



COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Akıllı Şehir Rehberlik Uygulamaları Projesi

ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ ALTYAPISI

AKILLI ŞEHİR UYGULAMA REHBERLİK KILAVUZU

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

Tüm hakları saklıdır. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın izni olmadan bu belgenin hiçbir kısmı elektronik ya da mekanik yollarla (fotokopi, kayıtların ya da bilgilerin arşivlenmesi, vs.) çoğaltılamaz.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ ALTYAPISI REHBERLİK KILAVUZU

Bu kılavuz, akıllı şehir uygulamalarından olan “Elektrikli Araç Şarj Altyapısı Uygulaması” yapmak isteyen kurum ve kuruluşlara, projenin geliştirme ve uygulama aşamalarında destekleyici rehber doküman olması amacıyla hazırlanmıştır.

Kılavuzda uygulamaya yönelik bir vaka üzerinden aşamalı ve detaylı olarak açıklama yapılmıştır.

Rehberlik kılavuzu ile uygulamanın projelendirilmesine ve fizibilite çalışmalarının yapılmasına destek olunması hedeflenmektedir.

1. Uygulamanın Tanımı

Elektrikli Araç Şarj Altyapısı Projesi, elektrikli araçların şarj edilebilmesi için gereken şarj istasyonlarının planlanması, kurulumu ve yönetimini içermektedir. Bu proje kapsamında, şarj istasyonlarının yerleşimi, altyapı planlaması ve teknoloji seçimi gibi konuları ele alınmaktadır. Temel amaç, elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla birlikte artan şarj ihtiyacının karşılanması ve kullanıcıların rahat ve güvenilir bir şekilde araçları şarj edebilmelerinin sağlanmasıdır.

1.1. Projenin Adı, Uygulama Yeri ve Süresi

- Elektrikli Araç Şarj Altyapısı projesi hazırlık aşamasında ilk olarak projenin adı belirlenir.
- Proje adı belirlendikten sonra projenin uygulama alanı, büyüklüğü ve yapısı belirlenerek projenin ne kadar sürede biteceği planlanır.
- Proje uygulamaya alınmadan önce projenin tanıtıcı özeti olan Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamındaki Proje Fişi hazırlanır.

Örnek Vaka	
Proje Adı	Elektrikli Araç Şarj Altyapısı Projesi
Uygulama Alanı	1000 Ha yerleşim alanı – 200.000 kişi
Proje Süresi	Proje süresi iki fazdan oluşmaktadır. Elektrik altyapısının dağıtıcılar tarafından hazırlanması 12-16 ay, şarj istasyonlarının kurulumu ise yaklaşık 12 ay gibi düşünülebilir.

Akıllı Şehir Proje Fiş, Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamında hazırlanmış olup dokümana www.akillisehirler.gov.tr adresinde yayınlanan Akıllı Şehir Bilgi Paylaşım Portalı'ndan erişilebilmektedir.

1.2. Proje Teknik Bileşenleri

2025 sonrası için tasarlanan bir akıllı kent senaryosunda birden fazla ulaşım aracı görülmesi beklenmektedir. Bunları elektrikli mobilite araçları, engelli araçları, kick scooter, bisiklet, motosiklet, 3 ve 4 tekerlekli L7 sınıfı lojistik araçları, binek araçlar, hafif ticari araçlar, minibüs, midibüs, otobüs ve dronlar olarak sıralamak mümkündür. Öte yandan tüm bu araçların akıllı bir kentte elektrikle çalışıyor olması beklenmektedir. Geri kalan diğer ulaşım araçları ise, kullanıcıların kiralamaya duydukları ihtiyaca bağlı olarak kurulacak veya kurulanların sayısı artırılacaktır. Dolayısıyla, bu senaryolarda elektrik altyapısının hesaplamalarını 2030 yılına göre yapmak gerekmekte ve hem tasarım hem de altyapı gereksinimlerini karşılayacak teknik bileşenlerin eksik olmaması gerekmektedir.

Elektrikli Araç Şarj Altyapısı projesi bünyesinde birden fazla dikkat edilmesi gereken teknik bileşen bulundurmaktadır. Şarj altyapısı konusu için ele alınması gereken teknik bileşenler genel bir başlıkla aşağıdaki gibi ele alınmalıdır:

- Şebeke güçleri ve elektrik dağılımı
- AC yavaş şarj istasyonu
- AC hızlı şarj istasyonu
- DC hızlı şarj istasyonu

Şarj altyapısı için gerekli olan bu şarj istasyonları basitçe aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- AC yavaş şarj: Çoğunlukla konutlarda geceleri kullanılan bu istasyonlar, kişiye özel ya da site yönetiminin işletmesiyle hizmet vermektedirler. Kullanıcıların araçlarını 8-10 saatlik bir zaman diliminde şarj etmelerini sağlamaktadırlar. Diğer istasyon tiplerine göre daha ekonomik ve altyapının kısıtlı olduğu yerlerde konumlandırılabilirdiğinden dolayı iş merkezlerinde de kullanılmaktadır.
- AC hızlı şarj: Elektrikli araç kullanıcılarının araçlarını şarj etmek için kısa süreleri olduğu alanlarda AC hızlı şarjlar talep görmektedir. En çok alışveriş merkezleri gibi mekânlarda kullanılmakta ve yatırımcının seçimine göre AC veya DC soket tipinde olabilmektedir. Ayrıca açık otoparklar ve benzin istasyonlarında da bu tip şarj istasyonları kullanılmaktadır.
- DC hızlı şarj: Genelde şehirlerarası yollarda, istasyonlarda ve şehir içi toplu ulaşım araçları için kullanılmaktadır.

Şarj altyapısı hesaplanırken gereken veri ve varsayımlar aşağıda listelenmektedir:

- Bölgedeki elektrikli araç sayısı
- Dışarıdan gelen-geçen elektrikli araç sayısı
- Bölgedeki elektrikli araç sayısının teknolojik olarak AC yavaş/hızlı, DC hızlı şarj olabilmesi
- Elektrikli araç kullanıcıların ev ve ev dışı ortamlarda şarj alışkanlığı
- AVM otopark miktarı ve büyüklüğü
- İş Merkezi otopark miktarı ve büyüklüğü
- Bölgedeki açık otoparklar
- Bölgedeki binaların otopark büyüklüğü
- Toplu taşıma için elektrikli otobüs kullanımı, otobüs ve durak adedi

Akıllı kentlerde inşa edilecek olan elektrikli araç şarj altyapısı sistemleri projesi; bölgedeki konut sayısı ve bu konutlardaki şarj altyapı ve istasyon ihtiyacı göz önünde bulundurularak, bölgedeki AVM'lerde otopark sayısı başına istasyon tipi dağılımı belirlenecek, bölgedeki iş merkezlerindeki otopark sayısı başına istasyon tipi dağılımına karar verilecek, açık otopark alanlarındaki otopark sayısına göre istasyon tipi dağılımı saptanacak ve toplu taşımaya yönelik senaryolar için gerekli istasyonların dağılımı yapılacaktır. Projenin her bir adımının tasarımı için orta ve uzun vade senaryoları kurgulanacaktır. Elektrikli araç şarj altyapısı projelerinde, elektrik altyapısı taleplerine yanıt verme ve gelecekteki gelişmelere uyum sağlama önemlidir. Bu nedenle, yeni şarj istasyonları için elektrik altyapısının nasıl kademeli olarak devreye alınabileceği düşünülmelidir. Çünkü elektrikli araç sektöründe teknoloji hızla değişmektedir. Orta ve uzun vadeli planlar sürekli gözlemlenmeli ve gelişmelere paralel olarak güncellenmelidir.

Elektrik altyapısı planlaması, 2025 ve sonrası için düşünülmeli ve 2030'da elektrikli araç yaygınlığı senaryolarına göre hesaplanmalıdır. Şarj istasyonu kurulumu, şebeke yatırıma göre daha düşük maliyetli ve kısa sürede gerçekleştirilebilir. Bu nedenle, araç sayısındaki artışa göre hızlı bir şekilde uyarlanabilir.

Ancak en önemli nokta, istasyon tipi dağılımında hataların yapılmamasıdır. Elektrik altyapısı yeterli olduğunda, istasyon sayıları veya istasyonlardaki port sayıları mevcut yatırımlara ek olarak artırılabilir. Ancak teknoloji değişimi, yavaştan hızlıya geçiş veya güç artırımı gibi durumlar teknolojiye güncelleme gerektirecektir. Bu nedenle, projelerin esneklik ve güncelleme potansiyeli göz önünde bulundurularak planlanması önemlidir.

Şarj istasyonlarının dağıtımı, kurulumu ve işletmesi konuları çok paydaşlı bir sistem aracılığıyla yürütülmektedir. Bu sisteme elektrik üreticileri, elektrik dağıtıcıları, enerji şirketleri, şarj istasyonu üreticileri, şarj istasyonu işletmecileri -özel şirketler, benzin istasyonları, alışveriş merkezleri gibi işletmeler- dâhil olmaktadır. Türkiye'de 2022 yılı itibariyle yaklaşık olarak 3460 adet elektrikli araç şarj

ünitesi, 1700 adet de elektrikli şarj istasyonu olduğu bilinmektedir. Aşağıda Türkiye’de şarj istasyonu bulunan firmaların isimleri ve kaçar adet istasyon bulduklarını listelenmektedir [1]:

- Eşarj firmasına ait 260 şarj istasyonu ile 486 şarj soketi (Ocak 2022 verisi),
- Sharz.net firmasına ait 250’den fazla şarj istasyonu (2021 yılı verisi),
- ZES (Zorlu Energy Solutions) firmasına ait 956 şarj istasyonu (2022 yılı verisi),
- Voltron firmasına ait 140 şarj istasyonu (2020’ye ait veri),
- Gersan – G-Charge firmasına ait 92 şarj istasyonu (Ocak 2022’ye ait veri),
- Tesla Supercharger 12 adet şarj istasyonu (2022 yılına ait veri) bulunmaktadır.

Yerli elektrikli araçlara verilen teşvikler ve yurtdışındaki üreticilerin hedeflediği elektrikli araç üretim adetleri, şarj istasyonu ihtiyacında bir artış öngörüsünü desteklemektedir. Ancak, mevcut oyuncuların rolleri, iş modelleri ve gelir modelleri henüz mevzuatlarla netleşmemiştir. Bu nedenle, şarj istasyonu yatırımlarının gerçekleştirilebilmesi için öncelikle elektrik altyapısı belirlenmeli ve ardından yatırımcılar devreye sokulmalıdır. Halen şarj istasyonlarının arsa sahibi, kurucusu ve işletmecisinin aynı kişi veya kuruluş olması tercih edilen bir yöntemdir, ancak bu bölge dışında roaming kuralları henüz netleşmemiştir.

1.3. Proje Girdileri

Elektrikli Araç Şarj Altyapısı Projeleri için proje girdileri aşağıdaki gibidir:

- Araştırma ve analiz verileri
- İstasyon yerleşimi ve planlaması
- Teknoloji seçimi ve standartlar
- Enerji altyapısı ve bağlantılar
- Finansal planlama ve yatırım
- Mevzuat ve düzenlemeler
- İş birlikleri ve paydaşlar

1.4. Beklenen Çıktılar

Elektrikli Araç Şarj Altyapısı Projesi kapsamında beklenen çıktılar aşağıda verilmektedir:

- Elektrik şebekesi toplam gücündeki artış
- AVM, iş merkezi, alternatif şarj noktaları için gerekli şebeke gücü artışı
- AC yavaş, AC hızlı ve DC hızlı şarj istasyonu adetleri ve yatırımı
- AC yavaş, AC hızlı ve DC hızlı şarj istasyonu dağılımı
- İşletme modeli önerisi kurgulanabilecektir.

1.5. Projenin performans göstergeleri

Elektrikli Araç Şarj Altyapısı projeleri için performans göstergelerine duyulan ihtiyaç, projenin ilerlemesini değerlendirmek, başarılarını ölçmek ve gerektiğinde iyileştirmeler yapabilmek amacıyla ortaya çıkar. Performans göstergeleri, projenin kapasite kullanımı, müşteri memnuniyeti, şarj hızı ve süresi, altyapı genişletme ve büyüme, sürdürülebilirlik ve enerji kaynakları, finansal performans gibi alanlarda bilgi sağlar. Bu göstergeler, projenin hedeflerine ne ölçüde ulaşıldığını belirlemek, etkinlikleri takip etmek ve proje yönetiminde verimlilik sağlamak için kullanılır. Ayrıca, performans göstergeleri, paydaşlara ve ilgili taraflara projenin ilerlemesi hakkında bilgi vererek şeffaflığı ve hesap verebilirliği artırır. Elektrikli Araç Şarj Altyapısı projesinin performans göstergeleri şunlardır:

- Şarj istasyonu kapasite kullanımı
- Müşteri memnuniyeti
- Şarj hızı ve süresi
- Altyapı genişletme ve büyüme
- Sürdürülebilirlik ve enerji kaynakları
- Finansal performans

2. Proje Kapsamı ve Gerekçe

2.1. Proje Kapsamı

Elektrikli araç şarj altyapısı projesi, elektrikli araçların şarj edilmesi için gerekli olan altyapının planlanması, kurulumu ve yönetimi sürecini kapsamaktadır. Bu projenin kapsamı, şarj istasyonlarının yerleşim planlaması, enerji tedariki, teknoloji seçimi, güvenlik standartları, kullanıcı deneyimi, finansal analiz, mevzuat uyumu ve iş birlikleri gibi bir dizi unsuru içermektedir. Aynı zamanda, projenin sürdürülebilirlik, genişleme potansiyeli, müşteri memnuniyeti ve operasyonel etkinlik gibi hedefleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Elektrikli araç şarj altyapısı projesi, elektrikli araçların yaygınlaşması ve kullanımını teşvik etmek için önemli bir adımdır ve geleceğin ulaşım ihtiyaçlarını karşılamayı hedeflemektedir.

2.2. Proje Gerekçesi

Elektrikli araçlar, fosil yakıtlı araçlara kıyasla daha düşük karbon salınımı sağlayarak çevresel etkileri azaltır. Bu nedenle, elektrikli araç kullanımının yaygınlaşması için etkin bir şarj altyapısına ihtiyaç vardır. Elektrikli araç şarj altyapısı projesi, sürdürülebilir ulaşımı teşvik ederek çevresel faktörleri gözetir. Öte yandan, elektrikli araçların popülaritesi ve kullanımı hızla artmaktadır. Bu durum, elektrikli araç sahiplerinin şarj altyapısına erişim ihtiyacını beraberinde getirir. Elektrikli araç şarj altyapısı projeleri,

bu artan talebi karşılamak ve kullanıcıların güvenli, hızlı ve uygun fiyatlı şarj imkânlarına erişimini sağlamak için önemlidir.

Geleneksel içten yanmalı motorlu araçlardan elektrikli araçlara geçiş, ulaşım altyapısında bir dönüşüm gerektirir. Elektrikli araçlar için uygun ve erişilebilir şarj istasyonlarına sahip olmak, kullanıcıların günlük ihtiyaçlarını karşılamalarını ve elektrikli araçlara güvenle geçiş yapmalarını sağlar.

Elektrikli araç şarj altyapısı projeleri, yeni iş fırsatları yaratır. Şarj istasyonlarının kurulumu, bakımı, işletilmesi ve yönetimi için istihdam alanları oluşur. Aynı zamanda, bu projeler, enerji şirketlerine, otopark işletmecilerine, araç üreticilerine ve teknoloji şirketlerine yeni pazarlar ve gelir kaynakları sunar.

Elektrikli araç şarj altyapısı projeleri, hükümetlerin sürdürülebilir ulaşımı teşvik etme politikalarının bir parçasıdır. Elektrikli araç kullanımını teşvik etmek için çeşitli teşvikler, vergi indirimleri ve altyapı desteği gibi politika araçları kullanılır. Bu nedenle, elektrikli araç şarj altyapısı projeleri, kamu politikalarının hedeflerini destekler ve uygulanabilir hale getirir.

Elektrikli araç şarj altyapısı projeleri, çevresel, ekonomik ve sosyal açılardan bir dizi fayda sunar. Bu projeler, elektrikli araç kullanımının yaygınlaşmasını desteklerken çevresel sürdürülebilirliği artırır, iş fırsatları yaratır ve ulaşım altyapısında dönüşümü sağlar. Aynı zamanda, kamu politikalarının hedeflerini destekleyerek toplumun genel refahını artırır.

Amaçlar:

- Elektrikli araç kullanımının yaygınlaşmasını teşvik etmek
- Şarj altyapısının erişilebilirliğini ve kullanılabilirliğini artırmak
- Sürdürülebilirlik ve çevresel faktörleri desteklemek
- Teknoloji ve yenilikleri teşvik etmek
- Şarj istasyonlarının kurulumu, bakımı, işletilmesi ve yönetimi için istihdam alanları oluşturmak

Hedefler:

- Tüm kullanıcıları kapsayacak şekilde geniş bir şarj altyapısı oluşturmak
- Tüm kullanıcılar için güvenli şarj altyapısını sağlamak
- Kullanıcılara kısa sürede araçlarını şarj edebilecekleri ve verimli bir şekilde enerji alabilecekleri şarj istasyonlarına erişim sağlamak
- Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı şarj istasyonlarının kurulumunu ve kullanımını teşvik etmek
- Gelecekteki büyüme ve değişime uyum sağlayabilecek esnek bir yapı oluşturmak

2.3. Mevcut Durum

Proje konusu ile ilgili dünyada mevcut durumun tespiti

- Elektrikli araç şarj altyapısı uygulamalarına yönelik dünyadaki güncel trendler incelenir.
- Bu trendlere bağlı güncel teknoloji, yazılım, otomasyon, ekipman, yapı, ürün vs. incelenir.

Proje konusu ile ilgili Türkiye’de mevcut durumun tespiti

- Türkiye’deki mevcut Elektrikli araç şarj altyapısı uygulamaları incelenir.
- Proje için gerek duyulan alanlarda hizmet alınabilecek firmalar belirlenir.

Daha önce yapılan çalışmaların başarı-başarısızlık durumlarının tespiti

Projenin etkili ve başarılı olabilmesi için gerekli birkaç koşul bulunmaktadır. Elektrikli araç şarj istasyonlarının geniş bir coğrafyaya dengeli bir biçimde yayılması kullanıcıların bu altyapıya erişimini artırmaktadır. İstasyonların yoğun olarak kullanılan bölgelerde, otoparklarda, ticaret merkezlerinde ve ana yollar üzerinde yer alması önemlidir. Erişilebilirlik, kullanıcıların şarj ihtiyaçlarını karşılamak için uzun süreler beklememelerini ve şarj istasyonlarına hızlıca erişebilmelerini içermektedir.

Araç şarj süresinin olabildiğince hızlı ve verimli olması da önemli bir diğer etken olarak karşılaşılmaktadır. Kullanıcılar, kısa süreler içinde araçlarını şarj edebilmelilerdir. Bu yüzden şarj istasyonlarının verimli bir şekilde enerji sağlaması beklenmektedir. Verimli şarj süreçleri, kullanıcı deneyimini iyileştirmekte ve elektrikli araçların günlük kullanımda daha pratik hale gelmesini sağlamaktadır.

Elektrikli araç şarj altyapısı projeleri, teknolojik gelişmelere uyum sağlamalı ve yeni yenilikleri benimsemelidir. Projelerin başarısı, yenilikçi şarj teknolojilerinin kullanımı, akıllı şarj yönetimi sistemlerinin entegrasyonu ve ileri teknolojilerin kullanımına açıklık gibi faktörlere bağlı olabilir. Ayrıca, projelerin zaman içinde iyileştirilmesi ve güncellenmesi de başarının bir göstergesidir.

Kullanıcı memnuniyeti, projenin başarısını değerlendirmede önemli bir diğer faktördür. Kullanıcıların şarj istasyonlarının kalitesi, kolay kullanımı, güvenliği ve hizmet seviyesi gibi konularda memnuniyeti önemlidir. Kullanıcı geri bildirimleri ve memnuniyet anketleri gibi araçlarla projenin kullanıcılar tarafından nasıl değerlendirildiği ölçülebilir. Ayrıca proje, çevresel etkilerin azaltılması ve sürdürülebilir bir ulaşım sistemi oluşturulmasıyla da değerlendirilebilir. Projelerin çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ne ölçüde uyduğu, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve karbon ayak izinin azaltılması gibi faktörler değerlendirmeye dâhil edilebilir.

Elektrikli araç şarj altyapısı projelerinin başarılı olup olmadığını değerlendirmek için yukarıdaki faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu faktörler, kullanıcıların ihtiyaçlarının karşılanması, şarj süreleri ve

verimliliği, teknolojik uyum, kullanıcı memnuniyeti ve çevresel etkiler gibi önemli performans göstergelerini içerir. Özetle;

- Şarj istasyonlarının dağılımı ve erişilebilirlik,
- Şarj süresi ve verimlilik,
- Teknolojik uyum ve iyileştirme,
- Kullanıcı memnuniyeti ve
- Çevresel etkiler projelerin genel anlamda başarılı olup olmadıklarını ölçmek için kullanılacak parametrelerdir.

Literatür Araştırması

Literatür araştırması kısmı, bu projeyi uygulayacak kurum ve kuruluşlara mevcut durum hakkında bilgi vermek ve konu hakkında fikir sahibi olmalarını sağlamak amacıyla hazırlanmıştır.

Elektrikli araçlar ve şarj istasyonları, teknolojik ve adetsel açıdan birbirleriyle doğrudan ilişkilidir. Elektrikli araç pazarının en büyük payına sahip olan Çin'de 2022 yılında yaklaşık olarak 5.4 milyon araç satılmıştır. Satış sayıları 2021 yılına oranla %83,95 artmıştır [2]. Ayrıca, ülkede 1,8 milyon adet şarj istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonların yaklaşık olarak 750 bini hızlı, 1 milyon adedi ise yavaş şarj istasyonu olarak çalışmaktadır [3].

ABD Enerji Bilgi Yönetim İdaresi'nin (EIA) 2021 yılı verilerine göre ülkede kayıtlı olan hafif hizmet elektrikli araçların sayısı 2,13 milyona ulaşmıştır [4]. Aynı zamanda bir başka çalışmaya göre, dünyada elektrikli araç şarj istasyonlarının sayısı bakımından üçüncülüğe yerleşen ABD'de yaklaşık olarak 128 bin adet istasyon bulunmaktadır. Listenin ikinci sırasında Güney Kore yer almakta olup, ülkede bulunan 210 bin şarj istasyonunun 21 bini hızlı şarj edebilmektedir [3].

Türkiye'de 2023 yılı haziran ayı itibarıyla yaklaşık 33 bine yakın elektrikli araç bulunmaktadır. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından açıklanan verilere göre, 33 bin adet de elektrikli araç bulunmaktadır [5].



Şekil 1. Türkiye’de mevcut elektrikli araç şarj istasyonu lokasyonları [7]

Dünyada 2020’de elektrikli araç sayıları ise aşağıdaki tablodaki gibi bir gelişim göstermiştir:

Tablo 1. Elektrikli araçların dünyanın önde gelen ülkelerinde 2020 pazar payları [8]

Ülkelerin Açıkladığı Hedefler	2015 (Bin Araç)	2020 Hedefi (Milyon)	EA 2016-2020 Arası Satış Payı	2020 Toplam Pazar Payı
Avusturya	5,3	0,2	13%	4%
Çin	312,3	4,6	6%	3%
Danimarka	8,1	0,2	23%	9%
Fransa	54,3	2	20%	6%
Almanya	49,2	1	6%	2%
Hindistan	6	0,3	2%	1%
İrlanda	2	0,1	8%	3%
Japonya	126,4	1	4%	2%
Hollanda	87,5	0,3	10%	4%
Portekiz	2	0,2	22%	5%
Güney Kore	4,3	0,2	4%	1%
İspanya	6	0,2	3%	1%
İngiltere	49,7	1,6	14%	5%
ABD	101	1,2	6%	2%
Toplam	814,1	12,9	7%	3%

Aşağıdaki tabloda açıklandığı üzere, elektrikli araç üreticilerinin 2025 hedefleri ile şimdiden bu beklentileri desteklemektedir:

Tablo 2. Elektrikli araç üreticilerinin 2025 hedefleri [8]

Market CAP	Tüm Satış	EA Hedef	EA model
------------	-----------	----------	----------

Tesla	56B USD	0,3M	3M	
Toyota	170B USD	10,2M	1M	10
VW	78B USD	10,1M	3M	50
Hyundai/Kia	30B USD	7,9M	1M	30
GM	46B USD	7,8M	1M	20
Ford	36B USD	6,4M	1M	40
Nissan	35B USD	5,6M	1M	
Honda	47B USD	5,0M		
Fiat	25B USD	4,7M		30
Renault	20B USD	3,4M	0,5M	
PSA	21B USD	3,2M		15
Mercedes	70B USD	3,0M		
BMW	55B USD	2,4M		

2.3.1. Şarj İstasyonlarına İlişkin Yurtdışı Mevzuatı

Yurtdışındaki düzenlemelere bakıldığında, Portekiz, İspanya gibi ülkelerde fazla regülasyon yayınlanmasının, şarj istasyonu sektörünün ilerlemesini yavaşlattığı görülmüştür. Küçük ülkelerde ise, örneğin İrlanda'da, hizmet dağıtım şirketleri aracılığıyla bu hizmetin sağlanmaya çalışıldığı görülmektedir [6]. Ancak Almanya ve Türkiye gibi büyük ülkelerde, bu işin tek bir aktör tarafından yürütülmesinin doğru olmadığı değerlendirilmektedir. Bu nedenle, AVM'lerden benzin istasyonlarına kadar her yerde, şarj istasyonlarının sağlıklı ve çok yönlü bir şekilde kurulabilmesi için planlamalar yapılması ve usul ve esasların belirlenmesi oldukça önemlidir.

2014/94 sayılı Alternatif Yakıtlara İlişkin Altyapının Oluşturulmasına Dair Yönerge, AB Parlamentosu ve Konseyi tarafından çıkarılmıştır. Bu yönergede aşağıdaki hedefler ve tanımlar yer almaktadır [9]:

- *Petrole olan bağımlılığın azaltılması ve ulaşım sektörünün çevreye olan olumsuz etkilerinin sınırlandırılması amaçlanmaktadır.*
- *Alternatif yakıtlar arasında elektrik, hidrojen, biyoyakıt, sentetik ve parafinik yakıtlar, doğal gaz (CNG ve LNG) bulunmaktadır.*
- *Normal şarj istasyonu olarak kabul edilen güç değeri $x < 22$ kW'dır. Bu istasyonlar kamuya açık olmayıp evlerde kurulan veya araç şarj etmek için kullanılmayan 3,7 kW ve daha düşük güce sahip cihazları kapsamaz.*
- *Hızlı şarj istasyonu ise $x > 22$ kW olarak tanımlanmaktadır.*

- 2020 sonuna kadar ulusal stratejiye dayanarak belirli sayıda kamuya açık şarj istasyonunun hedeflenmesi gerekmektedir.
- Komisyon, 2025 sonu için kamuya açık şarj istasyonu sayısında yeni hedefler belirleme yetkisine sahiptir.
- Kamuya açık olmayan şarj istasyonlarının teşvik edilmesi ve kurulumunun kolaylaştırılması gerekmektedir.
- Asgari güvenlik standartları sağlanmalıdır ve bu standartlar EN 62196-2 (AC normal şarj istasyonu ve AC hızlı şarj istasyonu) ve EN 62196-3 (DC hızlı şarj istasyonu) belgelerinde belirtilmektedir.
- Dağıtım sistem işletmecileri, kamuya açık bir şarj istasyonu kurmak veya işletmek isteyen herkesle iş birliği yapmakla yükümlüdür.
- Kamuya açık şarj istasyonları, teknik ve ekonomik olarak mümkün ve makul olduğunda akıllı sayaç sistemlerini kullanmalıdır.
- İstasyon işletmecileri, diğer istasyon işletmecilerinin istasyonlarından hizmet sunmasına izin vermelidir.
- Tüm istasyonlar, kullanıcılara önceden yapılmış bir sözleşmeye gerek olmaksızın hizmet vermeli ve istasyon işletmecisi başka bir tedarikçiden elektrik enerjisi alabilir.
- Üye Devletler, istasyon işletmecilerinin fiyatlarının makul, açıkça karşılaştırılabilir, şeffaf ve ayrımcı olmayan bir şekilde oluşmasını sağlamakla yükümlüdür.

Bu yönerge, alternatif yakıtlara yönelik altyapının oluşturulması ve şarj istasyonlarının düzenlenmesi için AB ülkelerine bir çerçeve sunmaktadır.

Son olarak, projenin bağlantılı olduğu başlıca alanlar ise şunlardır:

- Enerji altyapısı
- Ulaşım ve lojistik
- Yenilenebilir enerji kaynakları
- Teknoloji ve iletişim
- Çevre ve sürdürülebilirlik

2.3. İhtiyaç Analizi

Projeye duyulan ihtiyacı ortaya koyan verilerin incelenmesi

Elektrikli araç şarj altyapısına olan ihtiyaç, birçok nedenle açıklanmaktadır. Öncelikle, sürdürülebilirlik ve çevresel etkiler göz önüne alındığında, elektrikli araçlar düşük veya sıfır emisyonlu bir ulaşım seçeneği sunmaktadır. Bu nedenle, elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla birlikte, uygun şarj altyapısına

ihtiyaç duyulmaktadır. İkinci olarak, elektrikli araç piyasasının büyümesi, daha fazla insanın elektrikli araçlara geçmesi ve kullanması anlamına gelmektedir. Bu da, günlük şarj edilebilme, seyahat sırasında şarj edebilme ve kolay erişilebilir şarj noktalarına ihtiyaç duyulmasını beraberinde getirmektedir. Ayrıca, uzun menzil ve seyahat kolaylığı da bir diğer önemli konudur. Kullanıcılar, güvenilir bir şarj altyapısına sahip olmanın yanı sıra, uzun mesafelerde seyahat edebilecekleri bir altyapıya güvenmek istemektedirler. Bununla birlikte, şebekenin yüklenme kapasitesi, elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla artan enerji talebini yönetebilme becerisi açısından önemlidir. Elektrikli araç şarj altyapısı projeleri, şebekenin kapasitesini artırmak, akıllı şarj yönetimi sistemleri kullanmak ve enerji tüketimini optimize etmek gibi önlemleri içermektedir. Bu şekilde elektrikli araçların yaygınlaşması, kullanıcı ihtiyaçlarının karşılanması ve çevresel etkilerin azaltılması sağlanabilmektedir.

Proje ile ilgili beklentiler ve paydaşlara sağlanan faydalar ile çözüm getirilen problem ve sıkıntıların tespiti

- Projenin, tedarik sürecindeki aracı kurumlardan kaynaklanan fiyat değişimine etkisinin analiz edilmesi
- Elektrikli araç şarj altyapısı teknolojilerinin yaygın kullanımı için gereksinimlerin belirlenmesi
- Elektrikli araç şarj altyapısı teknolojilerinin uygulanacağı bölgelerde yaşanacak uygulama zorluklarının belirlenmesi

Projenin başarılı olmasını sağlayacak güçlü yönlerin ve başarısızlığa neden olabilecek zayıf yönlerin tespiti

- **Güçlü Yönler**
 - Fosil yakıtlara dayalı araçların yerini alarak çevresel zararlı etkileri azaltır.
 - Şebekeden alınan elektriği araçlara aktarırken enerji kayıplarını minimum seviyeye indirir, enerjiyi daha verimli bir şekilde kullanmayı sağlar.
 - Kullanıcılara şehir içinde, otoparklarda, alışveriş merkezlerinde ve diğer halka açık alanlarda bulunan şarj noktaları sunarak, elektrikli araçların daha kolay şarj edilebilmesini sağlar.
 - Gelişen teknoloji ile birlikte hızlı şarj istasyonları yaygınlaşmakta ve elektrikli araçlar daha kısa sürede şarj edilebilir hale gelmektedir.
 - Akıllı şebeke entegrasyonunu destekleyerek şebeke yönetimi ve enerji talebinin dengelenmesi için akıllı şarj yönetimi sistemleri kullanılır. Böylece elektrik talebi daha etkin bir şekilde yönetilebilir.
 - Teknolojik inovasyonu teşvik eder ve yeni iş imkânları yaratır. Şarj istasyonlarının kurulumu, işletimi ve bakımı için birçok sektörde istihdam fırsatları ortaya çıkar.

- **Zayıf Yönler**

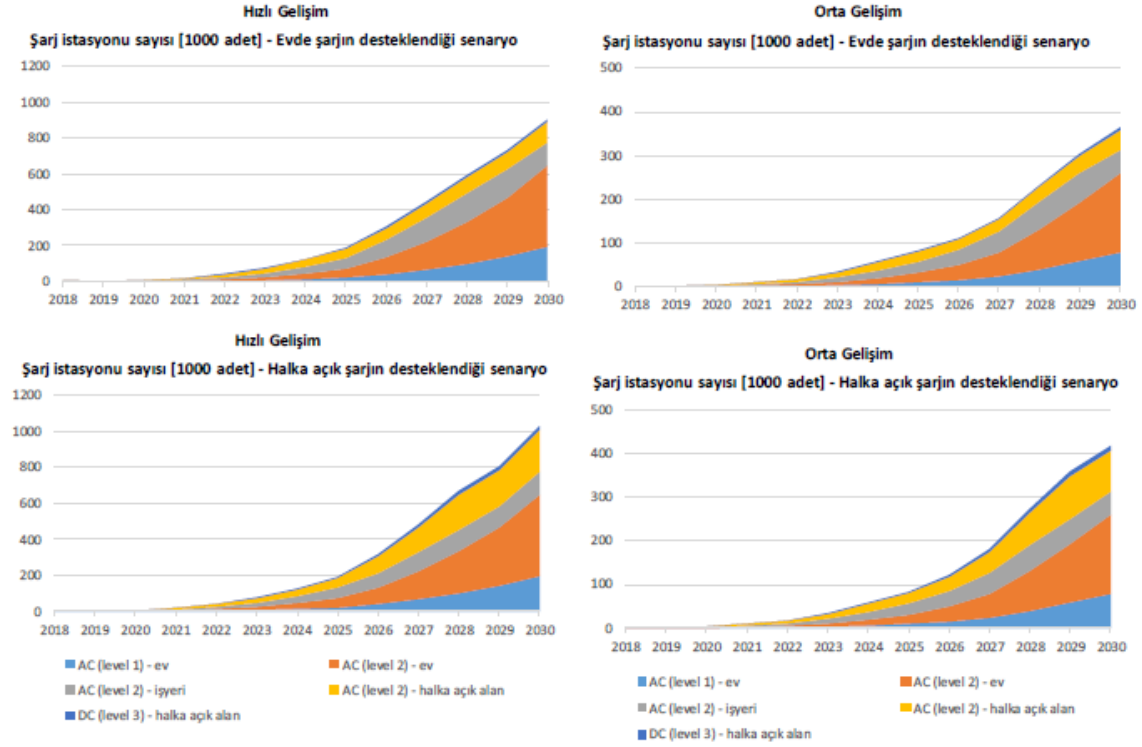
- Bazı bölgelerde şarj istasyonu yoğunluğu düşük olması sebebiyle özellikle uzun mesafe seyahatlerde istasyonların yetersiz olması, kullanıcıların endişe duymasına ve şarj noktaları bulmakta zorluk yaşamasına neden olabilir.
- Hızlı şarj imkânı olsa bile, elektrikli araçların tam kapasiteye şarj olması bir süre gerektirir. Bu süre, kullanıcıların araçlarını şarj etmek için beklemlerine neden olabilir ve seyahat planlarını etkileyebilir.
- Elektrikli araç şarj altyapısının gelişimi, mevcut altyapıya ve mevzuatlara uyum sağlamak için çaba gerektirir. Bazı bölgelerde altyapı yetersiz olabilir ve mevzuat eksiklikleri veya belirsizlikler, şarj altyapısının hızlı ve etkili bir şekilde yaygınlaşmasını engelleyebilir.
- Elektrikli araç şarj altyapısının kurulumu ve işletimi maliyetli olabilir. Şarj istasyonlarının kurulumu, elektrik bağlantısı, bakım ve enerji maliyetleri gibi faktörler, projelerin ekonomik olarak sürdürülebilir olmasını zorlaştırabilir.
- Elektrikli araç şarj altyapısı projelerinde farklı teknolojik standartlar ve protokoller bulunabilir. Bu durum, farklı araç modellerinin aynı şarj istasyonunu kullanabilme yeteneğini sınırlayabilir ve kullanıcı deneyimini etkileyebilir.

2.4. Talep Analizi

Proje ile üretilecek ürünlere ve/veya sunulacak hizmetlere yönelik mevcut talebin tespiti

2030 yılı için hazırlanan rapor ve sunumlardan çıkarılan verilere göre, elektrikli araçların sayısının yaklaşık 2,5 milyona çıkacağına öngörülüyor. İyimser, bir diğer adıyla hızlı gelişim senaryosu ve araç sayısının 1 milyon artacağını öngören gerçekçi orta gelişim senaryosu olacak şekilde iki senaryo hazırlanmıştır. Bunlara göre günümüzde %154 olan araç sahiplik oranının, %300'e çıkması beklenmektedir. Toplam araç satışında ise satılan elektrikli araçların payının gerçekçi senaryoya göre %30 ve iyimser senaryoya göre %60 olması planlanmaktadır.

Aşağıdaki grafiklerde 2030 yılında ülkemizde gerçekleşeceği beklenen elektrikli araç şarj istasyonu sayıları gösterilmektedir. Buna göre 65.000 konutlu bir yerleşim alanında 200.000 kişinin ikamet etmesi ve 65.000 araç sahibi olmaları beklenmektedir. Bu sayılar planda öngörülen daire başına bir otopark sistemi ile de uyumaktadır. Beklenen, bu araçların gerçekçi senaryo ile 4.333-5.417'sinin, iyimser senaryo ile 2030 yılında 10.833'ünün elektrikli araç olmasıdır. Dağılımların bina başında eşit dağıldığını varsayılırsa, 20 dairelik bir bina başına en az 2 şarj portu olmalıdır. Bu değerler bizi binalara önce 2022 AC yavaş ardından 2025 sonrası AC hızlı yatırım yapmanın finansal açıdan daha uygun olacağını göstermektedir.



Şekil 2. 2030 yılında ülkemizde ulaşılmaması beklenen elektrikli araç şarj istasyonu sayıları [8]

Artan şarj istasyonlarının ilerde elektrik şebekesine etkisine ilişkin olarak halen pek çok çalışma yapılmaktadır. Gerek ülkemiz gerekse dünyadaki şarj istasyonlarının güncel olarak sayıları ve yürürlükteki mevzuatlar <https://www.plugshare.com/> ve <https://www.eafo.eu/> internet adreslerinden ve sektör temsilcilerinden sürekli olarak takip edilebilir.

Bu altyapıların kurulması için talebi belirleyen temel etkenler ve göstergeler şunlardır:

- Elektrikli araç piyasası büyüklüğü
- Hükümet politikaları ve teşvikler
 - Vergi indirimleri
 - Teşvikler
 - Altyapı desteği gibi önlemler
- Şebeke altyapısı kapasitesi
- Şehir planlaması ve altyapı entegrasyonu
 - Şarj istasyonlarının stratejik olarak yerleştirilmesi ve halka kolay erişim sağlanması
 - Yeni altyapının mevcut altyapıya doğru entegrasyonu
- Kullanıcı davranışları ve ihtiyaçları
 - Kullanıcıların günlük seyahat alışkanlıkları
 - Şarj noktalarına erişim talebi
 - Şarj hızı ve bekleme süreleri

Talebin gelecekteki gelişim potansiyeli ve talep için gelecek öngörülerin tespiti

- Geleceğe yönelik nüfus, ekonomi ve teknoloji öngörülerini dikkate alınarak hesaplamalar yapılır.

3. Teknik Analiz ve Alternatif Teknolojilerin Değerlendirilmesi

Fiziki/Mekânsal Büyüklük

- Fiziki/mekânsal büyüklük projenin gerçekleşeceği binanın büyüklüğüne ve türüne bağlıdır.
- Proje alanında;
 - Kurulacak şarj istasyonlarının sayısına,
 - Şarj istasyonunun tipine, kapasitesine ve kullanıcı trafiğine bağlı olarak istasyon alanlarına,
 - Elektrikli şarj altyapısının kurulacağı elektrik bağlantısı ve altyapı,
 - Şarj istasyonlarının dağılımı

gibi faktörler elektrikli araç şarj altyapısının kurulması için gerekli fiziki/mekânsal büyüklüğün belirlenmesinde rol oynar. Projenin kapsamı, hedeflenen kullanıcı kitlesi, bölgenin özellikleri ve kullanıcı talepleri dikkate alınarak, uygun fiziksel ve mekânsal büyüklükler belirlenir.

Kapasitenin Belirlenmesi

Elektrikli Araç Şarj Altyapısı projesi için kapasitenin belirlenmesindeki kriterler aşağıda verilmiştir:

- Gerekli şarj kapasitesinin saptanarak, hızlı, yavaş, ultra hızlı şarj istasyonu tiplerinden gerekli olana karar verilmesi
- Kullanıcıların günlük seyahat mesafeleri ve şarj ihtiyaçları kapasite hesaplamaları yapılarak talep edilen araç sayısının belirlenmesi ve kullanıcı profilinin oluşturulması
- Nüfus yoğunluğu, araç yoğunluğu, seyahat alışkanlıkları ve bölgedeki turistik veya iş merkezleri gibi faktörler göz önünde bulundurularak, bölgenin niteliklerinin belirlenmesi
- Elektrikli araç kullanımının gelecekteki büyüme tahminlerinin ve talep artışı öngörülerinin gerçekleştirilmesi
- Şarj altyapısının mevcut şebeke altyapısıyla uyumlu olması ve enerji talebini karşılayacak kapasiteye sahip olmasının sağlanması
- Şarj altyapısı projelerinde iş birliği yapılacak paydaşlarla koordinasyon sağlanarak kapasitenin belirlenmesi

Yapısal Proje Gereksinimleri

Elektrikli Araç Şarj Altyapısı projesi için yapısal proje gereksinimleri şunlardır:

- Şarj istasyonlarının yerleşimi
- Güç altyapısı
- Yapısal tasarım ve inşaat
- Kabloleme ve altyapı
- Trafiğin yönetimi ve işaretlemeler

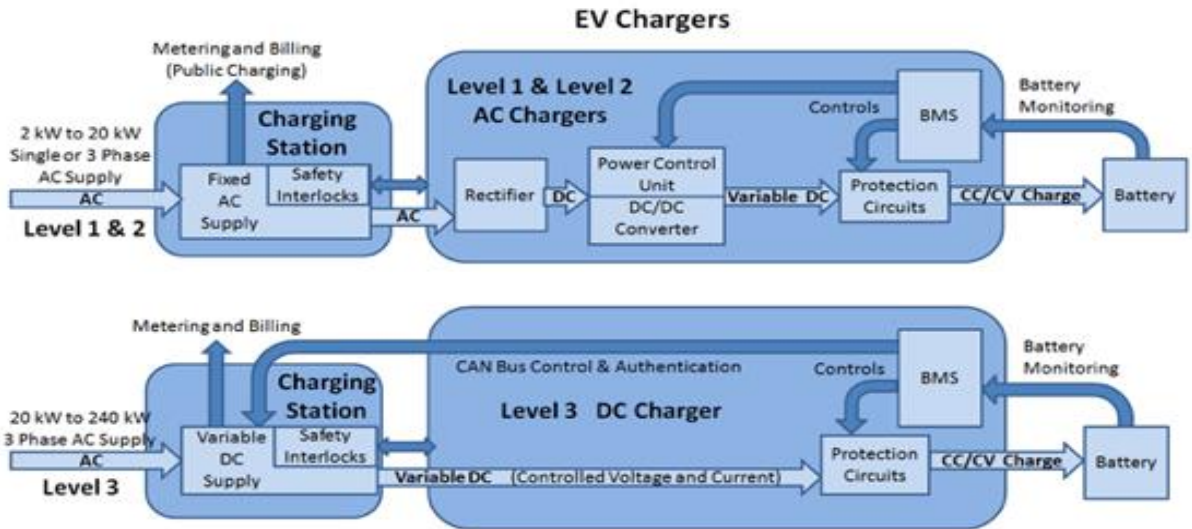
Yazılım ve Donanım Gereksinimleri

Elektrikli Araç Şarj Altyapısı projesi için yazılım ve donanım gereksinimleri şunlardır:

- Şarj istasyonu yönetim sistemi
- Ödeme ve faturalandırma sistemi
- Mobil uygulama ve web ara yüzü
- Şarj istasyonları ve kabloleme
- Veri toplama ve iletişim cihazları
- Güvenlik sistemleri

Alternatif teknolojiler nelerdir? Karşılaştırma yapınız.

Elektrikli araçlar, DC batarya paketinden enerji alarak çalışan araçlardır. Şebekeden gelen AC gerilimi, araçtaki DC batarya paketini şarj etmek için AC/DC dönüşümü gerektirir. Bu dönüşüm, şarj işlemi aracın içinde veya dışında gerçekleştirildiği ve ne kadar güçlü olduğu gibi faktörlere bağlı olarak günümüzdeki şarj istasyonları ve altyapılarını belirlemektedir.

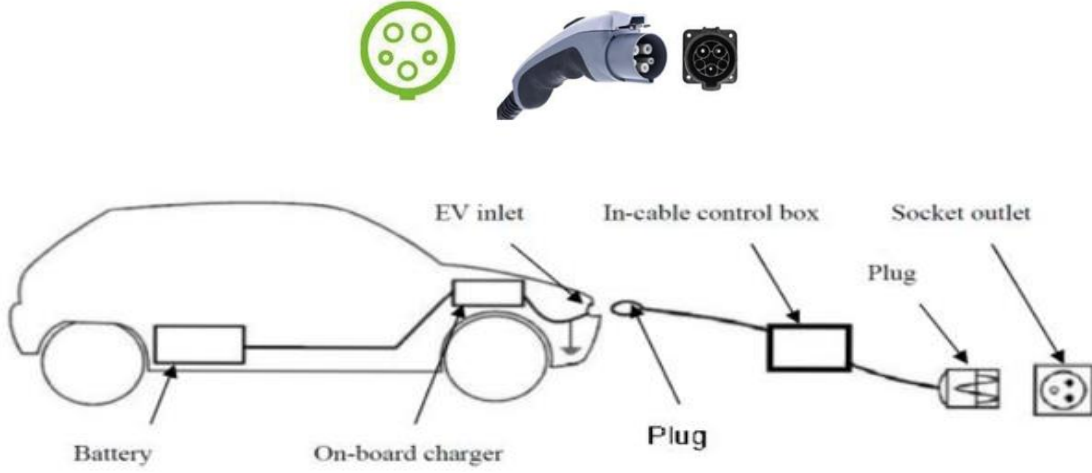


Şekil 3. Elektrikli araç şarj yöntemleri [8]

Şarj istasyonları günümüzde üç şekilde sınıflandırılmaktadır:

3.3. AC yavaş şarj

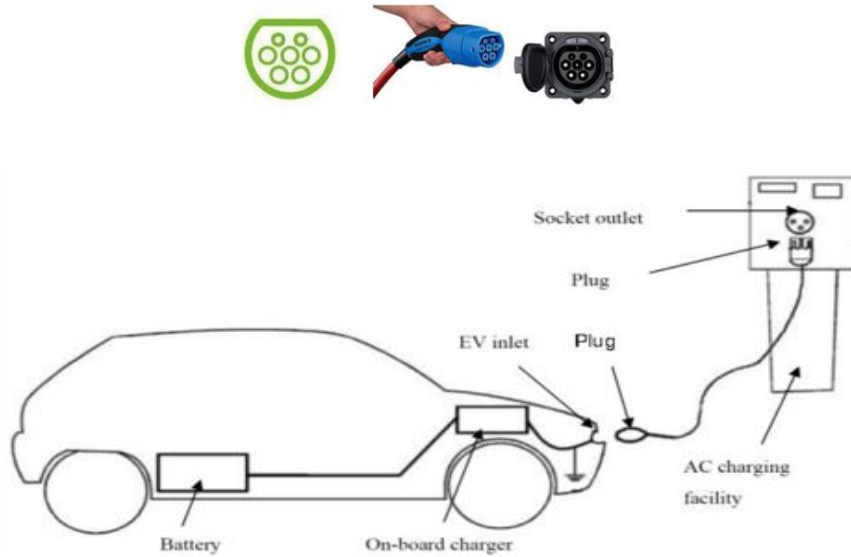
220V 32A gerektiren bir altyapı ile araçları, aracın üzerinde bulunan AC/DC çevirici (2-11kW) yardımı ile bataryanın kapasitesine bağlı olarak, 10-12 saat sürelerde şarj edebilmektedir. Yatırım maliyeti yaklaşık 606 USD'dir.



Şekil 4. AC yavaş şarj [10]

3.4. AC hızlı şarj

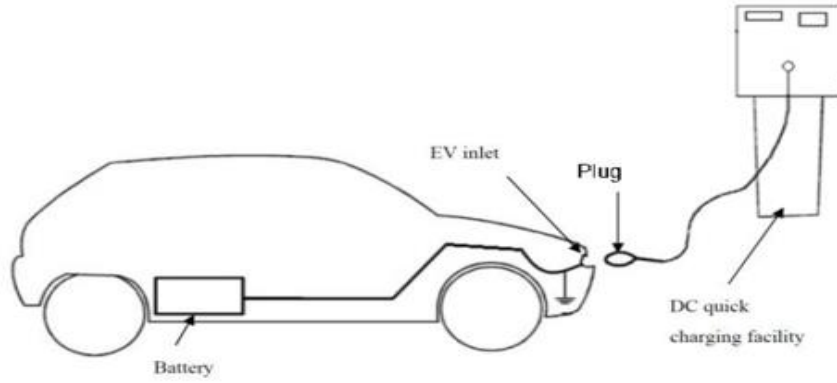
380V 32A gerektiren bir altyapı ile araçları, aracın üzerinde bulunan hızlı AC/DC çevirici (22-44kW) yardımı ile bataryanın kapasitesine bağlı olarak, yaklaşık 2 saat sürelerde şarj edebilmektedir. Yatırım maliyeti yaklaşık 6.062 USD'dir.



Şekil 5. AC hızlı şarj [10]

3.5. DC hızlı şarj

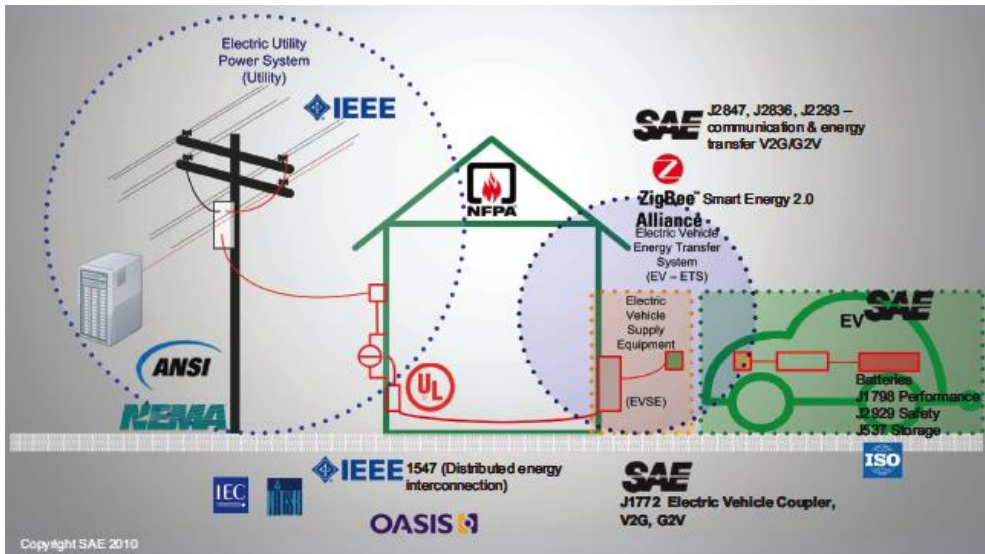
Dışarıda bir AC/DC altyapı (50-100kW) ile DC gerilim alabilen altyapıya sahip araçları, yaklaşık yarım saat sürelerde şarj edebilmektedir. Otobüs ve ağır vasıtalarındaki çok yüksek kapasiteli batarya paketleri için bu değerler 200kW'ın üzerine bile çıkmaktadır. Yatırım maliyeti yaklaşık 60.620 USD'dir.



Şekil 6. DC hızlı şarj [11]

3.6. Şarj standartları

Dünya'da şu an için temelde 4 çeşit şarj istasyonu standardı bulunmaktadır:



Şekil 7. Elektrikli araç şarj transferi standartları [12]

Bu standartlar,

- AC- On-Board;
 - 1. AVRUPA için; IEC 62196-2,
 - 2. ABD için; SAE J1772
- DC- Off-Board;
 - 1. Uzakdoğu ve Japonya için CHAdeMO,
 - 2. AVRUPA için CCS
- Combo, IEC 62196-2, 3-Tesla (Supercharger) [13]

olarak sıralanabilir.

Her farklı tip şarj istasyonunun kendi tipine uygun farklı çeşitte şarj soketi bulunmaktadır. Bu nedenle, şarj istasyonu işletmecilerinin ilk aşamada tüm araçlara hizmet verebilmek zorunda olmaları, ilk yatırım maliyetini düşük tutmalarına olanak sağlar. Araç sahipleri, farklı tipteki soketleri kullanabilmek için bagajlarında dönüştürücü aparatlar bulundurabilirler. Örneğin, bir araç CHAdeMO tipi şarj istasyonu soketiyle uyumlu olabilir, ancak bagajlarında CHAdeMO - CCS dönüşüm aparatı bulundurarak CCS tipi şarj istasyonunu da kullanabilirler. Şarj istasyonu işletmecileri istedikleri takdirde tüm tip şarj istasyonu tiplerini sağlayabilir veya bağlantı aparatlarını kendi temin edebilirler. Ancak, dünya genelindeki uygulamalar ve Türkiye'deki sektör temsilcilerinin görüşleri doğrultusunda, Türkiye'deki şarj istasyonu kurulumlarında şu anda tüm tipleri bulundurma zorunluluğunun doğru olmadığı değerlendirilmektedir.

Elektrikli araçların şarj süreleri, sahip olunan elektrik altyapısına, AC/DC dönüşüm güç elektroniğine, aracın batarya yönetim sistemine ve aracın şarj altyapısına bağlıdır.

220V16A bir elektrik altyapısı, maksimum $220 \times 16 = 3.520W$ enerji sağlamaktadır. Bu sayede en iyi koşullar sağlandığı takdirde 50kWh tamamen boş bir bataryanın $50.000 / 3.520 \sim 15$ saatte doldurulmasını sağlamaktadır.

380V32A bir elektrik altyapısı, maksimum $380 \times 32 \times 3 = 36.480W$ enerji sağlamaktadır, en iyi koşullar altında, bataryaların ısınmadığı, aracın altyapısının uygun olduğu ve batarya sisteminin o anki koşullar altında izin verdiği kabul edilirse, 50kWh tamamen boş bir bataryayı $50.000 / 36.480 \sim 1,5$ saatte doldurabilmektedir.

Bataryaların %80 dolumu çok daha kısa sürede gerçekleştirilirken, %100 doluma tamamlamak için biraz daha fazla süre gerekirken, dolun işlemi daha yavaş bir şekilde sürdürülmektedir. Öte yandan kullanıcıların genel davranışı, araçlarının şarjı %20'nin altındayken aracı kullanmaktan çekinmek yönündedir.

50kWh batarya kapasiteli 300 km menzilli bir elektrikli araç, çok yaygın bulunan 380V16A, 22kW şarj istasyonunda 15 dakika şarj olduğunda, yaklaşık %10 kapasite doldurulabilir ve $300 \times (22/50) \times 15 \text{dk} = 30 \text{km}$ menzillik şarj etmiş olmaktadır.

Gelecekte farklı tiplerde şarj istasyonlarının ortaya çıkması beklenmektedir, ancak bu istasyonların ticarileşmesi ve geri dönüş süreleri uzun olduğu için henüz yaygınlaşmamışlardır. Özellikle yenilenebilir enerjili ve depolamalı çözümlerin 2025'te ticarileşmesi ve en erken 2030'da yaygınlaşması beklenmektedir. Elektrik aktarmalı sistemler toplu ulaşım için kullanılan bir çözümken, bataryalı veya hibrit çözümler veya dışarıdan şarj gerektiren çözümler kullanılmaktadır. Bu çalışmada, standartları belirlenmiş AC yavaş, AC hızlı ve DC hızlı şarj istasyonlarına odaklanılmıştır. Konutlarda AC yavaş, toplu kısa süreli kullanım alanlarında AC hızlı şarj istasyonları önerilirken, DC hızlı şarj istasyonları özellikle taksi ve toplu taşımaya yöneliktir ve bölgesel faktörlere göre özel tasarımlar gerektirebilir.

Türkiye'de şarj istasyonu ekosisteminde üretici firmalar da yer almaktadır [14]. Bu firmaların çözüm, yatırım ve teşvik konularında ön plana çıkarılması, şarj istasyonları teknolojisinin Türkiye'de gelişmesini sağlayabilir. Akıllı şehirler kapsamında ele alınacak şarj istasyonlarının verilerinin bölgede merkezi bulut yapısında toplanması ve belediyenin sahipliğini üstlenmesi önemlidir. Şarj istasyonları için veri sahipliği belediyede olmalıdır ve istasyondan tüm verilerin toplanması istenmelidir. Bu veriler arasında şarj istasyonunun durumu ve hata var ise ilgili hata kodunun verisi, elektrik altyapısının durumu ve anlık şarj edebilme durumu, hem araçtan hem de istasyondan alınacak şarj eden araç bilgisi; şarj olan aracın kapasitesine göre tahmini şarj bitiş süresi ve rezervasyon bilgisi, ücretlendirme bilgisi ve park alanının doluluk bilgisi bulunmalıdır. İlk aşamada otomatik rezervasyon ve yönlendirme, ikinci aşamada ise akıllı şarj uygulamalarının geliştirilmesi planlanmaktadır.

Şarj istasyonları için gelecekte farklı çözüm önerileri olarak aşağıdaki örnekler de uygulanabilir:



Şekil 8. Güneş enerjisinden şarj [15]



Şekil 9. Araçların seyir esnasında kullanımı için tasarlanmış akıllı yol kablosuz şarjı [16]



Şekil 10. Mobil şarj istasyonları [17]



Şekil 11. Enerji Depolamalı istasyonlar [8]



Şekil 12. Şarj istasyonu paylaşımı [18]



Şekil 13. Hareket halindeyken kablo üzerinden şarj [19]

Çözüm için 3 farklı senaryo oluşturulmuştur:

- **Senaryo 1:**
Bina başına 4 adet (1 portlu) AC Yavaş ve 1 adet (2 portlu) AC Hızlı şarj istasyonu bulunacaktır.
Bina başına yaklaşık 66 kW ek enerji ihtiyacı doğuracaktır.
- **Senaryo 2:**
Bina başına 2 adet (1 portlu) AC Yavaş ve 2 adet (2 portlu) AC Hızlı şarj istasyonu bulunacaktır.
Bina başına yaklaşık 99 kW ek enerji ihtiyacı doğuracaktır.
- **Senaryo 3:**

Bina başına 3 adet (2 portlu) AC Hızlı şarj istasyonu bulunacaktır. Bina başına yaklaşık 132 kW ek enerji ihtiyacı doğuracaktır.

Teknoloji seçiminin dayandığı kriterler nelerdir? Açıklayınız.

- 1) Teknoloji yeni mi?
- 2) Teknoloji yerli mi?
- 3) Teknoloji yerli değilse yerileştirilebilir mi?
- 4) Esneklik
- 5) Ölçeklendirme kolaylığı
- 6) Teknik uyum
- 7) Entegrasyon kolaylığı

Teknik tasarım süreçlerini (süreç tasarımı, makine-donanım, inşaat işleri, arazi düzenleme, yerleşim düzeni vb.) açıklayınız.

Aşağıda bahsedilecek adımlar, Elektrikli Araç Şarj Altyapısı projesinin teknik tasarım sürecinde genellikle takip edilen aşamalardır. Bölgede şarj istasyonu altyapısı kurulması için aşağıdaki ana faaliyetlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir:

1. Elektrik Altyapısı kurulması:
 - Bölgedeki her türlü bina ve otopark alanında öngörülen kapasitelerin sağlanması için elektrik şebeke altyapısının sağlanması
2. Binalar için şarj istasyonu şartnamesinin hazırlanması:
 - Binalarda yapı ruhsatı aşamasında aranacak şarj istasyonu standartlarının ve isterlerinin belirlenmesi.
3. Binalara AC yavaş şarj istasyonlarının kurulması:
 - Binalarda işletme şartları belirlenmiş ve altyapısı hazırlanacak AC yavaş şarj istasyonlarının kurulumu.
4. Binalara AC hızlı şarj istasyonlarının kurulması:
 - Binalarda işletme şartları belirlenmiş ve altyapısı hazırlanacak AC hızlı şarj istasyonlarının kurulumu.
5. Otoparklar için şarj istasyonu şartnamesinin hazırlanması:

- Otoparklar için şarj istasyonu standartlarının ve isterlerinin belirlenmesi. Bu şarj istasyonlarının Türkiye'deki mevzuat ile uyumlu hale getirilmesi.

6. Otoparklara AC hızlı şarj istasyonlarının kurulması:

- Otoparklarda işletme şartları belirlenmiş ve altyapısı hazırlanacak AC hızlı şarj istasyonlarının kurulumu.

7. DC hızlı şarj istasyonlarının kurulması:

- Bölge içi ulaşım altyapısı kararlarının verilmesini takip eden süreçte taksi ve toplu taşımaya ve şehirlerarası yolculuğa yönelik işletme şartları belirlenmiş ve altyapısı hazırlanmış DC hızlı şarj istasyonlarının kurulumu.

8. 2030 için genişleme planının devreye alınması:

- Bölgede yaşamın başlaması ve dünya ve Türkiye'deki elektrik araç konusundaki gelişmeler paralel olarak bölgenin şarj altyapısının güncel tutulması için çalışmalar yapılması.

Bölgede elektrikli araç şarj istasyonlarının kurulumu ve devreye alınması için elektrik altyapısının öncelikle kurulması gerekmektedir. Bu yatırım iki aşamadan oluşmaktadır.

İlk adım olarak, binalarda kurulması gereken AC yavaş ve AC hızlı şarj istasyonları için yapı mevzuatları hazırlanmalıdır. Binalardaki şarj istasyonlarının işletmesi ve sahipliği konusunda bölge için kararlar alınmalıdır. Ardından her iki tip şarj istasyonu için şartnameler hazırlanmalı ve yüklenici firmalar seçilmelidir.

AVM'ler, iş merkezleri ve diğer otoparklar için Türkiye'deki mevzuatlara uygun bir şartname hazırlanmalıdır. Otoparklarda işletme şartları belirlendikten ve altyapı hazır hale geldikten sonra, AC hızlı şarj istasyonlarının kurulumu hızlı bir şekilde tamamlanmalıdır. DC hızlı şarj istasyonları için de benzer şekilde, yaşamın başladığı süreçte taksi ve toplu taşıma gibi alanlara yönelik işletme şartları belirlenmeli ve altyapı hazırlanmalıdır.

Bölgede yaşamın başlaması ve dünya genelindeki elektrikli araç gelişmeleri göz önünde bulundurularak, bölgenin şarj altyapısının güncel tutulması için sürekli çalışmalar yapılmalıdır. 2030 için genişleme planları da son aşamada devreye alınmalıdır.

Konutlar için yapılacak yatırımın dışında, ticari kullanıma yönelik yapılması önerilen tüm faaliyetler, şarj istasyonu konusundaki mevzuatların uygulamaya alınması ile değişiklik gösterebilecektir. Bu değişiklik hem maliyet hem de zaman konusunda zorluk yaratacaktır.

4. Finansal Analiz

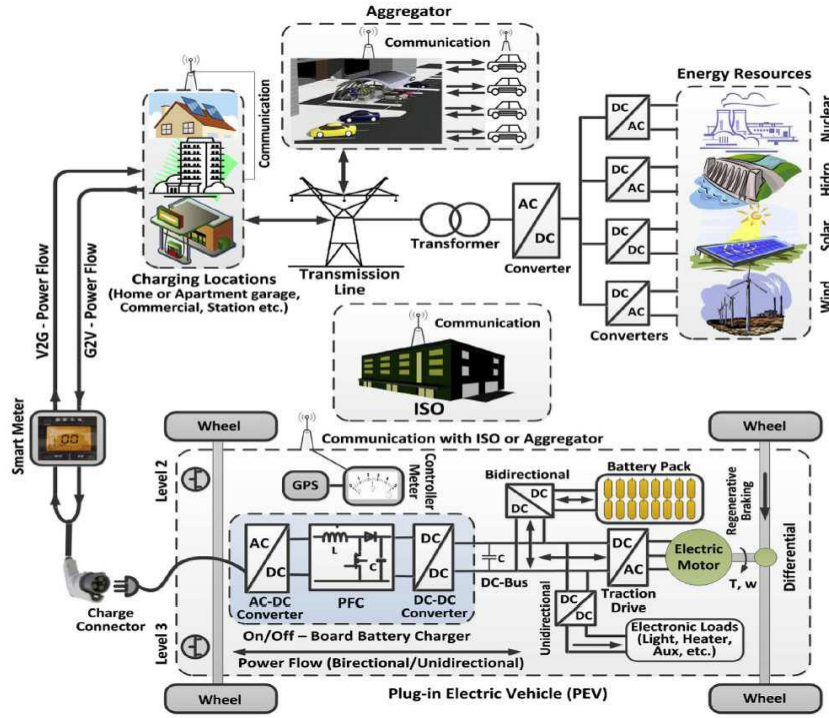
Elektrikli Araç Şarj Altyapıları projelerinin altyapısı, yatırımı ve işletmesi ile ilgili doğru kararları alabilmek için bu ekosistemi ve elemanlarını iyi tanımak gerekmektedir. Ekosistemde yer alan tüm tanımların, mevzuatın, iş modellerinin, kazanç modellerinin önceden tanımlanması, ekosistemin tüm elemanları özellikle yatırımcıları için kritik önem arz etmektedir.

Örnek Vaka:

İhtiyaç analizi kapsamında **1000 hektarlık, 65.000 konut bulunan ve 200.000 kişinin** yaşayacağı varsayılan proje alanında aşağıdaki maliyetler söz konusu olmaktadır:

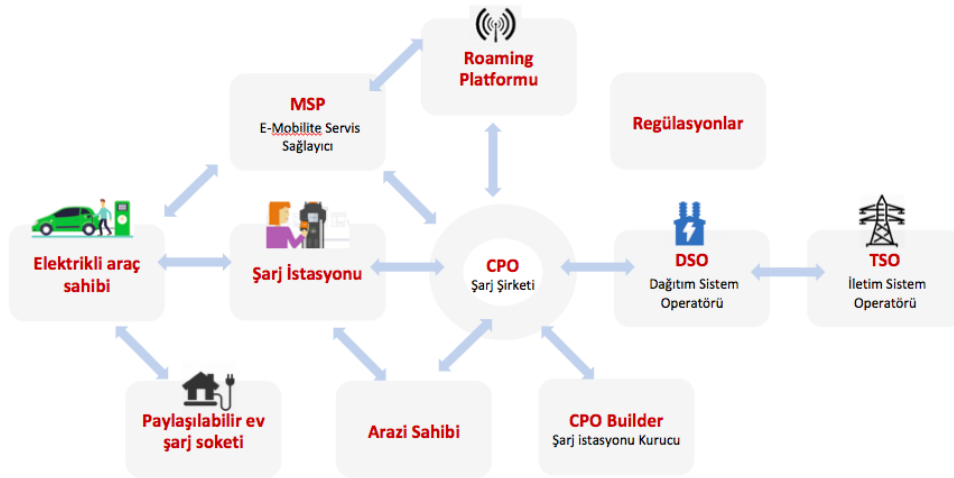
4.3. Elektrikli Araç Şarj Ekosistemi

- Elektrik Altyapısı
 - 220V16A, 380V32A, ...
- Anahtarlama Elektrik ve Elektronik
 - EVSE, özel kablo, kontrol elemanları
- AC ve DC Şarj İstasyonu
 - AC/AC anahtarlama
 - AC/DC dönüştürme
- Elektrikli Araç Şarj Altyapısı
 - Batarya teknolojisi
 - Kablolama
- Batarya Yönetim Sistemi
 - On-board şarj ünitesine dışarıdan alınabilecek AC akım sınırı
 - DC şarj olabilme kabiliyeti
- Şarj İstasyonu Rezerv Edebilme
 - Özellikle hızlı şarj istasyonları için uygunluk durumunu mobil uygulama yardımı ile gözlemleme.
- Ödeme sistemi
 - Şarj işleminin elektrik ve diğer hizmetlerinin ödenmesi
- Roaming
 - Farklı firmaların altyapılarından da yararlanarak tek üyelik ile her yerde şarj edebilme.



Şekil 14. Elektrikli araç şarj zinciri [20]

Şarj ekosistemindeki değer zinciri de farklı elemanlardan oluşmaktadır:



Şekil 15. Elektrikli araç şarj ekosistemi paydaşları [8]

Elektrikli Araç Şarj Altyapısı projesinin tasarımında, bölgedeki potansiyel elektrikli araç sayısı ile başlanması önemlidir. Örneğin, 65.000 konutta yaşayan yaklaşık 200.000 kişi düşünüldüğünde, bu bölgede ikamet edenlerin yaklaşık 65.000 araca sahip olabileceği tahmin edilebilir. Bu araçların sayısının 2025 yılında 1.083'e, 2030 yılında gerçekçi tahminle 5417'ye ve iyimser tahminle 10.833'e ulaşması beklenmektedir. 2030 yılına kadar dünyada çevreci politikaların ve elektrikli araç teknolojisinin gelişmesiyle bu rakamların 10.833-21.667 aralığına kadar çıkabileceği iyimser senaryolar da düşünülebilir. Ancak, şarj altyapısının kurulması ve akıllı şehir planlaması hedeflendiğinde, dinamik bir model kullanmak daha doğru olacaktır. Öncelikle iyimser senaryoya

yakın bir elektrik şebeke altyapısı ve gerçekçi senaryoyu kapsayan şarj istasyonu tip dağılımının öngörülmesi gerekmektedir.

Tablo 3. Elektrikli araç sayısının farklı gelecek senaryolarına göre sayısı

Elektrikli Araç Sayısı		
Gerçekçi Senaryo		İyimser Senaryo
2025	2030	2030
1.083	5.417	10.833-21.667

4.4. Konut Şarj İstasyonları

Bölgede elektrikli araç sayısını tahmin etmek önemlidir. Avrupa'da her 10 araca 1 AC hızlı ve her 100 araca 1 DC hızlı şarj istasyonu hedeflenirken, bölgede ise 2025'te her 10 araca 1 AC yavaş şarj, 2030'da ise her 5 araca 1 AC yavaş şarj istasyonu öngörülmektedir.

Binalarda ortak kullanıma açık şarj istasyonlarının bulunması önerilmektedir. Örnek olarak, 20 daireli bir binada 2025'te ortalama 20 araç olduğu ve en az 1 elektrikli araç bulunduğu varsayılırsa, farklı senaryolara göre farklı sayıda AC yavaş ve AC hızlı şarj istasyonları öngörülmektedir.

Senaryolara göre istasyon sayılarının dağılımı aşağıdaki tabloda gösterildiği gibidir:

Tablo 4. Farklı senaryolara göre şarj istasyon sayılarının 20 dairelik bir binada dağılımı

	İhtiyaç Duyulan İstasyon Adedi		
	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3
1 portlu AC yavaş şarj istasyonu	4	2	-
2 portlu AC hızlı şarj istasyonu	1	2	3

Yapılan öngörülere göre elektrikli araçlar binalarda eşit dağılmayacak ve 2030'a doğru araç sayısı artacaktır. Bu nedenle, binalarda ek yük oluşacaktır. Senaryolara göre, 2025'te binalarda 66 kW, 99 kW ve 132 kW ek yük öngörülmektedir. Ayrıca, 2030'da DC şarj düşünüldüğünde en az 1 MW ek şebeke ihtiyacı oluşacaktır. Özellikle gece uzun süreli şarjlar akıllı bir yönetimle yapıldığında, bina özelinde 500 kW'ın altında kalabilecek ve enerji talebi düşürülebilecektir.

En ekstrem bir senaryoda 20 dairelik bir binada 20 elektrikli araç olduğu ve hepsinin tamamen boş olduğu durumda bile toplam enerji ihtiyacının yaklaşık 1 MW civarında olduğu öngörülmektedir. Akıllı şarj sistemleri kullanıldığında, gece 8 saatte tüm araçlar 125 kW güç ile şarj edilebilmektedir. AC hızlı şarj istasyonlarının

talebe göre de mevcut olması hedeflendiğinde, 2025 için 150 kW, 2030 için ise akıllı yöntemlerle birlikte bina başına 400 kW ek enerji ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu şebeke yatırımının kademeli olarak yapılıp yapılmaması, enerji sağlama tarafından yapılacak fizibilite çalışmalarıyla belirlenebilir.

Tablo 5. Şarj istasyonlarının birim maliyet değerleri

	Birim Maliyeti (\$)*
1 portlu AC yavaş şarj istasyonu	\$ 289,18
2 portlu AC hızlı şarj istasyonu	\$ 1.927,87

**Bu hesaplamalar, raporun temel alındığı çalışma olan TÜBİTAK – TÜSSİDE'nin Aralık 2020 tarihli Esenler Belediyesi Akıllı Şehir Uygulamaları Fizibilite Projesi, Elektrikli Araç Şarj Altyapısı Ön Fizibilite Raporu'nda belirlenen gösterge niteliğindeki Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası kurlarına göre 2020 yılı aralık ayı ortalaması alınarak 7,63 USD/TRY döviz kuru baz alınarak yapılmıştır.*

Şarj istasyonu maliyetleri, bina başına ve toplamda farklı senaryolara göre hesaplanmıştır. Örneğin, sadece şarj istasyonları olarak 20 daireli bir binada Senaryo 1 için 3.085 USD, Senaryo 2 için 4.434 USD ve Senaryo 3 için 5.784 USD yatırım ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Tüm konut binaları için ise toplam şarj istasyonu maliyetleri Senaryo 1 için 10.024.918 USD, Senaryo 2 için 14.410.820 USD ve Senaryo 3 için 18.796.721 USD olarak tahmin edilmektedir.

Tablo 6. Farklı senaryolara göre ihtiyaç duyulan elektrikli şarj istasyonlarının bina ve proje alanındaki tüm konutlar bazında maliyetinin hesaplanması

	İhtiyaç Duyulan İstasyonların Toplam Maliyeti (\$)*		
	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3
20 Dairelik Bir Bina İçin;	\$ 3.085	\$ 4.434	\$ 5.784
Proje Alanındaki Tüm Konutlar İçin (65 bin daire toplamı);	\$ 10.024.918	\$ 14.410.820	\$ 18.796.721

**Bu hesaplamalar, raporun temel alındığı çalışma olan TÜBİTAK – TÜSSİDE'nin Aralık 2020 tarihli Esenler Belediyesi Akıllı Şehir Uygulamaları Fizibilite Projesi, Elektrikli Araç Şarj Altyapısı Ön Fizibilite Raporu'nda belirlenen gösterge niteliğindeki Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası kurlarına göre 2020 yılı aralık ayı ortalaması alınarak 7,63 USD/TRY döviz kuru baz alınarak yapılmıştır.*

4.5. İş Merkezleri Şarj İstasyonları

İş merkezlerinde şirket araçlarının daha fazla elektrikli olması ve mesai saatlerinde yoğun kullanılması beklenmektedir. Bu nedenle, iş merkezlerinde AC hızlı ve DC hızlı şarj istasyonlarının ağırlıklı olarak kurulması doğru olacaktır. Avrupa standartlarına göre, **her 10 araç için 1 AC hızlı ve her 100 araç için 1 DC hızlı şarj istasyonu** öngörülmektedir. Bu oranları 2030 için 2 katına çıkarmak gerçekçi olacaktır.

100 araçlık bir iş merkezi otoparkı için 2030'da en az 370 kW kurulu güç ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu gücü 2 katına çıkarmak yerine, 2030 içinde yenilenebilir enerji kaynaklarının devreye alınacağı varsayılabilir. 100 araçlık bir iş merkezi için enerji sağlamak için yaklaşık **48.197 USD'lik** bir şarj istasyonu yatırımı gerekecektir.

4.6. AVM ve Otoparklardaki Şarj İstasyonları

AVM'ler ve otoparklar, iş merkezleri gibi değerlendirilebilir. Ancak, iş merkezlerinde beklenen rakamların gerçekleşmesi için 2030 gibi bir zaman dilimi daha gerçekçi olacaktır. Bu alanlarda bölgedeki araçların yanı sıra dışarıdan gelen elektrikli araçların da hesaba katılması gerekmektedir. AVM'lerde elektrik altyapısı konusunda hedefe daha yakın ve toleranslar dâhilinde kurulu güçler bulunurken, sadece otopark olarak tasarlanan alanlarda ekstra enerji yatırımına ihtiyaç duyulacaktır. Bu tür alanlardaki park süreleri daha kısa olduğu için DC hızlı şarj istasyonu talebi de yüksek olabilir, ancak yatırımın optimizasyonu, istasyon yaygınlığı ve araçların menzilin artacağı gibi varsayımlarla bu konudaki hesaplamalar iş merkezleri gibi yapılabilir.

100 araçlık bir otopark için 370 kW enerji sağlanmasının yatırımına ek olarak, yaklaşık **48.197 USD'lik** bir şarj istasyonu yatırımı gerekmektedir.

4.7. Toplu Taşıma Şarj İstasyonları

Bölgede özellikle elektrikli otobüslerin ve taksilerin işletilmesi durumunda, hem taksi istasyonlarına hem de ana otobüs duraklarına, taksi ve otobüs sayısına orantılı olarak her en az 5 taşıt için DC hızlı şarj istasyonları kurulmalıdır. Bu elektrik altyapısı ve yatırımı her 5 araç için **60.623 USD** gibi hesaplanmalıdır. Ancak, bu raporda bu yatırımın kapsam dışı bırakıldığı ve ulaşım konusundaki işletme modeliyle uyumlu hale getirilmesinin uygun olduğu belirtilmiştir.

4.8. Şarj İstasyonu Yatırımlarının Geri Dönüşü ve Fizibilitesi

Bölgede yapılması planlanan 65.000 konut ve 20 daireden oluşan 3250 bina için, normal konut ihtiyacına ek olarak bölge için ek 300MW bir enerji ihtiyacına ek olarak kademeli gerçekleştirilecek **25.461.639 USD'lik** bir şarj istasyonu yatırımı ihtiyaç duyulacaktır. Konut amaçlı kullanılan binaların dışında kalan her 100 adet araçlık otopark için de 500kW enerji ve 10 adet AC hızlı ve 1 adet DC şarj istasyonu **96.997-121.246 USD'lik** şarj istasyonu yatırımı öngörülmüştür. Tüm bölge için aşamalı harcanması gereken **12.124.590 USD'lik** bir sadece şarj istasyonu yatırımı öngörülmelidir.

Şarj istasyonu yatırımı enerji altyapısı ve istasyon altyapısı olmak üzere iki farklı kaleme ayrılır. Ancak bu yatırımların geri dönüşü, istasyonların kullanımı ve ücretlendirilmesi ile mümkün olur. Elektrikli araçların yaygın olduğu ülkelerde bile geri dönüş süresi genellikle 10 yıldan daha uzundur. Genellikle elektrikli araç üretimi ve kullanımını teşvik etmek amacıyla teşvik mekanizmaları devreye sokulmaktadır. Aksi takdirde,

kullanıcılar evlerinde şarj edebilecekleri ve ekonomik açıdan daha uygun olan elektrikli araçları dışarıda şarj istasyonlarında şarj etme konusunda isteksiz olabilirler.

Özellikle DC hızlı şarj istasyonları gibi maliyeti en az **60.623 USD** olan istasyonlar için bile, doluluk oranının %100 bile olsa bile günlük 1MWh enerji satışıyla geri dönüş süreleri uzun olmaktadır. 1MWh'in ev kullanıcıları için maliyeti yaklaşık olarak **131 USD'dir**. Sadece elektrik satışından elde edilen gelirle yatırım maliyetinin geri çıkarılması uzun bir süreç gerektirir. Şu anda istasyonlarda doluluk oranları genellikle dünya genelinde %30'un altındadır ve 2025 sonrası için yapılan fizibilite çalışmalarında %60 doluluk oranlarıyla hesaplamalar yapılmaktadır.

Özetle, şarj istasyonu yatırımı teşvikler ve farklı iş modelleri olmadığı sürece karlı bir iş modeli değildir. Ancak çevresel nedenlerle yapılması gereken bir zorunluluktur.

5. Ekonomik Analiz

Elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla birlikte şarj istasyonları, üreticiler ve işletmeciler arasında artış beklenmektedir. Piyasada AC, DC ve endüktif şarj istasyonları olmak üzere farklı segmentler bulunmaktadır. AC ve DC şarj istasyonları evsel ve ticari alt segmentlere ayrılmıştır ve DC şarj istasyonlarının piyasanın en hızlı büyüyen segmenti olduğu öngörülmektedir.

Avrupa Komisyonu, üye ülkelerin elektrikli araç kamusal şarj altyapılarına yönelik iki ana kriter belirlemiştir. Bu kriterlere göre, 2020 itibariyle 10 elektrikli araç için 1 şarj noktası önerilmektedir. Ancak Avrupa'daki mevcut oran 1 ila 5 arasında değişmektedir. Ayrıca, ana otoyollarda her 60 km'de bir şarj cihazının bulunması önerilmektedir. Avrupa Birliği'nin yayınladığı bu yönergeler, kent ve bölgesel düzeyde yapılan modellemelere dayanarak kamusal şarj altyapısını tanımlayan yasal çerçevenin uygulanmasının bir parçasıdır.

Önümüzdeki yıllarda elektrikli araç satışlarında beklenen büyümeyle birlikte altyapı için önemli planlama ve yatırımlara ihtiyaç duyulacaktır. Bazı ülkelerde, örneğin Birleşik Krallık'ta, şarj altyapısının "zayıf" ve "kapasite ve coğrafi dağılım eksikliği" olduğu görülmektedir, bu da elektrikli araçların ülke genelinde kabul görmesini engelleyen bir durumdur.

Dünya genelinde hızlı şarjın yaygınlaşması ve bataryalı elektrikli araçların kullanımıyla ilgili bir çalışma, hızlı şarj ihtiyacının planlanmasının önemini vurgulamaktadır. Bu çalışma, hızlı şarj altyapısına bağlı olarak elektrikli araç satışları ve diğer şarj altyapılarının mevcudiyeti ve konumunu içeren temel faktörlere odaklanmaktadır. Elektrikli araç pazarı büyüdükçe, hızlı şarj noktalarının sayısı da artabilir.

Şarj tercihleri çeşitli eğilimlere sahiptir. Bazı araç sahipleri, evlerine yakın hızlı şarj noktalarını tercih ederken, diğerleri hızlı şarj noktalarını sadece restoranlar, süpermarketler gibi yerlerin yakınında bulduklarında ve fiyatı makul olduğunda daha uygun bulmaktadır. Kamusal alanlardaki şarj noktaları az olduğunda, daha fazla hızlı şarj noktasına ihtiyaç duyulabilir. Piyasa geliştikçe, şarj türlerinin birbirini tamamlayacağı dikkate alınmalıdır.

Hızlı şarjın elektrik tüketimi maliyeti açısından, dizel veya benzin gibi eşdeğer fiyatlardan daha düşük olması gerekmektedir. Ayrıca, kurulan şarj altyapısının maliyetlerini karşılamak için minimum düzeyde kullanılması önemlidir; aksi takdirde teşviklere ihtiyaç duyulur.

Bireysel ve işyeri şarj altyapısının yaygınlaşması, imar kanunlarının güncellenmesini gerektirebilir. Hükümetler, birçok elektrikli araç pazarında paylaşılan park alanları için minimum ekipman gereklilikleri getirme sürecindedir. Örneğin, Norveç'te yeni inşa edilen binalardaki park alanlarının %6'sının elektrikli araçlara ayrılması gerekmektedir.

Elektrikli araç şarj altyapısının inşası ve maliyeti konusu, enerji piyasası aktörlerinin entegrasyonu açısından mevzuatın önemli bir sorusudur. Bu konuda roller ve sorumluluklar ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir.

Çin'de hükümet, elektrik sisteminin sahibi ve işletmecisidir ve şarj hizmeti sağlayan işletmelere lisans vermektedir. Avrupa Birliği'nin elektrik piyasası tasarım yönetmelikleri, dağıtım şebekesi operatörlerinin, ücretlendirme hizmeti sunabildikleri sürece şarj noktalarına sahip olamayacaklarını öngörmektedir.

Hindistan'da küçük ölçekli şirketler, lisans alma zorlukları nedeniyle henüz pazarda etkin bir paya sahip olamamışlardır. Bu nedenle lisanssız işletme hakkı söz konusu olabilmektedir. ABD'de perakende satış şirketleri şarj noktalarını işletme hakkına sahip değillerdir, ancak eyaletler piyasa gelişimini hızlandırmak için bu kuralı değiştirmektedir. Örneğin, Kaliforniya'da özel sektör yatırımlarının yeterli düzeye ulaşmasının ardından, regülatörler tedarikçilere şarj altyapısı kurma ve işletme izni vermiştir.

Türkiye'de şarj ekosistemindeki en önemli oyuncular, şarj istasyonu üreticileri ve kuruculardır. Doğru zamanda ve doğru şekilde teşvik mekanizmaları devreye alınırsa, Türkiye'nin elektrikli araç şarj istasyonu konusunda Avrupa Birliği'ne ihracat yapma potansiyeli bulunmaktadır.

6. Sosyal Etkinin Analizi

Elektrikli araçların popüler hale gelmesiyle birlikte insanlar maliyet ve ömürden çok menzile, şarj noktalarının bulunabilirliği ve şarj süresi gibi konuları önemsemeye başlamıştır. Elektrikli araçların yaygınlaşması ve şarj istasyonlarının yaygınlaşması birbirine bağımlı hale gelmiştir. Günümüzde, her

verde uygun fiyata hızlı şarj istasyonlarının bulunabileceği ve bu sorunların aşılabileceği kabul edilmektedir.

Toplum artık şarj istasyonlarını ve elektrikli araçları benimsemiştir ve yerli otomobil yatırımına paralel olarak şarj istasyonu yatırımlarının planlanması ve gerçekleştirilmesini beklemektedir. Türkiye'nin genelinde öncü olacak bir şarj istasyonu yatırımının kurucusu, işletmecisi ve kullanıcısı olmak toplumun gurur kaynağı olacaktır.

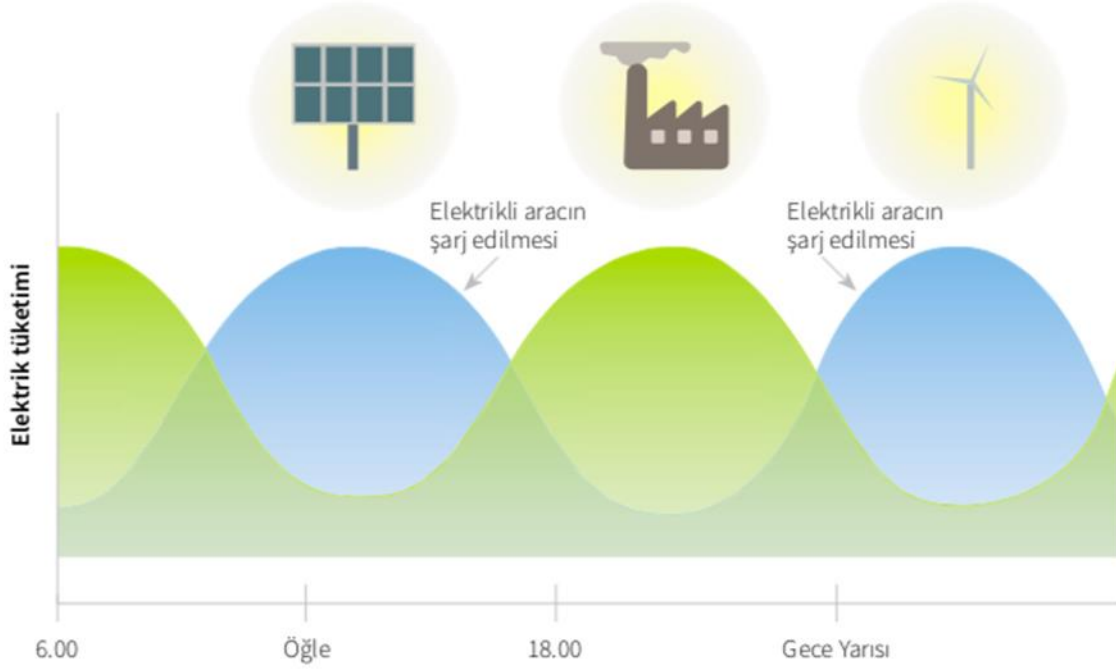
7. Çevresel Etkinin Analizi

Elektrikli araçlar, çevrecilik, teknoloji ve ekonomi gibi birçok açıdan yakın geçmişte ve günümüzde popüler bir konudur. Elektrikli araçlar çevrecilik açısından lider konumdadır, ancak elektrik enerjisinin nasıl üretildiği de önemlidir. Şarj istasyonları da elektrikli araçlarla birlikte değerlendirilmekte olup, yenilenebilir enerjiden çalışan şarj sistemleri çevrecilik beklentisini artırmaktadır. Yenilenebilir enerji sistemlerinin şarj istasyonlarında kullanılması ve her elektrikli aracın enerji deposu olması, enerji sektöründe yatırım ve verimlilik potansiyeli sunmaktadır.

7.3. Akıllı Şarj

Elektrikli araçların yaygınlaşması, şebeke entegrasyon maliyetlerini belirleyen saatlerde, sürelerde ve şarj noktalarında farklı sonuçlara yol açabilir. Kontrolsüz bir şekilde elektrikli araçların yoğun saatlerde şarj edilmesi, maliyetleri artırabilir ve düşük kapasite faktörleriyle çalışan şebeke yatırımlarını gerektirebilir. Norveç'teki bir araştırma, elektrikli araç sahiplerinin yoğun saatlerde şarj etmeye meyilli olduğunu göstermiştir. Özellikle saat 18.00 civarında birçok sürücü araçlarını şarj etmeye başlamaktadır. Türkiye'de de benzer bir yoğunluk artışı, özellikle saat 19.00 civarında hem kamusal alanlarda hem de evlerde şarj etme talebinde gözlemlenebilir.

Akıllı şarj etme, elektrik üretim ve iletim maliyetlerinin düşük olduğu zamanlarda, araç sahiplerinin ihtiyaçlarından ödün vermeden elektrikli araçlarını şarj etme zamanlarının değiştirilebilmesi anlamına gelir. Bu yaklaşım, maliyetleri düşürerek ve şarjı yoğun saatlerden düşük talep zamanlarına kaydırarak tüketiciler, elektrik şebekesi ve çevre için avantajlı bir şarj süreci sağlamayı amaçlar. Akıllı şarj, maliyetleri azaltarak enerji verimliliğini artırırken aynı zamanda kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamayı hedefler.



Şekil 16. Akıllı şarjın elektrik yük eğrisi üzerindeki etkileri [21]

Akıllı şarj, düşük karbon salınımlı kaynakların kullanımını teşvik eder. Örneğin, yenilenebilir enerjinin toptan elektrik satış piyasasında bol miktarda bulunduğu zamanlarda fiyatlar düşebilir. Akıllı şarj, araçların şarj süresini bu zaman dilimlerine kaydırarak ekonomik sınırlamaları ve yenilenebilir enerjinin verimliliğindeki azalmayı önleyebilir. Öğle saatlerinde elektrik talebinin düşük olduğu zamanlar, elektrikli araçları düşük maliyetle şarj etmek için bir fırsat sunar ve gün ortasında artan güneş enerjisi üretiminden yararlanmayı sağlar. Benzer şekilde, gece saatlerinde genellikle fazla şebeke kapasitesi olduğu için araçların şarj edilmesi tercih edilebilir. Akıllı şarj, sürdürülebilir enerji kullanımını teşvik ederken maliyetleri düşürmeyi ve enerji verimliliğini artırmayı hedefler.

Türkiye'de, gece saatleri elektrik talebinin en düşük olduğu zaman dilimleridir ve sabahın erken saatlerinden itibaren talep artmaya başlar. Akşam saatlerinde elektrik tüketimi en yüksek noktaya ulaşırken, gece yarısından önce düşüş gözlenir. Son yıllarda dağıtık enerji kaynaklarının kullanımının artmasıyla farklılıklar ortaya çıkmaya başlamış olsa da bu profil, Avrupa ülkeleri ve diğer birçok ülkede de gözlemlenmektedir. Talebin gece saatleri arasında büyük bir değişiklik gösterdiği zaman dilimleri, yenilenebilir enerji kaynaklarının erişilebilirlik durumuna bağlı olarak ilave elektrik yükü oluşturmak için kullanılabilir. Türkiye'de gece saatlerindeki düşük elektrik talebi, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayarak enerji sistemlerinin verimliliğini artırabilir.

7.4. Şarj İstasyonu Altyapısı ve Araçtan Şebekeye Elektrik

Altyapı kurulumu için en uygun konumların seçilmesi, optimize edilebilecek yöntemlerle yapılabilir. Şarj noktalarının optimal konumları, sadece elektrikli araç talebini karşılamakla kalmayıp aynı zamanda maliyetleri azaltmak ve mevcut şebeke veya şehir altyapısının mümkün olduğunca verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak için belirlenmelidir. Planlayıcılar, öngörülen kullanım senaryolarına (bireysel araç şarjı, ticari araçların şarjı vb.) göre optimize edilmiş şarj süreçleri için hangi tür şarj altyapısına ihtiyaç duyulduğunu (hızlı/normal şarj, batarya destekli veya şebeke tabanlı) değerlendirme seçeneklerine sahiptir. Bu şekilde, elektrikli araçların şarj altyapısı, hem kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayacak hem de altyapı maliyetlerini minimize edecek şekilde tasarlanabilir.

Bu rehberlik kılavuzunda, optimize edilmiş tek yönlü şarjın yanı sıra elektrikli araçların şebekeye iki yönlü deşarjı olan Vehicle-to-Grid (V2G) sistemi, şarj yoğunluğunda önemli bir azalma potansiyeli sunmaktadır. V2G, bir aracın enerji piyasasına katılarak şebeke güvenliğini ve güvenilirliğini artıran, yenilenebilir enerji depolama veya şebeke dengeleme hizmetleri sağlayan bir "hareketli batarya" olarak tanımlanabilir. V2G'nin potansiyeli büyüktür, ancak çoğu Avrupa ve diğer bölgelerdeki V2G uygulamaları genellikle küçük ölçekli olup, umut verici ölçekli uygulamalar genellikle ABD'de bulunmaktadır. Ölçeklenebilirlik ve şebeke entegrasyonu ile ilgili yasal düzenlemeler nedeniyle, bu potansiyelin kısa vadede gerçekleşmesi beklenmemektedir. Bununla birlikte, elektrikli araçların şebeke entegrasyonunda özellikle orta vadeli bir kaynak olarak önemli bir rol oynar.

8. Risk Analizi

Şarj istasyonlarının kurulumu ve işletimi sürecinde farklı risklerin bilincinde olmak önemlidir. Bu riskler şu başlıklar mevzuat, yurtdışındaki gelişmeler, teknolojik gelişmeler, bağlantılı yatırımlar ve ticari olarak yatırımların geri dönüş süreleri konuları kapsamında listelenebilmektedir.

Mevzuat konusu, yabancı ülkelerde bile henüz yeni ele alınmaktadır. Ancak bu durum Türkiye için bir avantaj olarak da değerlendirilebilir. Türkiye, çarpık ve yanlış şarj istasyonu yayılımını önleyerek diğer ülkelerde görülen sorunları yaşamadan elektrikli araç ve şarj istasyonu sayısını artırabilir. Mevcut mevzuat eksiklikleri çeşitli uygulamalara yol açmıştır. Elektrikli araçların Türkiye'de yaygınlaşmasıyla hem yerli üretici TOGG hem de yabancı yatırımcılar piyasaya daha fazla dâhil olacaktır. Bu aşamada TOGG, yerli araçların satışını ve sürdürülebilirliğini sağlamak için şarj istasyonu ağlarını ve mevzuatı düzenlemek istemektedir. Bu nedenle, mevzuat içeriğine bağlı olarak, örneğin açık otoparklarda kaç araca ve ne güçte kaç şarj istasyonunun gerektiği gibi konular, bu kılavuza dayalı planlardan farklılık gösterebilir. Ödeme sistemleri ve veri paylaşımı konularında değişiklikler yabancı aktörlerin piyasaya girmesiyle, Avrupa'ya uyum sağlamak için kurulum ve işletim senaryolarında gerekebilir.

Teknolojik gelişmeler, özellikle batarya teknolojisindeki şarj süresindeki ilerlemeler, şarj istasyonları konusunu doğrudan etkilemektedir. Hem teknolojik gelişmeler hem de standart kablolama ve iletişim protokollerine uyum gereklilikleri, en azından şarj istasyonlarında ek veya yeni yatırımlar gerektirecektir. Bu yeni yatırım ihtiyacı, 2030'lu yıllara kadar ertelenebilir, ancak bu süre bile işletme ömrünü 7-8 yıla indirir ve geri dönüş sürelerinin altında kalır. En iyi beklenti, elektrik altyapısının ileriye dönük olarak yüksek kapasiteli olarak planlanması ve en azından altyapı yatırımlarının yenilenmemesidir. Böylelikle, bağlantılı yatırımlardaki riskler azaltılabilir.

9. Genel Değerlendirme ve Sonuç

Araç üreticilerinin elektrikli araçlarla ilgili yaptıkları açıklamalar ve başlattıkları yatırımlar, elektrikli araçların yaygınlaşacağını göstermektedir. Bu durum, şarj istasyonlarına olan ihtiyacın artacağını ve bu alanda yaygınlaşmanın gerçekleşeceğini göstermektedir. Elektrikli araçlar sadece M1 sınıfı araçlarla sınırlı kalmamaktadır; "kick scooter"dan engelli araçlarına, bisikletlerden motosikletlere, L7 sınıfı lojistik araçlardan toplu taşıma araçlarına ve hatta dronlara kadar çeşitli mobilite araçları da elektrikli olarak düşünülmelidir. Ancak, M1 sınıfı araçlar ve toplu taşıma araçlarının yüksek enerji ihtiyacı, diğer mobilite alanlarında öncü rol oynamakta ve gerçekleştirilmesini kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle, elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla birlikte farklı mobilite konularının da dikkate alınması gerekmektedir.

Şarj istasyonlarının kurulumu ve teknolojisi hızla ilerlemektedir [22]. Hızlı şarj özelliğine sahip araçlar, güçlü şarj istasyonlarına ihtiyaç duymakta ve kullanıcılar da benzin dolum süreleri kadar kısa şarj süreleri ve her park alanında şarj istasyonu bulunmasını beklemektedir. Bu talep, arazi ve binalarda daha yüksek enerji ihtiyacı doğurmuştur. Bu nedenle, teknolojinin hızlı bir şekilde değiştiği göz önünde bulundurularak mevcut talebin üzerinde bir enerji altyapısı yatırımı gerekmektedir.

Altyapı ve istasyon yatırımlarının gerçekleşmesi 24-36 ay sürebilir ve geri dönüşü, istasyonların aktif kullanıma başlamasıyla başlayacaktır. İlk 2-3 yıl boyunca doluluk oranları düşük olabilir, ancak elektrikli araçların yaygınlaşması ve kullanım alışkanlıklarının değişmesiyle doluluk oranları yıllık %10-%15 artış gösterebilir. Hedef ideal doluluk oranı olan %60 seviyesi 5-6 yıl içinde yakalanabilir. Bu durumda, yatırımın geri dönüş süresi en ideal şartlarda bile 10 yılı aşabilmektedir. Bu yatırımın cazip hale getirilmesi için teşvik mekanizmalarının hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bu teşvikler, yatırımın geri dönüş süresini kısaltabilir ve yatırımın daha çekici hale gelmesini sağlayabilir [23].

Elektrikli araçların çevreci ve işletme maliyetlerinin düşük olması, insanların elektrikli araç sahibi olma isteğini artırmaktadır [24]. Bu nedenle, güvenlik ve enerji dağılımı gibi konuların kontrol altında

tutulması için kişisel çözümlere izin verilmemeli ve mevzuatlarla düzenlenmiş şarj istasyonlarının yaygınlaşması önemlidir.

10. Kaynakça

- [1] Akgunduz, B. (2022, February 21). *Türkiye'deki Elektrikli Araç Şarj İstasyonları, Yeni Şarj Firmaları*. Dolubatarıya - En Yeni Elektrikli Otomobiller, E-Motorlar, Araç Karşılaştırmaları. <https://www.dolubatarıya.com/haber/turkiyede-elektrikli-arac-sarj-istasyonlari-yeni-sarj-firmalari>
- [2] Statista. (2023, October 27). *Annual sales of new energy vehicles in China 2011-2022, by propulsion type*. <https://www.statista.com/statistics/425466/china-annual-new-energy-vehicle-sales-by-type/#:~:text=In%202022%2C%20around%205.4%20million,compared%20to%20the%20previous%20year.>
- [3] Kavipriya. (2023, June 23). *China leads the EV revolution with 1.8 million public charging stations*. Telematics Wire. <https://www.telematicswire.net/china-leads-the-ev-revolution-with-1-8-million-public-charging-stations/>
- [4] *The United States surpassed two million on-road light-duty electric vehicles in 2021*. (n.d.). <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=60422#>
- [5] *Türkiye'nin şarj ağı hızla genişliyor*. . . (2023, September). epdk.gov.tr. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/2-13147/turkiyenin-sarj-agi-hizla-genisliyor>
- [6] TEHAD, "Şarj komitesi raporu", 2020.
- [7] Habertürk. (2023, January 19). Türkiye'nin 'şarj' haritası! Şarj ünite sayısı 6 bin 500'ü buldu! - Öne çıkan haberler - Otomobil Haberleri. *Habertürk*. <https://www.haberturk.com/turkiye-nin-sarj-haritasi-3557273-ekonomi?page=2>

[8] TÜBİTAK – TÜSSİDE (Aralık 2020). Esenler Belediyesi Akıllı Şehir Uygulamaları Fizibilite Projesi.

Elektrikli Araç Şarj Altyapısı Ön Fizibilite Raporu.

[9] Editör. (2021). Elektrikli Araç Şarj İstasyonları Hakkında Değerlendirme – 2. TEHAD.

<https://www.tehad.org/2021/05/08/elektrikli-arac-sarj-istasyonlari-hakkinda-degerlendirme-2/>

[10] Editör. (2020). ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ YÖNTEM VE İSTASYON TİPLERİ. TEHAD.

<https://www.tehad.org/2017/07/15/elektrikli-arac-sarj-yontem-ve-istasyon-tipleri/>

[11] Netherlands Enterprise Agency, “Electric Vehicle Charging: Definitions and explanation”, 2019.

[Çevrimiçi]. https://www.nklnederland.com/uploads/files/Electric_Vehicle_Charging_-_Definitions_and_Explanation_-_january_2019.pdf.

[12] Falvo, M. C., Sbordone, D., Bayram, I. S., & Devetsikiotis, M. (2014). *EV charging stations and modes: International standards*. <https://doi.org/10.1109/speedam.2014.6872107>

[13] D. Hall, N. Lutsey, “Emerging Best Practices For Electric Vehicle Charging Infrastructure,”

International Council on Clean Transportation, 2017. [Çevrimiçi].

https://theicct.org/sites/default/files/publications/EV-charging-best-practices_ICCT-white-paper_04102017_vF.pdf

[14] TEHAD, “Türkiye’de kurulu elektrikli araç şarj istasyonları”, 2017. [Çevrimiçi].

<http://tehad.org/2017/01/16/turkiyede-kurulu-elektrikli-arac-sarj-istasyonlari/>.

[15] George, A. (2013, February 22). Solar Panel Canopy Charges and Protects Your EV. *WIRED*.

<https://www.wired.com/2013/02/solar-canopy/>

- [16] James_T. (2018, September 25). *Global breakthrough: Graphene-infused concrete conducts electricity*. INTERNATIONALES VERKEHRSWESEN. <https://www.internationales-verkehrswesen.de/concrete-conducts-electricity/>
- [17] *FreeWire partnering with SMUD on Mobi Gen and EV Charger units*. (2019, February 20). Green Car Congress. <https://www.greencarcongress.com/2019/02/20190204-freewire.html>
- [18] Mrt. (2021, June 25). *Tesla: is the Norwegian supercharger network moving forward with global opening? - Market Research Telecast*. Market Research Telecast. <https://marketresearchtelecast.com/tesla-is-the-norwegian-supercharger-network-moving-forward-with-global-opening/85033/>
- [19] *Solaris Trollino Trolleybuses*. (n.d.). <http://trollino.mashke.org/englisch/obus.esslingen501.php>
- [20] Yilmaz, M., & Krein, P. T. (2013). Review of the Impact of Vehicle-to-Grid Technologies on Distribution Systems and Utility Interfaces. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 28(12), 5673–5689. <https://doi.org/10.1109/tpel.2012.2227500>
- [21] Shura Enerji Dönüşümü Merkezi, “Türkiye ulaştırma sektörünün dönüşümü: Elektrikli araçların Türkiye dağıtım şebekesine etkileri”, 2019. [Çevrimiçi]. <https://www.shura.org.tr/wp-content/uploads/2019/12/Turkiye-ulastirma-sektorunun-donusumu-Elektrikli-araclar%C4%B1n-Turkiye-dagitim-sebekesine-etkileri-.pdf>
- [22] Ernst & Young, "Beyond the plug: finding value in the emerging electric vehicle charging ecosystem," Business Strategy Analysis (Global Automotive Center - Advanced Powertrain), 2011. [Çevrimiçi]. <https://www.eyjapan.jp/industries/automotive/knowledge/2011/pdf/2011-06-Beyond-the-plug-en.pdf>.

[D23] TEB Cetelem, “Elektrikli taşıtların gizemi”, 2019.

[Çevrimiçi].<https://www.tebcetelem.com.tr/media/1352/observatory2019.pdf>.

[D24] McKinsey&Company, “Automotive revolution – perspective towards 2030”, 2016. [Çevrimiçi].

<https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/automotive%20and%20assembly/our%20insights/disruptive%20trends%20that%20will%20transform%20the%20auto%20industry/auto%202030%20report%20jan%202016.pdf>