ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ İSTASYONLARININ STANDARTLARI VE TÜRKİYE'DEKİ ELEKTRİKLİ ARAÇ DURUMU

Beytullah Zoroğlu
Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Elektrik Mühendisliği Bölümü
beytullahzoroglu@gmail.com

Ayşe Tuğba Yapıcı
Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Elektrik Mühendisliği Bölümü
aysetugba_ypc@hotmail.com

Gül Kurt
Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Elektrik Mühendisliği Bölümü
gul.kurt@kocaeli.edu.tr

Özet
Elektrikli araç (EA) ve hibrit elektrikli araç (HEA)'ların gelişmesinde önemli olan bataryaların gelişmesiyle beraber, batarya şarj cihazlarındaki talep artışı kaçınılmazdır. Bu araçlarda enerji kaynağı olarak kullanılan yüksek enerji yoğunluklu bataryaların performansları, yalnızca batarya hücrelerinin dizaynına bağlı değildir. Aynı zamanda hücrelerin nasıl kullanıldığına ve şarj edildiğine de bağlıdır. Bu nedenle EA ve HEA'ın kullanımında ve gelişiminde batarya şarj cihazları önemli rol oynarlar. Batarya hücreleri verimsiz, bataryanın performansını ve ömrünü azaltan şarj cihazlarıyla şarj edilmemelidir. Güç elektroniğinin gelişimiyle daha verimli ve bataryaya optimum şarj sağlayan batarya şarj cihazları tasarlanabilmektedir. Yapılan bu çalışmada elektrikli araçların enerji depolama ve yönetim sistemleri, şarj istasyonu standartları, batarya tipleri, Türkiye'deki elektrikli araç, hibrit elektrikli araç durumu ve şarj istasyonu firmaları incelenmiştir. Ayrıca elektrikli araçların dağıtım sistemi üzerindekindeki etkilerini ele alarak, elektrikli araçların geleceği ile ilgili beklenti ve öngörüler ortaya çıkarılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli araç(EA), Şarj istasyonları, Şarj istasyonu standartları, Bataryalar.

ELECTRIC VEHICLE STATUS OF STANDARDS AND ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATIONS IN TURKEY

Abstract
With the development of batteries, which are important in the development of electric vehicles (EA) and hybrid electric vehicles (HEA), the demand for battery chargers is inevitable. The performance of high energy density batteries used as an energy source in these vehicles is not only dependent on the design of the battery cells. It also depends on how the cells are used and charged. Therefore, battery chargers play an important role in the use and development of EA and HEA. Battery cells should not be charged with inefficient chargers which reduce the performance and life of the battery. With the development of power electronics, battery chargers can be designed that provide more efficient and optimum charging to the battery. In energy storage and management systems for electric vehicles in this study, the standard charging stations, battery types, electric vehicles in Turkey, hybrid electric vehicle status and charging station manufacturers it was investigated. In addition, by considering the effects of electric vehicles on the distribution system, expectations and predictions about the future of electric vehicles are revealed.

Keywords: Electric vehicle (EA), Charging stations, Charging station standards, Batteries.

1. GİRİŞ

Bugünkü içten yanmalı motorlu (İYM) araçlara göre daha eski bir geçmişe sahip olan EA, İYM araçlara kıyasla daha düşük performansları ve uzun şarj süreleri nedeniyle gelişme gösterememişlerdir. Ancak gerek yasal zorunluluklar, gerek çevresel faktörler, gerekse de artan petrol fiyatları nedeniyle, 1960'lı yıllardan sonra elektrikli araçlara olan ilgi tekrar artmaya başlamıştır. Fakat benzer sorunlar yine baş göstermiş, bu sorunlar İYM araç ve EA arasında bir geçiş formu olan HEA'ın doğmasına sebep olmuştur. Bugün ise daha yüksek enerji kapasiteli bataryalara sahip, Plug-in HEA'lar (PHEV) gündemdedir. Sonuç olarak daha yüksek enerji kapasiteli bataryalara olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu gelişmeler, gerekli altyapıya uygun şarj cihazları gelişimini de beraberinde getirmektedir.Bu çalışmanın birinci bölümünde elektrikli araçların geçmişten günümüze gelişimi konusunda genel bilgiler verilmiştir.İkinci bölümde bataryalar ve batarya şarj kontrol yöntemlerine yer verilmiştir.Üçüncü bölümde şarj cihazlarının donanımsal yapısı hakkında bilgiler verilmiştir. Dördüncü bölümde dünya genelinde mevcut şarj istasyonu standartlarına yer verilmiştir. Beşinci bölümde EA, HEA ve şarj istasyonları Türkiye özelinde ele alınmış, bu kapsamda satışı yapılmış EA,HEA satış grafiği verilmiştir Son bölümde ise toplanan verilerin değerlendirilmesi yapılmış ve EA'ların yaygınlaşması sonrası beklenen dağıtım sebekesi etkilerinden bahsedilmiştir.

2.ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA KULLANILAN BATARYALAR VE BATARYA ŞARJ KONTROL YÖNTEMLERİ

Elektrik enerjisini kimyasal ortamda depolamaya yarayan bataryalar, elektrikli araçların temel enerji kaynaklarıdır. EA uygulamalarında kullanılan bataryaların yüksek güç yoğunluğuna, yüksek enerji yoğunluğuna, uzun çevrim ömrüne sahip olması ve çevre dostu olması istenmektedir. Enerji yoğunluğu enerji kaynağının birim kütlesinde depolanan enerji miktarını göstermektedir. Güç yoğunluğu ise enerji kaynağının birim kütlesinin verdiği güç olarak ifade edilmektedir. Bataryanın yüksek güç yoğunluğuna sahip olması sayesinde aracın ani hızlanmasıyla bataryadan yüksek değerde akımlar çekilebilirken, bataryanın yüksek enerji yoğunluğuna sahip olması sayesinde hem araç daha fazla kilometre kat eder hem de daha az şarj çevrimi gerektirir. Bataryanın uzun ömürlü olması sayesinde bataryanın masrafları düşer ve batarya dış etkenlerden az etkilenir. Bataryanın çevre dostu olması sayesinde ise hem bataryaların geri dönüşümü yapılabilir hem de bataryalardaki toksik maddeler azalır.

Günümüzde oldukça farklı bataryalar bulunmaktadır. Bu bataryalar fiyat, enerji yoğunluğu, güç yoğunluğu ve çalışma sıcaklıkları bakımından birbirlerinden farklılıklar göstermektedir.

Tablo 1'de EA'larda kullanılan bataryaların teknik ve genel özellikleri verilmiştir. Tablo 1'de yer alan bataryalardan NiMh ile Lityum-iyon bataryalar özellikleri dolayısıyla EA uygulamalarında ön plana çıkmaktadır. Ancak, batarya teknolojisindeki gelişmeler sonucunda, özellikle Lityum-iyon bataryaların enerji yoğunluğu yüksek değerlere çıkmıştır. Lityum-iyon bataryanın bu özelliği dolayısıyla, anlık olarak sürekli çekilen akımın çok üstünde akım verebilmektedir. Bu sebeple şu an diğer bataryalara göre daha popülerdir. Ancak hala geliştirilmeye ihtiyaç duyan özellikleri vardır.

Lityum-iyon bataryalar üzerine yapılan çalışmalar sayesinde EA'ların menzilini daha da uzatmak istenmektedir. Tablo 2'de yapılan çalışmalar sonucunda yakın ve uzun dönem sonucunda ulaşılması planlanan lityum-iyon bataryaların özellikleri verilmiştir.

Tablo 1: EA'larda kullanılan bataryaların özellikleri

	NiCd	NiMH	NiZn	Kurşun - Asit	Zebra NaNiCl	Lityum-iyon Kobalt	Lityum-iyon Manganez	Lityum-iyon Fosfat	Lityum-iyon Polimer	Lityum Demir Fosfat
Üretime Geçiş Tarihi	1950	1990	-	1970	1982	1991	1996	2006	1996	-
EA'larda Kullanımı	Zayıf	HEA	HEA	Zayıf	TEA, HEA, PHEA	Zayıf	TEA, HEA, PHEA	TEA, HEA, PHEA	TEA, HEA, PHEA	TEA, HEA, PHEA
Enerji Yoğunluğu (Wh/kg)	45 ~ 80	60 ~ 120	60	30 ~ 50	90 ~ 120	150 ~ 190	100 ~ 135	90 ~ 120	130 ~ 225	90 ~ 120
Çevrim Ömrü	1500	300 ~ 500	200 ~ 500	200 ~ 300	1000	300 ~ 500	300 ~ 600	> 1000	> 1000	2000
Hızlı Şarj Süresi (saat)	1	2 ~ 4	1	8 ~ 16	1	1.5 ~ 3	< 1	< 1	< 1	< 1
Aşırı Şarj Dayanımı	Orta	Düşük	-	Yüksek	-	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
Özboşalım /Ay	20%	30%	20%	5%	0%	<10%	<10%	<10%	5%	0.3%
Hücre Gerilimi (V)	1.25	1.25	1.7	2	2.58	3.7	3.8	3.3	3.7	3.3
En iyi yük akımı (tepe değeri)	1C (20C)	0.5C (5C)	-	0.2C (5C)	-	<1C (<3C)	10C (>30C)	10C (>30C)	1C (10C)	-
Çalışma Sıcaklığı (°C)	-40 ~ 60	-20 ~ 60	-20 ~ 60	-20 ~ 60	270 ~ 350	-20 ~ 60	-20 ~ 60	-20 ~ 60	-20 ~ 60	-20 ~ 60
Bakım Gereksi-nimi	30 ~ 60 gün	60 ~ 90 gün	-	3 ~ 6 ay	Yok	-	-	-	-	-
Fiyat $/kWh	~ 410	~ 600	~ 300	~ 50	-	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000
Güçlü Yönleri	Emniyetli, Uzun Ömürlü	Emniyetli, Yüksek Güçlü, Kompakt	Emniyetli . Nispeten Ucuz	Pahalı Değil, Geri Dönüştürülebilir, Olgunuş Teknolojiye Sahip	Yüksek Güçlü, Uzun Ömürlü	Kompakt, Çevre Dostu, Hafif, Hafıza Etkisi Yok	Kompakt, Çevre Dostu, Hafif, Hafıza Etkisi Yok	Kompakt, Çevre Dostu, Hafif, Hafıza Etkisi Yok	Hafif, Hafıza Etkisi Yok, Uzun Ömürlü	Kompakt, Emniyetli, Çevre Dostu, Düşük Fiyatlı, Hafıza Etkisi Yok
Zayıf Yönleri	Toksik maddeler içerir, Bakım, Maliyet, Kısmen Kompakt, Enerji Yoğunlu-ğu Düşük	Maliyet, Ömrü, Yüksek Isı Oluşturması	Az Ömürlü, Kısmen Kompakt	Kompakt Değil, Bakım Gerektirir, Anlık Yüksek Akım Veremez, Enerji Yoğunluğu Düşük, Ömrü, Gücü Yetersiz, Hızlı Şarja Uygun Değil	Yüksek Sıcaklık	Güvenlik Sorunları, Maliyet	Güvenlik Sorunları, Maliyet	Güvenlik Sorunları, Maliyet	Standart Ölçülere Sahip Değil, Maliyet, Güvenlik Sorunları	İletkenliği Zayıf, Hacim ve Ağırlık, Maliyet,

Tablo 2: Kısa ve uzun vadede ulaşılmak istenen lityum-iyon bataryaların özellikleri

	150 Km Menzilli EA		200 Km Menzilli EA		400 Km Menzilli EA	
Zaman Dilimi	Yakın Dönem	Uzun Dönem	Yakın Dönem	Uzun Dönem	Yakın Dönem	Uzun Dönem
Enerji (kWh)	33	27	44	36	88	72
Güç (kW)	75	75	75	75	75	75
Ağırlık (kg)	180 ~ 240	130 ~ 200	235 ~ 315	170 ~ 270	415 ~ 555	310 ~ 470
Batarya Maliyeti ($)/kWh	470 ~ 620	350 ~ 530	445 ~ 590	330 ~ 505	405 ~ 535	300 ~ 460
Toplam Batarya Fiyatı ($)	16000 ~ 20000	9000 ~ 14000	20000 ~ 26000	12000 ~ 18000	36000 ~ 47000	22000 ~ 33000

Bir bataryanın şarj ve deşarj olma kabiliyeti bataryanın tasarımı, şarj durumu, sıcaklığı, daha önceki çevrim geçmişi ve kullanımı gibi birçok unsura bağlıdır. Bu çoğul bağımlılık, bataryanın şarj durumu tespitini ve şarj yöntemlerini karmaşık hale getirmektedir. En çok kullanılan batarya şarj yöntemleri; sabit akımda şarj, sabit gerilimde şarj ve sabit akım-sabit gerilim (iki basamaklı) şarj olarak sıralanabilir.

Batarya şarj ederken genel eğilim, bataryaya zarar vermeden kısa sürede şarj olabilmesi için şarj cihazının ve bataryanın limitleri çerçevesinde, bataryaya maksimum şarj akımı sağlamaktır. Bu bağlamda, şarj yöntemi büyük şarj ve sızıntı şarjı olmak üzere iki bölüme ayrılabilir. Enerji transferinin büyük kısmı, büyük şarj kısmında ve büyük şarj akımıyla gerçekleşir. Sonra sızıntı şarjı ile ve küçük akımlarla tamamlanır. Şarj süresinin olabildiğince kısa olması, büyük şarj kısmında mümkün olduğunca büyük şarj akımı sağlanmasıyla gerçekleşir. Bataryanın aşırı şarja maruz kalmaması için şarjın sonlarına doğru akım azaltılır. Böylece bataryanın aşırı şarj olup gaz çıkışı ve elektrolit kaybına uğraması nedeniyle ömrünün kısalması ve performansının azalması engellenmiş olur.

2.1. Sabit Akımda Şarj Etme Yöntemi

Bu yöntem bataryayı şarj edebilmek için kullanılan basit bir yöntemdir. Şarj akımı seri bağlı olan tüm batarya hücrelerinde eşittir. Bataryalarda şarj durumu arttıkça beraberinde iç direncinde artış göstermesinden dolayı, sabit akımda şarja devam edebilmek için gerilim sürekli arttırılmalıdır. Ancak bu yöntemde seçilen şarj akımı çok önemlidir. Çünkü çok yüksek seçilen şarj akımı bataryanın kısa sürede şarj olmasına imkân sağlarken diğer yandan bataryanın aşırı şarja maruz kalması ve fazla ısınması nedeniyle zarar görmesine sebep olabilir. Düşük akımda şarj ise şarj süresinin uzamasına neden olur.

2.2. Sabit Gerilimde Şarj Etme Yöntemi

Sabit gerilimde batarya şarjı, gerçekleştirmesi ve kontrolü basit bir yöntemdir. Şarjın başlangıcında, düşük batarya iç direncine bağlı olarak kaynaktan yüksek bir akım çekilebilir, çekilebilecek bu yüksek akımın elemanlara zarar vermemesi için sınırlandırılması gerekir. Batarya elemanlarına, zarar görmeyecekleri gerilimler uygulanarak şarj başlatılır. Daha sonra batarya gerilimi istenen bir seviyeye geldiğinde, gerilim sabit tutularak şarja devam edilir. Şarj artışına bağlı olarak artan batarya iç direnci nedeniyle şarj akımı zamanla azalır. Bu da şarjın, sızıntı akımıyla tamamlanmasını ve böylece bataryanın aşırı şarj olma ihtimalinin, bir önceki yönteme göre azalmasını sağlar. Ancak şarj akımında oluşan azalma nedeniyle bataryanın şarj olma süresi, bir önceki yönteme göre daha uzundur.

2.3. Sabit Akım-Sabit Gerilimde Şarj Etme Yöntemi

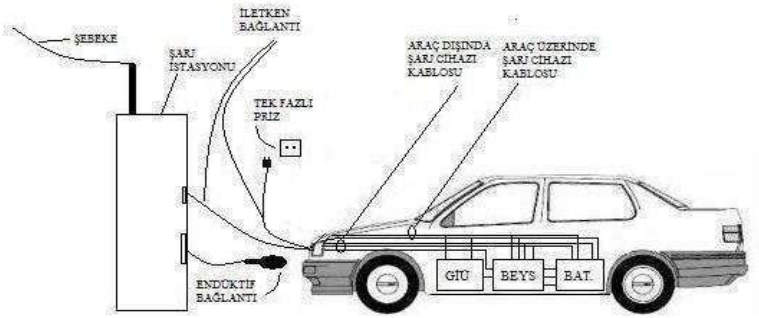
Bu yöntemde, bataryaya sabit akım ve sabit gerilim periyotları olmak üzere iki periyotta şarj uygulanır.Bataryaların aşırı şarja karşı çok hassas olmaları, şarjın başlangıcında sabit gerilim uygulandığında kaynaktan aşırı akımlar çekilmesi ve şarjın olabildiğince kısa olması istendiğinden dolayı şarj önceden ayarlanmış bir gerilim seviyesine ulaşana kadar sabit akımla başlar, sonrasında sabit gerilimle devam eder ve biter.

3. ŞARJ CİHAZLARININ DONANIMSAL YAPISI

Bir EA ve HEA batarya şarj cihazı iki ana bölümden oluşur.

- Güç İşleme Ünitesi (Power Processing Unit)
- Batarya Enerji Yönetim Sistemi (Battery Energy Management System)

Şekil 1'de gösterilen bu iki ünite bataryaya optimum güç akışı sağlamakla görevlidir.



Şekil 1. Batarya şarj cihazlarının donanımsal yapısı, yerleşimi ve şarj gücü aktarım şekilleri.

3.1. Güç İşleme Ünitesi (GİÜ)

GİÜ, bataryanın bir elektrik enerji kaynağından şarj olabilmesi için gerekli olan DC akımın elde edildiği ve ayarlandığı ünitedir. Bataryalar şarj olabilmek için genellikle 200-500Vdc gerilime ihtiyaç duyarlar. Bu ünite mevcut elektrik enerjisi kaynaklarının AC olması sebebiyle genel olarak bir AC-DC dönüştürücüden oluşmaktadır. Ancak günümüzde bazı gelişmiş batarya şarj cihazları DC kaynaktan da şarj gücü sağlayabilecek şekilde tasarlanmaktadır. Literatürde, güç elektroniği ve yarı iletken teknolojisinin gelişimine bağlı olarak farklı istekler doğrultusunda farklı GİÜ'leri görmek mümkündür. Bu ünite kaliteli ve verimli bir elektrik enerjisi sağlamasının yanı sıra bataryanın şarj ihtiyaçlarına da en iyi cevap verecek şekilde tasarlanmalıdır. Maksimum verim için, GİÜ'de kullanılacak olan ara dönüştürücüler, elemanlar ve kontrol teknikleri dikkatle seçilmelidir. Bu ünite duruma göre araç üzerinde veya araç dışında olabilir.

3.2. Batarya Enerji Yönetim Sistemi (BEYS)

Bir batarya şarj cihazı, bataryayı en iyi bir şekilde şarj edebilmek için bataryanın şarj durumu, sıcaklığı, gerilimi, akımı gibi bilgilere ihtiyaç duyar. Bir mikroişlemci ve sensörlerden oluşan BEYS, araç üzerinde ve bataryanın yanında bulunur. Mikroişlemci bataryanın şarj algoritmasını içerir. Sensörler ise bataryanın gerilimi, akımı ve sıcaklığı gibi büyüklükleri ölçerler. Mikroişlemci, sensörlerden aldığı bilgiler doğrultusunda istenen şarj akımını bataryaya sağlar.BEYS, şarj sırasında oluşabilecek batarya içi veya batarya dışı hatalara karşı da koruma sağlar. Bir hata oluştuğunda hatanın tipini belirler ve gerekirse şarjı durdurur. BEYS, aynı zamanda batarya şarj durumunu en iyi şekilde belirleyerek bataryanın aşırı şarj ve deşarj olmasını engeller.

4.ŞARJ İSTASYONU STANDARTLARI

4.1.SAE J1772 - Kuzey Amerika ve Japonya - Society of Automotive Engineers (SAE)

Tablo 3.SAE standartı şarj istasyonu özellikleri.

	Şarj Yöntemi	Anma Gerilimi(V)	Maks.Akım(A)	Maks.Güç(kW)
AC	Seviye 1	120	12	1,44
		120	16	1,92
	Seviye 2	208-240	>20	19,2
			≤ 80	
DC	Seviye 1	200-500	80	40
	Seviye 2	200-500	200	100

AC Seviye 1
- 3,2 - 8 km
- 300-1000$

AC Seviye 2
- 16 - 32 km
- 500-3500$

DC Şarj
- Trafik yoğun bölgeler
- Otobanların yanındaki dinleme tesisleri
- Benzin istasyonları
- EA araç filosu olan şirketler
- + 300 km şarj menzili
- 20,000-40,000$

4.2.IEC 61851 – Avrupa ve Çin

Tablo 4.IEC standartı şarj istasyonu çalışma modları.

Şarj Yöntemi	Nominal Gerilim	Maksimum Akım
Mod 1	Tek faz ≤ 250 V Üç faz ≤ 480 V	≤ 16 A
Mod 2	Tek faz ≤ 250 V Üç faz ≤ 480 V	≤ 32 A
Mod 3	Tek faz ≤ 250 V Üç faz ≤ 480 V	≤ 250 A
Mod 4	≤ 1000 V DC	≤ 400 A

4.3.CHAdeMO - Japonya

(Tokyo Elektrik Enerjisi Şirketi (TEPCO) - Nissan, Mitsubishi, Subaru ve Toyota ile)

Hızlı şarj teknolojisi patenti

Tablo 5.CHAdeMO standartı şarj istasyonu özellikleri.

Şarj Yöntemi	DC Çıkış Gerilimi (V DC)	Maksimum Akım (Amper-Sürekli)	Maksimum Güç (kW)
CHAdeMO	500	125	62,5

4.4.Soket Tipleri

	ABD	AVRUPA	JAPONYA
AC	 SAE J1772/IEC 62196-2	 IEC 62196-2 Tip 2	 SAE J1772/IEC 62196-2
DC	 IEC 62196-3	 IEC 62196-3	 CHAdeMO
COMBO	 SAE J1772/IEC 62196-3	 IEC 62196-3	

Şekil 2. Standartlara göre soket tipleri.

5.TÜRKİYEDEKİ ŞARJ İSTASYONU FİRMALARI VE SATIŞ RAKAMLARI

Elektrikli otomobil sahipliği her geçen yıl artarken, şarj istasyonları yatırımı da bu artışa paralel olarak artıyor. 2011 yılından itibaren Türkiye yollarında dolaşan elektrikli otomobil sayısı Eylül 2020 itibariyle toplam 1305 adete ulaştı. Şarj soketi sayısı ise 582 adete çıkarak, bir çok Avrupa ülkesinin dahi önüne geçti.

Elektrikli ve Hibrid Araçlar Derneği'nin (TEHAD) yaptığı çalışmanın sonucuna göre, ülkemizde 11 firmanın fiilen şarj istasyonu yatırımı bulunuyor. Bu alanda toplam 18 firma ise, satış–pazarlama faaliyetlerini sürdürüyor. *Bu firmalardan* 8'i %100 milli sermaye *ile kurulmuş, bu topraklardan çıkan markalardır. Bu 8 marka, Türkiye'deki şarj soketlerinin* 316*'sına sahiptir.*Eşarj, Gersan, Vestel**,** Voltrun, Sharz.net,ZES Zorlu Enerji*, BD Oto ve DMA Oto faaliyet gösteren firmalardan birkaçıdır.*

2011 yılında Renault Fluence ZE ile başlayan Türkiye elektrikli otomobil macerası, 2015 yılında BMW i3 ve Renault Zoe modellerinin de katılması ile hız kazanmıştı. 2020 yılına geldiğimizde ise ithalat yolu ile dışarıdan getirilen elektrikli modeller hariç, pazarımız 5 yeni modele ulaştı. Milli otomobil projelerimizin de devreye girmesi ile birlikte, Türkiye Elektrikli otomobil pazarı 2022 yılı itibariyle 10 adetin üzerinde yeni model ile temsil edilecektir.

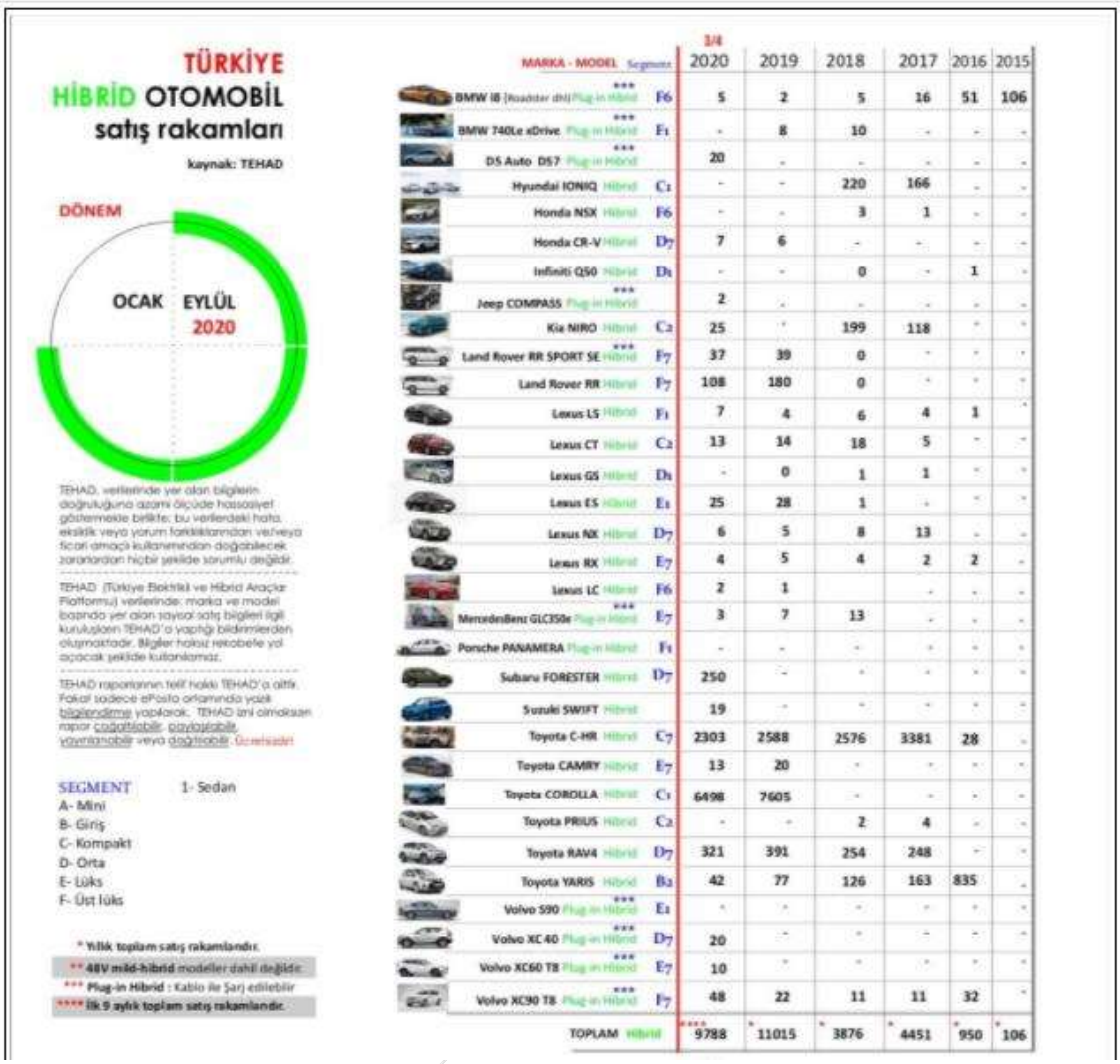


MARKA - MODEL	Segment	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Audi eTRON	*	-	-	-	-	-	-
BMW i3 (i3s dhl)	C2	23	50	37	35	24	83
GÜNSEL B9	2022	-	-	-	-	-	-
Hyundai KONA	*	-	-	-	-	-	-
Jaguar I-PACE	E7	60	119	38	-	-	-
Mercedes Benz EQC	*	-	-	-	-	-	-
Mini COOPER SE	B2	76	-	-	-	-	-
Nissan LEAF	*	-	-	-	-	-	-
Porsche TAYCAN	*	-	-	-	-	-	-
Renault ZOE	B2	60	31	79	42	20	36
Smart EQ ForFour ForTwo	A6	42	22	1	-	-	-
TOGG	2022	-	-	-	-	-	-
TOPLAM Elektrikli		*** 261	** 222	** 155	** 77	** 44	** 119

Şekil 3.Türkiye elektrikli otomobil satış rakamları.



Şekil 4.Türkiye elektrikli otomobil pazarı. (Ocak-Eylül 2020)



MARKA - MODEL	Segment	3/4 2020	2019	2018	2017	2016	2015
BMW i8 (Roadster dhl) Plug-in Hibrid ***	F6	5	2	5	16	51	106
BMW 740Le xDrive Plug-in Hibrid ***	F1	-	8	10	-	-	-
DS Auto DS7 Plug-in Hibrid ***		20	-	-	-	-	-
Hyundai IONIQ Hibrid	C1	-	-	220	166	-	-
Honda NSX Hibrid	F6	-	-	3	1	-	-
Honda CR-V Hibrid	D7	7	6	-	-	-	-
Infiniti Q50 Hibrid	D1	-	-	0	-	1	-
Jeep COMPASS Plug-in Hibrid ***		2	-	-	-	-	-
Kia NIRO Hibrid	C2	25	-	199	118	-	-
Land Rover RR SPORT SE Hibrid ***	F7	37	39	0	-	-	-
Land Rover RR Hibrid	F7	108	180	0	-	-	-
Lexus LS Hibrid	F1	7	4	6	4	1	-
Lexus CT Hibrid	C2	13	14	18	5	-	-
Lexus GS Hibrid	D1	-	0	1	1	-	-
Lexus ES Hibrid	E1	25	28	1	-	-	-
Lexus NX Hibrid	D7	6	5	8	13	-	-
Lexus RX Hibrid	E7	4	5	4	2	2	-
Lexus LC Hibrid	F6	2	1		-	-	-
MercedesBenz GLC350e Plug-in Hibrid ***	E7	3	7	13	-	-	-
Porsche PANAMERA Plug-in Hibrid	F1	-	-	-	-	-	-
Subaru FORESTER Hibrid	D7	250	-	-	-	-	-
Suzuki SWIFT Hibrid		19	-	-	-	-	-
Toyota C-HR Hibrid	C7	2303	2588	2576	3381	28	-
Toyota CAMRY Hibrid	E7	13	20	-	-	-	-
Toyota COROLLA Hibrid	C1	6498	7605	-	-	-	-
Toyota PRIUS Hibrid	C2	-	-	2	4	-	-
Toyota RAV4 Hibrid	D7	321	391	254	248	-	-
Toyota YARIS Hibrid	B2	42	77	126	163	835	-
Volvo S90 Plug-in Hibrid ***	E1	-	-	-	-	-	-
Volvo XC 40 Plug-in Hibrid ***	D7	20	-	-	-	-	-
Volvo XC60 T8 Plug-in Hibrid ***	E7	10	-	-	-	-	-
Volvo XC90 T8 Plug-in Hibrid ***	F7	48	22	11	11	32	-
TOPLAM Hibrid		**** 9788	* 11015	* 3876	* 4451	* 950	* 106

Şekil 5.Türkiye hibrit elektrikli otomobil satış rakamları.

6. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN DAĞITIM SİSTEMLERİNE ETKİLERİ

EA'ların piyasaya çıkmasıyla bahsi geçen mali ve çevresel problemler azalmaya başlayacaktır. Ancak EA'ların ulaşım piyasasında büyük bir yüzdeye sahip olmasıyla beraber, EA'ların şebeke üzerine bazı etkiler yapması muhtemeldir. Bu bölümde öncelikle şarj edilebilen EA'lar şarj edilirken enerji dağıtım sistemine yapabilecekleri etkilerden bahsedilecektir. Ardından da bu etkileri ortadan kaldırmak için çözümler önerilecektir.

6.1. Faz Dengesizliği

Üç fazlı kaynaklar daha fazla güç sağlar ve hızlı şarja olanak tanır. Ancak üç fazlı besleme noktalarının durumu şu anda sınırlıdır. Tek fazlı sisteme ait arabirim elemanları daha pratik olması ve her yerde mevcut olması dolayısıyla şarj işleminde ön plana çıkmaktadır. Ancak aynı anda farklı fazlarda farklı miktarlarda araçların şarj işlemleri sonucunda faz akımlarında dengesizler oluşacak, buna bağlı olarak dengesiz gerilim düşümleri ve dolayısıyla da gerilimlerde de dengesizlikler meydana gelebilecektir.

6.2. Güç Kalitesi Sorunları

Elektriğin iletiminde ve dağıtımında AC gerilim kullanılmaktadır. EA'larda enerji depolama kaynağı olarak batarya kullanıldığından dolayı DC gerilime ihtiyaç duyarlar.EA'ların şarj işleminde öncelikle bir güç dönüştürücüsü ile AC gerilimin DC gerilime dönüştürülmesi sağlanır. Ardından bahsi geçen DC gerilim bir DC/DC dönüştürücü aracılığı ile aracın bataryalarını şarj etmekte kullanılır. Bu işlemlerin

her aşamasında da harmonik bileşenler üretilmektedir . İnverter ve batarya şarj cihazları gibi lineer olmayan üniteler içeren yüklerin yayılması elektrik dağıtım sistemleri üzerinde gerilim bozulmalarına ve akım harmonik distorsiyonunda önemli bir artışa neden olmaktadır. Bu harmonikler, aşırı nötr akımlarına ve transformatörlerin aşırı ısınması dahil olmak üzere güç sistemi üzerinde birçok probleme neden olabilir.

6.3. Transformatörler Üzerindeki Etkileri

Transformatör üreticileri, transformatörlerin kendi belirtikleri koşullarda kullanılması halinde transformatörlerin ömürlerinin 40 ile 50 yıl arasında olacağını belirtmektedir. Ancak gerçek koşullar altında bir transformatörün ömrü ortalama olarak 17 yıldır. EA'ların ve HEA'ların yaygınlaşmasıyla birlikte şebekeden talep edecekleri enerji sebebiyle transformatörlerin ömürleri üzerinde olumsuz etkiler yapması beklenmektedir. İlk olarak, şarj taleplerindeki artışlar sebebiyle transformatörlerin yüklenmesi artacak ve transformatörlerin ısısı artacaktır. Bu ısı artışı da transformatörün ömrünü kısaltacaktır. İkinci olarak, Pik zamanları dışında şarj işleminin yapılmasından dolayı oluşan daha düzgün bir yük profili, transformatörün sıcaklığına bağlı olarak oluşan günlük genleşme ve büzüşmelerini azaltabilir. Bu da transformatörünün mekanik aşınma ve yıpranma miktarını azaltır.

EA'larda ve HEA'lardaki şarj ünitelerinde dolayı oluşan harmonikler, dağıtım sistemlerinin altyapılarına da olumsuz etkiler yapabilir. Harmonikler sebebiyle transformatörün nüvesi üzerindeki girdap (eddy) akımlarında bir artış olur ve transformatör sargılarının deri derinliğinde azalma olabilir bu sebepler dolayısıyla transformatörün ortalama sıcaklığı artar. Bu sıcaklık artışından dolayı da güç kayıpları oluşur. Sıcaklık ve harmonik distorsiyonu dışında şarj karakteristikleri ile trafo başına düşen araç sayısının artışı da transformatörün kullanım ömrünü azaltmaktadır.

Ayrıca, EA'lar ve HEA'ların pazar payları belirli bir oranın üzerine çıktığında farklı şarj etme zamanlamalarına bağlı olarak farklı tepe noktaları oluşabilecek ve dağıtım transformatörlerinde kapasite zorlanmalarına sebep olacaktır.

Elektrikli araçların büyük oranda ulaşım sektörüne sahip olmasıyla beraber yukarıda belirtilen problemlerin ortaya çıkma ihtimali çok yüksektir. Bu problemlerin çözümüne yönelik araştırmalar yapılmaktadır. Bu problemleri engellemek için ilk akla gelen yöntem, var olan dağıtım transformatörlerinin ve iletkenlerin kapasitelerinin artırılmasıdır. Ancak bu çözüm oldukça pahalıdır. Bu nedenle, var olan elektrik sistemini daha etkin kullanabilmek için, elektrik tüketim talebinin kontrol altında tutulması daha uygundur. EA'ların elektrik talebinin kontrol altında tutulması için çeşitli çalışma durumları vardır. Bunlar, akıllı şarj (V1G), araçtan şebekeye çalışma durumu (V2G) ve ileri nesil araçtan şebekeye çalışma durumu (V2G NGU)'dur.

7. SONUÇ

EA'ların petrol rezervinin azalması ve çevrenin korunması için yapılan çalışmalar nedeniyle önümüzdeki yıllarda otomobil pazarında önemli bir paya sahip olması beklenmektedir. Bu araçların ihtiyacı olan enerjinin şebekeden karşılanacak olması, dağıtım sisteminde büyük bir yük artışına sebep olacaktır. Bu durum, bütün elektrik enerjisi sistemi elemanlarının kapasitelerinin zorlanmasına, ömürlerinin azalmasına ve enerji kalitesi problemlerine neden olacaktır.Bahsi geçen problemleri engellemek için ilk akla gelen yöntem mevcut elektrik sistemine ait bileşenlerin kapasitelerini arttırmaktır. Ancak bu işlem hem çok masraflıdır hem de çok fazla iş gücü gerektirmektedir. Bu yatırımların uzun vadeye yayılarak yapılması daha doğru olur. Bu sebeplerden dolayı günümüzde bu problemleri engellemenin en iyi yöntemi mevcut elektrik sistemini olabildiğince etkin ve verimli bir şekilde kullanmaktır. Elektrik sistemimizi etkin kullanabilmek için hem EA'ların tasarımında hem de elektrik sisteminin altyapısında bazı düzenlemeler ve eklemeler yapmak gerekmektedir.Öncelikle, EA'larda bulunan inverterin tasarımı yapılırken hem harmonik oluşturmadan çalışması sağlanmalıdır hem de güç faktörünü olumsuz etkilememelidir. Hatta şebeke problemli ise şebekeyi düzeltici olarak çalışması hedeflenmelidir. EA'ların şarj işlemleri kontrollü olmalıdır. Bu sayede, pik zamanlarda aracın şarj olması engellenecektir.Ayrıca V2G yöntemiyle park halindeki EA'ların bataryalarının güç talebinin

yükseldiği saatlerde yedek güç kaynağı olarak çalışması sağlanmalıdır. Ancak yukarıda bahsedilen konuların hepsi akıllı şebeke ve akıllı sayaç teknolojilerinden bağımsız olarak düşünülemez. Çünkü akıllı şebeke sayesinde pik anları algılanacak araç şebeke ile iletişim kurarak çalışma modunu değiştirecektir.

KAYNAKLAR

BAYRAM,B. (2020), **İlk 9 aylik Elektrikli ve Hibrid satiş rakamlari belli oldu,14** Ekim 2020 tarihinde http://tehad.org/2020/10/14/ilk-9-aylik-elektrikli-ve-hibrid-satis-rakamlari-belli- oldu/ adresinden alındı.

HAYES, JOHN G., GOODARZI, G. ABAS.(2017),"*Electric Powertrain: Energy Systems, Power* Electronics and Drives for Hybrid", Electric and Fuel Cell Vehicles.

KUZU, Z. (2017), "*Elektrikli Araçlar İçin Batarya ve Ultrakapasitörden Oluşan Hibrit Enerji Depolama Sisteminin Yönetimi*" ,Yüksek Lisans Tezi.

SATILMIŞ, O., MEŞE, E., (2011),"*Elektrikli ve Hibrit Elektrikli Araçlar için Batarya Şarj Cihazları*", Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu.

ÜNLÜ, N. ,KARAHAN, Ş. ,TÜR, O. ,UÇARAOL, H. , ÖZSU, E. , YAZAR, A. , TURHAN, L. , TIRIS, M. , AKGÜN, F. (2003) TUBİTAK Marmara Araştırma Merkezi , "*Elektrikli Araçlar*", Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü, GEBZE.

YAĞCITEKİN, B., UZUNOĞLU, M., KARAKAŞ, A. (2011), "*Elektrikli Araçların Şarjı ve Dağıtım Sistemi Üzerine Etkileri*", Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu.