

ELEKTRİKLİ ŞARJ İSTASYONLARININ DAĞITIM ŞEBEKESİNE OLASI ETKİLERİ

Rauf YAPICI¹, Doruk GÜNEŞ¹, Doç.Dr.NURAN YÖRÜKEREN¹

¹Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Elektrik Mühendisliği Bölümü

rauf.yapici@gmail.com, dorukgunes91@gmail.com, nurcan@kocaeli.edu.tr

Özet

Artan sera gazı oranları ve aynı zamanda mevcut fosil yakıtların hızla tükenmekte olması ulaşım sektöründe elektrikli araçları gündemde ön sıralara getirmiştir. Konuyla alakalı literatür incelendiğinde, elektrikli şarj istasyonlarının hala güncelliğini koruduğu ve ülkemiz ölünde de incelenmeyi bekleyen birçok probleminin de bulunduğu görülmektedir. Bu çalışma ile elektrikli araç şarj istasyonlarının elektrik dağıtım şebekesine yapacağı olumsuz etkilerin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

1. Giriş

Atmosfer içerisinde artan sera gazları ve aynı zamanda mevcut fosil yakıtların hızla tükenmekte olması ulaşım sektöründe elektrikli araçları gündemde ön sıralara getirmiştir. Küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının oluşumuna büyük oranda, çoğunluğu motorlu taşıtlar tarafından kullanılan petrol gibi fosil yakıtları sebebiyet vermektedir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun Ocak 2015 verilerine göre trafiğe kayıtlı araç sayısı 19 milyona ulaşmıştır.[1] Bu araç sayısının sera gazı salınımında büyük paya sahip olacağı kabul edildiğinde elektrikli araçların kullanımının artması çevrenin korunması noktasında büyük önem arz etmektedir.

Elektrikli araç yapıları hem ulaşım sektöründe hem de enerji sektöründe yeni ve gelişmeye açık konumdadır. Ancak özellikle ülkemizde elektrikli araçların henüz kullanımının yaygınlaşmaması ve yeni bir teknoloji olması nedeniyle elektrik şebekesine etkileriyle henüz karşılaşılmamıştır.

Elektrikli araçlar konutlarda veya otopark gibi özel işletmelerde şarj edilerek enerjilerini dağıtım şebekesinden sağlamaktadırlar. Bu da şebeke açısından bakıldığında dağıtım şebekesine ekstra yük anlamına gelmektedir. Her ne kadar elektrik sistemlerinin bütün kademeleri artan talepten etkilense de bu çalışma da bu artan talebin elektrik dağıtım sistemine üzerine etkilerine yoğunlaşmıştır.

Elektrikli araçlar içerisinde barındırdığı lineer olmayan güç yarı iletkenleri sayesinde birer harmonik akım kaynağı olarak modellenmektedir. Literatürde yapılan çalışmalarda EA'ların güç kalitesine etkileri üzerine çok az çalışma olmasına rağmen gelecekte yaygınlaşması beklenen araçlar için mutlaka güç kalitesi özellikle de harmonikler üzerine gerekli çalışmalar yapılarak önlemler alınmalıdır.

Bu çalışmanın elektrikli araç şarj istasyonlarının dağıtım şebekesine AG modeline ait analizleri incelenmiştir.

2. Elektrikli Araç Teknolojileri

Günümüzdeki araç teknolojisinde tahrik mekanizması olarak içten yanmalı motorlar ve enerji kaynağı olarak da benzin ve dizel gibi fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Fosil yakıtların dünya üzerindeki rezervlerinin giderek azalmakta ve ekonomik krizler nedeniyle petrol fiyatları giderek artmaktadır. Hatta geçmiş yıllarda yaşanan olaylarda dönemsel olarak fosil yakıtlarının temininde problemler yaşanmıştır. Aynı zamanda mevcut araçların egzozlarından çıkan gazların çevreye olan tüm etkileri bilinmemekte ve bu etkileri öğrenmeye ve önlemeye yönelik çalışmalar ise hala devam etmektedir.

Gelişmiş devletler ve otomotiv üreticileri yukarıdaki nedenlerden dolayı mevcut araç teknolojisine alternatif üretmek için çalışmalar yapmaktadırlar. Bu alternatiflerden güncelliğini en çok koruyan ve geleceğin araç teknolojisi olarak tanımlanan elektrikli araç teknolojileridir.

Elektrikli araçlar sahip oldukları donanımlar ve çalışma prensiplerindeki farklılıklar sebebiyle kendi içerisinde sınıflandırılmaktadır. Elektrikli araçlar üç grup altında incelenebilir:

- Tam elektrikli araçlar(TEA)
- Hibrit elektrikli araçlar(HEA)

- Yakıt hücreli elektrikli araçlar

Hibrit elektrikli araçlar; içten yanmalı motor (İYM) ile elektrik motorunun birlikte tahrik amacıyla kullanıldığı araçlardır. HEA'larda farklı yöntemler ile elektrik enerjisi depo edilir ve bu enerji elektrik motorunda kullanılarak, hem egzoz emisyonları hem de yakıt tüketimi açısından, konvansiyonel araçlara göre üstünlükler sağlanmaktadır. Ayrıca HEA'larda; konvansiyonel araçlarda ısı şeklinde kaybedilen frenleme enerjisini depolayabilmek için elektrik motoru generatör olarak çalıştırılabilmektedir. Ayrıca HEA'larda iki farklı tahrik sisteminin kullanılması, iki farklı kaynağın verimleri açısından optimize edilerek, konvansiyonel bir araca göre yakıt tüketimi ve emisyon açısından daha verimli hale gelmelerini sağlamaktadır [2]. HEA'lar kendi içinde farklı tiplere ayrılmaktadır. Ancak son yıllarda üzerinde yoğunlukla çalışılan yeni bir HEA tipi bulunmaktadır. Bu tip ise şarj edilebilen (Plug-in) hibrit elektrikli araçlardır (PHEA). PHEA'lar sahip oldukları yapı sayesinde şebekeye bağlanarak şarj olabilmektedir.

HEA'lar, tamamen elektrikli araçların uzun bir seyahat menzili sağlayamaması, bataryaların ağır ve verimlerinin düşük olması ve elektrik motorlarının maliyetinin pahalı olması nedeniyle bu araçlar bir geçiş teknolojisi olarak kullanılmaktadır. Ancak bu araçlar da fosil yakıtlara bağımlıdır. Ayrıca, hem iki adet motora sahip olması hem de daha fazla üniteye sahip olması HEA'ların ağır olmalarına sebep olmaktadır. Bu sebeplerle, HEA'nın verimleri tamamen elektrikli araçlarla karşılaştırıldığında oldukça düşüktür.

PHEA'lar aynı zamanda belirli mesafeler için tam elektrikli şekilde kullanılabilir ve faydalı frenleme ile veya şebekeden doğrudan şarj olabilir böylece fosil yakıtla olan bağımlılık azaltılabilir. Hidrojenli alternatif araçlardan farklı olarak PHEA'ların evlerde şarj edilebilmesi için gereken alt yapı hâlihazırda mevcuttur. Yine de bu sistemlerin kullanılması için dağıtım şebekelerinde güçlendirmelerin yapılması gerekmektedir. Bunların yanı sıra PHEA'larla ilgili birtakım olumsuzluklarda mevcuttur. PHEA'ların batarya yapıları pahalı olmakla birlikte ömürleri araçların ömürlerinden daha kısadır. Aynı zamanda uzun mesafeleri kat edebilecek batarya sistemlerinin boyutları araçta hatırı sayılır hacimlere ulaşabilmektedir.

Yakıt hücreli EA'lar, TEA'ların menzilin azlığı ve bataryalarının uzun şarj süresi problemleri üzerine ön plana çıkan bir araç tipidir [3]. Yakıt hücreli EA'lar, konvansiyonel araçlara göre enerji bakımından daha verimli ve çevre dostu bir uygulamadır. Günümüzde taşıt emisyonlarının çevre

kirliliği üzerindeki etkileri düşünüldüğünde, yakıt hücreli EA'larda yakıt olarak hidrojen kullanıldığından emisyon olarak sadece su meydana çıkmaktadır [3]. Menzil açısından diğer EA'lar ile karşılaştırıldığında ise, TEA'lar ve HEA'lar arasında bir menzile sahiptir. Şu anda bu aracın en önemli problemleri ise hidrojenin depolanması ve yakıt hücresi teknolojisinin pahalı olmasıdır. Bu problemlerden dolayı yakıt hücreli EA'lar, yakın gelecekte ticari olarak kullanılmaları mümkün gözükmeyen uzun vadeli bir çözümdür.

Tam elektrik araçlar [TEA], sıfır emisyonlu araçlar olarak adlandırılmakta ve çevreye duyarlı araçlar olmaları nedeniyle konvansiyonel araçlara alternatif olarak gösterilmektedirler. Bu araçların ön plana çıkan özelliklerinden birisi de şarj işlemi için aracın bir fiş ile şebekeye bağlanabilmesidir. Bu sayede elektrik olan her yerde EA şarj edilebilmektedir. Ancak günümüzde bu araçların yaygınlaşmasını sınırlayan bazı faktörler bulunmaktadır. Şu anda sınırlayıcı etkenlerin başında TEA'ların menzilleri ve batarya maliyetleri gelmektedir.[4] TEA'ların menzilleri, gelişen batarya teknolojisine bağlı olarak artmaktadır. [5] Ayrıca batarya teknolojisindeki gelişmeler sayesinde batarya maliyetlerinin azalması öngörülmektedir. Bu gelişmeler EA'lar için önem arz etmektedir, bu sayede TEA'lar istenilen özelliklere kavuşmakta ve popülerlikleri de artmaktadır.

2.1. Şarj Yöntemleri

Elektrikli araçların şarj edilebilmeleri için evlerde, büyük otoparklarda ve alışveriş merkezlerinde şarj istasyonları bulunmaktadır. Dünya genelinde elektrikli araç şarj istasyonları ile ilgili farklı standartlar ortaya konulmuştur. Japonya CHAdeMO standardını benimsemiş olup araçları doğru akım ile şarj eden üniteler geliştirilmektedir. Burada alternatif akımı doğrultma işlemi şarj istasyonunun içerisinde yapılarak doğru akım elde edilir ve buradan doğru akımla şarj edilir. Bu şekilde araçlara 62.5 kW'a kadar enerji aktarımı yapılabilmektedir.[6] Avrupa'da benimsenen IEC 62196 standardı ise AC şarj ile 3 faz 43.5 kW'a kadar enerji aktarımı yapılabilmektedir. Burada da alternatif akımı doğrultma işlemi ve elektrikli aracın üzerinde yapılmaktadır. Amerika ise SAE J1772 standardı ile 19.2 kW'a kadar şarj yapılabilmektedir [7]. Bu standartlardan yola çıkarak şarj karakteristikleri diye nitelendirilen güç değerleri, akım değerleri ve şarj süreleri Tablo-1'de gösterilmektedir.

Tablo 1 Elektrikli araç şarj istasyonu karakteristik değerleri

ŞARJ KARAKTERİSTİKLERİ						
	Gerilim	Faz Sayısı	Akım	Güç	Şarj Tipi	Süre
1	208-240V AC	TEK FAZ	15-20A	2.8-3.8 KW	YAVAŞ ŞARJ	5-12 saat
2	208-240V AC	ÜÇ FAZ	20-80A	3.8-15 KW	ORTA ŞARJ	1-4 saat
3	208-240V AC	ÜÇ FAZ	>85A	15-96 KW	HIZLI ŞARJ	0-1 saat
4	600V DC	DC	32-250A	15-240 KW	HIZLI ŞARJ	0-1 saat

Elektrikli araçlarının elektrik sistemlerine etkileri çalışmalarında araç şarj karakteristikleri yanı sıra şarj olma zamanları da kritik önem taşımaktadır. Elektrik sistemi ekipmanlarının fazla yüklendiği zaman dilimlerinde elektrikli araçların şarj olduğu varsayılırsa kabloların fazla ısındığı ve transformatörlerin fazla yüklendiği görülmektedir.

Elektrikli araç şarj istasyonlarının dağıtım şebekelerine etkileri çalışmaları incelendiğinde ülkeler bazında ilerleyen yıllar için elektrikli araçların sayılarına ilişkin istatistiksel veriler bulunmaktadır. Bu verilerden yola çıkarak dağıtım şebekesi ekipmanları üzerinde etkileri incelenebilmektedir.

2.2. Güç Kalitesi

EA şarj işleminde kullanılan batarya şarj cihazları alternatif gerilimden doğru gerilime dönüşüm için güç elektroniği elemanlarını kullanırlar. Bu dönüşüm süreci gerilim ve akım harmonik bozulmalara neden olabilir. Tristör kullanılarak yapılan doğrultma işlemlerinin 101,81% gibi yüksek toplam harmonik bozulmalara (THB) neden olduğu gözlenmiştir [8-9]. Günümüzde darbe genişlik modülasyonunun (PWM) kullanıldığı güç elektroniği cihazları tristör kontrollü cihazlara göre daha az harmonik etkiler oluşturmaktadır [10]. Tristör tabanlı doğrultma %28.16 oranında toplam harmonik bozulma oluştururken, PWM tabanlı doğrultma %0.18 bozulma oluşturmaktadır [11]. Bu bozulma, filtrelerin kullanımı ile daha da azaltılabilir.

Evler gibi tek fazlı kaynaklar ile EA'ların şarjı, gerilim ve akım dengesizliği oluşturabilir. Bazı durumlarda bu gerilim dengesizliği % 3 limit değerinin dışına çıkabilir [12].

Yapılan başka bir çalışmada örnek şebeke modeli üzerinde şarj karakteristiklerine, şarj sürelerine ve EA'ların nüfuz seviyesine bağlı olarak şebekede meydana gelen olumsuzlukları ve güç kalitesine olan etkilerini incelemek üzere analizler gerçekleştirilmiştir.[13]

EA'ların harmonik kaynakları olduklarından yola çıkılarak elektrikli araçların modellenmesi yapılırken bu çalışmada 16 kW'lık bataryanın şarj olurken şebekeye verdiği “%” harmonik akım değerleri Tablo 2’de gösterilmiştir. EA’lar harmonik içeren yük olarak modellenmiştir.

Tablo 2 EA’nın şarj olması durumunda hat akımının harmonik bileşenleri

Harmonik Sırası(h)	Büyüklik
1	100
5	22
7	19
11	8.5
13	6.5
THD _i	31.90%

Elektrikli araçların Avrupa genelinde 240 V tek fazlı sistemlerden şarj edildiği bilinmektedir. Bu durumda normal şarj durumunda elektrikli araçlar 6 saatte şarj olup şebekeye 2.4 kW’lık ek yük sağlamaktadır. Orta şarj durumunda EA’lar 4 saatte şarj olup şebekeye 3.6 kW’lık ek yük sağlamaktadırlar. Hızlı şarj durumunda EA’lar %80 doluluk oranına 1 saatte ulaşır şebekeye 11.4 kW ‘lık ek yük sağlamaktadırlar.

Modelde seçilen AG seviyesinde 14 düğümde elektrikli araçların nüfuz seviyesi %20 ve %80, üç farklı şarj durumu ve üç farklı şarj olma zamanı için harmonik yük akışı analizleri yapılarak düğümlerdeki gerilimleri ve toplam harmonik gerilim değerleri hesaplanmıştır.

Normal şarj düşük seviyede EA’ların bulunduğu durumda harmonik seviyeleri ve gerilim sapmaları düşük ve kayıplar minimum seviyededir. Buna göre yüklenmenin düşük olduğu, normal şarj durumu ve EA nüfuz seviyesi %20 iken 08:00-17:00 saatleri arasında THD(%) 3.12’dir. Yüklenmenin en yüksek olduğu, hızlı şarj durumu ve EA nüfuz seviyesi %80

iken 17:00-23:00 saatleri arasında THD(%) 44.92 olarak hesaplanmıştır.

3. Şebeke Analizleri

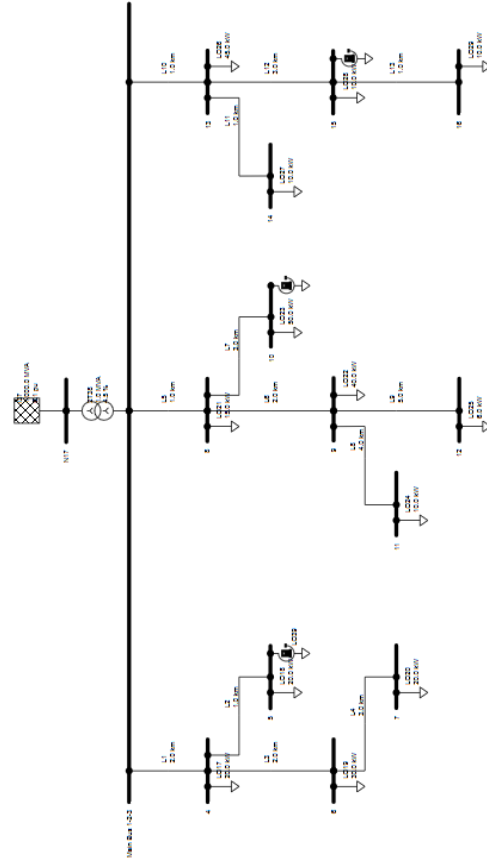
Elektrikli araç yapılarının hızla gelişmesi ve sıradan içten yanmalı araçlar ile her yönden rekabet edebilecek seviyelere gelmesi ile birlikte bu araçların günlük hayatlarımıza girmesi kaçınılmaz bir hal almıştır. Günümüzde elektrikli araçların sayısındaki artış ile orantılı olarak şarj istasyonlarının yaygınlığı da artmaktadır. Otopark, alışveriş merkezleri ile toplu konut gibi büyük ve merkezi lokasyonların dışında insanlar bireysel olarak da evlerine elektrikli araç şarj istasyonları kurabilmektedirler. Tüm bu gelişmeler elektrik şebekesi için ilave yük anlamına gelmektedir dolayısıyla elektrik şebekeleri ve dağıtım sistemleri de bu değişimlere hazırlıklı olmalıdır.

Sistem genelinde yaşanacak bu yük artışının sistem elemanlarının yüklenme değerlerine yansması kaçınılmazdır. Şarj taleplerinde görülecek artış ile transformator yüklenme değerleri artacak ve hali hazırda zorlanan noktalardaki yüklenme değerleri limit seviyelerin üzerine çıkabilecektir.

Mevcut dağıtım transformatorlerinin ilave elektrikli araç şarj istasyonu yükü ile birlikte yüklenme limiti aşılmaya bile yüklenme değerlerindeki artış ısınmayı artırarak transformator ömrünün azalmasına neden olacaktır.

Gelecek şarj istasyonu yükünden tek etkilenecek eleman transformatorler değildir. Sistemdeki hat ve kablolar da incelenmelidir. Bunların yanında kayıp değerlerindeki artış ve gerilim düşümleri de incelenmesi gereken diğer konulardır.

Enerji kalitesini etkileyen konuların elektrikli araç şarj istasyonlarının sayısındaki artış ile nasıl etkileneceğinin incelenmesi için bilgisayar ortamında AG dağıtım şebekeleri oluşturulmuştur ve üzerlerinde analizler yardımıyla incelemeler gerçekleştirilmiştir. Şekil 1’de gösterilen şebeke modelinde 400 kVA’lık bir dağıtım transformatorü ve altındaki yükleri temsil edecek şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 1 Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarının Bağlantısının Ardından Modelin Görüntüsü

Yük akışı analizleri ile modelde ilk olarak şarj istasyonlarının bağlantısından önce şebekenin durumu incelenmiştir. İkinci olarak yalnızca 5 no’lu baraya yapılacak şarj istasyonu bağlantısından sonra istasyonların şebeke üzerindeki etkisi, üçüncü olarak da numaralandırılan üç baraya da yapılacak şarj istasyonu bağlantısından sonra istasyonlarının şebekeye etkileri incelenmiştir. Modelde gösterilen transformatorün yükle değerleri Tablo 3’te gösterilmektedir.

Tablo 3 Transformatorün Yükleme Değerinin Şarj İstasyonu Bağlantılarından Önce ve Sonraki Değerleri

	EA Şarj İstasyonu Yokken	1 adet EA Şarj İstasyonu	3 adet EA Şarj İstasyonu
Transformator Yükleme Değeri (%)	63	75	97

Belirlenen üç baraya üç faz 32 A değerlerindeki şarj üniteleri bağlandığında 400 kVA gücündeki transformatorün yüklenme değerinin %63’den tek bir şarj istasyonu bağlandığında %75’e ve üç şarj istasyonu da bağlandığında %97’ye çıktığı görülmüştür. Sistemde hat yüklenmeleri ise Tablo 4’te gösterilmektedir.

Tablo 4 Sistemdeki Hatların Yükleme Oranlarının Değişimi

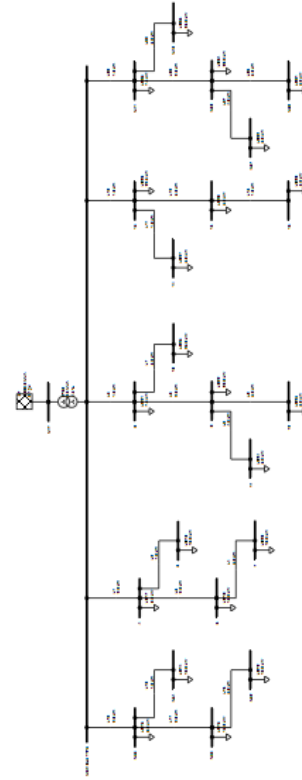
Hat Adı	EA Şarj İstasyonu Yokken	1 adet EA Şarj İstasyonu(I/Ib)	3 adet EA Şarj İstasyonu(I/Ib)
L1	18.02	29.83	29.90
L2	6.00	20.36	20.43
L3	16.94	17.62	17.64
L4	7.01	7.09	7.09
L5	31.75	31.79	43.04
L6	18.76	18.79	19.43
L7	17.31	17.33	30.88
L8	3.46	3.46	3.53
L9	2.06	2.06	2.11
L10	16.71	16.73	29.13
L11	2.81	2.81	2.92
L12	5.93	5.93	21.16
L13	2.98	2.98	3.54

Elektrikli araç şarj istasyonlarının bağlandığı baraları besleyen hat ve kabloların yüklenme değerlerinin arttığı görülmüştür. Line 5 (L5), Line 7 (L7) ve Line 12 (L12) gibi hatlardaki yüksek artış değerleri elektrikli araç şarj istasyonlarının entegrasyonu sırasında hat yüklenmelerinin de önemli bir şekilde arttığı görülmektedir.

Oluşturulan sistemdeki hatlar üzerinde yaşanan kayıp değerleri şarj istasyonlarının bağlantısı öncesinde 26 kW iken 5 no'lu baraya yapılacak şarj istasyonu bağlantısının ardından 35 kW'a ve tüm istasyonların bağlantısı yapıldıktan sonra 61 kW değerine yükselmiştir.

Gerçekleştirilen araştırmalarda ve oluşturulan model üzerinde yapılan analizler göstermektedir ki elektrikli araç şarj istasyonlarının şebeke içindeki varlığı (penetrasyon seviyesi) arttıkça şebekeye yansımaları beklenen etkileri de artmaktadır.

Bu etkileri karşılaştırarak değerlendirebilmek için aşağıda yeni bir sistem oluşturulmuştur. Bu sistemde 630 kVA'lık bir dağıtım trafosu ve altındaki yükler modellenerek analizler gerçekleştirilmiştir. Yükler modellenirken elektrikli araç şarj istasyonlarının şebeke içerisindeki farklı penetrasyon seviyeleri için hat ve trafo yüklenmeleri, kayıplar, gerilim değişimleri ve harmonik analizleriyle elde edilen sonuçlar gösterilmiştir. Oluşturulan model ve mevcut durumdaki yük akışı analizi sonuçları Şekil 2'deki gibidir.



Şekil 2 Elektrikli Araç Şarj İstasyonları Bağlantısı Öncesinde Modellenen Yeni Şebekenin Yük Akışı Analizi Sonuçları

Yukarıda gösterilen sisteme entegre edilecek elektrikli araç şarj istasyonlarının sistem içerisindeki %5, %10, %20 ve %30 penetrasyon seviyelerindeki değerleri için analizler tekrarlanmış ve sonuçlar kayıt edilmiştir.

Hesaplanan değerlere göre farklı penetrasyon seviyelerinde hat yüklenmelerindeki değişimi Tablo 5'te gösterilmektedir.

Tablo 5 Farklı Penetrasyon Seviyelerinde Hat Yüklemlerindeki Değişim

Hatların Yükleme Değerleri [l/lb%]					
Hat Adı	0%	5%	10%	20%	30%
L1	28.77	30.42	32.07	35.30	38.44
L2	6.44	6.85	7.27	8.13	8.97
L3	17.61	18.54	19.42	21.05	22.51
L4	7.10	7.42	7.73	8.28	8.74
L5	31.93	33.89	35.80	39.48	42.95
L6	18.89	20.10	21.29	23.58	25.74
L7	17.39	18.42	19.42	21.30	23.04
L8	3.47	3.68	3.88	4.26	4.61
L9	2.07	2.19	2.32	2.55	2.77
L10	16.80	17.72	18.64	20.52	22.43
L11	2.83	2.98	3.13	3.44	3.76
L12	5.96	6.31	6.65	7.37	8.10
L13	3.00	3.17	3.35	3.71	4.08
L76	7.10	7.42	7.73	8.28	8.74
L77	17.61	18.54	19.42	21.05	22.51
L78	6.44	6.85	7.27	8.13	8.97
L79	28.77	30.42	32.07	35.30	38.44
L86	2.07	2.19	2.32	2.55	2.77
L87	3.47	3.68	3.88	4.26	4.61
L88	17.39	18.42	19.42	21.30	23.04
L89	18.89	20.10	21.29	23.58	25.74
L90	31.93	33.89	35.80	39.48	42.95

Farklı penetrasyon seviyelerinde trafo yüklenmesindeki değişimi Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6 Farklı Penetrasyon Seviyelerinde Transformatör Yüklemlerindeki Değişim

Transformatörün Yükleme Değerleri [l/lb%]					
Transformatör	0%	5%	10%	20%	30%
34.5/0.4 kV Transformatör	48.3	51.7	61	65.5	70

Elektrikli araç şarj istasyonlarının sistem içerisindeki farklı penetrasyon seviyeleri için gerçekleştirilen analiz çalışmalarında sistemdeki hatlarda meydana gelen kayıp değerleri ise Tablo 7'de gösterilmektedir.

Tablo 7 Farklı Penetrasyon Seviyelerinde Toplam Hat Kayıpları

Hatların Kayıp Değerleri [kW]					
Kayıplar	0%	5%	10%	20%	30%
Toplam Hat Kayıpları	55	62	77	93	109

4. Sonuçlar

Günümüzde PHEA'ların entegrasyonu birçok araştırmaya konu olsa da şebeke üzerine kayıplar ve gerilim değişimi yönünden etkilerini araştıran çalışmalar nadiren gerçekleştirilmektedir. Günümüzde akıllı şebekelere duyulan ilginin sonucu olarak şarj kontrolünün sağlanması elektrikli taşıtlarla ilgili endişeleri azaltılabilir. Ancak PHEA'ların şarj süreci yönetilemediğinde yalnızca elektrik üretim sisteminde değil alçak gerilim seviyesinde de ciddi şebeke problemleri ortaya çıkmaktadır.

PHEA'lar çeşitli güçlerde ve farklı lokasyonlarda şarj olabilir. Otoparklarda ve şarj istasyonlarında hızlı şarj yapıları uygulanabilir. Ancak yavaş şarj genellikle evlerde yapılmaktadır. Yavaş şarj işlemi için gereken enerji toplam tüketime göre çok düşük kalsa da toplam mesken yüklerini arttıracığı için dağıtım şebekesi içerisinde göz ardı edilmemesi gereken bir etkidir. Araçların şarj edilmesi gereken anlarda dağıtım şebekesi kayıplar, gerilim değişimleri, fider ve trafoların yüklenmeleri gibi şebeke parametreleri incelenmiştir. PHEA'lar kontrol edilebilir yükler olarak düşünülebilir. Ayrıca hızlı şarj durumunda şebekeye yavaş şarj durumundan çok daha fazla ilave yük getireceği düşünülürse buna uygun senaryolar çalıştırılmalı ve önlemler alınmalıdır.

5. Kaynaklar

- [1].Türkiye İstatistik Kurumu,18765, 13Mayıs 2015
- [2]. Boyalı, A., "Hibrid Elektrikli Yol Taşıtlarının Modellenmesi", Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008.
- [3].Husain, İ., "Electric and Hybrid Vehicles Design Fundamentals", CRC press, New York, 2003.
- [4]. Gomez, J.C, Medhat, M.M, "Impact of EV Battery Chargers on the Power Quality of Distribution Systems", IEEE Transactions on Power Delivery, vol.18, no.3, 2008.
- [5]. Morcos, M.M., v.d., "Battery Chargers for Electric Vehicles", IEEE Power Engineering Review,2000

- [6]. TEPCO (2010-03-15). "General Outline of CHAdeMO Association".
- [7]. "SAE Ground Vehicle Standards Status of work – PHEV +". SAE International. 2010-01. pp. 1–7.
- [8]. S.H.Berisha et al., "Current harmonics generated by electric vehicle battery chargers," (Proceedings of the 1996 International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems for Industrial Growth, Jan 1996, pp. 584-589).
- [9]. Grid for Vehicles, "Impacts of EV on power systems and minimal control solutions to mitigate these" (WP6.1, May 2011, pp. 108-115)
- [10]. J.C.Gomez and M.M.Morcos, "Impact of EV battery chargers on the power quality of distribution systems,"(IEEE Transactions on Power Delivery, Jul 2003,vol.18, no.3,pp. 975-981).
- [11]. E.C.Bentley et al., "The interactive effects of multiple EV chargers within a distribution network," (2010 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, Sept 2010, pp. 1-6).
- [12].Elektrik Dağıtımı ve Perakende Satışına İlişkin Hizmet Kalitesi Yönetmeliği,09.10.2013.
- [13]. Paul S. Moses, Student Member, IEEE, Sara Deilami, Student Member, IEEE, Amir S. Masoum, Power Quality of Smart Grids with Plug-in Electric Vehicles Considering Battery Charging Profile.