ülkede uygulanmakta olduğunu aktarmıştır (Anderson ve Anderson, 2010:80, 81).

Buna benzer olarak AB’de de pek çok proje çerçeve programlarla yürütülmektedir. Gilbert ve diğerleri de Avrupa İçin Temiz Kentsel Ulaşım programını dile getirerek; bu programın 9 farklı şehirde çalıştırılan 27 yakıt hücreli otobüsün çalışma verilerine dayandığını belirtmiş ve buna göre 2001 yılının sonundan itibaren 18.500.000€ ile desteklendiği ifade edilmiştir (Gilbert vd., 2005:25). ABD Enerji Bakanlığı (Department of Energy/DOE) da, Bakanlık bünyesinde bulunan Taşıt Teknolojileri Programlarının desteklediği 1993 yılında kurulan bu program sayesinde yaklaşık olarak 3.000.000.000 galon petrol tüketimi azaltıldığını ortaya koyarak; Temiz Şehirlerin özellikle kamu sağlığı ve ulaştırma birimleri olmak üzere kamu kurumlarını, ticari filo şirketlerini, otomobil üreticilerini, tedarikçileri ve kâr amacı gütmeyen kuruluşları bir araya getirdiğini vurgulamıştır (DOE, 2010:1).

Ulaştırmada petrol tüketimini azaltmayı hedefleyen ve sektörleri ortak bir hedef etrafında birleştiren projelerin milli hedefleri gerçekleştirmede önemli bir role sahip oldukları düşünülmektedir. Salt benzeri projelerle veya bireylerden ve kuruluşlarından petrole olan bağımlılığı ve karbon salımlarını azaltmaya dönük sonuçlar beklemek yeterli olmayacaktır. Çünkü devletin hedeflediği konularda kendi birimlerinin de aktif katılımı bireyler için bir örnek teşkil edebilecek ve bu, halkın yaşadığı sorunların birimlerce daha erken saptanmasında faydalı olacaktır. Konuya ilişkin olarak ABD devleti, halkı hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kullanmaya teşvik etmeye çalışırken kendi birimlerinin de bu taşıtları kullanmalarına ayrı özen göstermektedir. Bir araştırma raporunda 20 ve daha fazla sayıda taşıtı bulunan Amerikan federal birimlerinin yakıt tüketimlerini en az %20 düşürmek zorunda oldukları belirtilerek bu duruma örnek teşkil eden açıklamalarda bulunulmuştur (Raskin ve Shah, 2006:23).

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt alanının çeşitli milli politika ve dönem hedefleriyle desteklenmesiyle, bu alanın teknolojisi gelişerek, petrol tüketiminin azaltılıp petrole olan bağımlılığın azaltılması, daha ucuz maliyete daha çevreci bir ulaştırmanın sağlanması gibi faydalar sağlanabilecektir. Massachusetts Teknoloji Enstitüsünün ABD'nin petrol tüketimini ve sera gazı salımlarını azaltma çabalarına dönük olarak 2009 yılında hazırlamış olduğu "An Action Plan for Cars" adlı raporda milli politika ve dönem hedeflerine yönelik bir dizi öneriler sunulmuştur. Buna göre akaryakıt konusunda iki önemli öneri sıralanmış olup; bunlardan ilki, ulaştırma alanında harcanan akaryakıtın, üretim kısmından tüketim kısmına kadar olan uzun dönem arasındaki sera gazı salımlarının da hesaba katıldığı milli karbon yönetimi politikası oluşturulması ya da var olan politikaya bunun adapte edilmesidir. İkinci olarak, uzun dönem hedefleri belirleyen milli alternatif yakıt stratejisinin oluşturularak; bunun filoların yakıt tüketimleri ile sera gazı salımlarını azaltacak politikalara öncü olmasının sağlanmasıdır (Heywood vd., 2009:4). Bu ve benzeri politikaların oluşturularak hedefler belirlenmesi tüketici algısı için yeterli bulunmayıp; taşıt alış verişlerinde yakıt tüketim bilgisine sahip olma düzeyinin yükseltilmesi ve bazı taşıtlarda geçerli olan tasarruflu sürüş modu farkındalığının oluşturulması da önemli görülmektedir (Heywood vd., 2009:12). Bu bağlamda geliştirilecek politikaların tüketiciler üzerinde de doğrudan etkili olmasının gerekliliği tarafımızca benimsenmektedir. Bununla beraber AB bünyesinde bulunan gelecekteki ulaştırma yakıtları konusunda çalışan Avrupa Uzman Grubu (European Expert Group/EEG) 2011 yılında hazırladığı raporda milli politika ve dönem hedeflerine yer vererek pazar teşviklerinden bahsetmiş ve bazı pazar teşviklerinin şunlar olabileceğini ifade etmiştir: Vergi teşvikleri ve ilk satın almada ödenekler; kirleten ödemeye katlanır ilkesine dayalı olarak hangi araç ne kadar çevreyi kirletirse sürücüsü de o kadar vergilendirilir; kamu sektörü için ayrı ve özel sektör için ayrı teşvik paketleri; ev, ofis... elektrikli şarj istasyonu alt yapısı için ödenekler; çevreye duyarlı taşıtlar için ilk satın alım ödenekleri; trafikte sadece çevreye duyarlı taşıtların yararlanabileceği alanlar oluşturma (EEG, 2011:62). Buna bağlı teşviklerle taşıt ya da kullanımdan doğan vergilere yansıyan teşviklerin de bu alanda katkıları olduğu düşünülmektedir.

Nitekim taşıt vergi teşviklerinde dünyanın en önemli örnekleri ABD eyaletlerindedir. Anderson ve Anderson eserlerinde eyalet teşvik programlarına yer verirken birçok örnekle bunun dile getirmiş ve 2005 yılından önceki teşviklerin çoğunlukla alternatif yakıtlı taşıtlar üzerinde etkili olduğunu, 2005 yılından beridir de vergi teşviklerinin şarj istasyonları ile hidrojen ve biyoyakıtla çalışan taşıtlar üzerinde etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Buna göre Arizona’da alternatif yakıtlı taşıt satın alımlarında ödenen gelir vergisinde %25 indirim uygulamakta; hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt gibi taşıtlar için daha düşük tescil ücreti ödenmekte; elektrikli taşıt şarj ünitesi kurulumlarında 75\$’a yakın vergi indirimi söz konusu olmaktadır. California’da elektrikli taşıt veya fişli hibrit elektrikli taşıt satın alımlarında veya kiralanmalarında 5.000\$’a yakın indirimler; Oklahoma’da taşıtların alternatif yakıtlı taşıtlara dönüştürülmelerinde, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt satın alımlarında %10 vergi indirimleri uygulanmaktadır. Maryland’de ise elektrikli taşıtlar için 2.000\$’a yakın ve hibrit elektrikli taşıtlar için 500\$ ile 1.000\$ arasında vergi indirimleri mevcuttur (Anderson ve Anderson, 2010:84). Vergi teşviklerinin yanı sıra kullanımı teşvik edici farklı uygulamalar da ifade edilmektedir. Örneğin Arizona’da hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar için öncelikli yol şeritlerinden (high occupancy vehicle lane) kullanım hakkı verilmiştir (Anderson ve Anderson, 2010:84). California’da ise alternatif yakıtla çalışan ve çevreci taşıtlara, California Temiz Hava Kartı verilmekte ve bu kartla hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt sürücüleri, taşıtlarını ücretsiz olarak park yerlerine park edebilmektedirler (Anderson ve Anderson, 2010:82). Dahası, Alliance Bernstein şirketinin hibrit elektrikli taşıt alanında hazırladığı ulaştırma ve ekonomide hibrit elektrikli taşıtların etkilerini incelediği çalışmada California eyaletinde sıkı bir şekilde uygulanan sıfır salımlı taşıt (zero emission vehicles) politikasından da söz edilmiştir. Uygulanan bu politika gereği California’da otomobil şirketlerince satılan yeni taşıtların %10’unun sıfır salımlı taşıt olması gerekmektedir (Raskin ve Shah, 2006:23). Tüm bunlarla beraber daha birçok ülke hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt gibi çevreci taşıtlar için vergi teşviki öngörmektedir. Anderson ve Anderson bunlardan birinin İsrail olduğunu belirterek, 2008 yılında elektrikli taşıt kullanımını teşvik etmek maksadıyla büyük bir program başlatarak yüz binlerce şarj istasyonu kurulumu hedefleyen İsrail’in

elektrikli taşıtlar için uygulanacak olan vergiyi %10 oranında indirdiğini aktarmıştır (Anderson ve Anderson, 2010:62).

Diğer yandan AB'ye bakıldığında Vanham, Avrupa ülkelerinin taşıt vergilendirmelerini onların çevresel performanslarına bağladığını ifade etmiş ve bu ülkelere Birleşik Krallığın 2005 yılında öncülük ettiğini; Birleşik Krallığı birkaç yıl içinde Avusturya, Belçika, Kıbrıs, Danimarka, Finlandiya, Fransa, İrlanda, İtalya, Lüksemburg, Malta, Hollanda, Portekiz, Romanya, İspanya, İsveç ve Almanya'nın izlediğini ifade etmiştir (Vanham, 2010:38). Birçok Batı Avrupa ülkesi hava kirliliği ile mücadele kapsamında tedbirler alarak hukuki düzenlemelerde bulundular ki bunların pek çoğu otomobil salımlarının azaltılmasıyla ilgilidir. Örneğin, Birleşik Krallıkta otobüs hatları genişletilmiş ve 2001 yılında otobüsler için trafik ışıklarında serbestlik tanınmıştır. İsviçre'de elektrikli taşıtları da kapsayan programlara katılımcı olan bireylerin taşıt satın almaları durumlarında ödenek sağlanmaktadır. Fransa'da elektrikli taşıtlar için daha düşük park ücreti alınmaktadır (Anderson ve Anderson, 2010:81). Danimarka'da ise pek çok ülkede uygulandığı üzere salımları azaltma amacına yönelik olarak 1999 yılından beridir otomobil üreticilerine CO₂ salımları kotası koymaktadır (Anderson ve Anderson, 2010:110).

Avustralya gibi pek çok ülkede hükümet ortaklıkları kurulup; kamu ve özel sektör kuruluşlarının alanda birleştirilerek daha etkin sonuçlar elde edilmesi umulmaktadır. Anderson ve Anderson, son bir asırdır hükümetçe alanda faaliyet gösteren şirket ve kuruluşlarla kurulan ortak projelerin, pazar güçlerinin yalnız başına yapamadığı elektrikli taşıt gelişimini desteklediğini vurgulayarak, Avustralya'nın daha çevreci taşıtlar için ödenek programları oluşturduğunu belirtmiştir (Anderson ve Anderson, 2010:61).

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt teknolojisinde ciddi zorlukların başında akü gelişimi bulunmaktadır. Zira taşıt için bir akünün maliyeti taşıt maliyetinin büyük bir çoğunluğunu kapsamaktadır. Bu konuda Anderson ve Anderson'un anlatımlarıyla ABD'den örnek vermek gerekirse; 1991 yılında elektrikli taşıt akülerinin performans ve menzillerini geliştirmek için üç otomobil üreticisi firma, Elektrik Enerjisi Araştırma Enstitüsü, akü üreticisi firmalar ve ABD Enerji

Bakanlığının bir araya geldiği NiMH, lityum polimer ve li-ion akü sistemlerini inceleyen ABD Gelişmiş Akü Konsorsiyumu oluşturuldu. Bu Konsorsiyumun ana amacı kamudaki elektrikli taşıt algısını iyileştirerek satışları kolaylaştırmak ve bu taşıtların rekabet edebilirliklerini artırmaktır. Bunların yanında Gelişmiş Ulaştırma Güney Koalisyonu, Gelişmiş Taşıt Ortaklığı kurulan diğer benzer ortaklıklardır (Anderson ve Anderson, 2010:93, 94). Bu program ve ortaklıklara ilaveten, İngiltere devleti de ortak çalışma programlarına olumlu bakmış ve eski araçları yenileriyle desteklemiştir. Birleşik Krallık Avam Kamarası Ulaşım Komitesinin 2004 tarihli raporunda, İngiltere'nin "PowerShift (Güç Akışı)" ve "CleanUp (Temizlik)" programlarıyla daha çevreci taşıtları desteklediği; 2004–2005 döneminde çevreci taşıt alım ve daha çevreci taşıta dönüştürme masraflarını kaldırmak için 7.500.000£ bütçesi olduğu açıklanmıştır (HCTC, 2004:24).

Bu anlatılanlar çerçevesinde, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların gelişimi ve desteklenmesi merkezi ve yerel yönetimlerin iradesi olmaksızın mümkün görünmemektedir. Gözetilen milli fayda altında sıralanabilecek olan temel teknolojilerden olan bu tür taşıt teknolojileri pazarda daha kolay rekabet edebilmeleri ve tüketiciler tarafından seçilebilmeleri için vergi indirimleri, ulaşım alanında kolaylıklar, çeşitli ödenekler, alan projeleri gibi bir takım merkezi ya da yerel faaliyetlerin bulunması gerekmektedir. Bu faaliyetleri Gilbert ve diğerleri, Kanada için hazırlamış oldukları Eylem Planlarında yedi madde halinde özetle şöyle sıralamışlardır:

1. Hangi tipte ne tür taşıtların nerelerde çalıştırılacağına ilişkin izin verici düzenlemeler,
2. Güvenlik standartları, taşıt kuralları, bakım standartları... gibi daha çok uygulamaya dönük olan düzenlemeler,
3. Vergi cezaları ve parasal teşvikleri de barındıran mali tedbirler,
4. Ar-Ge destekleri,
5. Yerel ticareti geliştirmeye dönük olan destekler,
6. Yapılan projelerden gelen aktivite raporları gibi alanı izleme faaliyeti,
7. Sayılan tüm maddeleri de kapsayacak ölçüde olan çerçeve politikalar (Gilbert vd., 2005:29, 30).

Buna göre yapılacak faaliyetlerin çevresel politikalarla bütünleştirilerek çeşitlilik kazandırılmasının amaca daha iyi hizmet edebileceği değerlendirilmekle birlikte küresel politikaların da devletler ve çok uluslu şirketlerce bu alanda rekabet unsuru olduğu unutulmamalıdır. Öncelikli olarak hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtların kullanımının yaygınlaştırılması için bu tip taşıtlarla ilgili politikalar hem makro ve hem de mikro ölçekli planlarda ele alınmalıdır. Örneğin, makro plan olarak çevre politikalarında taşıt kullanımına ağırlık verilerek daha az emisyonlu taşıtların çevresel politikalarla savunulması ve üniversite ya da Ar-Ge faaliyeti yürüten STK'lar gibi merkezlerin desteklenmesi ve sayılarının artırılması, mikro planda ise belediyelerin bu tip taşıtların kullanımını özendirici uygulamalar başlatması beklenmektedir.

2.2. TÜRKİYE'DE ULAŞTIRMA SEKTÖRÜNDE HİBRİT ELEKTRİKLİ VE ELEKTRİKLİ TAŞITLARA BAKIŞ

Türkiye'de ulaştırma alanında bir takım ilerlemeler 2005 yılında başlayan AB katılım müzakereleri çerçevesinde sağlanmıştır. Avrupa Birliği Bakanlığı (ABBAK) ifadelerine göre AB'nin enerji politikalarının amaçlarından biri sürdürülebilir kalkınma temelinde çevrenin korunmasına katkıda bulunmaktır (www.ab.gov.tr, 2014). Buna göre oluşturulacak enerji politikaları çevreyi gözetmek durumundadır. Benzer şekilde ABBAK da Türkiye enerji politikaları arasında enerji üretiminde çevrenin korunabilmesi, enerji verimliliğinin artırılması ve dışa bağımlılığın artırılmasını temel öncelik olarak belirtmiştir (www.ab.gov.tr, 2014). Bu yüzden ulaştırma sektörünün bu yönleriyle geliştirilmesi gerektiği de ortadadır. Ulaştırma sektörü ile bağlantılı olarak AB müzakereleri çevre faslı kapsamında Emisyon Kontrolünün Geliştirilmesi Projesi tamamlanmış durumda ve Türkiye'nin Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi Mekanizmasına Destek Projesi ise halen ihale aşamasındadır (www.ab.gov.tr, 2014). AB müzakereleri kapsamında bir diğer fasıl da taşımacılık politikası faslıdır. Bu fasıl karayolu taşımacılığı, demiryolu taşımacılığı, denizyolu taşımacılığı ve havayolu taşımacılığı konularından oluşmaktadır. Bu konularda çeşitli mevzuat çalışmaları yapılmış olup; Türkiye'de

Karayolu Güvenliğinin Arttırılması Projesi tamamlanan projeler arasındadır (www.ab.gov.tr, 2014).

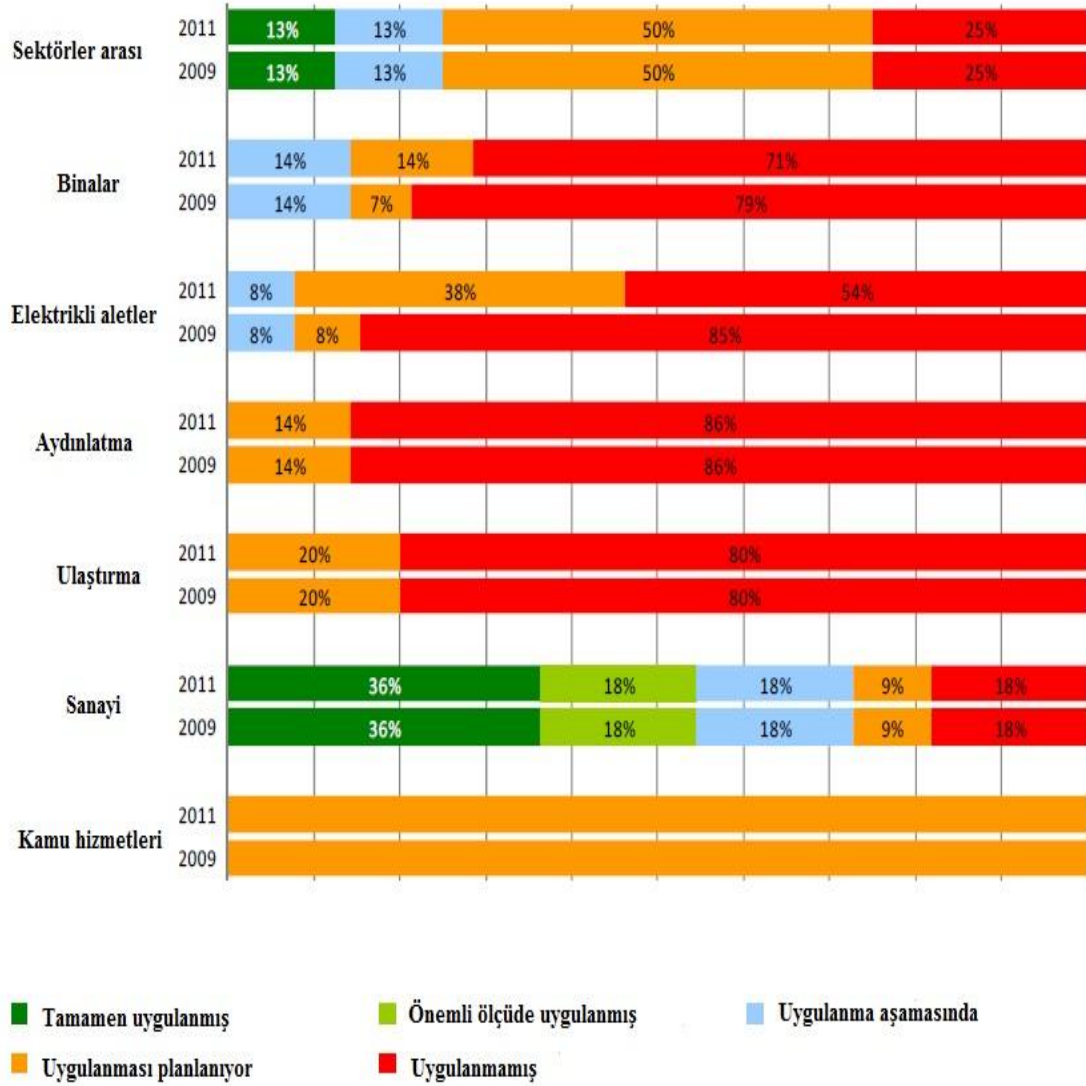
Öte yandan ulaştırma sektörünü yakından ilgilendiren bir konu olan enerji verimliliği ile alakalı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca (EBAK) 25/02/2012 tarihli 28215 Sayılı Resmî Gazete’de (REGA) yayımlanan “Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012-2023” çıkarılmıştır. Buna göre motorlu taşıtların birim fosil yakıt tüketiminin azaltılması, kara, deniz ve demir yollarında toplu taşıma payının artırılması ve şehiriçi ulaşımında gereksiz yakıt sarfiyatının önlenmesi stratejik amaç olarak belirlenmiş; hibrit elektrikli taşıtların çevreci vergilendirme sistemiyle özendirilmesine dönük çalışmalar yapılacağı ifade edilmiştir (www.resmigazete.gov.tr, 2014).

Öte yandan Avrupa Komisyonunun (European Commission-EC) 2012 yılı Enerji Verimliliği Direktifine göre 2020 yılında enerji verimliliğini %20 seviyesine çıkarma hedefine ulaşmak için kamu sektöründe enerjiyi verimli kullanan ürünler alınması, enerji üretiminde verimliliğin izlenmesi, tüketilen enerji miktarını azaltma adına enerji veya gaz salımı vergilendirmesi, enerji verimliliği teknolojisini teşvik eden uygulamaların özendirilmesi gibi bir takım tedbirler geliştirilmiştir (ec.europa.eu, 2014). Buna göre tüm AB ülkeleri bu direktife uygun olarak 2020 yılında kendilerine hedef biçilen enerji tüketim oranına ulaşmak durumundadır (ec.europa.eu, 2014).

Benzer şekilde Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency-IEA) 2006, 2007 ve 2008 yıllarında enerji verimliliği politikalarına ilişkin olarak tavsiye tedbirler sunmuştur (Pasquier ve Saussay, 2012:9). Bu tedbirlere uyulup uyulmadığı konusunda da ülkeleri gözlemlemektedir. IEA’nın 2012 yılında çıkardığı 2011 yılına ait rapora göre Türkiye’nin enerji verimliliği tavsiyelerine ilişkin durumu Şekil2.3’de izlenmektedir. Buna göre Türkiye’nin enerji verimliliği politikalarında ciddi adımlar attığı söylenemez. Ayrıca Türkiye’nin ulaştırma sektöründe acil olarak enerji verimliliğine ilişkin uygulamalar ortaya koyması beklenmektedir. Gerekli yakıt tasarrufu standartlarının oluşturulması ve yakıt tasarrufu sağlayan taşıtların vergi

uygulamalarında cazip hale getirilmesi bunlar arasındadır (Pasquier ve Saussay, 2012:103).

Şekil 2.3: Enerji Verimliliği Tavsiyeleri İlerleme Durumu



Kaynak: Pasquier ve Saussay, (2012:104).

Petrole olan bağımlılığın yüksek seviyelerde olduğu Türkiye gibi ülkelerde hibrit elektrikli ve elektrikli taşıt uygulamaları ve araştırmaları önem arz etmektedir. AB'nin istatistiki çalışmalarını yürüten kurum olan EUROSTAT'ın (Statistical Office of the European Communities) yayımlamış olduğu ve tablo2.1'de verileri sunulan bir çalışmaya göre Danimarka, Birleşik Krallık ve Norveç haricinde

ülkelerin hepsinin çok yüksek düzeyde petrol bağımlılığı mevcuttur (EUROSTAT, 2013:34). İsviçre ve Fransa’da da petrole olan bağımlılık yüksektir. Ancak daha önce de ifade edildiği üzere, petrol bağımlılığı olan İsviçre’de taşıt satın alımlarında ücret kolaylıkları sağlanırken, Fransa’da elektrikli taşıtlar için daha düşük otopark ücretleri alınmaktadır (Anderson ve Anderson, 2010:81). Bu yüzden petrol bağımlılığı olan Türkiye’de de hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtlar alanında bir takım adımlar atılmalıdır.

Tablo 2.1: Ülkelerin Petrol Tabanlı Enerji Bağımlılığı

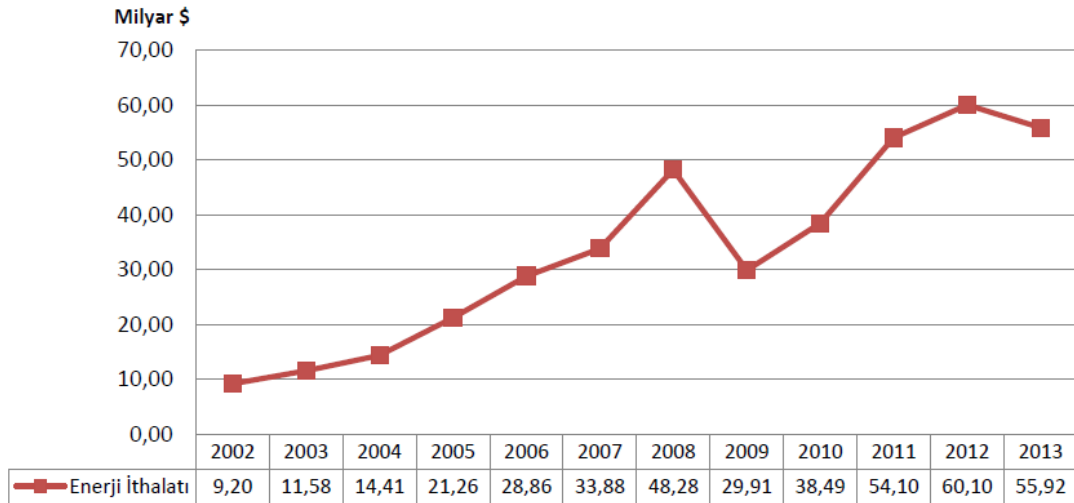
Ülke	2001 (%)	2007 (%)	2008 (%)	2009 (%)	2010 (%)	2011 (%)
Türkiye	91,9	96,4	93,4	90,9	92,4	91,8
Belçika	100,8	97,4	98,8	95,4	98,0	98,7
Bulgaristan	97,9	100,0	98,7	101,3	100,8	97,7
Çek Cumhuriyeti	97,5	96,2	97,6	96,6	96,3	95,0
Danimarka	-69,1	-66,4	-49,6	-60,4	-45,7	-48,7
Almanya	96,6	94,0	95,2	95,2	95,8	94,2
Estonya	72,9	73,0	64,1	64,7	56,3	55,6
İrlanda	101,7	97,0	99,7	99,2	97,5	101,7
Yunanistan	98,5	100,9	101,2	96,7	98,5	94,5
İspanya	99,3	99,7	100,4	98,9	99,9	99,8
Fransa	97,8	97,8	97,6	97,6	97,7	98,0
Hırvatistan	67,7	81,1	84,0	77,8	80,5	79,9
İtalya	92,9	92,0	91,3	91,2	92,7	90,2
Letonya	101,3	98,1	99,0	99,4	93,6	103,2
Litvanya	75,0	94,4	92,5	90,1	98,7	91,6
Lüksemburg	98,8	98,8	100,2	100,1	99,4	99,6
Macaristan	71,6	82,3	80,7	77,6	84,2	82,3
Malta	99,8	100,0	100,0	101,1	99,3	100,6
Hollanda	94,8	92,4	97,6	97,1	93,4	91,5
Avusturya	89,2	91,4	92,9	90,4	88,6	90,4
Polonya	92,5	104,4	96,0	98,3	96,7	95,5
Portekiz	102,8	98,8	102,1	99,0	98,0	99,9
Romanya	46,0	51,2	51,5	51,1	51,7	46,6
Slovenya	97,9	98,9	101,7	98,3	100,5	99,5
Slovakya	89,4	90,4	90,9	88,0	88,9	90,2
Finlandiya	101,1	96,3	98,9	96,5	89,3	97,2
İsveç	104,2	99,1	102,6	101,8	93,7	98,6
Birleşik Krallık	-44,1	2,2	9,0	7,6	14,5	26,8
İzlanda	99,7	-	-	-	-	-
Norveç	-1733,5	-1021,7	-811,1	-852,9	-620,9	-763,8
İsviçre	98,8	97,4	100,5	100,7	99,9	-
Karadağ	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Makedonya	102,7	96,6	97,4	106,5	97,8	97,3
Sırbistan	66,0	83,4	86,8	80,4	75,0	72,5

Kaynak: EUROSTAT, (2013:34).

Türkiye, petrol ithalatında önde gelen ülkelerden biridir. İlerleyen yıllarda da bu ithalatın enerji ihtiyacına bağlı olarak artacağı düşünülmektedir. BOTAŞ'ın (Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş.) şekil 2.4'te gösterilen grafiğine ait verilerden görülecektir ki Türkiye'de enerji ithalat maliyetleri sürekli olarak artmaktadır. 2009 yılında ise küresel ekonomik kriz sebebiyle ekonomide daralma gerçekleşmiş ve takip eden yıllarda artış eğimi değişmemiştir (BOTAŞ, 2014:16).

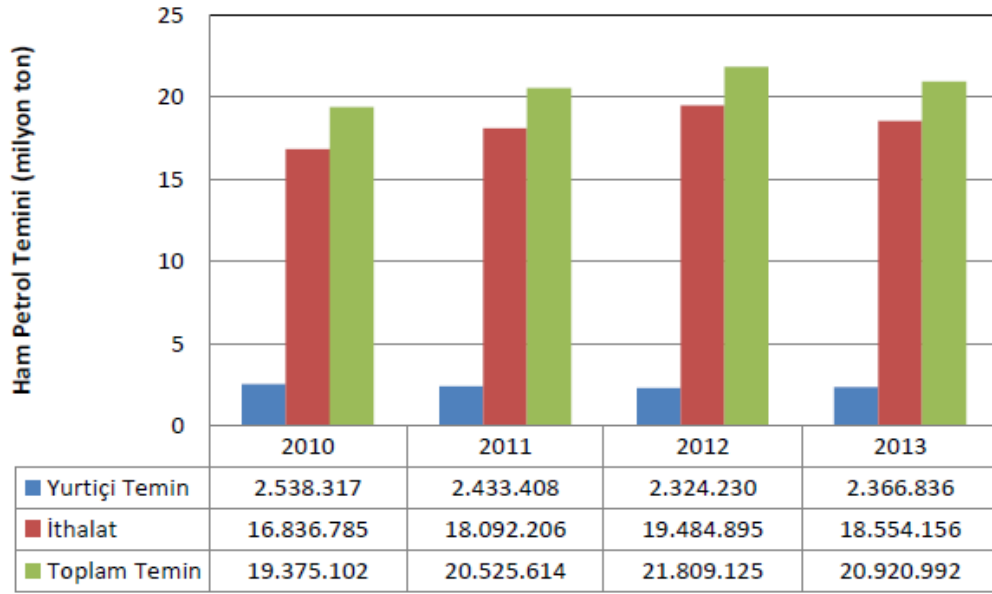
Şekil 2.4: Enerji İthalat Maliyetleri



Kaynak: BOTAŞ, (2014:16).

Öyle ki Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun (EPDK) şekil2.5'de grafik halinde sunduğu verilere göre 2010 yılından 2013 yılına kadar ithalat miktarı sürekli artmıştır. Bununla birlikte yurtiçinden temin miktarı ise azalmıştır (EPDK, 2014:11). 2013 yılında ise ithalat 18.554.156 tona düşmüştür. Buna göre petrol ithalatının Türkiye'de azımsanmayacak ölçülerde olduğu düşünülmektedir.

Şekil 2.5: Rafinerici Lisansı Sahiplerinin Ham Petrol Temin Miktarları



Kaynak: EPDK, (2014:11).

Nitekim petrol fiyatlarından günümüzde hemen hemen her kesim etkilenmektedir. En küçük aile biriminden şirket ve kuruluşlara kadar artan petrol fiyatlarından etkilenilmektedir. Petrole olan bağımlılığı azaltıcı tedbirleri tanımak ve bir an evvel uygulamaya koymak son derece önemlidir. Zira Arslan tezinde akaryakıt üretimi her ne kadar Türkiye’de gerçekleşebilse de ham petrolün ithal edilmesinden doğan bir takım olumsuz ekonomik etkiler olduğundan bahsetmektedir. Petrol fiyatlarındaki yükselişler, üretim maliyetlerinde artışlara sebep olabilmekteyken dış ticaret dengesini de bozabilmektedir (Arslan, 2013:40-45).

Türkiye, ulaştırma sektörüne çok büyük harcama kalemleri ayıran, gelişmekte olan ve petrole bağımlı bir ülkedir. Ulaştırma sektöründeki maliyetlerinin azaltılması hem çevresel ve hem de ekonomik anlamda büyük avantajlar sağlayabilecektir. Bunu çeşitli istatistikî verilerden gözlemlemek mümkündür.

Öyle ki Türkiye’de, Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) yaklaşık 19.000.000 hane halkıyla yapmış olduğu Tablo 2.2’de bilgileri sunulan anket çalışmalarına göre insanların harcamalarının üçüncü büyük harcama kalemini ulaştırma oluşturmaktadır. 2011 yılında konut ve kira harcamaları toplam

harcamaların %25,8'ini ve gıda ve alkolsüz içecekler %20,7sini oluştururken, ulaştırma harcamaları ise %17,2sini oluşturmaktadır (TÜİK, 2013:87).

Tablo 2.2: Tüketim Harcamalarının Türlerine Göre Yüzdelik Dağılımı

	2009	2010	2011
Konut ve kira	28,2	27,1	25,8
Gıda ve alkolsüz içecekler	23	21,9	20,7
Ulaştırma	13,6	15,1	17,2
Mobilya, ev aletleri, ev bakım hizmetleri	6,2	6,3	6,4
Giyim ve ayakkabı	5,1	5,1	5,2
Lokanta ve oteller	5,2	5,4	5,7
Alkollü içecekler, sigara ve tütün	4,1	4,5	4,1
Haberleşme	4,2	4,1	4
Çeşitli mal ve hizmetler	4	3,7	4,3
Eğlence ve kültür	2,6	2,8	2,7
Eğitim hizmetleri	1,9	2	2
Sağlık	1,9	2,1	1,9

Kaynak: TÜİK, (2013:87).

Bununla birlikte Türkiye ulaştırmasının büyük bir bölümü karayolu ile sağlanmaktadır. İstatistiklere göre motorlu kara taşıt sayısı her yıl artış göstermektedir. Tablo 2.3'deki TÜİK verilerine göre 2010 yılında toplam yaklaşık 15.000.000 motorlu kara taşıtı varken; bu rakam 2014 yılı Temmuz ayında neredeyse 18.500.000 olmuştur (TÜİK, 2014).

Tablo 2.3: Yıllara Göre Motorlu Kara Taşıt Sayısı

	2010	2011	2012	2013	2014*
Otomobil	7.544.871	8.113.11	8.648.875	9.283.923	9.615.912
Minibüs	386.973	389.435	396.119	421.848	421.563
Otobüs	208.510	219.906	235.949	219.885	212.882
Kamyonet	2.399.038	2.611.104	2.794.606	2.933.050	3.005.063
İş makinaları ile ağır tonajlı taşıtlar	726.359	728.458	751.650	755.950	768.662
Motorsiklet	2.389.488	2.527.190	2.657.722	2.722.826	2.794.292
Özel amaçlı taşıtlar	35.492	34.116	33.071	36.148	39.246
Traktör	1.404.872	1.466.208	1.515.421	1.565.817	1.595.667
Toplam	15.095.603	16.089.528	17.033.413	17.939.447	18.453.287
* 2014 yılı verileri Temmuz ayı sonu itibariyledir.					

Kaynak: TÜİK, (2014)

Bahsedilen yaklaşık 19 milyonluk motorlu kara taşıtların neredeyse tamamı petrol ürünü ile hareket etmektedir. TÜİK'in hazırlamış olduğu istatistiklere bakıldığında tablo2.4'de 2013 yılında motorlu kara taşıtlarının %77,5'i benzin ve dizel yakıt kullanan taşıtlardır. LPG otogaz kullanan taşıtlarsa %21,9luk dilimi oluşturmakta ve geriye ise %0,6 oranı kalmaktadır (TÜİK, 2014). Bu oran bize yakıt türü bilinmeyen, taşıt tescil işlemlerinde yakıt türü boş bırakılan taşıtlarla hatalı veri girişi yapılan taşıtları ve elektrikli otomobilleri göstermektedir.

Tablo 2.4: Kullanılan Yakıt Türüne Göre Motorlu Kara Taşıt Sayısı

Yıl	Toplam	Benzin	Dizel	LPG	Bilinmiyor*
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)	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)	8.169.410 (%45,5)	3.934.753 (%21,9)	101.559 (%0,6)
* Yakıt türü bilinmeyenler, ruhsat işlemlerinde yakıt türü boş bırakılan veya sehven hatalı veri girişi yapılan otomobiller ile elektrikli otomobilleri kapsamaktadır.					

Kaynak: TÜİK, (2014)

Bunun yanında Otomotiv Distribütörleri Derneğinin (ODD) 2013 yılı Aralık ayı raporuna göre, Türkiye’de 2012 yılında 556.096 adet yeni otomobil (benzinli ve dizel) ve 184 adet 85kW veya daha küçük motor gücünde elektrikli otomobil satışı gerçekleşmiştir. 2013 yılında ise 664.624 adet yeni otomobil (benzinli ve dizel) ve 31 adet 85kW veya daha küçük motor gücünde elektrikli otomobil satışı gerçekleşmiştir (ODD, 2014:14). Yani Türkiye’de petrol ve LPG ürünü dışında bir yakıt kullanan taşıt sayısı istatistiklere yansımayacak derecede azdır.

Türkiye ulaştırma alt yapısı daha çok petrol tüketimine bağımlı karayolu ulaştırmasına dayanmaktadır. Bu durum tablo2.5’de yer verilen Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığının (UBAK) verilerine bakıldığında açıkça görülmektedir. 2013 yılı itibariyle karayolu ulaştırması yük taşımacılığında %88,7, yolcu taşımacılığında ise %90,5’lik bir orana sahiptir (UBAK, 2014: 9).

Tablo 2.5: 2013 Yılı Yurt İçi Yük ve Yolcu Taşıma Oranları

Ulaştırma türü	Yük	Yolcu
Karayolu	%88,7	%90,5
Demiryolu	%4,4	%1
Denizyolu	%6,9	%0,6
Havayolu	%0*	%7,9
*Havayolu sektörü taşıma miktarı diğer sektörlerle göre çok az olduğundan sıfır olarak belirtilmiştir.		

Kaynak: UBAK, (2014:9).

Tüketilen yakıt ve kullanılan enerji miktarları konusunda karayolu ulaştırmasının özelinde ulaştırma sektörünün ciddi payı mevcuttur. EBAK istatistiklerine göre ulaştırma sektörü Türkiye'nin önemli enerji talep eden sektörlerinden biridir. Tablo2.6'ya bakıldığında, ulaştırma sektörünün diğer sektörlerden farklı olarak, 2012 yılındaki tüketim miktarlarını 2002 yılına göre on yılda neredeyse ikiye katlaması dikkat çekici bulunmuştur (EBAK, 2014:15).

Tablo 2.6: Sektörel Enerji Tüketimi

Yıl	Sanayi (Bin TEP/Ton eşdeğer petrol)	Ulaştırma (Bin TEP)	Konut ve hizmetler (Bin TEP)	Tarım (Bin TEP)	Enerji dışı kullanım (Bin TEP)	Toplam tüketim (Bin TEP)
2002	24.782	11.405	18.463	3.030	1.806	59.486
2003	27.777	12.395	19.634	3.086	2.098	64.990
2004	28.789	13.775	20.952	3.314	2.174	69.004
2005	28.084	13.849	22.923	3.359	3.296	71.510
2006	30.996	14.994	23.677	3.610	4.163	77.440
2007	32.466	17.284	24.623	3.945	4.430	82.748
2008	26.906	15.996	28.323	5.174	3.244	79.642
2009	25.966	15.916	29.466	5.073	4.153	80.574
2010	30.703	15.165	28.944	5.095	3.459	83.367
2011	30.830	15.950	29.974	5.756	4.442	86.952
2012	30.382	20.767	31.517	1.952	4.390	89.008

Kaynak: EBAK, (2014:15).

EPDK'nın 2013 yılına ait Petrol Piyasası Sektör Raporuna göre akaryakıt satışlarının %90'ına yakın bir kısmı ulaştırma amacıyla kullanılmak üzere satılmıştır. Tablo 2.7'deki verilere göre bu oran artarak %89,95'e ulaşmıştır (EPDK, 2014:31).

Tablo 2.7: Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Benzin, Fuel Oil ve Motorin Türlerinde Satışlarının Sektörel Dağılımı*

Yıl	Elektrik üretimi amacıyla teslim edilen miktar	Ulaştırma amacıyla teslim edilen miktar	Tarımda kullanılmak üzere teslim edilen miktar**	Diğer
2011	%1,71	%86,44	%4,75	%7,09
2012	%2,39	%86,17	%4,83	%6,6
2013	%1,41	%89,95	%3,81	%4,84
*Verilerde ihrakiyeler hariçtir. **Tarımsal amaçlı satış tankerleri ve köy pompalarıyla yapılan satışları kapsamakta olup; tarım sektöründe tüketilmek üzere istasyonlarda yapılan teslimler ulaştırma amacıyla yapılan teslimler altında yer almaktadır.				

Kaynak: EPDK, (2014:31).

Bu artışı akaryakıt satış istasyonlarının istatistiklerinde de görmek mümkündür. EPDK'nın tablo 2.8'deki verilerine göre 2012 yılında 2011 yılına göre %3,8'lik artışla akaryakıt satışı gerçekleşmiş ve 2013 yılında ise 2012 yılına göre %5,1'lik artışla akaryakıt satışı gerçekleşmiştir. Burada şu dikkat çekicidir: 2012 yılındaki benzin ve türlerindeki satış 2011'e göre %6,6 azalmış; 2013 yılındaki benzin ve türlerindeki satışlar ise %0,3 oranla artmıştır. Öte yandan motorin ve türlerinde satışlar ise 2012 yılında %6,1, 2013 yılında ise %6,9 artmıştır (EPDK, 2014:30).

Tablo 2.8: Dağıtıcı Lisansı Sahiplerinin Akaryakıt Satış Miktarları

Akaryakıt türü	Satış miktarı (ton)			Oransal değişim	
	2011	2012	2013	2011-2012	2012-2013
Benzin türleri	1.978.542	1.848.464	1.853.741	%-6,6	%0,3
Motorin türleri	14.728.382	15.625.144	16.710.407	%6,1	%6,9
Fuel Oil türleri	793.612	693.767	534.192	%-12,6	%-23
Toplam	17.500.536	18.167.375	19.098.340	%3,8	%5,1

Kaynak: EPDK, (2014:30).

Bu durum LPG otogaz kullanımının artmasına işarettir. Nitekim Petrol Sanayi Derneğinin (PETDER) 2013 yılı raporundaki tablo 2.9’da sunulan istatistiklere göre motorin ve türlerindeki satışlar 2008 yılından 2013 yılına değin sürekli artış göstermiş; diğer yandan benzin ve türlerindeki satışlar ise aynı dönem içerisinde azalmıştır. LPG otogaz satışları ise 2008 yılından 2013 yılına değin artış göstererek 2013 yılında 4.900.000 m³ olmuştur (PETDER, 2014:40,41,42).

Tablo 2.9: Motorin, Benzin ve LPG Otogaz Tüketimi

Yıl	Motorin ve türleri	Benzin ve türleri	LPG Otogaz
2008	16.600.000 m ³	3.000.000 m ³	3.800.000 m ³
2009	15.900.000 m ³	3.000.000 m ³	4.100.000 m ³
2010	16.500.000 m ³	2.700.000 m ³	4.700.000 m ³
2011	17.500.000 m ³	2.600.000 m ³	4.700.000 m ³
2012	18.700.000 m ³	2.500.000 m ³	4.800.000 m ³
2013	20.000.000 m ³	2.400.000 m ³	4.900.000 m ³

Kaynak: PETDER, (2014:40,41,42).

Nitekim otomobil kullanıcılarının daha ekonomik olana rağbet etme davranışları, otomobil istatistiklerinde de fark edilebilir. Tablo 2.10, tescilli otomobillerin yakıt cinslerine göre oranlarını ortaya koymaktadır. 2010 yılından 2013 yılına kadar LPG otogazlı otomobiller her yıl ortalama 300.000 artış göstermiştir. 2014 yılının Temmuz ayında da 2013 yılına ait sayıyı aşarak 3.984.180 adet olmuş ve bu sayıyla tüm otomobillerin %41,4’ünü oluşturmuştur. Benzinli otomobillerse 2010 yılında 3.191.964 adet iken, 2014 yılı Temmuz ayı sonu

itibariyle 2.861.776 adete düşmüştür. Dizel otomobillerse 2010 yılında 1.381.631 adet iken, 2014 yılı Temmuz ayı sonu itibariyle 2.725.361 adete çıkmıştır. (TÜİK, 2014). Tüketicilerin bu eğiliminden, tüketim tercihlerinin ekonomik gerekçelere dayandığı anlaşılmaktadır.

Tablo 2.10: Trafîğe Kayıtlı Otomobillerin Yakıt Cinsine Göre Dağılımı

Yıl	Toplam*	Benzin	Dizel	LPG	Bilinmeyen**
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)
2014***	9.615.912	2.861.776 (%29,8)	2.725.361 (%28,3)	3.984.180 (%41,4)	44.595 (%0,5)
*Yuvarlamadan dolayı rakamlar toplamı vermeyebilir. **Yakıt türü bilinmeyenler, ruhsat işlemlerinde yakıt türü boş bırakılan veya sehven hatalı veri girişi yapılan otomobiller ile elektrikli otomobilleri kapsamaktadır. ***Veriler Temmuz ayı sonu itibariyledir.					

Kaynak: TÜİK, (2014).

Ayrıca Türkiye LPG otogaz tüketiminde ve LPG otogazlı taşıt kullanımında dünya ülkeleri arasında ön sıralardadır. EPDK verilerine göre tablo2.11’de 2012 yılı LPG otogaz kullanımında ülkeler sıralaması sunulmuştur. Buna göre LPG otogazı en çok kullanan ülke Güney Kore, ikinci en çok kullanan ülke Türkiye ve üçüncü en çok kullanan ülke ise Rusya’dır (EPDK, 2014:3).

Tablo 2.11: 2012 Yılında LPG Otogaz Tüketiminde İlk On Ülke Sıralaması

Ülke	Tüketim (ton)	Dünya tüketimindeki payı
1.Güney Kore	4.126.000	%17,3
2.Türkiye	2.727.000	%11,4
3.Rusya	2.650.000	%11,1
4.Polonya	1.601.000	%6,7
5.İtalya	1.352.000	%5,7
6.Tayland	1.061.000	%4,4
7.Japonya	1.053.000	%4,4
8.Avustralya	947.000	%4
9.Ukrayna	703.000	%2,9
10.Meksika	671.000	%2,8

Kaynak: EPDK, (2014:3).

Tablo 2.12’ye göre de Türkiye 2012 yılında 3.650.000 LPG otogazlı taşıt sayısı ile dünyada en çok LPG otogazlı taşıtı bulunan ülke konumundadır. Buna göre ikinci Polonya ve üçüncü Rusya’dır (EPDK, 2014:5).

Tablo 2.12: 2012 Yılında LPG Otogazlı Araç Sayısında İlk On Ülke Sıralaması

Ülke	Araç sayısı
Türkiye	3.650.000
Polonya	2.615.000
Rusya	2.500.000
Güney Kore	2.433.000
Hindistan	1.950.000
İtalya	1.867.000
Ukrayna	1.380.000
Tayland	1.014.000
Sırbistan	550.000
Avustralya	511.000

Kaynak: EPDK, (2014:5).

Türkiye’de hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlara ilişkin ne tür bir politika takip edildiği sorusuna gelince, Türkiye’de elektrikli hareketlilik ve hibrit elektrikli taşıt/elektrikli taşıt kavramları 2000li yıllarda gündeme gelmeye başlamış olup; günümüze değin büyük mesafeler alınamamıştır. Ancak şu söylenebilir ki pek çok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de otomotiv sektörü pek çok sektörü destekleyebilen

bir sektördür. Demir-çelik, cam, lastik, tamirat, satış gibi alanlarda gerek oluşturduğu istihdam ve üretim-tüketim ilişkisi ve gerekse de sağladığı teknolojik ilerlemelerle ülkenin temel kalkınma adımlarından birini oluşturmaktadır. Nitekim Türkiye’de de bu önemli adımlar atılmakta olup; hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar, önceki adıyla Sanayi ve Ticaret Bakanlığının (STB) (şimdiki adı Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığıdır-BSTB-) 2011-2014 yıllarını kapsayan sanayi strateji belgesinde de yer almış ve ulaşımda enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik olarak hibrit elektrikli gibi ulaşım araçları ve sistemlerinin kullanımının teşvik edileceği düzenlemeler getirilmesinin gerekte olduğu ifade edilmiştir (STB, 2010:172).

5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu (EVK) ile de ulusal çapta enerjinin etkin kullanımı ve masrafların azaltılmasına dönük hükümler getirilmiş olup; Kanunun 7. Maddesinin birinci fıkrasının f bendiyle ulaşımda enerji verimliliğinin artırılmasına ilişkin genel usul ve esasların yer aldığı STB’nin hazırlayacağı ve Ulaştırma Bakanlığının yürürlüğe koyacağı yönetmeliğe işaret edilmektedir (EVK, 2007:Md.7). Ulaşımda Enerji Verimliliğinin Artırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin (ULEVAY) 1. Maddesinde belirtildiği üzere ulaşımda enerji verimliliğinin artırılması amacıyla; motorlu araçların birim yakıt tüketimlerinin düşürülmesine, araçlarda verimlilik standartlarının yükseltilmesine, toplu taşımacılığın yaygınlaştırılmasına, trafik akımının artırılmasına yönelik sistemlerin kurulmasına ilişkin usul ve esasları kapsar (ULEVAY, 2008:Md.1). Tüketicilerin çevre kirliliği duyarlılıklarının artırılarak daha az salımlı taşıt kullanmaları konusunda bilgilendirilmeleri enerjinin daha verimli kullanılması sonucunu doğuracağından, yönetmelikte tüketicilerin bilgilendirilmesine de yer verilerek, satışa ya da kiraya sunulan yeni otomobillerin CO₂ salımı ve yakıt tasarrufu konularında STB’nin tüketicileri bilgilendirmesi ve dahası sürücü kursları ile taşımacılık işi ile uğraşan tüzel kişiliklerin şoförlere ekonomik sürüş teknikleri konusunda eğitimler vermeleri gerektiği hükmü getirilmiştir (ULEVAY, 2008:Md.12,14,15).

Mevzuatta yer alan bu hükümlerle beraber, Türkiye’de uzun vadeli planlamalar da yapılmaya başlanmıştır. 2011 ve 2014 yılları dönemini kapsayan otomotiv sektörü stratejisi oluşturulmuş ve hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar

da bu strateji kapsamında tutulmuşlardır. Buna göre 2. hedef olarak, şirketlerin tasarım, üretim, markalaşma, beceri ve kapasitelerini artırma hedefi belirlenmiş olup; bu hedef ve Türkiye'nin iklim değişikliği mücadelesi çerçevesinde hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar gibi alternatif yakıtlı taşıt kullanımını artırabilmek için akü ve bu tip taşıtların parçalarının üretiminin destekleneceği eylemi strateji belgesinde ifade bulmuştur. Bu eylem için sorumlu kuruluş Hazine Müsteşarlığı; ilgili kuruluşlar da Maliye Bakanlığı (MB), STB, EBAK, Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Türk Standartları Enstitüsü (TSE), EPDK ve Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı olarak sıralanmıştır. 3. Hedef olarak otomotiv sektöründe iç ve dış pazarları geliştirme saptanmış ve hedef doğrultusunda çevreye duyarlı daha az salımlı taşıtların kullanımının artırılması için toplumsal farkındalığın yükseltilmesi maksadıyla bir takım çalışmalar yapılması eylem olarak belirlenmiştir. Bu hedef için Otomotiv Sanayii Derneği (OSD) sorumlu kuruluş olarak; STB, Uludağ İhracatçı Birlikleri, Türkiye İhracatçılar Meclisi, sivil toplum kuruluşları (STK) (ODD, Otomotiv Yetkili Satıcıları Derneği) ilgili kuruluş olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu hedef kapsamında hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt gibi çevreye duyarlı taşıtların kullanımının otoyol, otoparklar gibi kullanım alanlarından ücretsiz ya da indirimli tarifeler açılarak yaygınlaştırılması bir başka eylem olarak belirlenirken; bu eylem doğrultusunda da Ulaştırma Bakanlığı sorumlu kuruluş ve İçişleri Bakanlığı, MB, STB ilgili kuruluş olarak ifade edilmiştir. Bu hedef kapsamında bir başka eylem olarak da kamu kuruluşlarının taşıt alımlarının bu tür taşıtlardan tercih edilmesinin sağlanması belirlenmiş ve Maliye Bakanlığı sorumlu kuruluş ve İçişleri Bakanlığı, STB, Kamu İhale Kurumu da ilgili kuruluş olarak görülmüştür (STB, 2011: 35, 37).

Sözü edilen bu strateji döneminde hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlarla doğrudan irtibatlı olarak, hukuki ve idari düzenlemeleri iyileştirme hedefi 4. hedef olarak belirlenmiştir. Çevre dostu olan hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt gibi düşük salımlı ya da hiç salımsız otomobil kullanıcılarının daha az vergi ödeyeceği bir vergi sistemi geliştirilmesi eylem olarak seçilmiş olup; MB sorumlu kuruluş; STB, Çevre ve Orman Bakanlığı ile DPT ve STK (OSD, Taşıt Araçları Yan Sanayicileri Derneği-TAYSAD-, ODD) ilgili kuruluş olarak sıralanmışlardır. Bu stratejiler

arasında alt yapı çalışmaları da unutulmamış; 5. hedef olarak fiziki alt yapıyı geliştirme ifade bulmuştur. Bu hedef kapsamında da çevreye duyarlı elektrikli taşıt gibi taşıtların kullanımının yaygınlaştırılması adına gerekli alt yapı çalışmalarının yapılacağından eylem olarak bahsedilmiş; STB bu eylemde sorumlu kuruluş ve MB, Ulaştırma Bakanlığı, EBAK, DPT, EPDK, TSE, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği ve STK (OSD, TAYSAD) ilgili kuruluşlar olarak belirtilmiştir (STB, 2011:38, 39). İlgili kısımlarıyla açıklanan bu strateji belgesi göstermektedir ki hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt sektörleri sadece kamu kesimi ya da sadece bir kuruluşun görev alanı olarak görülmemiş; bu alanlarda birçok kamu kuruluşu ile STKlara da hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar ile bu tipte taşıtların gelişmesi ve yaygınlaşması için ortak eylemlerde bulunacakları vurgusu yapılmıştır.

Bu kuruluşlardan biri olarak TÜBİTAK tarafından 2003 yılında 1.527 olan desteklenen toplam bilim insanı sayısı 2012 yılında 19.000'in üzerine çıkmıştır. 2012 yılı sonunda aktif olarak yürütülmekte olan 33 destek programı kapsamında yaklaşık 19.100 bilim insanının ve genç araştırmacının desteklenmesi hedeflenmiştir (TÜBİTAK, 2013:74). Akademik, sanayi, kamu ve çeşitli girişimcilik alanlarında farklı programlarla destek hizmetleri sunan TÜBİTAK'ın, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların Ar-Ge çalışmaları için uygun olabilecek programları da bulunmaktadır (www.tubitak.gov.tr, 2013). Örneğin, dışa bağımlılığı azaltmayı ve teknolojiyi ilerletmeyi teşvik edecek şekilde yeni bir ürün v.b. geliştirmeyi amaçlayan 1005 numaralı Ulusal Yeni Fikirler ve Ürünler Araştırma Destek Programı, bu programlardan biridir. Bu programda oluşturulabilecek proje süresi azami 18 ay olup; en fazla desteklenebilecek limit 200.000TL'dir (TÜBİTAK, 2013). İkinci olarak, 1007 numaralı Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projelerini Destekleme Programı, kamu kurumlarının ihtiyaç ve sorunlarının çözüme kavuşturulmasına dönük Ar-Ge projelerini desteklemektedir (www.tubitak.gov.tr, 2013). Yayınlanan bazı destekleme programı çağrılarında bu desteklerin üst limitleri farklılık göstermekte olup; kabul edilen proje dosyalarına göre destek miktarı belirlenmektedir. Bazılarında ise destek miktarı belirtilmemekte; kabul edilen proje dosyaları incelendikten sonra değerlendirilecekleri düşünülmektedir. Bunlardan BSTB'nin müşteri kurum olduğu Elektrikli Araç Teknolojilerinin Geliştirilmesi adlı çağrı yayınında desteklenecek üst limit belirtilmemiş olup; çağrı kapsamında,

tasarım, akü, elektrikli motor ve araç kontrol sistemlerinin destekleneceği ve desteklenecek bileşenlerin azami oranda yerli olması gerektiği vurgulanmıştır (www.tubitak.gov.tr, 2013). TÜBİTAK'ın destek programlarından bir diğeri 1511 numaralı Öncelikli Alanlar Araştırma Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri Destekleme Programıdır. İlgili Yönetmeliğinde TÜBİTAK tarafından desteklemede öncelik veya gerekirse ek destek verilebilecek alan olarak açıklanan (www.tubitak.gov.tr, 2013) öncelikli alanlarda gelişimi destekleyen 1511 numaralı program, Türkiye'deki yerleşik bütün şirketleri, hedef ve ihtiyaç odaklı olacak şekilde izlenebilir sonuçları olan projeleri desteklemeyi amaçlamakla birlikte büyük ölçekli kuruluşlar için %60, Küçük ve Orta Bütçeli İşletmeler için %75 oranında destek sunmaktadır. 2012 yılında otomotiv sektörü dâhil belirlenen beş öncelikli alanda 177 adet projenin desteklenmesine kurum tarafından karar verilmiştir (www.tubitak.gov.tr, 2013). Bu program kapsamında 1 Haziran 2012 tarihinde “elektrik ve hibrit elektrikli araç tahrik sistemleri için elektrik motor/jeneratör ve sürücü sistemlerinin geliştirilmesi” isimli çağrı yayınlanmıştır. Proje süresi azami 36 ay olan bu proje için destek üst limiti 4.000.000TL olarak belirlenmiştir (www.tubitak.gov.tr, 2013). Bunun yanı sıra aynı tarihte “elektrikli ve hibrit elektrikli araçlar için güç yönetimi kontrol sistem, donanım ve algoritmaların geliştirilmesi” isimli çağrı yayınlanmış ki bu proje çağrısında da destek limiti 3.000.000TL olarak belirlenmiştir (www.tubitak.gov.tr, 2013). Kamu ve sanayi alanlarında hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt teknolojileri gelişimine destek sunan bu örneklerle birlikte akademik alanda da 1003 numaralı Öncelikli Alanlar Araştırma Geliştirme Projeleri Destekleme Programı belirlenen öncelikli alanlarda hazırlanacak projeleri desteklemek adına 2.500.000TL'ye kadar destek sağlamaktadır (www.tubitak.gov.tr, 2013). Bu program doğrultusunda hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt sistemleri konularında dünya çapında söz sahibi olunabilmesi için araştırmalara ihtiyaç duyulduğu vurgulanarak 5 Temmuz 2012 tarihinde “Elektrikli ve Hibrit Elektrikli Araçlarda Enerji Yönetim Sistemleri, Elektrik Motoru ve Batarya Teknolojileri”, “Elektrikli ve Hibrit Elektrikli Araçların Dinamiği ve Kontrolü” ve “Hibrit Elektrikli Araçlarda İçten Yanmalı Motor Performansı ve Emisyon Kontrolü” isimleriyle üç proje çağrısı yapılmış ve proje çağrısına karşılık kabul edilen proje

önerilerinden dokuz projenin desteklenmesine karar verilmiştir (www.tubitak.gov.tr, 2013).

Türkiye'deki taşıt vergilerine gelince, 25/02/2011 tarihli REGA'da yayımlanan 4760 Sayılı Özel Tüketim Vergisi Kanununa Ekli (I), (II) ve (III) Sayılı Listelerde Yer Alan Mallarda Uygulanan Özel Tüketim Vergisi Tutarlarının Belirlenmesi İle Bazı Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına İlişkin Karar (BKK) uyarınca Özel Tüketim Vergi (ÖTV) oranları tekrar uyarlanmış ve motor gücü 85kW'yı geçmeyen elektrikli taşıtlar için %3, motor gücü 85kW'yı geçen 120kW'yı geçmeyen elektrikli taşıtlar için %7, motor gücü 120kW'yı geçen elektrikli taşıtlar için ise %15 vergi oranı belirlenmiştir. Öte yandan bu düzenlemede hibrit elektrikli taşıtların kullanımını teşvik edici herhangi bir düzenleme ön görülmemiş olup; akaryakıtla çalışan diğer taşıtlara nazaran elektrikli taşıtlar daha cazip bir seviyeye getirilmiştir. Zira ÖTV, motor silindir hacmi 1.600cm³'ü geçmeyen otomobiller için %37, 1.600cm³'ü geçen 2.000cm³'ü geçmeyenler için %60, 2.000cm³'ü geçen otomobiller içinse %84 olarak düzenlenmiştir (BKK, 2011:Md.2).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA VE YÖNTEM

3.1. ARAŞTIRMANIN KONUSU

Günümüzde enerjinin önemi yadsınamayacak boyutlara ulaşmıştır. Öyle ki kaynakları gittikçe azalan yaşlı dünyamızda devletler, milli enerji politikaları üzerinde stratejik hedefler belirlemektedir. Kimi devletler petrol ve petrol ürünleri tüketimini vergilendirmek suretiyle azaltmak isterken, kimi devletler de milli enerji politikalarını ulaştırma politikalarıyla örtüştürmek suretiyle çevreci, verimli ve teknolojik ürün ve araçların geliştirilmesini teşvik etmektedirler. Ulaştırma sektöründe, çalışmamızın temel kavramlarından biri olan hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların kullanımının yaygınlaştırılarak petrolde dışa bağımlılığın azaltılması, doğanın korunarak çevrenin daha yaşanılabilir hale getirilmesi, teknolojik gelişmelerin takip edilmesi gibi büyük hedefler benimsenmektedir. Nitekim bu taşıtların gelişimi ve desteklenmesinin Türkiye’de de bazı stratejik hedef ve politikalar konusu olduğu bilinmektedir. Bu doğrultuda, çalışmamızın konusunu hibrit elektrikli taşıtlar ve elektrikli taşıtlar oluşturmaktadır.

3.2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Ulaşım, sıklıkla yaşanan bir örnekle, insanın evinden çıkıp iş yerine gitme hareketidir. Bu hareketten, toplumdaki bireyler ve toplumun kendisi, devlet ve STK’lar karşılıklı olarak etkilenmektedir. Ulaşım ve ulaştırmanın üretim faaliyeti üzerindeki önemi göz önüne alındığında, ulaşım hareketinin ucuz, hızlı, konforlu ve çevreci olması beklenen özellikler arasındadır. Bu bağlamda ulaştırmanın hibrit

elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlarla yürütülmesi çeşitli devletlerin politikalarında doğrudan ya da dolaylı olarak teşvik edilmektedir.

Bu araştırmanın amacı, hibrit elektrikli taşıtlarla elektrikli taşıtların destekleniş biçimlerini çeşitli ülkelerin çalışmalarında ortaya koymak ve Türkiye’deki ulaştırma politikalarında yetkili kimselere hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtlar konusunda klavuz niteliğinde bir çalışma sunabilmektir. Bu amaç etrafında çalışma hazırlanırken araştırmanın sorusu, “hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların Türkiye’de kullanımını yaygınlaştırmak için ne tür destek ve teşvik sistemlerinin oluşturulması gerektiği” olarak belirlenmiştir.

3.3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Ulaştırma, insanın hayat kalitesini belirleyen medeniyet ölçütlerindendir. Kısıtlı kaynaklarla daha uzun mesafelere gidebilmek ve seyahat esnasında çevreye verilen zararı en aza indirmek, çağdaş medeniyetlerin ulaştırma politikalarında sorgulanan kıstaslardır. Bu çalışmada hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların ulaştırma alanında katkılarının neler olduklarının ortaya konulmaya çalışılması, çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, bir araştırma kapsamında ele alınan varlığın bütün yönleriyle ortaya konulması zahmetli bir faaliyet olarak düşünülmektedir. Çünkü üzerinde çalışılan konunun tam olarak tanımlanıp, ne olduğu, ne işe yaradığı, nasıl geliştiği gibi soruların etraflıca araştırılması ve sorgulanması gerekmektedir. Nitekim çalışmamız esnasında birçok kaynak incelenmiş olup; söz konusu kaynaklardan araştırma sorusuna, “Türkiye’de hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtları yaygınlaştırmaya dönük neler yapılabilir?” sorusuna cevap verir mahiyette Türkiye’de hazırlanmış yeteri kadar çalışma olmadığı görülmüştür. Bu yüzden çalışmamızın, bu taşıtlar üzerine gerek sosyal ve gerekse de diğer alanlarda yapılacak olan çalışmalarda rehber kaynak olacağı ve karar verici insanlara kararlarında ışık tutacağı umulmaktadır.

Araştırmamızı önemli kılan bir diğer faktör de, araştırmanın, petrole bağımlılığı azaltabilecek çözüm konularından birine temas etmesidir. Çünkü hibrit

elektrikli ve elektrikli taşıtlar önemli ölçüde yakıt tasarrufu sağlayarak petrol ürünleri tüketimini azaltmaktadır. Türkiye’de ulaştırma sektörü petrol ürünlerine dayalı bir sektör olduğundan ulaştırma sektöründe azaltılacak olan petrol tüketimi genel tüketimde büyük oranlar ortaya çıkaracaktır. OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries-Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü) verilerine göre de, ulaştırma sektöründe petrol talebinin genel talebe oranı 2010 yılında %57 iken, 2035 yılında bu oran %60’a çıkacaktır (OPEC, 2014:72). Durum göstermektedir ki ilerleyen yıllarda petrole olan talep artacak, buna bağlı olarak da fiyatlar yükselecektir.

3.4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Çalışmamızda katılımcıların yorumlarının kendi anlatımlarıyla doğal ortamlarında edinilmesi hedeflendiğinden nitel araştırma yöntemi olarak yarı yapılandırılmış görüşme yöntemi seçilmiştir. Sorulan sorular belli bir yapı içerisinde açık uçlu olarak hazırlanmıştır. Örnekleme, çalışmanın amacı ve cevap aradığı sorular ele alındığında kamu sektöründeki bürokrat kişilerdir. Katılımcı olarak seçilecek kişilerin BSTB ve UBAK yetkilileri olması tercih edilmiştir. Çünkü bu görevlilerin konu ile ilgili olarak karar verme noktasında en yakın kişiler oldukları değerlendirilmiştir. Görüşülen altı bürokrat çalışmamızda politika üreticilerini genellemektedir. Üçünün BSTB’de ve diğer üçünün de UBAK’ta Genel Müdür eş pozisyonunda görevliler olduğu katılımcılara aşağıdaki sorular yöneltilmiştir:

1. Türkiye’nin son yıllarda enerji verimliliği ile ilgili çalışmalarını nasıl buluyorsunuz? Bu bağlamda otomotiv sektörünün yeri sizce nasıldır?
2. Türkiye’nin petrole olan tüketim bağımlılığını hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kullanımı nasıl etkiler?
3. Sizce otomobil kullanıcıları hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtları hangi açılardan (çevrecilik, yakıt tasarrufluluğu, bir dönemin modası olma, sessiz çalışma...) en fazla etkilenererek satın alırlar?
4. Türkiye’de hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt konularında devlet tarafından bilimsel alanda çalışmalarda bulunanlar, üreticiler,

pazarlayıcılar ve kullanıcılara dönük destekleme ve teşvikler sizce hangi yollarla sağlanabilir?

5. Sizce Türkiye’de hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt pazarı ve teknolojisinin önündeki engeller nelerdir?
6. Son olarak, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların ulaştırma alanındaki etkileri de göz önüne alındığında, milli ulaştırma politikaları hangi yönleriyle geliştirilmelidir?

Yöneltelen bu soruların genelinde bu taşıtların devlet tarafından nasıl desteklenebilecekleri aranmaya çalışılmış; ilk soruda, otomotiv sektörünün enerji verimliliğinde yeri ölçülmüştür. 2. soruda hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların petrol tüketiminde ciddi etkilerinin olup olmayacağı ve 3. soruda ise hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların en cazip yanlarının neler olduğu araştırılmıştır. 4., 5. ve 6. sorularda da devletin bu alanda kendi güçlü ve zayıf taraflarının neler olduğunun tespiti hedeflenmiştir.

Yapılan görüşmeler katılımcıların kendi istekleri doğrultusunda bazısıyla iş ortamında bazısıyla da umuma açık istirahat yerlerinde katılımcıların en rahat vakitlerinde yapılmıştır. Görüşme öncesinde katılımcılara, yapılacak olan mülakatın hangi amaca hizmet edeceğinin açıklandığı, katılımcı isimlerinin istenmediği takdirde açıklanmayacağını taahhüt edildiği ve araştırmacının e-posta adresinin belirtildiği bilgilendirme formu okunup verilmiştir. Görüşme esnasında alınan cevaplar not edilerek kaydedilmiştir. İlk yapılan görüşme 2013 yılının Mart ayında, son yapılan görüşme ise 2013 yılının Haziran ayında yapılarak görüşmeler dört ayda bitirilebilmiştir.

3.5. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI

Örneklem için devlet kurumlarından yönetici kişilerin seçilmesi başlıca zorluk kaynağıdır. Araştırmada mülakatlar sadece altı katılımcı ile gerçekleştirilebilmiştir. Mülakat yapmaya katılımcı olmak için istekli çok az kişi bulunmaktadır. Çünkü kurumlarda çalışan memurlarda, nedeni kendileri tarafından açıklanmayan, fakat

bizce kendilerine ya da kuruma herhangi bir zarar gelebileceği endişesinin olduğu bir çekingenliğin olduğu düşünülmektedir. Bu durum örneklem sayısının artırılmasını zorlaştırmış ve araştırmanın evreni temsil kabiliyetini sorgular olmuştur. Ancak aynı veya benzer kurumlardan daha fazla sayıda katılımcı ile mülakat yapılsa dahi hepsinin benzer kurumsal görüşleri ortaya koyacağı düşünüldüğünde, mevcut katılımcı sayısının, öğrenilmesi düşünülen yaklaşımları ortaya çıkaracak ölçüde yeterli olduğunu değerlendirebiliriz. Öte yandan konu hakkındaki literatürün pek çoğunun İngilizce olması araştırmayı güçleştirmiş ve araştırmacının iyi derecede İngilizce dil bilgisine rağmen çalışmanın süresi beklenenden uzun olmuştur. Ayrıca, takdir edilecektir ki hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt konusu birçok çalışmada çeşitli mühendislik araştırmalarıyla ortaya konulmuştur. Bu yüzden, araştırmacının otomotiv alanında eğitim almış olması araştırmayı daha geçerli kılabilirdi.

Bir diğer husus da şudur: Çalışma çok daha detaylı ve kapsamlı bir biçimde geniş tutularak, otomotiv firma yetkilileri, servis ve bakım işiyle uğraşanlar, akaryakıt istasyonu işletmecileri, enerji ve enerji dağıtım alanındaki yetkililer ve tüketicilerin fikirleri uygun araştırma yöntemlerinden biri tercih edilerek alınabilirdi. Ancak bir yüksek lisans tezi olan bu çalışmada, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt veya otomotiv sektöründen sadece devlet yetkilileri katılımcı olarak belirlenmiş ve araştırmanın kapsamı belli bir alanda tutulmaya çalışılmıştır.

3.6. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu başlık altında yapılan mülakatlarda verilen cevaplar teker teker sunularak yorumlarda bulunulacaktır. Bunu yaparken görüşmeci “G” harfi ile, katılımcılar ise “K1”, “K2”, “K3”, “K4”, “K5” ve “K6” ibaresiyle ifade edilmiştir.

G: *“Türkiye’nin son yıllarda enerji verimliliği ile ilgili çalışmalarını nasıl buluyorsunuz? Bu bağlamda otomotiv sektörünün yeri sizce nasıldır?”* Bu soruya katılımcılar farklı açılardan yaklaşarak şöyle cevap vermişlerdir:

K1: *“Dünyamızdaki azalan doğal kaynaklar, çevre kirlenmesi gibi nedenler enerjiyi verimli kullanma hedefini ortaya çıkarmıştır. Günlük*

hayatta kullandığımız enerjiyi verimli kullanarak ihtiyaçlarımızı azaltmadan hem ülke ekonomisine hem de çevremizin korunmasına katkı sağlamamız mümkündür. Ülkemizde enerji kaynaklarının kullanıldığı bütün sektörlerde verimliliğin artırılması için enerji verimliliği kanunu ile düzenleme yapılmıştır. Bildiğiniz gibi ülkemiz petrol ihtiyacını çok büyük bir oranda ithalatla karşılamaktadır. Otomotiv sektörünün ihtiyacını da karşılandığı petrol ithalatının olumsuz sonuçları hem bütçemize hem de kullanıldığında ortaya çıkan sera gazları dolayısıyla çevreye hem de ülkemiz dış ticaret dengesine olmaktadır.

Ülkemizde yapılan çalışmalarda ulaşım sektöründeki enerji tasarruf potansiyeli %15 olarak belirlenmiştir. Bu oranın büyük kısmı karayolu ulaşımını içermektedir. Türkiye’de çok sayıda yaşlı araç var. 20 yaş üzeri yaklaşık 4.000.000 otomobil, kamyonet ve kamyon var. Bu araçlar maalesef yeni araçlara göre çevreyi fazla kirletiyor, fazla yakıt tüketiyor ve bakım masrafları fazla. Otomotiv strateji belgesindeki eylemlerden bir tanesi ülkemizdeki eski taşıtların hurda araç teşviğiyle karayolundan çekilmeye çalışılması ve dolayısıyla yeni teknoloji ile üretilen araçların daha az yakıt tüketmesi bu alanlardaki verimlilik çalışmaları olarak görülebilir. Aynı zamanda hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kullanımı verimlilikle ilgili çalışmalara destek olacaktır.”

Belirtildiği üzere ihtiyaçlar kısılmaksızın ve çevreye zarar vermeden milli ekonomiye katkıda bulunulması günümüzde mümkündür. Bu noktada en büyük katkı petrole olan bağımlılığın bir takım çevreci araçların geliştirilmesi ve kullanılması sayesinde olacaktır. Öte yandan Türkiye’deki ulaşım sektöründeki sağlanabilecek enerji tasarruf potansiyeli %15 olarak belirtilmiş ve karayolu ulaştırmasının bu dilimde büyük pay sahibi olduğu katılımcı tarafından vurgulanmıştır. Karayollarındaki 20 yaş üzeri otomobillerin teşvik paketiyle trafikten çekilmeye çalışılması sonucu enerji tasarrufunun önemli bir kısmının sağlanabileceği savunulurken, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kullanımının nasıl fayda sunacağı ve bu konuda nasıl beklentilerin olduğuna ilişkin aydınlatıcı bilgiler edinilememiştir.

K2: “Türkiye’nin 2023 yılındaki ana hedeflerinden biri üretim ve ihracat içindeki yüksek teknolojili ürünlerin payını %20 seviyesine çıkarmak. Günümüzde enerji verimliliği ile ilgili çalışmalar yüksek teknoloji kullanımıyla iç içe geçmiştir. Teknoloji konusundaki dışa bağımlılığı azaltmak için Ar-Ge merkezleri kurulması desteklenmektedir. Bu merkezlerin sadece nicelik olarak artması değil niteliksel olarak da geliştirilmesi devlet tarafından desteklenmektedir. 2008 yılında çıkartılan yasa sonrasında sayıları artan Ar-Ge merkezleri teknoloji ve inovasyon alanında önemli gelişmeleri beraberinde ortaya çıkardı. Bakanlık olarak yenilikçi fikirleri ön planda tutan, bilgi ve teknoloji odaklı projeleri girişim programları ile destekliyoruz. Her yıl belirli dönemlerde düzenlenen proje destekleri ile

gerek hibe olarak gerekse işbirliği projeleri ile ortak çalışmalar yaratıyoruz.”

Günümüzde teknoloji ile enerji verimliliği ilişkisinin nasıl sonuçlar ortaya çıkarabileceği evlerimizde başlamış sokaklarımızda devam etmiştir. Bir elektrikli taşıtın 100km’lik mesafede yaklaşık olarak yalnızca 1 TL kullanım masrafı doğurması hiç şüphesiz ki teknolojiye önem veren devletlerin Ar-Ge faaliyetleriyle sağlanabilmiştir. Türkiye’de faaliyet gösteren Ar-Ge merkezlerinin geliştirilip desteklenmesi gerektiği belirtilerek BSTB olarak çeşitli destek projeleri yürütüldüğü açıklanmıştır. BSTB’nin yürütmüş olduğu Teknogirişim Sermayesi Desteği Programıyla 2014 yılında yaklaşık 300 proje sahibinin desteklendiği bilinmektedir. Ayrıca amacı yenilikçi fikirlerin uygulamaya sokulabilmesi olan bu program çerçevesinde en fazla 100.000TL hibe ile 1 yıl süresince girişimci kişiler desteklenmektedir (BSTB, 2014: 1,2).

K3: “Bilim sanayi ve teknoloji bakanlığımız tarafından hazırlanan 2011-2014 Türkiye sanayi strateji belgesinde ortaya konan üç temel stratejik hedef vardır: Becerilerini sürekli geliştiren şirketler, orta ve yüksek teknolojili sektörlerde üretim ve ihracat artışı, düşük teknolojili sektörlerde yüksek katma değere geçiştir. Bu strateji belgesinin sektörler özelinde anlamlı olabilmesi için her alt sektör için strateji belgeleri oluşturulmuştur. 2011 yılında otomotiv ve makina sektörlerine yönelik strateji belgeleri uygulamaya konulmuştur.”

Bahsi geçen Türkiye Otomotiv Sektörü Strateji Belgesi ve Eylem Planında enerji verimliliğini artırma amacı doğrultusunda hibrit elektrikli taşıt v.b. taşıt ve sistemlerinin kullanımının teşvik edilmesi gerektiği belirtilmiştir (STB, 2011:31,35,38). Fakat bu strateji belgesine göre otomotiv sektörünün üretim, pazarlama, satış sonrası servis alanlarında ne tür desteklerin olabileceği ya da hedeflendiği açıklanmamıştır. Hâlbuki otomotiv sektörünün, malzeme üretiminden seri üretim aşamasına, pazarlanmasından tüketiciye arz aşamasına, servis ve bakım aşamalarına kadar pek çok ana kısımları bulunmaktadır. Hedeflerin, otomotiv ya da enerji sektörü gibi alanlarda daha mikro perspektiflerden değerlendirilerek oluşturulması elzemdir. Örneğin, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kullanımının artırılması ana hedefi doğrultusunda, Türkiye’de faaliyet gösteren otomobil fabrikalarının yıllık ürettiği taşıtların %X kadarının bu tip taşıtlardan olması veya bu taşıtlara özgü kurulacak servis istasyonlarına özgü bir takım vergi muafiyetleri gibi.

Milli politikalara dair stratejilerin ana hedefler başlığı altında çok sayıda yan hedefler oluşturulması, ulaşılması hedeflenen amaçların gerçekleştirilip gerçekleştirilemediğini sorgulamada daha şeffaf bir yaklaşım oluşturabilecektir.

K4: “Her sektörde olduğu gibi ulaştırma alanında da çevreye duyarlı “yeşil” yaklaşımların yaygınlaştırılması, kısıtlı kaynakları olan dünyamızda tercih edilmektedir. Birleşmiş Milletler’in 1992 yılında Rio’da yaptığı toplantı sonrasında “sürdürülebilir ulaştırma” kavramı çerçevesinde ülkemizde de çalışmalar yapılmaktadır. Çevreye duyarlı olma, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanma ve bütüncül olarak ulaşım sistemlerini planlama ana hedeflerimizden bazılarıdır.”

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Türkiye’nin de taraf olduğu yaklaşık 200 devletle AB’nin de kabul ettiği 1992 yılında imzalanmış olan küresel ısınma ve insan kaynaklı sebeplerini ortaya koyarak bunları ilk defa kabul eden bir ilke ve yükümlülükler metnidir. Buna göre doğa dostu ulaştırma sistemlerinin geliştirilmesi ve desteklenmesi beklenmektedir. Fakat hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt teknolojileri gibi bazı çevreci teknolojilerin geliştirilmesi yüksek maliyet gerektirdiğinden ve pazarlama, servis, devlet desteği gibi çok yönlü alanları olduğundan oluşturulacak olan milli hedef ve buna bağlı çalışmaların sonuç ve etkilerinin iyi okunması gerekmektedir. Aksi halde gözetilen hedefler belgelerde metin haliyle kalır ve uygulamada varlığından söz edilemez.

K5: “Ülkemiz geliştirmekte olan bir ülke olarak hem enerji ithalatçısı ve hem de ihracatçısıdır. Dünyamız ve Türkiye’de elbette birgün kaynaklar sona erecek ve enerji tamamen yenilenebilir kaynaklardan elde edilecektir. Bu noktada nükleer enerji santralleri gibi işletmelerin alt yapı çalışmaları ile TÜBİTAK’ın da büyük ölçüde önderlik ettiği hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt Ar-Ge çalışmaları çok önemlidir. Otomotiv sektörü olarak ise, her ne kadar ulaşımında gelişmiş ülkeler kadar fazla sera gazı salımı olmuyorsa da otomobil sayımıza bakıldığında yükselen bir trend mevcuttur. Buradan egzoz gazlarımızın arttığını söyleyebilmek mümkündür. Bu yüzden otomotiv sektörünün doğa dostu teknolojiyi üretmesi ve tüketicinin buna yönelmesi sera gazlarını azaltacağı gibi ulaşımındaki petrol tüketimini de azaltacaktır.”

K5’in cevabına paralel şekilde, istatistikler Türkiye’nin gelişmiş ülkeler kadar emisyonu olmadığını, ancak yıldan yıla artan oranda sera gazı emisyonu olduğunu göstermektedir. Tablo3.1 verilerine göre 2011 yılında Türkiye’de 285.730.000 ton CO₂ emisyonu ortaya çıkmıştır. Öte yandan ABD’de 5.287.180.000 ton, İngiltere’de

443.010.000 ton ve Almanya’da ise 747.580.000 ton CO₂ emisyonu ortaya çıkmıştır (EBAK, 2014:25).

Tablo 3.1: 2011 Yılında Bazı Ülkelerin Enerji Göstergeleri

Ülke	Elektrik tüketimi (terawattsaat –TWh-)	CO ₂ Emisyonu (milyon ton)	Kişi başı enerji tüketimi (TEP)	Kişi başı elektrik tüketimi (kWsa)	Kişi başı CO ₂ (ton)
Türkiye	197,94	285,73	1,52	2.677	3,86
ABD	4.127,31	5.287,18	7,02	13.227	16,94
İngiltere	346,16	443,01	3,00	5.518	7,06
Almanya	579,21	747,58	3,81	7.083	9,14
İspanya	258,48	270,32	2,72	5.604	5,86
Yunanistan	59,85	83,64	2,36	5.292	7,40
Bulgaristan	35,74	49,22	2,57	4.781	6,58
Azerbaycan	15,64	26,79	1,37	1.706	2,92
Japonya	1.003,09	1.186,04	3,61	7.847	9,28
Çin	4.432,90	7.954,55	2,03	3.298	5,92
Fransa	476,50	328,31	3,88	7.318	5,04
Belçika	88,62	108,59	5,38	8.072	9,89

Kaynak: EBAK, (2014:25).

Tablo 3.2’de ise Türkiye’de sera gazı emisyonlarının 2012 yılına kadar 2007 yılı hariç olmak üzere sürekli arttığı; 2012 yılında 439.900.000 tona ulaştığı görülmektedir (TÜİK, 2014). Ancak bazı ülkelerin elektrik tüketimi Türkiye’den daha fazla olmasına rağmen emisyon miktarları daha düşüktür. Tablo 3.1’deki verilere göre, İspanya 258,48TWh elektrik tüketirken 270.320.000 ton CO₂ emisyonu olmuştur. Buna karşılık Türkiye’de daha az elektrik tüketilirken daha fazla CO₂ emisyonu meydana gelmiştir (EBAK, 2014:25). Durum göstermektedir ki, K5’in de ifade ettiği üzere Türkiye, sera gazı salımları artan bir ülkedir. Fakat enerji tüketimi arttıkça ters oranda salımlarının azalmış olması olumlu bir netice olacaktır. Bunun yöntemlerinden biri, doğa dostu hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtların kullanılmasıdır. K5’in ifadesiyle bu sayede sera gazları azalacak ve petrole olan bağımlılık düşecektir.

Tablo 3.2: Türkiye’nin Yıllık Sera Gazı Emisyonu

Yıl	Gazlar (milyon ton)				Toplam
	Karbondiyoksit (CO ₂)	Metan (CH ₄)	Nitroksit (N ₂ O)	Flüorlül gazlar	
2005	259,8	52,6	14,7	3,7	330,7
2006	277,3	53,5	16	4	350,9
2007	308,6	55,6	13,7	4,5	382,4
2008	297,8	54	13	3,9	368,7
2009	299,7	53,8	13,9	3,8	371,1
2010	326,8	57,3	14,2	5,2	403,5
2011	345,7	58	13,7	6,6	424,1
2012	357,5	61,6	14,8	6	439,9
NOT: Rakamlar yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir.					

Kaynak: TÜİK, (2014).

K6: “Enerji verimliliği günümüz yeni kavramlarından. Bu konuda Bakanlık olarak çeşitli strateji belgelerinde hedeflerimiz de vardır. Ulaştırma alanında enerji verimliliği yüksek otomobillerin yaygınlaştırılması da bunlardan birisidir.”

Ulaştırma alanında enerji verimliliği yüksek taşıtların yaygınlaştırılması, gerçekleştirilmesi beklenen çok önemli bir hedeftir. Çünkü bu sayede milli ekonomi petrol bağımlılığını azaltabilecek, insanlara daha temiz bir çevrede yaşama imkânı sağlanacaktır.

G: “Türkiye’nin petrole olan tüketim bağımlılığını hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kullanımı nasıl etkiler?” Sorulan ikinci soruya verilen cevaplar şu şekildedir:

K1: “Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kullanımı, ülkemizin petrol tüketimine olan bağımlılığını mutlaka azaltacak girişimlerdir. Bu konuda yerli üretimin geliştirilmesi için büyük otomotiv firmalarına başbakanımızın bizzat yaptığı çağrılar var. Aynı zamanda Bakanlığımız tarafından hazırlanan otomotiv strateji belgesindeki hedeflerimiz: Ar-Ge altyapısını geliştirmek, şirketlerin tasarım üretim ve markalaşma becerilerini geliştirmek, hukuki ve idari düzenlemeleri iyileştirmek ve fiziki altyapıyı geliştirmektir.”

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kullanımının Türkiye’nin petrole olan bağımlılığını azaltabileceğini vurgulayan katılımcı, bu taşıtların yerli üretiminde Sayın Başbakanın da destekleri olduğunu aktarmış ve BSTB’nin bu konudaki

hedeflerini sıralamıştır. Hedeflerin belirlenmesi kadar belirlenen tarih sonunda hedeflerin ulaşıp ulaşılamadığını değerlendirme de önemlidir. Üzerinde hedef konulan bu teknolojilerin ulaşımın büyük ölçüde kara yolu ile sağlandığı Türkiye’de petrol tüketimini azaltacağı ve önemli ölçüde etki edeceği düşünülmektedir. Aynı zamanda, akaryakıt kullanımı sonucu devlete ödenen verginin büyüklüğü dikkate alındığında, devletin bu alandaki teşvikinin yakın zamanda vergi kaybı oluşturup oluşturmayacağı ya da bütçeyi nasıl etkileyeceği tartışma sorusu olarak ortaya çıkmaktadır. Fakat petrole olan bağımlılığın azaltılması noktasında hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt teknolojisinin geliştirilerek kullanımının yaygınlaştırılması açısından yapılacak uzun vadeli planlar mali politikaları olumlu yönde etkileyecektir.

K2: “Gelişen teknoloji ve verimlilik artışlarına bağlı olarak araçların tükettikleri yakıt azalmaktadır. Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kullanımı fosil yakıtlara olan bağımlılığı mutlaka azaltır. Özellikle şarj edilebilen arabaların enerjisini de yenilenebilen enerji kaynaklarından ülkemizde kullanılan rüzgâr enerjisinden sağlanırsa petrol bağımlılığı teorik olarak azaltılır.”

K2, otomobil teknolojisinin sürekli bir biçimde yakıt tüketimini azaltma seyrinde olduğunu ifade ederek petrole olan bağımlılığın hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kullanımıyla kesinlikle azalacağını ifade etmiştir. Otomotiv alanında milli bir çark işletilecekse bu çarkın her dişlisinin çevre dostu enerjiyle hareketlendirilmesi gerekir. Yani, akıllardaki kuyudan depoya ilişkisi yerini tabiattan aküye ilişkisine bırakmalıdır. Kullanılacak olan elektrikli taşıtlardaki enerjinin güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesi, petrole olan bağımlılığı önemli derecede azaltacağı gibi yeni nesiller için daha yaşanabilir bir çevre sunulmasında hayati rol oynayacaktır.

K3: “Petrol ve türevleri konusunda dışa bağımlılığı olan ülkemizin hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kullanımının artışı ile tüketimi azalacağından dolayı cari açığın azaltılmasında olumlu etkilerinin olacağı bir gerçektir. Sadece bu sebeple bile bu otomobillerin kullanımının ülkemiz ekonomisi üzerinde pozitif etkilerinin olacağı bir gerçektir.”

Bu cevapla kabul edilmiştir ki Türkiye petrol ve türevlerinde dışa bağımlı bir ülkedir. Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kullanımının yaygınlaşması bir domino etkisi meydana getirerek cari açığın kapatılmasında faydalı olacak ve ekonomik değerler olumlu yönde etkilenecektir.

K4: “Bu otomobillerin kullanımı yaygınlaşmadan petrole olan bağımlılığı azaltacağını düşünmek hayal içinde yaşamaya benzer. Ülkemizin gelecek yılları için öngörülerde bulunduğumuz ve hedefler koyduğumuz ulaştırma şuralarında alınan kararlar doğrultusunda geleneksel fosil yakıtlı araçlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan taşıtlara yönelik teşviklerin sağlanması var. Yine bu araçlarda kullanılacak elektrik enerjisinin de yenilenebilir kaynaklardan (güneş v.b.) elde edilmesi hedeflenmektedir.”

UBAK'ta yetkili K4'ün de ifade ettiği üzere 2013 yılında gerçekleşen 11. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Şurasında karayolu, denizyolu, demiryolu, havayolu ve uzay teknolojileri alanında önemli hedefler modern yaklaşımlarla belirlenmiştir. Bu hedefler arasında hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt teknolojileri de payını almıştır. Buna göre karayolu ulaştırma alanında Ar-Ge faaliyetleri artırılacak, 2035 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan taşıtlar çeşitli şekillerde teşvik edilecektir. Bunlarla birlikte elektrikli taşıtların enerji ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmasına dönük çalışmalar yapılacaktır (UBAK, 2013: 12). Ancak hiçbir tedbir ve planın tam olarak hayata geçirilmeden sonucunun ne doğuracağını önceden kestirmek mümkün değildir. Elbette ki beklenmeyen bir takım sonuçlar doğurabilir. Örneğin kullanımının teşvik edildiği fakat yeterli servis alt yapısının sağlanmadığı bir elektrikli taşıt sektörü müspet manada ilerlemesine rağmen bir yönü sürekli eksik kalacak ve zamanla kullanım eğrisi düşüş meyli gösterecektir. Dolayısıyla bu tip taşıtların kullanımı ancak yaygınlaştığı ve hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt sektörünün her alanında ilerlemeler kaydedildiği takdirde petrole olan bağımlılık azalabilecektir.

K5: “Bugün 3TL ile 100km yapabilme olanağınızın olduğu bir elektrikli taşıtın petrole olan tüketim bağımlılığını bitirme noktasına getireceğine inanıyorum. Fakat bu teknolojiyi geliştiren hatta satan taraf biz olmazsak bu sefer petrole değil de otomobil teknolojisine bağımlı kalırız. Neticede değişen bir şey olmaz. Yani evet, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt gibi taşıtlar petrole olan tüketimi azaltabilir. Ancak teknolojinin ülkemizde geliştirilmesi gerekir.”

K5'in cevabıyla birlikte petrole olan bağımlılığın önemli ölçüde azaltılabileceği ve hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt teknolojisinin Türkiye'de geliştirilmesi gerekliliği vurgulanmıştır. Ayrıca otomotiv sektöründe hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtları geliştiren ve üreten bir ülke olmak, şüphesiz ki teknolojiyi de üreten bir ülke olmak demektir. Petrole olan bağımlılık bu tip teknolojik taşıtlarla

azaltılabilir; ancak bu amacın yerli üretimle gerçekleştirilmesi daha üst bir amaç olmalıdır ki büyük olumsuz etkileri olan teknolojik bağımlılık da azalsın.

K6: *“Petrole olan bağımlılığın etkileneceği kesin. Ancak bunun ne derecede olacağının bilimsel olarak araştırılması gerekir. Ulaştırma alanında petrole olan bağımlılık önemli ölçüde azalacaktır. Çünkü ülke olarak ulaştırmada büyük ölçüde karayolunu tercih ediyoruz. Karayollarında da elektrikli otomobiller ve diğerleri yakın zamanda boy göstermeye başladılar. Kullanılan yüksek sayıda geleneksel otomobil bir anda olmasa da zamanla daha çağdaş otomobillere dönüşecek ve bu da petrol tüketimini elbette azaltacaktır.”*

Hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtların ne derece olacağı bilinmese de özellikle ulaştırma sektöründe petrole olan bağımlılığı azaltacağı değerlendirilmiştir. Karayolu ulaştırmasının Türkiye’de önemli bir yere sahip olduğu vurgulanarak ağır ağır yaygınlaşan hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtlar sayesinde petrol tüketimi azaltılabilecektir.

G: *“Sizce otomobil kullanıcıları hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtları hangi açılardan (çevrecilik, yakıt tasarrufluluğu, bir dönemin modası olma, sessiz çalışma...) en fazla etkilenecek satın alırlar?”* sorusunu ise katılımcılar birbirlerine benzer şekilde yakıt tasarrufluluğunu dile getirerek cevaplamışlardır.

K1: *“Tüketiciler açısından bakıldığında zaman; yakıt maliyetlerindeki azalma bu araçların satın alınmasındaki ana faktör olacağı kanaatindeyim. Bununla beraber günümüzde gelişen çevre bilinci de bu araçların fosil yakıt tüketen araçlara göre tercih edilmesine sebep olur.”*

K2: *“Yakıt masraflarını düşürmek ana tetikleyici olabilir. Bunun yanında toplumumuzdaki eğitim seviyesinin artması ile beraber çevre bilincinin artması ve çocuklarımıza daha yaşanılabilir bir ülke bırakma hedefi de bu otomobillerin satın alınmasını özendirir. Eğer bu otomobiller için bir vergi indirimi (gerek ilk alımda gerekse kullandığı yakıtta) sağlanırsa, bu durum da kullanımı özendirir diye düşünüyorum.”*

K3: *“Bu araçlar çevreye duyarlı olduğu kadar aynı zamanda yakıt tasarrufları dolayısıyla hem bireysel ve/veya kurumsal bütçelere hem de ulusal boyutta cari açığın küçülmesinde faydalı olacaktır. Petrol türevlerini kullanan otomobiller yakıt enerjisini ısıya dönüştürürken, enerjinin büyük bölümünü ısı olarak harcar. Elektrikli motorlar depolanmış enerjiyi harcarken çok daha verimlidir.”*

K4: *“Kullanıcıların satın almasını etkileyecek ilk neden günümüz şartlarında yakıt tasarrufunun yüksek olmasıdır. Artık tüketiciler buzdolabı gibi bir dayanıklı malı satın alırken ne kadar enerji tükettiğine ve ne kadar*

çevreci olduğunu da kontrol ediyor. Aynı eğilim arabalar için de geçerli olur diye düşünüyorum. Vatandaşlarımızın bu anlamda çevre bilinci son dönemde iyice gelişti. Sessiz bir kullanım da mutlaka tercih edilme nedenleri arasındadır ama moda olduğu için tercih edilip edilmeyeceği konusunda tereddütlerim var.”

K5: “Elbette ki yakıt tasarrufluluğudur bence. Çünkü ülkemizde tasarruflu geçinmek zorunda olan kesimin sayısı yadsınamayacak ölçüdedir. Bu araçların başta hitap ettiği kesim bu kesim olmasa da zamanla ucuzlayacak olan bu taşıtlar herkese rahatlıkla hitap edebilecektir.”

K6: “Bu sayılanlar bu tip taşıtların genel özellikleridir. İçlerinde en belirgin tercih sebebi olarak yakıt tasarrufluluğudur. Tüketicilerin bu sebeple bu taşıtlara yöneleceği beklenmelidir.”

Katılımcılarımızın tamamı hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların sağlayacakları yakıt tasarruflarından dolayı tercih edilebileceklerini belirtmişlerdir. Nitekim araştırmalarda insanların elektrik ve yakıtın arasındaki fiyat farkından dolayı paradan tasarruf etme meylinde oldukları tespit edilmiştir (EPRI, 2001:195). Günümüzde de Türkiye’de yaşayan insanların en ucuz yakıt türünü tercih etme meylinde oldukları değerlendirilmektedir. Ayrıca K4 ve K1, gelişen çevre duyarlılığının da satın almada etkisinin olacağı kanaatindedir. Devlet, tüketicileri, öne çıkan yakıt tasarrufluluğu ve çevreye zararlı salımların azlığı (elektrikli taşıtlarda olmayışı) gibi özelliklere vurgu yaparak bilinçlendirmesi ve teşvik etmesi bu araçların kullanımını yaygınlaştıracaktır.

Yöneltilen diğer soru ise devletin bu tip taşıtları destekleme şekillerinin neler olabileceği konusundadır. G: *“Türkiye’de hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt konularında devlet tarafından bilimsel alanda çalışmalarda bulunanlar, üreticiler, pazarlayıcılar ve kullanıcılara dönük destekleme ve teşvikler sizce hangi yollarla sağlanabilir?”*

K1: “Bu sektördeki desteklerin küresel rekabet gücünü artırma ve ileri teknoloji kullanımı ile katma değeri yüksek bir yapı hedeflemesi gereklidir. Türkiye’de üretim yapan büyük otomobil firmalarına başbakanımız tarafından yapılan çağrıya yeterli cevap alınmayınca TÜBİTAK tarafından “yerli elektrikli taşıt üretilmesi”ne yönelik proje çağrısı yapıldı. Önümüzdeki dönemde bu çalışmadan olumlu sonuçlar alınacağına inanmaktayım. Kullanıcılar açısından hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların avantajlı hale gelmesi için çeşitli vergi destekleri verilerek fiyat açısından destekleyici bir durum sağlanabilir. Kullanım açısından ise şarj ünitelerinin yaygınlaştırılması kullanıcılar açısından avantaj sağlar.”

K1, yapılacak olan desteklerin küresel rekabet gücünü artırabilme ile teknolojik ilerleme ve katma değer sağlayabilme hedefinde olması gerektiği inancındadır. Nitekim uygulanacak olan destek ve teşvik paketleri bu genel hedefte sorgulanmalıdır. Devletin olabilecek tüm kurumlarıyla oluşturulacak hedeflerde üstlerine düşen görevler neler ise kesintiye uğratılmadan bu görevler yerine getirilmelidir. Kullanıcılara dönük ise vergi teşvik paketleri ile şarj üniteleri gibi gerekli alt yapıların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması olumlu neticeler alınabilecek teşvik ve çalışmalardandır.

K2: *“Bakanlık olarak biz gerek üreticileri gerekse iyi bir fikir geliştiren gençleri destekliyoruz. Bizim desteklerimiz girişim sermayesi desteğinden tutun, ürün tanıtım ve pazarlama desteklerine kadar geniş bir yelpazede çeşitlenmiştir. Üreticilerin amaçları kârlarını artırmak olduğu için, karlarını artıracak her türlü düzenleme hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt üretimini ve pazarlamasını artırmalarını sağlar. Bir önceki sorunuza verdiğim cevapta da belirttiğim gibi, tüketiciler açısından vergi destekleri önemli bir teşvik olabilir (vergi konusundaki düzenlemeler için bakanlıkların koordinasyonu gerekmektedir. Farklı bakanlıkların ortak hedefe yönelmesi için güçlü bir irade ortaya çıkması gerekmektedir).”*

BSTB yetkilisi K2 de vergi teşvik paketlerinin önemli etkisinin olacağını belirtmiştir. Günümüzde pek çok Avrupa ülkesinde ve ABD eyaletinde uygulana gelen “çevreye daha fazla zarar veren motor için daha yüksek, çevreci motordan ise daha az vergi” uygulaması Türkiye’de hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt kullanımını etkileyebilen politikalardan olabilir. Bununla birlikte vergi teşvik paketlerinin sadece kullanıcılar açısından değil üretici ve pazarlayıcılar için de göz önünde bulundurulması bu sektörün gelişmesine katkı sağlayabilecektir. Diğer ülkelere nazaran sektörde uygulanabilecek daha düşük vergilendirme sistemi yatırımcıların yolunu Türkiye’ye çevirecektir.

K3: *“Biraz önce bahsettiğim strateji belgelerinin gösterdiği hedefler doğrultusunda TÜBİTAK ile beraber elektrikli araç teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik proje çalışması mevcuttur. Bu çalışmanın sonunda bir Türk markası adı altında seri üretime yönelik bir yatırımın gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Diğer taraftan çevre dostu olan araçların kullanımının tanıtım ve kullanımının özendirilmesi için kamu spotları hazırlanabilir. Üreticilere tanıtım ve pazarlama desteği verilebilir.”*

Günümüzde görsel ve işitsel medya algı oluşturmada çok önemli bir yere sahiptir. Nitekim başta reklam sektörü olmak üzere birçok sektör bu alanı en iyi

şekilde kullanma gayreti içindedir. Son yıllarda Türkiye’de bazı Bakanlıkların televizyon aracılığıyla halka sundukları kamu spotu yayınları da devletin bu alanın etkinliğini kavradığının işareti sayılabilir. Çeşitli destek programlarıyla hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt teknolojisini geliştirmek isteyen devlet yetkilileri muhtemeldir ki kamu spotlarıyla da tüketicileri bilinçlendirecektir.

K4: “Devlet olarak biz ulusal strateji planları ile genel çerçeveyi çiziyoruz. Bu strateji planı aracılığıyla ortaya koyduğumuz hedeflerle ilgili bakanlıklar gerek teşvik programları gerekse desteklemeler konusunda hazırlıklarını yapıp uygulamaya geçiyorlar. Bu araçları talep edecek olan kullanıcıların bilinçli olması ve günlük hayatta bu araçları kullanmak istemeleri aslında üretim ve pazarlamasını yapan firmalar için en önemli.”

K5: “Hali hazırda Bakanlığımızın strateji belgelerinde de destek ve teşviklere yollar açılacağı ifade edilmektedir. Ancak TÜBİTAK gibi kurum ve kuruluşların destekledikleri projeler haricinde belki üniversitelerin otomotiv alanıyla ilgili bölümlerinin sayıları artırılabilir. Üniversitelerin otomotiv teknolojileri konusuna daha ehemmiyetle durarak uzun vadeli ve teknik imkânlı projelerinin hayata geçirilmesi için üniversite bütçelerinin yeniden gözden geçirilmesi gerekebilir. Üreticiler ve pazarlayıcılar içinse en önemli teşvikin vergisel teşvikler olduğuna inanıyorum. Diğer yandan kullanıcılar içinse yine vergisel teşvikler yapılabilirken bilişsel yayınlar yoluyla da kullanımın özendirildiği çalışmalar yapılabilir.”

K5, devlet teşvik ve desteklerinden farklı olarak bilimsel çalışmalar yürüten üniversitelerin otomotiv sektöründe faydalanılacak yeterli bilgiyi üretmeleri için bu üniversitelerin geliştirilmesi ve desteklenmesi gerektiğini hatırlatmıştır. Diğer yandan vergi indirimleri ve çeşitli yayın yollarıyla yapılan kullanımı özendirici çalışmaların da yapılabileceği ifade edilmiştir.

K6: “Devlet olarak, bilim üretene ve şirketlere dönük büyük destekler mevcuttur. Kullanıcılar açısından bakıldığında bir eksik taraf olduğu düşünülebilir. Ancak kullanıcılara dönük olarak da vergi indirimleri gibi çalışmaların diğer bakanlıklarda sürdüğünü biliyorum. Ayrıca yapılacak desteklerin bu sektörün etkileneceği mümkün her alana yapılmasını faydalı buluyorum.”

Türkiye’de yakın zamanda kendisine yer bulmaya çalışan hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt teknolojisi ve pazarı enerjinin büyük ölçüde petrole dayalı olduğu Türkiye’de kendine özgü pek çok zorluğu barındırmaktadır. Bu zorlukların giderilmesi başta sektörün ve tüketicinin bu teknolojiyi özümsemesini sağlayacaktır. Beşinci soru olarak katılımcılara G: “Sizce Türkiye’de hibrit elektrikli taşıt ve

elektrikli taşıt pazarı ve teknolojisinin önündeki engeller nelerdir?” sorusu sorulmuş ve genellikle birbirleriyle örtüşen cevaplar alınmıştır.

K1: “Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların fiyatlarının fosil yakıt tüketen araçlara göre avantajlı olmaması, batarya ömürleri, şarj istasyonlarının sınırlı olması ilk başta akla gelen engellerdir.”

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar teknolojik ürünleri ithal edip kullanan ülkeler için pahalı bir fiyata mal olmaktadır. Bu teknolojilerin Türkiye’de de üretilebiliyor olması taşıt fiyatlarını ucuzlatacaktır. Bir diğer engel olarak batarya ömürleri görülmüştür. Batarya ömürleri ve şarj istasyonlarının sayıca azlığı tüketiciler önünde büyük bir engel teşkil etmektedir. Fakat teknoloji ilerledikçe akü ömürleri de artacak; devlet yönlendirmesiyle de şarj istasyonlarının yaygınlaştırılması sağlanabilecektir.

K2: “Bakım maliyetlerinin diğer otomobillere göre yüksek olması bu taşıtların kullanımının yaygınlaşmasını sınırlandıran bir neden (pil maliyetleri v.b.). Pil teknolojisindeki sınırlar dolayısıyla elektrikli taşıt kullanımında mutlaka ekstra sınırlamalar olmakta (gün içinde fazla km yapılmasının pek mümkün olmaması). İlk akla gelen engeller.”

Benzer şekilde K2 de maliyet ve akü ömürlerini ilk engeller olarak görmüştür.

K3: “Elektrikli taşıtların geliştirilmesi için verilen teşvikler ve önümüzdeki yıllar için ortaya konulan hedeflere rağmen bu araçların tüketici açısından daha cazip hale getirilmesi için çeşitli çalışmalar yapılabilir. Bu otomobillerin daha yaygın olarak kullanıldığı ABD ve Avrupa ülkelerinde gelir vergisi indirimlerinden tutun ek vergi indirimlerine veya nakdi desteklere kadar farklı teşvikler vardır. Bu otomobillerdeki pahalı bataryalar da kullanımının yaygınlaşmasını engelleyebilecek bir başka neden.”

K3, pahalı maliyetin, tüketicilere çeşitli vergi indirimleri ya da ödeneklerle yansıtılmamasıyla kullanımın yaygınlaşabileceğini savunmuştur. Türkiye’de elektrikli taşıtın kullanımını teşvik edecek şekilde vergi indirimi mevcuttur. Buna göre elektrikli taşıt ilk satın alımlarında %3 ile %15 arasında ÖTV alınmaktadır.

K4: “Kullanıcılar için maliyetlerin yüksek olması, bakım ve şarj tesislerinin yaygın olmaması bu teknolojinin yaygınlaşmasındaki temel engellerdir.”

K4 de benzer engelleri sıralayarak, maliyetlerinin yüksek olması ile bakım ve şarj istasyonlarının yaygın olmamasından yakınmıştır.

K5: *“Açıkçası ülkemiz tam anlamıyla teknolojiyi üreten bir ülke değildir. Bu hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt teknolojisinde de geçerlidir. Zaten otomotiv sektörünün belli dalları ülkemizde üretim ve Ar-Ge yapmaktadır. Ne zamanki bilim ve teknolojiye daha iyi yerlere geliriz o zaman bu alanda da söz sahibi oluruz. Kullanıcı açısından bakarsak bu araçların diğerlerine göre daha az mesafe katettiği bilinmektedir. Mesafe ve güç problemi aşılsa kullanıcı için de büyük bir problem kalmamış olur.”*

K5, verilecek olan teknolojik Ar-Ge desteği ile hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtlarının performans ve menzillerinin geliştirilerek tüketicilere daha cazip kılınabileceği ifade edilmiştir. Türkiye’nin otomotiv sektöründe söz sahibi olabilmesi teknolojik imkânlarının gelişmişliğine bağlamıştır.

K6: *“İlkler her zaman zorluklarla karşılaşır. Teknolojinin kendi kısıtlılıkları olduğu gibi toplumun buna alışması da bence bir zorluk sürecidir. Yani adaptasyon. Toplum acaba bu otomobillere alışabilecek, eski alışkanlıklarını unutabilecek mi? Acaba uzun yol yapan kullanıcılar ne şekilde tereddüt gösterecekler? Yakıt ve servis istasyonu şirketleri Türkiye’de yeni gelişen bu otomobilleri sahiplenme yoluna mı gidecek yoksa kendi faydalarını ön planda tutarak toplumsal gelişmeyi göz ardı mı edecekler? Sorduğunuzda ilk aklıma gelenler bunlar. Belki de sosyolojik olarak daha farklı şeyler ortaya çıkabilir.”*

Bir ürünün fiyatı, üzerinde çalışılan Ar-Ge faaliyeti ile doğru orantılıdır. Ne kadar çalışma yapılmış araştırılmışsa fiyatın o kadar yüksek olacağı değerlendirilmektedir. Hibrit elektrikli ve elektrikli taşıt kullanımının ilk örneklerinin olduğu Türkiye’de Ar-Ge faaliyetleri yeterli seviyede değildir. Bu yüzden fiyatlar içten yanmalı motorlu taşıtlara göre daha pahalıdır. Fakat zaman ilerleyip teknoloji geliştikçe, üretim tesisleri yaygınlaşıp Türkiye’de de otomobil pazar dâhil servis hizmetleri gibi sektörlerin alt yapıları tamamlanınca fiyatlar giderek ucuzlayacaktır. Yine de şöyle bir çelişki de doğabilir: hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt teknolojilerinde pil endüstrisi ilerleyip şarj istasyonları da yeterli seviye ve sayıya ulaşmaya başlayınca bu tip taşıtların fiyatların düşmeyip aksine artabilir de. Çünkü bu gelişmeler kullanıcı açısından daha uzun mesafelere gidebilme kolaylığını getirecek ve pazarda talep artacaktır. Talebe bağlı da ya arz artacaktır ya da fiyat yükselecektir. Özetle, ilk alım maliyetinin yüksek oluşu, içten yanmalı motorlu

taşıtlara göre daha az olabilecek menzil, yeterli nitelik ve nicelikte olmayan bakım ve şarj istasyon ağlarının olmayışı sıralanabilecek temel zorluklardandır.

Altıncı soru ise şu şekildedir: G: *“Son olarak, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların ulaştırma alanındaki etkileri de göz önüne alındığında, milli ulaştırma politikaları hangi yönleriyle geliştirilmelidir?”*

K1: *“Daha önce de belirttiğim gibi bakanlık olarak hedefimizden biri yerli üretim elektrikli taşıttır. Bununla beraber bu araçların kullanımının yaygınlaştırılması için gerek vergi avantajları gerek şarj üniteleri gibi altyapı çalışmaları desteklenmelidir.”*

K1 ile aynı görüşe sahip olmakla birlikte vergi destek programları ve şarj sistemleri gibi alt yapı sorununa dönük çalışmaların olması ulaştırma politikalarında bir eksikliği dolduracaktır.

K2, bu soruya cevap vermemiştir.

K3: *“Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların ulaşım alanında yakıt maliyetlerini düşürmeleri ve çevre stratejimiz çerçevesinde verimliliği artırması temiz üretim ve temiz yaşama katkısı olacaktır. Ömrünü tamamlamış ve emisyonu fazla olan araçların trafikten çekilmesi teşvik edilirken, verimliliği yüksek olan hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların kullanımı için çalışmalar yapılabilir. Kullanımlarının teşvik edilmesi için düzenlenecek kampanya ve teşviklerin yanı sıra şarj istasyonlarının yaygınlaştırılması önemlidir. Kimse yoldayken yakıtını temin edemeyeceği bir otomobili kullanmak istemez.”*

K3 verdiği cevabında kullanımın teşvik edileceği yolları net olarak belirtmemiştir. Bununla birlikte şarj istasyonlarını artırma çalışmalarının olmasının kullanımı yaygınlaştıracığını ifade etmiştir.

K4: *“Kullanımlarının yaygınlaşması desteklenmeli ayrıca yol üzerinde ihtiyaç duyulacak bakım, şarj istasyonu gibi kolaylık sağlayacak tesislerin kurulumunun sağlanması önemlidir.”*

Türkiye’de yoğunlukla İstanbul’da bulunan elektrik şarj istasyonlarının karayollarında bulunabilirliği, akaryakıt istasyonlarındaki kadar olmadıkça, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların yaygınlaşması beklenmemelidir. Bu alanda geliştirilebilecek teşvik ve destek ulaştırma sektöründe önemli kolaylıklar

sağlayacaktır. Otomobil şirketlerinin bakım ve servis desteklerinin yedi siyasi bölgenin tümünde kurulabilmesi için çalışmalar desteklenmeli ve kontrol edilmelidir.

K5: “Bence bilimsel araştırmalara önem verilmelidir. Üniversite ve diğer bilim üreten kurumlar daha fazla desteklenmelidir. Bu konularda ne kadar çok yayın çıkarırsak, ne kadar çok uzman yetiştirirsek, ne kadar çok laboratuvar açarsak o kadar çok söz sahibi oluruz.”

K5 verdiği cevapta, bilimsel çalışmaların eksikliğine dikkat çekerek yapılacak olan çalışmalarla birlikte dünyada bu sektörde önemli yerlerde bulunabileceğimize işaret etmiştir. Bilimsel çalışmalara verilecek olan desteklerle birlikte teknolojiyi üreten konumuna geçilmesi halinde elde edilebilecek en büyük avantajlardan biri de ithalat maliyetlerini düşürmektir. Bu sayede ulaştırma politikaları daha çevreci hale getirilebilecektir.

K6: “Ulaştırma politikalarımız enerji verimliliği de göz önüne alınarak hazırlanmaktadır. Çağdaş teknolojilerin ulaştırma alanında kullanılması ve geliştirilmesi taraftayız. Bu bir eksiklik değil ama geliştirilmesi gerekirse elektrikli ulaşımın hatta doğayla tamamen dost yenilenebilir enerji kaynaklarıyla beslenen ulaşım politikalarının geliştirilmesi gerekir.”

K6'nın cevaplarıyla da bilimsel çalışmaların daha çok desteklenmesi gerektiği bir kez daha görülmüştür. Bilime sahip çıkan ülkeler uluslararası platformlarda söz sahibi olan ülkelerdir. Bilime önem verildiği takdirde teknoloji gelişecek, en nihayetinde refah seviyesi artarak insanlığa önemli katkılar sağlanacaktır. Öte yandan ulaştırma alanında politikaların daha çevreci ve enerji verimliliğini öne çıkarır nitelikte olması gerektiği de ifade edilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların konu edinildiği bu çalışmamızda, bu taşıtların elektrik enerjisinden faydalanan çevreci taşıtlar oldukları, maliyetli olmalarına rağmen enerji verimliliği sağladıkları, yakıt tasarrufunun en önemli özellikleri olduğu, petrole olan bağımlılığı azaltmada önemli bir araç olabilecekleri anlaşılmıştır. Devletin bu alanda güçlü sayılabilecek yönü ise hibrit elektrikli taşıt ve

elektrikli taşıt pazarının geniş bir kitleye hitap etmesidir. Ulaşımın büyük bölümünün karayolu ile gerçekleştiği Türkiye’de devlet ulaştırma politikalarını daha çevreci hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt gibi unsurlarla destekler ve geliştirirse hem çevre korunmuş ve hem de petrol tüketimi azaltılmış olur. Strateji belgelerinde hedef olarak belirlenen enerji verimliliği yüksek hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt gibi taşıtların kullanımının yaygınlaştırılması v.b. gibi hedefler projelendirilerek uygulamaya sokulmalıdır. Türkiye’nin bu alandaki zayıf yönü ise, ortaya konulan hedeflere dönük çalışmaların kısa sürede tamamlanamamasıdır. Yapılan mülakatlardan ortaya çıktığı üzere, bilimsel çalışmaların artırılması gerekmektedir. Öte yandan devlet kurumlarının bu faaliyetler arasında yeterince yer alamaması da bir zayıf yöndür.

Çalışma hazırlanırken, özellikle literatür taraması süresince Türkiye’de hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt konusunda yeterince çalışma yapılmamış olduğu görülmüştür. Olanlar ise hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların teknik olarak farklı kısımlarını ya da mühendislik alanlarını ilgilendirir çalışmalardır. Ulaştırma ile bütünleştirilip hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtları açıklayarak ortaya koyan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bakımdan mevcut çalışma ender çalışmalardan birisi olmaktadır. Bilime sağladığı en önemli iki katkısı, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların detaylı olarak ele alınması ve ulaştırma alanında karar alma pozisyonunda yetkili bürokratların, genel olarak hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtları nasıl kavradıklarına ilişkin bulunan cevap ve yorumlardır.

Çalışmamız, ulaştırma alanında karar verme pozisyonunda bulunan devlet yetkililerine bir rehber oluşturmayı hedefleyen bir araştırmadır. Çalışmada hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar detaylı bir şekilde ele alınarak kullanımının yaygınlaşması için farklı ülkelerde ne tür destek veya teşviklerin uygulandığı incelenmiştir. Devlet tarafından atılması gereken belki de en önemli adım bilimsel çalışmaların desteklenmesi adımıdır. ABD’de faaliyet gösteren Milli Mühendislik ve Çevresel Laboratuvarı, Elektrikli Ulaştırma Uygulamaları, California Hava Kaynakları Kurulu bilimsel manada devlet tarafından desteklenen veya tamamen devlet eliyle kurulmuş birimlerdir. Bu birimler yaptıkları çalışmalarla hem enerji verimliliğini savunurken hem de teknolojik ilerlemelere katkılar sağlamakta; uygulamalarda

yaşanan koşulları değerlendirerek yasa koyucunun değerlendireceği çalışmalar ortaya koymaktadır. Öte yandan ulaştırmada petrol tüketimini azaltmayı hedefleyen bir takım projeler de geliştirilebilir. Bunun örneğini AB'den bulmak mümkündür. Avrupa İçin Temiz Kentsel Ulaşım Programı bunlardan biridir. Bu proje ile 2001 yılı itibariyle toplam 18.500.000€ harcanarak enerji verimliliği yüksek yakıt hücreli otobüslerin seçilen bazı şehirlerde uygulanmasıyla elde edilen netice izlenmektedir (Gilbert vd., 2005:25). Sonuç olumludur ki program sayesinde bu tip taşıtların desteklenmesi gerektiği fikri kuvvetlenmiştir. Dahası, devlet teşvikleri vergi indirimleri ile de söz konusu olabilir. ABD'nin birçok eyaletinde bu durum gözlemlenebilir. Örneğin Maryland'de elektrikli taşıtlar için 2.000\$'a yakın vergi indirimleri mevcuttur (Anderson ve Anderson, 2010:84). Bunun yanında trafikte çeşitli kolaylıklar da sağlanabilir. Örneğin Arizona eyaletinde yüksek öncelikli şerit uygulamasıyla hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlara trafikte kolaylık sağlanarak tüketicilerin tercihleri bu yönde sevk edilmeye çalışılmıştır (Anderson ve Anderson, 2010:84). California'da da bu tip taşıtlar için ücretsiz otopark imkânı sağlanmıştır. Benzer şekilde Fransa da elektrikli taşıtlar için daha düşük otopark ücreti alınmaktadır. Bazı uygulamalar da zorlayıcı yönde olabilmektedir. Örneğin Danimarka'da otomobil üreticilerine CO₂ salım kotası konulmaktadır. Bu sayede çevre kirliliğinin önüne geçilmek istenmekte ve elektrikli taşıtlar teşvik edilmektedir (Anderson ve Anderson, 2010: 81,82,84).

Bu tip taşıtların petrol tüketimini önemli ölçüde azalttığı ve çevreci taşıtlar olduğu anlaşılmıştır. Performans bakımından da geleneksel içten yanmalı motorlu taşıtlar kadar iyi oldukları saptanmıştır. Nitekim EPRI (EPRI, 2001:2-2) ve Christidis ve diğerlerinin (Christidis vd., 2005:i) çalışmalarında bunu görmek mümkündür. Buna göre hibrit elektrikli taşıtların hızlanma performansları içten yanmalı motorlu taşıtlarla hemen hemen aynı oldukları ve elektrikli taşıtlarla hibrit elektrikli taşıtların içten yanmalı motorlu taşıtlara göre birim enerjinin tamamına yakınına harekete çevirebilmede daha önde oldukları görülmüştür.

Bunlar göz önüne alındığında Türkiye'de ulaştırma politikalarında hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların etkin bir şekilde yer alması gerektiği ve bu taşıtlar hakkında oluşturulmuş hedeflerin gözden geçirilerek yeni ve kapsamlı

hedefler ve çerçeve planlarla hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma sonucunda karar vermeye yetkili organlara, ulaştırma sektöründe hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların kullanımını sağlayıp bu taşıtları yaygınlaştırmak için bir takım öneriler şöyle sıralanmıştır:

1. Ulusal politikaları belirleyecek çerçeve planların oluşturulması

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların kullanımını tüketicilere sunup bu taşıtları yaygınlaştırmak için hedefler belirlenmeden önce ana planlar oluşturulmalıdır. Çünkü oluşturulacak hedeflerin milli politikalarda takibi neticesinde hedeflere ne derece ulaşıldığı, belirlenen plana uyulup uyulmadığı, kimlere ya da hangi kurum ve kuruluşlara ne tür sorumluluklar düştüğü gibi hususların belirlenmesi bu açıdan daha sağlıklı olacaktır. Nitekim Gilbert ve diğerleri, Kanada’da hibrit elektrikli taşıtlar ile elektrikli taşıtların gelişiminin desteklenmesi için hazırladıkları eylem planında çerçeve planların olması gerektiğini ifade etmişlerdir (Gilbert vd., 2005:29, 30). Yapılan mülakatlarda sorulan bir soruya K6, Türkiye’de ulaştırma politikalarının enerji verimliliği gözetilerek hazırlandığını ve ulaştırma politikalarının yenilenebilir enerji kaynaklarını da dâhil ederek geliştirilmesi gerektiğini aktarmıştır. Buna göre, Türkiye’de otomotiv ve ulaştırma sektöründe enerji verimliliği esas alan, çevreyi koruyucu ve geliştirici kapsamlı çerçeve planlar oluşturulmalıdır ki sektörün tüm taraflarınca hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar desteklensin ve kullanılsın. Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar hem çevreci ve hem de enerji verimliliği olan taşıtlar olduklarından bu sayede desteklenmiş olacak ve pazarda boy göstermeye başlayacaktır. Diğer yandan, bu planlarla devlet, bireylerin sağlığını da korumuş olacaktır. Nitekim Anayasanın 56. Maddesinde de yer bulduğu üzere çevreyi geliştirmek ve korumak, çevre kirliliğini önlemek devletin ödevlerindendir. Dolayısıyla ulaştırma faaliyetinde karayolu taşıtlarının daha az çevre kirleticisi olanlarını desteklemek, anayasal görevin yerine getirilmesi anlamını taşımaktadır. Bu yüzden politikaların çevre sağlığıyla ilişkilendirilmesi önem taşımaktadır.

2. Bilimsel çalışmaların artırılması

Türkiye, enerji ve petrolde dışa bağımlı bir ülkedir. Petrol fiyatlarında yaşanabilecek bir artış veya küresel ekonomik krizler Türkiye'yi doğrudan etkileyebilir. Bu sebeptendir ki petrolde dışa bağımlılığın azaltılmasına dönük çareler aranmalıdır. Ulaştırmanın büyük ölçüde karayolu ile sağlanması ki karayolu ulaşımında neredeyse bütün taşıtlar petrol ürünü ile çalışmakta ve satılan akaryakıt ürünlerinin neredeyse tamamı taşıtırma sektöründe kullanılmaktadır, petrol tüketiminde sağlanacak düşüşün ne denli büyük ve önemli bir miktar olacağını göstermektedir. Kaldı ki PETDER'e göre Türkiye'de 2013 yılında 20.000.000m³ motorin ve türevi, 2.400.000m³ benzin ve türevi tüketilmiştir (PETDER, 2014:40,41,42). Hibrit elektrikli taşıtlar ve elektrikli taşıtların bilimsel çalışmalarda geliştirilerek tüketime sunulması petrol tüketimi ciddi seviyede azaltacağından, bilimsel araştırmalarla bu taşıtların gelişimine destek verilmelidir. Aksi halde petrole bağımlılığı azaltacak beklentisiyle salt taşıt ithal etmenin doğuracağı satın alma maliyetleri olacaktır. Bu durum, teknoloji bağımlılığının, petrole olan bağımlılığa tercih edilmesi sonucunu ortaya çıkaracaktır. Petrole olan bağımlılıktan kaçınmak için hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar bilimsel manada da desteklenmeli ki ithalat bağımlılığı ya da teknoloji bağımlılığı gibi farklı bir bağımlılık doğmasın!

Öte yandan, bilimsel araştırmalara daha fazla destek verilerek kurumların bu araştırmalarda rol üstlenmesi sağlanmalı ve araştırmalar neticesinde oluşacak sonuç değerlendirilmelidir. Böylelikle kamu ve özel sektörde yeni faaliyet alanları oluşacağından istihdama da katkı sağlanmış olabilecektir. Ayrıca üniversite ve diğer bilim üreten kurum ve kuruluşların yapacağı çalışmalar, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt alanlarında ekonomik faaliyet yapacak kişi veya şirketlerin ilgilendikleri konularda önemli bir rehber hizmeti vereceğinden, üniversite v.b. kuruluşların ilgili bölümlerinde hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt konularındaki çalışmalar artırılmalı ve uluslararası hale getirilmelidir. Bu konuda sorulan bir soruya K5, Türkiye'nin teknoloji üreten bir ülke olmadığını kabul ederek bilim ve teknolojiye söz sahibi olunması halinde hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt alanında da etkin konumda olunacağını belirtmiştir. Ayrıca K5, üniversitelerin bir

takım araştırmalar yapabilmesi için bütçe gereksinimleri olduğunu ve bu sebeple bütçelerinin gözden geçirilmesinin faydalı olabileceğini aktarmıştır.

Başta üniversitelerin araştırma geliştirme faaliyetlerine ağırlık vermesiyle birlikte, çeşitli STK'ların da sektörde daha fazla faaliyet göstermesi ve devletin bu kuruluşlarla ortak çalışmalarla katılması gerekmektedir. Örneğin Türkiye'de yeni uygulaması olacak olan bir elektrikli taşıtın hangi güzergâh koşullarında daha verimli olduğunun ölçülmesi konusunda devletin açacağı proje çağrısında, uygulamayı bir kuruluşun üstlenerek ölçmesi, değerlendirip ilgili kurumlara raporlama yapması gibi. Bu sayede devlet eliyle sivil toplumun gücü kullanılarak bu taşıtların kullanımını daha anlaşılır kılınabilecektir.

3. şarj etme alt yapısının hazırlanması

Bir teknolojik ürünün pazarda yer bulabilmesi için tüketiciler nezdinde bu ürünün kullanışlı olması gerekmektedir. Yeterli sayıda şarj etme ünite ve istasyonlarının olmadığı bir bölgede ne kadar ilerleme sağlansa da şarj etme problemi sebebiyle hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtlar pek de cazibeli bulunmayacaktır. Nitekim K1, K2 ve K4, şarj istasyonlarının yeterli seviyede olmamasını ve kısıtlı güzergâh mesafesini teknolojinin yaygınlaşmasında en önemli engeller olarak görmüşlerdir. K1, K3, K4 ve K6, şarj istasyonlarının yaygınlaştırılmasının çok önemli bir adım olacağına inanarak bu sayede kullanıcılar için bir avantaj sağlanacağını ifade etmişlerdir. Dolayısıyla bu taşıtların yaygınlaşması için karayolu güzergâhlarında yeterli seviyede şarj istasyonları kurulması, yeni yasal ve yapısal düzenlemelere gidilerek var olan akaryakıt istasyonlarında da taşıt şarj etme olanaklarının sağlanması, kamuya açık otoparklarda, ana cadde ve sokaklarda şarj kabinlerinin kurulması gerekmektedir. Bu sayede hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtların güzergâhta enerji sıkıntıları olmadan seyretme imkânı sağlanmış olacaktır.

4. Bakım ve servis ağlarının kurulması

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların yaygınlaştırılması için bir diğer öneri de bakım ve servis hizmeti verecek kuruluşlar için gerekli altyapı ve destek imkânlarının sağlanması ve bu yerlerde istihdam edilecek kişilerin mesleki

eğitimlerinin verilmesidir. Bakım ve servis ağlarının henüz yerleşmediği ya da yeterli sayıda veya yeterli eğitime haiz bakım ve tamir ustalarının olmadığı koşullarda bu taşıtların kullanılması ve yaygınlaşması beklenmemelidir. Bu hususta K4, hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtların bakım işlemlerini yapacak yerlerin yaygın olmamasını temel bir zorluk olarak görmüştür. Ayrıca K4 ile K1 verdikleri cevaplarda alt yapı çalışmalarının desteklenmesinin çok önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Bu bakımdan, şarj etme istasyonları gibi bu taşıtlara özgü bakım ve servis ağlarının kurulması için çalışmalar ihmal edilmemeli ve kurulacak olan bu iş yerlerinde çalışacak kişilerin yeterli seviyede eğitim alabilmeleri için ilgili eğitim kurumları eğitim verebilir hale gelmelidir.

5. Kamuoyunun aydınlatılması ve bilinçlendirilmesi

Bir konu hakkında yeterli bilgisi olmayan kişi satın alacağı ürünü belirlemede doğru kararlar veremeyebilir. Bu durumda tüketiciyi bilinçlendirmek, hem devlete ve hem de bu ürünü piyasaya arz edenlere düşmektedir. Bu düşünceden yola çıkarak, ABD’de satışa sunulan her yeni taşıtın üzerine, km’de ne kadar yakıt tükettiği, km’de ne kadar salım yaptığı, kullanıcının yakıttan ne kadar tasarruf edebileceği gibi bir takım bilgilerin yer aldığı bir etiket yapıştırılmaktadır (Fuhs, 2009:251). Bu uygulamayla tüketicilerin tasarruflu ve çevreci bir ürün almaları bilgilendirme yoluyla sağlanmaktadır.

Türkiye’de hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıt konusunda bilgi birikimi yeterli seviyede değildir. Halkın da bu konuda tatmin edici bilgiye sahip olduğu söylenemez. Hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtlar konusunda bilgisinin olduğunu ifade eden kişilerle yapılan, 10 derinlemesine görüşme ve 345 anket çalışmasının uygulandığı bir araştırmada, kişilerin bu taşıtlar hakkında ne düşündükleri öğrenilmeye çalışılmıştır. Buna göre hibrit elektrikli taşıtlarla elektrikli taşıtların arasında ne tür bir fark olduğunu doğru şekilde yanıtlayanların oranı %30,6 olmuştur (GFK, 2010:16).

Durum göstermektedir ki hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar konusunda aydınlatma ve bilinçlendirme faaliyetlerine ihtiyaç vardır. Çünkü yakıt tasarrufu, enerji verimliliği, çevre temizliği konusunda daha bilinçli bir tüketici kesimi taşıt

satın alırken bu taşıtları tercih edeceklerdir. Zira çalışmamızda bu taşıtların daha çok hangi sebeplere göre tercih edileceği sorusunda katılımcıların tamamı yakıt tasarrufu ve aralarından dördü de çevre bilinci cevabını vermiştir.

Toplumu aydınlatma noktasında görsel ve işitsel medyadan faydalanılabilir. Bu konuda kamu spotları önemli bir yerdedir. Benzer şekilde yöneltilen bir soruya K3, çevre dostu taşıtların tanıtımı ve özendirilmesi için kamu spotlarının hazırlanabileceği cevabını vermiştir. Öte yandan çeşitli matbuat ve yayınlar, el ilanları ve broşürlerle hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtların yakıt tasarrufu, enerji verimliliği, performansı konularında bilgilendirme faaliyetleri yürütülmelidir. Ayrıca özel motorlu taşıt sürücüleri kurslarında bu taşıtların kullanımı hakkında teorik ve uygulamalı dersler verilmelidir.

6. Mali teşvikler hazırlanması

Genel olarak mali teşvik paketleri tüketicileri hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtlara yönlendirici olabilir. Vergi indirimleri, çeşitli ödenekler ya da muafiyetler gibi kullanıcıları özendirici mahiyette düzenlemeler bu taşıtların kullanımını yaygınlaştırıcı etki yapacaktır. Bu konuda katılımcılar birbirleriyle örtüşecek şekilde cevaplar vermişlerdir. K1, bu taşıtların çeşitli vergi destekleriyle diğerlerine göre daha avantajlı bir konuma gelebileceğini ifade etmiş ve bu yöndeki çalışmaların desteklenmesi gerektiğini aktarmıştır. K5, otomobil üreticileri ve pazarlayıcıları açısından vergi teşviklerinin en önemli teşvik olduğunu beyan ederken kullanıcılar açısından da bu teşviklerin yapılabilmesini söylemiştir. Öte yandan vergi konusundaki düzenlemelerin yapılabilmesi için çeşitli bakanlıkların koordinesinin olması gerektiğini vurgulayarak ortak bir iradeye ışık tutmuştur. Bu bakımdan atılacak olan adımların milli politikalar temelinde ilgili tüm kurum ve kuruluşların destek ve himayesiyle atılması zaruridir. Öte yandan K6, otomobil kullanıcıları açısından bu tür teşviklerde eksikliğin düşünülebileceğini açıklamış; fakat çeşitli bakanlıklarda vergi indirimlerine dönük bir takım çalışmaların devam ettiğini anlatmıştır. Bu tür teşviklerin bazı ülkelerde çok farklı türlerde olduğunu anlatan K3, ABD ve Avrupa ülkelerinde birçok vergi indirimi veya parasal yardımların uygulanmakta olduğunu söylemiştir.

ABD’de birçok eyalet hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtların kullanımını mali yönden avantajlı hale getirerek bunların kullanımını teşvik etmektedir. Örneğin Oklahoma’da bu tip taşıtların satın alımlarında %10 dolayında vergi indirimi söz konusuyken, Arizona’da diğer taşıtlara göre daha düşük oranlarda tescil ücreti ödenmekte ve şarj ünitelerinin kurulumlarında indirim sağlanmaktadır (Anderson ve Anderson, 2010:84). Bu taşıtları destekleyen bir diğer ülke İsrail’dir. İsrail’de bu taşıtların vergileri %10 dolayında indirilmiştir (Anderson ve Anderson, 2010:62). Avrupa ülkeleri de bu taşıtların kullanımını mali yönden desteklemektedir. Öyle ki büyük petrol ihracatçısı Norveç’te, otomotiv sektöründe uluslararası bir kuruluş olan JATO’ya göre elektrikli taşıtlar taşıt başına 17.524€’ya varan vergi indirimleri ve ödenekler uygulanmaktadır. Elektrikli taşıt alanlara Fransa 5.000€, Hollanda 4.936€ ve İspanya 6.500€ vergi ve ödenek kolaylığı sağlamaktadır (JATO, 2011:2).

Türkiye’de de pek çok ülkede olduğu üzere çeşitli mali teşvik paketleri hazırlanmalıdır. Örneğin ilk satın alımlarda tüketicilerden alınan ÖTV ve KDV tutarlarında cazip imkânlar sağlanmalıdır. Taşıt kredilerinde bu taşıtlara özgü kolaylıklar oluşturulmalıdır. Motorlu taşıt vergilerinde muafiyet sağlanmalıdır. İçten yanmalı motorlu taşıtların yeni hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtlarla değiştirilerek daha uygun fiyatlarda alım koşulları oluşturulmalıdır.

Üretici ve satıcı kesim için de mali teşvikler faydalı görülmektedir. Nitekim K2 verdiği bir cevapta, üreticilerin amaçlarının karlarını artırmak olduğu için bu yönde atılacak her türlü düzenlemenin hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtların üretilmesini ve pazarlanmalarını artıracaklarını ifade etmiştir. K3 ise bu konuda üreticilere tanıtım ve pazarlama desteği verilebileceğini söylemiştir. Üretici ve satıcı kesimin bu taşıtları piyasaya daha çok sokmaları için anlatılanlar uygulanabilir. Bu doğrultuda, satılan araç başına vergi indirimleri, kurulacak fabrikalar için ödenek ve çeşitli muafiyetler etkili olacaktır.

7. Trafikte ayrıcalık gösterilmesi

Günümüzde özellikle İstanbul gibi büyükşehirlerde trafik büyük bir sorun olmuştur. Artık şehir içinde seyahat süreleri uzamış ve uygun park yeri bulabilmek zorlaşmıştır. Bu durumu hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtlar lehine kullanmak

mümkündür. Anderson ve Anderson'un aktardıklarına göre, ABD eyaleti Arizona'da sadece hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların yararlanabileceği öncelikli yol şeritleri kullanılmaktadır. California'da bu taşıtlar için ücretsiz park yerleri bulunmaktadır. AB'de Fransa gibi ülkelerde düşük park ücretleri alınmaktadır (Anderson ve Anderson, 2010: 81,82,84). Görüldüğü üzere bu uygulamalar trafikte sürücülerin hareket kabiliyetini, seyahatlerini kolaylaştırıcı bir takım uygulamalardır. Türkiye'de de bunların benzerlerini uygulamak mümkündür. Otoyollardan ücretsiz ve özel geçiş imkânları, ücretsiz veya indirimli park yerleri, feribot kullanımlarında uygun tarifeler sayesinde hibrit elektrikli ve elektrikli taşıt kullanımı daha avantajlı hâle gelecektir.

8. Kamu sektöründeki hizmet taşıtlarının dönüşümü

Devlet, yeni bir düzenlemeyi eskisinden daha iyi olduğu iddiasıyla vatandaşın kullanımı için çeşitli şekillerde teşvik ediyorsa, bu yeni düzenlemeyi ilk adım olarak kurumlarında hayata geçirmelidir. Bu bakımdan, hibrit elektrikli taşıtlar ve elektrikli taşıtlar kamu kurumlarınca kullanılmalıdır. Örneğin ABD, federal birimlerinde 20 ve daha fazla sayıda taşıtı bulunan birimler için yakıt tüketimlerinin en az %20 oranında düşürülmesi şartı koyarak bu tip taşıtların kullanımına önem vermiştir (Raskin ve Shah, 2006:23).

Bu yüzden kamu sektöründe bu taşıtların kullanımının vatandaşa örnek olacağı düşünülmektedir. Kurumlarca kullanılacak olan hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtlar insanlarda bu taşıtların avantajının yüksek olduğu inancını oluşturacaktır. Bunun yanında, Türkiye'de kamu sektöründe hizmet veren içten yanmalı motorlu taşıtların hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtlarla değiştirilerek hizmetin devamının sağlanması, önemli miktarda yakıttan tasarruf ettirecektir.

Maliye Bakanı Mehmet Şimşek'in 19/12/2012 tarihli soru önergesine verdiği 30/01/2013 tarihli yazılı cevapta, 30/06/2012 tarihi itibarıyla kamu idarelerinin kullanımında farklı taşıt türlerinde olmak üzere toplam 90.024 adet taşıt olduğu belirtilmiştir. Bu taşıtların %36,5 oranla 32.839 adedi Emniyet Genel Müdürlüğünde, %15,1 oranla 13.596 adedi Milli Savunma Bakanlığında, %7,9 oranla 7.106 adedi Jandarma Genel Komutanlığında, %7 oranla 6.317 adedi Sağlık Bakanlığında, kalan

30.166 adet taşıt da çeşitli diğer kurumlarda hizmet vermektedir (MB, 2013). Buna göre, taşıt sayısının en fazla olduğu bu dört kurumdaki taşıtların genel kurum taşıtlarına oranı %66,5'tir. Sadece bu kurumlarda bile atılacak olan taşıtların hibrit elektrikli taşıtlar veya elektrikli taşıtlarla değiştirilmesi ve hizmetin devamının bu taşıtlarla sağlanması adımı, toplumda bir yankı yaratacaktır. Öte yandan kolluk kuvvetlerine ait hizmet taşıtları günün her saatinde çalışan taşıtlardır. Bu taşıtlar yerine bahsedilen taşıtların kullanımı genel bütçede önemli bir tasarruf imkânı sağlayarak petrole olan bağımlılığı azaltmada önemli bir yere sahip olacaktır.

9. Otomobil üreticileri ve satıcılarının koşullandırılması

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların kullanımını yaygınlaştırabilmek için piyasada bulunabilir ve fark edilebilir olması gerekmektedir. Bu bakımdan Türkiye'de otomobil üreticileri ve otomobil satıcıları bu taşıtları üretip tüketicilere arz etmede belli derecelerde zorunlu kılınmalıdırlar. Bu uygulamalara rastlamak mümkündür. Örneğin ABD'de yıllarca uygulanmakta olan ve CAFE standartları olarak bilinen KOYT standartları, üretilen taşıtların az yakıtla daha çok mesafe alabilmesi hedefi ile ilişkilendirilmiştir. Belirlenen standartlara erişemeyen üreticiler için üretilen her taşıt başına cezai yaptırım öngörülmektedir (EPRI, 2001:6-8). Bununla birlikte ABD'nin California eyaletinde, otomobil şirketlerince satılan taşıtların %10'unun sıfır salımlı taşıt olma zorunluluğu getirilmiştir (Raskin ve Shah, 2006:23). Bu sayede hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtların piyasada yer bulması daha kolay hale getirilmiştir. Bu örneklerde olduğu gibi Türkiye'de otomobil üreticilerinin belirli oranlarda hibrit elektrikli taşıt veya elektrikli taşıt üretmeleri şart koşulmalıdır. Otomobil satışı yapan işletmelerin de yıllık veya belirlenecek farklı zaman dönemlerinde sattıkları toplam taşıtların belli yüzdelik oranı kadar hibrit elektrikli veya elektrikli taşıt satmaları için çalışmalar başlatılmalıdır. Şirketler çeşitli ödeneklerin yer aldığı teşvik programları ile taşıt üretmeye veya satmaya yönlendirilmelidirler. Bir diğer yönüyle de, üniversite gibi kurumlarla ortak çalışmalar yapmaları önerilerek Türkiye'de bilimsel gelişmelere katkıda bulunmaları sağlanmalıdır.

Yukarıda sıralanan öneriler doğrultusunda Türkiye’de hazırlanacak olan politikaların hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtların kullanımını yaygınlaştıracığı ve ekonomik ve çevresel faydaları artıracığı kesindir.

Hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlarla ilgili bu araştırma kapsamında incelenmeyen, fakat ileride bu alanda yapılacak çalışmaların ele alması gereken önemli sorular, konuyla ilgili daha pek çok araştırma problemleri bulunmaktadır. Örneğin, hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar Türkiye’nin farklı coğrafi bölgelerinde de aynı verimliliği gösterir mi? Akaryakıt ve servis istasyonları hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların yaygınlaşmasıyla sektöre adapte edilebilir mi? Bir şehirde elektrik şebekeleri hangi oranda elektrik araçlarını destekleyebilir? Bu problemlere dönük gelecekteki araştırmalar için yeterince Türkçe kaynak olmadığından İngilizce kaynakların detaylı incelenmesinde fayda bulunmaktadır. Hatta literatür taraması başta olmak üzere araştırmanın pek çok safhasında hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtlar konusunda uzman sayılabilecek kişiler ya da alanla ilgili mühendislerin yardımı çok önemli görünmektedir.

Sonuç olarak, çalışmada hibrit elektrikli taşıt ve elektrikli taşıtların Türkiye’de kullanımını yaygınlaştırmak için ne tür destek ve teşvik sistemlerinin oluşturulması gerektiği sorusuna yanıtlar aranmıştır. Araştırmada genel olarak, çevreyi koruma ve petrol bağımlılığını azaltma konuları da göz önünde bulundurarak üst çerçeve politikaların oluşturulması, bilimsel çalışmalara ağırlık verilmesi, mali teşvik programlarının hazırlanması, şarj etme ve bakım uygulamalarına ilişkin çalışmalarının düzenlenmesi, toplumun aydınlatılarak bilinçlendirilmesi, trafikte bu taşıtlara özgü düzenlemelere gidilmesi, kamu hizmetindeki taşıtların bu taşıtlarla değiştirilmesi ve üretici ve satıcıların bu taşıtları üretmeye ve satmaya koşullandırılmaları gerektiği sonucuna varılmıştır. Türkiye’de hibrit elektrikli ve elektrikli taşıtların kullanımının yaygınlaştırılması, görüşme yapılan kişilerin de hem-fikir olduğu üzere çevrenin korunmasında yardımcı olacağı gibi petrol tüketimini de azaltacaktır. Bu sayede petrol tüketiminin ekonomideki olası olumsuz etkilerinden de kaçınılacaktır.

KAYNAKÇA

- ABBAK (Avrupa Birliği Bakanlığı), (2014), *Fasıl 15 - Enerji*, <http://www.ab.gov.tr/index.php?p=37>, (E.T.02 Ekim 2014).
- ABBAK (Avrupa Birliği Bakanlığı), (2014), *Fasıl 27 - Çevre*, <http://www.ab.gov.tr/index.php?p=80&l=1>, (E.T.02 Ekim 2014).
- ABBAK (Avrupa Birliği Bakanlığı), (2014), *Fasıl 14 – Taşımacılık Politikası*, <http://www.ab.gov.tr/index.php?p=79&l=1>, (E.T.02 Ekim 2014).
- Anderson, Curtis Darrel ve Anderson, Judy, (2010), *Electric and Hybrid Cars a History*, Jefferson, North Carolina: McFarland & Company, Inc., Publishers.
- Arslan, Cem Barlas, (2013), *Türkiye’de Akaryakıt Üzerindeki Vergiler ve Analizi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Axsen, Jonn; Burke, Andrew F. ve Kurani, Kenneth S., (2010), “Batteries for PHEVs: Comparing Goals and the State of Technology”, Gianfranco Pistoia (Ed.), *Electric and Hybrid Vehicles: Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the Market*, Amsterdam: Elsevier, ss.405-426.
- Aybar, İbrahim, (2010), “Sıfır Salımlı Otomobillerin İklim Değişikliğiyle Mücadelede Yeri ve Kamusal Destekler”, 3. Uluslararası İstanbul Otomotiv Kongresi, 8 Aralık, 2010, İstanbul: Soylu ve Cengiz Organizasyon Danışmanlık ve Halkla İlişkiler Ltd. Şti., ss.1-29.
- BKK (4760 Sayılı Özel Tüketim Vergisi Kanununa Ekli (I), (II) Ve (III) Sayılı Listelerde Yer Alan Mallarda Uygulanan Özel Tüketim Vergisi Tutarlarının Belirlenmesi ile Bazı Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına İlişkin Karar), (2011), 2011/1435 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararı, 25/02/2011 Tarih ve 27857 Sayılı T.C. Resmi Gazete.
- BOTAŞ (Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş.), (2014), *Sektör Raporu*, Ankara.

- Broussely, Michel, (2010), “Battery Requirements for HEVs, PHEVs, and EVs: An Overview”, Gianfranco Pistoia (Ed.), *Electric and Hybrid Vehicles: Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the Market*, Amsterdam: Elsevier, ss.305-344.
- BSTB (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı), (2014), *2009-2014 Teknogirişim Dönem Raporu*, Ankara.
- Chan, Ching Chuen, (2013), “The Rise & Fall of Electric Vehicles in 1828-1930: Lessons Learned”, *Proceedings of The IEEE*, 101(1), ss.206-212.
- Christidis, Panayotis; Hernandez, Hector; Georgakaki, Alikı ve Peteves, Stathis D., (2005), “Hybrids for Road Transport Status And Prospects Of Hybrid Technology and the Regeneration of Energy in Road Vehicles”, *European Commission Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies Technical Report EUR 21743 EN*, Brussels.
- Deeter, Jessie, (2006), Chris Paine, *Who Killed the Electric Car?*, ABD: Sony Pictures.
- Delucchi, Mark A. ve Lipman, Timothy E., (2010), “Lifetime Cost of Battery, Fuel-Cell, and Plug-in Hybrid Electric Vehicles”, Gianfranco Pistoia (Ed.), *Electric and Hybrid Vehicles: Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the Market*, Amsterdam: Elsevier, ss.20-58.
- DOE (Department of Energy), (2010), *What Is Clean Cities?*, Washington DC: Energy Efficiency & Renewable Energy Vehicle Technologies Program, DOE/GO-102010-3170.
- EBAK (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı), (2014), *Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı İlgili ve İlişkili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri*, Ankara.
- EC (European Commission), (2014), *Energy Efficiency Directive*, <http://ec.europa.eu/energy/node/79>, (E.T.02 Ekim 2014).

EC (European Commission), (2014), *Obligation Schemes and Alternative Measures*, <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency-directive/obligation-schemes-and-alternative-measures>, (E.T.02 Ekim 2014).

EEG (European Expert Group), (2011), *Future Transport Fuels*, European Union.

Ehsani, Mehrdad; Gao, Yimin ve Emadi, Ali, (2010), *Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles Fundamentals, Theory, and Design*, Boca Raton: CRC Press.

Elgowainy, Amgad; Burnham, Andrew; Wang, Michael; Molburg, John ve Rousseau, Aymeric, (2009), “Well – to – Wheels Energy Use and Greenhouse Gas Emissions Analysis of Plug-in Hybrid Electric Vehicles”, *Center for Transportation Research Argonne National Laboratory Report*, Illinois.

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu), (2014), *Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası 2013 Yılı Sektör Raporu*, Ankara.

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu), (2014), *2013 Yılı Petrol Piyasası Sektör Raporu*, Ankara.

EPRI (Electric Power Research Institute), (2001), *Comparing the Benefits and Impacts of Hybrid Electric Vehicle Options*, California.

EUROSTAT (Statistical Office of the European Communities), (2013), *Energy, Transport and Environment Indicators*, Luxembourg: Publications Office of the European Union ISSN 1725-4566.

EVK (5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu), *02/05/2007 Tarihli ve 26510 Sayılı T.C. Resmi Gazete*.

Farias, Tiago ve Silva, Carla, (2010), “Evaluation of Energy Consumption, Emissions, and Costs of Plug-in Hybrid Electric Vehicles”, Gianfranco Pistoia (Ed.), *Electric and Hybrid Vehicles: Power Sources, Models*,

Sustainability, Infrastructure and the Market, Amsterdam: Elsevier, ss.193-209.

Friedrich, Horst E.; Mock, Peter ve Schmid, Stephan A., (2010), “Market Prospects of Electric Passenger Vehicles”, Gianfranco Pistoia (Ed.), *Electric and Hybrid Vehicles: Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the Market*, Amsterdam: Elsevier, ss.546-577.

Friel, Daniel D., (2010), “Management of Batteries for Electric Traction Vehicles”, Gianfranco Pistoia (Ed.), *Electric and Hybrid Vehicles: Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the Market*, Amsterdam: Elsevier, ss.494-514.

Fuhs, Allen E., (2009), *Hybrid Vehicles and The Future Of Personal Transportation*, Boca Raton: CRC Press.

GFK (Growth from Knowledge), (2010), “Otomobil Kullanıcıları Yeni Nesil Motor Teknolojilerine Nasıl Bakıyor?”, 3. *Uluslararası İstanbul Otomotiv Kongresi*, 8 Aralık, 2010, İstanbul: Soylu ve Cengiz Organizasyon Danışmanlık ve Halkla İlişkiler Ltd. Şti., ss.1-32.

Gilbert, Richard; Lavallée, Pierre ve Cormier, Al, (2005), “Action Plan For Electric Mobility in Canada”, *A Document for Debate at a Workshop*, Vancouver.

Hantula, Richard, (2010), *How Do Hybrid Cars Work?*, New York: Infobase Publishing.

HCTC (House of Commons Transport Committee), (2004), *Cars of the Future Seventeenth Report of Session 2003 – 04*, London: Stationery Office, Volume I, HC 319-I.

Heywood, John; Baptista, Patricia; Berry, Irene; Bhatt, Kandarp; Cheah, Lynette; de Sisternes, Fernando; Karplus, Valerie; Keith, David; Khusid, Michael; MacKenzie, Donald ve McAulay, Jeff, (2009), “An Action Plan For Cars The

Policies Needed to Reduce U.S. Petroleum Consumption and Greenhouse Gas Emissions”, *An MIT Energy Initiative Report*, Massachusetts.

Høyer, Karl Georg, (2008), “The History of Alternative Fuels in Transportation: The Case of Electric and Hybrid Cars”, *Utilities Policy*, 16, ss.63-71.

JATO, (2011), *Incentives Fail To Stimulate European Electric Vehicle Sales*, London.

KTk (2918 Sayılı Karayolları Trafik Kanunu), (1983), *18/10/1983 Tarih ve 18195 Sayılı T.C. Resmi Gazete*.

Kurani, Kenneth S.; Nesbitt, Kevin; Kempster, Marilyn; Axsen, John; Caperello, Nicolette; Davies, Jamie ve Stillwater, Tai, (2009), “Plug-In Hybrid Electric Vehicle (Phev) Demonstration and Consumer Education, Outread, and Market Research Program”, *2007 Alternative Fuels Incentive Program (AFIP)*, California.

Larminie, James ve Lowry, John, (2003), *Electric Vehicle Technology Explained*, Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

May, James W. ve Mattila, Matt, (2009), “Plugging in: A Stakeholder Investment Guide For Public Electric Vehicle Charging Infrastructure”, *Rocky Mountain Institute*, Colorado.

MB (Maliye Bakanlığı), (2013), *Yazılı Soru Önergesi*, Ankara: Maliye Bakanlığı Bütçe ve Mali Kontrol Genel Müdürlüğü, Sayı: 72252440.610-33/191, Tarih: 30/01/2013.

MILTECH (Military Technology), (2007), *Electric/Hybrid Electric Drive Vehicles for Military Applications*, www.ebscohost.com, (E.T.05 Mayıs 2011).

ODD (Otomotiv Distribütörleri Derneği), (2014), *Genel Değerlendirme Aralık 2013*, İstanbul.

- OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries), (2014), *2013 World Oil Outlook*, Vienna.
- Pasquier, Sara ve Saussay, Aurelien, (2012), “Progress Implementing the IEA 25 Energy Efficiency Policy Recommendations 2011 Evaluation”, Paris.
- PETDER (Petrol Sanayi Derneği), (2014), *2013 Sektör Raporu*, İstanbul.
- Plotkin, Steven.; Santini, Danilo.; Vyas, Anant.; Anderson, J.; Wang, M.; He, J. ve Bharathan, Desikan., (2001), “Hybrid Electric Vehicle Technology Assessment: Methodology, Analytical Issues, and Interim Results”, *Center for Transportation Research Energy Systems Division Argonne National Laboratory Report*, Illinois.
- PWC (Price Waterhouse Coopers), (2009), *Adopting Electric Vehicles: The Role Of Technology and Investment*, London.
- Raskin, Amy ve Shah Saurin, (2006), “The Emergence of Hybrid Vehicles Ending Oil’s Stranglehold on Transportation and the Economy”, *Research on Strategic Change*, Toronto.
- REGA (Resmî Gazete), (2014), *Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012 – 2023*, <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/02/20120225.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/02/20120225.htm>, (E.T.02 Ekim 2014).
- Renault, (2015), *Renault Zoe*, www.renault.co.uk, (E.T.23 Şubat 2015).
- Renault, (2015), *Zoe Zen*, www.renault.com.tr, (E.T.23 Şubat 2015).
- Santini, Danilo J., (2011), “Electric Vehicle Waves of History: Lessons Learned about Market Deployment of Electric Vehicles”, Seref Soylu (Ed.), *Electric Vehicles the Benefits and Barriers*, Rijeka: InTech, ss.35-62.

STB (Sanayi ve Ticaret Bakanlığı), (2010), *Türkiye Sanayi Stratejisi Belgesi 2011 – 2014 (AB Üyeliğine Doğru)*, Ankara: Yüksek Planlama Kurulu, 7 Aralık 2010, 2010/38.

STB (Sanayi ve Ticaret Bakanlığı), (2011), *Türkiye Otomotiv Sektörü Strateji Belgesi ve Eylem Planı 2011 – 2014*, Ankara: Sanayi Genel Müdürlüğü, Şubat 2011.

Toyota, (2015), *Price List*, www.toyota.co.uk, (E.T.23 Şubat 2015).

Toyota, (2015), *Konfigürasyonunuz*, www.toyota.com.tr, (E.T.23 Şubat 2015).

TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu), (2013), *Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projelerini Destekleme Programı (1007 Programı)*, <http://www.tubitak.gov.tr/>, (E.T.03 Kasım 2013).

TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu), (2013), *OT01 - Elektrikli ve Hibrit Elektrikli Araç Teknolojileri Çağrı Programı Bilgi Notu*, <http://www.tubitak.gov.tr/>, (E.T.05 Kasım 2013).

TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu), (2013), *Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu*, <http://www.tubitak.gov.tr/tr>, (E.T.03 Kasım 2013).

TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu), (2013), *Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Teknoloji ve Yenilik Destek Programlarına İlişkin Yönetmelik*, <http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/teydeb-yonetmelik-290413.pdf>, (E.T.04 Kasım 2013).

TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu), (2013), *Ulusal Hedefler Doğrultusunda*, Ankara: TÜBİTAK 2012.

TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu), (2013), 1003 - *Öncelikli Alanlar Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı*, <http://www.tubitak.gov.tr/>, (E.T.05 Kasım 2013).

TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu), (2013), 1005 - *Ulusal Yeni Fikirler ve Ürünler Araştırma Destek Programı*, <http://www.tubitak.gov.tr/>, (E.T.03 Kasım 2013).

TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu), (2013), 1007 - *Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projelerini D.P.*, <http://www.tubitak.gov.tr/>, (E.T.03 Kasım 2013).

TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu), (2013), 1511 - *TÜBİTAK Öncelikli Alanlar Araştırma Teknoloji Geliştirme ve Yenilik P. D. P.*, <http://www.tubitak.gov.tr/>, (E.T.04 Kasım 2013).

TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu), (2013), 1511 – *Öncelikli Alanlar Araştırma Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri Destekleme Programı Hibrit ve Elektrikli Araç Teknolojileri Çağrı Duyurusu*, <http://www.tubitak.gov.tr/>, (E.T.05 Kasım 2013).

TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu), (2013), "1003 - *Öncelikli Alanlar Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı*" OT0101- Elektrikli ve Hibrit Elektrikli Araçlarda Enerji Yönetim Sistemleri, Elektrik Motoru ve Batarya Teknolojileri Çağrısı Bilimsel Değerlendirme Sonucunda Desteklenmesine Karar Verilen Projeler, <http://www.tubitak.gov.tr/>, (E.T.05 Kasım 2013).

TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu), (2013), "1003 - *Öncelikli Alanlar Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı*" OT0102- Elektrikli ve Hibrit Elektrikli Araçların Dinamiği ve Kontrolü Çağrısı Bilimsel Değerlendirme Sonucunda Desteklenmesine Karar Verilen Projeler, <http://www.tubitak.gov.tr/>, (E.T.05 Kasım 2013).

- TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu), (2013), "1003 - Öncelikli Alanlar Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı" OT0103- Hibrit Elektrikli Araçlarda İçten Yanmalı Motor Performansı ve Misyon Kontrolü Çağrısı Bilimsel Değerlendirme Sonucunda Desteklenmesine Karar Verilen Projeler, <http://www.tubitak.gov.tr/>, (E.T.05 Kasım 2013).
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), (2013), *İstatistiklerle Türkiye Turkey in Statistics 2012*, Ankara: Türkiye İstatistik Kurumu, 3942.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), (2014), *Kullanılan Yakıt Türüne Göre Motorlu Kara Taşıt Sayısı*, <http://www.tuik.gov.tr/>, (E.T.02 Ekim 2014).
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), (2014), *Motorlu Kara Taşıt Sayısı*, <http://www.tuik.gov.tr/>, (E.T.02 Ekim 2014).
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), (2014), *Seragazi Emisyonları (Milyon Ton CO₂ Eşdeğeri)*, <http://www.tuik.gov.tr/>, (E.T.03 Ekim 2014).
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), (2014), *Trafiğe Kayıtlı Otomobillerin Yakıt Cinsine Göre Dağılımı*, <http://www.tuik.gov.tr/>, (E.T.02 Ekim 2014).
- UBAK (Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı), (2013), "11.Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Şurası 2013 Şura Sonuç Bildirgesi", İstanbul: Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı.
- UBAK (Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı), (2014), *2003-2013 İstatistiklerle Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme*, Ankara: Strateji Geliştirme Başkanlığı, ISBN 978-975-49306-3-4.
- ULEVAY (Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Artırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik), (2008), *09/06/2008 Tarih ve 26901 Sayılı T.C. Resmi Gazete*.
- Van den Bossche, Peter, (2010), "Electric Vehicle Charging Infrastructure", Gianfranco Pistoia (Ed.), *Electric and Hybrid Vehicles: Power Sources*,

Models, Sustainability, Infrastructure and the Market, Amsterdam: Elsevier, ss.518-542.

Vanham, Bart, (2010), “Car Taxation in the EU”, *Fleet Europe Magazine*, 2010, ss.38-39.

Wiener, William; Naghshineh, Koorosh; Salisbury, Brad ve Rozema, Randall, (2006), “The Impact of Hybrid Vehicles on Street Crossings”, *RE:view*, Volume 38, Number 2, Summer 2006, ss. 65-78.

Yu, Abraham Sin Oih; Silva, Lydia Lopes Correia; Chu, Christina L.; Nascimento, Paulo Tromboni S. ve Camargo Jr., Alceu S., (2011), “Electric Vehicles: Struggles in Creating a Market”, *Technology Management in the Energy Smart World*, 31 Temmuz-4 Ağustos 2011, Portland: IEEE, ss.1-13.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Atilla ÇINAR
Doğum Yeri : Denizli
Mesleği : Devlet Memuru

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Polis Akademisi Başkanlığı Güvenlik Bilimleri Fakültesi (2005-2009)
Yüksek Lisans Öğrenimi : Polis Akademisi Başkanlığı Güvenlik Bilimleri Enstitüsü (2010-2011)
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce
Yabancı Dil Puan ve Türü : 82,5 YDS
Bilimsel Faaliyetler : *Makale, “Türkiye’de Akaryakıt Kaçakçılığının Boyutu ve Yöntemleri Üzerine Bir Analiz”, Kriminoloji Dergisi, Yıl:2 Sayı:2, Temmuz 2010.
*Bildiri, “Çevreci Taşıma Kültürüne Doğru: Hibrit-Elektrikli Taşıtlar Üzerine Bir İnceleme”, 2. Karayolu Trafik Güvenliği Sempozyumu, 10-12 Mayıs 2011, Ankara.
*Makale, “Ulaşım Politikalarında Demiryolunun Yeri”, Ulaşım ve Güvenlik Dergisi, Sayı: 2, Haziran 2011.
*Bildiri (Serhan KALELİ ile birlikte sunulmuştur.), “Tehlikeli Mal Kazalarında Acil Durum Yönetimi”, 2. Tehlikeli Kimyasalların Yönetimi Sempozyumu ve Sergisi, 12-13 Ocak 2012, Ankara.

İş Deneyimi

Stajlar :

Projeler :

Çalıştığı Kurumlar : Emniyet Genel Müdürlüğü (2009-)

İletişim

E-Posta :cinar.atilla@gmail.com

Tel. : 05058424201

Tarih : 10/03/2015