ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRİKLİ ARAÇ TEKNOLOJİSİ VE ÇANKIRI İLİNDE ÇATI TİPİ GÜNEŞ PANELİ DESTEKLİ ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ İSTASYONU TASARIMI VE MALİYET ANALİZİ

Melike ÖZLER

ELEKTRİK – ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2023

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Melike ÖZLER tarafından hazırlanan **"Elektrikli Araç Şarj Teknolojisi ve Çankırı İlinde Çatı Tipi Güneş Paneli Destekli Elektrikli Araç Şarj İstasyonu Tasarımı ve Maliyet Analizi"** adlı tez çalışması 06/02/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik - Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman **:** Doç. Dr. Fatih KORKMAZ

Jüri Üyeleri **:**

Başkan **:** Doç. Dr. Hayati MAMUR
Elektrik – Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Manisa Celal Bayar Üniversitesi

Üye **:** Doç. Dr. Fatih KORKMAZ
Elektrik – Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankrı Karatekin Üniversitesi

Üye **:** Dr. Öğretim Üyesi Göksu GÖREL
Elektrik – Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum "**Elektrikli Araç Şarj Teknolojisi ve Çankırı İlinde Çatı Tipi Güneş Paneli Destekli Elektrikli Araç Şarj İstasyonu Tasarımı ve Maliyet Analizi**" konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan "Bilimsel İntihal Tespit Programı"yla tarandığını, "intihal içermediğini" beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (06/02/2023).

Melike ÖZLER

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ELEKTRİKLİ ARAÇ TEKNOLOJİSİ VE ÇANKIRI İLİNDE ÇATI TİPİ GÜNEŞ PANELİ DESTEKLİ ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ İSTASYONU TASARIMI VE MALİYET ANALİZİ

Melike ÖZLER

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik - Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Fatih KORKMAZ

Bu araştırmada elektrikli araçlara dair gelişmeler ile gelecekte bu araçların gelişim olanakları hakkında incelemeler yapılmıştır. Bu gelişmeler sonucunda elektrikli araçların insan yaşamındaki yeri, fosil yakıt tüketimli araçlar ile elektrikli araçların farkları ve elektrikli araç kullanımı sonucu çevresel ve toplumsal alanda yaşanması öngörülen değişim ve gelişimlerin neler olabileceği konusu üzerinde durulmuştur. Elektrikli araçların şarj sistemleri ve bu şarj sistemleri ile alakalı Türkiye'nin kullandığı standart belirtilmiştir. Elektrikli araç şarj terminalleri üzerine yapılan araştırmalar incelenmiş ve bu şarj terminallerinde güneş enerjisi kullanımının tercih edilmesi sonucu Çankırı ilinde PV panel kullanımı ile bir şarj terminali tasarımı yapılmıştır. Bu tasarım neticesinde Çankırı ilinde PV sistem ile elektrikli araç şarj işleminin verimli olup olmayacağı incelenmiş ve maliyet analizi yapılmıştır. Ayrıca, elektrikli araçlar ile içten yanmalı motorlara sahip araçların yakıt giderleri karşılaştırılmış olup, bu anlamda hangi araçların kullanımının daha uygun olduğu incelenmiştir. Burada, sonuç olarak Çankırı ilinde PV sistem ile araç şarj işleminin yapılabileceği, elde edilen bilgiler neticesinde günlük ortalama 28,5 kWh enerji ihtiyacı olan bir araç için 535 Wp'lik 15 panel ile kurulacak bir sistem ile enerji ihtiyacının karşılanabileceği, ayrıca fosil yakıtlı araçların elektrikli araçlara göre ortalama yakıt tüketimi maliyetlerinin ortalama bir değer ile 3,15 katı kadar daha maliyetli olduğu sonucuna varılmıştır.

2023, 84 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Elektrikli / hibrit araçlar, Motorlar, Bataryalar, Elektrik enerjisi, Elektrik şebekesi, Elektrik araç şarj terminalleri, Yenilenebilir enerji kaynakları, Güneş enerjisi, PV panel

ABSTRACT

Master of Science Thesis

ELECTRIC VEHICLE TECHNOLOGY AND DESIGN AND COST ANALYSIS OF ROOFTOP SOLAR PANEL SUPPORTED ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATION IN ÇANKIRI PROVINCE

Melike ÖZLER

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Electrical and Electronics Engineering

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Fatih KORKMAZ

In this research, investigations have been made about the developments related to electric vehicles and the development possibilities of these vehicles in the future. As a result of these developments, the place of electric vehicles in human life, the differences between fossil fuel-consuming vehicles and electric vehicles, and the changes and developments that are expected to occur in the environmental and social fields as a result of the use of electric vehicles have been focused on. The charging systems of electric vehicles and the standard used by Turkey related to these charging systems have been specified. Researches on electric vehicle charging terminals have been examined and a charging station design has been made with the use of PV panels in Çankırı province as a result of the preference for the use of solar energy at these charging terminals. As a result of this design, it has been examined whether the electric vehicle charging process will be efficient with the PV system in Çankırı province and a cost analysis has been made. In addition, the fuel costs of electric vehicles and vehicles with internal combustion engines have been compared and which vehicles are more appropriate to use in this sense have been examined. Here, as a result, the PV system for charging a vehicle that can be applied in Çankırı province with the information obtained as a result of average daily kWh energy 28.5 kWh 15 of 535 for a vehicle in need of energy needs can be met with the panel to be established with a system, also the average cost of fuel compared to fossil fuel vehicles, electric vehicles with an average value of 3.15 times it is concluded that cost more.

2023, 84 pages

Keywords: Electric/hybrid vehicles, Engines, Batteries,, Electric power, Power grid, Electric vehicle charging stations, Renewable energy sources, Solar energy, PV panel

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

"Elektrikli Araçların Teknolojik Gelişimi Ve Çankırı İlinde Çatı Tipi Güneş Paneli Destekli Elektrikli Araç Şarj İstasyonu Tasarımı" ismine sahip 2022 yılında hazırlanan bu çalışma, Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne "Yüksek Lisans Tezi" olarak sunulmuştur. Bu çalışmanın amacı; elektrikli araç teknolojisinin yakından incelenmesi, gelişimi, elektrikli araç şarj terminalleri için kullanılacak enerjinin temiz kaynaklardan elde edilmesine yönelik çalışmalar, Türkiye'de elektrikli araç teknolojisine geçmek için atılan adımlar ve Çankırı ilinde çatı tipi güneş paneli ile elektrikli araç şarj terminali tasarımına bir örnek oluşturulması hedeflenmiştir.

Öncelikle bu üniversite bünyesine katılmamdan, tezin fikir altyapısının oluşturulmasına ve tezin ortaya çıkışına kadar tüm süreçte değerli bilgileriyle, yardım ve desteklerini esirgemeyerek bu çalışmanın ortaya çıkmasını sağlayan saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Fatih KORKMAZ'a en kalbî teşekkürlerimi arz ederim. Konu ile alakalı vermiş olduğu eğitim ile konuyu ayrıntılı bir şekilde değerlendirebilmeme olanak sağlayan, Elektrik Mühendisi Artur DEĞİRMENCİ' ye, otomotiv yaz kampı düzenleyerek tez konum ile alakalı sektörden insanlar ile iletişim kurmamı sağlayan Otomotiv Sanayi Derneği'ne, tez konusu neticesinde elde ettiğim verileri denetlememe olanak sağlayan PVSOL programının kullanımı konusunda bana yardımcı olan Enerji Sistemleri Mühendisi Şeyma YAZICI'ya ve tez konusu ile alakalı kaynak ve ayrıntılı bilgi edinmem konusunda paylaştıkları eserler yazılar ile bana yardımcı olan Elektrik Mühendisleri Odası'na katkılarından dolayı minnettarlığımı bildiririm. Son olarak, maddi ve manevi destekleriyle her şart ve koşulda arkamda olan aileme teşekkürü de bir borç bilirim.

Melike ÖZLER
Çankırı, Şubat 2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR ..... **iii**
İÇİNDEKİLER ..... **iv**
SİMGELER DİZİNİ ..... **vi**
KISALTMALAR DİZİNİ ..... **vii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **viii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **x**
1. GİRİŞ **1**
2. ELEKTRİKLİ OTOMOBİL TEKNOLOJİSİ **6**
2.1 Elektrikli Otomobillerin Tarihsel Gelişimi **6**
3. ELEKTRİKLİ OTOMOBİLLERİN SINIFLANDIRILMASI **11**
3.1 Tamamen Elektrikli Otomobiller **12**
3.2 Hibrit Otomobiller **13**
3.3 Hafif Hibrit Otomobiller **14**
3.4 Plug – In Hibrit Otomobiller **15**
3.5 Yakıt Pilli Otomobiller **16**
4. ELEKTRİKLİ OTOMOBİL ŞARJ YÖNTEMLERİ **19**
4.1 Bataryaların Şarj Metodları **19**
4.1.1 Kablosuz şarj **22**
4.1.2 Batarya değiştirme (QuickDrop) **23**
5. ELEKTRİKLİ OTOMOBİLLERDE STANDARTALAR VE ŞARJ MODLARI **24**
5.1 Elektrikli Otomobillerde Şarj Modları **24**
5.1.1 Mod 1 ..... **24**
5.1.2 Mod 2 ..... **25**
5.1.3 Mod 3 ..... **26**
5.1.4 Mod 4 ..... **28**
5.2 Elektrikli Otomobillerde Şarj Soketleri **29**
5.2.1 AC-On – Board **29**

5.2.2 DC-Off – Board **29**
5.2.3 CCS COMBO **29**
6. ELEKTRİKLİ OTOMOBİL VE ŞARJ İSTASYONALRININ GENEL DURUMU **32**
6.1 Dünya'da Elektrikli Otomobiller ve Şarj İstasyonlarının Genel Durumu **32**
6.2 Türkiye'de Elektrikli Otomobiller ve Şarj İstasyonlarının Genel Durumu **39**
7. ÇANKIRI İLİNDE GÜNEŞ ENERJİSİ VE GÜNEŞ ENERJİSİ DESTEKLİ ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ İSTASYONU TASARIMI VE MALİYET HESABI **45**
7.1 Çankırı İlinde İşletmedeki ve Yapım Aşamasındaki Güneş Enerjisi Santralleri **45**
7.2 Şarj İstasyonları Özellikleri ve Çankırı İlinde PV Sistem İle Çalışan ElektrikliAraç Şarj İstasyonu Sisteminin Modellenmesi **47**
7.3 Ekonomik Analiz **70**
8. SONUÇ **78**
KAYNAKLAR **80**
ÖZGEÇMİŞ **84**

SİMGELER DİZİNİ

A	Amper
Kw	KiloWatt
Kwh	KiloWattsaat
h	Saat
V	Volt
W	Watt
%	Yüzde

KISALTMALAR DİZİNİ

AA	Kalem Pil
AC	Alternatif Akım
AG	Alçak Gerilim
DC	Doğrudan Akım
EA (EV)	Elektrikli Araç
ECU	Elektrik Kontrol Ünitesi (Electric Control Unit)
Emk	Elektromotor Kuvvet
EPDK	Türkiye Enerji Piyasası Denetleme Kurumu
GPRS	General Packet Radio Service
HEA (HEV)	Hibrit Elektrikli Araç
HES	Hidroelektrik Santral
İYM	İçten Yanmalı Motor
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
Kg	Kilogram
kHZ	Kilohertz
Km	Kilometre
LCD	Sıvı Kristal Ekran (Liquid-Crystal Display
LFP	Lityum-Demir-Fosfat
MHEV	Hafif Hibrit Otomobiller
OG	Orta Gerilim
PHEV	Plug – In Hibrit Otomobiller
PV	Fotovoltaik (PhotoVoltaic)
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
VAC	Alternatif Gerilim Voltajı
VDC	Doğru Gerilim Voltajı
WIFI	Kablosuz Bağlantı Alanı (Wireless Fidelity)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Elektromote (Singh 2013) 7
Şekil 2.2 New York'taki elektrikli taksi (Larminie ve Lowry 2003 ve Chan 2013) 8
Şekil 2.3 Türkiye'de üretilen ilk elektrikli otomobil 9
Şekil 3.1 Elektrikli araç çeşitleri 11
Şekil 3.2. Tümü elektrikli araca örnek bir iç yapı 12
Şekil 3.3 Örnek bir HEA iç yapısı 14
Şekil 3.4 Hafif Hibrit Otomobil 15
Şekil 3.5 Plug-In Hibrit Otomobil 16
Şekil 3.6 Yakıt pilli elektrikli araç 18
Şekil 4.1 Hızlı şarj ünitesi 20
Şekil 4.2 Kablosuz şarj yöntemi 22
Şekil 5.1 Mod 1 şarj bağlantı gösterimi 25
Şekil 5.2 Mod 1 şarj bağlantı gösterimi 26
Şekil 5.3 Mennekes Tip 2 şarj soketi 27
Şekil 5.4 Mod 3 şarj bağlantı gösterimi 28
Şekil 5.5 Mod 4 şarj bağlantı gösterimi 29
Şekil 6.1 Elektrikli araç şarj işlemi 32
Şekil 6.2 2021 yılında bazı ülkelerdeki elektrikli araç sayıları 33
Şekil 6.3 2022 yılının ilk çeyreğinde en çok satılan EV markaları 35
Şekil 6.4 Çin'de elektrikli araç şarj terminali haritası 36
Şekil 6.5 Avrupa'da elektrikli araç şarj terminali haritası 36
Şekil 6.6 İngiltere'de elektrikli araç şarj terminali haritası 37
Şekil 6.7 ABD'de elektrikli araç şarj terminali haritası 38
Şekil 6.8 Güney Kore'de elektrikli araç şarj terminali haritası 38
Şekil 6.9 Almanya'da elektrikli araç şarj terminali haritası 39
Şekil 6.10 Türkiye'de bulunan elektrikli araç ve şarj terminali sayısı 41
Şekil 6.11Türkiye'de elektrikli araç şarj terminali haritası 42
Şekil 7.1 Türkiye'nin güneş radyasyon dağılımı 45
Şekil 7.2 Çankırı Belediyesi 1 MW'lık GES sahası 47
Şekil 7.3 Kurşunlu GES sahası 47
Şekil 7.4 Otopark sundurma arkadan görünüş 48
Şekil 7.5 Otopark sundurma önden görünüş 48
Şekil 7.6 Otopark sundurma yandan görünüş 49
Şekil 7.7 Sistem modellemesi 52
Şekil 7.8 Dizel jeneratör 53
Şekil 7.9 Dizel jeneratör güç verileri 53
Şekil 7.10 Rotor hız verileri 54
Şekil 7.11 Parlaklık (irradiance) girdi değerinin hesaplanmasına ait modelleme 55
Şekil 7.12 Solar panel üretimi modellemesi 55

Şekil 7.13 Işıma verisi modellemesi 56
Şekil 7.14 Güneş tarlası simülasyonu 56
Şekil 7.15 Güneş tarlası simülasyonu sonucu 57
Şekil 7.16 Şarj gücü üretimine ait modelleme 57
Şekil 7.17 EV simülasyonu 58
Şekil 7.18 V2G bloğu araç modellemesi 59
Şekil 7.19 V2G bloğunda bulunan 5 araç profiline ait şarj durumu verileri 60
Şekil 7.20 Elektrikli araçlara ait şarj verileri 61
Şekil 7.21 Regülasyon korumasına ait modelleme 61
Şekil 7.22 EV regülasyon verisi 62
Şekil 7.23 GES sistemi Autocad tek hat şeması çizimi 65
Şekil 7.24 Benzin ücret grafiği 68
Şekil 7.25 Motorin ücret grafiği 68
Şekil 7.26 Elektrik ücret grafiği 70
Şekil 7.27 Otopark sundurması PVSOL programı panel yerleşimi 74
Şekil 7.28 Çankırı ilinde PV sistem destekli elektrikli araç şarj işlemi verileri 77

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Tümü-elektrikli/ hibrit elektrikli ve yakıt pilli araç tipleri (ÜNLÜ vd. 2003) 18
Çizelge 4.1 Şarj terminal tipleri ve özellikleri (Şen vd. 2011)..... 21
Çizelge 4.2 Tiplerine göre şarj terminallerinin kuruldukları yerler (Şen vd. 2011) 21
Çizelge 5.1 Elektrikli araç şarj özellikleri ve şarj soketleri 31
Çizelge 7.1 Çankırı ilinde aktif çalışan GES'ler ve güçleri 46
Çizelge 7.2 Çankırı ilinde yapım aşamasında olan GES'ler ve güçleri 46
Çizelge 7.3 Önerilen EA şarj terminali modelinin istenen çıkış parametreleri 51
Çizelge 7.4 Son 4 yıla ait benzin ve motorin fiyatları..... 66
Çizelge 7.5 Son 4 yıla ait elektrik Fiyatları..... 69
Çizelge 7.6 Elektrikli araç şarj terminali maliyeti 71
Çizelge 7.7 EPDK tarafından belirlenen başvuru bedeli 72
Çizelge 7.8 EPDK tarafından belirlenen işlem bedelleri 72
Çizelge 7.9 EPDK tarafından belirlenen şebeke işletmecisi yıllık işletim bedeli..... 73
Çizelge 7.10 EPDK tarafından belirlenen GTŞ yıllık işletim bedeli 73
Çizelge 7.11 Elektrikli araç şarj terminali ve özellikleri..... 74

1. GİRİŞ

Günümüzde ekolojik dengenin bozulması sonucu ortaya çıkan çevre ve sağlık problemlerinin canlı yaşamını olumsuz etkilemesi sonucunda bu sorunlara neden olan sebeplerin araştırılarak bunlara çözüm bulunması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu olumsuz olaylara sebep olan etkenlerden birisi fosil yakıtlar olmakla birlikte bu yakıtların kullanım alanının azalmasına yönelik araştırmalar ve çalışmalar yapılmaktadır. Fosil yakıtların araçlarda kullanımı sonucu doğaya zarar vermesi, bu yakıtların yenilenemez bir kaynak olması sonucu tükenmesi halinde alternatif seçeneklerin bulunması gerekliliği, bu yakıtlara her ülkenin sahip olmaması sonucu meydana gelen çıkar çatışmaları, otomobil sektöründe yeni bir çağa geçilmesine neden olmuştur. Bu sorunlara en önemli alternatif elektrikli araçlardır. Bu konudaki araştırmalar 1800'lü yıllarda başlamış olup, günümüzde teknolojinin gelişmesi sonucu hız kazanmış ve çalışmalarda başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Tüm bu çalışmalar sonucu üretimi gerçekleşen ve kullanımı hızla artan elektrikli araçlar getirdiği yenilik ve avantajların yanında dezavantajlara da sahiptir. Dünya'da hızla artan elektrikli araç kullanımının getirdiği en büyük sorun, elektrik enerjisi tüketimidir. İçten yanmalı motorların kullanıldığı araçlarda tüketilen yakıtlar ülkelerde günlük hayatı elektrik kadar etkilememektedir. Elektrikli araçların artışı ile akıllarda oluşan soru, mevcut elektrik enerjisinin tüm bu cihazlara yetip yetmeyeceğidir. Bu konuda çalışmalar yapan ülkeler elektrik enerjisini artırma yoluna gitmişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucu, elektrik enerjisinin temiz ve güvenilir kaynaklardan elde edilmesi gerekliliği de ortaya çıktığından, ülkeler yeni enerji kaynakları arayışına ya da var olan enerji kaynaklarını temiz hale getirme çabasına girmişlerdir.

Türkiye'nin elektrikli araç kullanımı ile alakalı çalışmaları da devam etmekte olup, konu ile alakalı deneyler ve araştırmalar yapılmaktadır. Tüm bunların sonucunda günümüzde en çok tercih edilen yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisi ile elektrikli araçların şarj işleminin ve bu işlemin maliyetinin incelenmesine yönelik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde, PV sistem ile

elektrik enerjisi üretmenin oldukça karlı olduğu sonucuna ulaşan tüketiciler günümüzde hızla bu sektöre yönelmiştir. Bunun neticesinde, PV sistem ile günlük ihtiyaçların karşılanmaya başlandığı bir döneme geçilmiştir. Bu enerji ihtiyacında artış olmasına sebep olacak olan elektrikli araçlar içinde bu sistemler kullanılmaya başlanmıştır.

Bu tezin yazımındaki amaç; hızla hayatımıza girmeye başlayan elektrikli araçlar ile ilgili PV sistem şarj işleminin Çankırı ilinde faydalı olup olmayacağının incelenmesi ve bu sistemlerin ne oranda kârlı olduğunun tespit edilmesidir. Bu amaç neticesinde yapılan araştırmalar ile elde edilen sonuçlar neticesinde, hakkında araştırma yapılan Çankırı ilinin PV sistem ile elektrik üretmeye elverişli olduğu neticesi ortaya çıkmıştır. Bu neticenin doğruluğunun incelenmesi için MATLAB / SİMULİNK ve PVSOL programları ile sonuçlar denetlenmiştir. SİMULİNK sonucunda sistemde ışımanın az olduğu ve araçların yoğun olarak şarj edildiği saatlerde az miktarda şebekeden beslenebileceği sonucu ortaya çıkmıştır. PVSOL programında ise yıllık kazancın 858,365 kWh / kWp olduğu tespit edilmiştir. Yani sistemin yıllık değerlerine bakıldığında kârlı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, Çankırı ilinde son 4 yılın benzin ve motorin fiyatları incelenmiş olup elektrikli araçların fosil yakıtlı araçlara oranla kârlı olup olmadığı incelenmiş ve elektrikli araçların içten yanmalı motor kullanılan araçlara göre daha karlı olduğu tespit edilmiştir. Bu araçların PV sistemler ile şarj edilmesi neticesinde de hem temiz bir enerji kaynağından enerji elde edilmiş hem de bu durumda tüketiciler daha verimli bir sistem kullanmış olmaktadır.

Konu ile alakalı yapılan literatür taramalarında elektrikli araçların PV sistem ile şarj edilmesi kapsamında aşağıda belirtilen benzer çalışmalar yapılmıştır.

Aras (2022) tarafından yapılan çalışmada 1000 W/ m² ışınım ve 25° C ortam sıcaklığı baz alınarak yapılan tasarımda GES'in üretebileceği gücün 56 Kw olduğu tespit edilmiştir. Yapılan tasarımda, elektrikli aracın şebekeye bağlı olması halinde maksimum 51490 W enerji çekeceği görülmüştür. Elektrikli araç şarj terminali GES'e bağlandığında ise bu değerin maksimum 55650 W olacağı belirlenmiştir. Burada elde edilen sonuçlarda şarj terminallerinin hem şebekeye hem de GES sistemine bağlı olarak çalışması ile esasında GES sisteminin şebeke içinde bir kaynak haline geldiğini

görülmüştür. Çalışma neticesinde sistemin verimli olacağı öngörülmüş olup, uygulamaya dökülmesi halinde faydalı olacağı tespit edilmiştir (Aras 2022).

Boyekin (2020) yapmış olduğu çatı tipi PV sistem ile elektrikli araç şarj terminali tasarımında, kurulan GES tesisinde elde edilen veriler neticesinde şu anda elektrikli araç sayısı az olduğundan sistemin anlık olarak yeterli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sebeple, sistemin ürettiği fazla enerji şebekeye satılmak sureti ile kâr elde edilmiştir. Ayrıca sonuçlara bağlı olarak tahmin edilen amortisman süresinin en aktif kullanım durumu dikkate alındığında yaklaşık 7,5 yıl kadar olacağı öngörüsünde bulunulmuştur. Sonuç olarak, PV sistemlerin elektrikli araçları şarj etmede yeterli ve faydalı olduğu tespit edilmiştir (Boyekin 2020).

Çiçek vd. (2019) tarafından yapılmış olan çalışmada, PV – batarya hibrit sistemine sahip olması planlanan bir elektrikli araç otoparkının toplam elektrik maliyetinin minimuma ulaştırılması amaçlanarak bir şarj yöntemi tasarlanmıştır. Yapılan araştırma sonucunda ise PV – batarya hibrit sisteminin elektrik maliyetini düşürdüğü tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada, bazı durumlarda sistemin şebekeden hiç beslenmediği görülmüştür. Burada yapılan çalışma neticesinde; PV sistemlerin elektrik maliyetlerinde önemli bir düşüşe olanak sağladığı, batarya sistemi bulunmasının ise sonuçlar üzerinde çok bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Çiçek vd. 2019).

Çobanoğlu (2020)'nun yapmış olduğu çalışmada, İzmir ilinde gerçekleştirilen senaryo da 700 kWh/m enerji ihtiyacı olduğu varsayılarak bir tasarım yapılmıştır. Yapılan bu tasarımda, 100 araca hizmet edecek olan 12 şarj terminalinin enerji ihtiyacının PV sistemlerden karşılanabilirliği incelenmiştir. Anlık olarak 3 kWp maksimum güç talebi olacağı ve aylık 700 kWh/m enerji tüketimi ihtiyacı olacağı hesabına dayanarak; 12 terminalin 5. İstasyondan sonrası için EA'lara enerji satmaktan para kazanacak kadar araç şarj edilemeyeceği ve üretilen enerji fazlasının şebekeye satılarak kâra dönüştürülebileceği sonucuna varılmıştır. Bir diğer seçenek olan sisteme batarya entegresi ise sistemin daha maliyetli olmasına ve amortisman süresinin uzamasına neden olacaktır. Sonuç olarak, elektrikli kara araçlarının PV sistem ile şarj edilmesinin daha kârlı olduğu ve bu sistemin bataryaya entegre olarak değil, şebekeye bağlı olarak

tasarlanmasının daha az maliyet ve daha kısa amortisman süresi sunacağı sonucu elde edilmiştir (Çobanoğlu 2020).

Gücin (2013) çalışmasında, elektrikli araç şarj işleminin rüzgâr ve güneş enerjisi kullanılarak hibrit bir sistem ile sağlanmasına ve bu sistemin şebeke ile desteklenmesine yönelik bir tasarım yapmıştır. Yapılan tasarımda, Seviye 2 DC Şarj Standartları limitlerine göre bir simülasyon yapılmıştır. Bunun neticesinde; sistemin hem hızlı şarj hem de geri besleme yapabildiği yani şebekeyi besleyebildiği ve bu sayede enerjinin fazlasının tekrar depolanabilerek konutlarda kullanılabileceği sonucu çıkmıştır. Yapılan farklı tasarımlar neticesinde; elektrikli araçların adeta bir enerji deposu gibi kullanılabileceği ve gerektiğinde şebekeye enerji verebileceği bu sayede kullanılmayan fazla enerjinin değerlendirilmesi neticesinde sistemin daha kısa sürede kendini amorti edebileceği sonucuna varılmıştır (Gücin 2013).

Gürbüz (2021) tarafından yapılan çalışmada, elektrikli araç sayısındaki artış neticesinde artacak olan elektrik enerjisinin yenilenebilir kaynaklar olan rüzgâr ve güneş enerjisi vasıtası il karşılanabilirliğinin araştırılması amacı ile yapılmıştır. Bunun için yerli araç olan TOGG baz alınarak yapılan incelemede ülkemizde elektrikli araç sayısının tahmin edilen düzeyde artması neticesinde, 36 GWh'lik bir artış ile enerjide %4,06 oranında bir artış olacağı tespit edilmiştir. Bu oran Türkiye'nin kurulu gücünün karşılayamayacağı bir değere tekabül ettiğinden, bu gücün karşılanabilmesi adına yaklaşık olarak 1000 Kw güce sahip 5 milyon panel ile kurulacak ya da rüzgâr enerjisi ile karşılanması amacı ile 2159 MW güce sahip yaklaşık 1390 adet rüzgâr türbinine ihtiyaç duyulacağı sonucuna varılmıştır. Bu sistemlerin daha avantajlı olacağından hibrit olarak kurulmasının daha faydalı olacağı tespit edilmiştir. Yani sonuç olarak; ilerleyen süreçlerde açığa çıkması beklenen enerji açığının giderilebilmesi için günümüzde yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimine yönelik çalışmaların hız kazanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Gürbüz 2021).

Güvel (2018) gerçekleştirmiş olduğu çalışmada rüzgâr ve güneş enerjisinden enerji elde edilmesi planlanan hibrit bir sistem tasarlamıştır. Bu sistemde elde edilecek olan enerjinin ne kadarının rüzgâr enerjisinden, ne kadarının güneş enerjisinden elde

edileceğinin hesabı yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar neticesinde çıkan en iyi senaryoda 2 adet 200 Kw rüzgâr türbini ve 1103 adet 210 w panel ile enerji ihtiyacının giderilebileceği sonucuna varılmıştır. Tasarlanan hibrit şarj terminalinde; yılda 843150 kWh enerji üretimi olacağı, hibrit şarj terminallerinin günde 14 saat çalışarak saatte 5 adet otomobil şarj edebileceği, üretilen enerjinin %47'sinin rüzgâr, %53'ünğn güneş enerjisinden elde edileceği ve bu sistemin amortisman süresinin 15 yıl olacağı sonucuna varılmıştır (Güvel 2018).

Bu tezde Çankırı ilinde PV sistem destekli bir elektrikli araç şarj terminali tasarımı yapılmıştır. Bireysel kullanım için tasarlanan sistem üç araçlı olarak incelenmiş olup, bu üç aracın PV sistem ile Çankırı ilinde şarj edilebilme durumları irdelenmiştir. 3 araç için günlük ortalama enerji ihtiyacı 28,5 kWh olarak tespit edilmiş olup, 535 Wp'lik 15 adet panel ile Çankırı'da günlük üretilecek olan 8,025 kWp ile bu şarj işleminin gerçekleşebileceği ve fazla üretilen enerjinin şebekeye mahsuplaşma usūlü ile verilebileceği tespit edilmiştir. Bu sistemlerin çevresel ve maddi avantajları incelenmiş ve Çankırı ilinde fosil yakıtlı araç kullanımı ile elektrikli araç kullanımının maddi neticeleri de incelenmiştir. Yapılan incelemede; Çankırı ilinde son 4 yıla ait benzin ve motorin fiyatları incelenmiş ve elektrik fiyatları ile bir kıyaslama yapılmıştır. Bu kıyaslama sonucunda; Çankırı ilinde fosil yakıtlı araç kullanımı ile elektrikli araç kullanımı neticesinde, araçların 100 km menzilde harcayacakları yakıtların maliyetlerine bakıldığında, fosil yakıtlı araçların elektrikli araçlara göre ortalama 3,15 kat daha fazla maliyete sahip olacakları tespit edilmiştir. Bu sebeple, elektrikli araçlar fosil yakıtlı araçlara göre daha avantajlı iken elektrikli araçların PV sistem ile şarj edilmesi neticesinde tüketiciler çok kısa bir süre içerisinde avantaj elde edeceklerdir.

Çankırı ili için bu tarz bir araştırmanın daha önce yapılmamış olduğu ve farklı iller için yapılan çalışmalarda da fosil yakıtlı araçlarla bir mukayese yapılmadığı tespit edilmiştir. Bu tezin literatüre katkısı ise Çankırı ilinde bu tarz bir çalışmanın yapılabileceğinin gösterilmesi ve bu tarz bir çalışma neticesinde tüketicilerin PV sistem ile elektrikli araç şarj etmesi neticesinde, fosil yakıt kullanımı ile çalışan araçlara göre ne oranda kârlı olduğunun tespit edilmesinin sağlanmasıdır.

2. ELEKTRİKLİ ARAÇ TEKNOLOJİSİ

Son zamanlarda, yenilenemez enerji kaynaklarının tüketiminin artan nüfus ile birlikte hızlı bir şekilde artmaya başlaması sonucu bu durumdan etkilenebilecek olan bazı sektörlerde farklı enerji kaynağına yönelme ihtiyacı hâsıl olmuştur. Bu sektörlerden birisi olan otomobil sektörü, nüfus artışı ile birlikte enerji kaynağı olarak kullandığı petrolün hızlı bir şekilde tükenmesi ve yenilenemez bir enerji kaynağı olması sebebi ile farklı enerji kaynağı kullanma yoluna başvurmuştur. Bu ihtiyaç sonucunda, yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarından elde edilebilen bir enerji olarak elektrik enerjisi tercih edilmiştir. Yıllardan beri süregelen bu durumlar sebebiyle bu konudaki araştırmaların temeli 1800'lü yıllara kadar dayanmakta olup, gelişen teknoloji ve ihtiyaç fazlalığı sonucu günümüzde hız kazanmıştır.

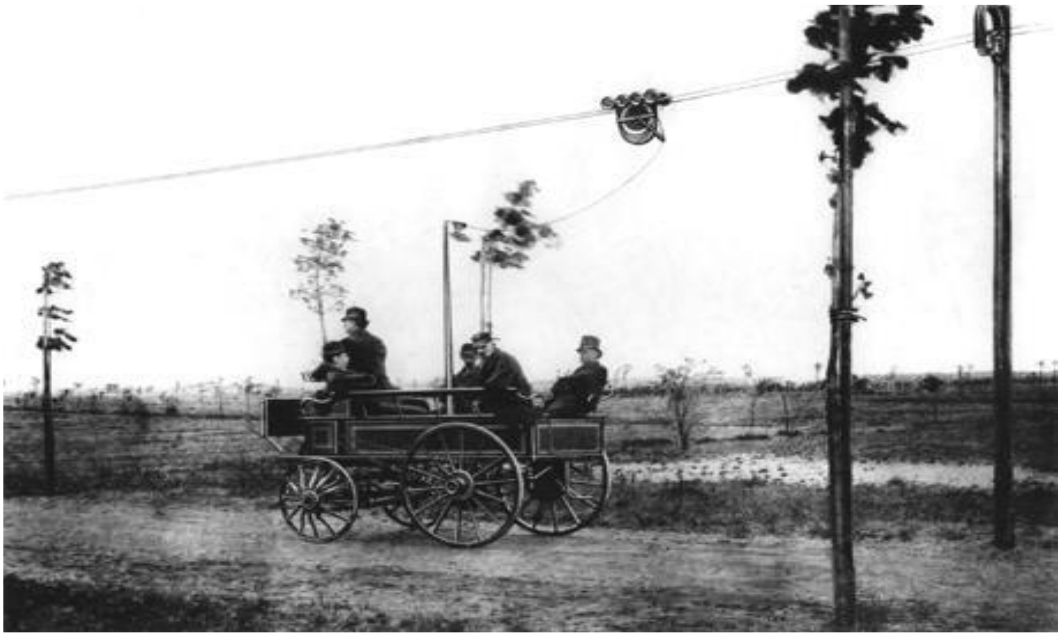
Elektrikli araçlarda enerji, günümüzde sıkça kullandığımız içten yanmalı motorların kullanıldığı araçlardan oldukça farklıdır. Elektrikli araçlarda enerji depolamak adına batarya ya da pil setleri kullanılmakta olup, motor olarak da elektrik motorları kullanılmaktadır ve bu motorlar yenilenebilir enerji kaynağı ile beslendiği sürece en zararsız sistem olarak değerlendirilmektedir.

Bu sistemlerin çevreye zarar vermemesi ve depoladıkları enerjiyi maksimum seviyede kullanarak yüksek performans göstermesi nedeni ile fosil yakıt kullanımı gerektiren motorlara karşı devamlılık gösterebilecek bir seçenektir. Çevre dostu olması ve kullandığı enerji kaynağının devamlı olması sonucu elektrikli araç kullanımı artmıştır.

2.1 Elektrikli Araçların Tarihsel Gelişimi

Elektrikli araçlardaki ilk örnek 1835 yılında Amerika Vermont'ta Thomas Davenport tarafından icat edilmiştir. Bu araç iki elektromıknatıs, bir pivot ve bir batarya kullanılması sonucu tasarlanmış ufak bir lokomotiftir. Aynı dönemde, Robert Anderson da İskoçya'da yaşadığı dönemde elektrik enerjisi ile çalışan bir araç icat etmeyi başardı. Fakat Anderson tarafından icat edilen bu araç şarj edilme özelliğine sahip olmadığı için

gündelik hayata uyum sağlayamadı ve kısmen başarısız oldu. Yapılan çalışmalar sonucunda; günlük hayatta kullanım alanı bulan ilk elektrikli araçlar incelenecek olursa, Şekil 2.1'de dünyanın ilk elektrikli troleybüsü bulunmaktadır. 1882 yılında Ernst Werner von Siemens tarafından üretilen bu araç günlük hayatta kullanılmıştır.



Şekil 2.1 Elektromote (Singh 2013)

Teknolojinin sürekli gelişme göstermesi neticesinde elektrikli araçlarda da gelişmeler başlamış ve günlük yaşama daha iyi adapte olmuştur. Şekil 2.2'de de bunun bir örneği olarak New York'ta günlük hayatta taksi olarak kullanılan elektrikli araç görülmektedir.



Şekil 2.2. New York'taki elektrikli taksi (Larminie ve Lowry 2003 ve Chan 2013)

Elektrikli otomobiller konusundaki çalışmalar 1830'larda başlamışken, bu çalışmaların en verimli dönemi 1900'lü yılların başı olmuştur. 1900'lü yıllarda, elektrikli otomobillerdeki çalışmaların başarılı örnekleri görülmeye başlanmış ve giderek artmıştır. Hatta New York'ta elektrikli otomobiller ticari taksi olarak kullanılmaya dâhi başlanmıştır. Amerika'da üretimi gerçekleştirilen 4000'in üzerinde otomobilin %28'i elektrik enerjisiyle çalışıyordu. Aynı zamanlarda New York, Boston ve Chicago gibi büyük şehirlerdeki otomobillerin üçte ikisi elektrikli araçlardan oluşuyordu.

O dönemlerde pek fazla gelişim gösterememiş olan benzinli araçlar; titreme, gürültü gibi birçok teknik sıkıntıya sahipti. Bu sebeple, içten yanmalı motorların kullanıldığı araçların yerine elektrikli araçlara olan ilgi ve istek hızlı bir şekilde büyüyordu.

İçten yanmalı motorların dünya genelinde hemen hemen aynı problemlere neden olması sonucu; Türkiye'de de elektrikli araçlara yönelik çalışmalar başlamış olup, bu konudaki ilk örnek 1888 yılında II. Abdülhamit'im siparişi sonucu elde edilmiştir. Sipariş verilen

şirkette çalışan mühendisler tarafından itina ile tasarlanan ve Şekil 2.3'de görülen bu otomobil II. Abdülhamit'e sunulmuş ve kendisi tarafından beğeni almıştır. Üretilen bu elektrikli otomobilin bazı rekorlara sahip olduğu söylenmektedir. Ayrıca bu zamanlarda elektrikli otomobiller ile fosil yakıtlı otomobiller arasında kıyasıya bir rekabet ortamı bulunmaktdır.



Şekil 2.3 Türkiye'de üretilen ilk elektrikli otomobil

Otomobil piyasasının hızla gelişmesi ile 1960'larda otomobil sayılarındaki üretim artışı sonucu insanların satın alma gücü de arttı. Fakat bu tüketimin kontrolsüz oluşu, zararlı yakıtlar ve hava kirliliği gibi birçok da soruna neden oldu. Fosil yakıtlı motorların ekosisteme zarar vermesi ve petrol krizinin ortaya çıkardığı sorunlarla, içten yanmalı motorla çalışan araçların görevlerini üstlenebilecek farklı seçenekler araştırılmaya başlandı.

1972 yılında BMW tarafından üretilen, BMW1602 E elektrikli araç olimpiyat oyunlarında sunulmuş ve büyük ilgi görmüştür.

Elektrikli otomobil üretim çalışmaları yavaş yavaş yürütülürken, 1990'larda imzalanan Temiz Hava Yasası Değişikliği ve Enerji Politikası Kanunu ile hız kazanmıştır. Bu kanun sonucunda elektrikli araç üretiminde de artış yaşanmaya başlamıştır. 1996 yılında

General Motors'un "Dünyanın en verimli üretim aracı" olarak piyasaya sunulan EV1 modelinin üretimi gerçekleştirilmiştir. Fakat EV1'lerin pazarlama planlamasındaki başarısızlıklar üretimin devamlılığını kaybetmesine neden olmuştur. Akabinde, Toyota ilk defa ticari olarak pazarlaması yapılan ve seri olarak üretilen hibrit otomobil olan Prius'u piyasaya sunmuştur. Prius'un üretimi 1997'de başlamış ve üretildiği ilk yıl 70 bin adete yakın araç satılmıştır.

2000 yılına gelininceye kadar birçok otomobil firması bu konuda çeşitli çalışmalar yaparak, elektrikli araç üretimi gerçekleştirdi. Ancak, bu dönemlerde üretimi gerçekleştirilen araçlar istenildiği gibi büyük bir başarı elde edemedi. Bu sektöre en büyük ilgi 2006 yılında, Tesla Motor tarafından elektrikli araç üretimine başlanması sonucu meydana geldi.

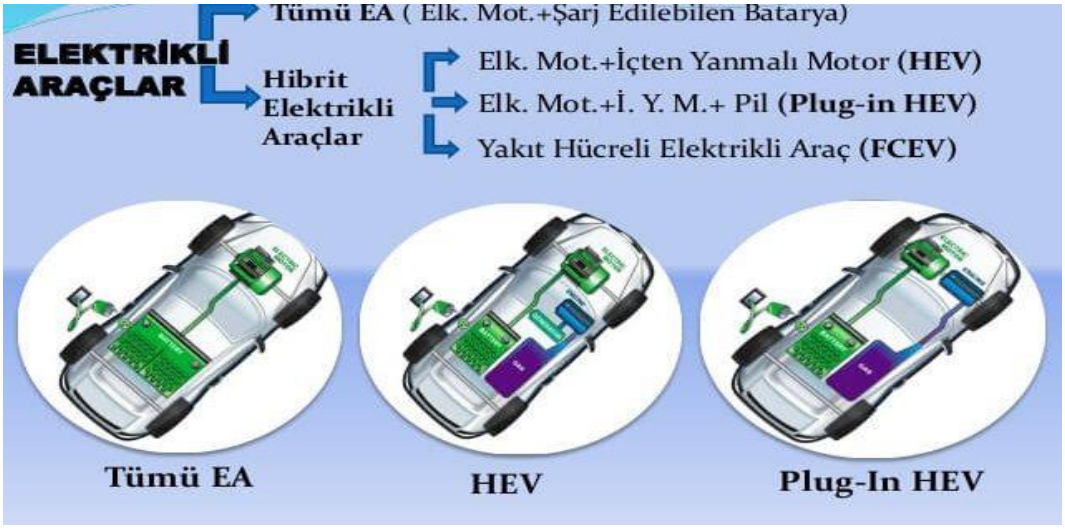
2011 yılında Tesla tarafından retimi tamamlanan Roadster modeli, elektrikli araç tarihinde yeni bir çağ açtı. Kendi benzeri diğer otomobillerden farkı, Tesla Roadster'ın 240 km menzil performansına sahip olması ile ön plana çıkmasıdır. Bundan yaklaşık 100 yıl önce Henry Ford'un Model T ile yapmış olduğu girişimin bir benzerini, aradan 100 yıl geçtikten sonra Elon Musk, Tesla Roadster ile gerçekleştirmiş ve yaptığı bu atılımlar sonucu sektörün en iyisi olmayı başarabilmiştir.

3. ELEKTRİKLİ OTOMOBİLLERİN SINIFLANDIRILMASI

Elektrikli otomobiller üretici firmalar tarafından kullanım amacı ve kullanılacak bölgenin şartları dikkate alınarak üretilmektedir. Bu konu ile alakalı en büyük sorunlardan birisi; hibrit araçlar ile elektrikli araçlar arasındaki farkın bilinmemesi, bu iki araç türünün karıştırılmasıdır. Tüm bu bilgilere göre Elektrikli otomobil çeşitlerini detaylandıracak olursak bu çeşitler;

- Tamamen Elektrikli Otomobiller
- Hibrit Otomobiller
- Hafif Hibrit Otomobiller
- Plug-In Hibrit Otomobiller
- Yakıt Hücreli Otomobiller

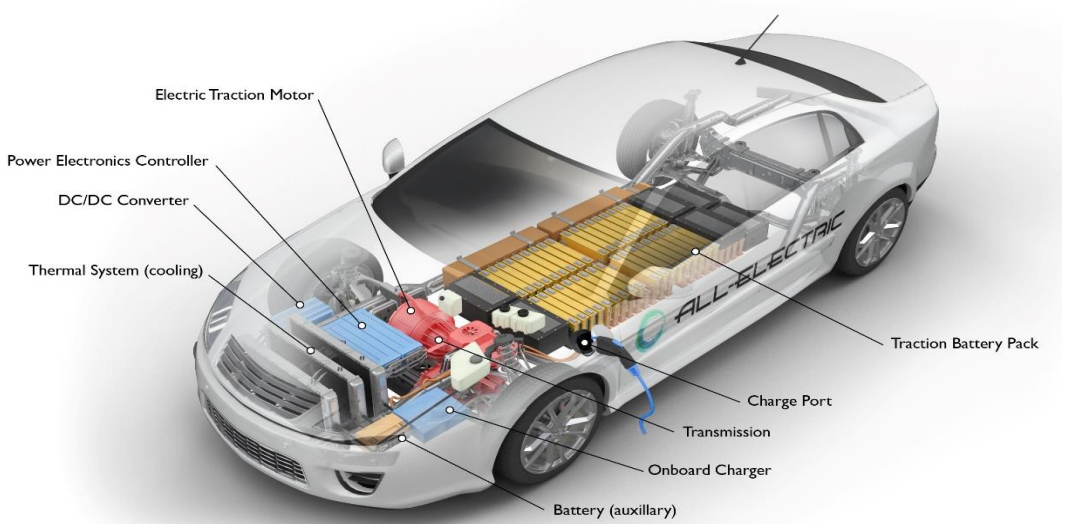
şeklinde ifade edilebilir. Şekil 3.1'de bu araç çeşitlerine ait gösterimler bulunmaktadır.



Şekil 3.1 Elektrikli araç çeşitleri

3.1 Tamamen Elektrikli Otomobiller

Elektrikli otomobiller isminden de anlaşılacağı üzere elektrik motoru ile çalışan ve çalışmak için elektrik enerjisine ihtiyaç duyulan araçlardır. Bu araçlar elektrik motoru bulundurduğundan, harekete geçme esnasında kullanılan enerji temiz bir enerji olduğundan, emisyon meydana gelmemektedir ve enerji ihtiyacı elektriğin depolandığı bataryalardan sağlanmaktadır. Elektrik motorunun hareketi ise aktarma organı ile tekerlere iletilmektedir (Öztürk 2013). Tamamı elektrikli otomobillerde, temel bataryaya destek sağlamak amacı ile ek enerji kaynağı olarak süper kapasitör ya da ikinci bir batarya kullanılabilmektedir. Temel bileşenleri; elektrik motoru, akım voltajı dönüştürücüler, motor sürücü devresi ve pildir. Bunların haricinde tabii ki her araçta bulunması gereken tüm parçalar bu sistemlerde de mevcuttur. Tamamen elektrikli otomobillerde bulunan bu aksamlara ait gösterim Şekil 3.2'de daha iyi anlaşılabilmesi için verilmiştir.



Şekil 3.2 Tümü elektrikli araca örnek bir içyapı

Bu sistem içten yanmalı motorlarla kıyaslandığında avantajları;

- Elektrik motoru kullanıldığı için ses çıkarmazlar,

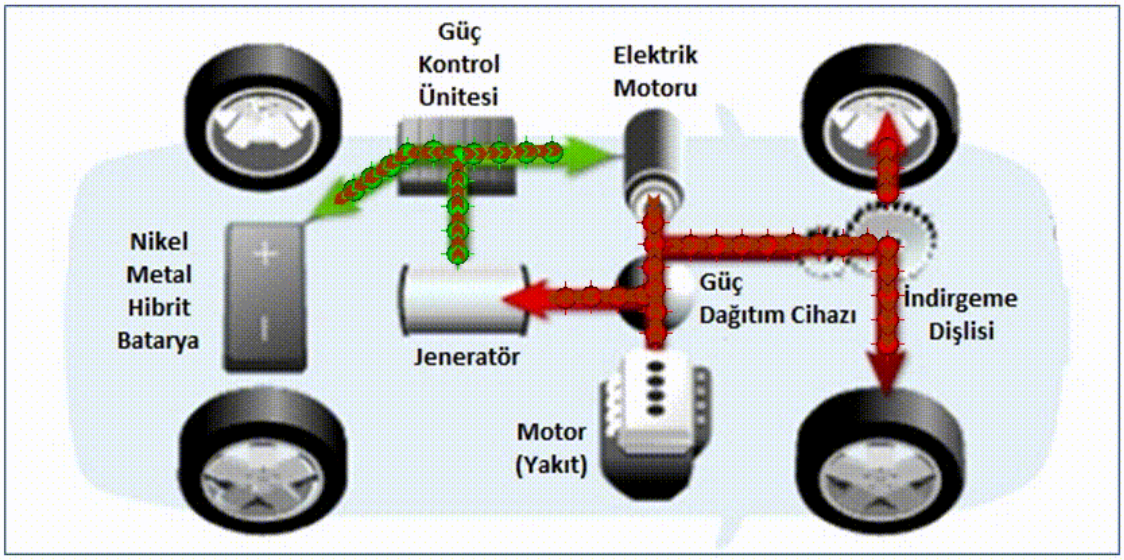
- Rejeneratif frenlemeden dolayı fren ömürleri daha uzundur,
- Bakım maliyetleri ve yakıtları içten yanmalı motor kullanılan otomobillere oranla daha azdır.

Dezavantajları ise;

- Bataryalar çok ağırdır ve otomobilin menzili sınırlıdır,
- Şarj süresinin yaklaşık 5-8 saat kadar sürmesidir.

3.2 Hibrit Otomobiller

Hibrit otomobiller hem içten yanmalı motor hem de içten yanmalı motora destek olması amacı ile elektrik motoru kullanılan sistemlerdir. Bu sistemde, bataryaların dolumu fosil yakıt kullanımı ile çalışan motor tarafından doldurulan bir jeneratör vasıtası ile gerçekleşir. Fosil yakıt ile çalışan araç motorunun çalışması ile elde edilen kinetik enerji, jeneratör vasıtası ile elektrik enerjisine çevrilerek batarya da depolanır. Bu sistemlerde bulunan elektrik motoru tek kullanıldığında düşük hızlarda az mesafeler gidebilir. Ama asıl bu sistemde, esas yük yine içten yanmalı motorlardan elde edilir. Elektrik motoru yardımcı durumundadır ve gerek duyulan zamanlarda güç yardımı yapar. Araçtaki birtakım aksesuarları çalıştıracak kadar güç verebilir, hız düşük iken tork eksikliğini telafi edebilir ve devrin düşük olduğu anlarda devreye girerek yakıt tasarrufu yapabilir. Şekil 3.3'de hibrit otomobillere ait yapısal gösterim sistemin daha iyi anlaşılabilmesi adına gösterilmektedir.



Şekil 3.3 Örnek bir HEA iç yapısı

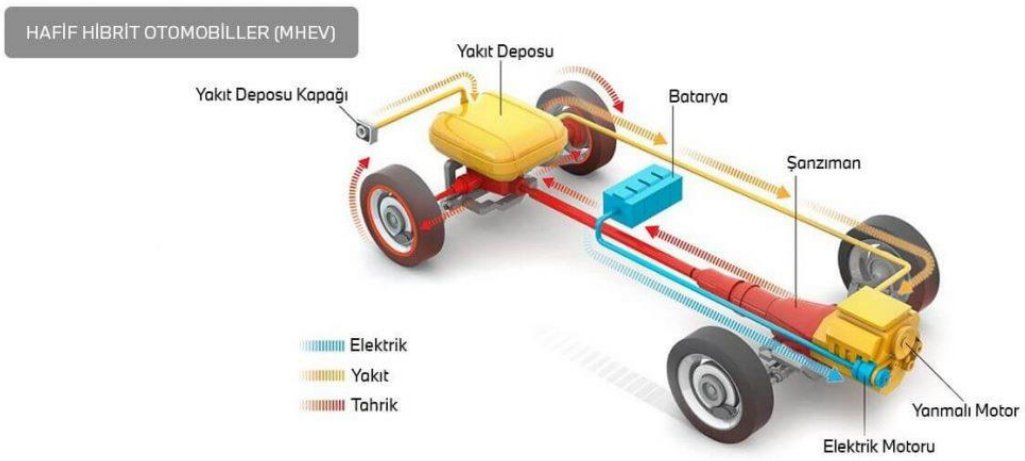
Hâlihazırda kullanılan içten yanmalı motorlara sahip otomobiller, hibrit otomobiller ile kıyaslandığında hibrit otomobiller bir takım avantajlara sahiptir ve bu avantajların en önemlisi ise motorun boyutunun küçülmesine karşılık ihtiyacı karşılayabiliyor olmasıdır. Bu üstünlük kısaca, otomobilde kullanılan her iki motorun da aynı anda tekerleklere güç sağlaması neticesinde meydana gelmektedir. Bu durum da yakıt tüketimi ile doğrudan ilgilidir. Bir başka üstünlük ise; otomobilde bulunan elektrik motorunun âdete bir jeneratör görevi üstelenerek, içten yanmalı motorlarda mekanik fren sistemi sonucu kaybedilen kinetik enerjinin elektrik enerjisine çevrilmesine olanak sağlamasıdır.

3.3 Hafif Hibrit Otomobiller

Hafif hibrit otomobiller, esasında benzinli motora yardımcı olmaları ile bilinebilir. Kısaca ifade edilirse; hafif hibrit otomobillerde, yanmalı motora destek veren bir elektrik motoru mevcuttur. Seyir süratinin sabit olduğu durumlarda, yakıt kullanımının daha çok yapılmasını gerekli kılan ani kalkış ve ani hızlanma gibi durumlarda, benzinli motora yük binmesinin önüne geçerek elektrik motorunun sahip olduğu tahrik sistemine güç aktarması biçiminde bir çalışma prensibine sahiptir. Bu durum sayesinde sürekli bir

yakıt kullanımı olmadığı ve meydana gelebilecek fazla yakıt kullanımına engel olduğu için, emisyon değerlerini düşürmesi ile yararlı hale gelmektedir.

Hafif hibrit otomobiller, aracın hızı ve yükü sabit iken frenleme sırasında, tekerleklerinde bulunan dinamolar vasıtasıyla kendini şarj etme sistemine sahiptir. Bu sistemlerde, elektrik bataryalarının doldurulması işlemi için dışarıdan herhangi bir elektrik terminalinden alınacak desteğe gerek duyulmamaktadır. Bu sebeplerden ötürü, hafif hibrit otomobiller için şarj terminallerine gereksinim yoktur. Kısasacası, aşağıda yapısal gösterimi de verilmiş olan hafif hibrit otomobiller kendi enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmektedir. Şekil 3.4'te hafif hibrit otomobillere ait olan iç aksamlar ve dizaynları görülmektedir.

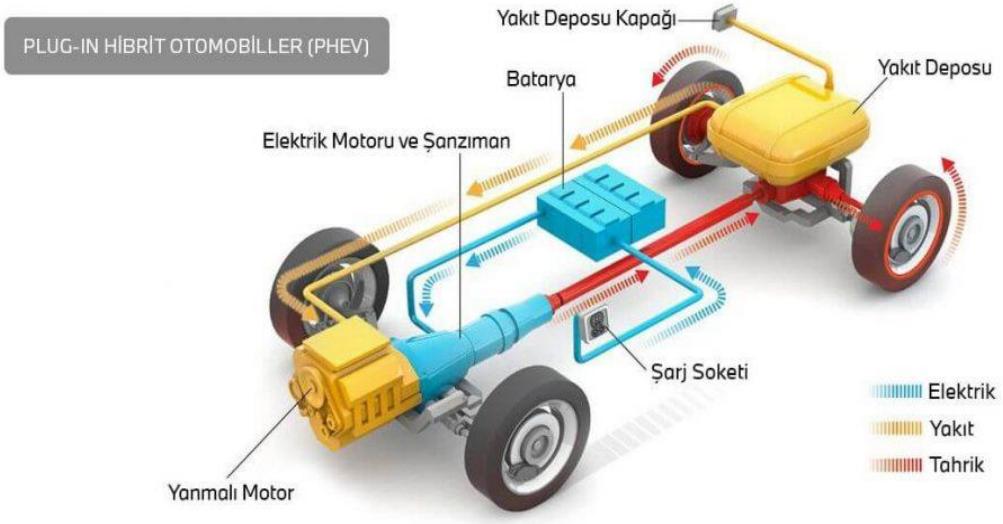


Şekil 3.4 Hafif hibrit otomobiller

3.4 Plug - In Hibrit Otomobiller

Hafif Hibrit Otomobillerin yanında ek olarak Plug-In yani soketli, şarj edilebilir hibrit otomobillerden söz etmek gerekir. Çalışma sistemi ve devreye alınma yeterlilikleri hafif hibrit otomobillerin sistemleri ve yeterlilikleri ile aynıdır. Bu sistemin farkı ise; buradaki elektrik bataryalarının, dışarıdan bir soket yardımı ile elektrikli şarj terminallerinden beslenebiliyor olmasıdır.

Plug – In hibrit otomobillere ait yapısal gösterim Şekil 3.5'te verilmiş olup, bu otomobillerin içten yanmalı motorlara sahip otomobillere oranla çok daha farklı bir iç dizayna sahip olduğu buradan incelenebilmektedir.



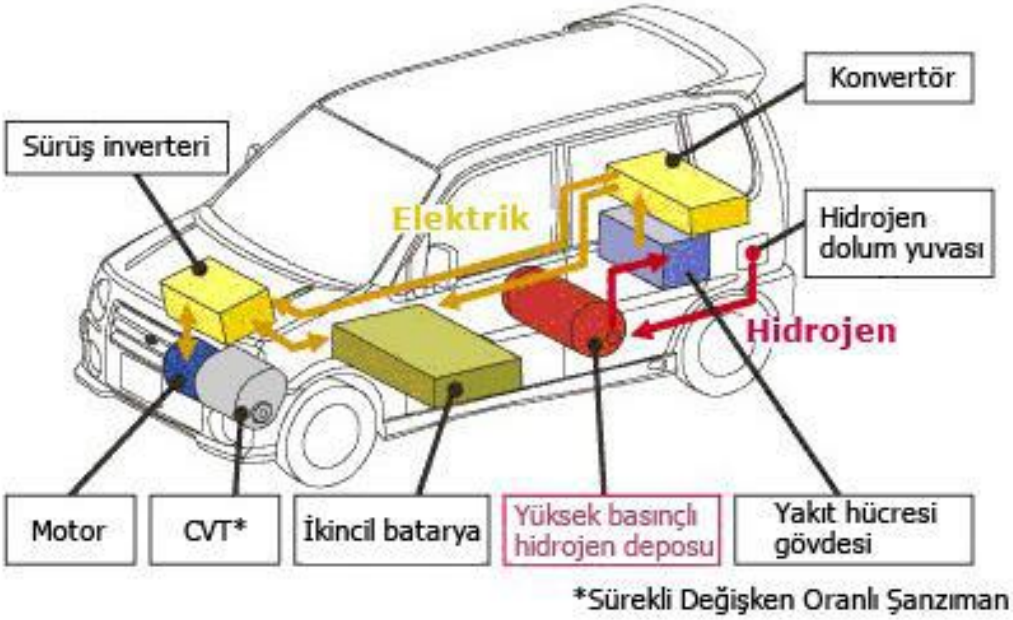
Şekil 3.5 Plug – In hibrit

3.5 Yakıt Hücreli Otomobiller

Yakıt hücresi teknolojisi, esasında uygulamaya konulma önceliği olarak elektrikli ve hibrit teknolojilerinden çok daha öncesine dayanan geçmişe sahip sistemlerdir. Yakıt pillerinin işlevi; elektrokimyasal reaksiyonun değişme enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmektir. Yakıt pilleri, batarya gibi enerjiyi depolamaktan çok enerji üretir ve bu esnada temel yakıt olarak hidrojen kullanırlar (Kuşdoğan 2009). Hidrojen ve oksijenin birbirinden ayrılması sonucunda hidrojeni yakıt hücresinde elektrik üretmek amacı ile kullanılan sistemdir. Teknik açıdan değerlendirildiğinde; elektrikli otomobil sistemine sahip olarak sınıflandırılmasa dahi çalışma prensibinin bir sonucu olarak elektrikli arabalara tahrik sağlamasından ötürü bu şekilde bir sınıflandırmaya dâhil edilebilmektedir.

Bu araçlar; yakıt depolama sistemi, yakıt pili kontrol ünitesi, güç işlemci ünitesi kontrolü ve tahrik sistemlerini de içinde barındırmaktadır (Ünlü vd. 2003). Ayrıca yüksek verim, doğrudan enerji dönüşümü, düşük emisyon ve gürültü seviyeleri (Ünlü vd. 2003), atık ısının toplanabilir olması, hızlı yeniden dolum (Kuşdoğan 2009) bu araçların avantajları arasındadır. Yakıt pilleri enerji tasarrufu sağlayan bir güç kaynağı gibi kullanılmakla birlikte, yüksek verimleri sayesinde gelecekteki EA sahiplerinin ilgisini çekeceği düşünülmektedir (İçingür 2009).

Ayrıca yakıt hücreli otomobillerin, önümüzdeki dönemlerde batarya teknolojisi ile çalışacak olan elektrikli otomobiller ile yaklaşık bir menzile sahip olduğu söylenebilir. Bu durumda; yakıt hücreli otomobillerin önemli yararlarından biri ise, içten yanmalı motorların sahip olduğu gibi deponun çok kısa sürede doldurulması konusundaki avantaja sahip olmasıdır. Bu durum bir taraftan dolum terminallerinin çok az sayıda olması ve yeni terminallerin ilave edilmesi konusunda çok az yol kat edilmesi hususunu da beraberinde getirir. Önümüzdeki dönemde bu gidişat değişirse, yakıt hücreli otomobiller ile benzinli otomobillerin kullanımı arasındaki oran hızla yok olabilir. Tüm bu bilgilerin daha anlaşılabilir olması için, Şekil 3.6'da yakıt hücreli elektrikli otomobillere ait gösterim verilmiştir.



Şekil 3.6 Yakıt hücreli elektrikli araç

Elektrikli araç teknolojilerinin farklı tahrik sistmlerine enerji kaynaklarına ve enerji sistemlerine bağlı olarak incelenmesi Çizelge 3.1'de yapılmış ve avantaj ve dezavantajları incelenmiştir.

Çizelge 3.1 Tümü-elektrikli/ hibrit elektrikli ve yakıt pilli araç tipleri (Ünlü vd. 2003)

EA ÇEŞİTLERİ	TÜMÜ EA	HİBRİT EA	YAKIT PİLLİ EA
Tahrik	Elektrik motorlu tahrik	Elektrik motorlu İYM'lu tahrik	Elektrik motorlu tahrik
Enerji Sistemi	Batarya Süperkapasitör	Batarya Süperkapasitör İYM üretim birimi	Yakıt pilleri
Enerji Kaynağı ve Altyapı	Elektrik Şarjı	Benzin Elektrik şarjı	Benzin Elektrik şarjı
Karakteristikler	0 emisyon 100-200 km kısa	Çok düşük emisyon Normal menzil	Çok düşük emisyon H depolama
Ana Sorunlar	Batarya teknolojisi Şarj özellikleri	Batarya teknolojisi Enerji yönetimi	Yakıt pili teknolojisi H teknolojisi

4. ELEKTRİKLİ OTOMOBİL ŞARJ YÖNTEMLERİ

Elektrikli otomobil şarj cihazları, bağlı bulundukları elektrik şebekesinden aldıkları enerjiyi elektrikli araçların ihtiyaç duyduğu şekle tahvil ederek bataryaya güvenli bir şekilde ulaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Elektrikli otomobillerde, gücün yüksek yoğunluklu olmasını gerekli kılan durumlarda Lityum-İyon ya da Nikel Metal Hidrat (NiMH) bataryaların kullanımı uygun görülmektedir.

4.1. Bataryaların Şarj Metotları

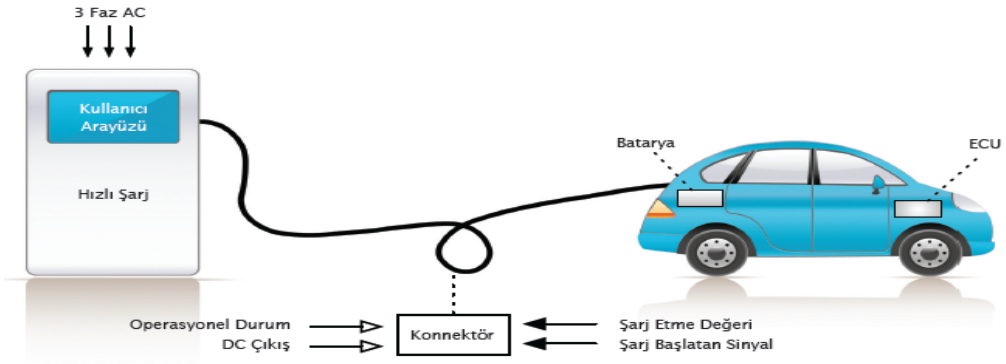
Elektrikli otomobil şarj metotları; seviye 1, seviye 2 ve seviye 3 şeklinde ana gruplar şeklinde betimlenmektedir. Bu metotlara ilave olarak, kablosuz şarj etme yöntemi ve batarya değiştirme (QuickDrop) yöntemi de ilave edilmiş ve son dönemlerde gerçekleştirilen araştırmalarda dikkate alınmıştır.

Seviye 1 şarj metodunda, otomobiller sıklıkla konutlarda ya da iş yerlerinde park edilmiş vaziyette iken, zaman kısıtı olmadığı hallerde şarj edilebilmektedir. Bu sebeple; bu şarj metodu, yavaş şarj metodu olarak da nitelenmektedir. Şarj işlemi için var olan süre yeterince uzun olduğundan dolayı şarj işlemi sırasında şebekeden anlık fazla akım çekilmemekte ve şebekeye fazla yük binmemektedir. Bu metodda; enerji beslemesi tek fazlı olup, 120 – 220 V AC voltaj, 1.2 – 3.8 Kw güç değeri, 15 – 20 A kadar devre akımı ve 5 – 12 saat gibi bir şarj olma vaktine sahiptir.

Seviye 2 şarj metodunda, kurulan terminaller iller arası yollar ve otobanlar hariç olmak üzere havalimanlarından üniversitelere kadar kurulumunda herhangi bir sıkıntı görülmeyen terminal türüdür. 1 - 4 saatlik zaman aralığında, orta seviye hıza sahip şarj olanağı sunar. Bu şarj metodunda 220-240 V AC, 3.8-15 kW güç değeri ve 20-80 A'lik devre akımı mevcuttur. Bu metotta, elektriksel bir zarar oluşmaması için araç ile şarj ünitesi arasında topraklama iletkeni tesis edilmektedir.

Elektrikli araçlarda en çok tercih edilmesi muhtemel şarj metodu olan seviye 3 şarj metodu, hızlı şarj olarak da ifade edilebilmektedir. Bu şarj metodunda, şarj olma aralığı 15 – 30 dk aralığındadır. Bu şarj üniteleri, şarj işleminin hızlı bir şekilde gerçekleşmesi gerekli olan mola yerleri gibi alanlarda tesis edilerek, bataryayı az bir sürede şarj etme olanağı sağlar. Bu şarj terminallerinin AC ve DC türleri bulunmakta olup, şarj işlemi için gerekli olan cihazların AC şarj terminalinde aracın kendisinde, DC'de ise şarj terminalinde bulunduğu bilinmektedir.

Tüm bu şarj metodları incelenmiş olup, şarj sisteminin yapısal gösterimi Şekil 4.1'de verilmiştir. Burada şarj işleminin gerçekleşmesi için gerekli aksamlar ve şarj işleminin başlaması için gerekli olan bir takım gereklilikler sembolize edilmiştir.



Şekil 4.1 Hızlı şarj ünitesi

Şarj terminali modelleri çeşitleri ve bu terminallere ait teknik özelliklerin belirtilmiş olduğu Çizelge 4.1 incelendiğinde, şarj terminallerinin farklı güç ve gerilim seviyelerinde olabildiği ve şarj sürelerinin buna bağlı olarak değiştiği yorumu yapılabilir.

Çizelge 4.1 Şarj terminali tipleri ve özellikleri (Şen vd. 2011)

Parametre	**ŞARJ İSTASYON TİPLERİ**			
	Seviye 1	**Seviye 2**	**Seviye 3 (AC)**	**Seviye 3 (DC)**
Gerilim Değeri	120 -220 VAC	208-240 VAC	208-240 VAC	600 VDC
Güç Seviyesi, KW	1.2- 3.8	3.8- 15	>15- 96	>15- 240
Akım Değeri	15- 20	20 – 8 A	>85 A	
Şarj Süresi, h	5- 12	1- 4	0.25 – 0.50	

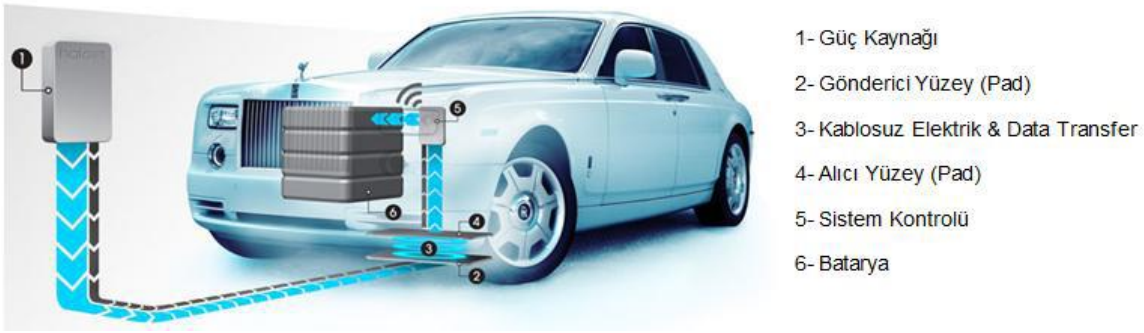
Şarj terminalleri de ihtiyaca bağlı olarak farklı yerlerde kurulabilmekte ve farklı ihtiyaç miktarına bağlı olarak tercih edilmektedir. Bireysel ya da kamusal kullanımlar için farklı terminaller tercih edilmekte olup, bu terminallerin kurulum yerlerine ait bilgiler Çizelge 4.2'de verilmektedir.

Çizelge 4.2 Tiplerine göre şarj terminallerinin kuruldukları yerler (Şen vd. 2011)

Yerleşim Birimleri		**Şarj İstasyon Tipi**		
		Seviye 1	**Seviye 2**	**Seviye 3**
Konutlar	Müstakil Evler	✓	✓	-
	Apartmanlar	✓	✓	-
Ticari / iş Merkezleri	Özel Mülkler (Ofisler, iş yerleri)	✓	✓	-
	Perakende / Ticari (Filo ve dağıtım hizmetleri)	✓	✓	-
	Kamu Alanları (Havaalanları, Oteller, Marketler, Hastaneler, Alışveriş Merkezleri vb.)	✓	✓	✓
	Hükümet, Üniversiteler, Belediye Tesisleri	✓	✓	-
	Bağlantı Geçiş Noktaları	-	✓	✓
	Benzin İstasyonları	-	✓	✓
Topluma Açık Alanlar	Park Alanları	✓	✓	✓
	Cadde	-	✓	✓
	Şehirlerarası Yollar, Otobanlar	-	-	✓

4.1.1 Kablosuz şarj

Yapılan çalışmalar sonucunda, gittikçe gelişen teknolojiye bağlı olarak değişim gösteren elektrikli araçlara ait kablosuz şarj işlemi için genel gösterim ve aksamlar Şekil 4.2'de verilmiş bu yöntem, şarj işlemi ile alakalı son derece avantajlı bir yöntem olarak görülmektedir. Bu teknik, batarya şarjı konusunda kablo bağlantılı olanlara kıyasla daha uygun bir yöntemdir. Araç zemine montajlanan şarj yuvasının üstüne park edildiğinde şarj işlemi kendiliğinden başlamaktadır. Herhangi bir kablo bağlantısı olmadığından dolayı eskimiş kablolar, fişler, prizler ve araçlardan sarkan kablolar bulunmaz ve bu elemanlardan doğacak olan risk doğal olarak ortadan kalkmış olur. Kablosuz şarj yöntemi bu özellikleri sayesinde, geleneksel kablolu şarj yöntemlerine kıyasla dikkate değer bir alternatiftir (Yazıcı ve Özdemir 2013).



Şekil 4.2 Kablosuz şarj yöntemi

Bu yöntemde primeri ve sekonderi parçalarına ayrılabilen yüksek frekanslı bir transformatör kullanılarak, araca şarj gücü transferi yapılmaktadır. Aracın dışında ve güç tarafında bulunan primer sargı ile araç üzerindeki sekonder sargı birleştirilerek şarj işlemi başlatılır. Primer kısmındaki düşük şebeke frekansı dönüştürücüler ile 80–300 kHz'lik yüksek frekansa çevrilir. Sekonder kısmında manyetik yol ile indüklenen yüksek frekanslı emk araçtaki doğrultudan geçirilerek doğrultulur ve batarya kablosu ile araç bataryası şarj edilmeye başlanır. Bu teknikte, enerji iletimi manyetik yol ile yapıldığı için yüksek güçlü şarj cihazları için daha güvenlidir (Satılmış 2011). Birçok uzman bu yöntemin gelecekte popüler bir teknik olacağını düşünmekte olup; sistemin geliştirilmesi için ABD, Avrupa, Japonya ve Çin'de çalışmalar hızla devam etmektedir.

Sistemin dezavantajları arasında; veriminin düşüklüğü, güç üretimin kompleks bir hal alması ve altyapı maliyetleri sıralanabilmektedir (Yılmaz ve Krein 2012).

4.1.2 Batarya değiştirme (QuickDrop)

Elektrikli araçların kat edebildikleri yollar bu araçlarda kullanılan bataryalar ile alakalı olup, içten yanmalı motorların tercih edildiği araçlara oranla menzilleri daha kısadır. İçten yanmalı motorlu araçlarda yakıt ihtiyacının karşılanması dakikalar sürerken, aynı vaziyet elektrikli araçlar için söz konusu değildir. Elektrikli araçların bataryalarının şarj edilmesi saatlerce sürmektedir. Bataryası boşalmış elektrikli araçlar için şarj sırasındaki bekleme süresinin uzun olması, süre sıkıntısı bulunan bireyler için bir sorun ortaya çıkarmaktadır. Bu alanda çalışmalar yapan uzmanlar bu durumun öneminin farkına vararak, şarjı boşalmış bir bataryayı tam dolu bir batarya ile değiştirme işlemini şarj dolum terminallerinde 90 saniye kadar kısa bir zaman içerisinde gerçekleştirilebileceği sonucuna ulaşmıştır.

Araçlara enerji sağlamak amacı ile batarya şarj etme yönteminden farklı olarak gerçekleştirilen batarya değişim işlemi, ilgili terminallerde ilk önce üretici tarafından oluşturulan sistemden alınacak olan tanımlama bilgileri denetlenerek ve sonrasında da araçta batarya bulunan yer olan, alt kısmın temizlenip kurulanması işlemi ile başlayan bir süreçtir. Sistem otomatik olarak dizayn edilmiş olup, uzaktan kontrol mekanizması ile araçta boşalmış olan bataryanın demonte edilmesi ve yerine yeni bataryanın yerleştirilmesi ile son bulur. Araçtan alınmış olan boş batarya, sistem vasıtası ile gerekli incelemelerden geçerek soğutuculu şarj ünitesine gönderilir. Boşalan batarya, 3 faz ile beslenebilen 50 kW'lık bir enerji ile yaklaşık 30 dakika kadar bir vakitte tamamen şarj olabilir. Gerçekleştirilmesi düşünülen bu sistemde, işleyişin aksamaması adına batarya sayısının elektrikli araç sayısından fazla olması gerekmektedir. Elektrikli araç sistemlerinde bataryalar en maliyetli sistem aksamı olması sebebi ile bu sistemlerde maliyet yönünden araçlarda bir farklılık olması öngörülmektedir.

5. ELEKTRKLİ ARAÇLARDA STANDARTLAR VE ŞARJ MODLARI İLE SOKETLERİ

5.1 Elektrikli Araçlarda Şarj Modlar

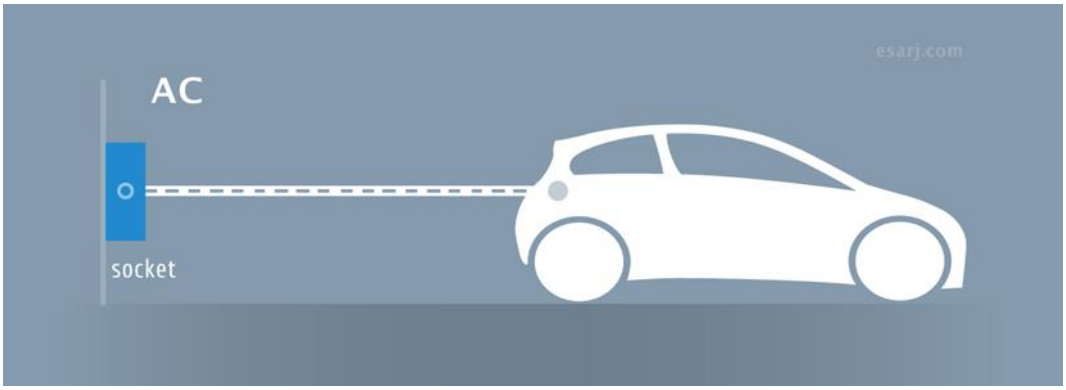
Uluslararası bir standart olan IEC 62196 elektrikli araçlarda şarjlanma ve şarjlanma modları konularında birtakım düzenlemeler yapmaktadır.

Elektrikli araç bataryaları yapılarından ötürü DC (doğru akım) ile şarj olmaktadır. Mod 1, 2, 3 şarj modlarında, besleme kaynağından gelen AC akım (alternatif akım) araç üzerinde (onboard charger) doğru akıma çevrilirken, Mod 4 şeklinde gerçekleşen şarj işleminde, bu doğru akıma çevirme işlemi terminal üzerinde gerçekleşmektedir. Bu şarjlanma modları detaylı bir şekilde incelenecek olursa;

5.1.1 Mod 1

Elektrikli aracın şarj işlemi doğrudan AC bir prize bağlanması sonucu gerçekleşmektedir. Akım 16 A, gerilim ise tek faz şeklinde 250 V ve üç faz şeklinde 480 V olarak sınırlandırılmıştır. Bu şarj işleminde topraklama gereksinimi mevcuttur.

Bu şarj modeli Şekil 5.1'de sembolize edilmiş olup, bahsedildiği gibi herhangi bir güvenlik önlemi bulunmamaktadır. Bu sebeple Amerika'da dâhil olmak üzere birçok ülkede güvenli bulunmadığından ötürü (prizlerin çoğunda topraklama olmaması ve koruyucu cihazların yeterli olmaması ya da eksik olması sebebi ile) yasaklanmıştır. Bu durum sonucu alternatif olarak Mod 2 modeli geliştirilmiştir.



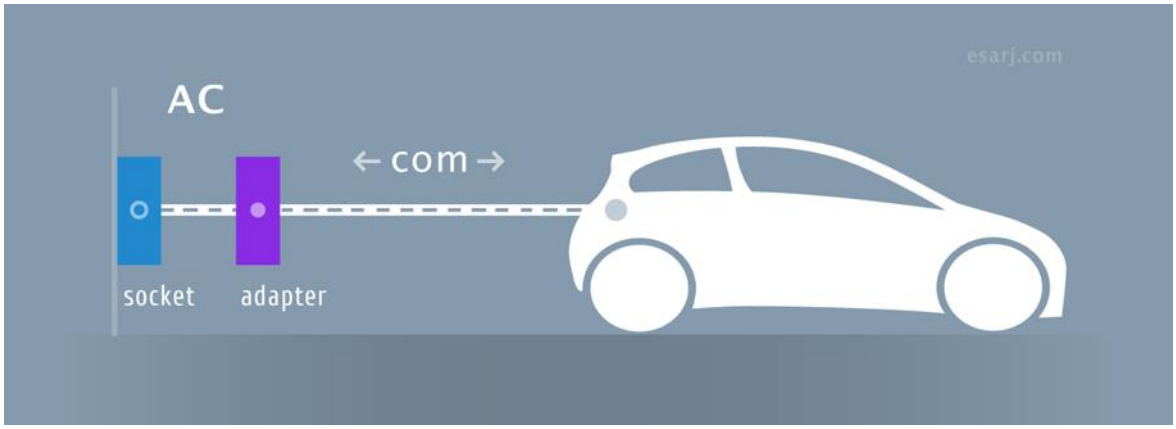
Şekil 5.1 Mod 1 şarj bağlantı gösterimi

5.1.2 Mod 2

Mod 2 şarj modelinde şarj işlemi, Mod 1 de olduğu gibi direkt olarak bir AC prize bağlanma sonucu gerçekleşmektedir. Fakat Mod 1'den farklı olarak kablo üzerinde bir haberleşme modülü bulunması zorunludur. Şekil 5.2'de bu şarj işlemi gösterimi mevcuttur. Haberleşme modülü, akımı yalnızca priz tarafında topraklama koruması mevcut ise iletmektedir. Enerjinin sağlandığı kaynak kısmında bir kontrol pini mevcut değildir.

Bu şarj modelinde; akım 32 A, gerilim ise tek faz şeklinde 250 V, üç faz şeklinde ise 480 V şeklinde sınırlandırılmıştır.

Kullanıcının Mod 2 tip şarjlanma işlemini gerçekleştrebilmesi adına, elektrikli araç ile birlikte standart olarak bir kablo da verilmektedir. Fakat bu şarj işlemi modunda genellikle prizlerden daha düşük akımlar (10 – 12 A) alınabildiği için şarj süreleri uzamaktadır.



Şekil 5.2 Mod 2 şarj bağlantı gösterimi

5.1.3 Mod 3

Bu şarj modunda, aracın terminale bağlanması ile haberleşme olayı başlar. Araç şarj işlemi sırasında ne kadarlık bir akımı kabul edebileceğini terminale bu yol ile bildirir ve akım, terminalde ayarlanarak araca aktarımı gerçekleştirilir.

Mod 3 ile Mod 2 şarj işlemi arasındaki farklar karşıklıklı haberleşme olması ve sisteme ait korumaların (aşırı akım, kaçak akım, parafudr gibi) enerji kaynağı tarafında da mevcut olmasıdır. Ayrıca, terminal kurulumu esnasında terminal besleme yapacak olan kabloların kesitleri de gerekli gücü sağlayabilmeleri adına uygun şekilde ayarlanmaktadır. Bu sebeplerden ötürü Mod 3 şarj modeli Mod 2 şarj modeline oranla daha güvenli ve hızlı bir şarj olanağı sunmaktadır.

Bu şarj modunda terminalin gücü ve araç üzerinde meydana gelen onboard chargerin gücü arasındaki fark, en küçük değer, şarj işlemine ait güç değerini vermektedir. Şarj işlemine ait güç değeri artış gösterdikçe, bataryanın dolması için gerekli olan şarj süresi azalmaktadır. Mod 3'te, şarj gücüne bağlı olarak (akım ve faz sayısı) 4 adet şarj olma kademesi mevcuttur. Bu kademler listelenecek olursa;

- 3.7 kVA (16A, Tek Faz – 230V AC)
- 7.4 kVA (32A, Tek Faz – 230V AC)

- 11 kVA (16A, Üç Faz – 400V AC)
- 22 kVA (32 A, Üç Faz – 400V AC)

Aracın şarj işlemi bu kademlerden hangisi araç tarafından destekleniyorsa o kademede gerçekleşmektedir. Bu şarj kademesi de belirtildiği gibi şarj olma süresine etki etmektedir. Yani, bir terminaldeki şarj olma süresi yalnızca terminal gücüne değil aracın kabul edebildiği (onboard charger gücü) güce de bağlı olarak değişmektedir. Bataryanın kapasitesi arttıkça da şarj işlemi uzamaktadır.

Bataryaların şarj işleminde ise şarj %90 seviyesine ulaşana kadar lineer bir biçimde gerçekleşirken, %90'a ulaştıktan sonra şarj olma hızı azalmaktadır. Aracın bulundurduğu bataryanın doluluk oranı %90 seviyelerine kadar çıkartılabilmesi için gerekli olan şarj süresi (saat için) belirlenen bir formülde mevcut olup, bu formül yaklaşık olarak hesaplanabilmektedir. Bu formül:

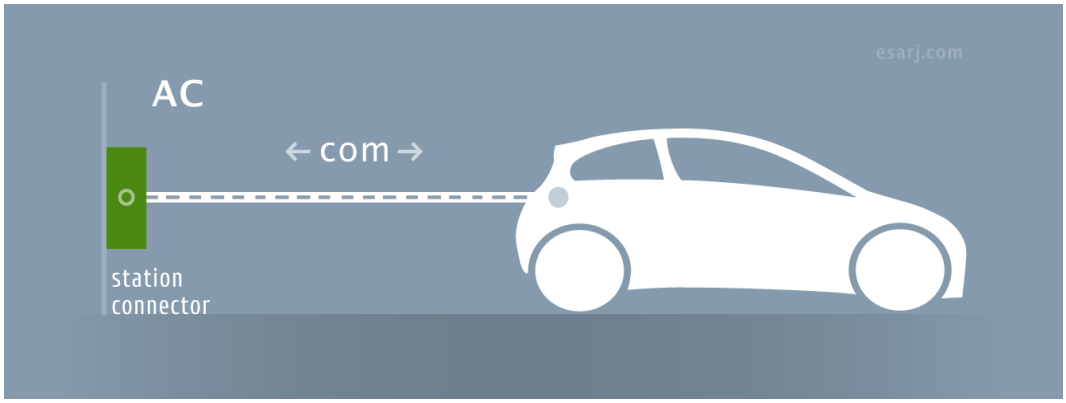
Batarya kapasitesi kWh*(0.90-Mevcut batarya doluluğu, %)

şeklinde verilmektedir.

Mod 3 şarj işleminde kullanılan şarj soketi tipi Şekil 5.3'te verilmekte olup, bu şarj işlemine ait sembolik gösterim de Şekil 5.4'te görülmektedir. Bu şarj işlemi Mod 1'e göre güvenli bir sistem olup, Mod 2'den farklı olarak ise arada bir adaptöre ihtiyaç duyulmayan bir şarj modudur.



Şekil 5.3 Mennekes Tip 2 şarj soketi



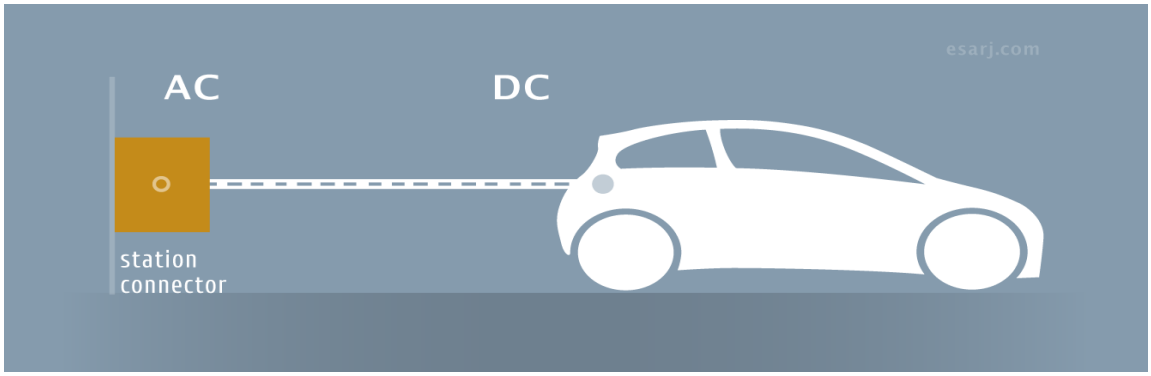
Şekil 5.4 Mod 3 şarj bağlantı gösterimi

5.1.4 Mod 4

Mod 4 hızlı şarj olarak bilinmekte olup, gücü DC olarak sağlayan terminallerde 400 A değerine kadar gerçekleşebilen şarj işlemini kapsayan moddur.

Şarj işlemi esnasında, elektrikli araçlar besleme noktasından aldıkları enerji sonucu elde ettikleri AC kaynağı redresör (onboard charger) üzerinden DC kaynağa çevirme işlemini gerçekleştirerek şarj işlemini yaparlar. Bu redresörden kaynaklanan, hem termal sınırlamalar hem de maliyet sebebi ile 75 A'e kadar (Mod 3 tipi) izin verilmektedir.

Mod 4'te ise bu işlem gerçekleşmeden, besleme noktasından elde edilen AC kaynağın hızlı şarj terminalinde, bir invertör vasıtası ile DC kaynağa dönüştürülerek aracın bataryasına doğrudan verilmesi (redresöre girmeden) şeklinde gerçekleşmektedir. Bu durum da akımların yüksek olmasına ve tabii olarak da şarj işleminin hızlı gerçekleşmesine olanak vermektedir. Mod 4 şarj bağlantısına ait görüntü Şekil 5.5'te gösterilmektedir.



Şekil 5.5 Mod 4 şarj bağlantı gösterimi

5.2 Elektrikli Otomobil Şarj Soketleri

Elektrikli otomobillerde şarj işlemleri sırasında kullanılan çeşitli şarj soketleri bulunmakta olup, bu şarj soketleri ve özellikleri belirtilecek olursa;

5.2.1 AC – On-Board

1 – AVRUPA için; IEC 62196-2
2 – ABD için; SAE J1772

5.2.2 DC – Off-Board

1 – Uzakdoğu ve Japonya için CHAdeMO

2 – AVRUPA için CCS Combo, IEC 62196-2

5.2.3 CCS COMBO

DC şarj terminalleri, 22kW ‘tan 125kW ‘a kadar şarj gücüne sahip olan ve aracın kapasitesine bağlı olarak değişiklik gösteren sürelerde şarj işlemi gerçekleştirebilen terminallerdir. Bu terminaller, CCS / CHaDeMo standartlarında 1 adet Fiş ve Mod-3,

Tip-2 şarj prizine sahip teminallerdir. İsteğe göre aynı anda aracın AC veya DC şarj edilebilmesi için fiş /priz bulundurmaktadır.

İsteğe bağlı olarak prizin bulunduğu bölüm, ikinci şahısların müdahalesinden korunması maksadı ile kapak ile gizlenebilmektedir. Manyetik bir kilit düzeneğine sahip olan kapak, kullanıcının kartını okutması sonrasında açılır ve aracın terminale bağlanması beklenir. Bu işlem gerçekleştikten sonra kapak kullanıcı tarafından kapatılır ve sistem tarafından kilitleme işlemi gerçekleşir. Bu şekilde başlayan şarj işlemi ile şarjın ikinci şahıslar tarafından durdurulmasına yönelik girişimler engellenmiş olur. Kapağın açık veya kapalı olma durumunun kontrolü sensörlü bir sistem ile sağlanır.

Şarj işlemi aracın kendisinde mevcut bulunan fiş ile ya da ara kablo ile bağlantı sağlanacak fişin terminal üzerinde bulunan prize takılması sureti ile gerçekleşir. Şarj fişi, bünyesinde araç ile terminal arasında gerekli iletişimin sağlanması amacı ile özel bir yapıya sahiptir. Bu iletişimin içeriği şarj fişinin takılma işleminin doğru şekilde gerçekleşip gerçekleşmediği takılmadığı ve araçta meydana gelmesi beklenen şarj akımı bilgileridir.

Elektrikli araçlara ait bu bilgiler özet olarak incelenecek olursa Çizelge 5.1’deki tbalo da şarj özellikleri ve bu şarj işlemlerinde kullanılan şarj soketleri görülmektedir. Buna bağlı olarak elektrik araçlarda şarj işlemleri farklı güç, gerilim, akım değerleri ile gerçekleşebilmekte ve şarj işlemleri için farklı soketlerin kullanımı gerekmektedir.

Çizelge 5.1 Elektrikli araç şarj özellikleri ve şarj soketleri

ŞARJ ÖZELLİKLERİ	ŞARJ SOKETİ
IEC 62196-2 • 230V(1faz) – 400V(3faz) • 16A/32A/64A • 3,7kW – 43kW • Şarj akımını sınırlama yeteneği • TİP 1 (SAE J1772), TİP 2 (MENNEKES), TİP 3 (SCAME)	
SAE J1772 (ABD) • 120V(1faz) – 240V(2faz) • 16A/32A • Şarj akımını sınırlama yeteneği Sık kullanılan şarj metotlarından biri olan MOD 4 – DC Hızlı Şarj İstasyonu 3 tip olarak hizmet verir. CHaDeMo – CCS COMBO ve Supercharger (Tesla)	
CHAdeMO • 250V DC • 200A'e kadar • Şarj akımını sınırlama yeteneği	CHAdeMO Tabancası 
IEC 62196-3 – CCS COMBO • 400V DC • 125A • 50kW • Şarj akımını sınırlama yeteneği • TİP 4	

6. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN VE ŞARJ TERMİNALLERİNİN GÜNCEL DURUMU

6.1 Dünya'da Elektrikli Araçlar ve Şarj Terminallerinin Durumu

Dünya genelinde ortak bir sorun haline gelen küresel ısınma ve çevre kirliliği problemleri, insanları bu problemleri meydana getiren sebepleri bulmaya yöneltmiş ve bulunan sebeplerden yola çıkılarak çeşitli çözüm yöntemleri aranmıştır. Bu kirliliğin sebeplerinden biri de içten yanmalı motorların kullanıldığı araçlardan kaynaklanan karbon salınımıdır. Nüfus artışı ile artan araç sayısı günümüzde bu kirliliğin artmasına da neden olmuştur. Bu sebeple bu soruna çözüm aranmış ve elektrikli araçlar piyasaya çıkmıştır. Bu araçların şarj işleminin gösterimi Şekil 6.1'de gösterilmiştir.



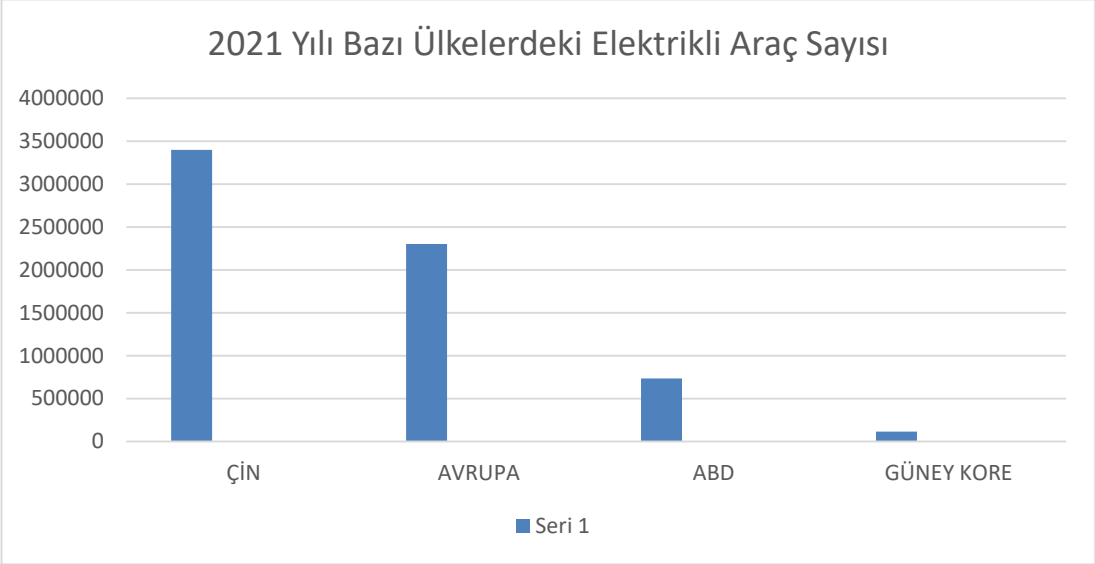
Şekil 6.1 Elektrikli araç şarj işlemi

Elektrikli araçlar yenilenebilir ve temiz enerji kaynakları kullandığından ve yapılarında bulunan elektrik motorlarının çevre dostu olmasından kaynaklı günümüzdeki problemlere karşı tercih haline gelmiş bir teknolojidir.

Bu konuda ülkeler bu teknolojinin kullanımı için teşviklerde bulunmakta ve hızlı bir şekilde geleneksel araçların yerini bu elektrikli araçların alması için atılımlar yapmaktadır. Bu atılımlar sonucu 2022 yılında AB'de de, yılın ilk çeyreğinde elektrikli otomobillerin pazardaki payı %10 oranına ulaşmıştır.

Dünya genelinde elektrikli araçların pazardaki payı son 10 yılda 41 kat artış göstererek %8,3'e çıktı. Pazar payı 2012 yılında%0,2 olan elektrikli araçlar geçen sene ki satışla ile %8,3'e ulaşmış olup bu değerle de elektrikli araç satışlarındaki artış önceki yıla göre %108'lik bir artış göstermiş ve elektrikli araç sayısı dünya genelinde 6,75 milyona ulaşmıştır.

Aşağıda bulunan Şekil 6.2'de 2021 yılında Çin, Avrupa, ABD ve Güney Kore'de bulunan elektrikli araç sayısı verilmiştir.



Şekil 6.2 2021 yılında bazı ülkelerdeki elektrikli araç sayıları

Şekil 6.2'ye göre 2022 yılında elde edilen veriler sonucunda 2021 yılında elektrikli araç satışının en fazla olduğu ülkenin 3,4 nilyon ile Çin olduğu tespit edilirken Çin'i 2,3 milyon ile Avrupa, 735 bin ile ABD ve 114 bin 500 ile Güney Kore takip etmiştir.

Elektrikli araç sayısındaki bu artış devam etmiş, 2022 yılında geleneksel araçlar yerine elektrikli araçlara olan talep artmıştır.

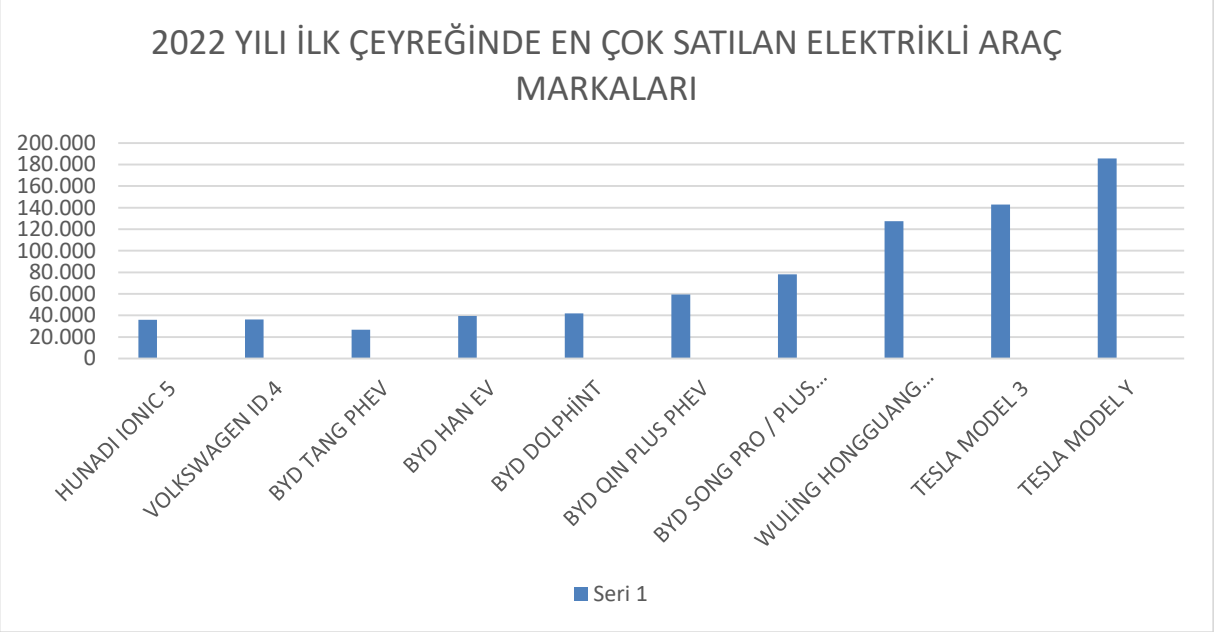
Avrupa Otomobil Üreticileri Derneği (ACEA) 2022 yılının ilk çeyreğinde yakıt türüne göre yeni otomobil satış verilerini yayınlamış olup bu verilere göre; bahsedilen dönemde satışı gerçekleşen otomobillerin %36'sı benzin, %25,1'i hibrit, %16,8'i dizel, %10'u tamamen elektrikli (BEV), %8,9'u fişli hibrit (PHEV) , %3'ü diğer yakıtlar ve %0,2'si doğal gazlı olarak tespit edilmiştir.

Bu veriler dikkate alındığında 2021 yılının aynı döneminde elde edilen veriler ile kıyaslama yapıldığında elektrikli araç satışlarının %53,4 artarak 224 bin 145, hibrit araç satışlarının %5,3 artarak 563 bin 30, diğer araçların satışlarının ise %48,6 artarak 67 bin

117, doğalgazlı araç sayısının %56 gerileyerek 6 bin 289, benzinli araç satışlarının %22,6 azalarak 808 bin 39, dizel araç satışlarının %3,2 gerileyerek 378 bin 9 ve fişli hibrit araç satışlarının %5,3 azalarak 199 bin 107'ye düştüğü tespit edilmiştir.

Bu veriler incelendiğinde ise 2022 yılının ilk çeyreğinde, elektrikli ve çeşitli hibrit araçların toplam pazar payının %44'e ulaştığı sonucuna varılmıştır.

Elektrikli araç piyasasında meydana gelen bu talep artışı neticesinde ise çeşitli markalar elektrikli araç üretimine yönelmiştir. Şekil 6.3'de görüldüğü üzere 2022 yılının ilk çeyreğinde elektrikli araçları daha çok tercih edilen 10 markanın satış miktarları bulunmaktadır.

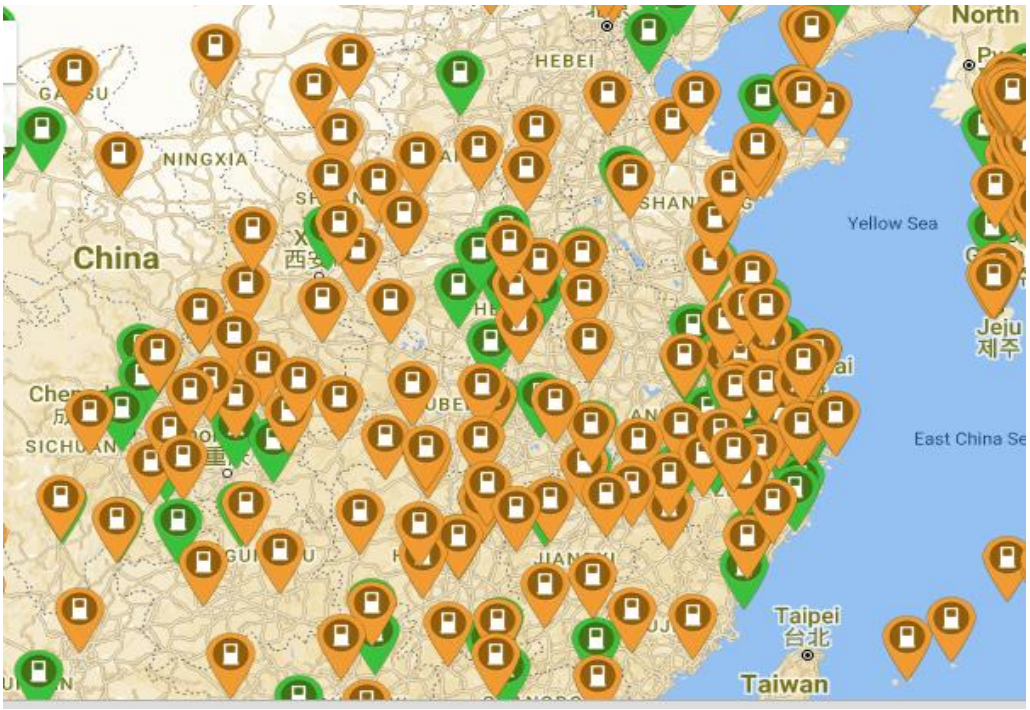


Şekil 6.3 2022 yılının ilk çeyreğinde en çok satılan EV markaları

Elektrikli araç kullanımındaki bu artışlar sonucunda, bu araların şarj ihtiyacını karşılayabilmek adına şarj terminallerinin sayılarında da artışlar meydana gelmiştir. Dünya'da hızla gelişim gösteren elektrikli araç piyasası meydana gelen mecburi durumlardan ötürü birçok alanda yeni gelişmeler meydana gelmesini zorunlu hale

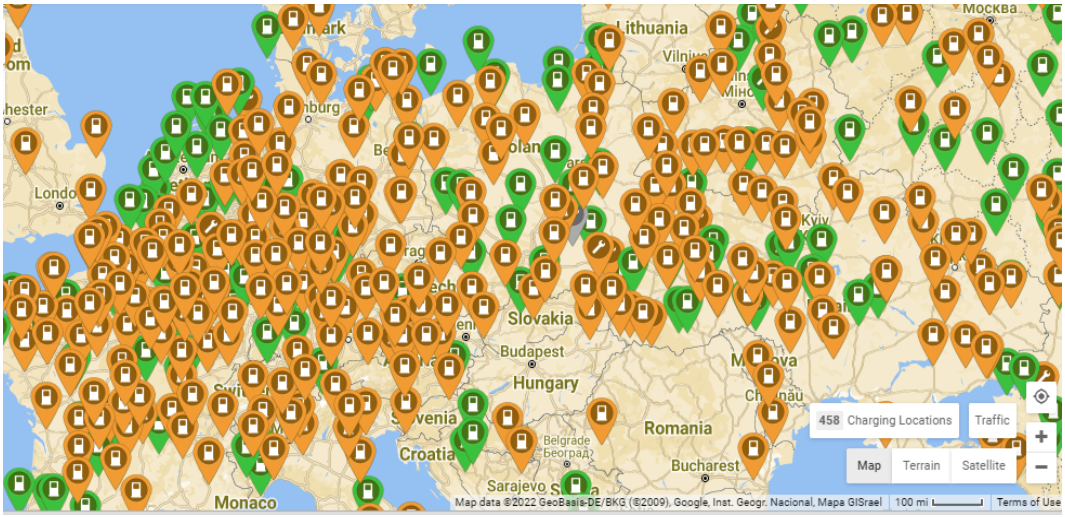
getirmiştir. Bu yönden yeni enerji kaynakları, var olan kaynakların temiz kullanım yöntemlerinin araştırılması, elektrikli araç batarya teknolojileri, batarya şarj yöntemleri gibi çeşitli alanlarda birbirini tamamlayacak atılımlar yapılmıştır. Bu atılımlar sonucu üretilen elektrikli araç şarj terminalleri artan elektrikli araç sayısına paralellik gösterecek şekilde artmaya başlamıştır.

Şekil 6.4'te Çin'de bulunan elektrikli araç şarj istasyon haritası görülmektedir. Bu harita incelendiğinde özel istasyonların çoğunlukta olduğu Çin'de elektrikli araçlara yönelimin hızla gerçekleştiği sonucuna varılabilir.



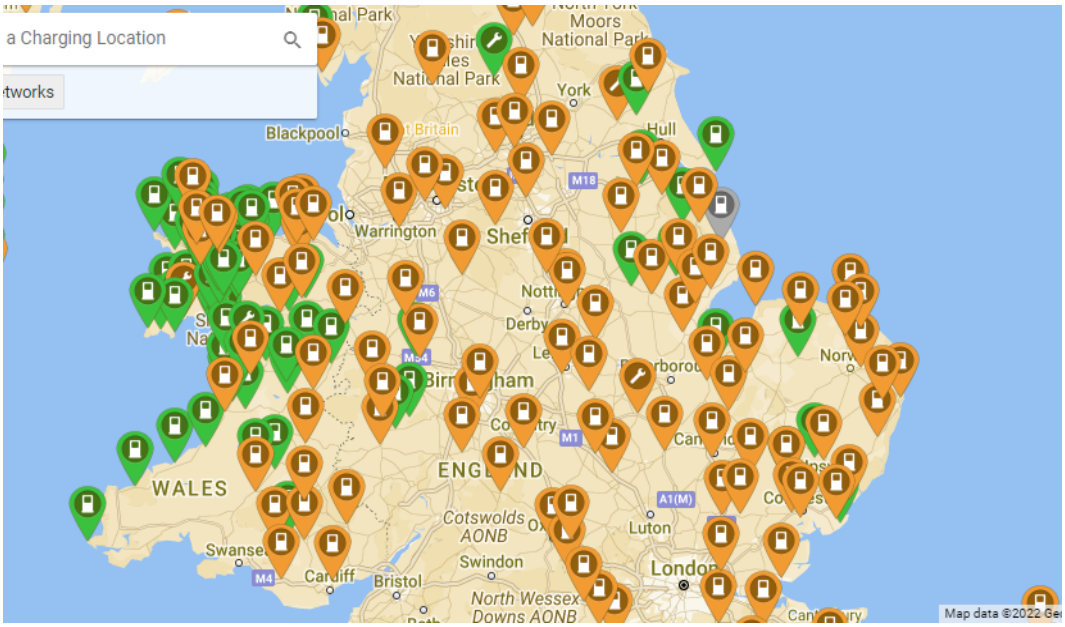
Şekil 6.4 Çin'de elektrikli araç şarj istasyonu haritası

Şekil 6.5'te genel olarak Avrupa'da bulunan elektrikli araç şarj istasyonları haritası görülmektedir. Harita incelendiğinde, şarj isatsyonlarının Almanya, Fransa ve Belçika bölgesinde oldukça yoğun olduğu görülmektedir. Elektrikli araç üretimine hızla devam etmekte olan Almanya'nın şarj istasyonu kurulumlarında da hızla yol kat ettiği sonucu gözlemlenebilmektedir.



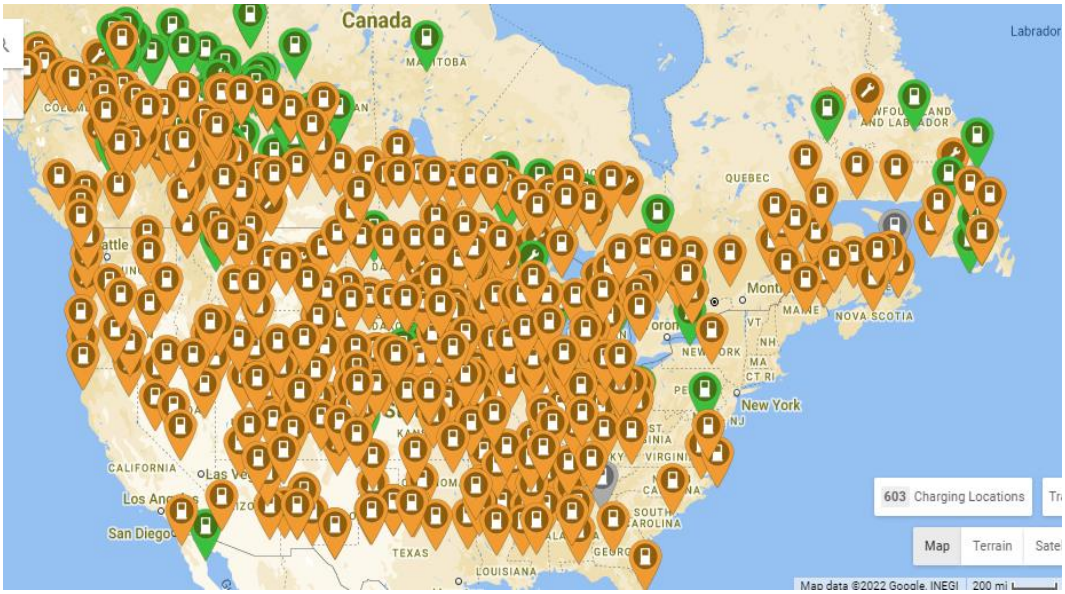
Şekil 6.5 Avrupa'da elektrikli araç şarj istasyonu haritası

İngiltere'nin elektrikli araç şarj istasyonları hakkındaki durumu ise Şekil 6.6'da görülmektedir. İngiltere için özellikle kıyı bölgelerde yoğunlaştığı görülen şarj istasyonlarının ise daha fazla artmaya devam edeceği öngörüsünde bulunulabilir.



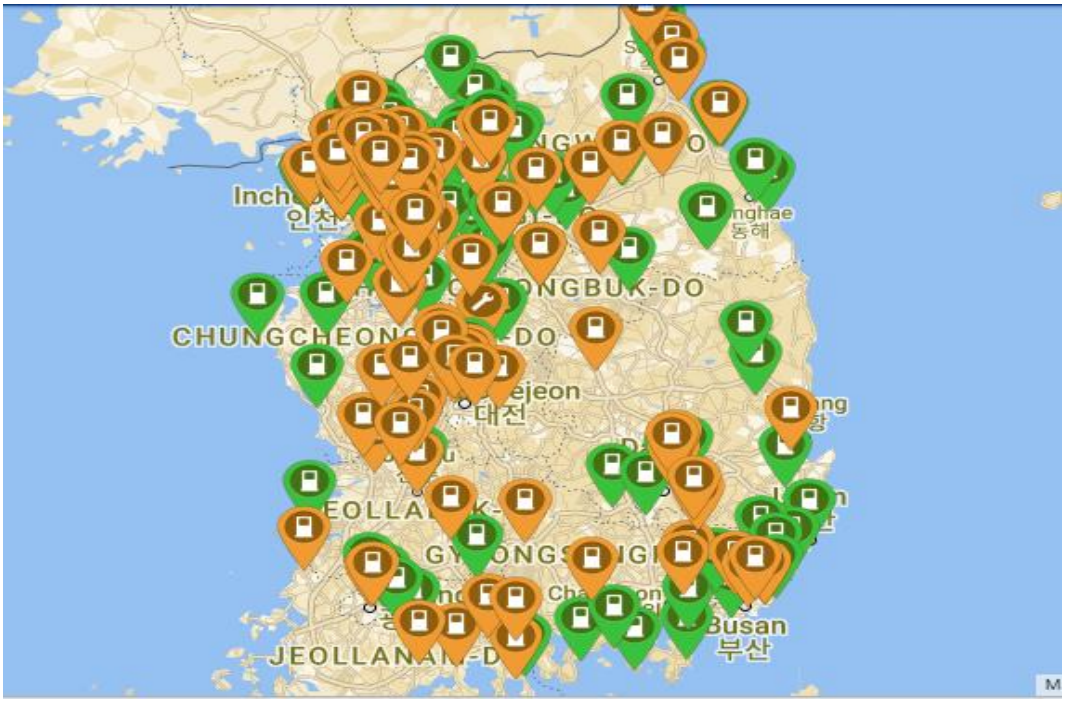
Şekil 6.6 İngiltere'de elektrikli araç şarj istasyonu haritası

Şekil 6.7'de görülen ABD ülkesine ait elektrikli araç şarj istasyonu haritası incelendiğinde, Almanya'dan sonra en fazla şarj istasyonuna sahip ülke olduğu sonucuna varılabilir.



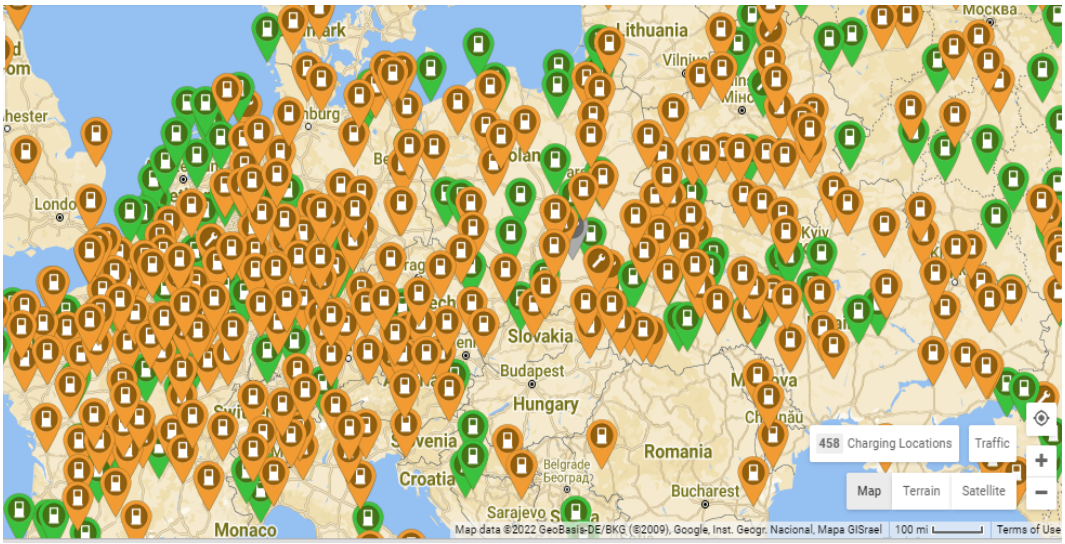
Şekil 6.7 ABD'de elektrikli araç şarj istasyonu haritası

Şekil 6.8'de verilmiş olan Güney Kore'ye ait elektrikli araç şarj istasyonu haritası incelendiğinde, istasyon sayısının özellikle başkent Seul ve civarlarında yoğun olduğu görülmektedir.



Şekil 6.8 Güney Kore'de elektrikli araç şarj istasyonu haritası

Elektrikli araç üretiminde ilk sıralarda yer alan Almanya'ya ait Şekil 6.9'da verilmiş olan şarj istasyonu haritası incelendiğinde, istasyon sayısının ülke genelinde yoğun bir biçimde dağıldığı görülmektedir. Bu duruma bağlı olarak Almanya'nın elektriksel altyapısının şarj istasyonlarına göre dizayn edildiği ve elektriksel gücün yeterli olduğu sonucuna varılabilir.



Şekil 6.9 Almanya'da elektrikliAraç şarj istasyonu haritası

Bu haritalar dikkate alındığında elektrikli araçların günümüzde oldukça yaygın olduğu sonucuna varılabilmektedir. Dünya genelinde meydana gelen bu artış sonucunda, kara taşıtlarından kaynaklanan karbon salınımının ilerleyen yıllarda dikkate değer oranda azalması ve hatta tamamen bitmesi hedefleniyor.

6.2 Türkiye'de Elektrikli Otomobiller ve Şarj İstasyonlarının Durumu

Otomobil Distribütörleri Derneği (ODD) tarafından yapılan incelemeler sonucunda elde edilen bilgilere göre, ülkemizde 225 adet araç modeli etken bir şekilde kullanılmaktadır. Kullanılan bu 225 model yakıt türüne göre incelendiğinde ise; 66 adetinin hibrit, 21 adetinin elektrikli olduğu tespit edilmektedir. Bu bilgiler neticesinde genelleme yapılacak olursa ülkemizde kullanılan araç modellerinin her üç adetinden birinin elektrikli veya hibrit olduğu söylenebilmektedir. Ülkemizde yollarda 61.000 adet hibrit, 7.700 adet de elektrikli araç bulunmaktadır. Geçtiğimiz 2021 yılına ait veriler

incelendiğinde; 737.000 adet otomobil ve hafif ticari araç satıldığı, hibrit otomobil satışının ise yine aynı yıl 49.493 adet gerçekleştiği ve bu miktar ile hibrit araçların kullanılan araçlar arasındaki payını %8,8'e çıkardığı tespit edilmiştir. Yine bu dönemde elektrikli araçlara ait satış miktarı ise 2.846 adet olarak belirlenmiştir. 2021 yılının ilk iki ayında satışı gerçekleşen 87.783 adet aracın 5.203 tanesinin hibrit, 435 tanesinin ise elektrikli olduğu tespit edilmiştir.

Bu veriler dikkate alındığında, ülkemizde elektrikli ve hibrit araçların pazar payının artış gösterdiği tesit edilmiştir. Çevre bilincinin yanı sıra artış gösteren yakıt fiyatları tüketiciler için elektrikli araçları daha cazip hale getirmiştir.

Ülkemizde son dönemde elektrikli araç sayısının illere göre dağılımına dair veriler incelenecek olursa;

Elektrikli araç sayısı İstanbul'da 3 bin 496 iken, İstanbul ilini Ankara 555 elektrikli araçla, İzmir 441 araç ile İzmir ve Antalya 213 elektrikli araç ile takip ediyor.

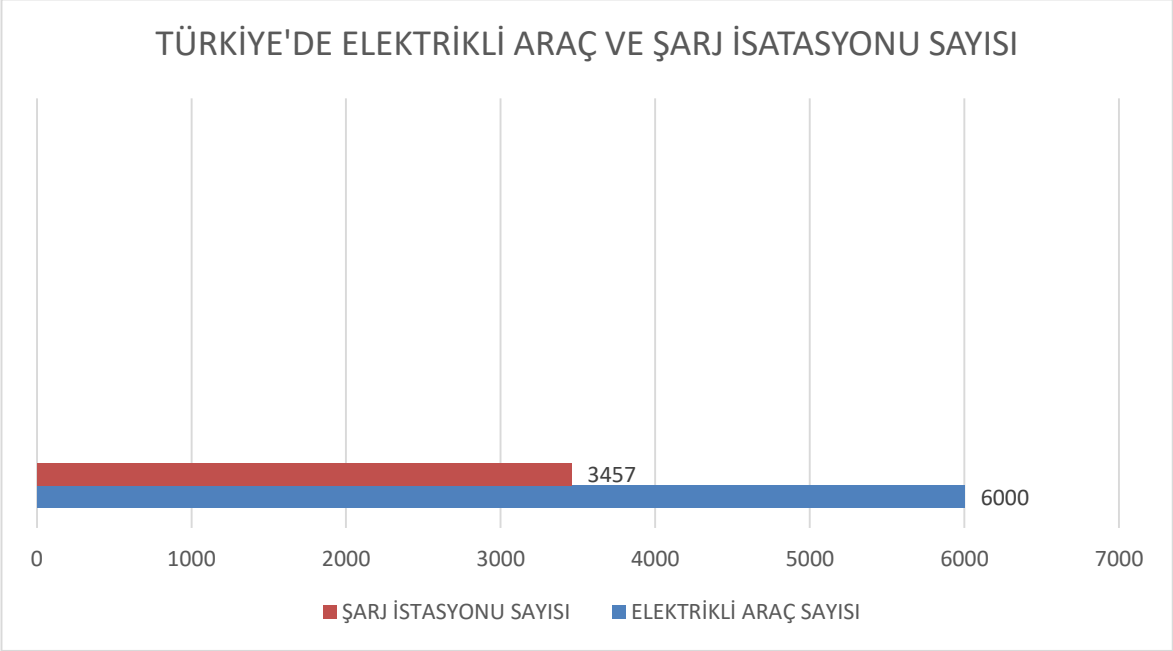
Bursa'da 201, Kocaeli'nde 58, Gaziantep'te 47, Konya ve Adana'da 46 ve Muğla'da 40 elektrik araç bulunuyor.

Elektrikli araç şarj ünitesi yönünden yapılan değerlendirmede ise İstanbul 1265 ünite sayısı ile ilk sırada yer alıyor. Bu değere göre Türkiye'de bulunan toplam elektrikli araç şarj ünitelerinin yüzde 36,6'sı İstanbul'da bulunuyor. İstanbul ilini Ankara 320 elektrikli araç şarj ünitesiyle, İzmir 235 üniteyle, Antalya 162 üniteyle ve Muğla 128 üniteyle takip ediyor.

Bu şarj ünitesi sayıları Bursa'da 123, Eskişehir'de 78, Konya'da 67 ve Afyonkarahisar'da 66 olarak belirleniyor.

Diğer taraftan, Türkiye'nin her bir şehrinde en az bir şarj ünitesi bulunuyor.

Tüm bu verilerin birlikte incelenebilmesi için Şekil 6.10'da Türkiye'de bulunan elektrikli araç ve şarj istastonu verileri grafik haline getirilmiştir.



Şekil 6.10 Türkiye'de bulunan elektrikli araç ve şarj terminali sayısı

Şekil 6.10'da grafik haline getirilmiş olan şarj istasyonu verisi, Şekil 6.11'de ise haritalandırılarak Türkiye'deki şarj istasyonlarının hangi bölgelerde daha yoğun olduğu görülmektedir. Buna göre; şarj istasyonu yayılımının kıyı kesimlerde özellikle Marmara ve Ege bölgelerinde yoğunluk gösterdiği gözlemlenebilmektedir.



Şekil 6.11 Türkiye elektrikli araç şarj terminali haritası

Elektrikli araç sayıları ve bu sayıların hızla artış göstermeye başlaması sonucu, elektrikli araç sektöründe araç sayısı ile orantılı bir şekilde artış göstermesi ihtiyacı doğan şarj terminalleri günümüzde yeterli olsa dahi, araç artış hızı ile senkronize bir şekilde ilerlememektedir. Konu ile alakalı teşvikler ve destekler verilmekte olup bu ihtiyacın hızlı bir şekilde karşılanması amaçlanmaktadır. Fakat elektrikli araçlarda meydana gelen artış ile birlikte ortaya çıkan bir diğer sorun olan kurulu güç yetersizliği sonucu konu ile alakalı farklı yöntemler aranmıştır. Bu arayışlar sonucunda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve konu ile alakalı bireysel kullanım açısından birtakım kolaylıkların getirilmesi sonucu bu sorun için de çözüm yöntemi bulunmuştur.

Elektrikli araç ve şarj terminallerinin kullanım ve kurulum işleminin bir düzen içerisinde gerçekleşebilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmış; yönetmelikler, kanunlar, tüzükler ve standartlar çıkarılmıştır. Konu ile alakalı günümüzde, ülkemizde hızlı bir şekilde artış göstermeye başlayan elektrikli araç şarj terminallerinin kurulumu için gerekli olan şartlar ve ihtiyaçların belirlenmesine yönelik çalışmalar sonucu, ülkemizde elektrikli araç şarj terminali güvenli kurulumu için gerekli şartlar TSE tarafından hazırlanan "Elektrikli Araç Şarj Üniteleri ve İstasyonları – Kurulum ve Güvenlik Gerekleri "şeklinde adlandırılarak yayınlanan bir standart ile belirtilmiştir. Bu

standardın kapsamında; şarj üniteleri ve terminallerin kurulumu için elektriksel gerekler, ünitelerin yerleştirilebilecekleri alanlar, şarj yönteminin seçimi, ünitelerin montajı ile alakalı referanslar ve işaretlemeler mevcuttur. Bu standart ile elektrikli araçların şarj terminalleri ile alakalı tüm gereksinimler, alınması gereken tedbirler ve şartlar belirlenmekle birlikte bu terminallerin kurulumu ile alakalı meydana gelmesi öngörülen problemlerin çözümlenmesi amaçlanmıştır. Bu sayede tüketiciler için daha güvenli, üreticiler için ise daha etkin bir kurulum ve kullanım imkânı elde edilmiştir.

Şarj terminallerinin olması gerektiği şekilde kurulması için yapılan çalışmalar için üreticiler, tüketiciler ve mevzuat yapıcıları arasında etkili ve anlaşılır bir iletişim sağlanması amacı ile de gerekli çalışmalar yapılmakta olup, konu ile alakalı TSE tarafından hazırlanan "Elektrikli Araçlar ve Elektrikli Araç Şarj Sistemleri- Temel Terimler ve Tanımlar" standardı bu konuda söz taraflar için ortak bir dil oluşumuna katkı sağlamaktadır.

TSE, elektrikli araç şarj ekosisteminin güçlenebilmesi amacı ile teknik çalışmaları her alanda yapmakta olup bu konuda çıkardığı bir başka standart olan; "Elektrikli Araç Şarj Üniteleri ve İstasyonları – Kurulum ve Güvenlik Tedbirleri" standardı ile de terminallerde üretici ve tüketiciler için önem arz eden güvenlik hususunda gerekli şartları belirlemiştir. Bu standart ile şarj sistemlerinin şebekeye bağlanmasını sağlayan elektrik tesislerinin tasarımı, kurulumu, montajı, doğrulanması ve güvenlik gereksinimlerini belirtmektedir. Bunun dışında araçların şarj yöntemleri ve konum seçimi gibi kılavuz bilgilerde standartta yer alıyor.

Türkiye'de elektrikli araçların artışı sonucu beraberinde ortaya çıkan şarj terminali ihtiyacını karşılamak amacı ile kurulan terminal ve araç sayısı Enerji Piyasası Denetleme Kurumu (EPDK) tarafından yapılan açıklamaya göre; 6 bin elektrikli araç, 3 bin 457 adet şarj terminali bulunduğu şeklindedir. Bu sayının 818'i özel kullanım amaçlı şarj üniteleri sınıfında yer alıyor.

Şarj ünitelerinin sahip olduğu toplam kurulu güç ise 76 bin kW civarında bulunuyor. Bu şarj ünitelerinin dağılımı elektrikli araçların sayısına ve bölgedeki trafik yoğunluğuna

bağlı olarak belirleniyor. Türkiye'de hâlihazırda bulunan elektrikli araçlar ve şarj ünitelerinin dağılımı İstanbul, Ankara ve İzmir illerinin ilk sırada yer alması ile batı bölgesinde yoğunluk gösteriyor.

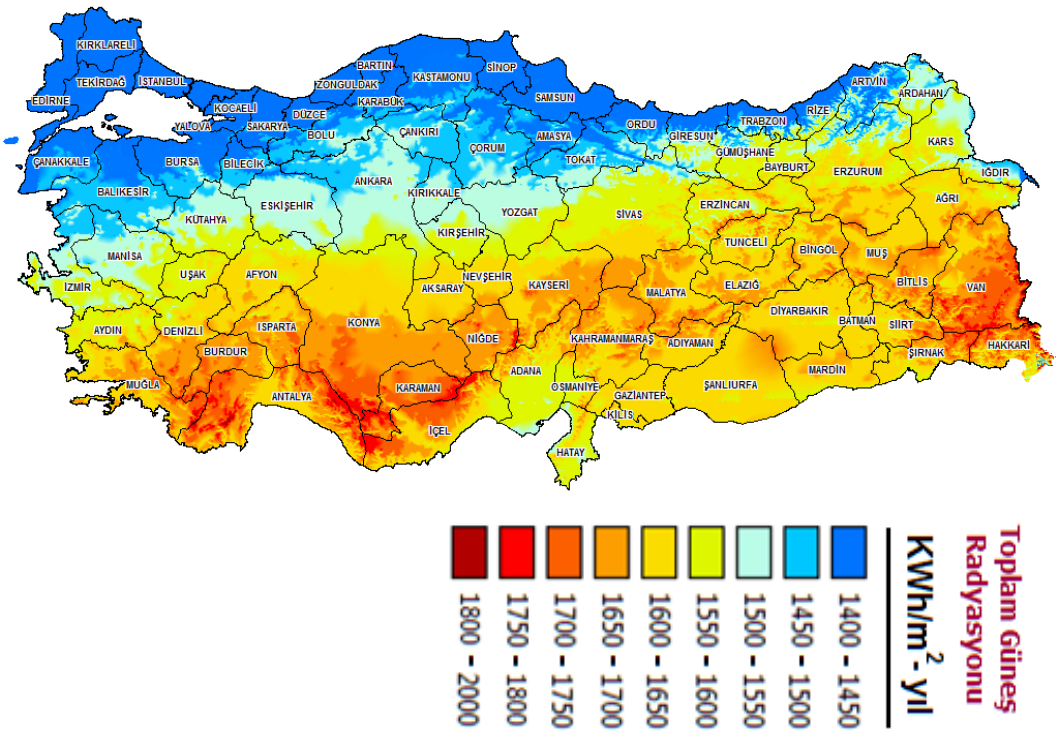
Tüm bu veriler incelendiğinde günümüzde ülkemizde elektrikli araç sayısı ve şarj terminali arasında dengeli bir açıklık olduğu görülmekte olup şu an da iki elektrikli araca ortalama bir şarj terminali düşmektedir. Fakat 2022 yılının sonlarına doğru seri üretime geçmesi beklenen yerli otomobil TOGG'un da bu piyasaya çıkması ile şarj terminali sayısı yetersiz olacaktır. Konu ile alakalı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yapılan açıklamaya göre bu araç neticesinde başlanan altyapı çalışmaları sonucunda ülkemizde her 10 araca bir terminal düşecek biçimde terminal yapımı gerçekleşeceğine ve bu terminallerinin sayısının 250.000 kadar olacağı şeklinde bir açıklama yapılmıştır. Önümüzdeki yıl için uzmanların yaptığı tahminlere göre 75.000'den fazla elektrikli araç ve 12.500 adet şarj soketinin Türkiye'de kullanılacağı yönündedir. Bu artış sonucunda ülkemizde mevcuttaki altyapı ile alakalı sıkıntı yaşanmaması adına Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından da altyapı çalışmaları başlatılmış durumdadır.

Tüm bu veriler sonucunda günümüzde hız kazanan elektrikli araç ve şarj terminali artışının 2023 yılında pik yaparak Türkiye'de zirveye ulaşması beklenmekte olup, tüketiciler bu hususa dikkat ederek araç tercih yapmaktadır.

7. ÇANKIRI İLİNDE GÜNEŞ ENERJİSİ VE GÜNEŞ ENERJİSİ DESTEKLİ ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ İSTASYONU TASARIMI, SİSTEMİN İÇTEN YANMALI MOTORLU ARAÇLARA GÖRE MALİYET AVANTAJININ İNCELENMESİ VE MALİYET HESABI

7.1 Çankırı İlinde İşletmedeki ve Yapım Aşamasındaki Güneş Enerjisi Santralleri

Aşağıda Şekil 7.1'de görülen Türkiye'nin toplam güneş radyasyonu dağılım haritası incelendiğinde; Çankırı'da güneş radyasyonu değerinin ortalama 1450-1500 KWh/m²-yıl civarında olduğu görülmektedir. Bu ortalama bir değer olup Çankırı ilinde yaklaşık bu değer aralıklarında güneş enerjisinden yararlanma durumu söz konusu olmaktadır.



Şekil 7.1 Türkiye'nin güneş radyasyon dağılım haritası

Aşağıda bulunan Çizelge 7.1 ve Çizelge 7.2 ‘de Çankırı ilinde bulunan işletmedeki ve yapım aşamasındaki GES’ler belirtilmiştir.

Çizelge 7.1 Çankırı ilinde aktif çalışan GES’ler ve güçleri

İŞLETMEDEKİ GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİ		
SANTRAL ADI	İLÇE	GÜÇ
Yapraklı ve Kurşunlu Ges	Kurşunlu	1,86 Mw
Çankırı’daki Diğer Lisanssız Ges’ler		55 Mw

Çizelge 7.2 Çankırı ilinde yapım aşamasında olan GES’ler ve güçleri

YAPIM AŞAMASINDAKİ GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİ		
SANTRAL ADI	İLÇE	GÜÇ
Şabanözü Gödek Köyü Güneş Enerji Santrali	Şabanözü	6,93 Mw
Anadolu Plazma Güneş Enerji Santrali	Merkez	1,00 Mw
Çankırı Belediyesi Güneş Enerji Santrali		1,00 Mw

Yukarıdaki Çizelge 7.1‘e bakıldığında Çankırı’da işletmede bir adeti lisanslı olmak üzeri birden fazla GES bulunmakta olup bu santrallerden üretilen enerji 57 MW kadardır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının önem kazanması ile santral sayılarında da artış başlamış ve Çankırı’da 3 santralin yapım çalışmaları başlamıştır. Bu üç santralden üretilecek toplam enerji 8,93 MW olup bu santrallerin işletmeye alınması ile toplam 66 MW ‘lık bir enerji üretimi gerçekleşecektir.

Çankırı ilinde kurulumu tamamlanmış olan Yapraklı ve Kurşunlu GES projelerine ait görseller verilmiş olup; Şekil 7.2’ de Çankırı Belediyesi tarafından Yapraklı ilçesine yapılmış olan 1 MW’lık GES sahası görülmektedir.



Şekil 7.2 Çankırı Belediyesi 1 MW ‘lık GES sahası

Şekil 7.3’te ise Çankırı Kurşunlu ilçesinde bulunan 860 kWe’lik GES tesisi görülmektedir.

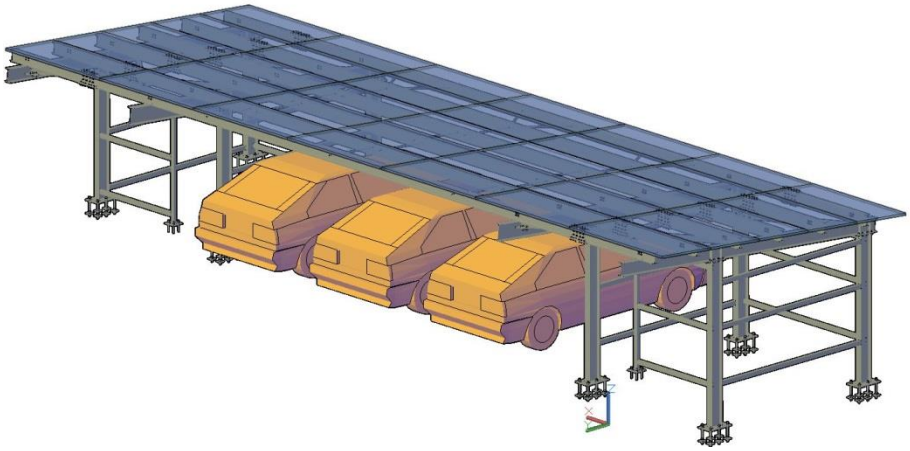


Şekil 7.3 Kurşunlu 0,86 MW GES sahası

7.2 Şarj İstasyonları Özellikleri ve Çankırı İlinde PV Sistem İle Çalışan Elektrikli Araç Şarj İstasyonu Sisteminin Modellenmesi

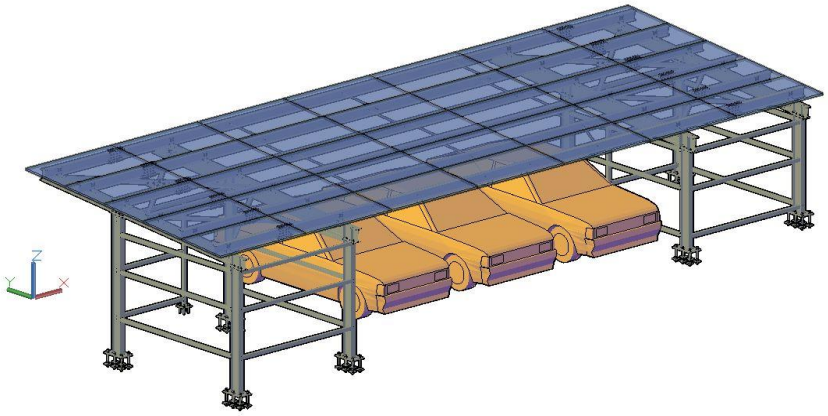
Çankırı ilinde modellenebilecek bireysel kullanımlı GES beslemeli elektrikli araç şarj işlemi için tasarlanmış olan şarj istasyonuna ait modellemenin gösterimi Şekil 7.4, Şekil 7,5 ve Şekil 7.6’da görülmektedir.

Şekil 7.4'te elektrikli araç şarj istasyonu ait panel çatılı sundurmanın arka görüntüsü bulunmaktadır.



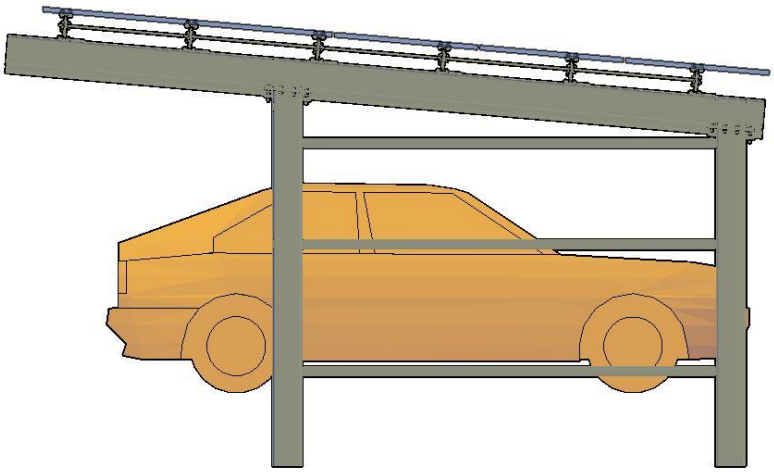
Şekil 7.4 Otopark sundurma arkadan görünüş

Sundurmaya ait ön kesit ise Şekil 7.5'te görülmektedir.



Şekil 7.5 Otopark sundurma önden görünüş

Şekil 7.6'dan da görüldüğü üzere sundurmaya ait yan görünüş incelendiğinde ise sundurmanın araçların üzerini tamamen kapattığı görülmekte olup, üç araç için tasarlanmış olan sundurmada güneş enerjisinden yararlanabilmek adına maksimum alan kullanılmaya çalışılmış ve araçların da üstünün tamamen kapatılması amaçlanmıştır.



Şekil 7.6 Otopark sundurma yandan görünüş

Elektrikli araç şarj terminali tasarımlarında dikkat edilmesi gereken bazı hususlar vardır. Şarj terminallerinin en işlevsel özelliği araçların şarj ünitelerini oldukça kısa sürelerde doldurabilmesidir. Bu terminallerde tek faz ve üç fazlı sistemler tercih edilebilmektedir. 3 fazlı sistem tercih edilmesi halinde şarj süresi buna bağlı olarak daha da azalacaktır.

Tüm dünyada yaygın bir şekilde kullanılan akım verici sistemler AC akım ve DC akımdır. 3 fazlı sistem kullanılması halinde 30 dakika gibi oldukça kısa bir zamanda elektrikli araçlar bu terminallerde şarj olabilmektedir. Bu şarj işlemi sonucu elde edilen enerji ile araç ortalama 150 km kadar yol alabilmektedir.

Elektrikli araç şarj modülleri 16 A, 32 A, 63 A şeklinde çeşitli seviyelerde mevcuttur. Aracın batarya kapasitesi göz önünde bulundurularak şarj sürelerinin 20 dakika ile 8 saat arasında değişkenlik gösterebileceği söylenebilir. Tip 2 şarj prizi ünitesinin tasarımı IEC 62196 standartlarına göre gerçekleştirilmiştir. Bu şarj ünitesinde terminal ile şarj fişi arasında iletişim sağlanması için tasarlanmış özel bir yapı bulundurmaktadır. Bu yapı sayesinde sağlanan iletişim neticesinde araca ait şarj akımı görülebilmektedir. DC şarj terminallerinin seviyeleri 22 – 125 kW arasında değer göstermektedir. Bu tip şarj üniteleri içeriğinde kart okuyucu, LCD panel, kaçak ve aşırı akım koruma aksamları bulundurmaktadır.

Şarj ünitelerinde bulunan prizin olduğu bölümde ikinci şahıslar tarafından yapılabilecek müdahaleleri engellemek amacı ile bir bölüm mevcuttur. Bu bölümde bulunan kapak manyetik bir kilit sistemine sahip olup aracın terminale bağlantısının güvenli bir şekilde gerçekleşmesini sağlamaktadır. Şarj işlemi gerçekleştikten sonra kapak kapatılır ve kapağın kilitleme işlemi otomatik olarak gerçekleşir. Bu sayede başka şahısların aygıtlara müdahalesi engellenmiş olur. Kapakta bulunan sensörler sayesinde kapağın açık-kapalı bilgisi verilir. İstasyonda bulunan prize araçtan gelen kablo takılarak şarj işlemi başlatılır.

Bireysel olarak tasarlanan sistemlerde güvenlik önem arz ettiğinden ufak çaplı sistemlerde bu tarz güvenlik önlemleri bulunmaktadır.

Ülkemiz güneş enerjisi yönünden zengin bir ülkedir. Bu sebeple ülkemizde güneş enerjisinden faydalanma oranı gün geçtikçe artmaktadır. Elektrikli araçların hızla piyasaya girişi ile elektrik enerjisi üretilebilecek yenilenebilir enerji kaynaklarına talep artışı hız kazanmıştır. Bu sebeple elektrikli araç şarj terminallerinde PV sistemler ön plana çıkmıştır.

Bölüm 5'te anlatılan 4 farklı modda gerçekleşebilen şarj yöntemlerinde maliyet ve kullanım açısından en uygun olan Mod 3 model şarj terminali bu tez çalışmasında baz alınmıştır.

Şarj terminali bireysel kullanım için tercih edileceğinden dolayı maliyet yönünden ve şarj işleminin günlük hayatın olağan akışını aksatmayacak şekilde gerçekleşmesine olanak sağlayan bu model tercih edilmiştir.

Ülkemizde en yaygın kullanım gösteren eşarj marka şarj ünitelerinin incelenmesi sonucu ülkemizde en çok kullanılan şarj ünitelerinin de Mod 3 tip olduğu tespit edilmiştir. Eşarj ile yapılan görüşmeler sonucu ise en uygun modelin normal charger olarak adlandırılıan ünite olduğu sonucuna varılmıştır. Çizelge 7.3'te en uygun şarj terminaline ait parametreler verilmektedir.

Çizelge 7.3 Önerilen EA şarj terminali modelinin istenen çıkış parametreleri

Vomax	Iomax	Pomax
380 V	32 A	22 kW

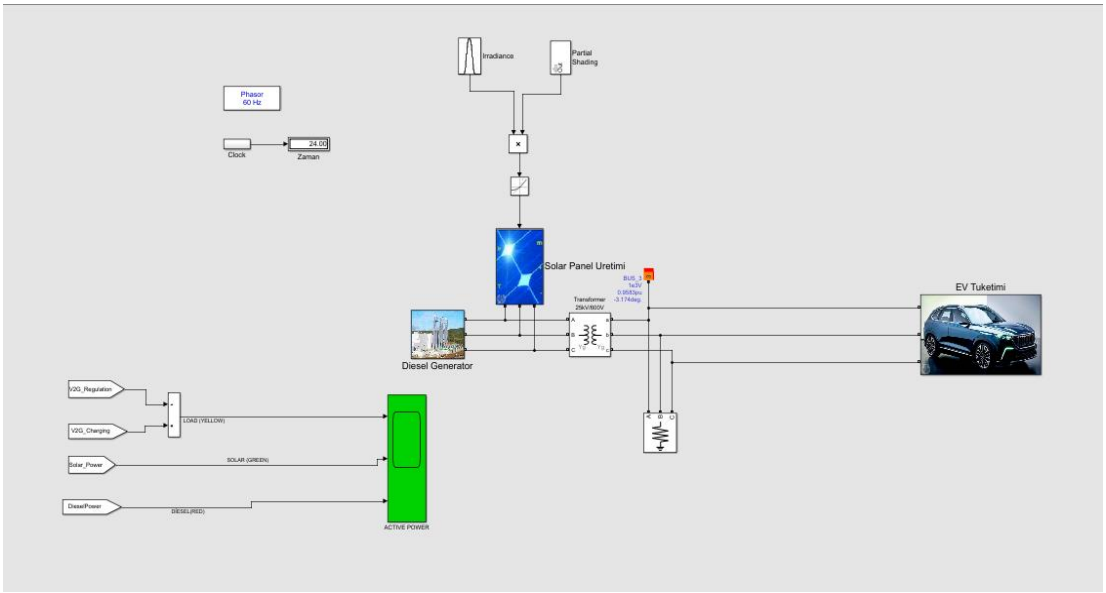
Çankırı ilinde bireysel kullanım için gerçekleştirilecek olan bu sistemde 3 adet şarj soketi olması öngörülmüştür.

Bu çalışmada kullanımı önerilen Longi 535W MONO PERC HALF CUT SOLAR PANEL için gerçekleştirilecek olan işlemlerin ilki olarak GES tesisi için çeşitli hesaplamalar yapılmıştır.

Bu sistemde 2 adet 100 kW'lik inverter, 535 Wp'lik 15 adet panel, 200 kW'lık Ges panosu kullanılabilir. Burada yapılan araştırmalar neticesinde elektrikli araçların 100 km'de ortalama olarak 15- 23 kWh enerji harcadıkları bilgisine ulaşılmıştır. Günlük kullanımda ortalama 50 km yol gidilmesi halinde üç araç için ortalama 3 * 10 = 30 Kwh'lik bir elektriksel güç üretimi gerçekleşmesi gerekmektedir. Çankırı ilinin güneşlenme süresi ortalama 5 saat olduğundan bu değer 30 / 5 = 6 Kwe olarak hesap edilecektir. Yani üç araç için aylık ihtiyaç 180 kWe olacaktır. Buradan panel sayısı hesap edilirse;

6 / 0,535 = 11,215 olarak hesap edilir. Bu tesiste 15 adet panel kullanımı tercih edilebilir. Bu durumda ise sistemde kullanılacak olan 535 Wp'lik 15 adet panelin üreteceği güç, aylık 0,535 * 15 * 30 = 240,75 kWp olacaktır. Burada 200 Kwe / 240,75 kWp' lik sistem ihtiyacın karşılanmasında yeterli olacaktır.

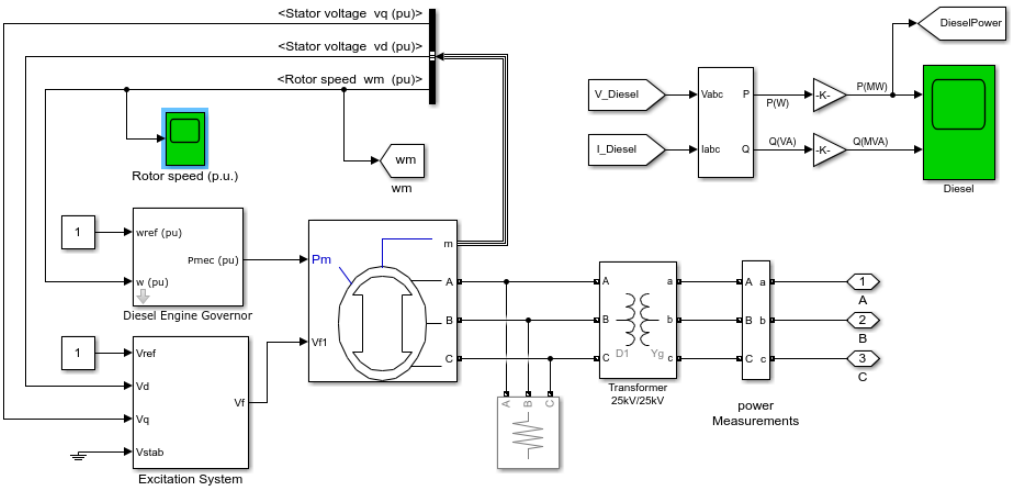
Çankırı ili için gerçekleştirilen simülasyonun MATLAB/SİMULİNK ortamında tasarımı genel itibarı ile Şekil 7.7'de görülmektedir.



Şekil 7.7 Sistem modellemesi

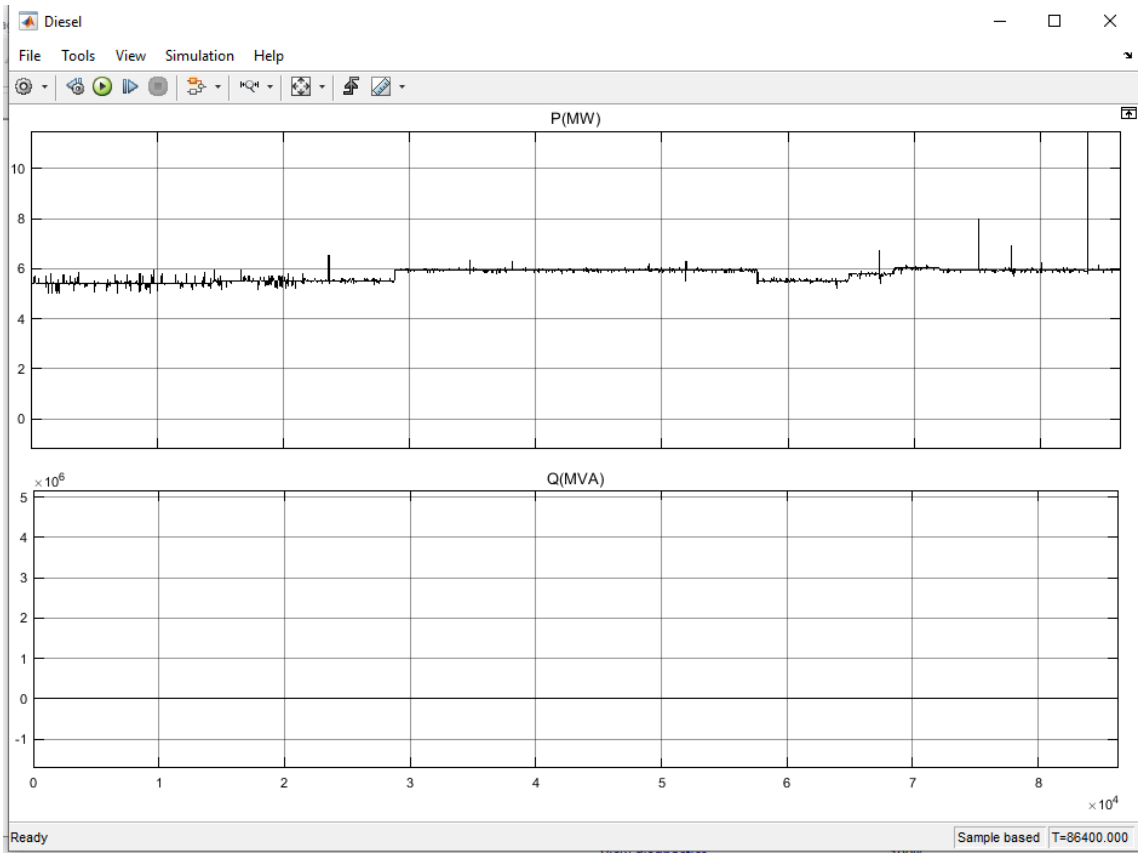
Yapılan bu modellemede amaç Çankırı iline ait veriler kullanılarak bireysel kullanım amacı ile gerçekleştirilebilecek bir şarj terminalinde araçların şarj olması için yeterli enerjinin üretilip üretilemeyeceğini incelenecektir.

Simülasyonda mevcut olan elemanlar incelenecek olursa; sistemde dizel jeneratör mevcuttur. Bu jeneratör sistemde üretilen ve tüketilen güç arasındaki dengeyi sağlar. Ayrıca senkron makinanın rotor hızına bakılarak şebekeye ait frekans sapması belirlenebilir. Şekil 7.8'de dizel jeneratör modellemesine ait blok bulunmaktadır.



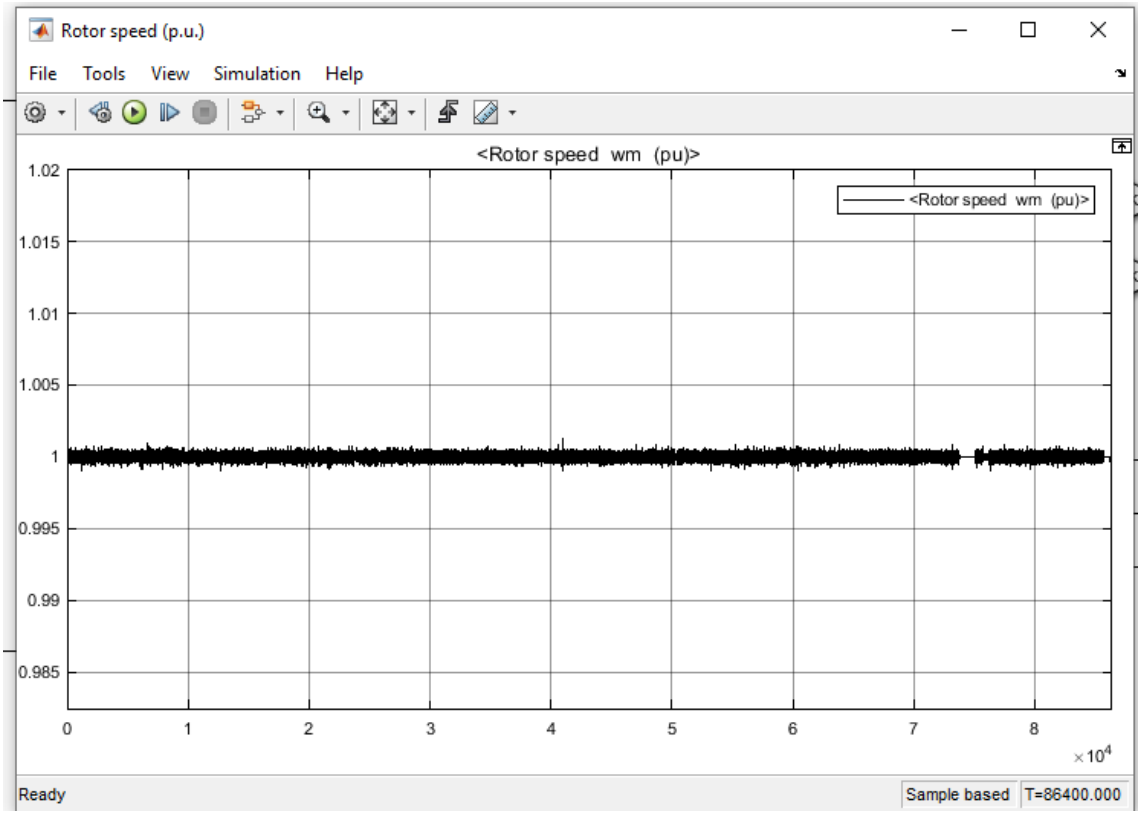
Şekil 7.8 Dizel jeneratör

Şekil 7.9'da dizel jeneratöre ait güç verileri bulunmaktadır.



Şekil 7.9 Dizel jeneratör güç verileri

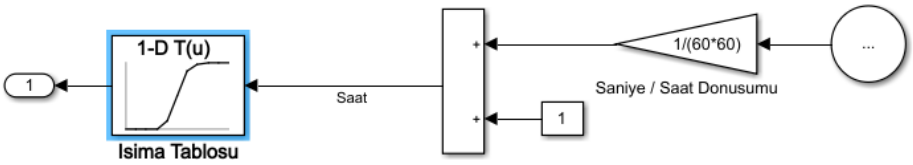
Şekil 7.10'da ise Şekil 7.8'de modellenmiş olan dizel jeneratörde bulunan rotor aksamına ait hız verisi görülmektedir.



Şekil 7.10 Rotor hızı verileri

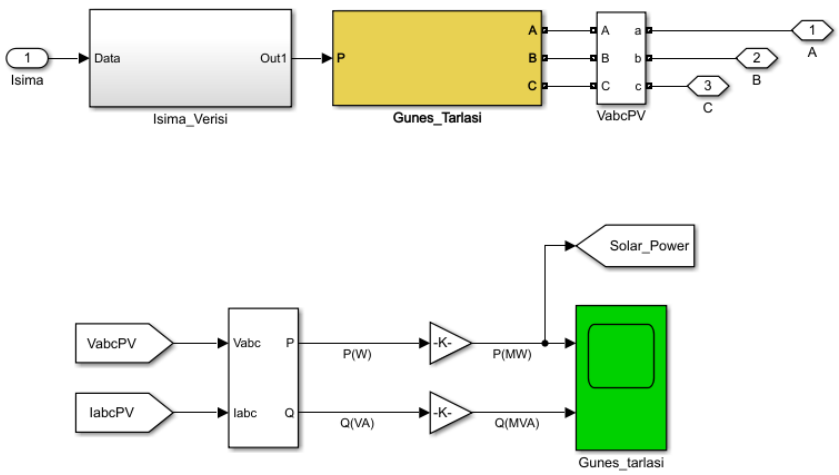
Gerçekleştirilen simülasyonda, sistemde enerji üretimini gerçekleştiren PV panel girdi olarak parlaklık ve kısmi gölgeleme verilerini kullanmaktadır. Çankırı ilinde radyasyon değeri, ortalama 1.432 kWh/m² - yıl değerine eşittir. Bu simülasyonda da ışıma verisi olarak Çankırı iline ait verilerin ortalama değerleri alınarak, 5 saat ışıma gerçekleşen Çankırı ili için simülasyon gerçekleştirilmiştir.

Şekil 7.11'de de görüldüğü üzere sistemimizde ışıma tablosu oluşturulmuştur. Bu tablo da Meteoroloji 9. Bölge (Ankara) Müdürlüğü Veri Alma ve Bilgi Satışı Biriminden temin edilen gerçek zamanlı radyasyon verileri kullanılmıştır. Simülasyona 24 saatlik veri girişi sağlanmış ve yük ve solar enerji üretimi gözlemlenmiştir.



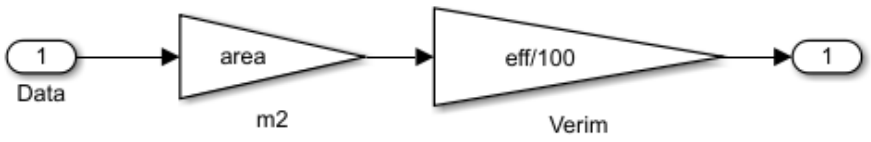
Şekil 7.11 Parlaklık (irradiance) girdi değerinin hesaplanmasına ait modellenme

Şekil 7.12'de verilen modelde ise girdi olarak kullanılan ışıma verileri sonucu güneş panelinde üretilen enerjinin gerilim değeri çıktısı alınmaktadır. Bu modellemenin alt blokları incelenecek olursa;



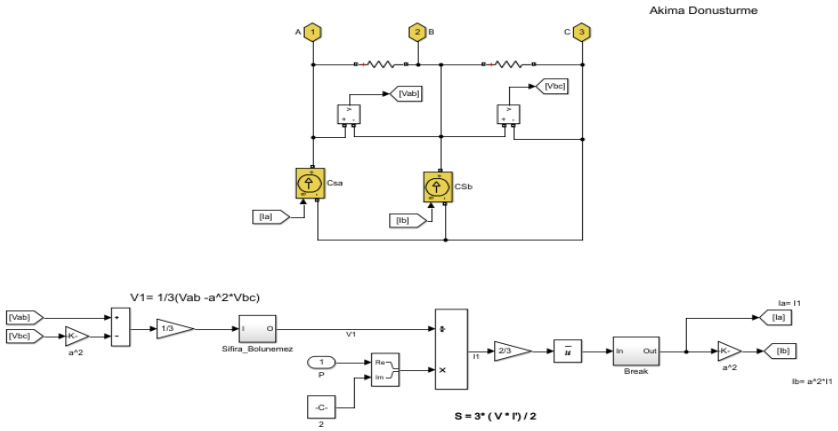
Şekil 7.12 Solar panel üretimi modellenmesi

Şekil 7.13'de görülen ışıma verisi modellemesinde solar panele girdi olarak kullanılan ışıma değerinin m² başına verimini hesaplamakta ve bu hesaplama sonucu elde edilen ışıma verisini güneş tarlasına net veri olarak iletmektedir.



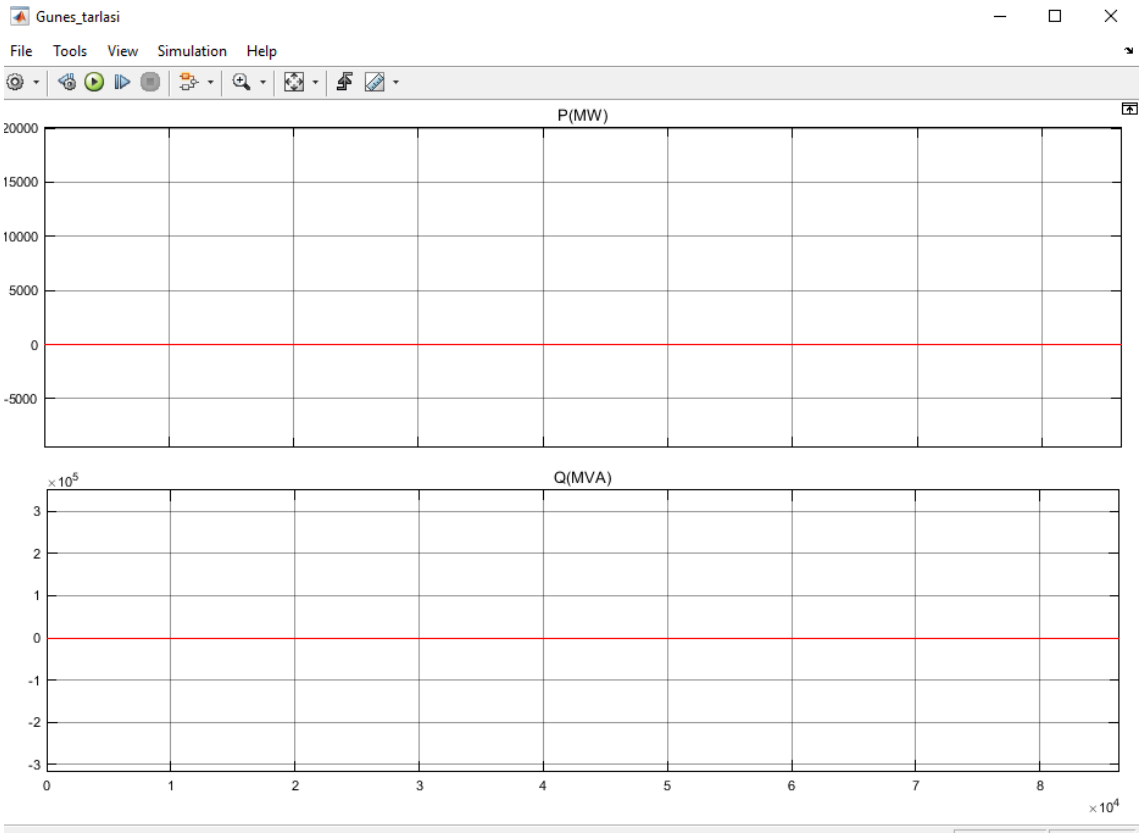
Şekil 7.13 Işıma verisi modellenmesi

Şekil 7.14'te gösterilen ışıma verisinin aktarılması sonucu güneş tarlası olarak adlandırılan blokta bu ışıma verisi sonucu elde edilen gerilim ve akım değerleri belirlenir. Belirlenen gerilim değeri solar panel üretim bloğunun çıktısıdır. Bu çıktı transformatör ile elektrikli araçların kullanabileceği değere dönüştürülerek sistemde kullanımı gerçekleştirilmektedir.



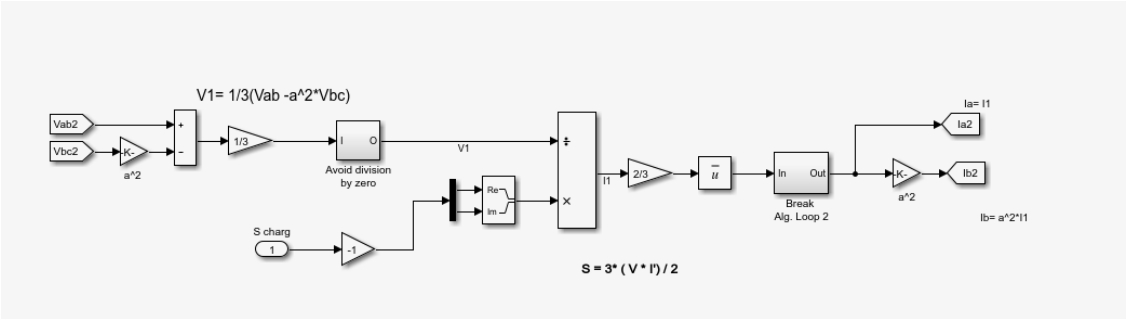
Şekil 7.14 Güneş tarlası simülasyonu

Şekil 7.15'de de solar panel üretimi simülasyonunda gerçekleşen işlemler sonucu güneş tarlasında elde edilen enerji değeri görülmektedir.



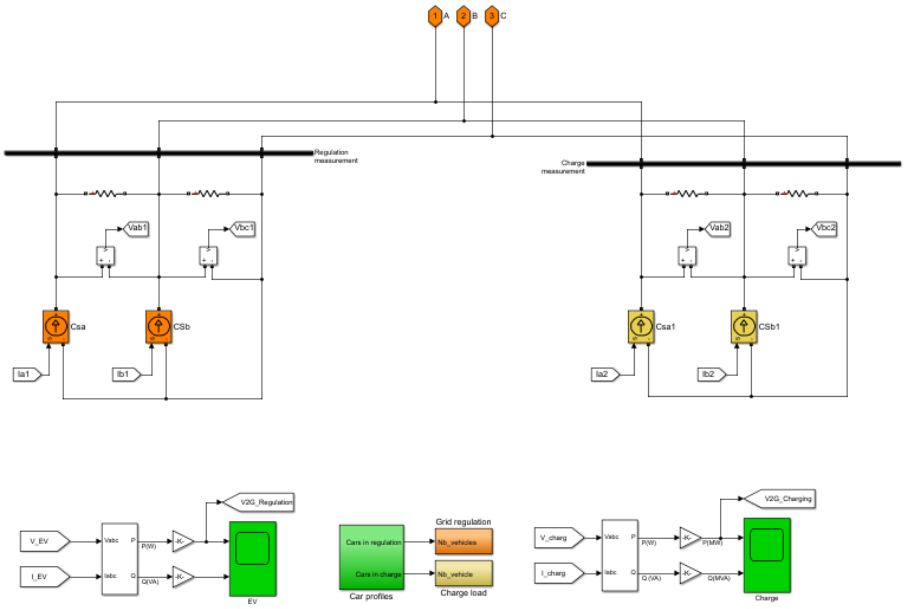
Şekil 7.15 Güneş tarlası simülasyonu sonucu

Yine güneş tarlası bloğu altında bulunan ve Şekil 7.16'da gösterilen şarj gücü üretimi elektrikli araçların kullandıkları enerji sonucu depoladıkları şarj seviyesini temsil etmekte olup sistemin çıktısı konumundadır. Burada her bir araç profili için ayrı ayrı değerler simülasyon ortamında görülmektedir.



Şekil 7.16 Şarj gücü üretimine ait modelleme

Sistemimizde yük kısmında bulunan, üretilen enerjiyi tüketen tarafta da elektrikli araçlar bulunmaktadır. Şekil 7.17'de verilen modellemeden görüldüğü üzere araçlar tarafından gerçekleştirilen enerji tüketimi sonucu elde edilen veriler regülasyon ve şarj ölçümü şeklinde çıktı olarak verilmiştir. Burada araçlara enerji girdisi verilirken voltajın fazla gelmesinden kaynaklanabilecek olan zararın engellenmesi adına regülasyon maskelemesi yapılmış ve şarj gücü üretimi denetlenmiştir.



Şekil 7.17 EV simülasyonu

Simülasyonda MATLAB/SİMULİNK kütüphanesinde elektrikli araç modellemeleri için kullanılan V2G bloğu da kullanılmıştır. V2G bloğunun iki işlevi bulunmaktadır. İlki kendisine bağlı bulunan pillerin şarjını kontrol etmek, ikincisi ise gün içerisinde bir olay meydana geldiğinde şebekeyi düzenlemek için mevut gücü kullanmaktır. V2G bloğunda 5 ayrı araç profili bulunmaktadır. Bu profiller;

Profil 1: Aracın iş yerinde şarj edilebilme imkânı bulunması halinde araçların şarj edilmesi durumu.

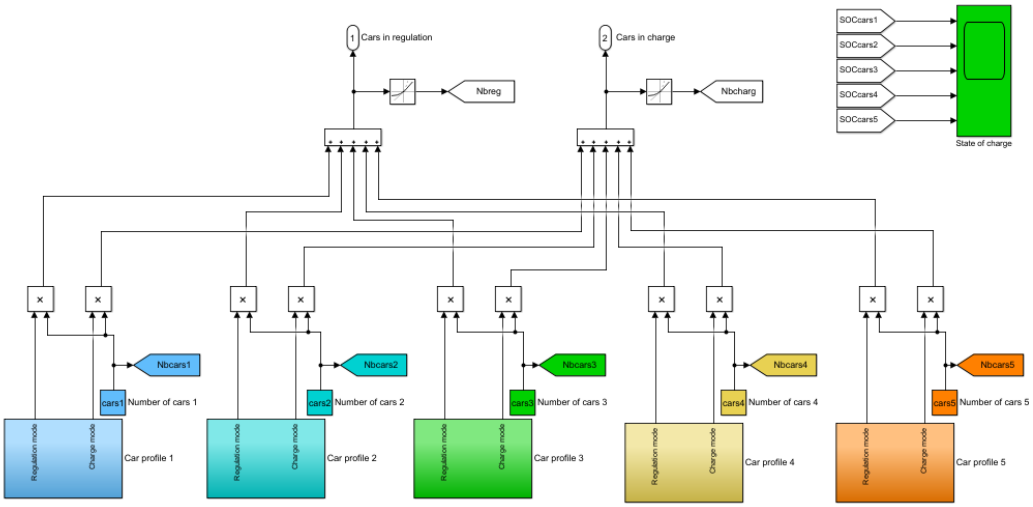
Profil 2: Aracın iş yerinde şarj edilme imkânı olmasına rağmen olağan durumdan farklı olarak fazla menzil alması durumunda şarj durumu.

Profil 3: Aracın iş yerinde şarj edilmesine imkân olmayan durumlarda aracın şarjının azalması ve iş bitimi sonucu fazladan bir miktar menzil daha alınarak şarj edilmesi halindeki şarj durumu. Kısaca bireyin aracını kendi imkânı ile şarj etme durumudur.

Profil 4: Aracın kullanılmadığı durumdaki şarj durumu.

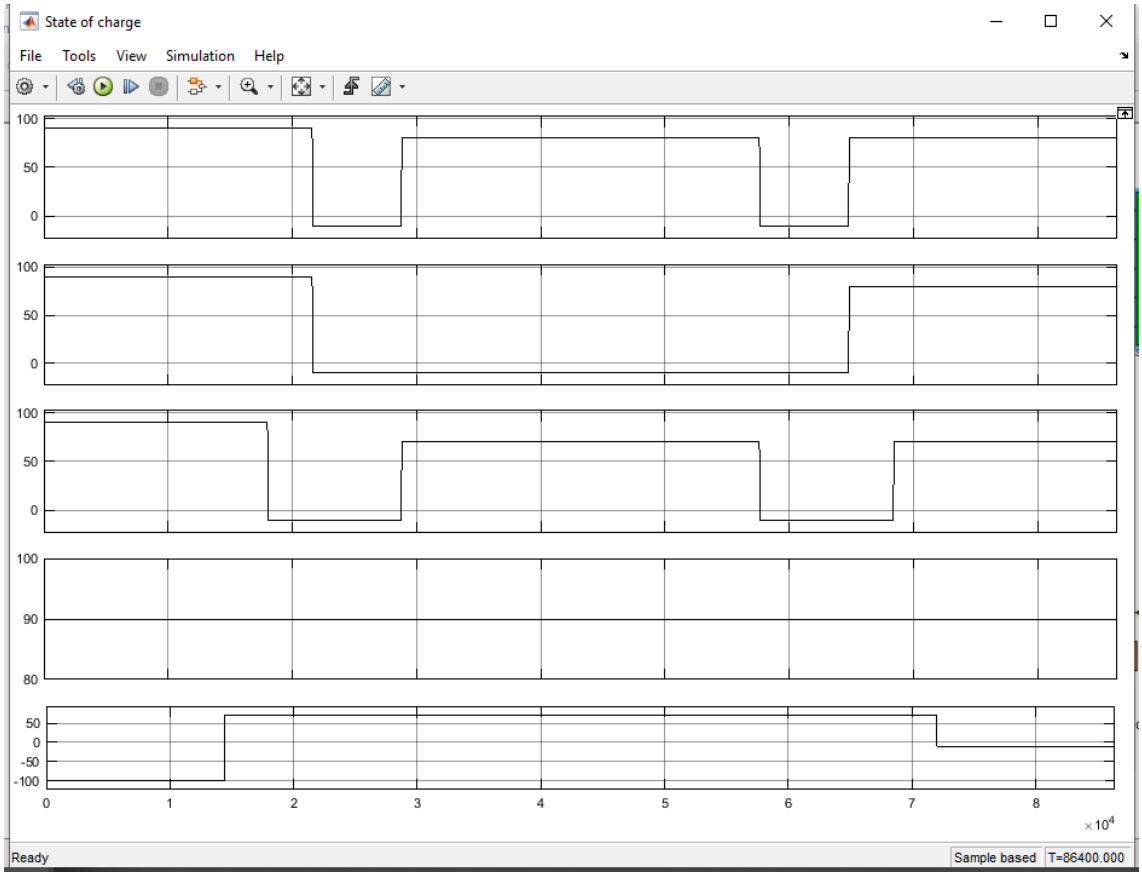
Profil 5: Aracın gece kullanılıp gündüz şarj edilmesi sonucu elde edilen şarj durumu.

Bu profillerdeki özellikler ele alındığında bu 5 araç profiline ait simülasyon bloğu Şekil 7.18'de gösterilmektedir.



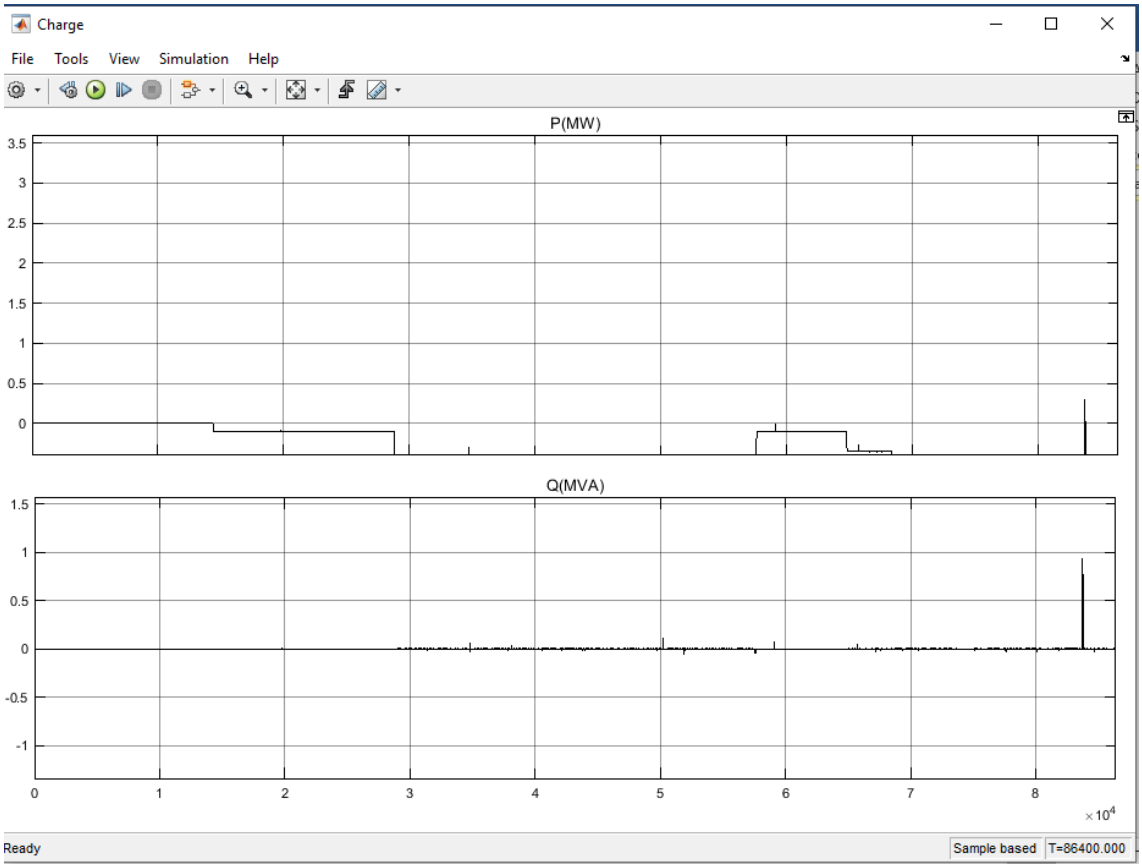
Şekil 7.18 V2G bloğu araç modellemesi

Şekil 7.19'da ise Şekil 7.18'de modellenmiş olan V2G bloğu çıkışında elde edilen 5 profile ait şarj durumlarına görülmektedir.



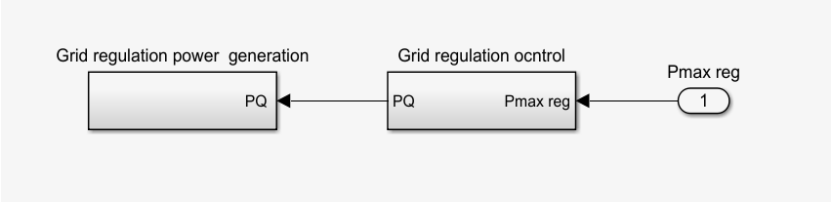
Şekil 7.19 V2G bloğunda bulunan 5 araç profiline ait şarj durumu verileri

Gerçekleştirilen simülasyonda bireysel kullanım için gerçekleştirilen şarj terminalinde şarj işlemi gerçekleştiren araçlara ait şarj durumları da Şekil 7.17'de verilen EV simülasyonu altında incelenmiş olup, sonuç olarak elde edilmiş olan şarj verileri Şekil 7.20'de verilmektedir.



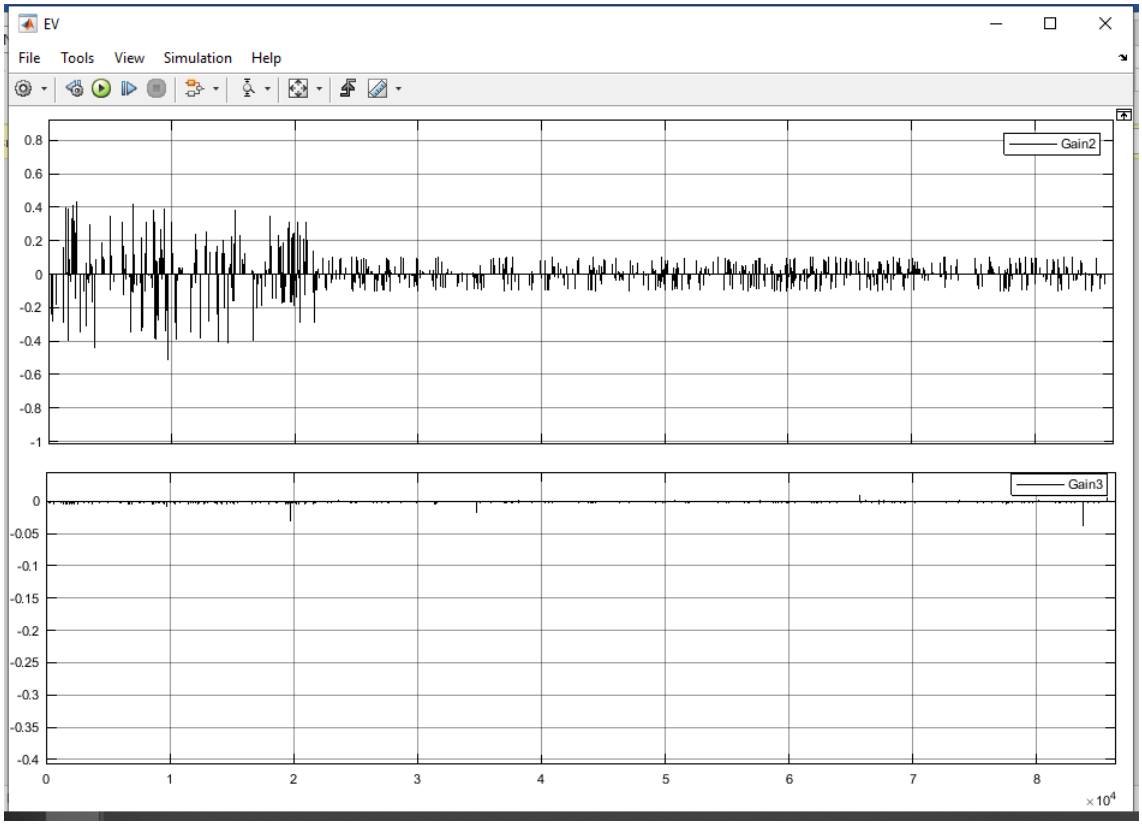
Şekil 7.20 Elektrikli araçlara ait şarj verileri

Şekil 7.21'de görülen regülasyon modellemesi için ise araçların şarj işlemi sırasında zarar görebileceği voltaj değerlerinden arındırılması için bir çeşit maskeleme yapılmıştır. Burada voltaj değerleri anlık olarak kontrol edilmek sureti ile anahtarlama işlemi yapılarak voltajın iletilip iletilemeyeceğinin kontrolü yapılmaktadır denilebilir.



Şekil 7.21 Regülasyon korumasına ait modelleme

Şekil 7.21'de gerçekleştirilmiş olan regülasyon korumasına ait modelemeye ait veriler Şekil 7.22'de bulunan grafikte görülmektedir.



Şekil 7.22 EV regülasyon verisi

Çankırı İç Anadolu Bölgesinde olan bir il olduğundan güneşlenme süresi yönünden elverişlidir. Meteoroloji 9. Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen verilere bağlı olarak Çankırı ilinde ortalama güneşlenme süresi çok küçük radyasyon verileri göz ardı edilerek ortalama güneşlenme süresi 5 saat olarak kabul edilmiş ve zaman verisi simülasyona bu şekilde aktarılmıştır.

Bu sistemlerde enerjiye az ihtiyaç duyulan vakitlerde temiz enerji üretilen fazla enerji araçların akülerinde depolanır ve araç deposu tam dolu olacak şekilde şarj işlemi yapılır. Sonrasında gün boyunca ihtiyaç duyulan yolculuklar yapılarak enerjiye daha çok ihtiyaç duyulan zamanlarda aracın şebekeye bağlantısı yapılarak enerji açığını giderebilmek adına araç aküsünde depolanmış halde bulunan fazla enerji şebekeye aktarılabilir. Bu sayede ihtiyaç duyulması halinde enerji açığının karşılanması için hem şebeke desteklenmiş olmakta hem de bu işlemlerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranında artış görülmektedir. Ayrıca enerji fazlasının şebekeye verilmesi ve sonrasında

ihtiyaç anında karşılığında şebekeden enerji alınabilmesi olayı ücretsiz olarak gerçekleşeceğinden kullanıcılar için de avantaj sağlamaktadır.

Elektrikli araçlar tarafından şebekeden çekilecek olan akım yüksek seviye olacağından ve akülerin şarj ünitelerinin güç elektroniği devresinin sahip olduğu yapıdan ötürü enerji kalitesinde bazı sorunlara yol açma ihtimali söz konusu olabilmektedir. Bu sebepten dolayı toplam harmonik distorsiyonu (deformasyonu) ve enerji faktörünün yönetmelikler ile belirlenmiş olan limitleri aşmaması adına harmonikleri filtreleme ve kompanzasyon işlemleri için gerekli olan ünitelerde sistem bileşenleri içindedir.

Sistem içerisinde bileşenlerinden olan şarj üniteleri de pratikte çeşitli haberleşme yapılarına uyum sağlayabilen, oluşturulabilen bir merkez sunucu üzerinden mevcutta bulunan ve kullanılan sistemler ile haberleşme sağlayan ekipmanlardır. Bu sistemde sisteme kayıt olmak ve şarj ünitelerinde kullanılmak üzere temin edilen RFID kartlar ile şarj işlemlerini gerçekleştirmek sureti ile sistem işlemektedir. Bu kartlar ile şarj işlemi başlatma, durdurma, kullanıcıların tanımlanması, tüketilen enerji miktarı ve u enerji için ödenecek tutar belirlenmektedir. Yine ünitelerde bulunan iletişim modülleri yerel ağ ya da internet vasıtası ile merkez sunuculara bağlanma işlemi yapabilmektedir. Aynı zamanda terminalde meydana gelebilecek arıza ya da buna benzer durumlarda da haberleşme sistemi üzerinden takip işlemi gerçekleşmekte, acil durumlarda dağıtım paneli üzerinde iletilen enerjinin kesilmesi münasebeti ile sistemin devre dışı bırakılması yetkinliği mevcuttur.

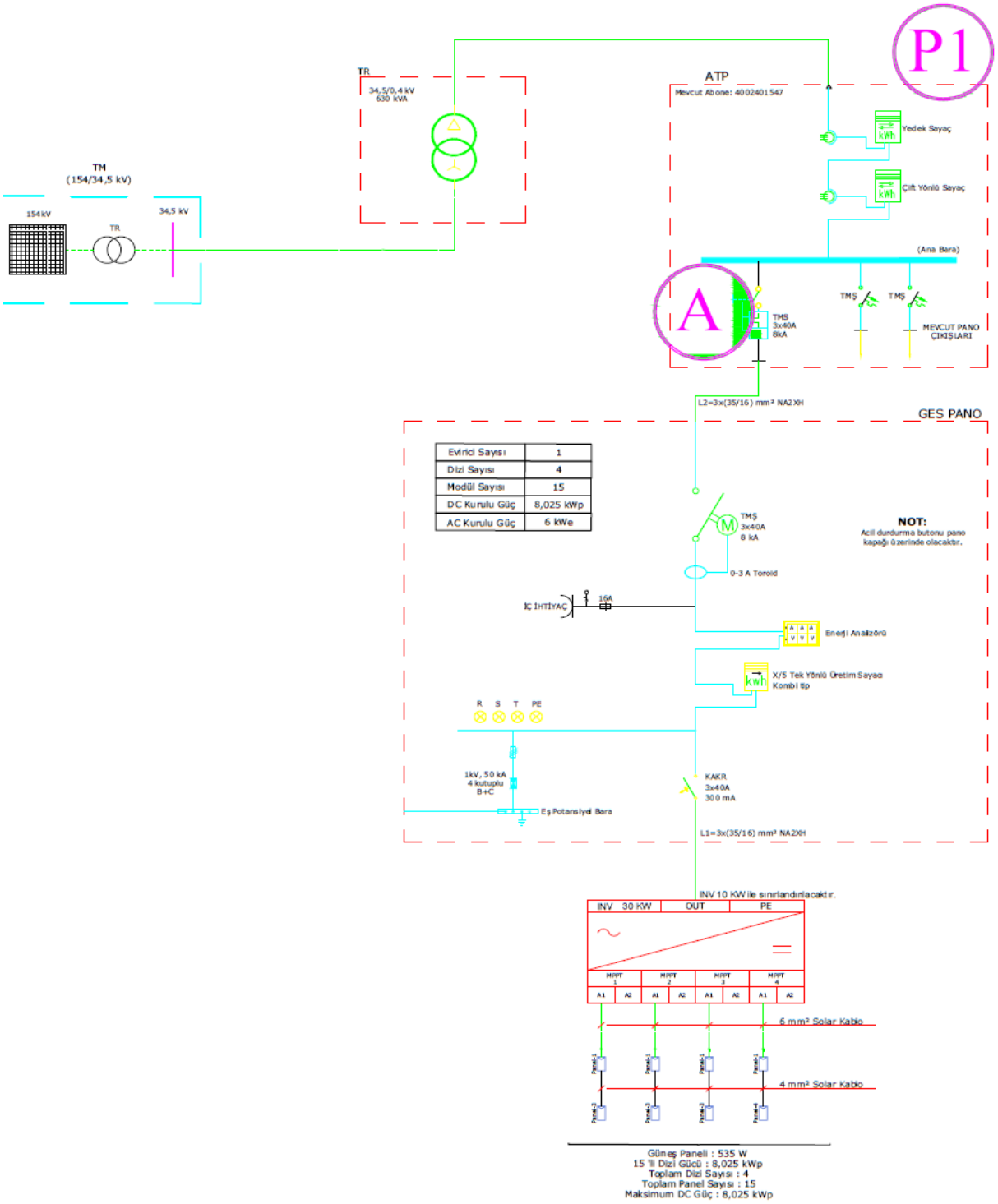
Çankırı ili için tasarlanan bu sistem güneş enerjisi ile çalışacak olup, güneş enerji panellerinden elde edilecek olan DC enerjinin AC enerji (220V ev – 380v İşyeri) elektriğine dönüştürülerek kullanımı sağlanır. Elektrikli araç bataryalarımız AC ile şarj olurken, güneş panellerinde üretilen enerji DC enerjidir ve günlük enerji ihtiyacında kullanılmak üzere AC enerjiye çevrilir. Şarj üniteleri tarafından gerçekleştirilen bu çevrim esnasında enerji kayıpları meydana gelmektedir. Sistemde teorikte mükemmellik elde edilmeye çalışılsa dahi pratikte meydana gelen kayıplar, panellerin güneşlenmeye bağlı olarak farklı güçlerde elektrik üretmesi gibi sorunlar meydana gelmektedir. Sistemimizde bu sorunlara bir çözüm olarak elde edilen enerjiyi düzenli bir bicinde

kullanabilmek adına aküler kullanılmaktadır. Bu sayede şarj işlemi gerçekleştikten sonra güneş enerjisinden yararlanmaya devam eden panellerde üretilen enerji sonra kullanılabilmek üzere bu akülere depolanarak enerjinin devamlılığı sağlanacaktır.

Tüm bu işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için sistemimizde kullanılacak olan ürünler listelenecek olursa;

- Üç Faz 11/22 kW AC Şarj Cihazı,
- Şarj Soketi,
- 5*6 Besleme Kablosu,
- Parafudr,
- Kaçak Akım Sigortası,
- Enerji Depolama Sistemi,
- Enerji Yönetim Sistemi/ Batarya Yönetim Sistemi,
- 535 W Solar panel,
- Güneş Otopark Konstrüksiyon Sistemi, şeklinde listelenebilir.

PV sistemler elektrik üretimi gerçekleşen sistemler olduğunda yapım ve yetkili kurumlar tarafından gerçekleşen kontrollerde bu tesislerin elektriksel olarak uygunluğunun denetimi tek hat şemaları ile gerçekleştirilir. Bu sistemlerde elektrik elektronik mühendisleri tarafından çizilen tek hat şemaları ilgili dağıtım şirketlerine ya da TEDAŞ'a onaylatılır ve tesis onaylı bu projeye uygun olarak dizayn edilir. Son aşama olan sistemin devreye alınması aşamasında ise yetkilendirilen mühendisler tesisin uygunluğunu yine bu tek hat şemalarını kontrol ederek denetler. Tesise ait örnek olabilecek bir tek hat şemasının Autocad çizimine ait görüntü Şekil 7.23'te verilmiştir.



Şekil 7.23 GES sistemi Autocad tek hat şeması çizimi

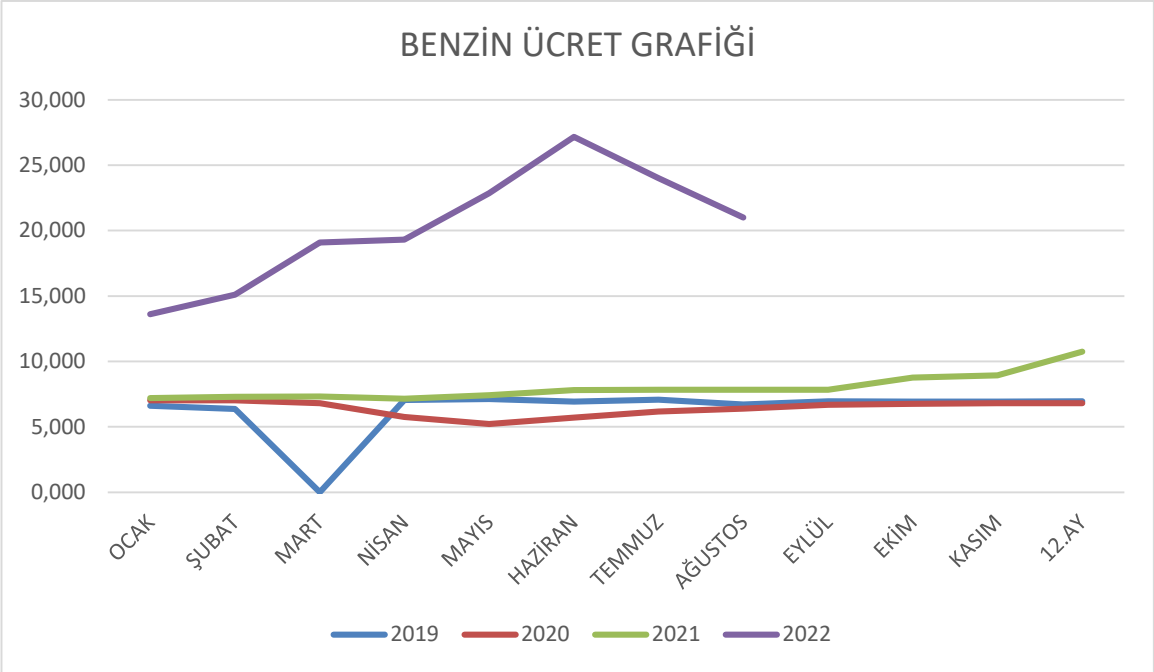
Elektrikli araç şarj işleminde PV sistemlerin kullanımının ne oranda gerçekleşebileceğinin analizinin yapılmasının yanı sıra elektrikli araçların her açıdan daha avantajlı olduğunu anlayabilmek adına yapılan araştırmalar neticesinde; Çankırı ilindeki yakıt fiyatları incelenmiştir. Bu fiyatlar Çizelge 7.4'te görülmektedir. Bu fiyatlarda meydana gelen değişimin daha iyi analiz edilebilmesi için; Şekil 7.24 ve Şekil 7.25'te grafik olarak da belirtilmiştir.

Çizelge 7.4 Son 4 yıla ait bezin ve motorin fiyatları

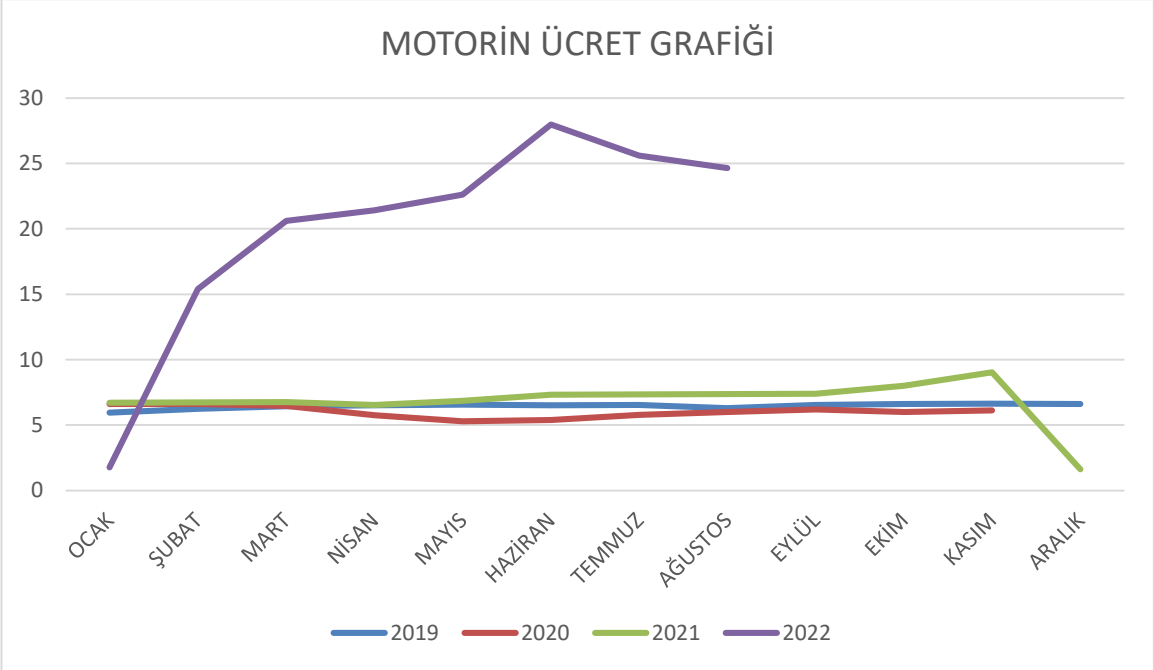
Tarih	Benzin	Motorin
01.01.2019	6,603	5,938
01.02.2019	6,375	6,244
01.03.2019	6,74	6,43
01.04.2019	7,045	6,5
01.05.2019	7,136	6,56
01.06.2019	6,94	6,5
01.07.2019	7,08	6,53
01.08.2019	6,71	6,3
01.09.2019	6,96	6,54
01.10.2019	6,94	6,61
01.11.2019	6,94	6,64
01.12.2019	6,95	6,6
01.01.2020	7,04	6,62
01.02.2020	7,04	6,62
01.03.2020	6,81	6,46
01.04.2020	5,75	5,76
01.05.2020	5,23	5,28
01.06.2020	5,71	5,39
01.07.2020	6,18	5,77
01.08.2020	6,4	6
01.09.2020	6,68	6,2
01.10.2020	6,75	6
01.11.2020	6,8	6,11
01.12.2020	6,82	6,36
01.01.2021	7,21	6,70
01.02.2021	7,3	6,72

Çizelge 7.4 Son 4 yıla ait bezin ve motorin fiyatları (Devam)

Tarih	Benzin	Motorin
01.03.2021	7,33	6,75
01.04.2021	7,156	6,54
01.05.2021	7,43	6,86
01.06.2021	7,82	7,32
01.07.2021	7,83	7,34
01.08.2021	7,83	7,37
01.09.2021	7,842	7,38
01.10.2021	8,177	8,013
01.11.2021	8,936	9,031
01.12.2021	1,75	1,62
01.01.2022	1,613	1,772
01.02.2022	1,103	15,403
01.03.2022	1,102	20,60
01.04.2022	1,326	21,42
01.05.2022	22858	22,604
01.06.2022	2716	27,964
01.07.2022	24014	25,587
01.08.2022	21	24,65



Şekil 7.24 Benzin ücret grafiği



Şekil 7.25 Motorin ücret grafiği

İçten yanmalı motorlarda kullanılan bu yakıtlarda meydana gelen fiyat değişimleri incelendiğinde özellikle 2022 yılında çok ciddi bir artış olduğu sonucuna varılmıştır. Bu

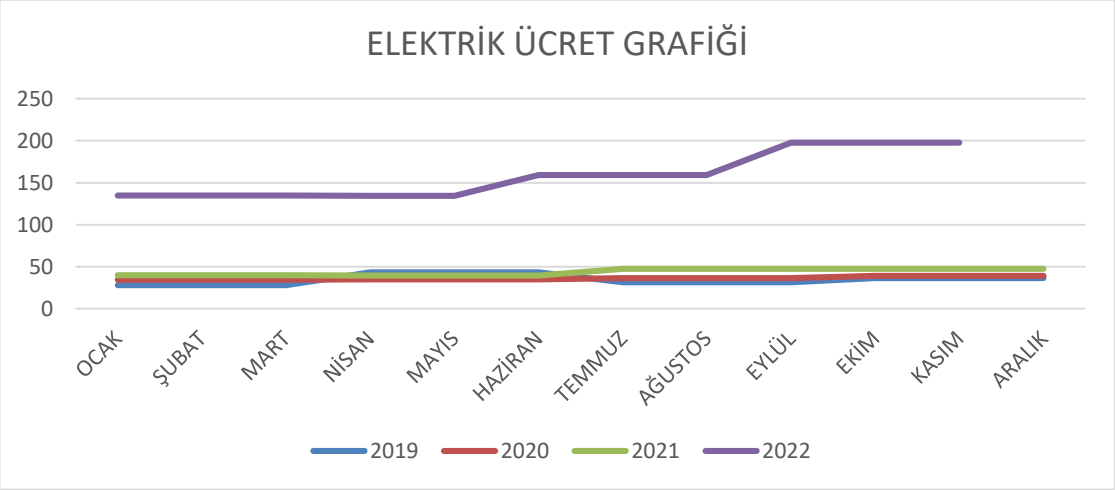
artış neticesinde dizel bir aracın ortalama olarak 100 km'de 4 litre motorin tükettiği varsayıldığında bu fiyatın 2022 yılı için ortalama 100 TL'lik bir yakıt tüketimi gerçekleştireceği görülmektedir. Aynı şekilde benzinli araçlarda ise bu durum 100 km için ortalama 6 litre şeklinde hesaplanması halinde 126 TL gibi bir ücret çıkacağı görülüyor.

Elektrikli araçların yakıt hesabının yapılabilmesi için de Çizelge 7.5'te son üç yılın elektrik fiyatlarındaki değişiklilker incelenmiş ve sonuçların daha iyi analiz edilebilmesi için Şekil 7.26'da grafik olarak belirtilmiştir.

Çizelge 7.5 Son 4 yıla ait elektrik ücretleri

Bağlantı Noktası / Tarifesi	**Tarihler**	**Ücretlendirme (kWh / Kr.)**
AG / Mesken Tek Terimli	1/1/2019	27,9098
AG / Mesken Tek Terimli	1/4/2019	43,4451
AG / Mesken Tek Terimli	1/7/2019	31,4926
AG / Mesken Tek Terimli	1/10/2019	36,4189
AG / Mesken Tek Terimli	1/1/2020	34,3800
AG / Mesken Tek Terimli	1/4/2020	34,8202
AG / Mesken Tek Terimli	1/7/2020	36,2671
AG / Mesken Tek Terimli	1/10/2020	39,2701
AG / Mesken Tek Terimli	1/1/2021	39,7629
AG / Mesken Tek Terimli	1/4/2021	39,6717
AG / Mesken Tek Terimli	1/7/2021	47,4253
AG / Mesken Tek Terimli (tüketim 8 kwh üzerinde ise)	1/1/2022	134,8829
AG / Mesken Tek Terimli (tüketim 8 kwh üzerinde ise)	1/2/2022	134,8829
AG / Mesken Tek Terimli (tüketim 8 kwh üzerinde ise)	1/3/2022	134,8829
AG / Mesken Tek Terimli (tüketim 8 kwh üzerinde ise)	1/4/2022	134,3397
AG / Mesken Tek Terimli (tüketim 8 kwh üzerinde ise)	1/6/2022	159,2790
AG / Mesken Tek Terimli (tüketim 8 kwh üzerinde ise)	1/7/2022	159,2790
AG / Mesken Tek Terimli (tüketim 8 kwh üzerinde ise)	1/9/2022	197,5193
AG / Mesken Tek Terimli (tüketim 8 kwh üzerinde ise)	1/10/2022	197,5193

Şekil 7.26'da verilen grafik incelendiğinde ve içten yanmalı motorlar için yapılmış olan yakıt hesabı elektrikli araçlar için yapıldığında; bir elektrikli aracın 100 km'de ortalama olarak 17,5 kWh 'lik bir elektrik tüketimi olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. 2022 yılına ait son elektrik verisi dikkate alınarak yapılacak olan hesaba göre elektrikli araçlar 100 km'de yaklaşık olarak 36 TL'lik bir yakıt tüketimi yapacaktır.



Şekil 7.26 Elektrik ücret grafiği

Tüm bu sonuçlar incelendiğinde elektrikli araçların PV sistem olmasa dahi içten yanmalı motorların kullanıldığı araçlara göre daha karlı olduğu görülmektedir.

7.3 Ekonomik Analiz

Elektrikli araç şarj terminallerinin yakın gelecekte akaryakıt terminallerinin yerini alması beklendiğinden bu konuda yapılan çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Bu terminaller Türkiye'de hızlı şarj altyapısı oluşturulmasına yönelik hibe, teşviklerin çoğalması ile gündem haline gelmiştir. Bu durumun sonucunda bireysel şarj terminali kurulumuna yönelik talep artmıştır. Bu talep doğrultusunda kurulum maliyeti hesabı yapılmaya başlanmıştır.

Çankırı ilinde de bireysel şarj terminali yapımı gerçekleştirilmesi halinde bu sistemin maliyet hesabı yapılmıştır. Elektrikli araç şarjlar için kurulacak olan şarj terminallerinin maliyetleri bazı kriterlere bağlı olarak değişmektedir. Bu kriterler; terminalinin AC ya da DC olması, priz sayısı, enerji depolama / dağıtım trafosu ihtiyacı ve terminalin kurulduğu yere göre değişiklik göstermektedir. Hızlı şarj işlemleri DC üniteler ile gerçekleşmektedir. AC üniteler ile 3-5 saat gibi bir sürede gerçekleşen şarj işlemi DC ünitelerde çok daha kısa sürelerde gerçekleşmektedir. Fakat DC üniteler ülkemizde yaygın olmamakla birlikte oldukça maliyetlidir.

Tasarlanacak olan şarj terminalinde 2 adet şarj ünitesi bulunmakta olup, bu ünite şarj işleminin olabildiğince hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi amacı ile 22 kW, 400 ± 40v AC, 3 Faz+Nötr+Toprak, 32A ve 50 Hz ve 2 soketli bir şarj ünitesi tercih edilmiştir. Bu özelliklere sahip şarj ünitesi ile şarj işlemi, ülkemizde kullanılan elektrikli araç markaları için ortalama 4 saat kadar bir sürede gerçekleşmektedir. Şarj işlemi batarya tam tükenmeden gerçekleştiğinden bu işlem günlük hayatı çok etkilemeyecek şekilde işlev görebilecektir.

Çizelge 7.6'da elektrikli araç şarj ünitelerine ait olan fiyatlar elektrikli araç şarj ünitelerinin üretimini ülkemizde en fazla gerçekleştiren firma olan Eşarj ile iletişime geçilerek elde edilmiştir.

Çizelge 7.6 Elektrikli araç şarj terminali maliyeti

Şarj İstasyonu Türü	Fiyat Aralığı
Üç Faz 11/22kW AC Şarj Cihazı	(1.042,00 *2) $ = 2.084,00 $
Şarj Soketi	(313,00 *2) $ = 626,00 $
PV Panel (535 Wp Half Cut Monokristal)	(15*235,4) $ = 3.531,00 $
İnverter (2 adet , 100 Kw)	5.000,00 $
Konstrüksiyon	1.040,00 $
Besleme Kablosu (NA2XH 1KV 4*35mm²)	(100 * 2,74) $ = 274,00 $
Solar Kablo (1*6 mm² PV1F)	(375 * 0,95) $ = 356,25 $
+ - Konnektör, 1000Va, Ip67	(12 (takım) * 2,6) $ = 31,2 $
Topraklama (1x16 mm2 NYAF sarı yeşil)	(60 * 2,10) =126,00 $
Kablo Kanalı ve Tavalar	150,00 $
GES Panosu (15 Kw) + Şalter	2.650,00 $
Ölçü Hücresi (Çift Yönlü Sayaç)	(2 * 188) $ =376,00 $

Çizelge 7.6 Elektrikli araç şarj terminali maliyeti (Devam)

İşçilik	5.000,00 $
TOPLAM	929.801,35 $

(NOT: Dolar 25 Kasım 2022 tarihindeki değerinden hesaplanmış olup 18,59 tl olarak alınmıştır.)

Sistem için ödenmesi gereken vergi ve harçlara ait Çizelge 7.7, Çizelge 7.8, Çizelge 7.9 ve Çizelge 7.10 incelendiğinde diğer işlemler kalemi ve şebeke işletmecisi yıllık işletim bedeli olarak belirtilen ücretlerin toplamı olarak 2.338,2 TL'lik bedelin ödeneceği görülmektedir.

Çizelge 7.7'de GES kurulumu yapılabilmesi için yapılan başvurular neticesinde kurulacak olan güze bağlı olarak ödenmesi gereken başvuru bedelleri görülmektedir.

Çizelge 7.7 EPDK tarafından belirlenen başvuru bedeli

Başvuru Bedeli	
2022	
Güç Aralığı	**Bedel (TL)**
0-250 kW (dâhil)	0
250 kW üzeri	1149,4

Çizelge 7.8'de ise EPDK tarafından belirlenmiş olan GES kurulumu sonrası gerçekleştirlebilecek işlemlere ait işlem bedelleri bulunmaktadır.

Çizelge 7.8 EPDK tarafından belirlenen işlem bedelleri

İşlem Bedelleri	
2022	
İşlem Türü	**Bedel (TL)**
Pay Devri	0
Diğer İşlemler	731,1

Çizelge 7.9'da kurulmuş olan GES tesisinin şebekeye bağlanması sonucunda tahsil edilecek olan ücretler ile alakalı veriler bulunmaktadır.

Çizelge 7.9 EPDK tarafından belirlenen şebeke işletmecisi yıllık işletim bedeli

Şebeke İşletmecisi Yıllık İşletim Bedeli	
2022	
Güç Aralığı	**Bedel (TL/Yıl)**
0-10 kW (dâhil)	0
10-250 kW (dâhil)	1607,1
250 kW üzeri	3214,1

Çizelge 7.10'da GES kurulumu neticesinde görevli tedark şirketine ödenmesi gerekli olan İşletim bedelleri yer almaktadır.

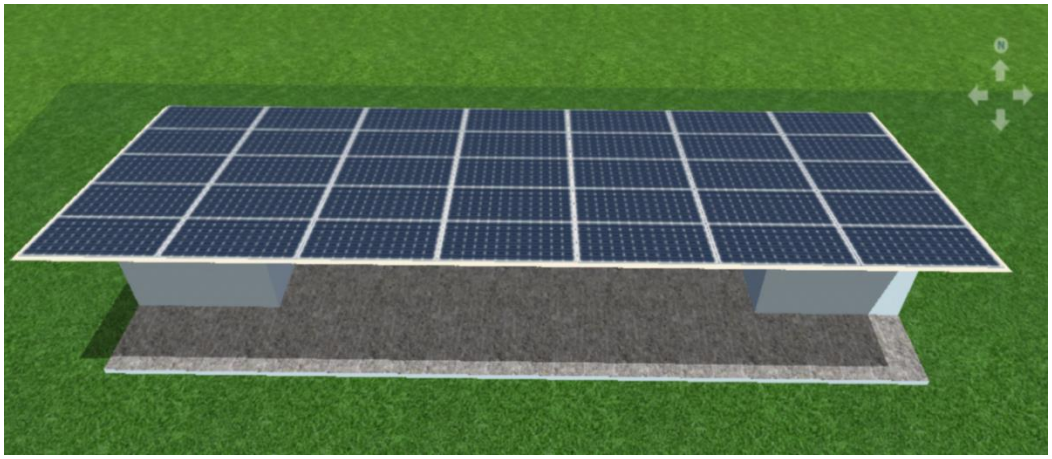
Çizelge 7.10 EPDK tarafından belirlenen GTŞ yıllık işletim bedeli

GTŞ Yıllık İşletim Bedeli	
2022	
Güç Aralığı	**Bedel (TL/Yıl)**
0-250 kW (dâhil)	0
250 kW üzeri	2298,8

Tüm bu tablolar incelendiğinde yaklaşık 200 kWe / 240,75 kWp'lik sistem için ödenecek olan tutarın yaklaşık 929.804,35 TL olduğu sonucuna varılmıştır. Ekonomik analiz sonucundan da görüldüğü üzere AC üniteler maliyet yönünden bireysel kullanım için oldukça uygun olmakla beraber kurulumu da kolayca gerçekleştirilebilmektedir. DC üniteler bireysel kullanım için oldukça maliyetlidir. DC ünitelerde sadece ünite fiyatları 200.000,00 TL civarlarında seyretmektedir. Bu sebeple Sistemde üç faz 11/22 kW AC şarj cihazı tercih edilmiştir. Bu şarj cihazı 22 kW hıza ulaşabildiğinden en çok tercih edilen şarj üniteleri arasında yer almaktadır. Ev, iş yeri, AVM, otopark gibi bireysel ve kamusal birçok alanda kullanılabilmekte ve tercih edilmektedir. Bu sistem 380V üç faz elektrik bağlantısı gerektirdiğinden özel olarak kablolama ihtiyacı meydana gelmektedir. Bu sistemde en az 3*40A üçlü sigorta, sanayi tipi priz ve duvar/zemin montajı gerekmektedir.

Ayrıca PVSOL programında sisteme ait analiz yapılmış olup, bu analiz için yapılan panel yerleşim planı Şekil 7.27'de görülmektedir. Simülasyon sonuçlarında sistem kullanım oranının %87,99 olduğu ve yıllık özgül kazancın ise 515 kWh/kWp olduğu

sonucuna varılmıştır. Bu sistem neticesinde ise önlenen CO_2 emisyonunun 10.576 kg/yıl olduğu tespit edilmiştir. Yine yapılan analiz neticesinde enerjinin GES yoluyla sağlanması ve üretilen enerjinin fazlasının şebekeye satılması neticesinde sistemin kendini 5 yılda amorti edeceği sonucuna varılmıştır.



Şekil 7.27 Otopark sundurması PVSOL programı panel yerleşimi

Çizelge 7.11'de Türkiye'de en çok tercih edilen şarj ünitesi markaları ve özellikleri görülmektedir.

Çizelge 7.11 Elektrikli araç şarj terminalleri ve özellikleri

Şarj Ünitesi	Özellikleri
ZES EVCO2 	Soket: Tip-2 Soket Ayarlanabilir Güç Aralığı: 3,7/7,4/11/22 kW GSM ve Wi-Fi Bağlantı Opsiyonları Duvar Montajı veya Ayaklı Montaj RFID Okuyucu IP54 Koruma

Çizelge 7.11 Elektrikli araç şarj terminalleri ve özellikleri (Devam)

EŞARJ NORMAL CHARGER 	Soket: Tip-2 Soket GSM ve Wi-Fi Bağlantı Opsiyonları Duvar Montajı veya Ayaklı Montaj RFID Okuyucu IP54 Koruma

Çankırı'da ZES şarj üniteleri kullanılmaktadır. Eşarj ise Türkiye'de kullanılan en yaygın şarj ünitesi markasıdır. Maliyet analizinde Eşarj markasından alınan bilgiler kullanılmıştır.

GES sistemlerinin genel yapısı ve çalışmamızda gerçekleştirilen sistem hakkında genel bilgi vermek gerekirse: GES sistemlerinin bileşenleri;

- Panel
- Solar kablo
- İnverter
- Besleme kablosu
- GES panosu, şeklinde sıralanabilir.

GES sistemlerinde paneller 4 mm² solar kablolar ile bağlanarak stringler (bölgeler) oluşturulur. Burada üretilen enerji 6 mm²'lik solar kablolar ile inverterlere aktarılır. İnverterlerde, üretilen DC elektrik enerjisi AC enerjiye çevrilerek, GES panosuna aktarılır ve buradan da trafolar vasıtası ile şebekeye bağlanır.

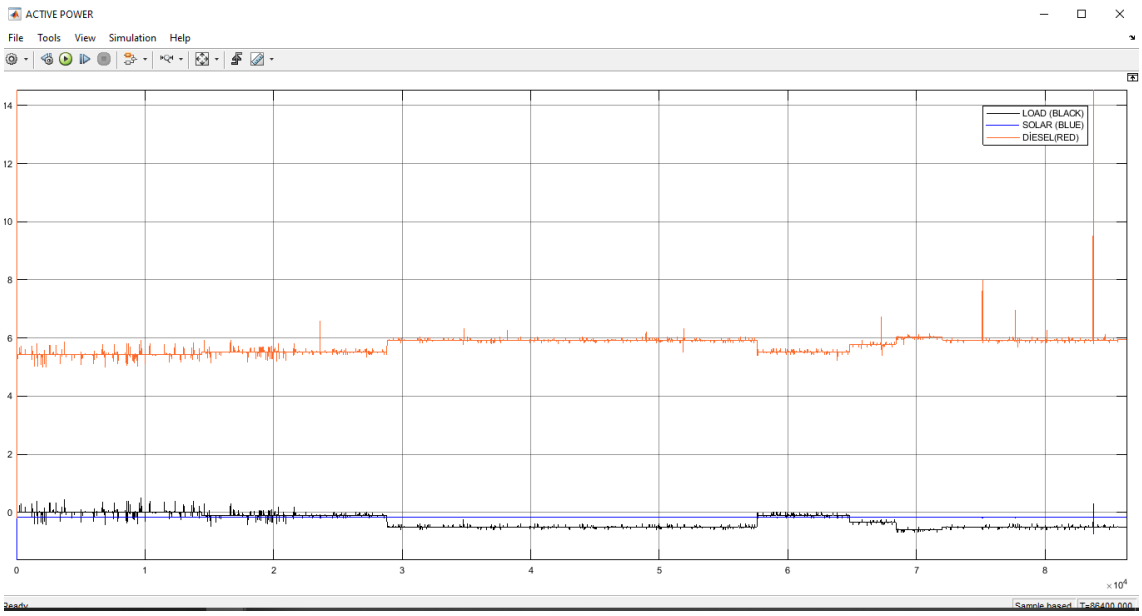
Çankırı ilinde elektrikli araç şarj terminali tasarımının MATLAB/SİMULİNK ortamında gerçekleştirildiği bu çalışmada ise; Meteoroloji 9. Bölge müdürlüğünden alınan güneş ışıma verileri kullanılarak Çankırı ili için gerçek değerli sistem simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Simülasyonun çalışması sonucunda Şekil 7.28'de

elektrikli araçların şebekeden çektiği enerji yani yük, PV sistemin ürettiği enerji ve şebeke enerjisi gözlemlenmiştir. Bu simülasyondan da görüldüğü üzere sistemimiz aksama yaşanmaması adına şebekeye bağlı olacak şekilde tasarlanmıştır. Sistem çalışma prensibine göre; GES sistemimiz güneş enerjisinden elde ettiği elektrik enerji ile elektrikli otomobiller için gerekli olan elektrik enerjisini üretmektedir. Ürettiği bu elektriği bulunduğu bölgedeki dağıtım trafosuna ya da varsa PV sistem sahibi bireyin kendine ait trafo ile iletmektedir. Üretilen elektrik enerjisi elektrikli otomobillerin şarj edilmesi işleminde kullanılmakta olup fazladan üretilen enerji ise EPDK tarafından yayınlanan yönetmeliğin verdiği hak ile mahsuplaşma usulü ile şebekeye satılmaktadır. Bu sayede üretilen fazla elektrikten de kazanç sağlanmış olup sistemin kendini amorti etme süresi kısalmış olacaktır.

Simülasyonda elde edilen veriler incelendiğinde sistemin çalışabilmesi için şebeke elektriğine ihtiyaç olmayacağı ya da araçların çok kullanıldığı sürelerde minimum düzeyde bir gereksinim duyulacağı sonucuna ulaşılabilir. Çankırı ilinde gerçekleştirilecek olan bu sistemde gerekli olan enerji ihtiyacını GES sisteminin karşılayacağı söylenebilir. Burada günün yoğun saatlerinde (sabah ve akşam) yükte bir artış olduğu ve burada anlık zamanlarda şebekeden enerji çekileceği fakat gerekli olan enerjinin büyük bir kısmının yine GES ile karşılanacağı görülebilir. Yoğun olmayan, seyahat edilmeyen zaman dilimi olarak nitelendirilebilecek olan öğle vakitlerinde ise yükte düşüş olduğu ve GES sisteminin ihtiyaçtan daha fazla enerji ürettiği görülmektedir. Üretilen bu fazla enerji şebekeye aktarılabilir.

Sistem gerçeklemesi genel hatları ile incelendiğinde Çankırı ilinde Güneş enerjisi destekli elektrikli otomobil şarj ünitelerinin kurulumu gerçekleştirildiği takdirde sistemin sağlıklı bir şekilde çalışacağı, Çankırı ilinin güneş ışımasının bu tarz tesisler için yeterli olduğu ve bu tesislerin üreticiye kazanç sağlayacağı sonucuna varılabilir. Yine PVSOL programı ile yapılmış olan analizde SİMULİNK verilerini desteklemiş ve tesisin 5 yılda kendini amorti edebileceği ve kazanca geçebileceği neticesine varılmıştır.

MATLAB / SİMULİNK ortamında gerçekleştirilen analizde ise elektrikli araçların şarj verileri incelenmiş olup bu simülsayon sonucu elde edilen veriler Şekil 7.28'de görülmektedir.



Şekil 7.28 Çankırı ilinde PV sistem destekli elektrikli araç şarj işlemi verileri

Maliyet açısından önemli olan bir diğer husus ise bu sistemin tüketicilere nasıl bir kazanç sağlayacağının incelenmesidir. Sistem kendini yıl gibi bir sürede amorti edecektir. Fakat yapılan araştırmalar benzinli araçların tükettiği yakıt ücretinin elektrikli araçlara ait ücretin yaklaşık 3,5 katı, dizel araçlarınkinin ise 2.8 katı kadar bir değere tekabül ettiği görülmektedir. Sistemin kendini 5 yılda amorti edeceği sonucuna ek olarak elektrikli araçların her türlü durumda içten yanmalı motorlara göre daha avantajlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Simülasyon sonucu ayrıntılı bir şekilde incelendiğinde ise; 24*60*60 =86400 sn. olarak tasarlanan sistemde yaklaşık ilk 6-7 saatlik zaman diliminde yük olarak belirtilen elektrikli araçların çekeceği enerji fazla görünmektedir. Bu saatlerde araç kullanımının yoğun olması neticesinde şarj işlemine ihtiyaç duyulmaktadır. Öğle saatleri olarak belirtilebilecek olan saatlerde ise araç kullanımı azalacağından enerji ihtiyacı azalacak ve panellerin ürettiği enerjinin fazlası oluşacaktır. Bu sistemde sabah saatlerinde belirli

zaman aralıklarında şebekeden enerji alınabileceği, diğer zaman dilimlerinde ise fazla enerji üretimi yapılacağı sonucuna varılabilir. Kısacası Çankırı ilinde 3 araçlık bir PV sistem destekli GES tasarımı yapılabilir.

8. TARTIŞMA VE SONUÇ

Hızla artan nüfus ile birlikte insanoğlunun ihtiyaçlarının artması ve bu ihtiyaçların karşılandığı kaynakların çevreye zarar verdiğinin fark edilmesi sonucunda yeni kaynak arayışı başlamıştır. Bu arayış neticesinde de yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımı söz konusu olmuştur. Bu kaynakların temiz ve tükenmeyen bir yapıda olması cazip hale getirmiştir.

Günümüzde özellikle hemen her yerde kaynağı bulunan güneş ve rüzgâr enerjisi tercih edilmektedir. Bu kaynaklardan rüzgâr enerjisinin kesintisiz bir üretime sahip olması avantajı iken, maliyetinin çok olması ve arızalarının giderilmesinin zor olması dezavantajıdır. Güneş enerjisinde ise sistem rüzgâr enerjisine göre hesaplıdır. Fakat ışınım yeterli olmadığı durumlarda ve geceleri üretim yapmadığından üretim değişkenlik göstermektedir.

Enerji ihtiyacının artması ile geliştirilen bu sistemler, günümüzde daha fazla rağbet görmeye başlamıştır. Bunun sebebi, enerji tüketiminin artmasıdır. Bu artışa ek olarak piyasaya çıkarılan elektrikli araçlarında hızla artması neticesinde, elektrik üretiminde kullanılmakta olan termik santrallerdeki üretimin yeterli olmayacağı ve ilerleyen süreçlerde elektrik maliyetlerinde ciddi artışlar olabileceği söz konusudur. Tüm bu gelişmeler neticesinde tüketiciler kendi enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmek için tesis kurma yoluna gitmektedir.

Çankırı ilinde bireysel kullanım amaçlı bir GES tesisinin kurulması halinde bu tesisin maliyetinin ve üretiminin ne kadar olacağına yönelik yapılmış olan çalışma neticesinde; Çankırı ilinde 3 araçlık bir şarj terminali tasarımı yapılması halinde 200 kWe / 240,75 kWp'lik sistem için ödenecek olan tutarın yaklaşık 929.804,35 TL olduğu ve bu

sistemin kendisini yaklaşık olarak 5 yılda amorti edeceği sonucuna varılmıştır. Bu güçteki bir tesiste, üç aracın tüketeceği enerjinin günlük ortalama 50 km'lik bir menzil olması halinde tamamının karşılanabileceği ve bu durumda fazladan üretilen 20 kWe'lik enerjinin de şebekeye satılabileceği tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalar ve incelemeler sonucunda Çankırı ilinde güneşlenme süresinin ve ışınım miktarının yeterli olduğu ve GES tesislerinin kurulumunun kâr sağlayabileceği neticesine varılmıştır. Kurulması planlanan bireysel kullanım amaçlı PV sistem destekli elektrikli araç şarj terminalinin güneş ışığı alabilen uygun bir yere kurulumu neticesinde herhangi bir olumsuz sonuç ile karşılaşılmayacağı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Alternative Fuels Data Center, Web Sitesi. https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-all-electric-cars-work. Erişim Tarihi: 23.01.2023.

Aras, B. 2022. Şebekeye bağlı fotovoltaik enerji temelli elektrikli araç şarj istasyonu tasarımı ve güç analizi. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, 129 sayfa, Van.

Boyekin, T. 2020. Çatı tipi güneş enerjisi santrali ile beslenen elektrikli araç şarj istasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, 118 sayfa, İstanbul.

Çiçek, A. ve Erdinç, O. 2019. PV – batarya hibrit sistemi içeren elektrikli araç otoparkının şarj yönetimi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 15: 466 – 474.

Çobanoğlu, A. 2020. Elektrikli kara araçları için güneş enerjisi destekli bir şarj istasyonunun tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, 120 sayfa, İzmir.

ENERJİSA, Web Sitesi. https://www.enerjisa.com.tr/tr/isimin-enerjisi/esarj. Erişim Tarihi: 12.02.2022.

EPDK, Enerji Piyasası Denetleme Kurumu. Web Sitesi. https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-1853/luy-31-madde-kapsami-Bedeller. Erişim Tarihi:18.05.2022.

Erhan, K., Ayaz M. ve Özdemir E. 2013. elektrikli araç şarj istasyonlarının güç kalitesi üzerine etkileri. Akıllı Şebekeler ve Türkiye Elektrik Şebekesinin Geleceği Sempozyumu, 26 – 27 Nisan 2013, Ankara.

ETKB, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Web Sitesi. https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes. Erişim Tarihi: 27.06.2022.

Graham, R. 2001. Comparing the benefits and impacts of hybrid electric vehicle options. Final Report, Electric Power Research Institute, 264 pages, California.

Gücin, T. N. 2013. Design and simulation of electric vehicle fast charging station using solar and wind power. M.Sc. Thesis, Istanbul Technical University, 85 pages, İstanbul.

Gürbüz, H. 2021. Yerli elektrikli aracın elektrik sarfiyatını güneş ve rüzgâr enerjisi ile karşılama potansiyeli. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 25: 58 – 69.

Gürer, G. C., 2020. Elektrikli araçlar. Bilim ve Teknik Dergisi, 2020: 28 - 45.

Güvel, Ç. B. 2018. İzmir ili için güneş - rüzgâr hibrit enerjili elektrikli araç şarj istasyonu tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, 102 sayfa, İzmir.

İçingür Y. ve Kireç L. 2009. Taşıtlar için alternatif enerji sistemi olan polimer elektrolit membran yakıt pili yapımı-prototip tasarımı ve parametrik olarak incelenmesi. 5.Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 13 – 15 Mayıs 2009, Karabük.

Kerem, A. 2014. Elektrikli araç teknolojisinin gelişimi ve gelecek beklentileri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5(1): 1309 – 2243.

Keskinel, S. 2015. Enerji verimliliği kapsamında binalarda fotovoltaik güç sistemlerinin uygulamalı analizi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 113 sayfa, İstanbul.

Kezunovic, M., Baldick, R., Damnjanovic, I.,Pang, C., Kim, S., Tuttle, D. and Peydaayesh, M. 2011. PHEVs as dynamically configurable dispersed energy storage. Final Project Report, Texas A&M University, 110 pages, College Station.

Kuşdoğan, Ş. 2009. Elektrikli Otomobillerde Enerji Depolama Sistemlerindeki Gelişmeler. Mühendis ve Makine Dergisi, 50(596): 2-11.

Larminie, J. and Lowry, J. 2012. Electric vehicle technology explained. First Edition John Wiley & Sons Ltd, 314 pages, England.

Medium, Web Sitesi. https://medium.com/ieee-trsb-pes/hi%CC%87bri%CC%87t-ara%C3%A7lari-taniyalim-ii-755f53b222a4. Erişim Tarihi: 23.01.2023

MGM, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Web Sitesi. https://www.mgm.gov.tr/?il=Cankiri . Erişim Tarihi: 18.05.2022.

Morrow, K., Karner, D. and Francfort, J. 2008. Plug-in hybrid electric vehicle charging ınfrastructure review. Final Report, U.S. Department of Energy Vehicle Technologies Program – Advanced Vehicle Testing Activity, 14 - 30, Washington.

Moseley, P. T., Bonnet, B. Cooper, A. and Kellaway, M.J., 2007. Lead-Acid Battery Chemistry Adapted For Hybrid Electric Vehicle Duty. Journal Of Power Sources, 174(1): 49-53.

Muratoğlu, Y. ve Alkaya, A. 2016. Elektrikli araç teknolojisi ve pil yönetim sistemi inceleme. Elektrik Mühendisliği Dergisi, 458: 10 - 14.

Mühendis Beyinler, Web Sitesi. https://www.muhendisbeyinler.net/seri-hibrid-elektrikli-arac-mimarisi/. Erişim Tarihi: 23.01.2023

Öztürk, T. 2013. Asenkron motor ile sürülen elektrikli aracın modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, 97 sayfa, Karabük.

Said, D., Cherkaoui, S. and Khoukhi, L. 2013. Advanced scheduling protocol for electric vehicle home charging with time – of – pricing. IEE ICC – Wireless Networking Symposium, pp. 6272 – 6276, Budapest.

Satılmış, O. ve Meşe, E. 2011. Elektrikli ve hibrit elektrikli araçlar için batarya şarj cihazları. elektrik-elektronik ve bilgisayar sempozyumu, 17 Mayıs 2011, Elazığ.

Sayın, A. A. ve Yüksel, İ. 2011. Elektrikli Renault Fluence aracı, lityum-iyon bataryasının modellenmesi ve batarya yönetimi. Mühendis ve Makine Dergisi, 52(615): 75-82.

Singh, M. 2013. Green energy for metropolitan transport. International Journal on Power Engineering and Energy (IJPEE), 4(1):338-342.

Şen, G., Boynueğri, A.R. ve Uzunoğlu, M. 2011. Elektrikli araçların şarj yöntemleri ve araçların şebekeyle bağlantısında karşılaşılan problemlere yönelik çözüm önerileri, Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu FEEB, 17 Mayıs 2011, Elazığ.

TEHAD, Türkiye Elektrikli ve Hibrid Araçlar Derneği, Web Sitesi. https://www.tehad.org/2017/07/15/elektrikli-arac-sarj-yontem-ve-istasyon-tipleri/. Erişim Tarihi: 11.03.2022.

TESLA, Elektrikli Araç, Web Sitesi. https://www.tesla.com/charging . Erişim Tarihi: 25.01.2022

TRT Haber, Elektrikli Araç İstasyonları Üretim Standartları. https://www.trthaber.com/haber/bilim-teknoloji/elektrikli-arac-sarj-istasyonlarina-iliskin-standartlar-belirlendi-623003.html. Erişim Tarihi: 12.02.2022

Ünlü, N., Karahan, Ş., Tür, O., Uçarol, H., Özsu, E., Yazar, A., Turhan, L., Akgün, F. and Tırıs, M. 2003. Elektrikli araçlar, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü, 157 sayfa, Gebze.

Varınca, K. B. ve Gönüllü, M. T. 2006. Türkiye'de güneş enerjisi potansiyeli ve bu potansiyelin kullanım derecesi, yöntemi ve yaygınlığı üzerine bir araştırma. I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, s. 270 - 275, Eskişehir.

Yağcıtekin, B., Uzunoğlu, M. ve Karakaş, A. 2011. Elektrikli araçların şarjı ve dağıtım sistemi üzerine etkileri. Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu FEEB, 17 Mayıs 2011, Elazığ.

Yazıcı, V. ve Özdemir, E. 2013. Elektrikli araç şarj yöntemleri. 5. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, 23 - 24 Mayıs 2013, Kocaeli.

Yılmaz, M. and Krein, P. T. 2012. Review of charging power levels and infrastructure for plug-in electric and hybrid vehicles. Electric Vehicle Conference (IEVC), pp. 1-8, Greenville.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Melike ÖZLER

Eğitim

Yüksek Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik - Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı	2022-Halen
Lisans	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü	2014-2019

İş Deneyimi

Yıl	**Kurum**	**Görev**
2022 – Halen	ASC ENERJİ A.Ş.	Elektrik – Elektronik Mühendisi
2020 – 2021	Artı Mühendislik	Elektrik – Elektronik Mühendisi