

ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN DAĞITILMIŞ ENERJİ ÜRETİM/DEPOLAMA SİSTEMİ OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

İsmail VERİM, Bora ACARKAN, Bünyamin YAĞCITEKİN, Mehmet UZUNOĞLU

Y.T.Ü. Elektrik-Elektronik Fakültesi

Elektrik Mühendisliği Bölümü

ismail.verim@gmail.com, acarkan@yildiz.edu.tr, bunyamin@yildiz.edu.tr, uzunoglu@yildiz.edu.tr

ÖZET

Günümüzde, gelişen teknoloji ve enerji piyasasındaki yoğun rekabet ile birlikte, çok çeşitli enerji kaynaklarına başvurulmaya başlanılmıştır. Enerji verimliliğine gösterilen önem ve akıllı şebeke sistemlerinin gelişimi ile dağıtık enerji üretim sistemleri gelişim süreçlerine hız katmıştır. Bu çalışma MATLAB® yazılımı kullanılarak elektrikli araçların (EA) dağıtılmış enerji üretim sistemi ve depolama birimleri olarak kullanılması durumunda otopark alanlarında şarj/deşarj işlemlerini optimum fiyatlandırma ile yapacak olan yazılımın altyapısı oluşturulmuş, örnek çalışmanın sonuçları incelenmiş ve değerler analiz edilmiştir.

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

1. GİRİŞ

Dağıtılmış enerji 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. Çeşitli dağıtılmış üretim teknolojileri aşağıdaki gibidir [1]:

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

Bu çalışma EA'ların ulaşım ağında yaygınlaşarak önemli bir yer teşkil etmesi durumunda, dinamik

yapılandırılabilir dağıtılmış enerji depolama birimi (DYDEDB) olarak nasıl değerlendirilebileceği ve

elde edilebilecek faydalar üzerine yapılmıştır. EA'ların kullanımı ulaşım sistemleri içinde arttıkça, DYDEDB sayesinde elektrik piyasasının önemli bileşenlerinden olma potansiyeline sahiptir.

Yapılan çalışma ile gelecekte ulaşım sektöründe bulunacak EA'ların şarjının ve şebekeye elektrik satma durumlarının geliştirilen yazılım sayesinde elektrik piyasasında değerlendirilmesinin önünün açılmasına yardımcı olunacaktır.

2. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN DYDEDB OLARAK KULLANIMI

EA'ların DYEDB olarak kullanılmasıyla, geleceğin elektrik şebekesi olarak adlandırılan “akıllı şebeke” sistemlerinde önemli bir faktör olarak yer alması beklenmektedir. Ayrıca akıllı şebekelerin ABD'nin Enerji Bakanlığı tarafından tanımladığı ve yaygın olarak kabul görmüş 7 temel probleme şu çözümleri getirmesi beklenmektedir [2]:

- Bilinçli ve katılımcı tüketicilerin oluşumu,
- 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.

Akıllı şebeke sistemleri ile yukarıda bahsedilen problemlere çözüm sunulması sağlanırken, EA'ların sahip olduğu yüksek kapasitesi bataryalardan faydalanılacaktır. Bunun yanında EA'ların yeni teknolojiler sayesinde bataryalara şebekeden enerji

depolanması yanında, şebekeye enerji vermesi de mümkün olacaktır. Bu sayede enerji alım-satım işlemlerinin yapılabileceği yeni bir piyasa oluşması muhtemeldir. Bahsedilen teknoloji ile ilgili detaylı bilgiler bir sonraki bölümde verilmiştir.

2.1. G2V ve V2G Konsepti

G2V (Grid to Vehicle) ve V2G (Vehicle to Grid) konseptleri sayesinde elektrikli araçların şebekeye bağlanması durumunda iki yönlü güç akışı imkânı ortaya çıkmıştır. Güç akışı, şebekeden araca doğru olması durumunda, G2V (şarj), araçta depolanmış gücün şebekeye akması durumunda ise V2G (deşarj) olarak isimlendirilir. İlk olarak V2G konsepti 1997 yılında Kempton, W. ve arkadaşları tarafından dile getirilmiştir ve EA'ların şebekeye bağlanması durumunda ortaya çıkacak sonuçlar ile ekonomik potansiyeller detaylı bir şekilde incelenmiştir [3]-[5].



EA'ların çift yönlü (G2V-V2G) çalışabilmesi sayesinde bundan fayda 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. Şekil-1'de güç sistemlerinin elektrikli araç ile nasıl çalışabileceği gösterilmiştir. Ayrıca güç sistem ihtiyaçlarını optimize etmede, mobil enerji kaynağı oluşları sayesinde, stratejik kaynak yerleşimi açısından önem taşır [6].

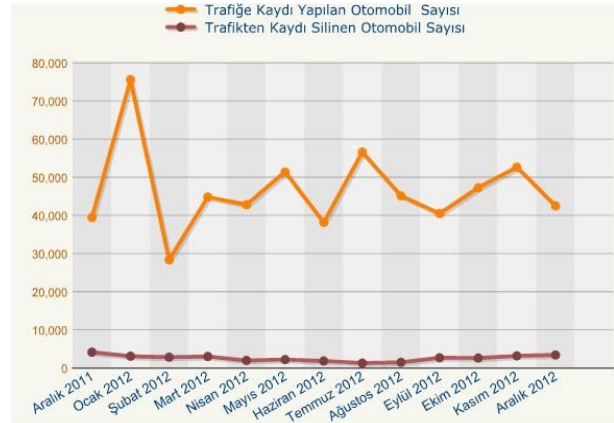
2.2 Elektrikli Araçlar için Öngörüler

Nisan 2012'de yayınlanan bir araştırmaya göre; elektrikli araçlarda kullanılan Li-ion pil maliyetleri 2009 yılında yaklaşık 1000 \$/kWh iken 2011 yılının ilk çeyreğinde 800 \$/kWh ve 2012 yılının ilk

çeyreğinde ise 689 \$/kWh seviyelerine gerilemiştir. 2030 yılı itibarıyla pil maliyetlerinin 150 \$/kWh seviyelerine kadar gerileyebileceği öngörülmüştür [7]. Yukarıda bahsedilen konu gelecek yıllarda elektrikli araç teknolojisinde meydana gelecek potansiyel gelişmeye işaret eden önemli bir öngördür. Gelişen dünyada olduğu gibi Türkiye'de de araç nüfusu hızla artmaktadır. Tablo-1 ve Şekil-2'de Türkiye'de Aralık 2011 ve Aralık 2012 arasındaki trafiğe kaydı yapılan ve trafikten çekilen araç sayıları belirtilmiştir.

Tablo-1 TÜİK verilerine göre 12/11-12/12 Arası Trafiğe Kayıt Edilmiş ve Kaydı Silinmiş Motorlu Araç Sayıları

Dönemi	Kayıt yapılan otomobil sayısı	Kayıt silinen otomobil sayısı
Aralık 2012	42 504	3 440
Kasım 2012	52 652	3 215
Ekim 2012	47 250	2 652
Eylül 2012	40 499	2 724
Ağustos 2012	45 132	1 499
Temmuz 2012	56 577	1 326
Haziran 2012	38 183	1 871
Mayıs 2012	51 403	2 238
Nisan 2012	42 831	2 008
Mart 2012	44 821	3 048
Şubat 2012	28 359	2 871
Ocak 2012	75 580	3 135
Aralık 2011	39 451	4 170



Şekil-2 TÜİK Verileri 12/11-12/12 Grafik Gösterim

TÜİK verilerine dayanan bu değerlere bakılarak, Türkiye'de 2012 yılında ortalama olarak 600 bin yeni motorlu aracın kayıt altına alındığı söylenebilmektedir [8]. Bu yüksek talep ve tüketim göz önüne alındığında, EA'ların yaygınlaşması durumunda yüksek seviyelerde dinamik kontrol edilebilir enerji depolama birimlerinin ortaya çıkacağını söylemek yanlış olmayacaktır.

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 oldukça kısalmasına sebep olabilecektir [6]. Gün geçtikçe artacak talep, elektrik şebekesi üzerinde önemli bir etki oluşturacak olan bu

araçların doğru yönetilmesini ve optimize edilmesini gerekli hale getirmektedir.

3. SAYISAL UYGULAMA

MATLAB® yazılımı [9] ile hazırlanan program sayesinde, bir güne ait bir otopark işletmesinin, hizmet almak için gelen EA'lara verdiği hizmet analizi yapılarak gün sonu değerler elde edilmiştir.

Program 10 adet EA'nın rastgele sisteme girişleri ve batarya şarj durumunun da %20-%80 arasında yine rastgele bir seviyede olması durumunda Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi (PMUM) tarafından yayınlanmış bir güne ait elektrik fiyat bilgileri kullanılarak simülasyon yapılmıştır.

Araç sahibine, şarj veya deşarja başlamadan önce bataryasına ait doluluk göz önüne alınarak, deşarj (V2G) ve/veya şarj (G2V) işlemlerinden hangisini yapmak istediği sorulmaktadır. Batarya yapısının uygunluğuna bağlı olarak ise şarj (G2V) işlemi normal ve yavaş olmak üzere 2 farklı seçenekle yapılabilmektedir.

Şekil-3 Araç Tanımlama ve Mod Seçimi

Programa ait grafik arayüz Şekil-3'te, akış diyagramı da Şekil-4'te gösterilmiştir.

Simülasyonda tüm araçların batarya kapasiteleri 24 kWh, yavaş şarj/deşarj seviyesi 3.3 kWh ve normal şarj seviyesi ise 7.2 kWh olarak kabul edilmiştir.

Çeşitli saatlerde giriş yaparak tercihlerine göre şarj/deşarj işlemi gerçekleştiren 10 araçlık bir portföye sahip otopark alanı için elde edilen gün sonu sonuçları aşağıdaki şekilde elde edilmiştir;

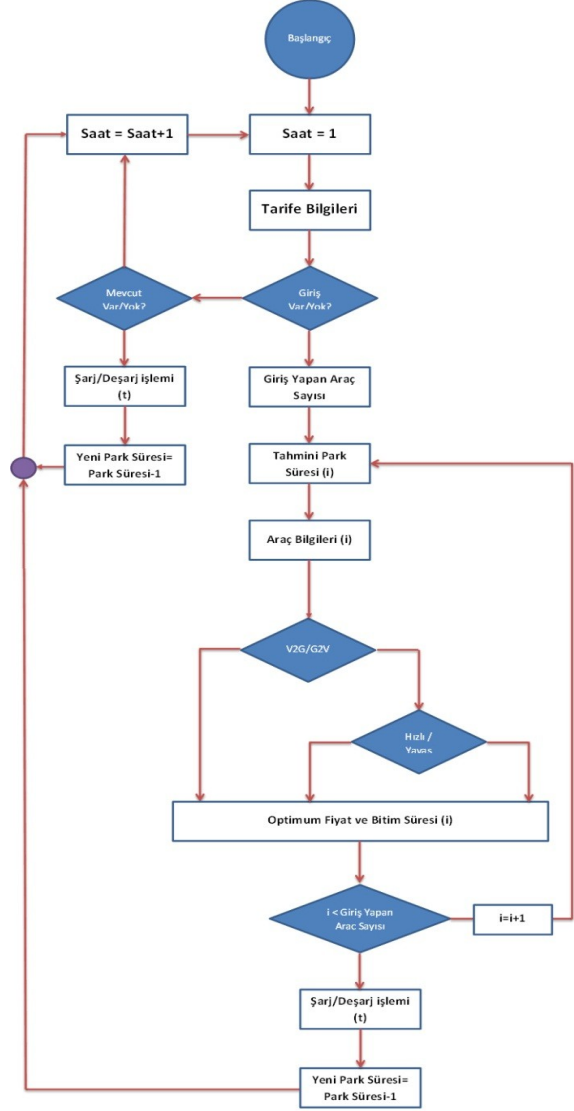
GÜN SONU OTOPARK RAPORU

Alana Giriş Yapan Araç Sayısı : 10
V2G İşlemi Yapılan Araç Sayısı : 6
G2V İşlemi Yapılan Araç Sayısı : 4

Brüt Yavaş G2V Kazancı : 4.55 TL
Brüt Normal G2V Kazancı : 4.64 TL
Brüt V2G Kazancı : 11.16 TL

Net Gün Sonu Kârı : 2.97 TL

Gün Sonunda Yapılan Toplam Enerji Satışı : 36.05 kWh
Gün Sonunda Yapılan Toplam Enerji Alımı : 59.28 kWh



Şekil-4 Programa Ait Akış Diyagramı

4. SONUÇLAR

Az sayıda araç için çeşitli kabuller yardımıyla gerçekleştirilen bu uygulama sayesinde açıkça görülmüştür ki; akıllı otopark sistemleri, gelecekte kendilerine pazar payı bulabilme potansiyeline sahip, gelişime açık ve gelecek vaat eden bir kavramdır.

Elektrikli araçların yaygınlaşarak pil ömürleri ve fiyatları ile ilgili gelişmelerin önünü açması ve

yüksek sayıda EA hizmet verebilme kapasitesine sahip “elektrikli otoparkların” ortaya çıkması ile birlikte, maddi kâr potansiyelinin yanı sıra, elektrik şebekesinin güvenilirliği ve dengesini destekleyecek hem yeni bir pazar hem de yeni bir dağıtılmış enerji üretim ve depolama sistemi kavramına sahip olunabileceği açıkça görülebilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü’nce 2012-04-02-YL03 no.lu projeye desteklenmektedir.

KAYNAKLAR

[1] W.El-Khattam, M.M.A.Salama, “Distributed generation technologies, definitions and benefits”, Electric Power Systems Research 71 (2004) 119–128.

[2] The U.S. Department of Energy (DOE), “What the smart grid means to Americans”, prepared for the U.S. Department of Energy by Litos Strategic Communication, 2009.

[Online] <http://www.doe.gov/sites/prod/files/oeprod/DocumentsandMedia/ConsumerAdvocates.pdf>

[3] Kempton, W., Letendre, S.E., “Electric vehicles as a new power source for electric utilities”. Transportation Research Part D: Transport and Environment 2 (3), 157–175, 1997

[4] Kempton, W., Tomic, J., “Vehicle-to-grid power fundamentals: calculating capacity and net revenue”, Journal of Power Sources 144 (1), 268–279. 2005

[5] Kempton, W., Tomic, J., “Vehicle-to-grid power implementation: from stabilizing the grid to supporting large-scale renewable energy”. Journal of Power Sources 144 (1), 280–294. , 2005

[6] Mladen Kezunovic et al., “PHEVs as Dynamically Configurable Dispersed Energy Storage”, Final Project Report, Texas A&M University, August 2011.

[7] Bloomberg New Energy Finance, “Electric Vehicle Battery Prices Down 14% Year On Year”, April 2012.

[Online] <http://www.bnef.com/PressReleases/view/210>

[8] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), “12/11-12/12 Arası Trafîğe Kayıt Edilmiş ve Kaydı Silinmiş Motorlu Araç Sayıları”

[Online] <http://www.tuik.gov.tr/Gosterge.do?id=3599&metod=IlgiliGosterge>

[9] MATLAB documentation: www.mathworks.com