

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

**ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN DAĞITILMIŞ ENERJİ ÜRETİM VE DEPOLAMA
SİSTEMİ OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

İSMAİL VERİM

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ELEKTRİK TESİSLERİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
ÖĞR. GÖR. DR. BORA ACARKAN**

İSTANBUL, 2013

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN DAĞITILMIŞ ENERJİ ÜRETİM VE DEPOLAMA
SİSTEMİ OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

İsmail VERİM tarafından hazırlanan tez çalışması 25.06.2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

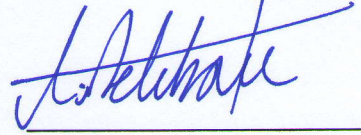
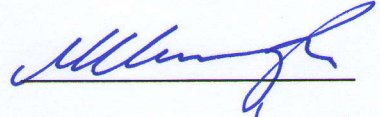
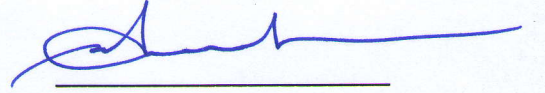
Öğr. Gör. Dr. Bora ACARKAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Öğr. Gör. Dr. Bora ACARKAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet UZUNOĞLU
Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Akın DELİBAŞI
Yıldız Teknik Üniversitesi



Bu alışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nün 2012-04-02-YL03 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Bu tez, gelişmekte ve yaygınlaşmakta olan dağıtılmış enerji üretim sistemlerinin enerji piyasasındaki yerini incelemek ve elektrikli araçların bu amaç için kullanılabilirliğini ortaya koymak amacıyla hazırlanmıştır.

Bu kapsamda, bir akıllı otopark sistemine yönelik MATLAB® uygulaması hazırlanmış, sonuçlar irdelenmiş ve öngörülerde bulunulmuştur.

Desteklerinden ötürü tez danışmanım Dr. Bora ACARKAN'a ve Arş. Gör. Bünyamin YAĞCİTEKİN ile eğitim hayatım boyunca yanımda olan aileme ve ailem kadar yakın olanlara teşekkürü borç bilirim.

Temmuz, 2013

İsmail VERİM

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vii
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT	xii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	
	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	3
1.3 Hipotez	3
BÖLÜM 2	
ELEKTRİK ÜRETİM SİSTEMLERİ	
	4
2.1 Enerjinin Tarihsel Gelişimi	5
2.2 Dağıtılmış Enerji Üretim Teknolojileri	6
2.2.1 Mikro Türbin	8
2.2.2 Gaz Türbinleri	9
2.2.3 Yakıt Pilleri	10
2.2.4 Yenilenebilir Enerji Kaynakları	11
2.2.4.1 Rüzgâr Enerjisi	11
2.2.4.2 Mikro Hidroelektrik Enerji.....	14
2.2.4.3 Güneş Enerjisi.....	15
2.2.4.4 Biyokütle Enerjisi.....	17
2.2.4.5 Jeotermal Enerji	17
2.2.5 Enerji Depolama Elemanları	18
2.2.5.1 Bataryalar	19

2.2.5.2	Süper (Ultra) Kondansatörler	21
2.2.5.3	Sıkıştırılmış Hava ile Enerji Depolama	22
2.2.5.4	Volanlar	23
2.3	Türkiye Enerji Piyasasında Kurulu Güç Gelişimi	24
2.4	Türkiye Enerji Politikasında Temel Başlıklar	26
BÖLÜM 3		
ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN DİNAMİK YAPILANDIRILABİLİR DAĞITILMIŞ ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMİ OLARAK KULLANIMI		27
3.1	Problem Tanımı	28
3.2	G2V ve V2G Konsepti	29
3.3	Elektrikli Araçlar İçin Öngörüler	31
3.4	Akıllı Şarj	33
3.5	Elektrikli Araçlarda Şarj Sistemi	33
3.6	Elektrikli Araçların Şebeke ile Etkileşimi	34
3.7	Şarj İstasyonu Lokasyon Seçimi	36
BÖLÜM 4		
AKILLI OTO PARK SİSTEMİNE YÖNELİK MATLAB® UYGULAMASI		37
4.1	Programın Amacı	37
4.2	Programın Kapsamı	37
4.3	Programın Tanıtımı	38
4.4	Uygulama Örneği ve Çıktılarının İncelenmesi	59
BÖLÜM 5		
SONUÇ VE ÖNERİLER		65
KAYNAKLAR		66
EK-A		70
AKILLI OTO PARK SİSTEMİ İÇİN GELİŞTİRİLEN MATLAB® PROGRAMI		70
ÖZGEÇMİŞ		81

SİMGE LİSTESİ

\$/kWh	Birim enerji fiyatı, son birim maliyeti
°C	Sıcaklık derecesi (Celsius derecesi)
d/dk	Dakikadaki devir sayısı
I	Akım (amper)
J	Enerji (joule)
kW	Aktif güç (kilowatt)
kWh	Enerji (kilowatthour, kilowattsaat)
mi/cycle	Batarya döngüsü başına kat edilen yol (mil)
V	Gerilim (volt)
φ	Faz açısı
Ω	Direnç (ohm)

KISALTMA LİSTESİ

AC	Alternative Current (Alternatif Akım)
AFC	Alkaline Fuel Cell (Alkalin Yakıt Hücresi)
AG	Alçak Gerilim
BEV	Battery Electric Vehicle (Bataryalı Elektrikli Araç)
BMS	Battery Management System (Batarya Yönetim Sistemi)
CAES	Compressed Air Energy Storage (Sıkıştırılmış Hava ile Enerji Depolama)
DC	Direct Current (Doğru Akım)
DEÜ	Dağıtılmış Enerji Üretim
DMFC	Direct Methanol Fuel Cell (Doğrudan Metanol Yakıt Hücresi)
DYEDB	Dinamik Yapılandırılabilir Enerji Depolama Birimi
EA	Elektrikli Araç
EPDK	Enerji Piyasası Denetleme Kurulu
ESR	Equivalent Serial Resistance (Eşdeğer Seri Direnç)
G2V	Grid-to-Vehicle (Şebekeden Araca Enerji Aktarımı)
MCFC	Molten Carbonate Fuel Cell (Ergimiş Karbonat Yakıt Hücresi)
OG	Orta Gerilim
PAFC	Phosphoric Acid Fuel Cell (Fosforik Asit Yakıt Hücresi)
PEMFC	Proton Exchange Membrane Fuel Cell (Proton Değişimli Membran Yakıt Hücresi)
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle (Şebeke Bağlantılı Hibrit Elektrikli Araç)
PMUM	Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi
PV	Photovoltaic (Fotovoltaik)
SOC	State of Charge (Şarj Doluluk Durumu)
SOFC	Solid Oxide Fuel Cell (Katı Oksit Yakıt Hücresi)
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
V2B	Vehicle-to-Building (Araçtan Binaya Enerji Aktarımı)
V2G	Vehicle-to-Grid (Araçtan Şebekeye Enerji Aktarımı)
YG	Yüksek Gerilim

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Mikro türbin uygulaması 8
Şekil 2.2	Gaz türbin yapısı 9
Şekil 2.3	Yakıt pili yapısı 10
Şekil 2.4	Yakıt pili 11
Şekil 2.5	Dikey ve yatay rüzgar türbinleri 14
Şekil 2.6	Offshore rüzgar türbini uygulaması..... 14
Şekil 2.7	PV uygulaması..... 16
Şekil 2.8	PS10 güneş enerji çiftliği (Planta Solar 10), İspanya, 10MW 16
Şekil 2.9	Jeotermal enerji tesisi..... 18
Şekil 3.1	Akıllı otopark sistemi ile dağıtım şebekesi..... 30
Şekil 3.2	Trafiğe kayıt edilen ve kaydı silinen araç sayıları grafiği..... 32
Şekil 4.1	Program akış şeması 38
Şekil 4.2	Simülasyon gün sayısı giriş ekranı 59
Şekil 4.3	Giriş yapan araç bilgileri gösterimi 60
Şekil 4.4	Giriş yapan araç bilgilerinin gösterimi 2 60
Şekil 4.5	Günlük araç giriş sayısı grafiği..... 61
Şekil 4.6	Günlük araç işlem dağılımı grafiği..... 61
Şekil 4.7	Giriş yapan araçlar için ortalama %SOC değerleri 62
Şekil 4.8	Günlük ortalama park süresi ve giriş yapan araç sayısı grafiği 63
Şekil 4.9	Günlük enerji transferi grafiği..... 63
Şekil 4.10	Elde edilen ekonomik sonuçlar..... 64

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1	Ülkelere göre rüzgar enerjisi güç kapasiteleri [21] 12
Çizelge 2.2	Yörelere göre rüzgâr potansiyeli [22]..... 13
Çizelge 2.3	Türkiye’de kurulu güç (MW) seviyeleri 24
Çizelge 2.4	Kurulu gücün (MW) üretici kuruluşlara göre dağılımı..... 25
Çizelge 3.1	Trafiğe kayıt edilen ve kaydı silinen araç sayıları 31

ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN DAĞITILMIŞ ENERJİ ÜRETİM VE DEPOLAMA SİSTEMİ OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

İsmail VERİM

Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Öğr. Gör. Dr. Bora ACARKAN

Günümüzde, tüketicilerin beklentileri, gelişen teknoloji ve enerji piyasasındaki yoğun rekabet ile birlikte çok çeşitli enerji kaynaklarının kullanımına ve değerlendirilmesine başlanmıştır. Enerji verimliliğine gösterilen önem ve akıllı şebeke sistemlerinin gelişimi dağıtılmış enerji üretim sistemlerinin gelişim süreçlerine hız kazandırmıştır.

Gelecekte günlük yaşamda geniş yer edinmesi öngörülen elektrikli araçların çift yönlü enerji aktarım (G2V/V2G) yetenekleri sayesinde enerji piyasasına çeşitli katkılarda bulunabilecekleri tespit edilmiştir. Bu çalışma ile elektrikli araçların, akıllı şebekelerin yaygınlaşmasına engel olarak görülen “yedi temel problem” üzerindeki etkileri incelenmiş ve bu etkilerin değerlendirilerek yönetilebileceği sistemlerden biri olarak ortaya çıkan “akıllı otopark sistemi” üzerinde ekonomik öngörüler yapılmıştır.

Dağıtılmış enerji üretim ve depolama sistemi olarak kullanılabilir olan elektrikli araçlarla ilgili, MATLAB® yazılımı kullanılarak bir program hazırlanmıştır. Program aracılığıyla elektrikli araçlara hizmet verecek olan örnek bir otoparktaki günlük enerji akışı, araç giriş/çıkışları, işlem hacimleri, brüt ve net kazançlar gibi elektriksel ve ekonomik parametreler incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dağıtılmış Enerji Üretim Sistemi, Dağıtılmış Enerji Depolama Sistemi, Elektrikli Araç, G2V, V2G, Enerji Piyasası, Akıllı Otopark, MATLAB.

**EVALUATION OF ELECTRIC VEHICLES AS DISTRIBUTED ENERGY
GENERATION AND STORAGE SYSTEM**

İsmail VERİM

Department of Electrical Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Dr. Bora ACARKAN

Nowadays, a wide range of energy production systems have been introduced along with the technological developments, high expectations of energy consumers and the intense competition in the energy market. Emerging developments on smart grids and significant importance of energy efficiency have brought acceleration to the developments of distributed generation systems.

Electric vehicles offer various contributions and opportunities to the electricity market with their two-way energy flow capabilities. Smart grids have seven widely agreed problems of which prevent their developments. In this study, the effects of electric vehicles on these “seven problems” are examined. Also economic foresights of “smart electric vehicle garage”, which is the one of the solution these problems, are introduced.

This study is focused on developing a MATLAB® program which analysis the evaluation of the electric vehicles as distributed generation and storage units by using software. Electrical and economic parameters such as daily power flow, the number and the time of entry/exit, volume of trades, gross and net profits of an example smart electric vehicle garage, are obtained and concluded.

Keywords: Distributed Generation, Distributed Energy Storage, Electric Vehicle, G2V, V2G, Energy Market, Smart Electric Vehicle Garage, MATLAB.

YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

1.1 Literatür Özeti

Dağıtılmış enerji üretim ve depolama sistemleri, günümüz dünyasında gelişime açık ve üzerinde oldukça fazla araştırma yapılan konulardan biri haline gelmiştir. Akıllı şebekelerin gelişimi, enerji iletimi esnasında ortaya çıkan kayıpların giderilmesi ihtiyacı, enerji güvenilirliğine ve kalitesine duyulan gereksinim ile birlikte dağıtılmış enerji üretim ve depolama sistemleri literatürde sıklıkla karşılaşılan ve üzerine çalışma yapılan bir konu niteliği kazanmıştır.

Dağıtılmış enerji üretim sistemleri için net çizgilerle belirlenmiş bir tanım bulunmamasının yanı sıra, bu konu hakkında tanımlama çalışmalarının bile literatürde geniş yer kapladığını söylemek mümkündür [1],[2].

1990'lı yılların sonuna doğru, dağıtılmış üretimi ilgilendiren temel konular CIGRE (International Council on Large Electric Systems) ve CIREN (International Conference and Exhibition on Electricity Distribution) tarafından incelenerek geniş çaplı raporlar sunulmuştur [3],[4].

2001 yılında Ackermann [1], 2004 yılında El-Khattam [2] ve 2005 yılında ise Pepermans [5] dağıtılmış üretim ile ilgili tanımlama çalışmaları gerçekleştirmiştir. Ancak, tüm bu çalışmalara ve tanımlama tavsiyelerine rağmen, çok farklı üretim teknolojilerine dayanan ve çok farklı uygulama alanlarına sahip olan DEÜ sistemleri için kesin bir tanım elde edilemediği belirtilmiştir.

Dağıtılmış üretimin güç akışına etkilerini konu alan çalışmalarda genel olarak radyal yapıdaki DEÜ sistemlerinde geliştirilen güç akışı yazılımları kullanılmış, kısa devre analizleri yapılmış, koruma, tasarım ve koordinasyonuna olan etkileri incelenmiştir [6]-[8].

Birçok çalışmada, DEÜ teknolojisine bağlı olarak ortaya çıkabilecek güç kalitesi problemlerine değinilmiş, yaygın şekilde kullanılacak DEÜ kalitesinin mevcut güç kalitesine etkileri belirtilmiştir [9],[10].

Güç sistemlerinin güvenilirliğini belirlemede kullanılan indeksler üzerinde dağıtılmış üretimin etkisini konu alan çalışmalar da literatürde yerini almıştır [11]-[13].

Literatürde kullanılan ifadelerdeki değişiklikler nedeniyle dağıtılmış üretimin amacı, yerleşimi, kapasite oranı, güç dağıtım alanı, teknolojisi, çevresel etkisi, çalışma şekli, mülkiyeti ve dağılımı konuları irdelenerek bir tanım oluşturulmuştur. Buna göre, dağıtılmış üretim, tüketici merkezlerine yakın, dağıtım şebekesine bağlı ya da bağımsız çalışan üretim kaynaklarını içermektedir [5].

Çalışmalarda DEÜ sistemleri için standartlaşmış tanımlar yapılamamış olsa da, “dağıtım şebekesine veya yükün yoğun olduğu bölgelere doğrudan bağlanabilen ve güçleri 50 MW’dan küçük olan üretim birimleri” tanımı genel olarak kabul görmektedir [1],[2].

Kempton, 1997 yılında hazırladığı çalışmada elektrikli araçların (EA) enerji kaynağı olarak kullanılması üzerine odaklanmıştır [14]. 2011 yılında Kezunovic vd. tarafından hazırlanan çalışmada elektrikli araçların DEÜ sistemi olarak kullanımına dair detaylı incelemeler ve tanımlamalarda bulunulmuştur [15].

2013 yılında Yağcıtekin vd. tarafından hazırlanan çalışmada ise elektrikli araçların DEÜ sistemi olarak kullanımının akıllı bir otopark sistemi aracılığı ile gerçekleştirilmesi incelenmiştir [16].

1.2 Tezin Amacı

Tezin amacı, serbestleşme yolunda ilerleyen enerji piyasası ve artan bir hızla gelişen elektrikli araç teknolojisinden faydalanarak, akıllı otopark sistemlerinin dağıtılmış enerji üretim ve depolama sistemi olarak ele alınması ve bu sistemlerin kazanç potansiyellerinin incelenmesidir.

1.3 Hipotez

Yapılan çalışmalar ve araştırmalar ışığında, 700 \$/kWh seviyelerinde olan elektrikli araç batarya fiyatlarının 2030 yılı itibariyle 150 \$/kWh seviyelerine kadar gerileyeceği öngörülmektedir. Özellikle batarya teknolojisinin gelişim göstermesi ile beraber akıllı otopark sistemlerinin yaygınlaşması sağlanabilecektir.

Elektrikli araç kullanımının yaygınlaşması ile birlikte ortaya çıkacak dikkate değer seviyedeki yük artışı, beraberinde hâlihazırdaki şebeke sisteminde de birçok düzenlemeye gidilmesini gerektirecektir. Bu çalışma kapsamında, yaygınlaşması öngörülen akıllı otopark sistemlerine yönelik bir araştırma yapılmış ve otopark sisteminde kullanılabilecek bir program geliştirilmiştir.

BÖLÜM 2

ELEKTRİK ÜRETİM SİSTEMLERİ

Elektrik üretimi, enerjinin farklı biçimlerinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi işlemini tanımlamaktadır. Üretimin temel prensipleri, 1820'lerin sonlarında, İngiliz bilim adamı Michael Faraday tarafından keşfedilmiş ve bu prensipler günümüz üretim sistemlerinin temelini oluşturmakla kalmayıp hala geçerliliğini korumaktadır [17].

Merkezi üretim sistemleri temel olarak, büyük güçlü bir elektrik santralinde gerçekleşen elektrik enerjisi üretiminin uzun mesafelere iletimi ve radyal yapıdaki dağıtım sistemleri üzerinden tüketiciye ulaştırılmasından oluşan sistemlerdir [18]. Üretim merkezlerinin tüketim alanlarından uzağa kurulması, bu alanlara enerjinin iletilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. İletim sistemindeki kayıpları ve gerilim düşümü oranlarını azaltarak daha verimli şebeke elde etme gerekliliği ise iletimin yüksek gerilim (YG) seviyelerinde yapılmasını kaçınılmaz hale getirmiştir. Ancak sürekli artan elektrik enerjisi ihtiyacı ve talepteki artışla aynı oranda gelişme göstermekte güçlük yaşayan geleneksel sistem değişmeye zorlanmıştır.

DEÜ sistemleri, merkezi ve çok güçlü bir üretim santrali yerine, tüketim merkezine yakın kurulan ufak güçlü birçok üreteçten meydana gelen ve tüketim merkezlerine yakınlığı sayesinde iletim hattı kayıplarının azalmasına büyük ölçüde yardımcı olan sistemlerdir. Yeni bir kavram olmamasına karşın bu konudaki çalışmalara sağlanan teşvikler ve 21.07.2011 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanan "Enerji Piyasalarında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik" sayesinde revaçta olmaya başlayan DEÜ sistemleri üzerine, akıllı şebeke teknolojisi ile birlikte, son dönemlerde birçok çalışma

gerçekleştirilmektedir. Çalışmaların temelinde, güç sistemlerinin daha verimli ve güvenilir işletilmesini sağlamak yer almaktadır.

Bu yönetmelik sayesinde elektrik piyasasında; yalnızca kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kojenerasyon tesisi kuran gerçek ve tüzel kişilerden lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muaf tutulacaklara uygulanacak usul ve esaslar ile yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu gücü azami 1 MW üretim tesisi ve/veya mikro kojenerasyon tesisi kuran gerçek ve tüzel kişilerin lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muaf tutulması sağlanmıştır. Bu kapsamdaki tesislerin denetimi ile üretilen ihtiyaç fazlası elektrik enerjisinin sisteme verilmesi halinde uygulanacak usul ve esaslar belirlenmiştir [19].

2.1 Enerjinin Tarihsel Gelişimi

Erken dönem DC enerji sistemlerinde, DC gerilimin ayarlanması konusunda uygulanabilen pratik bir yöntem olmayışı üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında aynı veya benzer gerilim kademelerinin kullanılmasına sebep olmuştur. Toplam yükün büyük kısmını oluşturan akkor lambaların çalışması için uygun bir gerilim olan ve dağıtımda güvenlik açısından önem taşıyan 100 V'luk doğru akım (DC) alçak gerilim (AG) seviyesi, çoğunlukla kullanılan gerilim seviyesi olarak benimsenmiştir. Ancak alçak gerilim ile yapılan iletim ve dağıtım, uzun mesafelerde yüksek kayıplara sebep olmuş ve büyük kablo kesitleri gerektirmiştir. Bu dezavantajlar, DC üretim tesislerinin yerleşim merkezlerinden uzağa kurulmasını güçleştirmiştir [20].

Alternatif akım (AC), doğru akım (DC) kullanımındaki güçlüklerle çözüm olarak ortaya atıldığında büyük tartışmalar ve rekabetlere sebep olmuştur [21]. Başlarda güç iletiminde kullanılan alternatif akım sistemleri, transformatörler yardımıyla kolaylıkla ayarlanabilen gerilim seviyesi sayesinde, kayıpları azaltmada ve büyük yükleri beslemede DC sistemler karşısında devrim niteliğinde başarı sağlamıştır. Ayarlanabilir bu gerilim, iletim ve dağıtım sistemleri için yüksek seviyelere ayarlanarak kayıpları azaltmış, kablo kesitlerini küçülmüş ve uzun mesafelerde tesis kolaylığı sağlamıştır. Bu sayede, hidro elektrik santralleri gibi tüketim merkezlerinden uzak alanlarda kurulması zorunlu olan üretim tesisleri, ekonomik ve kullanışlı yatırımlar haline gelmiştir.

Alternatif akımın doğuşuyla birlikte üretim tesisleri merkezileşmiş ve büyük güçlü elektrik santralleri ile üretim yapılan, kilometrelerce uzanan hatlar ile iletim gerçekleştirilen ve radyal yapıda dağıtım şebekesinden oluşan bugünkü enerji ağı meydana gelmiştir [18].

Ortaya çıktığı andan günümüze kadar elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamada temel çözüm olmayı sürdüren merkezi üretim sistemleri, günümüz şartlarında hızla gelişen enerji talebini karşılamakta geri kalmaya başlamıştır. Enerjiye olan talepteki yüksek seviye, uzak mesafelerden enerji iletimini ekonomik olmaktan çıkarmış, mevcut şebekenin güvenilirliğinde negatif etki oluşturmuş ve araştırmacıları merkezi enerji sistemlerine alternatif çözümler üretmeye yönlendirmiştir.

DEÜ sistemleri, yenilenebilir enerji kaynaklarının popülerleşmesi ve bu yatırımlara verilen desteklerin artmasıyla birlikte, geleneksel enerji sistemine yardımcı ve hatta alternatif olarak görülen en güçlü aday konumuna yerleşmiştir. Temelde, küçük güçlü birçok üreticinin bir araya gelerek oluşturduğu üretim tesisleri için kullanılan bu terim, tüketim alanlarına yakın kurulması ve akıllı şebekeler yardımı ile sistemin tüm birimlerinin haberleşerek en uygun seviyede üretim yapılmasını sağlaması sebebiyle ekonomik ve verimli çözümler oluşturmaktadır.

Gelişimini büyük bir hızla sürdürmekte olan DEÜ sistemlerinin, gelecekte enerji piyasası üzerinde önemli rol oynayacağı öngörülmektedir [1].

2.2 Dağıtılmış Enerji Üretim Teknolojileri

Dağıtılmış enerji üretim sistemleri, yaygın bir kullanım alanı potansiyeline sahiptir. Bunun bir sonucu olarak da kullanım alanlarındaki gereksinimleri karşılayabilmek adına, çeşitli DEÜ teknolojilerinden yararlanılmaktadır. DEÜ birimlerinin bazı uygulamalarından aşağıdaki gibi bahsetmek mümkündür [2]:

- **Yedek çalışma:** DEÜ birimi kesinti süresince, hastanelerde ve proses endüstrilerinde olduğu gibi, hassas yüklerin enerji ihtiyacını karşılanmasında yedek güç kaynağı olarak kullanılabilir.

- **Bağımsız çalışma:** Şebekeye bağlantının pahalı olacağı coğrafi açıdan birçok engelin bulunduğu bölgelerin enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla DEÜ birimleri kullanılabilir.
- **Azami yük paylaşımı:** Elektrik enerjisi maliyetleri yük talep eğrilerine ve o andaki üretime göre değişim göstermektedir. Bu nedenle, azami yük talebinin olduğu periyotlarda maliyeti azaltma amaçlı olarak DEÜ birimleri kullanılabilir.
- **Kırsal ve uzak uygulamalar:** DEÜ birimleri şebekeden bağımsız olarak aydınlatma, ısıtma, soğutma, iletişim ve küçük endüstriyel kuruluşların enerji ihtiyaçlarını karşılama amacıyla kullanılabilir.
- **Birleşik ısı-güç üretimi:** DEÜ birimlerinden elde edilen ısı enerjisi hastanelerde, büyük ticari sahalarda ve proses endüstrisinde kullanılabilir.
- **Temel yük:** Şebekeye ait DEÜ birimleri, gereksinim duyulan temel yükü sağlayarak sistem gerilim profilini yükseltir, enerji kayıplarını azaltır ve sistemin güç kalitesini arttırır.
- **Besleme süresi ve güç tipi:** Çıkış gücü süresi DEÜ biriminin büyüklüğüne, tipine ve uygulama alanına göre değişim gösterir. Besleme süresi temel yük uygulamaları için uzun, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerji için kararsız ve kısa olabilir.
- **Kapasite:** DEÜ birimlerinin kapasiteleri tam olarak belirtilmemekle birlikte genel sınıflandırma kullanıcı tipine ve uygulamaya göre değişim göstermektedir.
- **Üretilen enerji tipi:** Elde edilen elektrik akımı DC veya AC olabilir. Yakıt pilleri, fotovoltaikler ve bataryalar DC üretirken mikro türbin ve rüzgâr enerjisi santralleri AC üretirler.

Yapısal ve kullanılan teknoloji açısından farklı birçok DEÜ sistemi mevcuttur. DEÜ teknolojileri sınıflandırmasında genel olarak aşağıdaki gibi bir gruplandırma yapılabilir;

- Mikro Türbin
- Gaz Türbini
- Yakıt Pilleri
- Yenilenebilir Enerji Kaynakları
 - Rüzgâr Enerjisi
 - Mikro Hidrolik Enerji
 - Güneş Enerjisi
 - Biyokütle Enerjisi
 - Jeotermal Enerji
- Enerji Depolama Elemanları

2.2.1 Mikro Türbin

Çeşitli sıvı veya gaz yakıtlarla (doğal gaz, fuel-oil, propan, vb.) çalışabilen mikro türbinler, küçük kapasiteli gaz türbinleridir. En temel haliyle yapısı, kompresör, yanma hücresi, ısı değiştirici, küçük bir türbin ve üreteçten oluşmaktadır. Kompresör, türbin ve üreteç aynı mil üzerine akuple edilmektedir. Bu tasarım şekli, verimi az da olsa etkilemektedir ancak basit olması bakım gereksinimini azaltmaktadır. Havalı veya yağlı mil yatağına sahip mikro türbinler 100000 d/dk gibi yüksek hızlarda çalışmaktadır. Hava yataklı millerde ani kalkış anları haricinde metalin metale teması önlenmiş olmaktadır. 0.4 - 1 m³ hacme ve 20 - 500 kW'lık güçlere sahiplerdir [2].



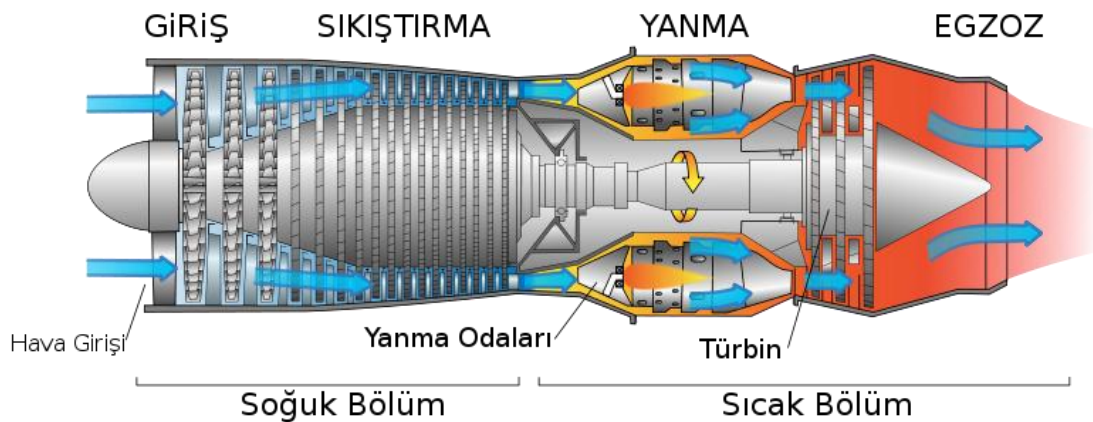
Şekil 2.1 Mikro türbin uygulaması

Mikro türbinler, yerleşim alanının sınırlı olduğu yerlerde bilinen gaz türbinlerine göre avantaj sağlamaktadırlar. Verimleri yüksek, atık gaz emisyonları düşüktür. Kullanılan teknoloji iyi bilinmektedir. Kolaylıkla devreye alınabilirler ve yük izleme karakteristikleri iyidir. Basit tasarımları sayesinde az bakıma ihtiyaç duymaktadırlar. Diğer DEÜ birimlerine göre daha düşük kurulum maliyetine sahiptirler. Hareketli parçalarının ataleti düşüktür. Şebeke ve yük arasında kullanılan modern DC-AC dönüştürücü birimi kontrollerini verimli kılmaktadır.

Çalışma şekline göre basit çevrim, iyileştirilmiş çevrim ve kombine çevrim olmak üzere üç çeşit mikro türbin yapısı mevcuttur. İyileştirilmiş çevrim gaz türbinlerinde türbinden çıkan atık ısı enerjisi özel bir ısı değiştirici yardımıyla yanma hücresine aktararak yanma işleminin veriminin artmasını sağlamaktadır. Kombine çevrim gaz türbinlerinde atık enerji ısı dönüştürücülü bir buhar üreticisine aktarılmaktadır. Oluşan buhar ile türbin döndürülerek çıkış elektriksel gücü artırılmaktadır.

2.2.2 Gaz Türbinleri

Gaz türbinleri, DEÜ açısından bakıldığında mikro türbinlere oranla daha büyük kapasiteye sahip olmalarından dolayı kullanım alanları farklılık göstermektedir. 25 MW kapasiteden daha küçük olanlarında kombine çevrim türbin modeli görülürken bu değer üstünde basit çevrim türbin modeli kullanılmaktadır. En uygun kullanım şekli birleşik ısı-güç santralleri ile birlikte uygulanmasıdır. Bu şekilde elde edilecek toplam verim % 80–85 değerlerine ulaşabilmektedir.



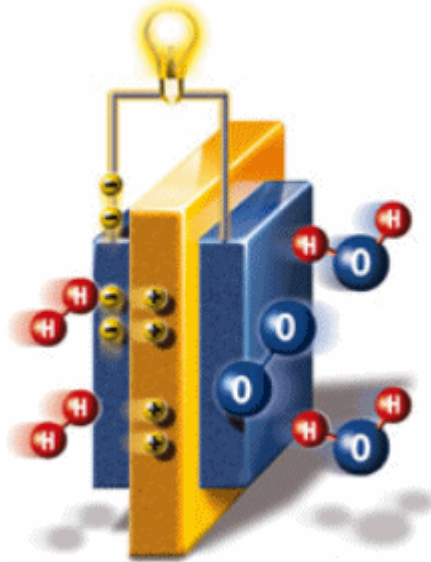
Şekil 2.2 Gaz türbin yapısı

2.2.3 Yakıt Pilleri

Yakıt pilleri, elektrokimyasal işlemler sonunda kimyasal enerjiden elektrik enerjisi ve ısı enerjisi elde etmek amacıyla tasarlanmış cihazlardır. Çeşitli gaz ve sıvı yakıtları kullanarak ısı ve elektrik enerjisi açığa çıkarmaktadırlar. Yakıt olarak doğal gaz, benzin veya propan gibi hidrojen açısından zengin yakıtlar kullanılabilir. Yakıt pilleri çeşitli basınç ve sıcaklıklarda çalışabilmektedirler. Kimyasal reaksiyonun gerçekleştiği sıcaklık değerlerine göre PEMFC (Proton değişimli membran), AFC (Alkalin), PAFC (Fosforik asit), MCFC (Ergimiş karbonat), SOFC (Katı oksit) ve DMFC (Doğrudan metanol) olarak gruplandırılmaktadırlar.

Yakıt pilleri, bir elektrolit ile ayrılmış iki elektrottan meydana gelmektedir. O_2 , katottan geçerken H_2 de anottan geçmektedir. Katalizör hidrojeni iyon haline dönüştürürken oluşan elektron da elektrik enerjisi elde etmek için kullanılmaktadır. Daha sonra hidrojen iyonu ile oksijen birleşerek ürün olarak su oluşturmaktadır.

Yakıt pili, düşük gerilimli seviyelerinde DC üretmektedir ve atık gaz (NO_x , CO_2) oranı çok düşüktür. Yakıt işleyici ünite, yakıtı hidrojen zengin buhara çevirme amacıyla kullanılmaktadır. Elde edilen DC, DC-AC dönüştürücüler yardımıyla şebekenin kullanabileceği alternatif akıma dönüştürülmektedir.



Şekil 2.3 Yakıt pili yapısı

Yakıt pilleri kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine %60 verimle çevirebilmektedir [2]. Yakıt pompaları ve hava kanalları haricinde hareketli parçalara sahip olmadıklarından dolayı

gürültüleri azdır. Gaz emisyonlarının yok denebilecek kadar az olması nedeniyle çevre dostu olarak tanımlanabilirler. Isı ve elektrik enerjisi aynı anda elde edilebildiği için gelecekte ticari ve özel binaların aydınlatma ve ısıtma ihtiyaçları için kullanılabilirler. Elektriksel açıdan bakıldığında zamanla yakıt pillerinin iç empedansı büyümektedir. Bu nedenle çıkış gerilimini düzenlemek amacıyla bir güç elektroniği devresi kullanılmak zorundadır [2].



Şekil 2.4 Yakıt pili

2.2.4 Yenilenebilir Enerji Kaynakları

2.2.4.1 Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr, basit tabiriyle, büyük gaz kütlelerinin yüksek basınç bölgelerinden alçak basınç bölgelerine hareketinin sonucu ortaya çıkan bir hava olayıdır. Rüzgâr oluşumunun temelinde güneş yer almaktadır. Güneş ışınlarının dünya üzerinde ısı farklarına, dolayısı ile basınç farklarına yol açması sonucunda rüzgâr meydana gelir [22].

Rüzgâr enerjisi, rüzgârı oluşturan hava akımının sahip olduğu kinetik enerjidir. Bu enerjinin bir bölümü mekanik enerji ve elektrik enerjisine dönüştürülebilir.

İnsanoğlunun rüzgâr enerjisinden faydalanış serüveni, binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. M.Ö. 3000 yıllarında Mısır'da toprak sulamada, M.Ö. 250 yıllarında

İran'da tahıl öğütmede ilk uygulamalarına rastlanılmıştır. Rüzgâr çarkları, 11. Yüzyılda Ortadoğu'da çok yaygın olarak kullanılmış ve 13. Yüzyılda Haçlı seferleri ile Anadolu'dan Avrupa'ya götürülmüştür. 17. Yüzyılda Hollanda'da gemi ve yel değirmenlerinde kullanılmıştır. İlk elektrik enerjisi üretimi 1890'da Danimarka'da gerçekleştirilmiştir. Modern rüzgâr türbini, 1941 yılında Palmer C. Putnam tarafından Amerika'da iki kanatlı olarak yapılmıştır [23].

1973'ten sonraki petrol krizi sebebiyle, çoğunluğu fosil kaynaklara dayalı olan, enerji üretim sistemlerinin üretim maliyetlerinde ciddi artış meydana gelmiştir. Bu artış, yeni ve yenilenebilir kaynak kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Başta, yenilenebilir enerji kaynakları listesinin üst basamaklarında yer alan, rüzgâr enerjisi hakkında olmak üzere, tüm yenilenebilir enerji kaynakları hakkında araştırmalar hızlanmış ve yatırımlar çoğalmıştır.

Çizelge 2.1 Ülkelere göre rüzgar enerjisi güç kapasiteleri [24]

Ülke	2010 Sonu Toplam (MW)	2011 Yeni Kapasite (MW)	2011 Sonu Toplam (MW)
Çin	44 733	17 631	62 364
ABD	40 298	6 810	46 919
Almanya	27 191	2 086	29 060
İspanya	20 623	1 050	21 674
Hindistan	13 065	3 019	16 084
Fransa**	5 970	830	6 800
İtalya	5 797	950	6 737
Birleşik Krallık	5 248	1 293	6 540
Kanada	4 008	1 267	5 265
Portekiz	3 706	377	4 083
İlk On Toplamı	170 639	35 313	205 526
Dünya Toplamı	197 637	40 564	237 669

Rüzgâr enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları arasında Türkiye'de gelişmeye en açık olanıdır. Türkiye 48 GW'lık (38 GW kara ve 10 GW deniz) rüzgâr potansiyeli ile birçok Avrupa ülkesinden daha yüksek bir potansiyele sahip olmasına rağmen rüzgâr kurulu gücü bu ülkelerin çok gerisinde kalmaktadır. Nisan 2012 itibariyle, Türkiye rüzgâr enerjisi kurulu gücü 1905.7 MW olup, toplam kurulu güç içindeki payı %3.5'dir. Rüzgâr enerjisinin 2011 yılı Türkiye elektrik üretimindeki payı %2,1 olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 2.2 Yörelere göre rüzgâr potansiyeli [25]

Yöre	Rüzgâr hızı (m/s)	Yöre	Rüzgâr hızı (m/s)
Balıkesir	3.04	İpsala	3.36
Bandırma	5.08	Kumköy	4.13
Bozcaada	7.0	Tekirdağ	3.34
Çanakkale	3.94	Şile	3.1
Çorlu	3.96	Erdek	3.2
Gökçeada	4.4	Gemlik	3.2

Rüzgâr türbini, rüzgârın kinetik enerjisinin bir kısmını üretici döndürmek ve böylece enerjiyi elektrik enerjisine çevirmek için kullanılan üretim birimlerine verilen isimdir. Esas itibariyle yatay ve düşey eksenli olmak üzere iki şekilde sınıflandırılırlar. Hesaba dayalı olarak yapılan ilk yatay eksenli rüzgâr çarklarının tasarımı 1930'lu yıllarda Betz tarafından yapılmıştır. Bu rüzgâr çarklarının teorik verimi % 59 olup literatürde Betz limiti olarak tanınır. Modern düşey eksenli rüzgâr türbinleri üzerindeki ilk çalışmalar Savonius ve Darrieus tarafından yapılmıştır. Daha sonra düşey eksenli bu iki rüzgâr çarkının üstünlükleri ve sakıncaları göz önünde bulundurularak birleşik Savonius - Darrieus rüzgâr çarkları geliştirilmiştir [26].



Şekil 2.5 Dikey ve yatay rüzgar türbinleri

Ayrıca rüzgâr türbinleri kurulduğu yerler bakımından da ikiye ayrılır. Bunlar; onshore (karada) tesis edilen ve offshore (denizde) tesis edilen rüzgâr türbinleri olarak sıralanabilir.



Şekil 2.6 Offshore rüzgar türbini uygulaması

2.2.4.2 Mikro Hidroelektrik Enerji

Hidroelektrik sistemler suyun akışından elde edilen kinetik enerjiyi türbin ve üreteç yardımıyla elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Mikro hidroelektrik enerji birimlerinde genellikle 2 - 3 MW kurulum gücü mertebelerine kadar asenkron generatörlerin (bağlantı yapılan şebekede başka üreteç varsa), 3 - 10 MW arasında ise senkron generatör kullanıldığı görülmektedir.

Mikro hidroelektrik enerji birimleri, akarsu kurulumu (alçak düşülü) ve su depolama kurulumu (yüksek düşülü) olmak üzere iki farklı tipte kurulmaktadır. Doğrudan akarsu üzerine kurulan mikro hidroelektrik enerji birimleri, suyun akışına bağlı olarak üretim yapmaktadır. Buna göre akarsu yatağında kuraklık olması durumunda üretimin tamamen durması söz konusudur. Ancak kurulumu kolay ve maliyet etkin olduğu için çoğu bu tiptedir. Suyu barajlarda olduğu gibi depolayan yüksek düşülü mikro hidroelektrik enerji birimlerinde ise enerji üretim karakteristiği çok daha düzenlidir. Buna karşın, suyu tutacak olan rezervuar alanının inşasının maliyeti yüksek olup özellikle şehir merkezlerinden uzak yerleşim yerleri için ekonomik yönden uygun olmamaktadır.

Genel olarak 2.5 ile 25 MW arasında değişen kapasitelere sahiptirler. Türbin verimi (%80–90), dişli verimi (%95), generatör verimi (%93–97) ve cebri boru hattı iletim verimine (%90) bağlı olarak değişen toplam verimleri %65–80 civarlarındadır.

2.2.4.3 Güneş Enerjisi

Güneşten enerji üretimi genellikle, güneş enerjisinin doğrudan elektrik enerjisine dönüştürüldüğü yarı iletken elemanlar aracılığı ile gerçekleşmektedir. Bu yarı iletken kristal silisyum, amorf silisyum, galyum arsenid, kadmiyum tellürid ve bakır indiyum diselenid gibi malzemelerden elde edilmektedir.

Güneş ışığı aktif yüzeye geldiğinde enerjinin bir kısmı yarıiletken malzeme tarafından emilmekte ve bu enerji elektronları uyararak hücrenin altına ve üstüne yerleştirilmiş metal kontaklar arasında bir akımın akmasına yardımcı olmaktadır. Bir fotovoltajik (PV) hücreden elde edilebilecek akım ve gerilim çok düşük seviyelerde olduğundan birçok hücre seri ve paralel bağlanarak PV modüllerini, PV modüller de güneş panellerini oluşturmaktadır. Bir PV hücreden elde edilebilecek gerilim 0.5 V, yüzey alanına ve güneş ışığı miktarına bağlı olarak akım da 2 - 4 A aralığındadır [2]. Daha fazla gerilim sağlamak için hücreler seri olarak bağlanırken, elde edilecek akımı arttırmak için de paralel bağlantı kullanılmaktadır.

PV'ler birçok uygulama alanına sahiplerdir. Haberleşmede, yol işaretlerinin aydınlatılmasında, evlerin ısıtılması ve aydınlatılması için çatı projelerinde ve yol aydınlatması gibi projelerde kullanım alanı bulmaktadırlar. Yaz günlerinde, azami yük taleplerinin olduğu anlarda ihtiyaç duyulan yükün bir kısmını sağlayabilirler. SCADA uygulamaları için PV-dizel hibrid sistemler ve DC yükler için birleşik PV-batarya sistemleri görülen diğer uygulamalardır.



Şekil 2.7 PV uygulaması

Güneş ışınlarının, "Heliostat" adı verilen aynalar yardımıyla bir noktaya yönlendirilerek kollektör adı verilen bir kulede odaklanmasıyla enerji üretimi de mevcut uygulamalar arasındadır. İlk tasarımlarda ışınlar suyu ısıtarak elde edilen buharın türbinlere yönlendirilmesiyle elektrik enerjisi üretimini sağlamıştır. Daha sonralarda ise su yerini sodyuma bırakmaya başlamıştır. Bu değişikliğin temel sebebi, sodyumun yüksek enerji saklayabilme sayesinde, güneş olmadığı halde enerji üretiminin mümkün kılınmış olmasıdır [27].



Şekil 2.8 PS10 güneş enerji çiftliği (Planta Solar 10), İspanya, 10MW

2.2.4.4 Biyokütle Enerjisi

Biyokütle; biyolojik kökenli fosil olmayan organik madde kütesidir. Ana bileşenleri; karbonhidrat bileşikleri olan bitkisel veya hayvansal kökenli tüm doğal maddeler biyokütle enerji kaynağıdır. Bu kaynaklardan elde edilen enerji ise biyokütle (biomass) enerjisi olarak tanımlanmaktadır [28]. Biyolojik kaynaklar; ağaç veya ağaç artıkları, ahşap üretim endüstrisi artıkları, yiyecek endüstrisi artıkları, kanalizasyon ve belediyeye ait katı atıklar ve diğer biyolojik atıklardır. Bu yüzden biyokütle ulaşımda, ısınmada ve elektrik üretiminde yakıt olarak kullanılmakla birlikte, ekonomik gelişim ve çevresel duyarlılıklardan dolayı da cazip hale gelmektedir.

2.2.4.5 Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yerkabuğu içerisinde bulunan, basınç altında aşırı derecede ısınmış suların içerdiği bir enerjidir. Önemli bir ekonomik değer olan jeotermal enerji birikiminin sıcaklığı 40 °C–380 °C arasındadır. Bu birikimler, 3000 metreye kadar olan derinliklerde geçirimsiz kayalar altında yer almaktadır. Bugüne kadar yapılan araştırmalar, üç jeotermal sistemin varlığını ortaya koymaktadır. Bunlar, sıcak su sistemi, kuru buhar sistemi ve sıcak kuru kaya sistemleridir.

Sıcak su sisteminden elde edilen jeotermal akışkan, üzerindeki basıncın azalması sonucu su ve buhar fazlarına ayrılmaktadır. Ayrılan buhar jeotermal santrallere gönderilerek, elektrik enerjisine dönüştürülmekte, atık su ise diğer ısıtma sistemlerinde kullanılmakta veya yeraltına geri basılmaktadır. Yaş buhar, buhar yüzdesinin ve entalpisinin yüksek olması durumunda elektrik üretimi için daha verimli olmaktadır.

Yerkabuğunun derinliklerinden elde edilen kızgın kuru buhar ise, doğrudan jeotermal santrallere gönderilerek elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Elektrik üretimi için en elverişli jeotermal kaynaklar, yüksek sıcaklıklı ve yüksek entalpili kuru buhar sistemleridir. Bunların sıcaklıkları 250°C - 380°C arasında değişmektedir. Çok az nemliliğe sahip buhar, kızgın kuru buhar olarak tanımlanmaktadır [29].

Jeotermal elektrik enerji üretim teknolojisinin ülkemizdeki son örneklerinden biri de 2009 yılında TEİAŞ tarafından kabulü yapılan Germencik Jeotermal Enerji Santrali'dir. 47.4 MW elektrik üretim kapasitesine sahip bu tesisin önümüzdeki dönemlerde ikinci

aşamasının da tamamlanmaması ile birlikte 94.8 MW elektrik üretim kapasitesine ulaşması planlanmaktadır [30].



Şekil 2.9 Jeotermal enerji tesisi

Bugünkü enerji gereksinimi karşısında jeotermal kaynakların enerji üretimine olan katkısı küçük görülebilir. Ancak bu enerji türünün araştırılması ve yararlanma biçimi ile ilgili çalışmaların oldukça yeni oluşu dikkatten kaçmamalıdır. %95 seviyelerine ulaşan verimliliği; yangın, patlama, zehirlenme gibi risk faktörlerini taşıması; rüzgâr, yağmur gibi meteorolojik, savaş, kriz gibi uluslararası faktörlerden etkilenmemesi; konutlarda, tarımda, endüstride, sera ısıtmasında ve benzeri alanlarda çok amaçlı ısıtma uygulamaları için ideal şartlar sunması gibi özellikleri de dikkate alınmalıdır.

2.2.5 Enerji Depolama Elemanları

Elektrik enerjisi, elektriksel olarak depolanamamasına karşın başka enerji formlarında saklanabilmektedir. Bataryalar (elektrokimyasal enerji), süper (ultra) kondansatörler (elektriksel yük), yakıt pilleri ve süper iletken manyetik enerji (elektromanyetik), basınçlı hava ile depolama sistemleri ve volanlar (kinetik enerji) gibi elemanlar, kullanılan yöntemlerden birkaçıdır. Depolama elemanları yük talebinin düşük olduğu zamanlarda şarj edilmekte ve ihtiyaç durumlarında kullanılmaktadırlar. Enerjinin depolanması iki faktör tarafından belirlenmektedir. Bunlardan biri depolanacak enerji miktarı, diğeri ise enerjinin depolanmasındaki hızdır. Yukarıda bahsedilen depolama teknikleri hem yüksek verimlidir hem de hızlı şarj/deşarj işlemlerini gerçekleştirebilmektedir. Örneğin, volanlar ile 5 saniyede 700 kW elektriksel güç elde edilebilmektedir [31].

Yapılan yatırımlar öncülüğünde, önceleri fiyat-performans açısından pahalı olarak görülen batarya teknolojisinde önemli gelişmeler yaşanmıştır. Özellikle elektrikli araçların seri üretimine başlanmasıyla birlikte batarya üretim maliyetlerinde dikkat çekici bir düşüş ve kapasitesinde de artış meydana gelmiştir.

Elektrikli araçlarda kullanılan Li-ion batarya maliyetleri 2009 yılında yaklaşık 1000 \$/kWh iken 2011 yılının ilk çeyreğinde 800 \$/kWh ve 2012 yılının ilk çeyreğinde ise 689\$/kWh seviyelerine gerilemiştir. Çalışmalara göre, 2030 yılı itibarıyla batarya maliyetlerinin 150 \$/kWh seviyelerine kadar gerileyebileceğinin öngörüldüğü açıklanmıştır [32].

Gerek piyasaya çıkan elektrikli araçlar, gerekse piyasaya çıkarılacağı duyurulanlar sayesinde elektrikli araçların günlük yaşamda edineceği büyük yer dikkat çekmektedir. Petrol ve türevi yakıtlar ile elde edilen enerjinin maliyetlerinde meydana gelen yükselme, gelişen elektrikli araç bataryalarının değerlendirilebilir enerji kaynağı olarak görülmesine sebep olmaya başlamıştır.

2.2.5.1 Bataryalar

Bataryalar, enerjiyi elektrokimyasal olarak depolarlar. Enerjinin depolanması, harici bir elektrik kaynağından gelen elektrik enerjisinin batarya iç yapısını oluşturan elektrokimyasal bileşiklerde kimyasal reaksiyonlar ile soğurulması ile yapılır. Bu işlem bataryanın şarj edilmesidir. Gerektiğinde enerjinin kullanılması için kimyasal formda depolanmış olan enerji, ters kimyasal reaksiyonlarla elektrik enerjisine dönüştürülür.

Geçmiş yıllarda çeşitli tiplerde bataryalar geliştirilmiş olmasına rağmen günümüzde hala en yaygın kullanıma sahip tip 1859'da Gaston Plante tarafından icat edilmiş olan kurşun-asit bataryalardır [33].

Kurşun-asit bataryalar diğer teknolojilere göre yüksek iç empedanslarından (elektrotlar ve elektrolit arasındaki kontak direnci) ötürü düşük özgül güç değerine sahip olmalarına rağmen yüksek özgül enerji değerine sahiptirler. Bu tip bataryalarla ilgili yapılan araştırmalar, esas itibarıyla yapıları üzerine olmuştur. 150 yıldır olduğu gibi bugün de arabaların akülerinde meydana gelen kimyasal reaksiyonlar bu yapıya dayanır.

Batarya içerisindeki elektrotlarda, kullanıldıkça geri dönüşü olmayan fiziksel değişiklikler oluşmaktadır. Bu değişimler zamanla bataryanın enerji depolama performansını bozmakta ve kullanılmaz hale getirmektedir. Bataryanın tasarımına, kullanım sıklığına, yoğunluğuna ve şarj/deşarj derinliğine bağlı olarak ekonomik ömrü 200 ila 2000 döngü (şarj/deşarj periyodu) arasında değişmektedir [33].

Lityum bataryalar ilk olarak Gilbert N. Lewis tarafından 1912 yılında keşfedilmiştir. İlk yeniden doldurulamayan batarya hücreleri ise 1970'lerin ilk yıllarında ortaya çıkmıştır. Yeniden doldurulabilir lityum iyon bataryaların piyasaya sürülebilmeleri yaklaşık 20 yıllık bir çalışmadan sonra mümkün olmuştur. İlk ticari versiyon 1991 yılında bulunmuştur.

Lityum iyon bataryalar sıklıkla, diğer kimyasallarla hazırlanan denklere oranla çok daha hafiftir. Bunun sebebi lityum iyon bataryaların en üst seviyede doldurulabilme yoğunluklarıdır. Li-ion bataryalar küçük ve taşınabilir. Hafıza etkisi sorunu olmadığından, şarj etmek için tam olarak boşalmalarını beklemek gerekmez. Ayrıca yine aynı nedenden dolayı şarjı yarıda kesmek batarya için olumsuz bir etki yaratmaz.

%100 şarj seviyesindeki ve yoğunlukla 25°C derece sıcaklıkta bulunan tam dolu tipik bir dizüstü bilgisayar bataryası, geri dönüşü olmayacak şekilde her yıl kapasitesinin bir kısmını kaybeder. Bu kapasite kaybı ürünün üretim tarihinden itibaren başlar ve batarya hiç kullanılmasa bile devam eder. Değişik depolama/saklama dereceleri değişik batarya ömrü kayıplarına yol açmaktadır. 0°C derecede %6, 25°C derecede %20 ve 40°C derecede %35 kayıpla karşılaşılabılır.

Eğer Li-ion batarya %40 dolu olarak depolanırsa veya saklanırsa batarya kapasitesindeki kayıp değerleri düşer. Bu değerler %40 dolu bataryada 0°C derecede %2'ye, 25°C derecede %4'e, 40°C derecede ise %15'e düşer.

Eğer batarya %0'a kadar boşaltılırsa bu durum "tam boşaltma" olarak adlandırılır ve bu durum bataryanın kapasitesini düşürür. Yaklaşık olarak 100 tam boşaltma bataryanın kapasitesinde %75'ten %80'e kadar bir kapasite kaybına yol açar. Dizüstü bilgisayarlarda ya da cep telefonlarında kullanıldığında bu kayıpların anlamı üç-beş yıllık bir kullanımın ardından bataryanın kapasitesinin kullanılamayacak kadar düşecek olmasıdır [34].

Li-ion bataryalar, elektrikli araçlarda da kullanımlarının yaygınlaşmasıyla beraber, üzerinde çalışmaların arttığı ve fiyat-kapasite açısından önemli gelişmelere açık olan bataryalardır. Kapasitelerinin arttırılarak daha işlevsel ve daha geniş alanlarda kullanılabilir hale getirilmesi için çalışmalar yoğun bir hızla devam etmektedir. Elektrikli araçlar için bu bataryaların gelecekteki fiyat/kW araştırması, Enerji depolama elemanları başlıklı bölümde (Bölüm 2.2.5) bahsedilmiştir.

2.2.5.2 Süper (Ultra) Kondansatörler

1853'de, Helmholtz iletken bir sıvı içerisine batırılmış iki karbon elektroda bir gerilim uygulandığında belli bir gerilim değerine ulaşıncaya kadar sürekli bir akımın akmadığını gözlemledi. Bu, süper kondansatörlerin dayandığı temel prensip oldu. Bir süper kondansatör elektrokimyasal bir cihaz olmasına rağmen bünyesinde bataryalardaki gibi kimyasal bir reaksiyon olmadığı için enerjiyi elektrokimyasal değil elektrostatik olarak depolar. Bir süper kondansatör hem bir batarya hem de bir kondansatördür.

Bataryalarda enerji iyonlar ile depolanırken geleneksel bir kondansatörde enerji alımında kimyasal reaksiyon olmaz. Uygulanan elektrik alan, sıvı içindeki iyonların elektrot etrafında çok ince bir tabaka halinde toplanmasına sebep olur (elektrot etkin olarak elektroliti polarize eder). Pozitif elektrota uygulanan gerilim elektrolit içindeki negatif iyonları kendisine doğru çekerken, negatif elektrota uygulanan gerilim ise elektrolit içerisindeki pozitif iyonları çeker. Bu, şarj ayrımının iki tabakasını oluşturur ki bu nedenle de bu cihazlara iki katmanlı kondansatörler de denilir. Elektrotlar için $104 \text{ mm}^2/\text{g}$ 'a kadar bir yüzey alanı oluşturabilen gözenekli karbon kullanılır. Kutuplar arası mesafenin birbirine oldukça yakın olması, bu cihazlara karakterini veren yüksek kapasitansın da nedenidir. Süper kondansatörlerin elektrolit delinme gerilimi düşüktür (3 V'un altında), bu nedenle de bataryaların kullanılabildiğinden daha düşük enerji gereği olan pratik uygulamalarda kullanımları sınırlıdır.

Süper kondansatörler elektrolitik kondansatörlerin sahip olduğu özgül güç değerlerinden daha düşük özgül güç değerlerine ($\approx 4 \text{ kW/kg}$) sahiptirler ve özgül enerjileri elektrolitik kondansatörler ile elektrokimyasal depolama cihazları arasında bir yere denk gelir. Bu durum süper kondansatörleri tam deşarjın yaklaşık 1–60 saniye boyunca gerekli olacağı durumlar için uygun bir güç kaynağı yapmaktadır. Bu nedenle

süper kondansatörler depolama cihazları olarak kısa dönem ile uzun dönem enerji depolama cihazları arasında yerleştirilirler. Bununla birlikte süper kondansatörler 100 kW'a kadar güç transferini sağlayabilen tek uygulanabilir çözümdür. Süper kondansatörler tamamen tek yönlü olup uzun ömürlü cihazlardır. 500 \$/kW ortalama maliyetleriyle işletme süresince yaklaşık 1000000 çevrim yapabilmektedirler. Bu değerler süper kondansatörleri düşük enerji tüketimi ve ani darbe güç gereksinimi olan uygulamalarda göreceli olarak çekici kılmaktadır. Süper kondansatörlerin eşdeğer seri dirençlerini düşürmeye dönük araştırmaların yapılmasına rağmen, bu değer hala oldukça yüksektir (150 kJ'luk bir modül için $\approx 15 \text{ m}\Omega$) [33].

2.2.5.3 Sıkıştırılmış Hava ile Enerji Depolama

Bir başka enerji depolama yöntemi olan sıkıştırılmış hava ile enerji depolama (CAES) yöntemi, (Compressed Air Energy Storage) talebin düşük olduğu zamanlarda şebekeden alınan fazla enerjinin veya yenilenebilir enerji kaynaklarında oluşan talep fazlası enerjinin kullanımı ile havayı sıkıştırarak gerçekleştirilir. Eski maden ve benzer jeolojik alanlarda kullanılmış bir yöntemdir. Diğer bir yaklaşım ise havayı tanklar içine sıkıştırmaktır ancak bu basınca dayanacak çelik tankların maliyetleri dolayısıyla ekonomik bir çözüm olmamaktadır.

CAES sistemlerinde bir motor ile tahrik edilen kompresörler basınçlı hava için kullanılan depoda (mağara, maden, tank vs.) enerjiyi basınçlı hava olarak depolarlar. Sıkıştırma işlemi öncesinde depolama haznesinden daha fazla faydalanabilmek için hava önce soğutulur. Sonra yaklaşık 75 bar basınçla sıkıştırılır.

Sıkışmış hava yeniden elektrik üretmek için dışarı salınır, fakat öncelikle ısı dönüştürücüde (recuperator) ısıtılır. Dönüştürücü bu işlem için kompresör soğutucularının atık ısısından yararlanır. Isınan hava yakıcıda yakılmadan önce az miktar petrol veya gaz ile karıştırılır. Yakıcıdan (combustor) ısınarak çıkan gaz genişler ve jeneratör türbinini döndürerek elektrik üretilmesini sağlar.

CAES üniteleri, daha çok içten yanmalı kombine çevrim santralleri için ekonomik olmaktadır.

Dünyada sadece iki tane büyük ölçekli CAES enerji üretim santrali vardır. Bunlardan ilki 1991 de ABD Alabama'da devreye alınan 110 MW gücündeki tesis ve Almanya Huntorf'da bulunan 290 MW güce sahip tesistir. Bunlardan başka günümüzde 5-350 MW arası kullanımda olan tesisler de mevcuttur [33].

2.2.5.4 Volanlar

Mekanik atalet, bu depolama yönteminin temelidir. Dönen ağır bir cisim hızlandırmak için kullanılan elektrik motorunun, yavaşlatırken ise elektrik üretmesine dayanan bir sistemdir. Bu sistem ile elektrik enerjisi, kinetik enerji olarak depo edilmektedir. Depo süresince sürtünme minimum seviyede tutulmak zorundadır. Bu zorunluluk genellikle, volan diskin bir vakum içine yerleştirilmesini ve manyetik rulmanlar kullanılarak uygulanmasını gerektirmektedir.

Esasında, basit volanların kullanımı ile kinetik enerji depolanması yüzyıllardır uygulanmakta olan bilinen en eski yöntemlerden biridir. Günümüzde önemli bir teknik haline gelmesinin nedeni ise yüksek dayanımlı kompozit malzemelerin ve düşük kayıplı rulmanların geliştirilmiş olmalarıdır.

İlk uygulamalarda doğrudan mekanik enerjiyi depolayıp ihtiyaç halinde kinetik enerji olarak vermekteyken, gelişen teknoloji sayesinde elektrik-mekanik dönüşümlerinin yapıldığı uygulamalar ile verimleri artmış ve kullanım alanları yaygınlaşmıştır.

Büyük volan hızları daha büyük depolama kapasitesi sağlar ancak merkezkaç kuvvetlerine direnmek için, çelik veya kompozit malzemeler gibi güçlü malzemeler gerektirir. Güç ve enerji depolama aralıkları teknik ve ekonomik olarak ulaşılabilir seviyelerde olmasına rağmen volan sistemleri, şebeke kullanımından ziyade, muhtemelen en ideal şekilde, demir yolu güç sistemlerinde yük dengeleme ve yenilenebilir enerji sistemlerinde enerji kalitesini artırma amacıyla kullanılır. Ayrıca volan depolama uygulamaları lazer deneyleri gibi alanlarda yüksek enerji patlamalarına kısa süreli ihtiyaç duyulduğu durumlarda kendilerine yer bulur. Ayrıca veri merkezleri gibi enerji sürekliliğinin kritik olduğu ve alternatif enerji kaynaklarının çalışır hale getirilmesinin zaman alacağı durumlarda da kendine uygulama alanı bulabilmektedir [33].

2.3 Türkiye Enerji Piyasasında Kurulu Güç Gelişimi

Türkiye’de 1991-2011 yılları arasındaki kurulu gücün gelişimi TEİAŞ verilerine göre Çizelge 2.3’te gösterilmektedir. Türkiye’nin 2011 yılı itibariyle toplam kurulu gücünün 33931.1 MW’ını termik, 17137.1 MW’ını hidroelektrik, 114.2 MW’ını jeotermal ve 1728.7 MW’ını ise rüzgâr santralleri oluşturmaktadır. Görüldüğü gibi 1998 yılından itibaren Türkiye rüzgar enerjisi yatırımlarına başlamış ve 2011 yılı itibariyle 1728.7 MW kurulu güç seviyelerine ulaşmıştır.

Çizelge 2.3 Türkiye’de kurulu güç (MW) seviyeleri

YILLAR	TERMİK	HİDROELEKTRİK	JEOTERMAL ¹	RÜZGÂR	TOPLAM
1991	10077.8	7113.8	17.5	-	17209.1
1992	10319.9	8378.7	17.5	-	18716.1
1993	10638.4	9681.7	17.5	-	20337.6
1994	10977.7	9864.6	17.5	-	20859.8
1995	11074.0	9862.8	17.5	-	20954.3
1996	11297.1	9934.8	17.5	-	21249.4
1997	11771.8	10102.6	17.5	-	21891.9
1998	13021.3	10306.5	17.5	8.7	23354.0
1999	15555.9	10537.2	17.5	8.7	26119.3
2000	16052.5	11175.2	17.5	18.9	27264.1
2001	16623.1	11672.9	17.5	18.9	28332.4
2002	19568.5	12240.9	17.5	18.9	31845.8
2003	22974.4	12578.7	15.0	18.9	35587.0
2004	24144.7	12645.4	15.0	18.9	36824.0
2005	25902.3	12906.1	15.0	20.1	38843.5

¹ 2006 ve 2007 yıllarında rüzgâr santralleri dâhil

Çizelge 2.3 Türkiye’de kurulu güç (MW) seviyeleri (Devam)

YILLAR	TERMİK	HİDROELEKTRİK	JEOTERMAL ¹	RÜZGÂR	TOPLAM
2006	27420.2	13062.7	81.9	-	40564.8
2007	27271.6	13394.9	169.2	-	40835.7
2008	27595.0	13828.7	29.8	363.7	41817.2
2009	29339.1	14553.3	77.2	791.6	44761.2
2010	32278.5	15831.2	94.2	1320.2	49524.1
2011	33931.1	17137.1	114.2	1728.7	52911.1

Çizelge 2.4’ten de görüldüğü gibi 2006-2011 yılları arasında üretici kuruluşlara göre dağılımda temel değişim “üretim şirketleri” üzerinde olmuştur. Ağırlıklı olarak rüzgâr yatırımları yapan firmaların oluşturduğu bu kalem, gelişmekte olan özelleşme sürecinin açık bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Çizelge 2.4 Kurulu gücün (MW) üretici kuruluşlara göre dağılımı

YILLAR	2006	2007	2008	2009	2010	2011
EÜAŞ	19881.9	20041.2	20146.8	20368.8	20368.8	20280.4
EÜAŞ’IN BAĞLI ORTAKLIKLARI	3834.0	3834.0	3834.0	3834.0	3834.0	3870.0
MOBİL SANTRALLER	724.9	262.7	262.7	262.7	262.7	0.0
ÜRETİM ŞİRKETLERİ	11696.2	12313.1	13390.4	16589.7	21265.4	24994.3
OTOPRODÜKTÖR + İŞLETME HAKKI DEVİR	4427.8	4384.7	4183.3	3706.0	3793.2	3766.4
TÜRKİYE TOPLAMI	40564.8	40835.7	41817.2	44761.2	49524.1	52911.1

¹ 2006 ve 2007 yıllarında rüzgâr santralleri dâhil

2.4 Türkiye Enerji Politikasında Temel Başlıklar

Yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artırılması: Türkiye 2005 yılında Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanunu çıkartmış ve bu noktada yatırımların önünü açmak için oldukça yol almıştır. Özellikle son yıllarda rüzgâr türbinlerine özel sektör yatırımı artmıştır. Yine jeotermal ve biotarımda çalışmalar devam etmektedir. Dışa bağımlılığı Avrupa Birliği (AB) ülkelerinin çok daha üstünde olan ve yenilenebilir kaynak açısından hayli zengin olan Türkiye'nin bu konudaki yatırımlarını arttırması gerekmektedir [35].

Kyoto Protokolü Taahhütleri: Kyoto'ya yakın geçmişte üye olan Türkiye, taahhüt edilen kriterleri sağlayabilmek adına ilk olarak mevcut kömür santrallerinin rehabilitasyonunu gerçekleştirerek daha az emisyonla sebep olacak yapıya getirmektedir. Bu çalışmaları takiben hidrolik enerji, jeotermal, rüzgâr ve güneş zenginliklerinden daha fazla yararlanabilecek şekilde politikasını geliştirmesi gerekmektedir [35].

Enerji verimliliği ve tasarrufu: Türkiye, Mayıs 2007'de Enerji Verimliliği Kanunu'nu kabul etmiştir. Bu kanunla enerji kaynaklarının üretiminden tüketimine kadar verimli kullanılmasını amaçlamıştır [35]. Bu kapsamda dağıtılmış enerji üretim sistemlerinin de verimliliğe katkı sağlayacağını belirtmek yanlış olmayacaktır.

Acil durumlara hazırlık mekanizması: Olası enerji kesintilerinde petrol ve doğalgaz depolama tesislerinin devreye girmesini sağlamak gerekmektedir. AB petrolde ortalama 114 günlük, doğalgazda ise ortalama 50 günlük stok depolama kapasitesine sahiptir [35]. Türkiye'nin ise yeterli kapasiteye sahip olduğunu söylemek oldukça güçtür. Bölüm 3'te anlatılacak olan elektrikli araçların dağıtılmış enerji üretim ve depolama birimi olarak kullanımı konusu, bu sorunlara çözüm oluşturabilme kapasitesi dolayısıyla işlenmiştir.

ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN DİNAMİK YAPILANDIRILABİLİR DAĞITILMIŞ ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMİ OLARAK KULLANIMI

Ulaşım sektöründe elektrik enerjisi, tahrik yöntemi olarak kullanımı yaygınlaşan bir enerji biçimidir. Araç üreticilerinin gündeme getirmelerinden ve genel eğilimden anlaşıldığı gibi elektrikli araçlar (PHEV, BEV vb.), beraberlerinde getirdikleri fırsat ve zorluklar ile günlük yaşamda nihai bir gerçeğe dönüşmektedir.

PHEV/BEV gibi sistemler, üzerinde çalışılması karmaşık ve beklenmedik sorunlara açık olmasına karşın beraberinde yeni iş planları, yatırım olanakları ve fırsatlar da getirmektedir.

Bu çalışmada elektrikli araçların ulaşım alanında yaygınlaşarak önemli bir yer teşkil etmesi durumunda, Dinamik Yapılandırılabilir Enerji Depolama Birimi (DYEDB) olarak nasıl değerlendirilebileceği ve elde edilebilecek faydalar üzerinde durulmuştur. Elektrikli araçların kullanımı benimsedikçe ulaşım sektörünün, Dağıtılmış Enerji Üretim ve Depolama Sistemi (DEÜDS) sayesinde enerji piyasasının önde gelen iş bileşenlerinden olma potansiyeline sahip olduğu görülmektedir.

DYEDB'lerinin sistemde etkin rol almaya başlaması ile birlikte, sistemin birçok bileşeninin yeni yapıyla ortaya çıkan farklılıklardan etkilenmesi olasıdır. Bu etkileri Mladen Kezunovic vd. [15] detaylı olarak incelemiştir.

3.1 Problem Tanımı

Akıllı şebekelerin, Department of Energy [36] tarafından yakın zamanda tanımladığı ve yaygın olarak kabul görmüş 7 temel problemi mevcuttur;

- Bilinçli ve katılımcı tüketicilerin gerekliliği
- Tüm üretim ve depolama imkânlarının sağlanabilmesi
- Yeni ürünlerin, servislerin ve pazarın kullanılabilir hale gelmesi
- 21. yüzyıl ekonomisinin gereği olan enerji kalitesinin sürekli olarak sağlanabilmesi
- Optimize varlık kullanımı ve verimli çalışma
- Arızaların otomatik önlenmesi, koruması ve onarılması
- Tüm tehlikelere karşı esnek çalışma imkânı

Elektrikli araçların sistemde yer almasının bu sorunlar üzerinde etkisinin şu şekilde olacağı düşünülmektedir [15];

- Tüketicilerin aynı zamanda depolama sistemi sahibi oluşu, araç sahiplerinin bilgilendirme ve fırsatları değerlendirme konusunda daha istekli olacağı öngörüsünü ortaya çıkarmaktadır. Fırsatların iyi aktarılması sayesinde sistemde aktif rol almaları sağlanacaktır.
- Üretim ve depolama seçenekleri de açıktır; elektrikli araçlar hem dağıtılmış enerji sistemi olarak hem de rüzgâr güneş gibi dağıtılmış enerji üretim sistemlerine ara birim görevi üstlenerek yedek depo alanı olarak kullanılabilir olacaktır.
- Elektrikli araçların yenilikçi anlayışla kullanımı, yeni ürünlerin, servislerin ve pazarların ortaya çıkmasına olanak sağlayacaktır. Grid-to-Vehicle (G2V) ve Vehicle to-Grid (V2G) modlarında çalışabilirlik, katılım, toplama ve enerji ticaret ürünleri için yan hizmetlerin yeniden tanımlanması gereğini doğuracaktır.
- Elektrikli araçlar, günümüz teknolojisinin gereği olan enerji kalitesi ihtiyacı konusunda da destek sağlayıcı olacaktır. DEÜDS, acil durumlarda iş ve yaşam merkezlerine kesintisiz güç kaynağı ve düzensiz davranış sergileyen enerji kaynaklarına “tampon” görevi üstlenerek temiz enerji imkânı sunabilecektir.

- Optimize varlık kullanımı ve verimli işletme imkânı, çeşitli alanlarda elektrikli araçlar tarafından karşılanabilir. Talebin düşük olduğu zamanlarda, santrallerde üretilen fazla enerjinin elektrikli araçlara aktarılarak şarj edilmesi ve sabit üretim kaynaklarının optimum seviyede sürekli çalıştırılmasıyla minimum yıpranma imkânı sunabilir.
- Elektrikli araçların kullanımında otomatik önleme, koruma ve onarma sistemleri olanaklardan bir başkasıdır. Dinamik yapılandırılabilir bir şekilde enerjinin depolanması, aşırı yük talebi gibi, şebekenin yük atma gereksinimi duyacağı durumlarda elektrikli araçlar yerel bir enerji kaynağı görevi üstlenerek, kritik zamanda yapılan yük atma işlemini engelleyebilirler.
- Elektrikli araçların sunabileceği bir başka şebeke destek özelliği de tüm tehlikelere karşı esnek çalışabilmektedir. Saldırı veya felaket durumlarında her yerde kullanılacak mobil bir enerji kaynağı görevi üstlenebilirler.

Kararlı ve gerçekçi sonuçlara ulaşabilmek, yalnızca elektrikli araçların faydaları üzerine araştırma yapmaktan ziyade, tüm sistemlerin uyum içinde çalışma durumu üzerine odaklanmaktır. Katılımcıların sürüş alışkanlıkları, güzergâhları, park ve seyahat süreleri anahtar veriler olarak değerlendirilebilir.

Akıllı otopark sistemleri, V2G ve G2V imkânlarını bir arada bünyesinde barındırarak geliştiricilere yeni ve eşsiz imkânlar doğurması öngörülen bir konsepttir. Bu sistem sayesinde park yeri sahipleri, alışlagelmiş otopark sistemi gelirlerinin yanında, sağladıkları G2V imkânı ile şarj istasyonu ve V2G imkânı ile de enerji üretim tesisi görevi üstlenerek önemli bir pazar konumu elde edebilirler.

3.2 G2V ve V2G Konsepti

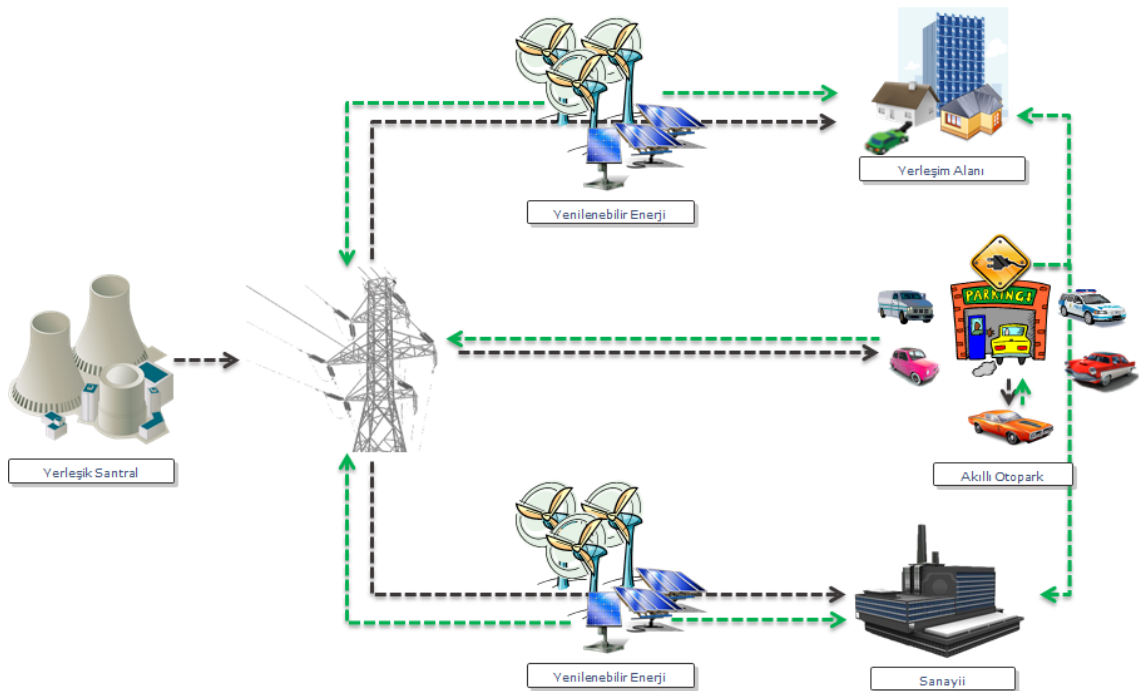
Geçmişten buyana, petrol fiyatlarındaki inanılmaz artış ve küresel ısınma konusundaki hassasiyetler sebebiyle, araç üreticileri gelişen teknolojiye de faydalanarak PHEV ve BEV araştırmalarına hız verdi.

G2V ve V2G konseptleri sayesinde elektrikli araçların şebekeye bağlanması durumunda iki yönlü güç akışı imkânı ortaya çıkmıştır. Güç akışı, şebekeden araca doğru olması

durumunda, G2V (Grid-to-Vehicle), yani şarj, araçta depolanmış gücün şebekeye akması durumunda ise, V2G (Vehicle-to-Grid), yani deşarj olarak isimlendirilir.

V2G konsepti ilk olarak 1997 yılında Kempton ve Letendre tarafından gündeme getirilmiştir [14]. Kempton, elektrikli araçların şebekeye bağlanmasıyla ortaya çıkacak sistemsel ve ekonomik potansiyelleri araştırmıştır. V2G teknolojisi ve kullanıcıların erişebileceği pazarlara ilişkin temel maliyet ve güç hesaplamaları [37] ve [38]'de tartışılmıştır.

Genelde, çift yönlü (G2V-V2G) çalışarak elektrikli araçlardan kâr sağlamak mümkündür. G2V modu, talebin düşük olduğu gece saatlerinde çalıştırılarak şarj maliyeti düşürülebilir. Talebin yüksek olduğu veya kesinti dönemlerinde ise şebekeye geri verilerek hem kâr elde edilebilir hem de enerji sürekliliği sağlanarak yük atma gibi durumların önüne geçmeye yardımcı olunabilir. Ayrıca güç sistem ihtiyaçlarını optimize etmede, mobil enerji kaynağı oluşları sayesinde, stratejik kaynak yerleşimi açısından önem taşır.



Şekil 3.1 Akıllı otopark sistemi ile dağıtım şebekesi

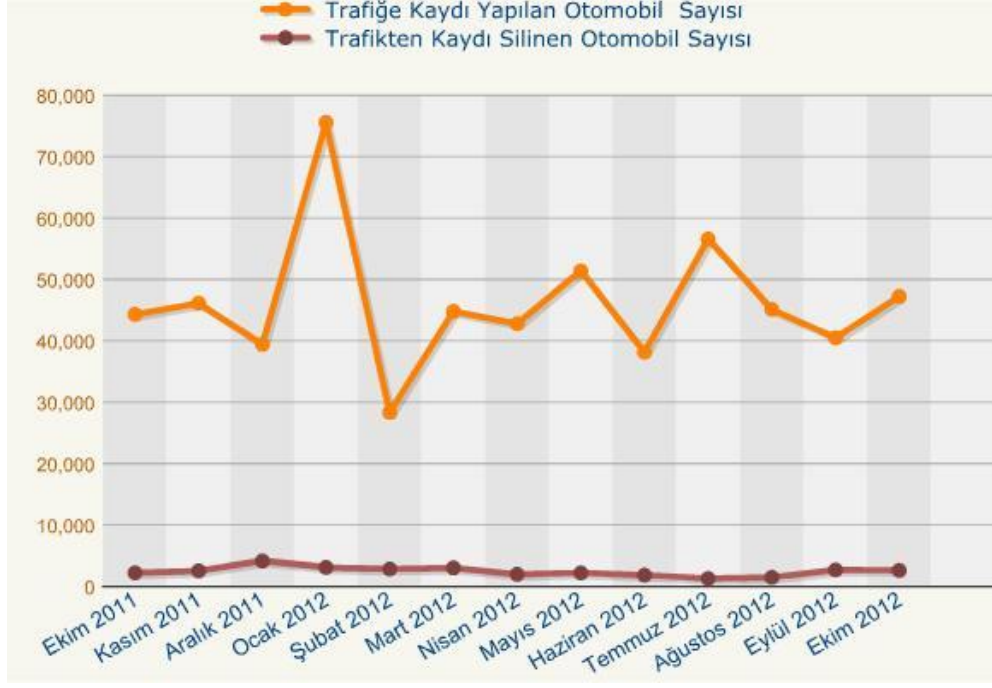
3.3 Elektrikli Araçlar İçin Öngörüler

Elektrikli araçlar, ekonomik avantajların yanı sıra çevresel avantajlar da sunmaktadır. Az veya sıfır emisyonlu bu araçlar yaygınlaşarak artan fosil bazlı yakıt maliyetlerine alternatif ekonomik bir çözüm olma yolunda ilerlemektedir. Gelişmiş kontrol ve haberleşme yöntemleri yardımıyla elektrikli araçlar, şebekeye enerji değişim istasyonlarından çift yönlü güç transferi yapacak şekilde bağlanarak, bir üretim kaynağı görevi üstlenebilirler. Bu durum, enerji dağıtımında esnekliği artırarak hâlihazırda depolama alanı yetersizliği veya düşük talep sebebiyle bazı bölgelerde kapasitelerinin altında çalıştırılan rüzgâr ve güneş enerji santrallerine ek kapasite imkânı sunmaktadır. Ayrıca beraberinde getirdiği yan hizmet gereksinimi ile şebekenin güvenilirliğini ve dengesini arttıracaktır.

Çizelge 3.1, Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) yayınladığı 10/2011-10/2012 arasında trafiğe kayıt edilmiş ve kaydı silinmiş motorlu araçların aylara göre dağılımını göstermektedir.

Çizelge 3.1 Trafiğe kayıt edilen ve kaydı silinen araç sayıları

DÖNEMİ	KAYIT YAPILAN OTOMOBİL SAYISI	KAYDI SİLİNER OTOMOBİL SAYISI
EKİM 2012	47 250	2 652
EYLÜL 2012	40 499	2 724
AĞUSTOS 2012	45 132	1 499
TEMMUZ 2012	56 577	1 326
HAZİRAN 2012	38 183	1 871
MAYIS 2012	51 403	2 238
NİSAN 2012	42 831	2 008
MART 2012	44 821	3 048
ŞUBAT 2012	28 359	2 871
OCAK 2012	75 580	3 135
ARALIK 2011	39 451	4 170
KASIM 2011	46 137	2 575
EKİM 2011	44 329	2 248



Şekil 3.2 Trafiğe kayıt edilen ve kaydı silinen araç sayıları grafiği

Grafikten de anlaşılacağı (Şekil 3.2) gibi Türkiye’de 2012 yılında ortalama olarak 600 bin yeni motorlu araç kayıt altına alınmıştır. Kayıtlı motorlu araç sayısı konusunda dünya lideri olan Amerika’da yapılan araştırmaya göre ise 2006 yılında Amerika’daki toplam kayıtlı araç sayısı 244.2 milyona ulaşmıştır. 111.6 milyon konut bulunan ülkede, konutların %91.2’sinin en az 1 araca sahip olduğu ortaya çıkmıştır [15]. Bu yüksek talep ve tüketim göz önüne alındığında, elektrikli araçların yaygınlaşması durumunda müthiş seviyelerde dinamik kontrol edilebilir enerji depolama birimlerinin ortaya çıkacağını söylemek yanlış olmayacaktır.

Şebeke üzerinde ciddi bir etkisi olan elektrikli araçların, 2011 yılından itibaren etkisi genişleyen pazar nüfuzlarıyla birlikte, yükselen bir trendle sürekli olarak yaygınlaşmaları beklenmektedir. Hadley ve Tsuetkova’ya [39] göre elektrikli araçların pazar payları 2030 yılı itibariyle %25’e yükselebilecektir. Sullivan, Salmeen ve Simon[40]’un yaptığı araştırmaya göre ise, elektrikli araçların 2040 yılına kadar Pazar paylarının ancak %20 olabileceği yönünde bir sonuç çıkmıştır. NY ISO’nun yayınladığı bir teknik rapora göre ise [41], 2030 yılı itibari ile araç filosunun %25’ini elektrikli araçların oluşturacağı beklenmektedir.

Tüm çalışmalar ve öngörüler elektrikli araçların 20 ile 30 yıl arasında bir süre sonunda yaygınlaşacağı yönünde olsa da, yakıt fiyatlarındaki artış, vergi muafiyetleri, elektrikli araç destekleri, teşvikler gibi etkenler bu sürenin fark edilir bir biçimde, hızla kısalma göstermesine etki edebilir.

3.4 Akıllı Şarj

Tipik bir binek araçta günlük kullanım ortalaması olarak kabul edilen yaklaşık 50 km'lik bir yolda tüketilecek ortalama enerji için gereken, yaklaşık olarak 10 kW [42], bir bataryayı şarj etmek için geçen ortalama süre 2-5 saat arasındadır [15]. Elektrikli araçlar genellikle iş yerlerinde veya evlerde şarj edildiğinden ve çoğu araç günde 1-2 saatlik seyahat sürelerine sahip olarak geri kalan zamanı park halinde geçirdiğinden bu araçlara 10-15 saat hatta daha fazla şarj edilebilme imkânı sağlamaktadır. Gerçek şarj süresi ve geçen süre arasındaki fark dikkate alındığında şebeke optimizasyonu açısından kullanıcıların şebekeye oldukça esnek bir zaman sunduğunu söylemek mümkündür [42].

Akıllı şarj, talebin düşük olduğu zamanlarda şarj imkânından çok daha fazlasıdır. Şebekenin (üretim/tüketim uyumu, çok fazla araç bağlanması durumunda aşırı yüklenme koruması) ve araç sahibinin (belirli bir zaman aralığında şarj) ihtiyaçlarını her araca özel hassas bir şarj kontrolü yaparak sağlar. PHEV'ler, dâhili "menzil uzatıcılara" sahip araçlar olarak düşünülebilirler. Geleneksel yakıt tüketim imkânları da bulunduğu için, acil durumlarda bu imkânı değerlendirebilirler. Ancak BEV'ler tamamen elektrikli olduğundan sürücüye, sürüş şekline ve menzile bağlı olarak şarj sürelerinde daha keskin süreler ve kısıtlamalar söz konusu olacaktır [42].

3.5 Elektrikli Araçlarda Şarj Sistemi

Elektrikli araçların batarya bileşenleri iki temel kısımdan oluşmaktadır: batarya yönetim sistemi (BMS) ve batarya. BMS batarya durumunu ve sağlığını izler. Aynı zamanda dâhili şarj cihazı dâhil batarya ile aracın diğer kısımları arasında bir ara yüz görevi üstlenir. Ayrıca aracın enerji yönetimi görevi de BMS ile sağlanabilir.

Elektrikli araç bataryaları, birbirine seri ve paralel olarak bağlı birçok lithium-ion bataryanın bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Bataryalar, belirli bir enerji kapasitesi için üretilmiş olsa da, zarar görmemeleri ve batarya ömrünü uzatmak için minimum bir şarj doluluk durumu (SOC) seviyesine izin verilir. Maksimum ve minimum izin verilen SOC arasındaki fark, kullanılabilir SOC olarak adlandırılır. Batarya ve araç tasarımına bağlı olarak kullanılabilir SOC tipik olarak %50 ile %80 arasında bir değer alır.

Elektrikli araçlar, kullanılabilir SOC seviyesi tükenene kadar şarj harcamayı biçimde çalışır ve bu deşarj/şarj döngüsü “deep cycle” (tam döngü) olarak adlandırılır. Elektrikli araçlar için geliştirilmekte olan batarya sistemleri 3000 ve üzerinde tam döngü gerçekleştirebilecek düzeyde tasarlanmaktadır. Bu, bir aracın bataryasındaki enerjiyi her gün bitirip yeniden doldurması durumunda, batarya sisteminin yaklaşık 10 yıl dayanacağını göstermektedir.

Elektrikli araçlar uygulamalarında batarya ömrü, kullanılabilir SOC’ın, yeni bir batarya sistemine oranla, %80’in altına düşmesi veya diğer bir deyişle, batarya sisteminin gerekli aracın operasyonları için gerekli pik enerjinin ancak %80’ini veya daha azını karşılayabilmesi durumu olarak tanımlanır [15].

3.6 Elektrikli Araçların Şebeke ile Etkileşimi

Elektrikli araçların şarj durumunda şebekeye etkisi 1980’li yıllardan beri araştırılmaktadır. Heydt, tipik sürüş profilleri üzerine çalışmış ve muhtemel şarj zamanlarının puant talep zamanlarına denk gelme eğiliminde olduğunu ve bu sebeple aşırı yüklenmeyi önlemek için yük yönetimi uygulanması gerektiği sonucuna varmıştır. Heider bu analizi genişletmiş ve eğer şehir genelinde ve çalışma bölgelerinde şarjı destekleyecek altyapı olmazsa puant zamanlardaki aşırı yüklenmenin çok daha yüksek olacağını tespit etmiştir. Buna karşılık Schneider vd., şebeke kaynaklarının gece boyunca tam kapasite ile kullanılmadığını ve bu sebeple elektrikli araçların şarjının gece gerçekleştirilmesini önermiştir. İlgili çalışmaya göre uygun şarj durumunda ABD’deki mevcut enerji sisteminin hafif araçlar için gerekli enerjinin %84’ünü karşılayabileceği anlaşılmıştır [15]. Muazzam sayıdaki elektrikli araçların mevcut üretim ve iletim sistemi ile beslenmesindeki tek gerçek kısıtlama, pik zamanlarında şarjdan kaçınma gereksinimidir. Bu zamanlara örnek olarak çok sıcak bir yaz öğleden sonrasında yüksek

seviyede klima yükü bulunduğu zaman verilebilir. Bazı dağıtım fiderleri üzerinde elektrikli araçların kümelenme olasılığı istisnası ile bu kritik zamanlar bölge, hava ve yıla göre değişiklik göstermekle beraber 8760 saat/yıl içinde yalnızca birkaç yüz saati teşkil edecektir. En önemli fonksiyon, şuanda elektrikli araçların şebeke ile temel etkileşimi olan batarya bağlantısı, beraberinde birçok zorlukla beraber fırsatlar da getirmektedir [15].

İleri seviye V2G amaçlı elektrikli araç kullanımındaki kısıtlamalar; özellikle toplayıcı ve yüksek miktardaki elektrikli araç arasındaki güvenli ve doğru iletişimi sağlamak, potansiyel gelir miktarı, ek donanımlar ve sürücü üzerinde yaratacağı ek huzursuzluk olacaktır. Araç sahibine kazanç imkânı oluşturabilmek için, şebekenin enerji gereksinimi olduğu zamanlarda, elektrikli araçların şebekeye enerji aktarımı söz konusudur. Bu avantaj doğrultusunda büyük kitlelerin sisteme dâhil olması, enerjinin yönetiminde kontrol karmaşıklığına ve yerleşik şebeke sistemi ile uyumlu çalışmada zorluklara neden olabileceği konusunda tartışmalara yol açmıştır [15].

Bir önemli husus da elektrikli araçların batarya sistemlerinin kendisidir. Araç sahibinin garanti kısıtlamalarıyla karşılaşması durumu söz konusu olursa, V2G sistemine katılmaya ikna edilebilmesi için önemli ölçüde teşvik ihtiyacı doğacaktır. Örneğin Chevy Volt ve Nissan LEAF marka araçlar için batarya garanti süresi 8 yıl veya 100000 mil'dir [43],[44]. Li-ion bataryalar için şarj/deşarj sayısı 3000 olarak kabul edilmiştir ancak LEAF'in garanti örneğinde gerçek menzil yaklaşık 75 mi/cycle ve garantinin aslında 1333 döngüyü kapsadığı görülür. Günümüz şartlarında Li-ion bataryaların maliyeti yaklaşık olarak 750 \$/kWh ve bataryalar yalnızca %80'ine kadardeşarj edilebilir. Bu durumda hesaplanan batarya maliyeti bile tek başına 0.70 \$/kWh seviyelerinde çıkmaktadır. Bu durumda V2G sistemi bireysel kullanıcılar için kabul edilebilir olmayabilmektedir. Fakat yine de, ağır talep değişiklikleri durumunda ihtiyacı karşılamak için araçtan konuta enerji transferi (V2B) veya V2G kullanım, kullanıcının kendisi tarafından kabul edilebilir hale gelebilir.

Bir başka kavram da elektrikli araçları şebekede fider yedeği olarak kullanmaktır. Güvenli iletişim gerekliliği ve koordinasyonun karmaşıklığı, elektrikli araçların fider yedeği olarak kullanımının olağanüstü zorlu hale getirmektedir.

Araçlar arasında frekans, gerilim ve reaktif güç desteği koordinasyonu gerekli olacaktır. Elektrikli araçlar ile enerji üretiminin başlama ve bitişlerinin hassas ve hatasız şekilde gerçekleşmesi gerekmektedir ve bu hassasiyetin yakın gelecekte sağlanması mümkün görülmemektedir [15].

3.7 Şarj İstasyonu Lokasyon Seçimi

Kamu ve işyerlerine ait şarj altyapısı zamanla geliştirilse de en çok kullanılan şarj noktası olarak konut garajlarının ağırlıkta olması yüksek ihtimal dâhilindedir. Öngörülere göre, zamanla elektrikli araç şarj maliyetleri yükselecek ve konutlarda şarj edilen ticari filolar ortaya çıkarak ekonomik olarak çekici hale gelecektir. Elektrikli araçların şarj işlemi şarj istasyonları yerleşim bakımından, geleneksel araçların yakıt istasyonlarına göre daha iyi konumlandırılması gerekmektedir. Elektrikli araçların şarj süreleri geleneksel yakıt ikmal sürelerine göre uzun olduğundan ve istasyonların geleneksel tipin aksine sosyal aktivite imkânı sunan, hatta mümkünse bu tip mekânlara dâhili şekilde konumlandırılmış park alanları olması gerekmektedir. Sürücülerin şarj süresince araçlarının başında beklemeleri mümkün olamayacağından, alışveriş merkezi, sinema salonları, restoranlar, hava alanı park alanları gibi kullanıcıların geniş zaman geçirdikleri yerlere konumlandırılmaları akla yatkın ve kullanışlı olacaktır. İşverenlerin gün içinde park alanlarında şarj imkânı tanınması durumunda ise pik şarj zamanlarına denk gelmemek için akıllı şarj sistemlerinin kullanılması gerekecektir. Tüketicileri çekmek ve daha uzun süre mağazalarda tutmak için düşük maliyetli AC Level-1 ve AC Level-2 şarj istasyonları ücretsiz olarak tüketiciye sunulabilir [15],[16].

Apartman önü ve yol kenarları temelli otoparklar, elektrikli araçlar önemli bir pazar payı elde edene kadar şarj imkânları açısından ele alınmayacak bir altyapı yatırımı sorunudur. Apartmanda yaşayan veya sokağa park eden elektrikli araçlar kullanıcıları alışveriş merkezleri, çalışma alanları gibi kamusal alanlarda şarj imkânı sunan elektrikli araçları tercih edeceklerdir. Kamusal şarj altyapısının oluşturulmasında büyük zorluklardan bazıları kurulum maliyetleri, rezerv park alanları, uzun şarj süreleri ve park alanı sahibine düşük veya negatif yatırım geri dönüşleridir. Elektrikli araç sayısının artmasıyla birlikte yüksek hızlı şarj istasyonları yaygın hale gelebilir [15], [16].

AKILLI OTOPARK SİSTEMİNE YÖNELİK MATLAB® UYGULAMASI

Bu bölümde, elektrikli araçların dağıtılmış enerji üretim ve/veya depolama sistemi olarak kullanılması durumunda yeni bir pazar imkânı oluşturup oluşturmadıkları hazırlanan bir bilgisayar programı yardımıyla analiz edilmiştir.

4.1 Programın Amacı

Program, elektrik piyasasında gün geçtikçe yaygınlaşan dağıtılmış enerji üretim ve depolama sistemleri ile ilgili çalışmalar kapsamında elektrikli araçların kullanılabilirliğine dair öngörülerde bulunabilmek amacıyla hazırlanmıştır.

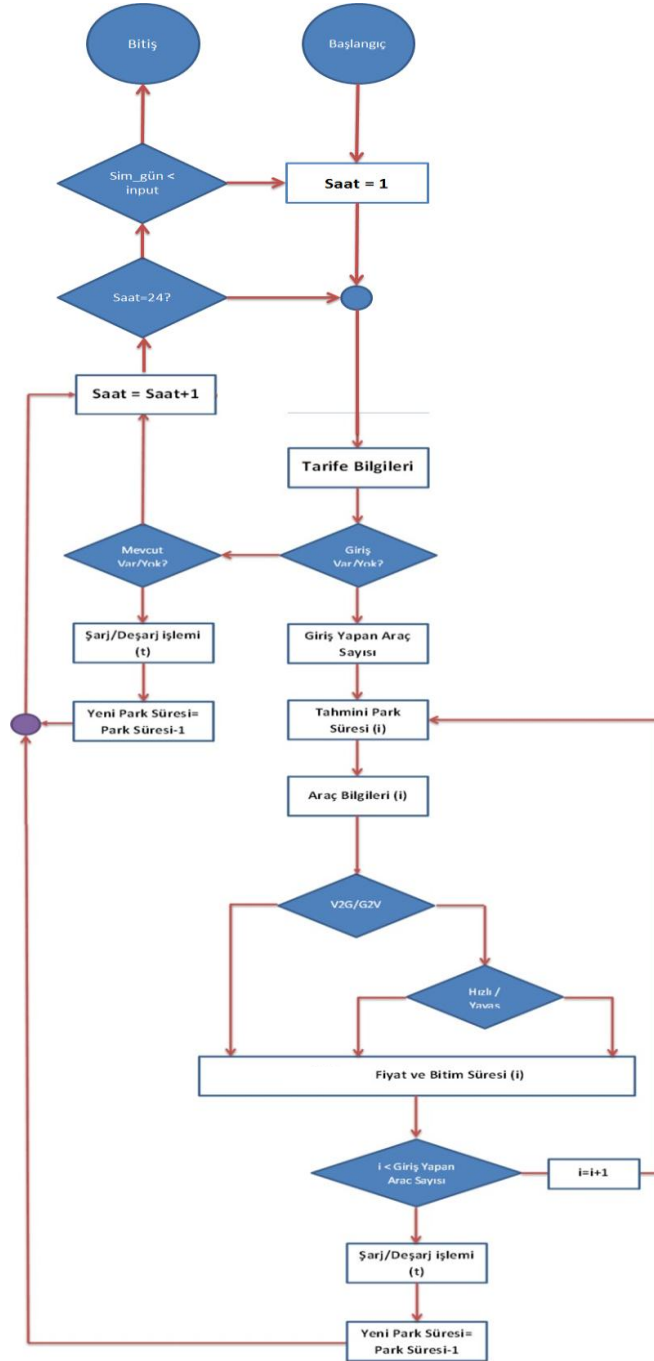
Gelişimi ve yaygınlaşması öngörülen elektrikli araç teknolojisi ile beraber ekonomik anlamda da değerlendirilebilir olan akıllı otopark sistemlerinin devreye girmesi söz konusu olacaktır. Hazırlanan program yardımı ile bu otopark sistemlerinin simülasyonlarının yapılarak analiz edilmesi amaçlanmıştır.

4.2 Programın Kapsamı

Hazırlanan program, istenen bir zaman periyodu için günlük olarak rastgele batarya doluluk oranlarına sahip istenen sayıda aracın rastgele saatlerde alana girişlerini gerçekleştirerek bu değerler üzerinden yapılacak işlemi, yöntemi, enerji transferi, yüksek kârlılığı baz alan fiyatlandırma, park süresi, giriş çıkış saatleri gibi verileri hesaplayarak analiz etmektedir.

4.3 Programın Tanıtımı

Program temel olarak, saatlik fiyat, simülasyon zaman aralığı ve günlük araç sayısı girdilerinin alındığı bölüm, hesaplamalar ve gerekli değerlerin atanarak simülasyonun gerçekleştirildiği bölüm ve sonuçlar ve diğer bilgilerin kullanıcıya çıktı olarak sunulduğu bölüm olmak üzere 3 basamaktan oluşmaktadır. Programda kullanılan akış diyagramı Şekil 4.1’de de görülebilmektedir.



Şekil 4.1 Program akış şeması

İlk bölümde ele alınan saatlik elektrik enerjisi fiyatları, Enerji Piyasası Denetleme Kurulu (EPDK) tarafından Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi'nin (PMUM) internet sayfasında yayınlanan günlük verilerin iterasyona tabi tutulması sonucu elde edilmiştir. Bu değerler programda kullanılabilir hale getirilerek bir tablolama yazılımında (MS Excel) xlsx formatında kaydedilerek veri tabanı oluşturulmuştur.

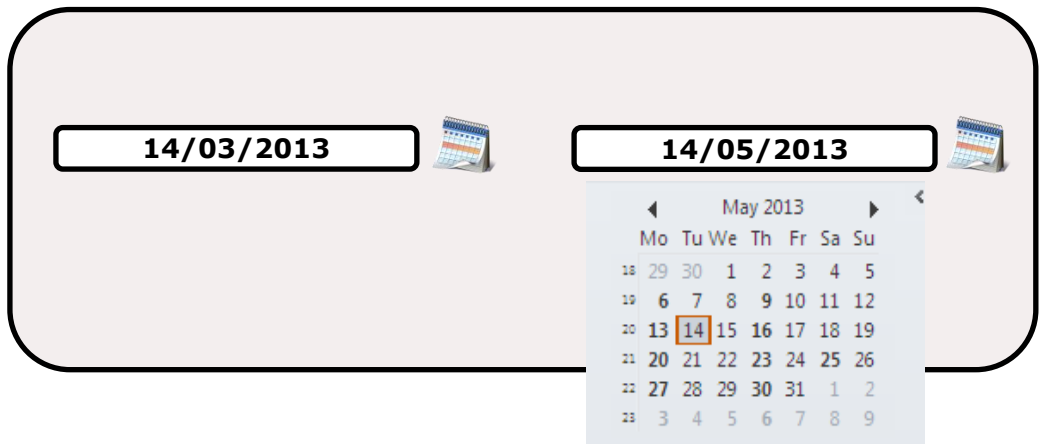
Olası veri karışmalarını önlemek için program geçmiş tüm veriyi ve ekran görüntülerini silerek başlamaktadır.

Bu işlemin hemen ardından kullanıcıdan simülasyonun kaç günlük bir döngüde gerçekleştirileceği bilgisini istenmektedir.

```
clear all           % Geçmiş veriyi sil
clc                % Ekranı temizle

sim_gun=0;        % Simülasyon gün sayısı
değişkeni
sim_gun_input=input('Simülasyonun gerçekleştirileceği gün sayısını giriniz: \n');
```

Bu, analiz yapılacak tarih aralığının seçimi gibi düşünülebilir. Bu sayede kullanıcı, istediği genişlikte bir tarih aralığı kullanarak, analizlerini geniş zaman aralıklarına dayandırabilecektir. Örnek uygulamamızda bu aralık 60 gün olarak girilmiştir.



Elde edilen bu fiyat verileri, **Gun_Tarife.xlsx** olarak kayıt edilen PMUM fiyat verilerini, MATLAB®'in **xlsread** komutu ile programın hemen başında kullanıma sokulmaktadır. Simülasyonun gerçekleştirileceği gün sayısına bağlı olarak çekilen bu veriler **Format1** ve **Sonuc1** değişkenleri yardımıyla adreslenir. Örneğin 60 günlük bir uygulamada **Gun_Tarife** değişkeni **Gun_Tarife.xlsx** olarak kayıt edilmiş excel dosyasında **Tarife** sayfasında **A2:Y61** aralığında bulunan verileri MATLAB®'a **al** komutu verilmektedir.

<code>Format1='B%d:Y%d';</code>	<code>% Formatın belirlenmesi</code>
<code>Sonuc1=sprintf(Format1,2,sim_gun_input+1);</code> <code>Sonuc1</code> değişkenine	<code>% Format1 formatına bağlı,</code> girilen simülasyon gün sayısı
<code>için</code> değişken	atanması
<code>Gun_Tarife=xlsread('Gun_Tarife.xlsx','Tarife',Sonuc1);</code> programa	<code>% Saatlik PMUM Fiyat listesinin</code> alınması

Aynı zamanda kullanıcı, otopark kapasitesini belirleyerek günlük ortalama giriş yapabilecek maksimum ve minimum araç sayılarını da girebilmektedir. Bu imkan, kullanıcıya kendi otopark kapasitesine ve kendi kriterlerine göre simülasyon imkânı tanımaktadır. Örnek uygulamada maksimum ve minimum araç sayısı 50 ve 100 olarak sınırlandırılmıştır.

Döngülerin temel kriterlerinin belirlenmesiyle beraber program, hesaplamalarda kullanacağı verileri ve otoparka giren araç detayları gibi bilgileri rasgele atamaya başlamaktadır. Bu atama, programın günlük döngüsünde 24 saatin sonuna ulaşılmaya kadar yapılmaktadır.

<code>while sim_gun<sim_gun_input</code>	% Döngü girilen simülasyon gün sayısına ulaşılan kadar çalıştırılacak.
<code>clc</code>	% Ekranı temizle
<code>sim_gun=sim_gun+1;</code>	% Her döngü başlangıcını yeni bir gün olarak tanımla
<code>fprintf('Gün %d / %d \n',sim_gun,sim_gun_input)</code>	% İşlem gününün gösterimi
<code>SAS=randi([50,100],1,1);</code>	% SAS : Simülasyon Araç Sayısı random olarak atama

Kurulan mantık döngülerinde kullanılacak değerlerin oluşturulması, okunması ve kullanılması ise aşağıdaki kodlar yardımı ile gerçekleşmektedir. Bu aşamada günlük fiyat bilgisi, her bir araca ait şarj durumu (SOC), otoparka giriş saatleri vb. bilgiler atanmaktadır.

<code>GunTarife=Gun_Tarife(sim_gun,:);</code>	% Excel'den çekilen fiyat bilgisi işlem yapılan gün için kullanılmak üzere değişken satırına işlenişi
<code>SoC=randi([2000,8000],1,SAS)/100;</code>	% İşlem gününe ait araçlara şarj durum bilgisinin atanması
<code>SarjModu=randi([1,2],1,SAS);</code>	% Araçların bataryalarının hızlı şarj/deşarja uygun olup olmadığı bilgisinin atanması
<code>BTDK=24;</code> <code>BSL=24*0.8;</code> <code>BDL=24*0.2;</code>	%Batarya Tam Dolu Kapasite %Batarya Şarj Limiti %Batarya Deşarj Limiti
<code>OG_Rand=sort(randi([21600,72000],1,SAS));</code>	% Parka giriş saati (saniye olarak)
<code>OG_Saat_Yardimci=OG_Rand/3600;</code> <code>OG_Saati=floor(OG_Saat_Yardimci);</code> <code>OG_Dakika_Yardimci=(OG_Saat_Yardimci-OG_Saati)*60;</code> <code>OG_Dakikasi=floor(OG_Dakika_Yardimci);</code> <code>OG_Saniye_Yardimci=(OG_Dakika_Yardimci-OG_Dakikasi)*60;</code> <code>OG_Saniyesi=round(OG_Saniye_Yardimci);</code>	% Otoparka giriş zamanlarının düzenlenmesi
<code>PSFK=0;</code> <code>PSFK(SAS,40)=0;</code> <code>PSFK_Yardimci=0;</code> <code>PSFK_Yardimci(SAS,9)=0;</code>	% Park Süresince Fiyat Kaydı; araçlara ait park sürelerinde uygulanan fiyat bilgilerinin depolandığı değişkenler
<code>HS_Max_En=7.2;</code>	% Hızlı Şarj işlemi enerjisi

YS_Max_En=3.3; DS_Max_En=3.3;	% Yavas Şarj işlemi enerjisi % Deşarj işlemi enerjisi
YS_Saat_Serisi(SAS,1:9)=0; HS_Saat_Serisi(SAS,1:9)=0; DS_Saat_Serisi(SAS,1:9)=0;	% İşlemlerde kullanılacak saat serilerinin saklanması için değişkenler
Kayit_Defteri(SAS,40)=0;	% Güne ait araçlar için hesaplanan verilerin kayıt altına alınması için kullanılan değişkenin oluşturulması
Kayit_Defteri=0;	% Değişkenin temizlenmesi

Değerlerin elde edilmesinin ardından program simülasyona başlamaktadır. İlk olarak saat 1 olarak tanımlanmakta ve saat 24 olana kadar takip eden döngülerin devam etmesi sağlanmaktadır.

Bu aşamada kullanıcıya, otoparka giriş yapan araç olup olmadığı, gün içinde giriş yapan toplam araç sayısı ve hesaplamaların yapıldığı saat dilimi için giriş yapan toplam araç sayısı bilgisi verilmektedir.

t=1;	% Saatin 1 olarak atanması
GY_Toplam_Arac(sim_gun)=0;	% Giriş yapan toplam araç sayısının resetlenmesi
while t<=24	
GY_Arac_Kontrolu=find(t==OG_Saati);	
GY_Arac_Sayisi=length(GY_Arac_Kontrolu);	% Saate göre giriş yapan araç sayılarının belirlenmesi ve bilgi yayınlanması
if GY_Arac_Sayisi<1	
if GY_Toplam_Arac(sim_gun)==0	
fprintf('\n Henüz otoparka araç girişi olmamıştır.\n')	
else	
fprintf('\n Gün içinde otoparka giriş yapmış toplam araç sayısı %d\n',GY_Toplam_Arac(sim_gun))	
end	
else	
GY_Toplam_Arac(sim_gun)=GY_Toplam_Arac(sim_gun)+GY_Arac_Sayisi;	
fprintf('\n %d:00-%d:59 saatleri arasında giriş yapan araç sayısı : %d', t, t, GY_Arac_Sayisi)	
fprintf('\n Gün %d için gün içinde giriş yapan toplam araç sayısı : %d\n', sim_gun, GY_Toplam_Arac(sim_gun))	

Zaman döngüsü içinde giriş yapan araçlar hakkında daha fazla bilgiyi kayıt altına alabilmek ve hesaplamaları gerçekleştirebilmek adına, bir **for** döngüsü oluşturulmuştur. Bu döngü yardımıyla söz konusu saat içinde giriş yapan araçlar tek tek işleme alınmaktadır.

İşleme alınan araçların otoparka giriş saatleri, saniye hassasiyetinde kayıt altına alınmaktadır. Aynı şekilde araçların şarj durumları ile şarja/deşarja müsait kapasiteleri de kayıt satırına eklenmektedir.

Şarj/deşarj zamanlarını ve ücretlerini maksimum kârlılık ve verim elde edebilecek şekilde ayarlayabilmek için aracın park alanında ne kadar kalacağı bilgisinin alınması gerekmektedir. Bu bilgi bu aşama random olarak 1 ile 9 saat arasında olacak şekilde her araç için atanmakta ve kayıt altına alınmaktadır.

```
for xas=1:GY_Arac_Sayisi                                % Araç bazlı işlemlerin başlangıcı
    DA=GY_Arac_Kontrolu(xas);                            % Döngüye alınan araç numarası
    fprintf("\n %d:%d:%2.2d - Araç girişi gerçekleşmiştir.\n", OG_Saati(DA), OG_Dakikasi(DA),
    OG_Saniyesi(DA))
    Kayit_Deferi(DA,1)=DA;                                % Döngüdeki araç bilgilerinin kayıt
    Kayit_Deferi(DA,2)=OG_Saati(DA);                    altına alınması
    Kayit_Deferi(DA,3)=OG_Dakikasi(DA);
    Kayit_Deferi(DA,4)=OG_Saniyesi(DA);
    fprintf("\n Giriş yapan araç bilgileri\n")           % SOC gösterim ve kaydı
    fprintf('Aracınızın şarj doluluk durumu \t : %2.2f \n',SoC(DA))
    Kayit_Deferi(DA,5)=SoC(DA);
    SM_Kapasite(DA)=BSL-(BTDK*SoC(DA)/100);            % Şarj için kapasite hesap, kayıt
    fprintf('Şarja müsait kapasite \t : %2.2f kWh \n',SM_Kapasite(DA))
    Kayit_Deferi(DA,6)=SM_Kapasite(DA);
    DM_Kapasite(DA)=(BTDK*SoC(DA)/100)-BDL;            %Deşarj için kapasite hesap, kayıt
    fprintf('Deşarja müsait kapasite \t : %2.2f kWh \n\n',DM_Kapasite(DA))
    Kayit_Deferi(DA,7)=DM_Kapasite(DA);
    Girilen_PS(DA)=randi(9);                            % Random girilen park süresi kayıt
    fprintf('Araç %d için girilen park süresi %d saat.\n\n',DA,Girilen_PS(DA))
    Kayit_Deferi(DA,8)=Girilen_PS(DA);
```

Döngüdeki araç için kullanılacak PSFK bilgisinin kaydedilebilmesi için aracın hangi saat diliminde park işlemine sokulduğunun bilinmesi gerekmektedir. Park sonu saat 24'ü aşması durumu için araçlar saat 24'teki fiyat üzerinden ücretlendirilmektedir. Çıkış saatinin belirlenmesinde işlem fiyatı aktif rol almaktadır. Bu durum, saat 24 sonrasında

yapılan şarj işlemlerde çıkış saatini belirleme konusunda zorluk oluşturmaktadır. Bunu önlemek için saat 24'ten sonraki işlemler için uygulanan fiyata sembolik bir artış uygulanmıştır.

```
Max_PS(DA)=t+Girilen_PS(DA)-1; % Maks çıkış saati
if Max_PS(DA)>24 % Çıkış saati kontrol döğüsü
    PSFK(DA,t:24)=GunTarife(t:24);
    Artik_Zaman(DA)=Max_PS(DA)-24;
    for i=1:Artik_Zaman
        PSFK(DA,(24+i))=GunTarife(24)+(i/10000);
    end
else
    PSFK(DA,t:Max_PS(DA))=GunTarife(t:Max_PS(DA));
end
% Batarya tam dolmasa bile maksimum çıkış saati aşılamaz!
```

Yavaş şarj, hızlı şarj ve deşarj işlemleri için gerekli sürenin saniye hassasiyetinde bulunarak kayıt altına alınması işlemi ise aşağıdaki kodlar yardımıyla gerçekleştirilmektedir.

```
%Hızlı Şarj için Gereken Süre hesap ve kaydı
HSGS_Yardimci1(DA)=SM_Kapasite(DA)/HS_Max_En;
HSGS_Saat(DA)=floor(HSGS_Yardimci1(DA));
HSGS_Yardimci2(DA)=(HSGS_Yardimci1(DA)-HSGS_Saat(DA))*60;
HSGS_Dakika(DA)=floor(HSGS_Yardimci2(DA));
HSGS_Yardimci3(DA)=(HSGS_Yardimci2(DA)-HSGS_Dakika(DA))*60;
HSGS_Saniye(DA)=floor(HSGS_Yardimci3(DA));
HSGS_Toplam_Sure(DA)=(HSGS_Saat(DA)*3600+HSGS_Dakika(DA)*60+HSGS_Saniye(DA))
HSGS_Yuvarlak(DA)=round(HSGS_Toplam_Sure(DA)/3600);
Kayit_Deferi(DA,13)=HSGS_Saat(DA);
Kayit_Deferi(DA,14)=HSGS_Dakika(DA);
Kayit_Deferi(DA,15)=HSGS_Saniye(DA);

%Yavaş Şarj için Gereken Süre hesap ve kaydı
YSGS_Yardimci1(DA)=SM_Kapasite(DA)/YS_Max_En;
YSGS_Saat(DA)=floor(YSGS_Yardimci1(DA));
YSGS_Yardimci2(DA)=(YSGS_Yardimci1(DA)-YSGS_Saat(DA))*60;
YSGS_Dakika(DA)=floor(YSGS_Yardimci2(DA));
YSGS_Yardimci3(DA)=(YSGS_Yardimci2(DA)-YSGS_Dakika(DA))*60;
YSGS_Saniye(DA)=floor(YSGS_Yardimci3(DA));
YSGS_Toplam_Sure(DA)=(YSGS_Saat(DA)*3600+YSGS_Dakika(DA)*60+YSGS_Saniye(DA))
YSGS_Yuvarlak(DA)=round(YSGS_Toplam_Sure(DA)/3600);
Kayit_Deferi(DA,10)=YSGS_Saat(DA);
```



```
Kayit_Deferi(DA,11)=YSGS_Dakika(DA);  
Kayit_Deferi(DA,12)=YSGS_Saniye(DA);
```

%Deşarj için Gereken Süre hesap ve kaydı

```
DGS_Yardimci1(DA)=DM_Kapasite(DA)/DS_Max_En;  
DGS_Saat(DA)=floor(DGS_Yardimci1(DA));  
DGS_Yardimci2(DA)=(DGS_Yardimci1(DA)-DGS_Saat(DA))*60;  
DGS_Dakika(DA)=floor(DGS_Yardimci2(DA));  
DGS_Yardimci3(DA)=(DGS_Yardimci2(DA)-DGS_Dakika(DA))*60;  
DGS_Saniye(DA)=floor(DGS_Yardimci3(DA));  
DGS_Toplam_Sure(DA)=(DGS_Saat(DA)*3600+DGS_Dakika(DA)*60+DGS_Saniye(DA));  
DGS_Yuvarlak(DA)=round(DGS_Toplam_Sure(DA)/3600);  
Kayit_Deferi(DA,16)=DGS_Saat(DA);  
Kayit_Deferi(DA,17)=DGS_Dakika(DA);  
Kayit_Deferi(DA,18)=DGS_Saniye(DA);
```

Aracın şarj/deşarj durumuna, araca ait SOC seviyesi baz alınarak karar verilmektedir. Program temelde, SOC'ın %40'tan düşük olması durumu için aracı şarja, %60'tan yüksek olması durumu için aracıdeşarja zorlamaktadır. %40 ile %60 arasında kalan SOC seviyelerinde kullanıcıya seçim imkânı tanınmaktadır.

```
if SoC(DA)<40  
    % işlem  
elseif SoC(DA)>60  
    %işlem  
else  
    %işlem  
end
```

SOC seviyesi %40'ın altında olan araçlar için yapılacak işlemlerin tespiti, enerji gereksinimi, ücretlendirme, çıkış saati gibi bilgiler ise takip eden kodlar ile gerçekleştirilmektedir.

Aşağıdaki kodlarda Yavaş Şarj İçin Gereken Süre (YSGS)'nin, girilen toplam park süresinden kısa olması durumu için takip edilen işlem basamakları görülmektedir.

```

% SOC %40'ın altında olduğundan döngü yalnızca şarj işlemine izin verecektir.
if SoC(DA)<40
    if (YSGS_Toplam_Sure(DA))<=(Girilen_PS(DA)*3600) % Yavaş şarj işlemi için döngü
        %PSFK değerlerinin sıfırdan farklı olduğu pozisyonların bulunması
        b=0;
        for i=1:length(find(PSFK(DA,:)))
            b=find(PSFK(DA,:));
            PSFK_Yardimci(DA,i)=b(i);
        end
        % Şarj işleminin gerçekleştirileceği saatlerin tespitine ait değerlerin bulunması
        Cikis_Zamani_YSarj(DA)=(OG_Rand(DA)+YSGS_Toplam_Sure(DA))/3600;
        for i=1:(ceil(Cikis_Zamani_YSarj(DA))-floor((OG_Rand(DA)/3600)))
            YS_Saat_Serisi(DA,i)=PSFK_Yardimci(DA,i);
        end
    end
end

```

Yukarıdaki sorgu ve döngülerden faydalanılarak çıkış saati bilgisinin saniye hassasiyetinde tespiti aşağıdaki kodlarla gerçekleştirilmektedir. Park süresi değeri gerekli zaman değerinden uzun olduğu için Yavaş Şarj Sonunda SOC tam kapasiteye ulaşacaktır. Bu sebeple YS_Sonu_SoC %80 olarak atanmıştır. Yavaş şarj işlemi gerçekleştirilerek çekilen enerjinin fiyatlandırması takip eden döngüler yardımıyla hesaplanmaktadır.

```

%Çıkış saati bilgisinin saniye hassasiyetinde tespiti
Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA)=floor(Cikis_Zamani_YSarj(DA));
Cikis_Zamani_YSarj_Dakika_Yard(DA)=(Cikis_Zamani_YSarj(DA)-
floor(Cikis_Zamani_YSarj(DA)))*60;
Cikis_Zamani_YSarj_Dakika(DA)=floor(Cikis_Zamani_YSarj_Dakika_Yard(DA));
Cikis_Zamani_YSarj_Saniye(DA)=round((Cikis_Zamani_YSarj_Dakika_Yard(DA)-
Cikis_Zamani_YSarj_Dakika(DA))*60);
SM_Aktuel_YS(DA)=SM_Kapasite(DA); % Aktüel Şarj Durumu
YS_Sonu_SoC(DA)=80; % Tam dolu batarya
%Küsüratlı saatte girişlerde fiyatın kullanım süresi
YS_Fiyat(DA)=0;
for i=1:ceil(Cikis_Zamani_YSarj(DA))
    if i==1 % İlk giriş saati için fiyat
        YS_Fiyat(DA)= YS_Fiyat(DA)+ PSFK(DA,1)* YS_Max_En* (OG_Rand(DA)-
(OG_Saati(DA)*3600))/3600;
    elseif i==ceil(Cikis_Zamani_YSarj(DA)) %Çıkış saati için fiyat
    end
end

```

```

        YS_Fiyat(DA)=YS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,ceil(Cikis_Zamani_YSarj(DA)))*
YS_Max_En*(Cikis_Zamani_YSarj(DA)*3600-Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA)*3600)/3600;
    else
        YS_Fiyat(DA)=YS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,i)*YS_Max_En;
    end
end
YS_Fiyat(DA)=YS_Fiyat(DA)*1.1;

```

Girilen park süresinin bataryayı tam şarj etmek için gerekli olan park süresinden kısa olması durumunda ise farklı bir yöntem izlenmektedir. Böyle bir senaryoyu çözüme kavuşturacak kod dizisi aşağıdaki gibidir;

```

else
    SM_Aktuel_YS(DA)=Girilen_PS(DA)*YS_Max_En;    %Şarj edilen enerji miktarı
    YS_Sonu_SoC(DA)=(SM_Aktuel_YS(DA)+(SoC(DA)*BTDK/100)/BTDK)*100;
    YS_Fiyat(DA)=mean(PSFK(DA,1:Girilen_PS(DA)))*SM_Aktuel_YS(DA)*1.1;
    Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA)=OG_Saati(DA)+Girilen_PS(DA);
    Cikis_Zamani_YSarj_Dakika(DA)=OG_Dakikasi(DA);
    Cikis_Zamani_YSarj_Saniye(DA)=OG_Saniyesi(DA);
    YS_Saat_Serisi(DA,1:9)=0;
    % İşlem görülen saatlere ait serinin oluşturulması
    for i=OG_Saati(DA):(Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA)+1)
        a=1;
        YS_Saat_Serisi(DA,a)=i;
        a=a+1;
    end
end

```

Yavaş şarj işleminde olduğu gibi benzer işlem akışı hızlı şarj durumu için de gerçekleştirilecektir. Hızlı şarja ait akış aşağıdaki kodlar ile gerçekleştirilmektedir.

```

if (HSGS_Toplam_Sure(DA))<=(Girilen_PS(DA)*3600) % Hızlı şarj işlemi için döngü
    %PSFK değerlerinin sıfırdan farklı olduğu pozisyonların bulunması
    b=0;
    for i=1:length(find(PSFK(DA,:)))

```

```

b=find(PSFK(DA,:));
PSFK_Yardimci(DA,i)=b(i);
end

% Şarj işleminin gerçekleştirileceği saatlerin tespitine ait değerlerin bulunması
Cikis_Zamani_HSarj(DA)=(OG_Rand(DA)+HSGS_Toplam_Sure(DA))/3600;
for i=1:(ceil(Cikis_Zamani_HSarj(DA))-floor((OG_Rand(DA)/3600)))
    HS_Saat_Serisi(DA,i)=PSFK_Yardimci(DA,i);
end

%Çıkış saati bilgisinin saniye hassasiyetinde tespiti

Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA)=floor(Cikis_Zamani_HSarj(DA));
Cikis_Zamani_HSarj_Dakika_Yard(DA)=(Cikis_Zamani_HSarj(DA)-
floor(Cikis_Zamani_HSarj(DA)))*60;
Cikis_Zamani_HSarj_Dakika(DA)=floor(Cikis_Zamani_HSarj_Dakika_Yard(DA));
Cikis_Zamani_HSarj_Saniye(DA)=round((Cikis_Zamani_HSarj_Dakika_Yard(DA)-
Cikis_Zamani_HSarj_Dakika(DA))*60);
SM_Aktuel_HS(DA)=SM_Kapasite(DA);
HS_Sonu_SoC(DA)=80;

% Küsüratlı saatte girişlerde fiyatın kullanım süresi
HS_Fiyat(DA)=0;
for i=1:ceil(Cikis_Zamani_HSarj(DA))
    if i==1
        HS_Fiyat(DA)=HS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,1)*HS_Max_En*(OG_Rand(DA)-
(OG_Saati(DA)*3600))/3600;
    elseif i==ceil(Cikis_Zamani_HSarj(DA))
        HS_Fiyat(DA)=HS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,ceil(Cikis_Zamani_HSarj(DA)))*
HS_Max_En*(Cikis_Zamani_HSarj(DA)*3600-Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA)*3600)/3600;
    else
        HS_Fiyat(DA)=HS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,i)*YS_Max_En;
    end
end
end
HS_Fiyat(DA)=HS_Fiyat(DA)*1.5;
else
SM_Aktuel_HS(DA)=Girilen_PS(DA)*HS_Max_En; %Şarj edilen enerji miktarı
HS_Sonu_SoC(DA)=(SM_Aktuel_HS(DA)+(SoC(DA)*BTDK/100)/BTDK)*100;
HS_Fiyat(DA)=mean(PSFK(DA,1:Girilen_PS(DA)))*SM_Aktuel_HS(DA)*1.5;
Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA)=OG_Saati(DA)+Girilen_PS(DA);
Cikis_Zamani_HSarj_Dakika(DA)=OG_Dakikasi(DA);
Cikis_Zamani_HSarj_Saniye(DA)=OG_Saniyesi(DA);
HS_Saat_Serisi(DA,1:9)=0;

```

```

% İşlem görülen saatlere ait serinin oluşturulması
for i=OG_Saati(DA):(Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA)+1)
    a=1;
    HS_Saat_Serisi(DA,a)=i;
    a=a+1;
end
end

```

Şarj işlem zaman ve ücretlerinin tespit edilmesinin ardından araç bataryasının hızlı şarja müsait olup olmadığı kontrolü yapılmaktadır. Bataryanın hızlı şarja müsait olmaması durumunda Yapilacak_islem(DA) değişkeni “1” olarak atanır ve yalnızca yavaş şarj için hesaplanan verileri kayıt defterine işlenir. Bataryanın hızlı şarj için de uygun yapıda olması durumunda ise Yapilacak_islem(DA) bilgisi rasgele olarak “1” veya “2” tanımlanır. Bu sayede, yapılacak işlemin kullanıcı tarafından atanma simülasyonu yapılmış olur. Bu işlemler aşağıdaki kodlar ile gerçekleştirilir;

```

if SarjModu(DA)<2
    Yapilacak_islem(DA)=1;
else
    Yapilacak_islem(DA)=randi(2);
end
Kayit_Defteri(DA,9)=Yapilacak_islem(DA);
if Yapilacak_islem(DA)<2;
    Kayit_Defteri(DA,19)=Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA);
    Kayit_Defteri(DA,20)=Cikis_Zamani_YSarj_Dakika(DA);
    Kayit_Defteri(DA,21)=Cikis_Zamani_YSarj_Saniye(DA);
    Kayit_Defteri(DA,22)=SM_Aktuel_YS(DA); %Şarj edilen enerji miktarı
    Kayit_Defteri(DA,23)=YS_Sonu_SoC(DA);
    Kayit_Defteri(DA,24)=YS_Fiyat(DA);
    Kayit_Defteri(DA,25)=0;
    Kayit_Defteri(DA,26)=0;
    Kayit_Defteri(DA,27)=0;
    Kayit_Defteri(DA,28)=0; %19-24 Yavaş şarj işlemi
    Kayit_Defteri(DA,29)=0; % 25-30 Hızlı şarj işlemi
    Kayit_Defteri(DA,30)=0; % 31-36 Deşarj işlemi
end

```

```

Kayit_Deferi(DA,31)=0;
Kayit_Deferi(DA,32)=0;
Kayit_Deferi(DA,33)=0;
Kayit_Deferi(DA,34)=0;
Kayit_Deferi(DA,35)=0;
Kayit_Deferi(DA,36)=0;
else
Kayit_Deferi(DA,19)=0;
Kayit_Deferi(DA,20)=0;
Kayit_Deferi(DA,21)=0;
Kayit_Deferi(DA,22)=0;
Kayit_Deferi(DA,23)=0;
Kayit_Deferi(DA,24)=0;
Kayit_Deferi(DA,25)=Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA);
Kayit_Deferi(DA,26)=Cikis_Zamani_HSarj_Dakika(DA);
Kayit_Deferi(DA,27)=Cikis_Zamani_HSarj_Saniye(DA);
Kayit_Deferi(DA,28)=SM_Aktuel_HS(DA);           %Şarj edilen enerji miktarı
Kayit_Deferi(DA,29)=HS_Sonu_SoC(DA);
Kayit_Deferi(DA,30)=HS_Fiyat(DA);
Kayit_Deferi(DA,31)=0;
Kayit_Deferi(DA,32)=0;
Kayit_Deferi(DA,33)=0;
Kayit_Deferi(DA,34)=0;
Kayit_Deferi(DA,35)=0;
Kayit_Deferi(DA,36)=0;
end

```

SOC seviyesi %60'ın üstünde olan araçlar için yapılacak işlem deşarj işlemi ile sınırlıdır. Bu işlem için enerji gereksinimi, ücretlendirme, çıkış saati gibi bilgilerin tespiti ise takip eden kodlar ile gerçekleştirilmektedir.

```

% SOC %60'ın üstünde olduğundan döngü yalnızca deşarj işlemine izin verecektir.
elseif SoC(DA)>60
    if (DGS_Toplam_Sure(DA))<=(Girilen_PS(DA)*3600)
        %PSFK değerlerinin sıfırdan farklı olduğu pozisyonların bulunması
        b=0;
        for i=1:length(find(PSFK(DA,:)))

```

```

b=find(PSFK(DA,:));
PSFK_Yardimci(DA,i)=b(i);
end
% Şarj işleminin gerçekleştirileceği saatlerin tespitine ait değerlerin bulunması
Cikis_Zamani_DSarj(DA)=(OG_Rand(DA)+DGS_Toplam_Sure(DA))/3600;
for i=1:(ceil(Cikis_Zamani_DSarj(DA))-floor((OG_Rand(DA)/3600)))
    DS_Saat_Serisi(DA,i)=PSFK_Yardimci(DA,i);
end
%Çıkış saati bilgisinin saniye hassasiyetinde tespiti

Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA)=floor(Cikis_Zamani_DSarj(DA));
Cikis_Zamani_DSarj_Dakika_Yard(DA)=(Cikis_Zamani_DSarj(DA)-
floor(Cikis_Zamani_DSarj(DA)))*60;
Cikis_Zamani_DSarj_Dakika(DA)=floor(Cikis_Zamani_DSarj_Dakika_Yard(DA));
Cikis_Zamani_DSarj_Saniye(DA)=round((Cikis_Zamani_DSarj_Dakika_Yard(DA)-
Cikis_Zamani_DSarj_Dakika(DA))*60);
DM_Aktuel(DA)=DM_Kapasite(DA);
DS_Sonu_SoC(DA)=20;
%Küsüratlı saatte girişlerde fiyatın kullanım süresi
DS_Fiyat(DA)=0;
for i=1:ceil(Cikis_Zamani_DSarj(DA))
    if i==1
        DS_Fiyat(DA)= DS_Fiyat(DA) + PSFK(DA,1) * DS_Max_En *
(OG_Rand(DA)-OG_Saati(DA)*3600)/3600;
    elseif i==ceil(Cikis_Zamani_DSarj(DA))
        DS_Fiyat(DA)=DS_Fiyat(DA) + PSFK(DA,ceil(Cikis_Zamani_DSarj(DA))) *
DS_Max_En * (Cikis_Zamani_DSarj(DA)*3600-Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA)*3600)/3600;
    else
        DS_Fiyat(DA)=DS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,i)*DS_Max_En;
    end
end
DS_Fiyat(DA)=DS_Fiyat(DA)*0.9;
% Park süresinin tam deşarj için yeterli olmaması durumu
else
    DM_Aktuel(DA)=Girilen_PS(DA)*DS_Max_En;    %Deşarj edilen enerji miktarı
    DS_Sonu_SoC(DA)=((SoC(DA)*BTDK)-DM_Aktuel(DA))*100/BTDK;
    DS_Fiyat(DA)=sum(PSFK(DA,1:Girilen_PS(DA)))*DM_Aktuel(DA)*1.1;
    Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA)=OG_Saati(DA)+Girilen_PS(DA);
    Cikis_Zamani_DSarj_Dakika(DA)=OG_Dakikasi(DA);
    Cikis_Zamani_DSarj_Saniye(DA)=OG_Saniyesi(DA);

```

```

DS_Saat_Serisi(DA,1:9)=0;
for i=OG_Saati(DA):(Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA)+1)
    a=1;
    DS_Saat_Serisi(DA,a)=i;
    a=a+1;
end
end
Yapilacak_islem(DA)=3;
Kayit_Defteri(DA,9)=Yapilacak_islem(DA);
Kayit_Defteri(DA,19)=0;
Kayit_Defteri(DA,20)=0;
Kayit_Defteri(DA,21)=0;
Kayit_Defteri(DA,22)=0;
Kayit_Defteri(DA,23)=0;
Kayit_Defteri(DA,24)=0;
Kayit_Defteri(DA,25)=0;
Kayit_Defteri(DA,26)=0;
Kayit_Defteri(DA,27)=0;
Kayit_Defteri(DA,28)=0;
Kayit_Defteri(DA,29)=0;
Kayit_Defteri(DA,30)=0;
Kayit_Defteri(DA,31)=Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA);
Kayit_Defteri(DA,32)=Cikis_Zamani_DSarj_Dakika(DA);
Kayit_Defteri(DA,33)=Cikis_Zamani_DSarj_Saniye(DA);
Kayit_Defteri(DA,34)=DM_Aktuel(DA);
Kayit_Defteri(DA,35)=DS_Sonu_SoC(DA);
Kayit_Defteri(DA,36)=DS_Fiyat(DA);

```

SOC seviyesi %40 ile %60 arasında olan araçlar için yapılacak işlemi sınırlandırmak mümkün değildir. Bu aralıkta kalan araçlar için kullanıcıya tercih imkânı sunulmaktadır. Bu tercih, kodlar yardımı ile rasgele sonuçlandırılarak işleme devam edilir. Enerji gereksinimi, yapılacak işlemin kararı, ücretlendirme, çıkış saati gibi bilgileri sağlayan kodlar ise aşağıdaki gibidir;


```

% SOC %40-%60 arasında olduğundan döngüde şarj/deşarj kararı da verilecektir
else
    if (YSGS_Toplam_Sure(DA))<=(Girilen_PS(DA)*3600)
        %PSFK değerlerinin sıfırdan farklı olduğu pozisyonların bulunması
        b=0;
        for i=1:length(find(PSFK(DA,:)))
            b=find(PSFK(DA,:));
            PSFK_Yardimci(DA,i)=b(i);
        end
        % Şarj işleminin gerçekleştirileceği saatlerin tespitine ait değerlerin bulunması
        Cikis_Zamani_YSarj(DA)=(OG_Rand(DA)+YSGS_Toplam_Sure(DA))/3600;
        for i=1:(ceil(Cikis_Zamani_YSarj(DA))-floor((OG_Rand(DA)/3600)))
            YS_Saat_Serisi(DA,i)=PSFK_Yardimci(DA,i);
        end
        %Çıkış saati bilgisinin saniye hassasiyetinde tespiti
        Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA)=floor(Cikis_Zamani_YSarj(DA));
        Cikis_Zamani_YSarj_Dakika_Yard(DA) = (Cikis_Zamani_YSarj(DA) -
        floor(Cikis_Zamani_YSarj(DA))) *60;
        Cikis_Zamani_YSarj_Dakika(DA)=floor(Cikis_Zamani_YSarj_Dakika_Yard(DA));
        Cikis_Zamani_YSarj_Saniye(DA)=
        round((Cikis_Zamani_YSarj_Dakika_Yard(DA) -Cikis_Zamani_YSarj_Dakika(DA))*60);
        SM_Aktuel_YS(DA)=SM_Kapasite(DA);
        YS_Sonu_SoC(DA)=80;
        %Küsüratlı saatte girişlerde fiyatın kullanım süresi
        YS_Fiyat(DA)=0;
        for i=1:ceil(Cikis_Zamani_YSarj(DA))
            if i==1
                YS_Fiyat(DA)=YS_Fiyat(DA)+ PSFK(DA,1)* YS_Max_En*
                (OG_Rand(DA)-(OG_Saati(DA)*3600)/3600;
            elseif i==ceil(Cikis_Zamani_YSarj(DA))
                YS_Fiyat(DA)=YS_Fiyat(DA)+
                PSFK(DA,ceil(Cikis_Zamani_YSarj(DA))) * YS_Max_En* (Cikis_Zamani_YSarj(DA)* 3600-
                Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA)*3600)/3600;
            else
                YS_Fiyat(DA)=YS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,i)*YS_Max_En;
            end
        end
        YS_Fiyat(DA)=YS_Fiyat(DA)*1.1;
        %Park Süresi Yavaş şarj için yeterli değil
    else

```

```

SM_Aktuel_YS(DA)=Girilen_PS(DA)*YS_Max_En;   %Şarj edilen enerji miktarı
YS_Sonu_SoC(DA)=(SM_Aktuel_YS(DA)+(SoC(DA)*BTDK/100)/BTDK)*100;
YS_Fiyat(DA)=mean(PSFK(DA,1:Girilen_PS(DA)))*SM_Aktuel_YS(DA)*1.1;
Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA)=OG_Saati(DA)+Girilen_PS(DA);
Cikis_Zamani_YSarj_Dakika(DA)=OG_Dakikasi(DA);
Cikis_Zamani_YSarj_Saniye(DA)=OG_Saniyesi(DA);
YS_Saat_Serisi(DA,1:9)=0;
% İşlem görülen saatlere ait serinin oluşturulması
for i=OG_Saati(DA):(Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA)+1)
    a=1;
    YS_Saat_Serisi(DA,a)=i;
    a=a+1;
end
end
if (HSGS_Toplam_Sure(DA))<=(Girilen_PS(DA)*3600) % Hızlı şarj işlemi için döngü
    %PSFK değerlerinin sıfırdan farklı olduğu pozisyonların bulunması
    b=0;
    for i=1:length(find(PSFK(DA,:)))
        b=find(PSFK(DA,:));
        PSFK_Yardimci(DA,i)=b(i);
    end
    % Şarj işleminin gerçekleştirileceği saatlerin tespitine ait değerlerin bulunması
    Cikis_Zamani_HSarj(DA)=(OG_Rand(DA)+HSGS_Toplam_Sure(DA))/3600;
    for i=1:(ceil(Cikis_Zamani_HSarj(DA))-floor((OG_Rand(DA)/3600)))
        HS_Saat_Serisi(DA,i)=PSFK_Yardimci(DA,i);
    end
    %Çıkış saati bilgisinin saniye hassasiyetinde tespiti
    Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA)=floor(Cikis_Zamani_HSarj(DA));
    Cikis_Zamani_HSarj_Dakika_Yard(DA)=(Cikis_Zamani_HSarj(DA)-
    floor(Cikis_Zamani_HSarj(DA)))*60;
    Cikis_Zamani_HSarj_Dakika(DA)=floor(Cikis_Zamani_HSarj_Dakika_Yard(DA));
    Cikis_Zamani_HSarj_Saniye(DA)=
    round((Cikis_Zamani_HSarj_Dakika_Yard(DA)- Cikis_Zamani_HSarj_Dakika(DA))*60);
    SM_Aktuel_HS(DA)=SM_Kapasite(DA);
    HS_Sonu_SoC(DA)=80;
    % Küsüratlı saatte girişlerde fiyatın kullanım süresi
    HS_Fiyat(DA)=0;
    for i=1:ceil(Cikis_Zamani_HSarj(DA))
        if i==1

```

```

HS_Fiyat(DA)=HS_Fiyat(DA)+ PSFK(DA,1)* HS_Max_En*
(OG_Rand(DA)-(OG_Saati(DA)*3600))/3600;
elseif i==ceil(Cikis_Zamani_HSarj(DA))
HS_Fiyat(DA)=HS_Fiyat(DA)+
PSFK(DA,ceil(Cikis_Zamani_HSarj(DA)))* HS_Max_En* (Cikis_Zamani_HSarj(DA)*3600-
Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA)*3600)/3600;
else
HS_Fiyat(DA)=HS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,i)*YS_Max_En;
end
end
HS_Fiyat(DA)=HS_Fiyat(DA)*1.5;
%Park Süresi Hızlı şarj için yeterli değil
else
SM_Aktuel_HS(DA)=Girilen_PS(DA)*HS_Max_En; %Şarj edilen enerji miktarı
HS_Sonu_SoC(DA)=(SM_Aktuel_HS(DA)+(SoC(DA)*BTDK/100)/BTDK)*100;
HS_Fiyat(DA)=mean(PSFK(DA,1:Girilen_PS(DA)))*SM_Aktuel_HS(DA)*1.5;
Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA)=OG_Saati(DA)+Girilen_PS(DA);
Cikis_Zamani_HSarj_Dakika(DA)=OG_Dakikasi(DA);
Cikis_Zamani_HSarj_Saniye(DA)=OG_Saniyesi(DA);
HS_Saat_Serisi(DA,1:9)=0;
% İşlem görülen saatlere ait serinin oluşturulması
for i=OG_Saati(DA):(Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA)+1)
a=1;
HS_Saat_Serisi(DA,a)=i;
a=a+1;
end
end
if (DGS_Toplam_Sure(DA))<=(Girilen_PS(DA)*3600)
%PSFK değerlerinin sıfırdan farklı olduğu pozisyonların bulunması
b=0;
for i=1:length(find(PSFK(DA,:)))
b=find(PSFK(DA,:));
PSFK_Yardimci(DA,i)=b(i);
end
% Şarj işleminin gerçekleştirileceği saatlerin tespitine ait değerlerin bulunması
Cikis_Zamani_DSarj(DA)=(OG_Rand(DA)+DGS_Toplam_Sure(DA))/3600;
for i=1:(ceil(Cikis_Zamani_DSarj(DA))-(floor((OG_Rand(DA)/3600))))
DS_Saat_Serisi(DA,i)=PSFK_Yardimci(DA,i);
end
%Çıkış saati bilgisinin saniye hassasiyetinde tespiti

```

```

Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA)=floor(Cikis_Zamani_DSarj(DA));
Cikis_Zamani_DSarj_Dakika_Yard(DA)=(Cikis_Zamani_DSarj(DA)-
floor(Cikis_Zamani_DSarj(DA)))*60;
Cikis_Zamani_DSarj_Dakika(DA)=floor(Cikis_Zamani_DSarj_Dakika_Yard(DA));
Cikis_Zamani_DSarj_Saniye(DA)=
round((Cikis_Zamani_DSarj_Dakika_Yard(DA)-Cikis_Zamani_DSarj_Dakika(DA))*60);
DM_Aktuel(DA)=DM_Kapasite(DA);
DS_Sonu_SoC(DA)=20;
%Küsüratlı saatte girişlerde fiyatın kullanım süresi
DS_Fiyat(DA)=0;
for i=1:ceil(Cikis_Zamani_DSarj(DA))
    if i==1
        DS_Fiyat(DA)=DS_Fiyat(DA)+ PSFK(DA,1)* DS_Max_En*
(OG_Rand(DA)- (OG_Saati(DA)*3600))/3600;
        elseif i==ceil(Cikis_Zamani_DSarj(DA))
            DS_Fiyat(DA)=DS_Fiyat(DA)+
PSFK(DA,ceil(Cikis_Zamani_DSarj(DA)))* DS_Max_En* (Cikis_Zamani_DSarj(DA)*3600-
Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA)*3600)/3600;
        else
            DS_Fiyat(DA)=DS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,i)*DS_Max_En;
        end
    end
    DS_Fiyat(DA)=DS_Fiyat(DA)*0.9;
% Park süresinin tam deşarj için yeterli olmaması durumu
else
    DM_Aktuel(DA)=Girilen_PS(DA)*DS_Max_En; %Deşarj edilen enerji miktarı
    DS_Sonu_SoC(DA)=((SoC(DA)*BTDK)-DM_Aktuel(DA))*100/BTDK;
    DS_Fiyat(DA)=mean(PSFK(DA,1:Girilen_PS(DA)))*DM_Aktuel(DA)*0.9;
    Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA)=OG_Saati(DA)+Girilen_PS(DA);
    Cikis_Zamani_DSarj_Dakika(DA)=OG_Dakikasi(DA);
    Cikis_Zamani_DSarj_Saniye(DA)=OG_Saniyesi(DA);
    DS_Saat_Serisi(DA,1:9)=0;
    for i=OG_Saati(DA):(Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA)+1)
        a=1;
        DS_Saat_Serisi(DA,a)=i;
        a=a+1;
    end
end
Yapilacak_islem(DA)=randi(3);
Kayit_Defteri(DA,9)=Yapilacak_islem(DA);

```

```

if Yapilacak_islem(DA)==1;
    Kayit_Defteri(DA,19)=Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA);
    Kayit_Defteri(DA,20)=Cikis_Zamani_YSarj_Dakika(DA);
    Kayit_Defteri(DA,21)=Cikis_Zamani_YSarj_Saniye(DA);
    Kayit_Defteri(DA,22)=SM_Aktuel_YS(DA);
    Kayit_Defteri(DA,23)=YS_Sonu_SoC(DA);
    Kayit_Defteri(DA,24)=YS_Fiyat(DA);
    Kayit_Defteri(DA,25)=0;
    Kayit_Defteri(DA,26)=0;
    Kayit_Defteri(DA,27)=0;
    Kayit_Defteri(DA,28)=0;
    Kayit_Defteri(DA,29)=0;
    Kayit_Defteri(DA,30)=0;
    Kayit_Defteri(DA,31)=0;
    Kayit_Defteri(DA,32)=0;
    Kayit_Defteri(DA,33)=0;
    Kayit_Defteri(DA,34)=0;
    Kayit_Defteri(DA,35)=0;
    Kayit_Defteri(DA,36)=0;
elseif Yapilacak_islem(DA)==2;
    Kayit_Defteri(DA,19)=0;
    Kayit_Defteri(DA,20)=0;
    Kayit_Defteri(DA,21)=0;
    Kayit_Defteri(DA,22)=0;
    Kayit_Defteri(DA,23)=0;
    Kayit_Defteri(DA,24)=0;
    Kayit_Defteri(DA,25)=Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA);
    Kayit_Defteri(DA,26)=Cikis_Zamani_HSarj_Dakika(DA);
    Kayit_Defteri(DA,27)=Cikis_Zamani_HSarj_Saniye(DA);
    Kayit_Defteri(DA,28)=SM_Aktuel_HS(DA);
    Kayit_Defteri(DA,29)=HS_Sonu_SoC(DA);
    Kayit_Defteri(DA,30)=HS_Fiyat(DA);
    Kayit_Defteri(DA,31)=0;
    Kayit_Defteri(DA,32)=0;
    Kayit_Defteri(DA,33)=0;
    Kayit_Defteri(DA,34)=0;
    Kayit_Defteri(DA,35)=0;
    Kayit_Defteri(DA,36)=0;
elseif Yapilacak_islem(DA)==3;

```

```
Kayit_Defteri(DA,19)=0;
Kayit_Defteri(DA,20)=0;
Kayit_Defteri(DA,21)=0;
Kayit_Defteri(DA,22)=0;
Kayit_Defteri(DA,23)=0;
Kayit_Defteri(DA,24)=0;
Kayit_Defteri(DA,25)=0;
Kayit_Defteri(DA,26)=0;
Kayit_Defteri(DA,27)=0;
Kayit_Defteri(DA,28)=0;
Kayit_Defteri(DA,29)=0;
Kayit_Defteri(DA,30)=0;
Kayit_Defteri(DA,31)=Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA);
Kayit_Defteri(DA,32)=Cikis_Zamani_DSarj_Dakika(DA);
Kayit_Defteri(DA,33)=Cikis_Zamani_DSarj_Saniye(DA);
Kayit_Defteri(DA,34)=DM_Aktuel(DA);
Kayit_Defteri(DA,35)=DS_Sonu_SoC(DA);
Kayit_Defteri(DA,36)=DS_Fiyat(DA);

    end
end
islem_data(DA,1)=DA;
islem_data(DA,2)=Yapilacak_islem(DA);
islem_data(DA,3:11)=PSFK_Yardimci(DA,:);
end
end
t=t+1;                                     % Saat döngüsü sonlanıp yeni
                                           saate geçiş
end
```

Saatlik döngü tamamlandıktan sonra, $t=t+1$ kodu ile bir sonraki saatin simülasyonuna başlanmaktadır. 24 saatin tamamlanmasıyla beraber ise uygulama, o güne ait tüm verileri bir araya getirerek “Kayit_Defteri.xlsx” ve “islem_data.xlsx” olmak üzere iki adet excel dosyasına yazmaktadır.

```
%Buraya excel sütun bilgileri gelecek yada hazırlar bırakırım
Format2='A%d';
referans1=1;
referans2=2;
```


Program, günlük 50 ile 100 arası rasgele araç girişi olacak şekilde hazırlanmıştır. Ancak tüm bu değerler manuel olarak da girilebilmektedir.

Örnekte, simülasyonun gerçekleşeceği sürenin seçiminden sonra program hesaplamaları ve atamaları otomatik olarak başlatarak tüm döngülerin bitiminde sonuçları excel veri tablosuna kaydetmektedir. Hesaplamalar sırasında kullanıcı, akışı takip edebilme veya tamamen otomatik hale getirebilme imkânına sahiptir.



Şekil 4.3 Giriş yapan araç bilgileri gösterimi

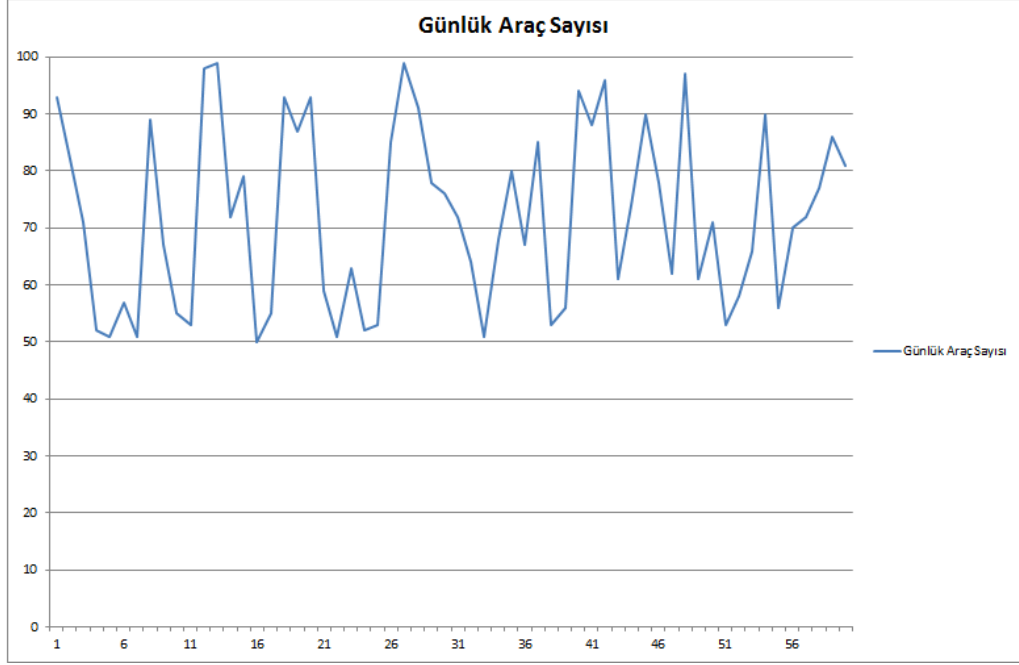
Şekil 4.3'te sabah 6:41:21'de giriş yaptığı tespit edilen aracın okunan bilgileri görülmektedir. Bilgileri alınan araç, gün içinde otoparka giriş yapan 3. araçtır ve %41,94 SOC değeri ile işleme girmiştir. Ayrıca otopark alanında 5 saat kalacağı bilgisi alınmıştır.

Şekil 4.4'te, gün içinde giriş yapan 67. aracın giriş saatinin 17:26:20 olduğu görülmektedir. Araç % 63,76 SOC değeri ile otoparka gelmiş ve 5 saat parkta kalacağı tespit edilmiştir. Program, girilen park sürelerini bataryayı tam doldurmak için gereken süre olarak değil, kullanıcının beyanı olarak kabul eder ve bu değeri esas alır.

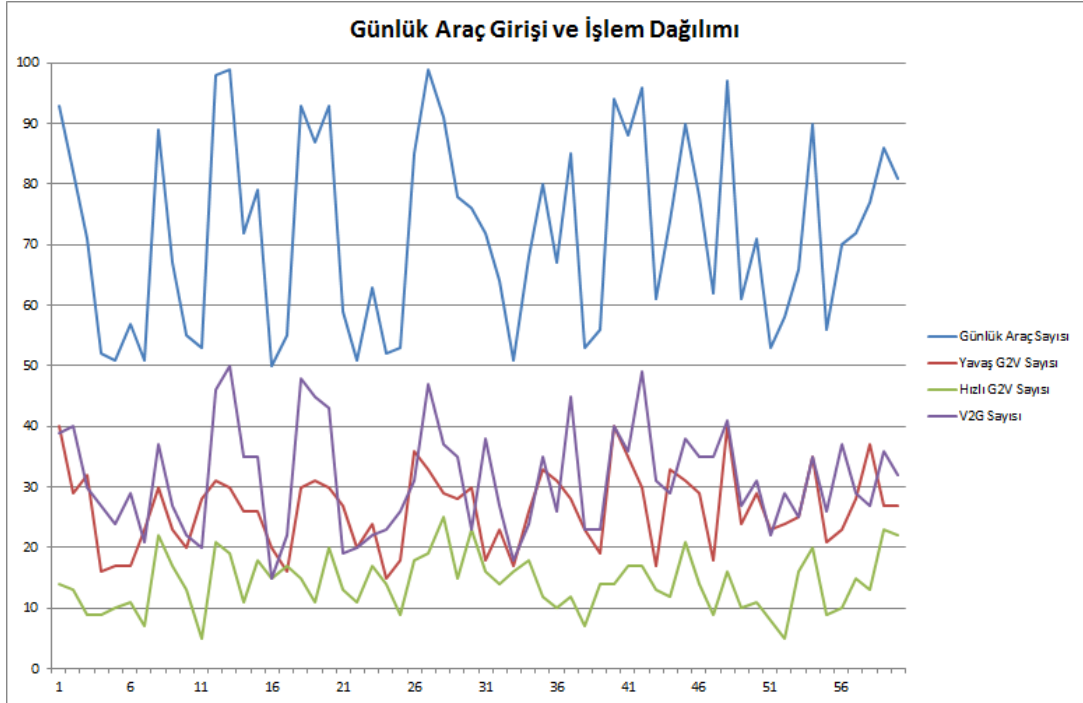


Şekil 4.4 Giriş yapan araç bilgilerinin gösterimi 2

Program çıktıları incelenecek olursa Kayit_Deferi.xlsx dosyasında uygulamanın gerçekleştiği her gün için ayrı bir sayfa tutulduğu görülecektir. Bu sayfalara ait her satır giriş yapan bir aracın bilgilerini taşıyan bir hafıza birimi olarak değerlendirilebilir.

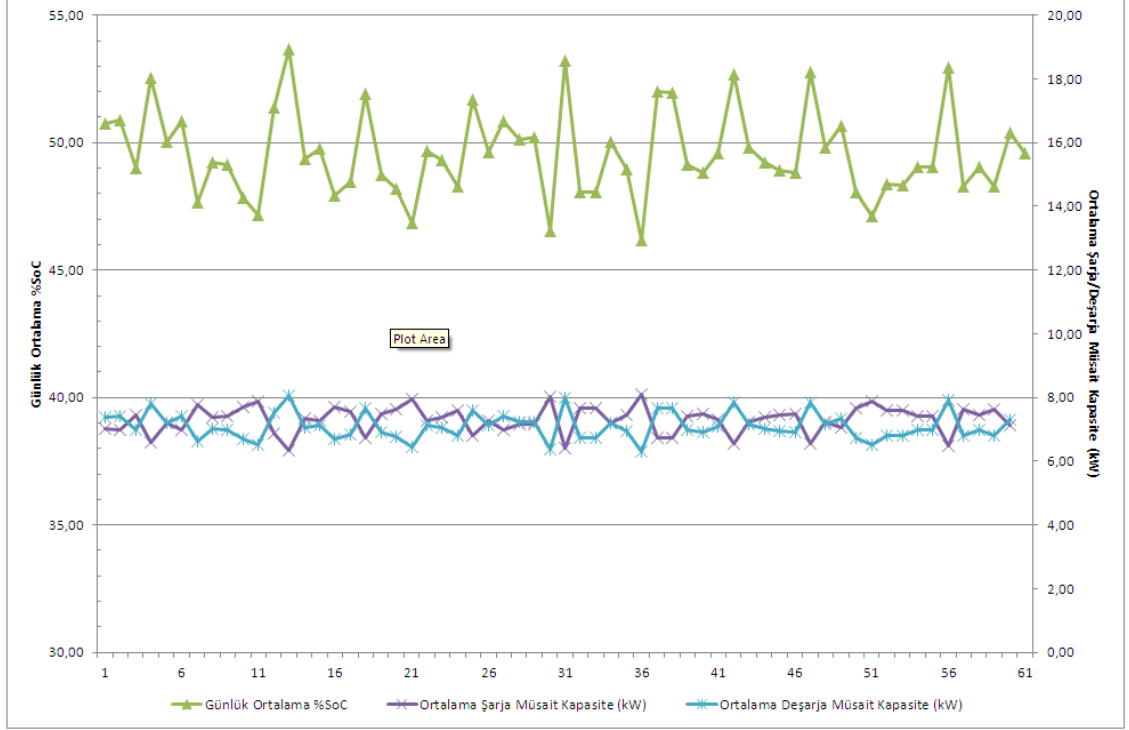


Şekil 4.5 Günlük araç giriş sayısı grafiği



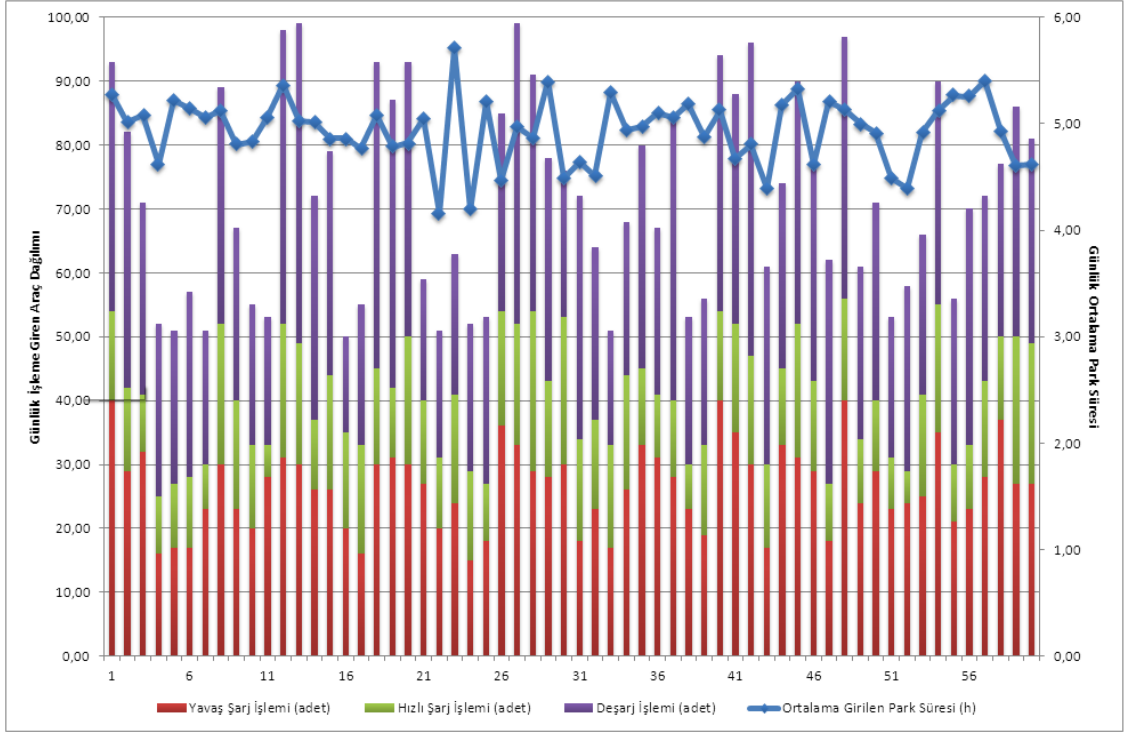
Şekil 4.6 Günlük araç işlem dağılımı grafiği

Şekil 4.5'te dalgali bir araç giriş eğrisi ortaya çıktığı görülmektedir. Genele bakıldığında günlük ortalama 72 araç girişi gerçekleştiği söylenebilir. Şekil 4.6'da ise gün içinde giriş yapan araçların gerçekleştirdikleri şarj/deşarj işlemine göre dağılımı görülmektedir.



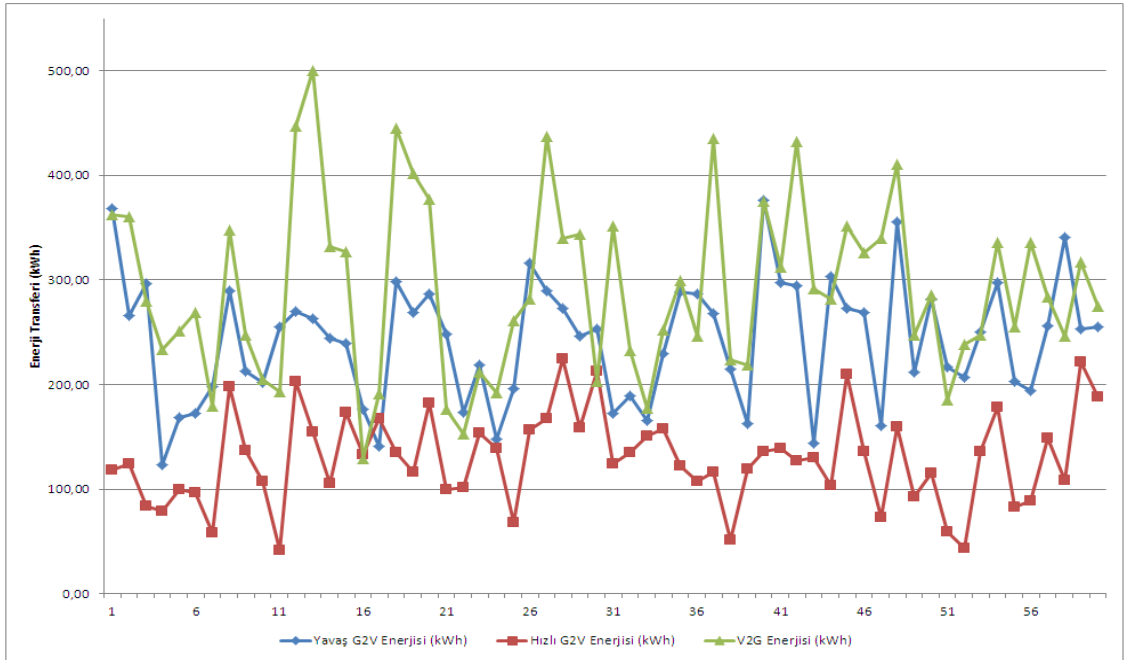
Şekil 4.7 Giriş yapan araçlar için ortalama %SOC değerleri

Şekil 4.7'deki grafikte yeşil ile gösterilen kısım, otoparka giriş yapan araçların giriş şarj seviyelerinin ortalamasını göstermektedir. Grafikten, otoparka giriş yapan araçların simülasyon boyunca %SOC değerlerinin ortalama %50 olduğunu söylemek mümkün olacaktır. Mor ve mavi ile gösterilen çizgiler ise günlük olarak ortalama şarj/deşarj müsait kapasite (kW) değerini göstermektedir. Bu iki değer toplamı, bataryanın şarj edilebilir %20 ve %80 SOC değerleri arasındaki enerji miktarına denk gelmektedir. Bu örnek için günlük ortalama SOC değerimiz yaklaşık %50 çıktığından, bu değerlerin ortalamalarının da eşit ve 7.2 kWh değerine denk gelmesi beklenen bir sonuçtur.



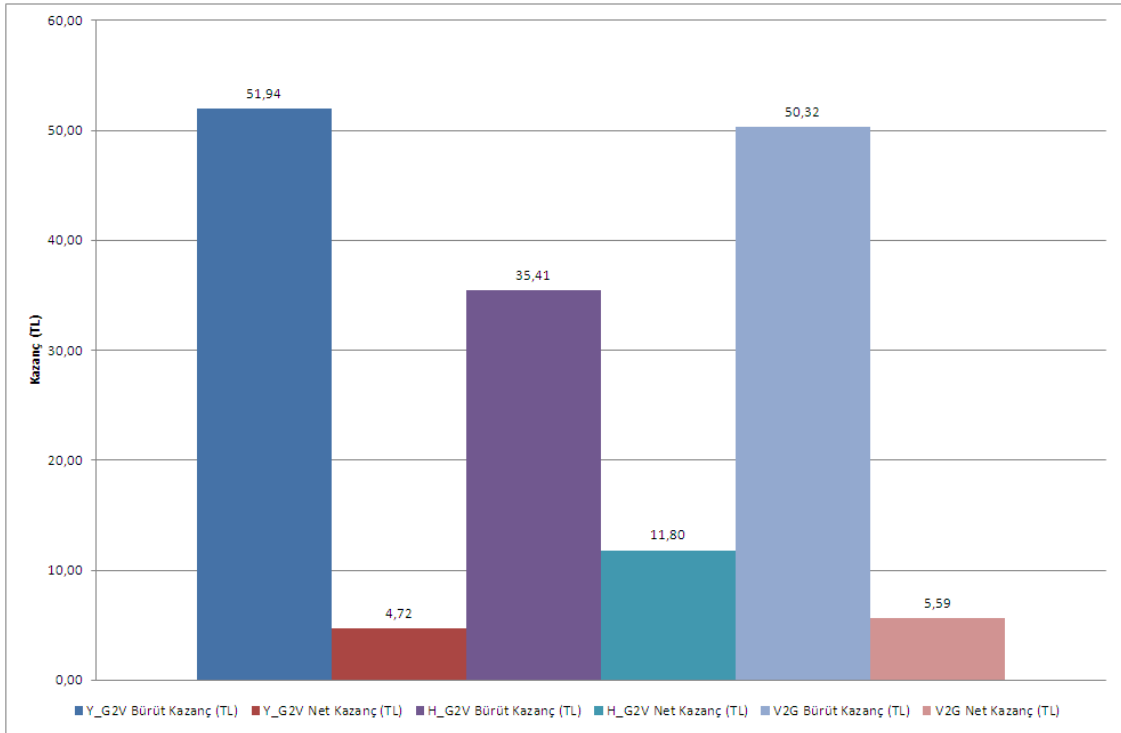
Şekil 4.8 Günlük ortalama park süresi ve giriş yapan araç sayısı grafiği

Otoparka giriş yapan araçların günlük olarak ortalama otoparkta kalma süreleri 5 saat civarındadır. Aynı grafikten görüldüğü üzere, gün içinde otoparka giriş yapan araçların ortalama 26,48'i yavaş şarj (Yavaş G2V) işlemini, 14,25'i hızlı şarj (Hızlı G2V) işlemini ve 31,45'i ise deşarj (V2G) işlemini tercih etmiş oldukları ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.9 Günlük enerji transferi grafiği

Şekil 4.9'danki grafikten, işlem tipine bağlı olarak enerji akışları değişiklik göstermektedir. Bu durum, gün içinde otoparka gelen müşterinin işlem eğilimlerine bağlıdır. Bazı günlerde çok yüksek V2G enerjilerine ulaşılmışken, bazı günlerde ise bu işlem günün en düşük işlem tipi olmuştur. Özellikle V2G işleminde geniş dalgalanmalarla karşılaşmış olsa da günlük enerji transfer ortalamaları Yavaş G2V için 242 kWh, Hızlı G2V için 130 kWh ve V2G için 291 kWh olarak ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.10 Elde edilen ekonomik sonuçlar

Şekil 4.10'da, 60 gün için yapılan simülasyondan elde edilen ekonomik sonuçlar gösterilmektedir. Günlük brüt enerji geliri yaklaşık 138 TL olarak ortaya çıkmıştır. Bu kazancın %38'i yavaş şarj işleminden, %25'i hızlı şarj işleminden ve %37'si de deşarj işleminden elde edilmiştir. Ancak enerji transferi bakımından incelendiğinde ortaya çok daha farklı bir sonuç çıkmaktadır. Günlük ortalama enerji transfer hacimlerine göre yavaş şarj toplam transferinin %37'sini oluştururken hızlı şarj %19'unu, deşarj ise %44'ünü oluşturmaktadır. Hızlı şarj işlemi günlük enerji akış hacminde düşük orana sahip olmasına karşın kazanç açısından avantaj sağlamaktadır. Tüketicinin hızlı şarj işlemine yönlendirilebilmesi kârlılıklarda gözle görülür bir artış sağlayacaktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışmasında elektrikli araçların günlük yaşamda yerlerini almasıyla beraber ortaya çıkacak kavramlardan biri olan akıllı otopark sistemleriyle ilgili bir uygulama programı geliştirilmiştir. Bu uygulamayla, akıllı otopark sistemlerinin ekonomik olarak değerlendirilebilir olup olmadığı elde edilen uygulama sonuçlarıyla ortaya konulmuştur. Programda bir otopark simülasyonu gerçekleştirilerek elde edilen değerler irdelenmiştir. Giriş yapan her bir araca ait farklı %SOC değeri ve işlem tercihi olmasına karşın günlük gerçekleşen ortalama enerji akışının 662.72 kWh olduğu hesaplanmıştır. Bu enerji akışının, işletmeye günlük ortalama 137.66 TL brüt enerji geliri ve %16 kârlılık ortalaması ile ekonomik katkı sağladığı görülmüştür.

Bölüm 4.4'te incelendiği gibi hacim içindeki işlem ağırlıklarına bağlı olarak değişen kârlılık oranı, tüketicinin yönlendirilmesiyle birlikte bu uygulamada elde edilen değerlerin çok daha üzerine çıkma olanağına sahiptir. Akıllı otopark sistemleri ile geleneksel otopark gelirin yanında ek bir ekonomik kazanç sağlanabileceği yapılan uygulama doğrultusunda tespit edilmiştir.

Elektrikli araçların batarya teknolojilerindeki gelişmeler, şarj ve deşarj döngü sınırlamalarındaki iyileşmeler ve batarya maliyetlerinin azalması sayesinde ve bilinçli tüketicinin de katılımıyla akıllı otopark sistemleri üzerindeki çalışmaların artacağı öngörülmektedir. Bu öngörüler ve tez çalışmasında geliştirilen programda yapılan simülasyonlar sonucunda elektrikli araçların ve akıllı otopark sistemlerinin hem yeni bir ekonomik pazar hem de elektrik şebekesinin güvenilirliğini ve dengesini destekleyecek yeni bir dağıtılmış enerji üretim ve depolama sistemi olarak kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] Ackermann, T., Andersson, G. ve Söder L., (2001). "Distributed Generation: a Definition", *Electric Power Systems Research*, 57:195-204.
- [2] El-Khattam, W. ve Salama, M.M.A., (2004). "Distributed Generation Technologies, Definitions and Benefits", *Electric Powers Systems Research*, 71:119-128.
- [3] CIREN, (1999). *Dispersed Generation*, CIREN, Preliminary Report of CIREN Working Group WG04, Brussels.
- [4] CIGRE, (1998). *Impact of Increasing Contribution of Dispersed Generation on the Power System*, CIGRE Study Committee no.37, Final Report.
- [5] Pepermans, G., Driesen, J., Haeseldonckx, D., Belmans, R. ve D'haeseleer, W., (2005). "Distributed Generation: Definition, Benefits and Issues, *Energy Policy*, 33(6):787-798.
- [6] Nikkhajoei, H. ve Iravani, R., (2007). "Steady-State Model and Power Flow Analysis of Electronically-Coupled Distributed Resource Units", *IEEE Transactions on Power Delivery*, 22(1):721-728.
- [7] Costa, P.M. ve Matos, M.A., (2004). "Loss Allocation in Distribution Networks With Embedded Generation", *IEEE Transactions on Power Delivery*, 19(1):384-389.
- [8] Thomson, M. ve Infield, D.G., (2007). "Network Power-Flow Analysis for a High Penetration of Distributed Generation", *IEEE Transactions on Power Delivery*, 22(3):1157-1162.
- [9] Prodanovic, M., De Brabandere, K., Van den Keybus, J., Green, T. ve Driesen, J. (2007). "Harmonic and Reactive Power Compensation as Ancillary Services in Inverter-Based Distributed Generation", *IET Generation Transmission and Distribution*, 1(3):432-438.
- [10] Olivia, A.R. ve Balda, J.C., (2003). "A PV Dispersed Generator: a Power Quality Analysis within the IEEE 519", *IEEE Transactions on Power Delivery*, 18(2):525-530.

- [11] Bae In-Su, Kim Jin-O, Kim Jae-Chul ve Singh C., (2004). "Optimal Operating Strategy for Distributed Generation Considering Hourly Reliability Worth", IEEE Transactions on Power Delivery, 19(1):287-292.
- [12] Bae In-Su ve Kim Jin-O, (2007). "Reliability Evaluation of Distributed Generation Based on Operation Mode", IEEE Transactions on Power Delivery, 22(2):785-790.
- [13] Chowdhury, A.A., Agarwal, S.K. ve Koval, D.O., (2003). "Reliability Modeling of Distributed Generation in Conventional Distribution Systems Planning and Analysis", IEEE Transactions on Power Delivery, 39(5):1493-1498.
- [14] Kempton, W. ve Letendre, S. E., (1997). "Electric Vehicles as a New Power Source for Electric Utilities", Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2(3):157-175.
- [15] Kezunovic, M., et al., (2011). "PHEV's as Dynamically Configurable Dispersed Energy Storage", Texas A&M University Final Project Report.
- [16] Yağcıtekin, B., Uzunoğlu, M., Karakaş, A. ve Vurgun, M., (2013). "Assessment of a Car Park with Electric Vehicles", International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives, POWERENG-2013, 13-17 May 2013, Istanbul.
- [17] The Institution of Engineering & Technology, Michael Faraday, www.theiet.org/resources/library/archives/biographies/faraday.cfm, 16 Nisan 2013.
- [18] Arsoy, B.A. ve Perdahçı, C., (2004). "Elektrik Dağıtım Sistemlerinde Dağıtılmış Üretim", Elektrik, Elektronik, Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, ELECO 2004, 8-12 Aralık 2004, Bursa.
- [19] T.C. Resmi Gazete, Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik, (28001), 21.7.2011.
- [20] McNichol, T., (2011). "AC/DC: The Savage Tale of The First Standards War", John Wiley&Sons, San Francisco.
- [21] IEEE Global History Network, AC vs. DC, www.ieeeahn.org/wiki/index.php/AC_vs._DC, 20 Nisan 2013.
- [22] National Weather Service Southern Region Headquarters, Origin of Wind, <http://www.srh.noaa.gov/jetstream/synoptic/wind.htm>, 16 Nisan 2013.
- [23] Atılğan, M., (1995). "Yenilenebilir Enerji Kaynakları", Ders Notları, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- [24] Global Wind Energy Council, Global Installed Wind Power Capacity, http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/5Full_country_table.jpg, 16 Nisan 2013.
- [25] EİE, (1984). Türkiye Rüzgâr Enerjisi Doğal Potansiyeli, Yayın: 85-1, Ankara.

- [26] Atlıhan, A.B., (2006). "Rüzgâr Enerjisi ve Darrieus Rüzgâr Çarklarının İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- [27] Wikipedia Online Encyclopedia, Güneş Enerji Kulesi,
tr.wikipedia.org/wiki/Güneş_enerji_kulesi, 20 Nisan 2013.
- [28] Biomass Energy Center,
<http://www.biomassenergycentre.org.uk>, 20 Nisan 2013.
- [29] Güler, B., Jeotermal Kaynaklardan Elektrik Üretimi,
<http://www.yerbilimleri.com/jeotermal-kaynaklardan-elektrik-uretimi>,
20 Nisan 2013.
- [30] Yeni Enerji, Germencik Jeotermal Enerji Santrali,
www.yenienerji.info/?pid=20064, 20 Nisan 2013.
- [31] Lasseter, B., (2001). "Microgrids (distributed power generation)", IEEE Proceedings of the Power Engineering Society Winter Meeting, 28 Jan-01 Feb 2001, Columbus, 1:146-149.
- [32] Bloomberg New Energy Finance, Electric Vehicle Battery Prices Down 14% Year On Year,
www.bnef.com/PressReleases/view/210, 20 Nisan 2013.
- [33] Gemici, S.S., (2006). "Elektrikli Ulaşım Sistemlerinde Enerji Depolama Yöntemlerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [34] Battery University since 2003, Charging Li-ion,
http://batteryuniversity.com/learn/article/charging_lithium_ion_batteries,
21 Nisan 2013.
- [35] Yorkan, A., Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye Etkileri,
<http://www.bilgestrateji.com/en/images/stories/bilgestrateji/BS2009-1/BS2009-1%2025-39.pdf>, 21 Nisan 2013.
- [36] The U.S. Department of Energy (DOE), What the Smart Grid Means to Americans,
www.doe.gov/sites/prod/files/oeprod/DocumentsandMedia/ConsumerAdvocates.pdf, 21 Nisan 2013.
- [37] Kempton, W. ve Tomić, J., (2005). "Vehicle-to-grid Implementation: from Stabilizing the Grid to Supporting Large-Scale Renewable Energy", Journal of Power Source, 144(1):280-294.
- [38] Kempton, W. ve Tomić, J., (2005). "Vehicle-to-grid Power Fundamentals: Calculating Capacity and Net Revenue", Journal of Power Source, 144(1):268-279.

- [39] Hadley, S. W. ve Tsvetkova, A., Potential impacts of plug-in hybrid electric vehicles on regional power generation,
http://web.ornl.gov/info/ornlreview/v41_1_08/regional_phev_analysis.pdf,
20 Mayıs 2013.
- [40] Sullivan, J.L., Salmeen, I.T. ve Simon, C.P., PHEV Marketplace Penetration: an Agent Based Simulation,
<http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/63507/102307.pdf>,
20 Mayıs 2013.
- [41] New York ISO, Alternate Route: Electrifying the Transportation Sector,
www.nyiso.com/public/webdocs/newsroom/press_releases/2009/Alternate_Route_NYISO_PHEV_Paper_062909.pdf, 21 Nisan 2013.
- [42] Brooks, A., Lu, E., Reicher, D., Spirakisand, C. ve Weihl, B., (2010). "Demand dispatch", IEEE Power and Energy Magazine, 8:20-29.
- [43] Chevy Volt, Technical Specifications,
www.chevy-volt.net/chevrolet-voltspecs.htm, 21 Nisan 2013.
- [44] Nissan Leaf, Technical Specifications,
www.nissanzeroemission.com/EN/LEAF/specs.html, 21 Nisan 2013.

AKILLI OTOYERK SİSTEMİ İÇİN GELİŞTİRİLEN MATLAB® PROGRAMI

```

clear all % Geçmiş veriyi sil
clc % Ekranı temizle
sim_gun=0; % Simulasyon gün sayısı değişkeni
sim_gun_input=input('Simulasyonun gerçekleştireceği gün sayısını giriniz: \n');
Format1='B%d:Y%d'; % Formatın belirlenmesi

Sonuc1=sprintf(Format1,2,sim_gun_input+1); % Format1 formatına bağlı, Sonuc1
değişkenine girilen simulasyon gün sayısı
için değişken atanması

Gun_Tarife=xlsread('Gun_Tarife.xlsx','Tarife',Sonuc1);
% Saatlik PMUM Fiyat listesinin programa
alınması

while sim_gun<sim_gun_input % Döngü girilen simülasyon gün sayısına
ulaşılana kadar çalıştırılacak.
    clc % Ekranı temizle
    sim_gun=sim_gun+1; % Her döngü başlangıcını yeni bir gün
olarak tanımla
    fprintf('Gün %d / %d \n',sim_gun,sim_gun_input) % İşlem gününün gösterimi
    SAS=randi([50,100],1,1); % SAS : Simülasyon Araç Sayısı random
olarak atama
    GunTarife=Gun_Tarife(sim_gun,:); % Excel'den çekilen fiyat bilgisi işlem
yapılan gün için kullanılmak üzere
değişken satırına işlenişi

SoC=randi([2000,8000],1,SAS)/100; % İşlem gününe ait araçlara şarj durum
bilgisinin atanması

SarjModu=randi([1,2],1,SAS); % Araçların bataryalarının hızlı şarj/deşarja
uygun olup olmadığı bilgisinin atanması

BTDK=24; %Batarya Tam Dolu Kapasite
BSL=24*0.8; %Batarya Şarj Limiti
BDL=24*0.2; %Batarya Deşarj Limiti

OG_Rand=sort(randi([21600,72000],1,SAS)); % Parka giriş saati (saniye olarak)

OG_Saat_Yardimci=OG_Rand/3600; % Otoparka giriş zamanlarının düzenlenmesi
OG_Saati=floor(OG_Saat_Yardimci);
OG_Dakika_Yardimci=(OG_Saat_Yardimci-OG_Saati)*60;
OG_Dakikasi=floor(OG_Dakika_Yardimci);
OG_Saniye_Yardimci=(OG_Dakika_Yardimci-OG_Dakikasi)*60;
OG_Saniyesi=round(OG_Saniye_Yardimci);

```

```

PSFK=0; % Park Süresince Fiyat Kaydı;
PSFK(SAS,40)=0; araçlara ait park sürelerinde
PSFK_Yardimci=0; uygulanan fiyat bilgilerinin
PSFK_Yardimci(SAS,9)=0; depolandığı değişkenler
HS_Max_En=7.2; % Hızlı Şarj işlemi enerjisi
YS_Max_En=3.3; % Yavaş Şarj işlemi enerjisi
DS_Max_En=3.3; % Deşarj işlemi enerjisi

YS_Saat_Serisi(SAS,1:9)=0; % İşlemlerde kullanılacak saat
HS_Saat_Serisi(SAS,1:9)=0; serilerinin saklanması için
DS_Saat_Serisi(SAS,1:9)=0; değişkenler

Kayit_Deferi(SAS,40)=0; % Güne ait araçlar için hesaplanan
verilerin kayıt altına alınması için
kullanılan değişkenin oluşturulması

Kayit_Deferi=0; % Değişkenin temizlenmesi
t=1; % Saatin 1 olarak atanması
GY_Toplam_Arac(sim_gun)=0; % Giriş yapan toplam araç sayısının
resetlenmesi

while t<=24
    GY_Arac_Kontrolu=find(t==OG_Saati);
    GY_Arac_Sayisi=length(GY_Arac_Kontrolu); % Saate göre giriş yapan araç sayılarının
    belirlenmesi ve bilgi yayınlanması

    if GY_Arac_Sayisi<1
        if GY_Toplam_Arac(sim_gun)==0
            fprintf('\n Henüz otoparka araç girişi olmamıştır.\n')
        else
            fprintf('\n Gün içinde otoparka giriş yapmış toplam araç sayısı
            %d\n',GY_Toplam_Arac(sim_gun))
        end
    else
        GY_Toplam_Arac(sim_gun)=GY_Toplam_Arac(sim_gun)+GY_Arac_Sayisi;
        fprintf('\n %d:00-%d:59 saatleri arasında giriş yapan araç sayısı : %d', t, t,
        GY_Arac_Sayisi)
        fprintf('\n Gün %d için gün içinde giriş yapan toplam araç sayısı : %d\n', sim_gun,
        GY_Toplam_Arac(sim_gun))
        for xas=1:GY_Arac_Sayisi % Araç bazlı işlemlerin başlangıcı
            DA=GY_Arac_Kontrolu(xas); % Döngüye alınan araç numarası
            fprintf('\n %d:%d:%2.2d - Araç girişi gerçekleşmiştir.\n', OG_Saati(DA), OG_Dakikası(DA),
            OG_Saniyesi(DA))
            Kayit_Deferi(DA,1)=DA; % Döngüdeki araç bilgilerinin kayıt
            altına alınması
            Kayit_Deferi(DA,2)=OG_Saati(DA);
            Kayit_Deferi(DA,3)=OG_Dakikası(DA);
            Kayit_Deferi(DA,4)=OG_Saniyesi(DA);
            fprintf('\n Giriş yapan araç bilgileri\n') % SOC gösterim ve kaydı
            fprintf('Araçınızın şarj doluluk durumu \t : %2.2f \n',SoC(DA))
            Kayit_Deferi(DA,5)=SoC(DA);
            SM_Kapasite(DA)=BSL-(BTDK*SoC(DA)/100); % Şarj için kapasite hesap, kayıt
            fprintf('Şarja müsait kapasite \t : %2.2f kWh \n',SM_Kapasite(DA))
            Kayit_Deferi(DA,6)=SM_Kapasite(DA);
            DM_Kapasite(DA)=(BTDK*SoC(DA)/100)-BDL; %Deşarj için kapasite hesap, kayıt
            fprintf('Deşarja müsait kapasite \t : %2.2f kWh \n\n',DM_Kapasite(DA))
            Kayit_Deferi(DA,7)=DM_Kapasite(DA);
            Girilen_PS(DA)=randi(9); % Random girilen park süresi kayıt
            fprintf('Araç %d için girilen park süresi %d saat.\n\n',DA,Girilen_PS(DA))
            Kayit_Deferi(DA,8)=Girilen_PS(DA);
            Max_PS(DA)=t+Girilen_PS(DA)-1; % Maks çıkış saati
            if Max_PS(DA)>24 % Çıkış saati kontrol döngüsü

```

```

PSFK(DA,t:24)=GunTarife(t:24);
Artik_Zaman(DA)=Max_PS(DA)-24;
for i=1:Artik_Zaman
    PSFK(DA,(24+i))=GunTarife(24)+(i/10000);
end
else
    PSFK(DA,t:Max_PS(DA))=GunTarife(t:Max_PS(DA));
end

% Batarya tam dolmasa bile maksimum çıkış saati aşılamaz
% Hızlı Şarj için Gereken Süre hesap ve kaydı
HSGS_Yardimci1(DA)=SM_Kapasite(DA)/HS_Max_En;
HSGS_Saat(DA)=floor(HSGS_Yardimci1(DA));
HSGS_Yardimci2(DA)=(HSGS_Yardimci1(DA)-HSGS_Saat(DA))*60;
HSGS_Dakika(DA)=floor(HSGS_Yardimci2(DA));
HSGS_Yardimci3(DA)=(HSGS_Yardimci2(DA)-HSGS_Dakika(DA))*60;
HSGS_Saniye(DA)=floor(HSGS_Yardimci3(DA));
HSGS_Toplam_Sure(DA)=(HSGS_Saat(DA)*3600+HSGS_Dakika(DA)*60+HSGS_Saniye(DA))
HSGS_Yuvarlak(DA)=round(HSGS_Toplam_Sure(DA)/3600);
Kayit_Defteri(DA,13)=HSGS_Saat(DA);
Kayit_Defteri(DA,14)=HSGS_Dakika(DA);
Kayit_Defteri(DA,15)=HSGS_Saniye(DA);

% Yavaş Şarj için Gereken Süre hesap ve kaydı
YSGS_Yardimci1(DA)=SM_Kapasite(DA)/YS_Max_En;
YSGS_Saat(DA)=floor(YSGS_Yardimci1(DA));
YSGS_Yardimci2(DA)=(YSGS_Yardimci1(DA)-YSGS_Saat(DA))*60;
YSGS_Dakika(DA)=floor(YSGS_Yardimci2(DA));
YSGS_Yardimci3(DA)=(YSGS_Yardimci2(DA)-YSGS_Dakika(DA))*60;
YSGS_Saniye(DA)=floor(YSGS_Yardimci3(DA));
YSGS_Toplam_Sure(DA)=(YSGS_Saat(DA)*3600+YSGS_Dakika(DA)*60+YSGS_Saniye(DA))
YSGS_Yuvarlak(DA)=round(YSGS_Toplam_Sure(DA)/3600);
Kayit_Defteri(DA,10)=YSGS_Saat(DA);
Kayit_Defteri(DA,11)=YSGS_Dakika(DA);
Kayit_Defteri(DA,12)=YSGS_Saniye(DA);

% Deşarj için Gereken Süre hesap ve kaydı
DGS_Yardimci1(DA)=DM_Kapasite(DA)/DS_Max_En;
DGS_Saat(DA)=floor(DGS_Yardimci1(DA));
DGS_Yardimci2(DA)=(DGS_Yardimci1(DA)-DGS_Saat(DA))*60;
DGS_Dakika(DA)=floor(DGS_Yardimci2(DA));
DGS_Yardimci3(DA)=(DGS_Yardimci2(DA)-DGS_Dakika(DA))*60;
DGS_Saniye(DA)=floor(DGS_Yardimci3(DA));
DGS_Toplam_Sure(DA)=(DGS_Saat(DA)*3600+DGS_Dakika(DA)*60+DGS_Saniye(DA));
DGS_Yuvarlak(DA)=round(DGS_Toplam_Sure(DA)/3600);
Kayit_Defteri(DA,16)=DGS_Saat(DA);
Kayit_Defteri(DA,17)=DGS_Dakika(DA);
Kayit_Defteri(DA,18)=DGS_Saniye(DA);

% SOC %40'ın altında olduğundan döngü yalnızca şarj işlemine izin verecektir.
if SoC(DA)<40
    if (YSGS_Toplam_Sure(DA))<=(Girilen_PS(DA)*3600) % Yavaş şarj işlemi için döngü
        % PSFK değerlerinin sıfırdan farklı olduğu pozisyonların bulunması
        b=0;
        for i=1:length(find(PSFK(DA,:)))
            b=find(PSFK(DA,:));
            PSFK_Yardimci(DA,i)=b(i);
        end
    end
end

```

```

% Şarj işleminin gerçekleştirileceği saatlerin tespitine ait değerlerin bulunması
Cikis_Zamani_YSarj(DA)=(OG_Rand(DA)+YSGS_Toplam_Sure(DA))/3600;
for i=1:(ceil(Cikis_Zamani_YSarj(DA))-floor((OG_Rand(DA)/3600)))
    YS_Saat_Serisi(DA,i)=PSFK_Yardimci(DA,i);
end
%Çıkış saati bilgisinin saniye hassasiyetinde tespiti
Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA)=floor(Cikis_Zamani_YSarj(DA));
Cikis_Zamani_YSarj_Dakika_Yard(DA)=(Cikis_Zamani_YSarj(DA)-
floor(Cikis_Zamani_YSarj(DA)))*60;
Cikis_Zamani_YSarj_Dakika(DA)=floor(Cikis_Zamani_YSarj_Dakika_Yard(DA));
Cikis_Zamani_YSarj_Saniye(DA)=round((Cikis_Zamani_YSarj_Dakika_Yard(DA)-
Cikis_Zamani_YSarj_Dakika(DA))*60);
SM_Aktuel_YS(DA)=SM_Kapasite(DA); % Aktüel Şarj Durumu
YS_Sonu_SoC(DA)=80; % Tam dolu batarya
%Küsüratlı saatte girişlerde fiyatın kullanım süresi
YS_Fiyat(DA)=0;
for i=1:ceil(Cikis_Zamani_YSarj(DA))
    if i==1 % İlk giriş saati için fiyat
        YS_Fiyat(DA)= YS_Fiyat(DA)+ PSFK(DA,1)* YS_Max_En* (OG_Rand(DA)-
(OG_Saati(DA)*3600))/3600;
    elseif i==ceil(Cikis_Zamani_YSarj(DA)) %Çıkış saati için fiyat
        YS_Fiyat(DA)=YS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,ceil(Cikis_Zamani_YSarj(DA)))*
YS_Max_En*(Cikis_Zamani_YSarj(DA)*3600-Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA)*3600)/3600;
    else
        YS_Fiyat(DA)=YS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,i)*YS_Max_En;
    end
end
end
YS_Fiyat(DA)=YS_Fiyat(DA)*1.1;
else
SM_Aktuel_YS(DA)=Girilen_PS(DA)*YS_Max_En; %Şarj edilen enerji miktarı
YS_Sonu_SoC(DA)=(SM_Aktuel_YS(DA)+(SoC(DA)*BTDK/100)/BTDK)*100;
YS_Fiyat(DA)=mean(PSFK(DA,1:Girilen_PS(DA)))*SM_Aktuel_YS(DA)*1.1;
Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA)=OG_Saati(DA)+Girilen_PS(DA);
Cikis_Zamani_YSarj_Dakika(DA)=OG_Dakikasi(DA);
Cikis_Zamani_YSarj_Saniye(DA)=OG_Saniyesi(DA);
YS_Saat_Serisi(DA,1:9)=0;
% İşlem görülen saatlere ait serinin oluşturulması
for i=OG_Saati(DA):(Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA)+1)
    a=1;
    YS_Saat_Serisi(DA,a)=i;
    a=a+1;
end
end
if (HSGS_Toplam_Sure(DA))<=(Girilen_PS(DA)*3600) % Hızlı şarj işlemi için döngü
    %PSFK değerlerinin sıfırdan farklı olduğu pozisyonların bulunması
    b=0;
    for i=1:length(find(PSFK(DA,:)))
        b=find(PSFK(DA,:));
        PSFK_Yardimci(DA,i)=b(i);
    end
end
% Şarj işleminin gerçekleştirileceği saatlerin tespitine ait değerlerin bulunması
Cikis_Zamani_HSarj(DA)=(OG_Rand(DA)+HSGS_Toplam_Sure(DA))/3600;
for i=1:(ceil(Cikis_Zamani_HSarj(DA))-floor((OG_Rand(DA)/3600)))
    HS_Saat_Serisi(DA,i)=PSFK_Yardimci(DA,i);
end
end
%Çıkış saati bilgisinin saniye hassasiyetinde tespiti
Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA)=floor(Cikis_Zamani_HSarj(DA));

```

```

    Cikis_Zamani_HSarj_Dakika_Yard(DA)=(Cikis_Zamani_HSarj(DA)-
    floor(Cikis_Zamani_HSarj(DA)))*60;
    Cikis_Zamani_HSarj_Dakika(DA)=floor(Cikis_Zamani_HSarj_Dakika_Yard(DA));
    Cikis_Zamani_HSarj_Saniye(DA)=round((Cikis_Zamani_HSarj_Dakika_Yard(DA)-
    Cikis_Zamani_HSarj_Dakika(DA))*60);
    SM_Aktuel_HS(DA)=SM_Kapasite(DA);
    HS_Sonu_SoC(DA)=80;
    % Küsüratlı saatte girişlerde fiyatın kullanım süresi
    HS_Fiyat(DA)=0;
    for i=1:ceil(Cikis_Zamani_HSarj(DA))
        if i==1
            HS_Fiyat(DA)=HS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,1)*HS_Max_En*(OG_Rand(DA)-
            (OG_Saati(DA)*3600))/3600;
        elseif i==ceil(Cikis_Zamani_HSarj(DA))
            HS_Fiyat(DA)=HS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,ceil(Cikis_Zamani_HSarj(DA)))*
            HS_Max_En*(Cikis_Zamani_HSarj(DA)*3600-Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA)*3600)/3600;
        else
            HS_Fiyat(DA)=HS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,i)*YS_Max_En;
        end
    end
    HS_Fiyat(DA)=HS_Fiyat(DA)*1.5;
else
    SM_Aktuel_HS(DA)=Girilen_PS(DA)*HS_Max_En;    %Şarj edilen enerji miktarı
    HS_Sonu_SoC(DA)=(SM_Aktuel_HS(DA)+(SoC(DA)*BTDK/100)/BTDK)*100;
    HS_Fiyat(DA)=mean(PSFK(DA,1:Girilen_PS(DA)))*SM_Aktuel_HS(DA)*1.5;
    Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA)=OG_Saati(DA)+Girilen_PS(DA);
    Cikis_Zamani_HSarj_Dakika(DA)=OG_Dakikasi(DA);
    Cikis_Zamani_HSarj_Saniye(DA)=OG_Saniyesi(DA);
    HS_Saat_Serisi(DA,1:9)=0;
    % İşlem görülen saatlere ait serinin oluşturulması
    for i=OG_Saati(DA):(Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA)+1)
        a=1;
        HS_Saat_Serisi(DA,a)=i;
        a=a+1;
    end
end
if SarjModu(DA)<2
    Yapilacak_islem(DA)=1;
else
    Yapilacak_islem(DA)=randi(2);
end
Kayit_Defteri(DA,9)=Yapilacak_islem(DA);
if Yapilacak_islem(DA)<2;
    Kayit_Defteri(DA,19)=Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA);
    Kayit_Defteri(DA,20)=Cikis_Zamani_YSarj_Dakika(DA);
    Kayit_Defteri(DA,21)=Cikis_Zamani_YSarj_Saniye(DA);
    Kayit_Defteri(DA,22)=SM_Aktuel_YS(DA);    %Şarj edilen enerji miktarı
    Kayit_Defteri(DA,23)=YS_Sonu_SoC(DA);
    Kayit_Defteri(DA,24)=YS_Fiyat(DA);
    Kayit_Defteri(DA,25)=0;
    Kayit_Defteri(DA,26)=0;
    Kayit_Defteri(DA,27)=0;
    Kayit_Defteri(DA,28)=0;    %19-24 Yavaş şarj işlemi
    Kayit_Defteri(DA,29)=0;    % 25-30 Hızlı şarj işlemi
    Kayit_Defteri(DA,30)=0;    % 31-36 Deşarj işlemi
    Kayit_Defteri(DA,31)=0;
    Kayit_Defteri(DA,32)=0;
    Kayit_Defteri(DA,33)=0;
    Kayit_Defteri(DA,34)=0;

```

```

Kayit_Deferi(DA,35)=0;
Kayit_Deferi(DA,36)=0;
else
Kayit_Deferi(DA,19)=0;
Kayit_Deferi(DA,20)=0;
Kayit_Deferi(DA,21)=0;
Kayit_Deferi(DA,22)=0;
Kayit_Deferi(DA,23)=0;
Kayit_Deferi(DA,24)=0;
Kayit_Deferi(DA,25)=Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA);
Kayit_Deferi(DA,26)=Cikis_Zamani_HSarj_Dakika(DA);
Kayit_Deferi(DA,27)=Cikis_Zamani_HSarj_Saniye(DA);
Kayit_Deferi(DA,28)=SM_Aktuel_HS(DA); %Şarj edilen enerji miktarı
Kayit_Deferi(DA,29)=HS_Sonu_SoC(DA);
Kayit_Deferi(DA,30)=HS_Fiyat(DA);
Kayit_Deferi(DA,31)=0;
Kayit_Deferi(DA,32)=0;
Kayit_Deferi(DA,33)=0;
Kayit_Deferi(DA,34)=0;
Kayit_Deferi(DA,35)=0;
Kayit_Deferi(DA,36)=0;
end
% SOC %60'ın üstünde olduğundan döngü yalnızca deşarj işlemine izin verecektir.
elseif SoC(DA)>60
if (DGS_Toplam_Sure(DA))<=(Girilen_PS(DA)*3600)

%PSFK değerlerinin sıfırdan farklı olduğu pozisyonların bulunması
b=0;
for i=1:length(find(PSFK(DA,:)))
b=find(PSFK(DA,:));
PSFK_Yardimci(DA,i)=b(i);
end
% Şarj işleminin gerçekleştirileceği saatlerin tespitine ait değerlerin bulunması
Cikis_Zamani_DSarj(DA)=(OG_Rand(DA)+DGS_Toplam_Sure(DA))/3600;
for i=1:(ceil(Cikis_Zamani_DSarj(DA))-floor((OG_Rand(DA)/3600)))
DS_Saat_Serisi(DA,i)=PSFK_Yardimci(DA,i);
end
%Çıkış saati bilgisinin saniye hassasiyetinde tespiti

Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA)=floor(Cikis_Zamani_DSarj(DA));
Cikis_Zamani_DSarj_Dakika_Yard(DA)=(Cikis_Zamani_DSarj(DA)-
floor(Cikis_Zamani_DSarj(DA)))*60;
Cikis_Zamani_DSarj_Dakika(DA)=floor(Cikis_Zamani_DSarj_Dakika_Yard(DA));
Cikis_Zamani_DSarj_Saniye(DA)=round((Cikis_Zamani_DSarj_Dakika_Yard(DA)-
Cikis_Zamani_DSarj_Dakika(DA))*60);
DM_Aktuel(DA)=DM_Kapasite(DA);
DS_Sonu_SoC(DA)=20;
%Küsüratlı saatte girişlerde fiyatın kullanım süresi
DS_Fiyat(DA)=0;

for i=1:ceil(Cikis_Zamani_DSarj(DA))
if i==1
DS_Fiyat(DA)= DS_Fiyat(DA) + PSFK(DA,1) * DS_Max_En *
(OG_Rand(DA)-OG_Saati(DA)*3600)/3600;
elseif i==ceil(Cikis_Zamani_DSarj(DA))
DS_Fiyat(DA)=DS_Fiyat(DA) + PSFK(DA,ceil(Cikis_Zamani_DSarj(DA))) *
DS_Max_En * (Cikis_Zamani_DSarj(DA)*3600-Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA)*3600)/3600;
else

```

```

        DS_Fiyat(DA)=DS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,i)*DS_Max_En;
    end
end
DS_Fiyat(DA)=DS_Fiyat(DA)*0.9;
% Park süresinin tam deşarj için yeterli olmaması durumu
else
    DM_Aktuel(DA)=Girilen_PS(DA)*DS_Max_En;    %Deşarj edilen enerji miktarı
    DS_Sonu_SoC(DA)=((SoC(DA)*BTDK)-DM_Aktuel(DA))*100/BTDK;
    DS_Fiyat(DA)=sum(PSFK(DA,1:Girilen_PS(DA)))*DM_Aktuel(DA)*1.1;
    Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA)=OG_Saati(DA)+Girilen_PS(DA);
    Cikis_Zamani_DSarj_Dakika(DA)=OG_Dakikasi(DA);
    Cikis_Zamani_DSarj_Saniye(DA)=OG_Saniyesi(DA);
    DS_Saat_Serisi(DA,1:9)=0;
    for i=OG_Saati(DA):(Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA)+1)
        a=1;
        DS_Saat_Serisi(DA,a)=i;
        a=a+1;
    end
end
Yapilacak_islem(DA)=3;
Kayit_Defteri(DA,9)=Yapilacak_islem(DA);
Kayit_Defteri(DA,19)=0;
Kayit_Defteri(DA,20)=0;
Kayit_Defteri(DA,21)=0;
Kayit_Defteri(DA,22)=0;
Kayit_Defteri(DA,23)=0;
Kayit_Defteri(DA,24)=0;
Kayit_Defteri(DA,25)=0;
Kayit_Defteri(DA,26)=0;
Kayit_Defteri(DA,27)=0;
Kayit_Defteri(DA,28)=0;
Kayit_Defteri(DA,29)=0;
Kayit_Defteri(DA,30)=0;
Kayit_Defteri(DA,31)=Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA);
Kayit_Defteri(DA,32)=Cikis_Zamani_DSarj_Dakika(DA);
Kayit_Defteri(DA,33)=Cikis_Zamani_DSarj_Saniye(DA);
Kayit_Defteri(DA,34)=DM_Aktuel(DA);
Kayit_Defteri(DA,35)=DS_Sonu_SoC(DA);
Kayit_Defteri(DA,36)=DS_Fiyat(DA);
% SOC %40-%60 arasında olduğundan döngüde şarj/deşarj kararı da verilecektir
else
    if (YSGS_Toplam_Sure(DA))<=(Girilen_PS(DA)*3600)
        %PSFK değerlerinin sıfırdan farklı olduğu pozisyonların bulunması
        b=0;
        for i=1:length(find(PSFK(DA,:)))
            b=find(PSFK(DA,:));
            PSFK_Yardimci(DA,i)=b(i);
        end
        % Şarj işleminin gerçekleştirileceği saatlerin tespitine ait değerlerin bulunması
        Cikis_Zamani_YSarj(DA)=(OG_Rand(DA)+YSGS_Toplam_Sure(DA))/3600;
        for i=1:(ceil(Cikis_Zamani_YSarj(DA))-floor((OG_Rand(DA)/3600)))
            YS_Saat_Serisi(DA,i)=PSFK_Yardimci(DA,i);
        end
        %Çıkış saati bilgisinin saniye hassasiyetinde tespiti
        Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA)=floor(Cikis_Zamani_YSarj(DA));
        Cikis_Zamani_YSarj_Dakika_Yard(DA) = (Cikis_Zamani_YSarj(DA) -
        floor(Cikis_Zamani_YSarj(DA))) *60;
        Cikis_Zamani_YSarj_Dakika(DA)=floor(Cikis_Zamani_YSarj_Dakika_Yard(DA));
    end
end

```



```

        Cikis_Zamani_YSarj_Saniye(DA)=
round((Cikis_Zamani_YSarj_Dakika_Yard(DA) -Cikis_Zamani_YSarj_Dakika(DA))*60);
        SM_Aktuel_YS(DA)=SM_Kapasite(DA);
        YS_Sonu_SoC(DA)=80;
        %Küsüratlı saatte girişlerde fiyatın kullanım süresi
        YS_Fiyat(DA)=0;
        for i=1:ceil(Cikis_Zamani_YSarj(DA))
            if i==1
                YS_Fiyat(DA)=YS_Fiyat(DA)+ PSFK(DA,1)* YS_Max_En*
(OG_Rand(DA)-(OG_Saati(DA)*3600)/3600);
            elseif i==ceil(Cikis_Zamani_YSarj(DA))
                YS_Fiyat(DA)=YS_Fiyat(DA)+
PSFK(DA,ceil(Cikis_Zamani_YSarj(DA)))* YS_Max_En* (Cikis_Zamani_YSarj(DA)* 3600-
Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA)*3600)/3600;
            else
                YS_Fiyat(DA)=YS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,i)*YS_Max_En;
            end
        end
        YS_Fiyat(DA)=YS_Fiyat(DA)*1.1;
        %Park Süresi Yavaş şarj için yeterli değil
        else
            SM_Aktuel_YS(DA)=Girilen_PS(DA)*YS_Max_En;    %Şarj edilen enerji miktarı
            YS_Sonu_SoC(DA)=(SM_Aktuel_YS(DA)+(SoC(DA)*BTDK/100)/BTDK)*100;
            YS_Fiyat(DA)=mean(PSFK(DA,1:Girilen_PS(DA)))*SM_Aktuel_YS(DA)*1.1;
            Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA)=OG_Saati(DA)+Girilen_PS(DA);
            Cikis_Zamani_YSarj_Dakika(DA)=OG_Dakikasi(DA);
            Cikis_Zamani_YSarj_Saniye(DA)=OG_Saniyesi(DA);
            YS_Saat_Serisi(DA,1:9)=0;
            % İşlem görülen saatlere ait serinin oluşturulması
            for i=OG_Saati(DA):(Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA)+1)
                a=1;
                YS_Saat_Serisi(DA,a)=i;
                a=a+1;
            end
        end
        if (HSGS_Toplam_Sure(DA))<=(Girilen_PS(DA)*3600) % Hızlı şarj işlemi için döngü
            %PSFK değerlerinin sıfırdan farklı olduğu pozisyonların bulunması
            b=0;
            for i=1:length(find(PSFK(DA,:)))
                b=find(PSFK(DA,:));
                PSFK_Yardimci(DA,i)=b(i);
            end
            % Şarj işleminin gerçekleştirileceği saatlerin tespitine ait değerlerin bulunması
            Cikis_Zamani_HSarj(DA)=(OG_Rand(DA)+HSGS_Toplam_Sure(DA))/3600;
            for i=1:(ceil(Cikis_Zamani_HSarj(DA))-floor((OG_Rand(DA)/3600)))
                HS_Saat_Serisi(DA,i)=PSFK_Yardimci(DA,i);
            end
            %Çıkış saati bilgisinin saniye hassasiyetinde tespiti
            Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA)=floor(Cikis_Zamani_HSarj(DA));
            Cikis_Zamani_HSarj_Dakika_Yard(DA)=(Cikis_Zamani_HSarj(DA)-
floor(Cikis_Zamani_HSarj(DA)))*60;
            Cikis_Zamani_HSarj_Dakika(DA)=floor(Cikis_Zamani_HSarj_Dakika_Yard(DA));
            Cikis_Zamani_HSarj_Saniye(DA)=
round((Cikis_Zamani_HSarj_Dakika_Yard(DA)- Cikis_Zamani_HSarj_Dakika(DA))*60);
            SM_Aktuel_HS(DA)=SM_Kapasite(DA);
            HS_Sonu_SoC(DA)=80;
            %Küsüratlı saatte girişlerde fiyatın kullanım süresi
            HS_Fiyat(DA)=0;
            for i=1:ceil(Cikis_Zamani_HSarj(DA))

```

```

        if i==1
            HS_Fiyat(DA)=HS_Fiyat(DA)+ PSFK(DA,1)* HS_Max_En*
(OG_Rand(DA)-(OG_Saati(DA)*3600))/3600;
            elseif i==ceil(Cikis_Zamani_HSarj(DA))
                HS_Fiyat(DA)=HS_Fiyat(DA)+
PSFK(DA,ceil(Cikis_Zamani_HSarj(DA)))* HS_Max_En* (Cikis_Zamani_HSarj(DA)*3600-
Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA)*3600)/3600;
            else
                HS_Fiyat(DA)=HS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,i)*YS_Max_En;
            end
        end
        HS_Fiyat(DA)=HS_Fiyat(DA)*1.5;
        %Park Süresi Hızlı şarj için yeterli değil
    else
        SM_Aktuel_HS(DA)=Girilen_PS(DA)*HS_Max_En;    %Şarj edilen enerji miktarı
        HS_Sonu_SoC(DA)=(SM_Aktuel_HS(DA)+(SoC(DA)*BTDK/100)/BTDK)*100;
        HS_Fiyat(DA)=mean(PSFK(DA,1:Girilen_PS(DA)))*SM_Aktuel_HS(DA)*1.5;
        Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA)=OG_Saati(DA)+Girilen_PS(DA);
        Cikis_Zamani_HSarj_Dakika(DA)=OG_Dakikasi(DA);
        Cikis_Zamani_HSarj_Saniye(DA)=OG_Saniyesi(DA);
        HS_Saat_Serisi(DA,1:9)=0;
        % İşlem görülen saatlere ait serinin oluşturulması
        for i=OG_Saati(DA):(Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA)+1)
            a=1;
            HS_Saat_Serisi(DA,a)=i;
            a=a+1;
        end
    end
    if (DGS_Toplam_Sure(DA))<=(Girilen_PS(DA)*3600)
        %PSFK değerlerinin sıfırdan farklı olduğu pozisyonların bulunması
        b=0;
        for i=1:length(find(PSFK(DA,:)))
            b=find(PSFK(DA,:));
            PSFK_Yardimci(DA,i)=b(i);
        end
        % Şarj işleminin gerçekleştirileceği saatlerin tespitine ait değerlerin bulunması
        Cikis_Zamani_DSarj(DA)=(OG_Rand(DA)+DGS_Toplam_Sure(DA))/3600;
        for i=1:(ceil(Cikis_Zamani_DSarj(DA))-(floor((OG_Rand(DA)/3600))))
            DS_Saat_Serisi(DA,i)=PSFK_Yardimci(DA,i);
        end
        %Çıkış saati bilgisinin saniye hassasiyetinde tespiti
        Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA)=floor(Cikis_Zamani_DSarj(DA));
        Cikis_Zamani_DSarj_Dakika_Yard(DA)=(Cikis_Zamani_DSarj(DA)-
floor(Cikis_Zamani_DSarj(DA)))*60;
        Cikis_Zamani_DSarj_Dakika(DA)=floor(Cikis_Zamani_DSarj_Dakika_Yard(DA));
        Cikis_Zamani_DSarj_Saniye(DA)=
round((Cikis_Zamani_DSarj_Dakika_Yard(DA)-Cikis_Zamani_DSarj_Dakika(DA))*60);
        DM_Aktuel(DA)=DM_Kapasite(DA);
        DS_Sonu_SoC(DA)=20;
        %Küsüratlı saatte girişlerde fiyatın kullanım süresi
        DS_Fiyat(DA)=0;
        for i=1:ceil(Cikis_Zamani_DSarj(DA))
            if i==1
                DS_Fiyat(DA)=DS_Fiyat(DA)+ PSFK(DA,1)* DS_Max_En*
(OG_Rand(DA)- (OG_Saati(DA)*3600))/3600;
            elseif i==ceil(Cikis_Zamani_DSarj(DA))
                DS_Fiyat(DA)=DS_Fiyat(DA)+
PSFK(DA,ceil(Cikis_Zamani_DSarj(DA)))* DS_Max_En* (Cikis_Zamani_DSarj(DA)*3600-
Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA)*3600)/3600;
            end
        end
    end
end

```

```

else
    DS_Fiyat(DA)=DS_Fiyat(DA)+PSFK(DA,i)*DS_Max_En;
end
end
DS_Fiyat(DA)=DS_Fiyat(DA)*0.9;
% Park süresinin tam deşarj için yeterli olmaması durumu
else
    DM_Aktuel(DA)=Girilen_PS(DA)*DS_Max_En; %Deşarj edilen enerji miktarı
    DS_Sonu_SoC(DA)=((SoC(DA)*BTDK)-DM_Aktuel(DA))*100/BTDK;
    DS_Fiyat(DA)=mean(PSFK(DA,1:Girilen_PS(DA)))*DM_Aktuel(DA)*0.9;
    Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA)=OG_Saati(DA)+Girilen_PS(DA);
    Cikis_Zamani_DSarj_Dakika(DA)=OG_Dakikasi(DA);
    Cikis_Zamani_DSarj_Saniye(DA)=OG_Saniyesi(DA);
DS_Saat_Serisi(DA,1:9)=0;
for i=OG_Saati(DA):(Cikis_Zamani_DSarj_Saat(DA)+1)
    a=1;
    DS_Saat_Serisi(DA,a)=i;
    a=a+1;
end
end
Yapilacak_islem(DA)=randi(3);
Kayit_Deferi(DA,9)=Yapilacak_islem(DA);
if Yapilacak_islem(DA)==1;
    Kayit_Deferi(DA,19)=Cikis_Zamani_YSarj_Saat(DA);
    Kayit_Deferi(DA,20)=Cikis_Zamani_YSarj_Dakika(DA);
    Kayit_Deferi(DA,21)=Cikis_Zamani_YSarj_Saniye(DA);
    Kayit_Deferi(DA,22)=SM_Aktuel_YS(DA);
    Kayit_Deferi(DA,23)=YS_Sonu_SoC(DA);
    Kayit_Deferi(DA,24)=YS_Fiyat(DA);
    Kayit_Deferi(DA,25)=0;
    Kayit_Deferi(DA,26)=0;
    Kayit_Deferi(DA,27)=0;
    Kayit_Deferi(DA,28)=0;
    Kayit_Deferi(DA,29)=0;
    Kayit_Deferi(DA,30)=0;
    Kayit_Deferi(DA,31)=0;
    Kayit_Deferi(DA,32)=0;
    Kayit_Deferi(DA,33)=0;
    Kayit_Deferi(DA,34)=0;
    Kayit_Deferi(DA,35)=0;
    Kayit_Deferi(DA,36)=0;
elseif Yapilacak_islem(DA)==2;
    Kayit_Deferi(DA,19)=0;
    Kayit_Deferi(DA,20)=0;
    Kayit_Deferi(DA,21)=0;
    Kayit_Deferi(DA,22)=0;
    Kayit_Deferi(DA,23)=0;
    Kayit_Deferi(DA,24)=0;
    Kayit_Deferi(DA,25)=Cikis_Zamani_HSarj_Saat(DA);
    Kayit_Deferi(DA,26)=Cikis_Zamani_HSarj_Dakika(DA);
    Kayit_Deferi(DA,27)=Cikis_Zamani_HSarj_Saniye(DA);
    Kayit_Deferi(DA,28)=SM_Aktuel_HS(DA);
    Kayit_Deferi(DA,29)=HS_Sonu_SoC(DA);
    Kayit_Deferi(DA,30)=HS_Fiyat(DA);
    Kayit_Deferi(DA,31)=0;
    Kayit_Deferi(DA,32)=0;
    Kayit_Deferi(DA,33)=0;
    Kayit_Deferi(DA,34)=0;
    Kayit_Deferi(DA,35)=0;

```


ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : İSMAİL VERİM
Doğum Tarihi ve Yeri : 20.05.1988
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : ismail.verim@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Elektrik Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2010
Lise	Fen-Matematik	Bandırma Anadolu Lisesi	2006

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2012	Türk Prysmian Kablo ve Sistemleri A.Ş.	Arge Mühendisi
2011	LedYapı Aydınlatma	Aydınlatma Tasarım Mühendisi

YAYINLARI

Bildiri

İsmail VERİM, Bora ACARKAN, Bünyamin YAĞCITEKİN, Mehmet UZUNOĞLU, (2013). "Elektrikli Araçların Dağıtılmış Enerji Üretim/Depolama Sistemi Olarak Değerlendirilmesi", EVK'2013, 5. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, 23-24 Mayıs 2013, Kocaeli.