

Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarında Güç Optimizasyonu

Onur ORAKCI¹, Dr. Abdulkadir ÖZCAN²

¹Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, KTO Karatay Üniversitesi, Türkiye

²Elektrik-Elektronik Mühendisliği / Mühendislik Fakültesi, KTO Karatay Üniversitesi, Türkiye

onur9337@gmail.com

Özet – Gelişen teknoloji ulaşım sektörünü de zamanla geliştirmiş ve karbon salınımı olmayan fosil yakıt kullanan araçlar yerine güç üretiminin elektrik motoru ile sağlanan araçlar kullanılmaya başlanmıştır. Elektrik motorlu araçlar küresel olarak izlenen çevreci uygulamalar ile desteklenmektedir. Türkiye Elektrikli ve Hibrit Araçlar Derneği'nin açıklamalarına göre 2016 yılında 44 adet, 2017 yılında 77 adet, 2018 yılında 155 adet, 2019 yılında 222 adet, 2020 yılında 844 adet 2021 yılında 1.196 adet, ve son olarak 2022 yılının ilk yarısında 2.413 adet elektrikli araç satışı gerçekleşmiştir. Bu rakamlara baktığımızda elektrikli araç sayısının katlanarak arttığını ve ilerleyen süreçte elektrikli araç sayısındaki artışın çok daha fazla olacağını yorumlamaktayız. Elektrikli araç tercihinin artması beraberinde şarj çözümleri konusunda yeni ihtiyaçlar doğurmaktadır.

Elektrikli araç kullanıcılarının büyük bir kısmı araçlarının şarj işlemini evde yapmak istemektedir. Bunun başlıca nedenleri halka açık istasyonlardaki enerji fiyatları ve şarj işlemi süresidir. Evlerde mevcut altyapı ve kullanılan enerji tüketimi gözlemlendiğinde evlere düşük güçlü şarj işlemleri için müsaitlik olduğu gözlemleniyor. Fakat elektrikli araç kullanıcıları bu düşük güç değerindeki şarj sistemleri ile çok uzun sürelerde şarj işlemi yapabilmektedirler. Bu çalışma ile evdeki mevcut altyapıyı güncellemeden, mevcut altyapıyı maksimum verimde kullanılarak çözüme ulaşma amaçlanmıştır. Elektrikli araç şarj sistemi, evin mevcut altyapı kapasitesini ve anlık olarak enerji tüketim değerlerine göre şarj işlemini yöneterek altyapı kapasitesini en doğru şekilde kullanılmasını sağlayarak kullanıcılara maksimum güçte şarj imkanı sağlayacaktır.

Bu çalışma ile ortaya koyulması planlanan optimizasyon sistemli şarj istasyonu ile kullanıcılar altyapı güncellemesi yapmadan anlık olarak en optimum şekilde elektrikli araçlarının şarj işlemlerini yapabileceklerdir. Altyapısal revize olarak yapılması muhtemel kablo kesit artırımı ve elektriksel ekipman değişimi yapılmayarak sarfiyatın önüne geçilmiş olacaktır.

Anahtar Kelimeler – Elektrikli araç şarj istasyonu, BEV, PHEV, Yük yönetimi

I. GİRİŞ

İnsanların bir yerden bir yere gitme ihtiyacı tarihin ilk zamanlarından beri vardır. Bu ihtiyacın karşılanması için farklı türlerde araçlar kullanılmıştır. Bu araçların kimisi fosil yakıtları kullanan motorlar içerirken, kimi araçlar ise güç üretimi için elektrik motorları kullanır. Elektrikli araçlar fosil yakıtlı geleneksel araçlara göre teknoloji olarak daha pahalı araçlar oldukları için tarih boyunca genellikle zengin kesim tarafınca

kullanılmıştır. Fakat teknolojik gelişmeler ile elektrikli araç fiyatları menzil ve hızlı enerji dolumu yönünden genellikle tercih edilmiştir. Fakat batarya teknolojilerinin ve elektrik motorlarındaki gelişmelerden dolayı elektrikli araç kullanımı her geçen gün artmaktadır. Yeni satılan araç listelerini incelediğimizde HEV, PHEV ve BEV satış oranının arttığını gözlemliyoruz [2].

Yapılan araştırmaya göre açığa çıkarılan sera gazının %16.1'i ulaşım kaynaklı olduğu ortaya

çıkarmıştır [3]. Ortaya çıkarılan sera gazının önüne geçmek için elektrikli araç kullanımının yaygınlaşması için ulusal ve küresel kararlar alınmaktadır. Amerika yönetimi, elektrikli araç kullanımına yönelik destekler verirken 2030 yılında kullanılan araçların %50'sinin elektrikli olmasının amaçlandığını bildirdi [6]. Ülkemizde TOGG projesi ve yapılan düzenlemeler ve alınan kararlar ile elektrikli araçlar desteklenmektedir. Ulaşımda Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik (30762 sayılı Resmi Gazete), İş yeri Açma ve Çalışma Ruhsatlarına İlişkin Yönetmelik (25902 sayılı Resmi Gazete), Planlı alanlar Tip İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik (28759) gibi mevzuat değişiklikleri bu kapsamda yapılmıştır. Elektrikli araç kullanımının yaygınlaşması, elektrikli araç şarj istasyonu ihtiyacını da artıracaktır. Elektrikli araç kullanıcıları araçlarını, araçlarına uygun özelliklerdeki şarj istasyonları veya şarj cihazları ile şarj işlemini yapmaktadır. Elektrikli araç kullanıcıları yapılan araştırma sonucunda araçlarının şarj işlemini, kendi konutlarında ve genellikle araçlarının kullanıma ihtiyaç duymadıkları gece saatlerinde yapmak istemektedir [8]. Bu istek karşısında evlerdeki altyapıya uygun olarak yer verilen şarj istasyonu, elektrikli araç kullanıcılarının şarj süresi konusundaki beklentisini karşılayamamaktadır. Süreç içerisinde şarj süresi bakımından beklentinin karşılanması için altyapısal güncellemelere ihtiyaç duyulmaktadır [5]. Elektriğin enerji ihtiyacını karşıladığı her alanda yük yönetimi altyapı için büyük önem arz etmektedir. Aynı anda çalışan bir çok yük, güç yönetimi yapılarak belli bir zaman aralığına yayıldığında kablo kesiti ve diğer şalt malzeme grubundan değişimin önüne geçilmiş olacaktır [1]. Elektrikli araç şarj sistemleri içeren alanlarda yük yönetimi yapılması yapılacak olan elektriksiz revizyon işlemlerinin önüne geçmeyi sağlayacaktır. Bu çalışmada elektrikli araç kullanıcıları için konutlarda yer verilmek istenilen elektrikli araç şarj sistemleri konusunda mevcut altyapıyı en verimli şekilde kullanımına yönelik yük dengeleme ve yönetim sistemine yer verilmiştir.

II. Elektrikli Araçlar

Geleneksel fosil yakıtlı araçlarda tekerlere güç fosil yakıt kullanan bir motor ile üretilirken, elektrikli araçlarda bu motora ilave veya tamamen

elektrik ile güç üreten bir elektrik motoru yer alır. Elektrikli araçları diğer araçlardan ayıran temel fark budur. Elektrikli araçlar yakın geçmişte gündemde olmalarına rağmen icatları ve kullanımları çok eski tarihlere dayanmaktadır. Tarihte ilk elektrikli araç Scotsman Robert Anderson tarafınca, 1932-1839 yılları arasında yapılan araç kabul edilmektedir [13].

III. Hibrit Elektrikli Araç Şarj Sistemleri

Fosil yakıtlı ve elektrik motorunun birlikte yer aldığı araçlar hibrit elektrikli araç olarak adlandırılır. Hibrit araçlar kendi içerisinde iki gruba ayrılır. Bu ayrılışın nedeni araçta yer verilen bataryanın şebeke tarafından doldurulup doldurulamamasından kaynaklıdır. Araçta yer alan bataryaların geri kazanımlı fren sistemiyle veya fosil yakıtlı motor tarafından beslenen hibrit araçlar, hibrit elektrikli araç (HEV) olarak isimlendirilir. Araçta yer alan batarya sisteminin hem araç tarafından hem de şebeke ile beslenebildiği araçlara ise Plug-in hibrit elektrikli araç (PHEV) olarak isimlendirilir [1]-[7].

IV. Elektrikli Araç Şarj Sistemleri

Plug-in hibrit (PHEV) ve bataryalı elektrikli araç (BEV) şarj istasyonları ile şarj işlemine ihtiyaç duyan araçlardır. Bu tür araçlar kendi üzerlerinde bulunan enerji besleme soketleri aracılığı ile şarj işlemini gerçekleştirirler. Bu şarj soketleri belirli standartlara göre üretilir ve çalışırlar. Elektrikli araçlarda olduğu gibi şarj istasyonları da belirli standartlar çerçevesinde, belirli güvenlik önlemlerini içerir seviyede ve özelliktedir.

A. Şarj Yöntemleri

Elektrikli araçlar kendilerine uygun olan şarj sistemleri ile bağlanırken şarj yöntemleri bağlantı ve besleme yönünden farklılık gösterir. Şuana kadar elektrikli araç şarj sistemlerinde dört farklı yöntem seçeneği kullanılmıştır [10].

Yöntem 1, 2 ve 3. şarj sistemlerinde şarj işlemi araç tarafını kontrollü bir şekilde verilen AA ile yapılmaktadır. Elektrikli araç aldığı AA'yı elektrikli araç içerisinde yer alan doğrultucular ile DA (Doğru akım)'a çevirerek elektrikli araçta yer alan bataryaların şarj işlemi sağlanmış olur.

Bu yöntemler IEC'nin (*International Electrotechnical Commission*) belirlemiş olduğu 61851-1 standardı ile sınıflandırılmıştır. Ülkemizde şarj yöntemlerine ve gereksinimlerine ise TS 13912:2021'de yer verilmiştir.

A.A.1 Yöntem 1 Şarj Sistemi

Her iki şarj bağlantı noktasının da herhangi bir kontrol veya yardımcı kontakla donatılmamış yalnızca bir kablo ve fiş kullanılarak bir elektrikli aracın bir AA (Alternatif akım) besleme ağının standart bir prizine bağlanması ile şarj işlemini sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntem ile kullanılacak olan gelirim ve anma akım değerli maksimum bu değerler olmalıdır;

- 250 V AA, 16 A tek fazlı,
- 480 V AA, 16 A üç fazlı.

Bu şarj yönteminde şarj işlemi için tasarlanan elektrikli araç besleme ekipmanı, standart fişten elektrikli araç bağlantı noktasına kadar koruyucu bir topraklama iletkeni sağlamalıdır [10]-[11].



Şekil 1. Yöntem 1 Şarj Sistemi [11]

A.A.2 Yöntem 2 Şarj Sistemi

Bu şarj yöntemi ise elektrik çarpmasına karşı kişisel koruma ve araç tarafında şarj işlemini güvenli hale getirmek için bir kontrol işlevi içerir. Sistemi bir kablo ve fiş ile elektrikli araç besleme ekipmanı kullanımının uygun olduğu bir AA prize bağlanarak şarj işlemini sağlar. Yöntem 1'e göre farkı, elektrikli araç şarj kablosu tertibatına tümleşik kontrol kutusu dahil edilmiş olmasıdır. Araç şarj işleminin yönetimi bu tümleşik kontrolcü tarafınca yapılmaktadır.

Yöntem 2 şarj işlemi için maksimum gerilim ve anma akım değerleri şu şekilde olmalıdır;

- 250 V AA, 32 A tek fazlı,
- 480 V AA 32 A üç fazlı.

Yöntem 2 şarj için tasarlanmış olan elektrikli araç besleme ekipmanı fişten, elektrikli araca kadar koruyucu topraklama iletkeni içermelidir [10]-[11].



Şekil 2. Yöntem 2 Şarj Sistemi [11]

A.A.3 Yöntem 3 Şarj Sistemi

Yöntem 3 şarj sistemi, sürekli olarak enerjilendirilmiş ve kullanıma hazır olan AA elektrikli araç besleme sistemidir. Yöntem 3'de şarj ve bağlantı kontrolü elektrikli araç besleme noktasında yer verilen kontrolcü tarafınca TS EN IEC 61851-1 : 2019-09 standartları çerçevesinde yapılmaktadır. Bu kontrolcü elektrikli araç besleme donanımı (EABD) ile elektrikli araç arasındaki bağlantının doğruluğunu, koruyucu topraklama iletken bütünlüğünü sürekli olarak kontrol edip, enerji akışının başlatılması ve kesilmesi, şarj hızının belirlenmesi gibi işlevleri gerçekleştirmek üzere iletişim ve kontrol sağlar.

İlk iki yöntemle göre daha yüksek enerji ile daha hızlı şarj işlemi sunulmaktadır. Duvar veya zemin gibi belirli bir noktaya sabitlenerek şarj işleminin sağlandığı yöntemdir. Evlerde, ofislerde, otoparklarda ve sağlanan yüksek enerji seviyesinden kaynaklı olarak trafik yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde kullanılır [11].

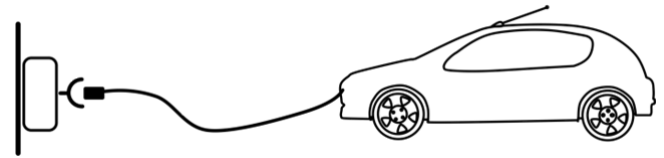
Yöntem 3 bağlantı durumu yönünden üç farklı gruba ayrılır. Bu bağlantı durumları A bağlantı durumu, B bağlantı durumu ve C bağlantı durumu olarak adlandırılır [11].

Yöntem 3 şarj işlemi için maksimum gerilim ve anma akım değerleri şu şekilde olmalıdır;

- 250 V AA, 63 A tek fazlı,
- 480 V AA 63 A üç fazlı.

A.A.3.1 A Bağlantı Durumu

A bağlantı durumunda elektrikli araç içerisinde yer alan bağdaştırıcı elektrikli araç besleme donanımına bağlanarak kontrolcü tarafından şarj işlemi için gerekli kontrollerin ardından şarj işleminin Yöntem 3'e göre yapıldığı şarj durumudur.

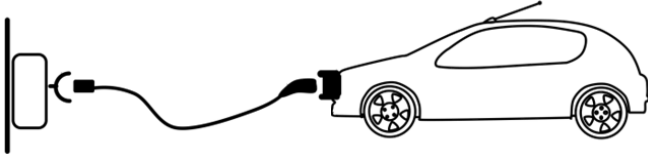


Şekil 3. Yöntem 3 Şarj Sistemi A Bağlantı Durumu [12]

A.A.3.2 B Bağlantı Durumu

B bağlantı durumunda elektrikli araç, kullanıcının araç soketine uygun olan şarj kablosu tertibatını, elektrikli araç ve elektrikli araç besleme donanımına uygun şekilde bağladığında şarj işlemi yapılabilir. Yöntem 3 şarj sistemlerinin genellikle

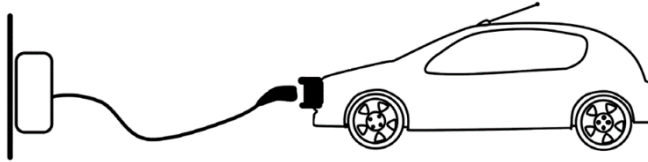
halka açık ticari amaçlı AA beslemeli araç besleme donanımlarında tercih edilmektedir.



Şekil 4. Yöntem 3 Şarj Sistemi B Bağlantı Durumu [12]

A.A.3.3 C Bağlantı Durumu

C bağlantı durumunda elektrikli araç besleme donanımında elektrikli araç için uygun tipte yer alan bağlantı tertibatı elektrikli araca doğrudan bağlanarak şarj işlemi sağlanmaktadır. Bireysel kullanımlarında B bağlantı durumu diğer bağlantı durumlarına göre daha avantajlıdır. Bunu nedeni elektrikli araç kullanıcısının kablo taşıma ihtiyacını ortadan kaldırmasıdır.



Şekil 5. Yöntem 3 Şarj Sistemi C Bağlantı Durumu [12]

A.A.4 Yöntem 4 Şarj Sitemi

Yöntem 1, 2 ve 3'e göre en büyük farkı araç besleme enerjisinin DA olmasıdır. Diğer yöntemlerde AA elektrikli araçta yer alan doğrultucular ile DA'ya dönüştürülürken Yöntem 4 Şarj Sistemlerinde doğrultucu elektrikli araç besleme donanımında yer alır. Elektrikli araç besleme donanımı tarafından DA'ya dönüştürülen enerji, elektrikli araç besleme donanımı tarafında yer verilen DA iletkeni bulunan uygun bağdaştırıcı ile elektrikli araca şarj işlemi için aktarılır [11].



Şekil 6. Yöntem 4 Şarj Sistemi [11]

B. Şarj Bağdaştırıcıları

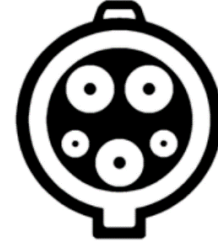
Elektrikli araç ve elektrikli araç besleme donanımları gerekli standartlar çerçevesinde bağdaştırıcı yönünden farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar ülkelere göre değişmektedir. Örneğin Japonya'da CHAdeMO bağdaştırıcıları kullanılırken, Avrupa'da Type2 ve CCS2 bağdaştırıcısı kullanılmaktadır [4].

A. AA Tipi Şarj Bağdaştırıcıları

Şarj yöntemlerinde yer alan Yöntem 1,2 ve 3'de belirtildiği üzere araçlara şarj işlemleri için AA enerji gerekli kontroller yapıldıktan sonra iletilir. Bu iletimde bağdaştırıcılar görev almaktadır. AA şarj bağdaştırıcılarında en çok Avrupa'da ve ülkemizde genellikle Type2 bağdaştırıcısı kullanılmaktadır [4].

B.A.1 Type 1 Bağdaştırıcı

Tip 1 bağdaştırıcı yöntem 1 standartlarında bağlanmak için tasarlanmıştır. Genellikle Amerika'da kullanılmaktadır. Bu bağdaştırıcı 120 V tek faz ve maksimum 16 A'e kadar güç aktarımı için tasarlanmıştır. Elektrikli araç şarj sistemi için maksimum 2kW güç akışını desteklemektedir [14]-[12].



Şekil 7. Type1 Bağdaştırıcı[9]

B.A.2 Type 2 Bağdaştırıcı

Tip 2 bağdaştırıcı genellikle Avrupa'da kullanılmaktadır. Ülkemizde de AA enerji beslemesi için en yaygın bağdaştırıcılardandır. Elektrikli aracı yöntem 2 ve yöntem 3 ile şarj etmek için tasarlanmıştır. Bu bağdaştırıcı tek faz ve üç faz enerji akışını desteklemektedir. Bu bağdaştırıcı ile maksimum üç faz ve 63 A akım ile 43kW şarj desteği sağlanmaktadır [9]-[11].



Şekil 8. Type2 Bağdaştırıcı[9]

B. DA Tipi Şarj Bağdaştırıcıları

Yöntem 4'de anlatıldığı üzere bazı elektrikli araçlar doğrudan DA ile şarj olabilirler. Bu şarj işlemi için DA tipi şarj bağdaştırıcıları kullanılmalıdır.

B.B.1 CCS 1 Bağlaştırıcı

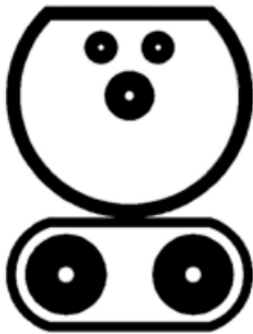
Bu bağlaştırıcı ismini Combined Charging System'den almaktadır. Combo 1 olarak da isimlendirilebilir. Bu bağlaştırıcı maksimum 80 kW'a kadardır. Bu bağlaştırıcı maksimum gerilim 500 V DA, maksimum akım ise 200 A'ya kadar çıkmaktadır. Daha çok Kuzey Amerika'da kullanılmaktadır [9].



şekil 9. Combo 1 Bağlaştırıcı[9]

B.B.2 CCS 2 Bağlaştırıcı

Bu bağlaştırıcı da ismini CCS 1 gibi almıştır. COMBO 2 bağlaştırıcısı genellikle Avrupa'da tercih edilmektedir. Ülkemizde de DA şarj işlemi için tercih edilmektedir. Bu bağlaştırıcı şarj için maksimum 1000V gerilim ve maksimum 500 A şarj akımı desteklemektedir. Maksimum şarj gücü ise 350 kW'a kadar çıkmaktadır [9].



şekil 10. Combo 2 Bağlaştırıcı[9]

B.B.3 CHAdeMO Bağlaştırıcı

CHAdeMO Bağlaştırıcısı Japonya'da geliştirilmiş ve yalnızca DA şarj sistemi için kullanılmaktadır. şuan kullanımda olan birinci versiyon CHAdeMO bağlaştırıcısı için maksimum

gerilim 500 V DA, maksimum akım 125 A ve maksimum şarj gücü ise 62,5 kW'dır. Versiyon 2 CHAdeMO ile şarj geriliminin maksimum 1000 V DA, şarj akımının maksimum 400 A ve maksimum şarj gücünün 400 kW olması beklenmektedir [9].



şekil 10. CHAdeMO Bağlaştırıcı[9]

C. şarj Standartları

Elektrikli araçlar ve elektrikli araç besleme donanımları şarj işleminin güvenliği için belirli standartlar çerçevesinde yapılmaktadır. şarj kontrol standardı için örneğin Amerika *Society of Automotive Engineers* (SAE) J1772 standardını kullanırken, Avrupa ve ülkemiz ise 61851-1 standardı güvenliğimiz ve şarj sisteminin kontrolü için hem araç tarafında hem de elektrikli araç besleme donanımı tarafında kullanılmaktadır [4].

A. şarj Kontrol Pilotları

Elektrikli araç besleme donanımında, elektrikli araç ve bağlantı teçhizatlarının bağlantılarının güvenliği, elektrikli araç güvenlik topraklaması ve araç şarj işlem durumu gibi durumlar için bağlaştırıcılarda iki farklı iletken yer alır. Bunlar Proximity Pilot ve Control Pilot'dur.

C.A.1 Proximity Pilot

Elektrikli araç besleme donanımının, elektrikli araç ile kendisi arasındaki kullanılan bağlaştırıcı ve ara iletken hakkında bilgi almak için kullanılmaktadır. Bu pin ile bağlaştırıcının doğru bağlanıp bağlanmadığı ve elektrikli araç besleme iletken kesiti ve akım taşıma kapasitesi hakkında bilgi alınmaktadır. 62196-2 Standardına göre üretilen bağlaştırıcı ve iletkenler bu pin için toprak iletkeni ile arasında özel dirençler içermektedir [12].

Tablo 1. Control Pilot Tablosu [12]

Kablo Tertibat Kapasitesi	Nominal Proximity Direnci (%3 Tolerans)	EABD Tarafından Algılanması için Direnç Aralığı
Hata Durumu	-	> 4500 Ω
13 A	1500 Ω	1100 Ω - 2460 Ω
20 A	680 Ω	400 Ω - 936 Ω
32 A	220 Ω	164 Ω - 308 Ω
63 A (Üç faz) 70 A (Tek faz)	100 Ω	80 Ω - 140 Ω
	Hata	< 60 Ω

C.A.2 Control Pilot

Elektrikli araca bağdaştırıcının doğru bağlanıp bağlanmadığını, aracın şarj işlemi için hazır olup olmadığını, şarj işlemi esnasında aracın ısındığını, aracın şarj işleminin tamamlandığını ve aracın arıza durumuna geçtiğini elektrikli araç besleme donanımı tarafından algılandığı kontrol pinidir.

Bu pin ile sadece araç hakkında bilgiler alınmaz aynı zamanda şarj işlemi başlamadan elektrikli araca besleme donanımı hakkında bilgi bu pin aracılığı ile bildirilir. Bu bilgi aracın maksimum çekebileceği akım miktarını içermektedir [12].

Tablo 2. Control Pilot Tablosu[12]

Durum	Pilot High	Pilot Low	Frekans	Direnç	Şarj Durumu
Durum A	+12V	-	DA	-	Bağlantı yok
Durum B	+9V	-12V	1 kHz	2700	Araç bağlandı
Durum C	+6V	-12V	1 kHz	880	Şarj başlat
Durum D	+3V	-12V	1 kHz	240	Soğutma gerekli
Durum E	0V	0	-	-	Hata
Durum F	+-	-12V	-	-	Hata

V. GÜNCEL KONUT ELEKTRİK TESİSATI

Güncel konutlara dağıtım firması tarafından kimi zaman üç faz enerji kimi zaman ise tek faz enerji verilir. Konuta gelen bu enerji tesisat güvenliği için otomatik sigorta ve insan çarpılmalarına yönelik koruma için de kaçak akım rölesi içermektedir. Gerekli güvenlik önlemlerinin ardından enerji evdeki yükleri beslemek için dağıtılır.

A. YÜK KONTROLÜ

Konutlarda kullanılan her türlü elektrikli eşya çalışması için belirli bir elektriksel akım çeker ve elektrik tesisatımız ve şebekemiz için bir yük oluşturur. Aynı anda birden fazla elektrikli cihazın çalışması, tesisatımıza toplu bir yük oluşturur. Bu durum enerji kalitesinde bozulmalara neden olur. Anlık yüksek yük ile pik değerlerinin oluşmaması için zaman içerisinde yayılabilecek yükleri zamana yayarak anlık pik değerini düşük seviyelerde tutmak tesisat ve enerji kalitesi için fayda sağlar [5].

VI. GÜÇ OPTİMİZASYONLU ELEKTRİKLİ ARAÇ BESLEME DONANIMI

Konutlarda, iş yerlerinde veya bireysel olarak elektrikli araç besleme donanımı eklenecek şebekelerde öncelikli olarak mevcut elektrik tesisatı kontrol edilmelidir. Normal şartlar altında tesisat güncellemesinin yapılmak istenmediği durumlarda alt yapı uygunluk seviyesine göre besleme donanımı gücü tercih edilmelidir. Genellikle mevcut konutlarda elektrik araç besleme donanımı yükler arasında düşünülmemiştir ve bu yüzden kablo kesitleri ve şalt malzemeler günümüzde eklenen elektrikli araç besleme donanımı için şarj süresi gözlemlendiğinde yetersiz kalmaktadır. Araştırmalar sonucunda kontrolsüz mevcut tesisatlara, standart tip elektrikli araç besleme donanımının eklendiğinde enerji kalitesinde düşüşler ve tesisatta konut için tehlikeli durumlar oluşturma ihtimali olduğu gözlemlenmiştir. Çözüm olarak ise tesisatlarda revizyon işlemi yapılması uygun görülmüştür [7].

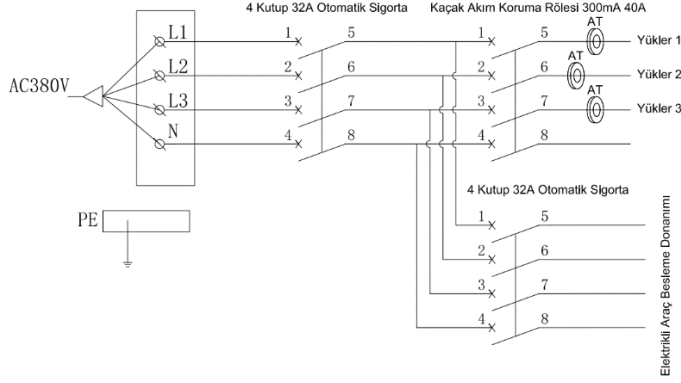
Mevcut konutlarda altyapı güncellenmesi mali yönden zorlayıcı bir durum oluşturması kaçınılmazdır. Elektrikli araç besleme donanımı, altyapı durumunu anlık olarak kontrol ederek elektrikli araç için şarj işlemini güvenli ve optimum güçte yapmalıdır. Araç şarj işleminin kontrolünü, anlık mevcut tesisat değerlerine göre yapılması olası tehlikeleri veya altyapısal güncellemeleri engellemiş olacaktır.

A. BAĞLANTI ŞEMASI

Bireysel konutlar başta olmak üzere elektrikli araç besleme donanımına yer verilecek olan sistemlerde besleme donanımı dört kutuplu sigorta kullanılarak tesisat ile ayrılmalıdır. Bağlantı gereklilikleri TSE'nin TS 13912 numaralı 'Elektrikli araç şarj üniteleri ve istasyonları -

Kurulum ve güvenlik gerekleri' standartında belirtilmiştir.

Araştırmalar sonucunda ihtiyaç duyulan güç yönetimi ve kontrollü şarj işlemi için tasarladığım bağlantı diyagramı Şekil 11'de gösterilmiştir.



Şekil 11. Güç Optimizasyonlu EABD Bağlantı Şeması

B. ÇALIŞMA PRENSİBİ

Normal olarak kullanılan yöntem 3, b bağlantı durumlu AA elektrikli araç besleme donanımı tarafından şarj işlemine başlamadan önce ve şarj esnasında, elektrikli araç ile arasındaki şarj tertibatının bağlantı durumunu ve akım taşıma kapasitesini kontrol edilmektedir. Şarj esnasında ise araç durum geçişleri kontrol edilmektedir. Elektrikli araç besleme donanımı, TS IEC 61851-1 standardına göre elektrikli araca, araç ile kendisi arasındaki bağlantı tertibatını inceledikten sonra maksimum çekebileceği akım konusunda bilgi verilmektedir. Bu araca verilen bilgi sonucunda, araç kendi batarya yönetim ve şarj sistemini maksimum akım seviyesine göre ayarlayarak şarj işlemine hazır olduğunu besleme donanımına bildirir. Besleme donanımı, hazır komutunu aldıktan sonra şarj işlemi için elektrikli araca enerji akışını sağlar.

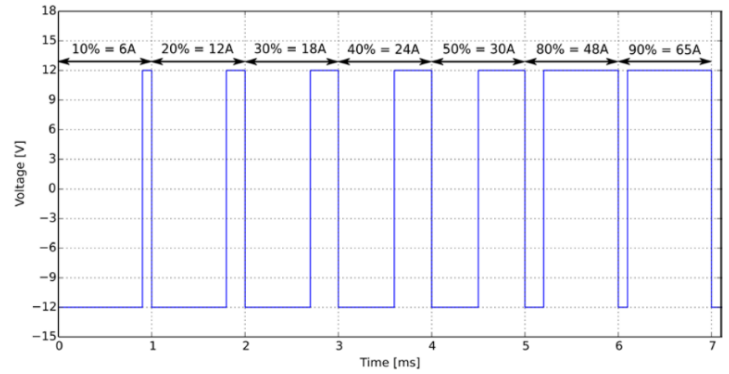
Güç optimizasyonlu elektrikli araç besleme donanımı, ana dağıtım panosu çıkışından mevcut altyapıdaki anlık yük ölçümü yapılmalıdır. Bu ölçüm Şekil 11'de gösterildiği gibi mevcut yük bağlantılarına harici takılabilecek akım trafoları ile yapılabilir. Bu ölçülen anlık yük bilgisine göre elektrikli araca verilen maksimum akım bilgisi değişiklik gösterecek ve şarj işlemi anlık olarak değişken olarak gerçekleşecektir. Enerji tüketiminin yüksek olduğu anlarda, EABD elektrikli araca şarj işleminin düşük güç için uygun olduğu bilgisini verirken, enerji tüketiminin düşük olduğu zamanlarda şarj işlemi için daha yüksek

akım değerinin uygun olduğu bilgisini vermesi amaçlanmaktadır.

VI.B.1 AKTİF SINYAL ÜRETİMİ

EABD'na bir elektrikli araç gerekli olan tertibatlar ile bağlandığında besleme donanımı, elektrikli araca maksimum akım bilgisi içeren bir sinyal gönderir. Bu sinyal TS IEC 61851-1 standardında detaylı olarak ele alınmıştır. Bununla birlikte Dr. V. Schwarzer ve Dr. R. Ghorbani'nin yazılarında bu sinyal daha net olarak açıklanmıştır. Araç tarafına CP iletkeni aracılığı ile gönderilen sinyal akım bilgilendirilmesini Şekil 12'de gösterildiği gibi gönderilmektedir. Bu gönderilen akım bilgisine göre elektrikli araç şarj işlemi yapılmaktadır.

Akım trafoları ile ölçümü yapılan anlık akım tüketimi bilgisi ve mevcut altyapı güvenilir maksimum akım taşıma kapasitesi bilgilerini kullanarak EABD anlık olarak güvenilir maksimum şarj gücünü elektrikli araca iletilmek için Control Pilot sinyali üretilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 12. Güç Optimizasyonlu EABD Bağlantı Şeması[4]

VII. SONUÇLAR

Yapılan araştırmalar ve çalışmalar sonucunda elektrikli araç kullanımının hızla artması beklenmektedir. Elektrikli araç kullanıcıları elektrikli araçlarını konutlarında veya iş yerleri gibi yerlerde araçlarını kullanmadıkları zaman diliminde şarj işlemi yapmak istemektedir. Bu zaman dilimi yapılan araştırmalar sonucunda konutlar için 18:00 'dan ve 21:00'dan sonra olarak ön görülmüştür [8]. Bu saat diliminde konutlarda zorunlu kullanım yükleri de aktif olduğu için anlık enerji tüketim değerinin pik zamanıdır. Tercih edilmek istenen şarj zaman dilimi de aynı zamanda olduğu için altyapı güncellemesi şarj işlemi uygunluğu için kaçınılmaz olacaktır [5]. Bu pik zamanında optimal enerji yönetimi ile

yönetildiğinde elektrikli araçların şarj işlemleri güvenli ve optimal şekilde yapılması ön görülmüştür. Elektrikli araç sayıları ve gelecek satış rakamları incelendiğinde yapılması muhtemel olan elektrikli altyapısal revizeleri ile kablo ve şalt grubu elektrik malzeme ihtiyacı önlenmiş olacaktır.

TEŞEKKÜR

Yapmış olduğum araştırmalarım ve çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikimi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren ve destek olan değerli danışmanım sayın Dr. Öğr. Üyesi Abdulkadir ÖZCAN'a, ve bu süre boyunca yardımlarını esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

ICEANS 2022 için beni ve çalışmamı kabul ettiği için Dr. Öğr. Üyesi Umut ÖZKAYA'ya teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında döküman desteği sağlayan MEPSAN A.Ş yönetim kurulu başkanı M. Levent BULGURCU, Berkehan BULGURCU ve yeni nesil enerji sistemleri yöneticisi Orkun ACAR'a teşekkürü borç bilirim.

KAYNAKLAR

- [1] A. Gainulenko, "Load Management Solutions for Electric Vehicle Chargers in a Software as a Service Platform" Bachelor's Thesis, Metropolia University of Applied Sciences, Helsinki, Finland, May 2021.
- [2] B. Bayram. (2022) Genel. [Online]. Available: <https://www.tehad.org/2022/01/16/2021-yili-elektrikli-ve-hibrid-satis-rakamlari-belli-oldu/>
- [3] D. Eroğlu. (2020) Teyit Dosya yazıları. [Online]. Available: <https://teyit.org/ulasim-kisisel-tercihler-ve-planlama-sera-gazi-emisyonlarında-ne-kadar-etkili>
- [4] Dr. V. Schwarzer and Dr. R. Ghorbani, " Current State-of-the-Art of EV Chargers", Electric Vehicle Transportation Center, Feb. 2015.
- [5] E. Çetin , "Elektrikli araç şarj istasyonu entegre edilen mevcut bir elektrik tesisatındaki revizyon ihtiyacının Simaris ortamında incelenmesi", Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, c. 28, sayı. 2, ss. 222-233, Nis. 2022.
- [6] K. Heintz, Expanding Electric Vehicle Adoption in Rural Communities, Boston, Amerika, 2023.
- [7] L. Longo, "Optimal design of an EV fast charging station coupled with storage in Stockholm," Master of Science Thesis, KTH School of Industrial Engineering and Management, Stokholm, Sweden, Feb. 2017.
- [8] Ö. F. Bostan, vd, "Elektrikli Otomobillerin Dağıtım Sistemleri Üzerindeki Olası Etkilerinin İncelenmesi" pp. 213-217, May. 2011.
- [9] R. Raff, vd. "Overview of charging modes and connectors for the electric vehicles" 7th International Youth Conference on Energy, 2019.
- [10] S. Hahib , " A Comprehensive Study of Implemented International Standards, Technical Challenges, Impacts

and Prospects for Electric Vehicles", g, Shanghai Jiao Tong University, IEEE Access, Shanghai, China, March. 2018.

- [11] TSE, Türk Standardları Enstitüsü. Electrical araç şarj üniteleri ve istasyonları - Kurulum ve güvenlik gerekleri. Türkiye: Türk Standardları Enstitüsü, Kabul 30 Eylül 2021, TS 13912.
- [12] TSE, Türk Standardları Enstitüsü. Elektrikli taşıtların iletken şarj sistemleri-Bölüm 1: Genel özellikler. Türkiye: Türk Standardları Enstitüsü, Kabul 30 Eylül 2019, TS EN IEC 61851-1.
- [13] Z. Yu, "Large Scale Charging Of Electric Vehicles: Technology and Economy," Graduate School thesis, Cornell University, Ithaca, NewYork USA, Jan. 2017.