

Elektrikli Araçların Şarj Yöntemleri ve Şarj İstasyon Tipleri

Furkan KARAPINAR^{*1}, Ferhat DALDABAN²

^{*1}Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği, KAYSERİ

²Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği, KAYSERİ

(Alınış / Received: 26.05.2022, Kabul / Accepted: 26.08.2022, Online Yayınlanma / Published Online: 30.12.2022)

Anahtar Kelimeler

DC,
AC,
Şarj İstasyonu,
Şarj Yöntemleri,
Elektrikli Araç

Öz: Günümüzde hızla gelişen teknoloji ile birlikte elektrikli araç teknolojisi de büyük bir ilerleme kaydetmiştir. Bu ilerleme sonucunda elektrikli araçlar hayatımızın önemli bir parçası olmuştur. Ancak bu araçlarda gidilebilecek mesafe ve şarj etme sorunları ortaya çıkmıştır. Elektrikli araçlarda uzun ve yavaş şarj sorunu üretici ve kullanıcıların ortak problemi olmuştur. Bu problemi en aza indirmek için çeşitli şarj etme yöntemleri ve bu araçları şarj eden farklı istasyon tipleri ortaya çıkmıştır. Şarj etme yöntemleri ve şarj istasyon tipleri değerlendirilirken uygulama prensibi ve şarj etme süreleri dikkate alınmıştır. Bu çalışmada şarj etme yöntemleri Mod1, Mod2 ve Mod3; şarj istasyon tipleri ise AC Şarj, DC Şarj ve Kablosuz Şarj olarak değerlendirilecektir.

Electric Vehicles Charging Methods and Charging Station Types

Keywords

DC,
AC,
Charging Station,
Charging Methods,
Electric Vehicle

Abstract: Today, with the rapidly developing technology, electric vehicle technology has made great progress. As a result of this progress, electric vehicles have become an important part of our lives. However, distance problems and charging problems have emerged in these vehicles. The problem of long and slow charging in electric vehicles has been a common problem for manufacturers and users. In order to minimize this problem, various charging methods and different types of stations charging these vehicles have emerged. While evaluating the charging methods and charging station types, the application principle and charging times were taken into account. The charging methods in this study are Mod1, Mod2 and Mod3; charging station types will be considered as AC Charge, DC Charge and Wireless Charge.

*İlgili Yazar, email: furkankarapinar38@gmail.com

1. Giriş

Günümüzde, teknolojinin hızla gelişmesi ve nüfusun hızlı bir şekilde artması sonucu, özellikle fosil yakıtlar başta olmak üzere yenilenemeyen enerji kaynaklarının hızlıca tükenmesine sebep olmuştur. Küresel birincil enerji tüketimi büyümesi geçen yıl yüzde 5,5 artarak tüm zamanların en yüksek seviyesine ulaştı. Fosil yakıtlar, geçen yıl birincil enerji kullanımının yüzde 82'sini oluşturdu. Birincil enerji kullanımının geri kalan payı hidroelektrik (yüzde 6,8), yenilenebilir enerji (yüzde 6,7) ve nükleer enerji (yüzde 4,2) aldı. Bu artış elektrikli araç teknolojisindeki enerji kullanımının artışının etkilemiştir. Bilindiği gibi, araçların hareket üretmek için bir tahrik sistemine ihtiyacı vardır ve bu hareket genellikle iki yöntemle sağlanır. Birincisi ve en önemlisi bir içten yanmalı motor ve ikincisi de bir elektrik motorudur. Başlangıçta araçların elektrikli motorlarla çalıştırılabileceği düşünülmeye rağmen, rota tamamen içten yanmalı motorlara çevrilmiştir. Bunun başlıca temel nedenleri, yarı iletken teknolojisinin ihtiyacı karşılayabilecek düzeyde olmaması, düşük pil kapasitesi ve mevcut olmayan şarj

istasyonlarıdır. Fakat içten yanmalı motorlar, daha karmaşık sistemlere sahiptirler. Ayrıca, içten yanmalı motorların kullanılması, uzun vadede tüm insanlık ve dünyanın ekolojik dengesi için daha fazla soruna yol açmaya devam etmektedir [1]. Elektrikli araçlar, petrol ve türevleri yakıtlara ihtiyaç duymadan çalışması özelliği bakımından, bu araçları almak isteyen veya araçlarını geleceğe yönelik değiştirmek isteyen insanlar için son derece cazip alternatifler sunmaktadır. Bu yeni nesil otomobiller, içten yanmalı araçlara göre farklı bir güç sistemine sahip olduğu için insanların aklında birçok soru işareti bırakıyor. Şarj konusu ise şüphesiz bu soruların başında gelmektedir. Elektrikli araç sektörünün gelişmesiyle şarj teknolojisi de hızla gelişmeye devam etmektedir. Fakat günümüzde neredeyse bütün araçlar için belirlenen güç değerleri, bağlantı tipleri ve kablo gereklilikleri bulunmaktadır. Bu çalışmada bu elektrikli araçlar için şarj etme yöntemleri, şarj istasyon tipleri ve modları sunulmuştur [2].

2. Elektrikli Araç Şarj Etme Yöntemleri

Elektrikli araçlar için günümüz teknolojisinde üç türlü şarj etme yöntemi bulunmaktadır. Bunlar: batarya değiştirme, kablosuz ve kablolu şarj yöntemleridir. Kablolu şarj etme yöntemi kendi içinde ikiye ayrılmaktadır. Bunlar AC ve alternatif akım tipi şarj üniteleri ile DC kullanan doğru akım şarj üniteleridir. Bu araçların neredeyse tamamı AC ve DC şarj istasyonlarından bataryalarını şarj edebilmektedir.

Kablosuz şarj etme yönteminde elektrikli araçlarda şarj aparatı gereksinimine ihtiyaç duymaması bakımından hem kullanışlı hem de daha güvenilir bir yöntemdir. Bu şarj etme metodunda, elektrikli aracın yüzeye kurulan indüklenmiş bir ortama bırakılıp şarj olması gerekmektedir. Bu elektrik alanda oluşan elektromanyetik dalgalar sayesinde araç şarj olmaktadır. Günümüzde bu sistem hala tam olarak istenilen seviyede olmayıp araçların giderken de şarj olabilmesi için çalışmalar yapılmaktadır.

Batarya değişimi işlemi ise genelde belirlenen değişim noktalarında yapılmaktadır. Söz konusu şarj yönteminde şarj dolumu sırasında zaman kaybı yaşamak istemeyenler tarafında tercih edilmektedir. Bu yöntem ile aracın bataryası boşaldığında, dolu bataryanın araca entegrasi şarj merkezlerinde veya ilgili servislerde kısa sürede yapılmaktadır [3].

2.1. Kablo ile Şarj Seviyeleri

Elektrikli araçların kablolu şarj yönteminde gerekli ekipmanlar, alınan aracın modeline göre değişkenlik göstermektedir. Kullanımı zor olmayan kablolu şarj metodunda ev tipi şarj, standart şarj ve hızlı şarj şeklinde üç farklı seviye bulunmaktadır [3].

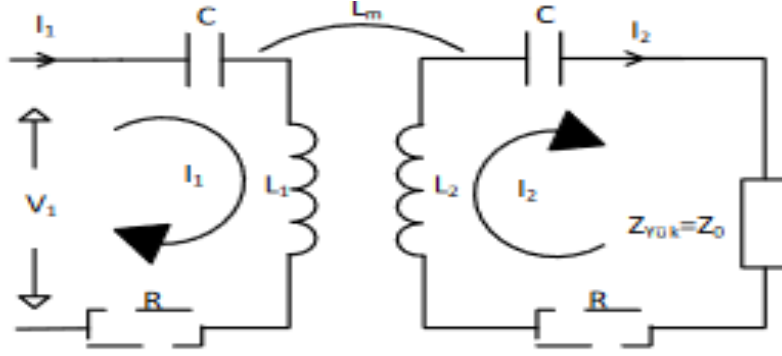
Seviye 1 (Ev Tipi) şarj yönteminde araç normal bir ev prizine bağlanarak şarj edilmektedir. Yavaş şarj olarak da bilinen seviye 1, şarj işlemini 120 Volt gerilim değeri ile sağlamaktadır. Ev tipi priz üzerinde 1 saatlik şarj ile ortalama 6-8 kilometre yol alınabilmektedir. Bataryanın tamamen dolması, aracın modeline ve markasına göre 7-29 saat aralığında değişkenlik gösterebilmektedir. Şarj işleminde herhangi bir dönüştürücü kullanılmamaktadır. Şarj aparatları genelde araçla birlikte bulunmaktadır.

Seviye 2 Şarj (Standart Tip), hızlı şarj tipine kıyasla daha ucuz, yavaş şarj tipine oranla daha kısa sürede şarj olmaktadır. Seviye 2 şarj tipi 240 Volt ila 400 Volt değerinde enerji aktarımı yapan prize ihtiyaç duymaktadır. Bu şarj tipindeki üniteler genelde şehir merkezlerinde, alışveriş merkezleri, benzinlikler ve dinlenme tesisleri gibi halka açık alanlarda bulunabilmektedir. Seviye 2 şarj modu ile araç, 1 saat şarj edilmesiyle ortalama 25-40 km mesafe alabilmektedir. Elektrikli aracın %100 şarj olması 2-10 saat sürmektedir. Bataryanın dolumu süresince enerji dönüştürücüsüne gerek yoktur. Seyyar 240 Volt prizler ile batarya dolumu kolayca gerçekleştirilmektedir. Bu şarj tipi için şarj ekipmanları aracın kendi üzerinde bulunmaktadır [3].

Seviye 3 (Hızlı Tip) şarjın, hem doğru akım hem de alternatif akım tipleri bulunmaktadır. Alternatif akım modunda üç fazlı sistemler enerjilendirme için kullanılırken, doğru akım modunda ise alternatif akım elektrik şebekesinden doğrultularak doğru akım için kullanılmaktadır. Seviye 3 şarj metodunda ekipmanlar, alternatif akım modunda araca entegre edilmiş, doğru akım tipinde araca entegre değildir. DC şarj, AC şebekeden doğrultulan enerji ile sağlanmaktadır. DC şarjda 10 dakika şarj etme ile ortalama 70 km'ye yakın yol kat edilmektedir. Daha hızlı enerji transferi ile bataryanın tamamen dolması diğer seviyelere göre daha kısa sürede gerçekleşmektedir [3-4].

2.2. Kablosuz Şarj

Günümüzde artık birçok elektronik cihaz kablosuz şarj edilebilmektedir. Örneğin; akıllı telefonlarımız, saatlerimiz, tabletlerimiz ve daha birçok cihazımız kablo olmadan şarj edilebilmektedir. Kablo olmadan şarj edilebilen bu cihazlarımız dok (dock) adı verilen şarj etme yüzeyine konularak kablo varmış gibi şarj edilebilmektedir. Şarj etme yüzeyinin enerjisi ise, kablo ile prize bağlanarak ya da kendi içindeki batarya sistemi ile sağlanabilir. Şarj edilecek cihaz ile şarj eden yüzey arasındaki enerji aktarımı, manyetik rezonanslı kuplaj (MRK) vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. MRK birçok değişkene sahip karmaşık bir konudur[4].



Şekil 1. Manyetik rezonanslı kuplaj eşdeğer devresi[4]

Şekil 1'de MRK'nın eşdeğer devresi görülmektedir. Elektrikli araçları şarj etmek için bu sistem araçlarımızı park ettiğimiz alanlara yada otopark gibi toplu alanların zeminine entegre edilerek kolayca kullanılabilmesi planlanmaktadır. Bu şarj işlemi iki yönlü olduğu için araçların altına da şarj alabilen çeşitli malzemelerin yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu işlemlerle birlikte araçların park edildiği yerlerde kolayca şarj edilebilmesi planlanmaktadır [5].

2.3. Batarya Değişirme Yöntemi

Elektrikli araçların gideceği maksimum yol, bataryalarının doluluk oranıyla doğru orantılıdır. Bu araçlar benzinli ve dizel araçlara göre daha az yol almaktadır. İçten yanmalı motorlara sahip araçlar enerji gereksinimini elektrikli araçlara kıyasla daha kısa sürede karşılamaktadırlar. Bu durum elektrikli araçların batarya değişirme ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Böylece bu araçlar için batarya değişirme metodunu ortaya çıkarmıştır. Bu metod ile şarj olmayan bataryayı yenisi ile değiştirmek için yaklaşık 1,5 dakikalık süre gerekmektedir [5-6].

2.4. Elektrikli Araç Şarj Modları

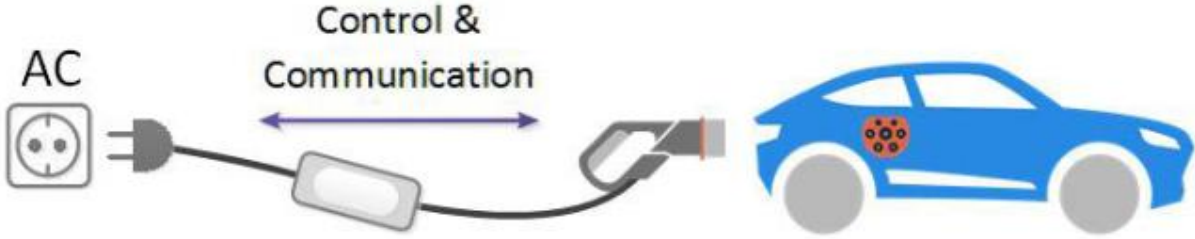
Elektrikli araçlar, bataryaları yapıları gereği doğru akımla da şarj olabilmektedir. Mod 1, Mod 2 ve Mod 3 şarj işlemlerinde alternatif akım, doğru akıma araç üzerinde yerleşik şarj sistem ile çevrilirken, Mod 4 metoduyla, bu dönüşüm işlemi şarj istasyonunda gerçekleştirilir.

Mod 1, elektrikli aracın doğrudan alternatif akım, şebekeden şarj edilmesi olarak tanımlanır. Gelen akım 16 Amper, gerilim ise tez fazda 250 Volt ve üç fazda ise 480 Volt ile sınırlıdır. Bu mod için ayrıca topraklama gerekmektedir. Birçok ülkede Mod 1 tip şarj, güvenlik nedeniyle yasaklanmıştır. Çünkü çoğu prizde topraklama ve koruyucu cihaz yoktur. Bu güvenlik sorunlarını azaltmak için Mod 2 şarj geliştirilmiştir.



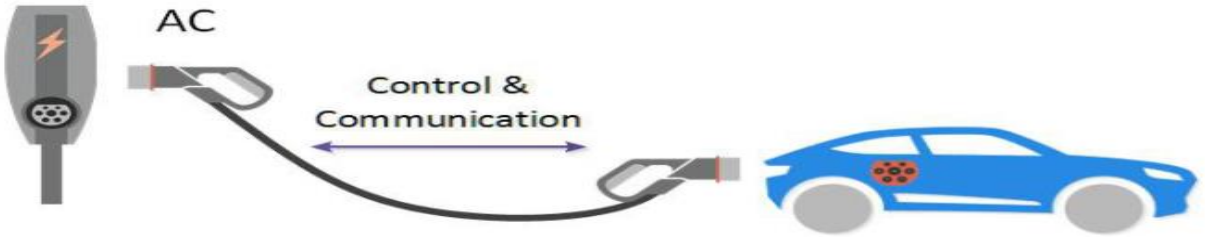
Şekil 2. Mod 1 şarj modu[7]

Mod 2 şarjı, AC ve DC akımlarına karşı entegre şok korumalı özel bir kablonun kullanılmasıyla geliştirilmiştir. Mod 2 şarjda, şarj kablosu elektrikli araçla birlikte verilir. Mod 1 şarjdan farklı olarak, Mod 2 şarj kablosunda elektrik çarpmasına karşı koruma sağlayan dahili koruma bulunmaktadır. Mod şarj şu anda elektrikli araçları şarj etmenin en kullanışlı ve yaygın modudur. Şarj kablosunda entegre bir koruma cihazı bulunan ev prizi veya endüstri prizi aracılığıyla AC'de yeniden şarj edilmesidir[7].



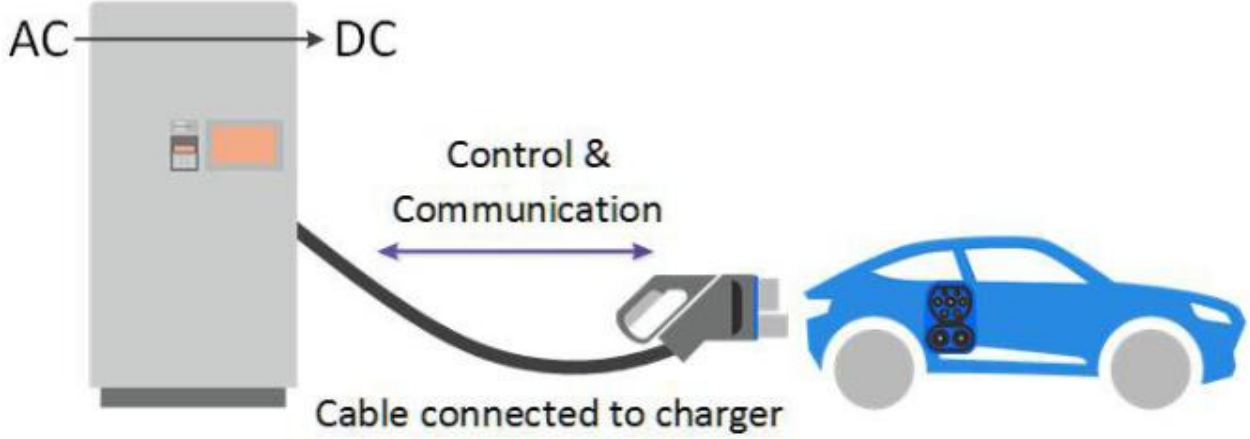
Şekil 3. Mod 2 şarj modu[7]

Mod 3 şarjı, elektrikli araç şarjı için özel bir şarj istasyonunun veya duvara monteli şarj kutusunun kullanılmasını içerir. Her ikisi de AC veya DC akımlarına karşı şok koruması sağlar. Mod3'te, bağlantı kablosu duvar kutusu veya şarj istasyonu ile birlikte sağlanır ve elektrikli aracın şarj için özel bir kablo ihtiyacına gerek duymaz. Mod 3 şarjı şu anda elektrikli araçlar için tercih edilen yöntemdir. Bu işlemde araç şarj merkezine bağlandığında aralarında bağlantı kurulur. Araç alabileceği en yüksek akım miktarını istasyona bildirir, bu sayede istasyon araca gidecek en uygun akımı belirleyerek araca aktarır[7].



Şekil 4. Mod 3 şarj modu[7]

Mod 4 ise genellikle DC hızlı şarj veya sadece hızlı şarj olarak bilinmektedir. Bununla birlikte Mod 4 için çok çeşitli şarj oranları mümkündür. Şu anda taşınabilir 5 kW ünitelerden 50 kW ve 150 kW'a kadardan 350 ve 400 kW'lara ulaşan standartlar mevcuttur. Kontrol ve koruma fonksiyonları ile oluşturulmuş doğru akımda bir şarj noktasında şarj olmaktadır. 80 Amper'e kadar akımlar için tip 2 şarj fişi veya 200 Amper akıma kadar Combo tip şarj istasyonları kullanılabilir. Bu istasyonların gücü 170 kW'a kadar ulaşabilmektedir [8].



Şekil 5. Mod 4 şarj modu[7]

Mod 4 şarj modunda prizden alınan enerji alternatif akım kaynağının, hızlı şarj merkezinde dönüştürücü üzerinden doğru akıma dönüştürülerek aracın bataryasına doğrudan doğruya ihtiyaç duymadan direkt verilmesini sağlar. Bu da yüksek akımlara ulaşabilmeyi ve hızlı şarj olmayı sağlamaktadır.

2.5. Elektrikli Araç Şarj İstasyon Tipleri

Elektrikli araçlar günümüzde alternatif akım veya doğru akım ile şarj olabilmektedir. Günümüzde bu akımları kullanan birçok şarj istasyonları kurulmuştur. Genel olarak şarj istasyon tipleri ikiye ayrılır. Bunlar AC ve DC şarj istasyonlarıdır.

Şehir şebekesinden kullandığımız AC'ye ihtiyaç duyan şarj istasyonları, sisteminin olanak sağladığı şekilde değişik hızlarda sunulmaktadır. Araca monte edilmiş olan enerji dönüştürücü ile üreticinin koyduğu limitler çerçevesinde enerji seviyesini aşmayacak şekilde AC enerji DC enerjiye dönüştürülür. Günümüzde genelde 380 Volt 3 faz ile beslenen 22kW seviyesinde AC şarj merkezleri maliyetinin daha ucuz olmasında dolayı birçok kişi tarafından kullanılmaktadır. Hem 22 kW şarj seviyesindeki istasyonları hem de belirli şirketlerin AC şarj metodu ile 43 kW hızındaki dolumu destekleme değerleri Tablo 1'de verilmiştir [9].

Tablo 1. Elektrikli araçların şarj standartları

Şarj Yöntemi	Voltaj (AC/Volt)	Faz	Maksimum Akım(A)	Maksimum Güç (W)
AC Seviye 1	120	1-Faz	12 16	1.44 1.92
AC Seviye 2	208-240	1-Faz	≤ 80	< 19.2

Elektrikli araçların bataryaları doğru akım ile şarj olurlar. Sistem içindeki dönüştürücü ile dönüştürülen güç, çok yüksek akımların etkisiyle yüksek ısı açığa çıkarır. Bu da üreticileri, güçleri sınırlandırmak zorunda bırakmaktadır. Farklı bir metot ise AC-DC enerji çeviriminin farklı bir yerde yapılmasıyla araca direkt olarak DC güç verilmesidir. Bu şekilde araca entegre edilmiş dönüştürücü kullanılmamasına paralel olarak yüksek ısı problemleri yaşanmadığı için güç sınırlaması olmamaktadır. Doğru akım ile şarj AC'ye göre desteklediği hız limiti fazla olduğu için elektrikli araçlar doğru akım ile daha hızlı ve daha çabuk şarj olabilmektedir. Araç artışıdaki gelişmeler DC şarj istasyonlarının artışı da beraberinde getirmektedir. Tablo 2'de ise Otomotiv Mühendisleri Derneğinin DC şarj istasyonu için tanımladığı DC şarj standartları verilmiştir [9].

Tablo 2. DC şarj standartları

Şarj Metodu	DC Çıkış Voltajı (DC/Volt)	Maksimum Akım (A)	Maksimum Güç (kW)
DC Seviye 1	50-1000	80	80
DC Seviye 2	50-1000	400	400

Elektrikle çalışan araçların batarya dolma süreleri; bataryanın kapasitesi, markası, desteklediği akım değeri ve şarj eden cihazın desteklediği güç değeriyle doğrudan bağlantılıdır. Alternatif akımda kullanılan Mod1 ve Mod2 ile şarj edilen bataryalar, daha yavaş şarj edildiği için batarya dolma süreleri daha fazladır. Elektrikli araç üreten firmalar bu araçların şarj olma hızlarını farklı değişkenli ortamlarda (nem, sıcaklık vs.) test ederler. Araçları sıkıntısız çalışmaları için birçok testten geçirirler. Bu sebeple firmalar araçların şarj sürelerini güvenlik açısından belirli limitlerle sınırlandırmaktadırlar. Tablo 3’de ise AC ve DC şarj yöntemi ile araçların şarj hızı ve süreleri verilmiştir [9-10].

Tablo 3. Elektrikli araçların şarj hızları ve süreleri

Şarj Türü	Şarj Olma Hızları	60 Dakikada Alabileceği Yol	Zaman
Şarj Cihazı (8A)	1.8 kW	10 km	35 saat
1-faz AC Şarj	7.4 kW	40 km	9 saat
3-faz AC Şarj	22 kW	120 km	3 saat
DC Şarj	25 kW	150 km	1.5 saat (%80’e kadar)
Hızlı DC Şarj	50 kW	300 km	1 saat (%80’e kadar)
Ultra Hızlı DC Şarj	175 kW	1000 km	15 dakika (%80’e kadar)

3. Bulgular

Elektrikli araçların batarya kapasiteleri arttıkça, batarya dolma süreleri de uzamaktadır. Bataryalar yaklaşık %85-90 doluluk oranına kadar doğrusal olarak şarj olurken %90 üzeri doluluk oranına ulaştıktan sonra parabolik ve daha yavaş şarj olmaktadır. Bataryalar, sınırlı bir şarj/deşarj döngüsüne ve kullanım ömrüne sahiptirler. Günümüzde birçok firma batarya ömürlerini uzatmak için çeşitli çalışmalar yapmaktadır. Bu nedenle araçların şebekeye enerji depolaması gibi yeni bir yöntem bulunmuştur. Bu yöntem ile birlikte batarya ömürleri de uzamaktadır. Normal şarj üniteleri elektrikli araçların topluma açık yerlerde şarj edilmesi için üretilmiştir. Normal şarj yeterli enerji miktarının bulunabileceği her yerde yapılabilir. Standart şarj istasyonları, elektrikli aracın tipine ve şarj durumuna göre 6-7 saat içinde, en düşük seviyeden tam doluma ulaşmasını sağlar. Bu üniteler tek fazda ve benzer koşullarda çalışmaktadır.

Hızlı şarj ünitelerinde ise elektrikli araçlar dakikalar içinde şarj olanağı bulabilmektedir. DC şarj standartları Japonya’da CHAdeMo kurumunun çalışmalarıyla oluşturulmuştur. Bu şarjda bağlantı 3 fazla yapılmaktadır. Tablo 4’te bütün şarj üniteleri ve özellikleri gösterilmiştir.

Tablo 4. Şarj üniteleri ve özellikleri

Şarj Ünitesi	Voltaj	Akım	Güç Değeri	Şarj Seviyesi
Ev Tipi	Tek Fazlı	Kademeli 13-16-32 A	Kademeli 3-3,7-7,4 KVA	Seviye 3
Normal	Tek Fazlı	16 A	3,7 KVA	Seviye 1/2
Hızlı	DC	125 A’e kadar	50 KW	Seviye 3
	AC	63 A’e kadar	43 KVA	Seviye 3

4. Tartışma ve Sonuç

Günümüzde yenilenemeyen enerji rezervlerinin azalması ve ülkelerin bu konuda yaşadıkları sorunlar elektrikli araçları artık mecbur kılmaktadır. Bu kaynaklarının azalması, elektrikli araçlara ve diğer çevre dostu projelere yatırımları arttırmıştır. Aynı zamanda elektrikli araçların, benzin ve dizel araçlara göre daha çevreci olması dolayısıyla önümüzdeki 50 yıl içinde dünyada tamamen elektrikli araçların varlığında söz edileceği öngörülmektedir. Fakat günümüzde hala elektrikli araçların sayısında istenilen artış sağlanamamıştır. Bu duruma elektrikli araçların konusunda daha yeni yeni ilerleme sağlanması etkilidir. Her geçen gün yeni teknolojiler geliştirilmekte ve etrafımızdaki araçlar günden güne değişmektedir. Bu araçların gelişimi batarya teknolojisini ve şarj istasyonlarının gelişimini de etkilemektedir. Sadece kablolu değil kablosuz şarj ve batarya değiştirme yöntemleri de bu sayede ilerlemiştir. Artık hızlı şarj ve güvenli şarj teknolojisi de gelişmiş ve kullanımı kolay bir hâl almıştır. Şuanda bile kullandığımız akıllı telefonlarımız, tabletlerimiz, saatlerimiz, bilekliklerimiz bile kablosuz ve hızlı şarj teknolojisi ile şarj olmakta ve hayatımızı epeyce kolaylaştırmaktadır. Elektrikli araçlar için de daha kısa sürede daha uzun mesafelere ulaşma imkânı tanıyan şarj istasyonları geliştirilmektedir. Bu şarj istasyonlarının gelişmesi ve yaygınlaşması elektrikli araç satış rakamlarını da etkilemekte ve daha fazla etkileyecektir. Şuanda birçok kullanıcı bu araçları nerede şarj edebileceği konusunda fikir sahibi olmadığı için bu araçlara ön yargılı yaklaşmakta ve elektrikli araç almaktan çekinmektedir. Bu yüzden şarj istasyonlarının gelişmesi ve yaygınlaşması, bu araçları yollarda daha sık görebileceğimiz anlamına gelmektedir. Günümüzde petrol ve türevleri yakıtlar için verilen savaşlar yakın süreçte elektrikli araç alma ve bu teknolojilere yatırım yapma konusunda verilecektir. Şuan birçok ülke hızlı şarj istasyonu ve batarya için yatırımlarına başlamıştır. Hatta bu ülkeler şarj teknolojisinde bir adım öne geçmek için kablolu şarjdan ziyade kablosuz şarj sistemlerinin daha avantajlı olduğunu düşünmektedir. Batarya değişim sistemindeki yüksek maliyet nedeniyle kablosuz şarj sistemi daha avantajlı görülmektedir. Fakat şuanda bu sistemin yeterince gelişmemiş olması bu sistemin dezavantajdır ve gelişmeye daha açık bir alandır.

Kaynakça

- [1] Özbay, H., & Közkurt C., & Dalcalı, A., & Tektaş, M.(2020). Geleceğin ulaşım tercihi: Elektrikli araçlar. Akıllı UI Aşınım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi, 3(1), 34-50.
- [2] Tarlak, H., İşen, E. 2018. Elektrikli Araçlar ve Akü Şarj Sistemleri. Kırklareli University Journal of Engineering and Science, 4(1), 124-141.
- [3] Yazıcı, V., Özdemir, E. 2013. Elektrikli Araç Şarj Yöntemleri, 5.Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, 23-24 Mayıs, Kocaeli, 288-292.
- [4] Yılmaz, M., & Krein, P. T. (2012). Review of battery charger topologies, charging power levels, and infrastructure for plug-in electric and hybrid vehicles. IEEE transactions on Power Electronics, 28(5), 2151-2169
- [5] Kerem, A., & Gürbak H. (2020).Elektrikli araçlar için hızlı şarj istasyonu teknolojileri. Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology, 8(3), 644-661.
- [6] Schmuelling B., Turki F. (2013). A SEPIC fed inductive charging device for electric vehicles. 2013 IV International Conference on 13-17 May, Istanbul, 1-2.
- [7] Durmuş, F.S., Kaymaz, H. 2020. Elektrikli Araç Şarj Yöntemleri. Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulama Dergisi, 3(2), 123-139.
- [8] Kerem, A. (2014). Elektrikli araç teknolojisinin gelişimi ve gelecek beklentileri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1), 1-13.
- [9] Nurmuhammed, M., & Karadağ T. (2021). Elektrikli araç şarj istasyonlarının konumlandırılması ve enerji şebekesi üzerine etkisi konulu derleme çalışması. Gazi University Journal of Science Part A, 8(2), 218-233.
- [10] Lukic, S., & Pantic, Z. (2013). Cutting the cord: Static and dynamic inductive wireless charging of electric vehicles. IEEE Electrification Magazine, 1(1), 57-64.