

Türkiye’de İller Bazında Elektrikli Araç Şarj İstasyonu Altyapısı: Ölçevler Aracılığıyla Analizi

Recep ÇAKMAK^{1*}, Abdullah TURAN²

Öz

Fosil yakıtların tükenebilir ve çevreye zararlı oluşları, sürdürülebilir ve daha temiz bir çevre oluşturma hedefleri ve batarya teknolojilerindeki gelişmeler fosil yakıtlarla çalışan geleneksel içten yanmalı motorlarla sahip araçlar yerine elektrikli araçlara yönelimi beraberinde getirmiştir. Özellikle son beş yılda elektrikli araç (EA) satışları artış göstermiştir ve önümüzdeki yıllarda bu artışın artarak devam edeceği öngörülmektedir. Artan elektrikli araç sayısı, elektrikli araç şarj istasyonu ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Stratejik planlamalar yapabilmek, yatırımcılara yol gösterebilmek ve elektrikli araç müşterilerine uygun altyapıyı sağlayabilmek için her yöredeki elektrikli araç şarj istasyonu altyapısının detaylı olarak analiz edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, 2020 yılı sonu itibariyle Türkiye’deki elektrikli araç şarj istasyonu altyapısının iller bazında niceliksel durumu ele alınmıştır ve EA şarj istasyonu altyapısının değerlendirilmesine yönelik iki yeni ölçev önerilmiştir. Bu bağlamda EA şarj istasyonu altyapısının değerlendirmesinde kullanılan literatürdeki ölçevler ve bu çalışmada önerilen ölçevler aracılığıyla EA şarj istasyonu durumu tablolar ve bilgi grafiği (infografik) haritaları ile sunulmuştur. Türkiye’nin 81 ili EA şarj istasyonu altyapısı değerlendirme ölçevleri bakımından karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada elde edilen ve sunulan bulguların, elektrikli araç müşterilerine, elektrikli araç şarj istasyonu yatırımcılarına ve elektrikli araçların yaygınlaşması için strateji belirleyecek hükümet ve diğer kamu kuruluşlarına faydalı olacağı öngörülmektedir. Ayrıca, EA şarj istasyonu altyapısında meydana gelecek gelişmelerin ve iyileştirmelerin 2020 yılına göre kıyaslanması ve gelişme hızının takip edilebilmesi için bu yayın referans bir çalışma olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Bilgi grafikleri, Elektrikli araçlar, Ölçevler, Şarj istasyonu, Türkiye.

Electric Vehicle Charging Station Infrastructure on the Basis of Provinces in Turkey: Analysis through the Metrics

Abstract

The fact that fossil fuels are exhaustible and harmful to the environment, the goals of constituting a sustainable and cleaner environment, and developments in battery technologies have led to a tendency towards electric vehicles instead of the vehicles which have traditional internal combustion engines working with fossil fuels. Especially in the last five years, electric vehicle (EV) sales have increased, and this increase is expected to continue increasing in the coming years. The increasing number of electric vehicles leads to the need for EV charging stations. To make strategic plans, to guide investors and to provide the appropriate infrastructure for the electric vehicle customers, the infrastructure of electric vehicle charging stations in each region needs to be analyzed in detail. In this study, the quantitative situation of the electric vehicle charging station infrastructure on the basis of provinces in Turkey as of the end of 2020 is discussed and two new metrics which use to evaluate EV charging station infrastructure are proposed. In this context, the EV charging station status is presented with tables and infographic maps through the metrics in the literature used in the evaluation of the EV charging station infrastructure and the metrics proposed in this study. 81 provinces of Turkey are compared and presented in terms of EV charging station infrastructure through the metrics. It is foreseen that the obtained and presented findings in this study will be beneficial to electric vehicle customers, electric vehicle charging station investors, the government and other public institutions that could be developed the strategy to increase the proliferation of electric vehicles. In addition, this publication might be used as a reference study to track the pace of improvements in the EV charging station infrastructure and to compare the improvements with 2020.

Keywords: Infographics, Electrical vehicles, Metrics, Charging station, Turkey.

¹Gümüşhane Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, Türkiye, rcakmak@gumushane.edu.tr

²Gümüşhane Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gümüşhane, Türkiye, 1908161015@ogr.gumushane.edu.tr

¹<https://orcid.org/0000-0002-6467-6240> ²<https://orcid.org/0000-0002-3340-0735>

1. Giriş

Fosil yakıtlar ulaşım, ısınma, elektrik üretimi gibi sektörlerde yaygın ve baskın olarak kullanılan enerji kaynaklarıdır (IEA 2020a; Ritchie ve Roser, 2020). Bununla birlikte, tükenbilir kaynaklardan elde edilen fosil yakıtların kaynak itibarıyla her ülkede bulunmayışı ve en önemlisi enerjiye dönüştürülme aşamalarında çevreyi kirleterek küresel boyutta sorunlara yol açması insanoğlunun gerekli enerji ihtiyaçlarını karşılamak için alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesine neden olmuştur. Zira yaşadığımız dünya gün geçtikçe fosil yakıtların etkisiyle kirlenmekte ve dünya genelinde sera gazı salınımları her geçen gün artmaktadır. Sera gazı salınımları, küresel ısınmayı ve tabiatın dengesinin bozulmasını beraberinde getirmektedir. Bu endişe verici durumdan çıkmak için sera gazı salınımlarının azaltılması en önde gelen ve en fazla üzerinde durulması gereken bir durum olarak karşımıza çıkmıştır (Demirbaş ve Aydın, 2020; Erdoğan, 2020).

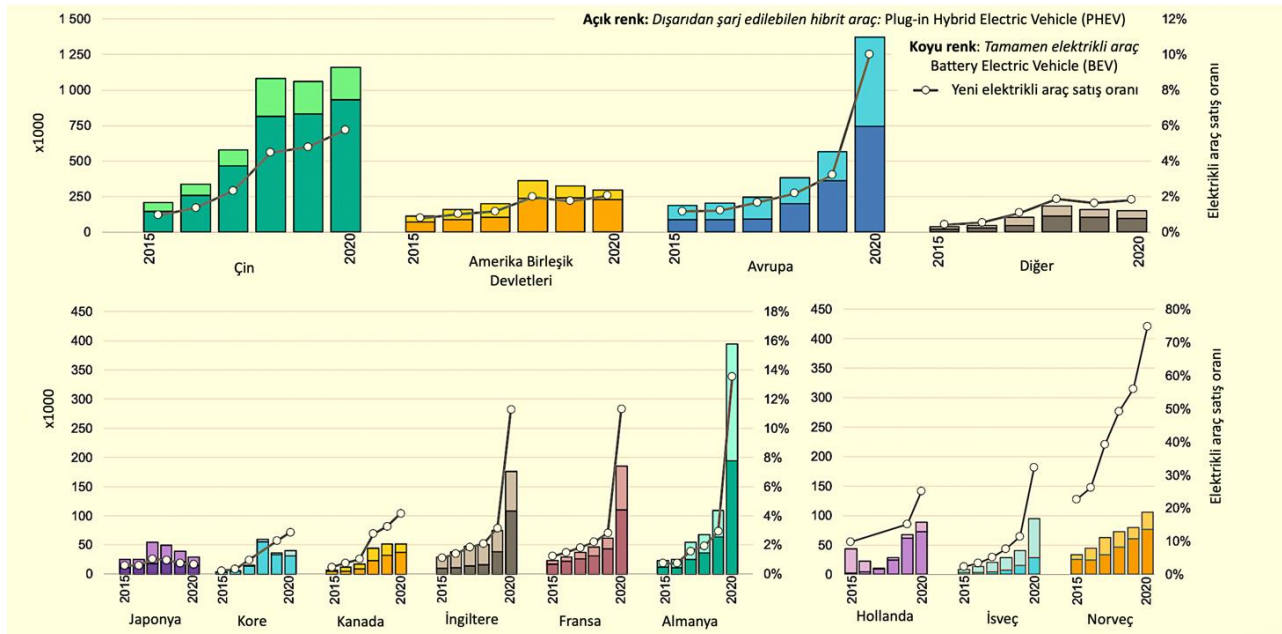
Fosil yakıtların en çok kullanıldığı yerlerden biri olan içten yanmalı motorlar günümüzde tekerlekli kara taşıtlarının neredeyse tamamında kullanılmaktadır. 2019 verilerine göre dünyadaki toplam CO₂ salınımının yaklaşık %24'ü ulaşımdan kaynaklanmaktadır (IEA, 2020b). Türkiye'de ise 2018 yılında ulaşımdan kaynaklı CO₂ salınım miktarı toplam salınan CO₂ miktarının %23,1'ini oluşturmaktadır (TUIK, 2020). Hal böyle olunca karbon salınımlarının azaltılması için atılması gereken adımlardan biri de fosil yakıtlarla çalışan içten yanmalı motorlara sahip araçlar yerine doğayı kirletmeyen ve verimli motorlarla tahrik edilen araçların kullanılmasını sağlamaktır. Sera gazı salınımı yapmayan, temiz ve içten yanmalı motorlara nazaran çok daha verimli olan elektrik motorlarını kullanan elektrikli araç teknolojisi tüm dünyada son yıllarda hızla gelişmektedir. Esasında elektrikli araçların ortaya çıkışı ve kullanımı içten yanmalı motorlu araçların tarihinden daha eskiye dayanmaktadır. Öyle ki; 1835 yılında Straitingh tarafından Hollanda'da geliştirilen, daha sonra Avrupa ve Amerikalı şirketler tarafından üretilip satılan elektrikli araçların sayısının 1900'lü yılların başında Amerika'daki benzinli araç sayısından daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Şenlik, 2015). Ancak gerek ilk elektrikli araçların menzil problemi, gerekse içten yanmalı motorların ve fosil yakıt şirketlerinin küresel pazarda baskın bir rol alması elektrikli araçların macerasını 1930'lu yıllarda sona erdirmiştir. Fakat tarihler 1960'lı yılları gösterdiğinde fosil yakıtlarla çalışan içten yanmalı motorların hava kirliliğine yol açması ve petrol krizi neticesinde elektrikli araçlar tekrar gündeme gelmiştir (Kerem, 2014).

Çevre dostu olan elektrikli araçlara yönelik devlet teşvikleri sonucunda ilk olarak hibrit araçlar piyasada yer almıştır. Ardından Tesla Motors şirketi 2006 yılında ürettiği elektrikli aracın lityum-iyon pil batarya ile menzilin arttırması sonucu elektrikli araçların kullanılabilirliğini göstermiş ve diğer içten yanmalı motor üreticileri de 1980'li yıllardan beri başlattıkları elektrikli araç üretimi ve elektrikli araç araştırma geliştirme çalışmalarına hız vermişlerdir. Elektrikli araç üretimi konusunda

mevcut geleneksel araç üreticilerinin aldığı mesafenin yanı sıra birçok ülkenin elektrikli araçlara yönelik politikaları ve hedefleri de oluşmaya başlamıştır. Örneğin petrol rezervi bakımından önde gelen ülkelerden biri olan Rusya Federasyonu, elektrikli araçların yaygınlaşması için 2015 yılında tüm akaryakıt istasyonlarına elektrikli araç şarj cihazı yerleştirme zorunluluğu getirmiştir (Uyar, 2015).

Türkiye de elektrikli araç konusunda radikal ve önemli bir adım atarak doğuştan elektrikli araç üretimi projesini hayata geçirmek üzere TOGG (Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu) oluşturulmuştur. TOGG, 2022 yılında doğuştan elektrikli C segmentinde sportif amaçlı otomobil üretmeyi amaçlamakta ve 2022 yılı sonunda üretim bandından indirmeyi hedeflemektedir. Geliştirilip üretilecek elektrikli araç akıllı ekosisteme sahip olan ve oluşturulan ekosisteme bağlanabilen, entegre olabilen bir yapıda olacaktır (TOGG, 2021). Elektrikli araçların işlevlerini yerine getirebilmesi için bir şarj altyapısı ile birbirini tamamlaması gerekmektedir. Bu bakımdan elektrikli araçlar ve şarj istasyonları birbirlerini tamamlayan bir ekosistemdir, biri olmadan diğerinin varlığı işlev oluşturamamaktadır (Köksal vd., 2021).

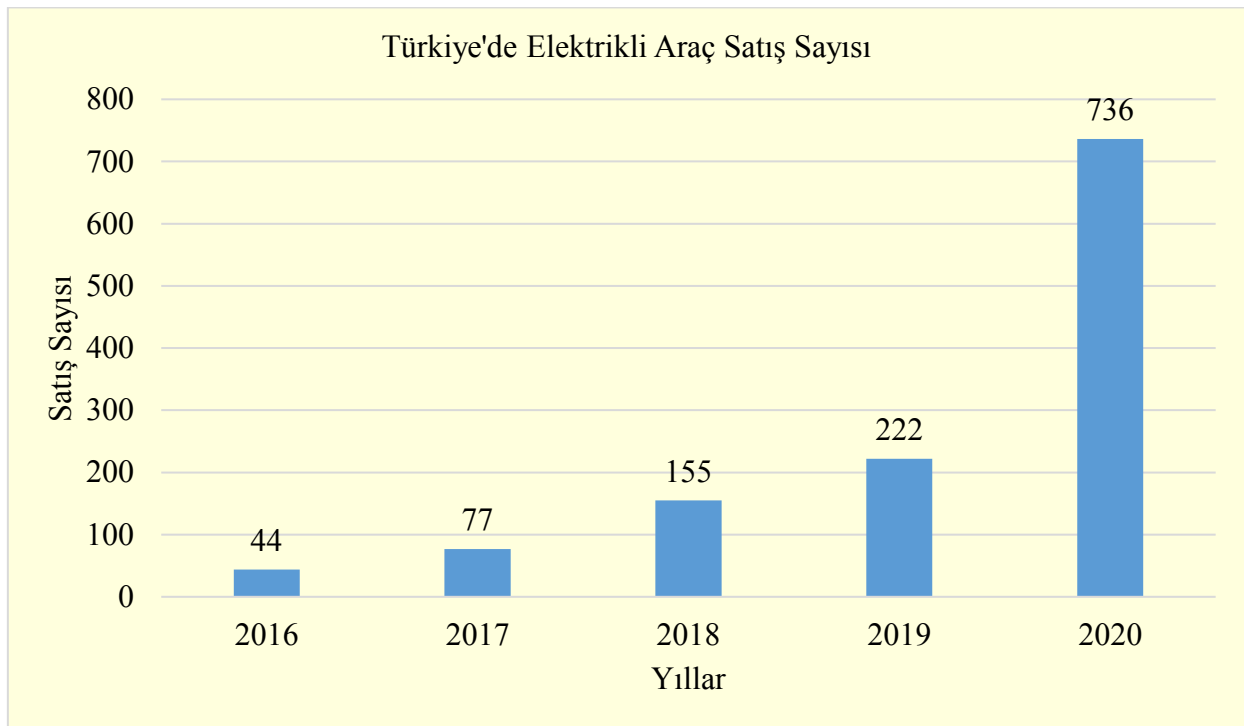
Dünya genelinde satılan elektrikli araç sayısı son 10 yılda ivmelenme sağlamış olup, geleceğe dönük projeksiyon ve öngörülerde bu ivmelenmenin daha da artacağı vurgulanmaktadır. On yıllık hızlı büyümenin ardından, 2020'de küresel elektrikli otomobil stoku, 2019'a göre %43'lük bir artışla 10 milyona ulaşmıştır.



Şekil 1. Dünya genelinde önde gelen ülke ve bölgelerde tescil edilen elektrikli araç sayıları ve satış oranları ((IEA, 2021)'den uyarlanmıştır).

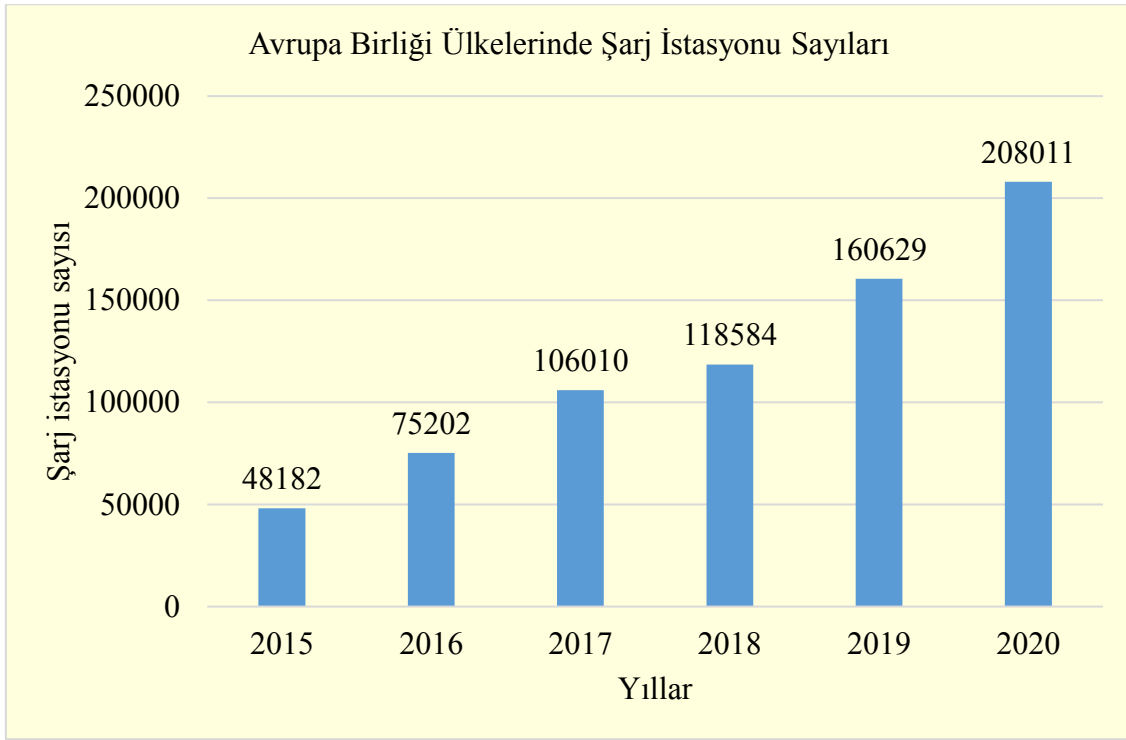
Tamamen elektrikli araçlar (BEV-Battery Electric Vehicle), 2020 yılında yeni elektrikli otomobil kayıtlarının ve toplam elektrikli araçların üçte ikisini oluşturmaktadır. 4,5 milyon elektrikli otomobille Çin, en büyük elektrikli araç filosuna sahip olsa da Şekil 1'den görüleceği üzere 2020'de Avrupa en büyük yıllık artışa sahip olmuştur ve 3,2 milyon elektrikli araca ulaşmıştır (IEA, 2021).

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de tamamen elektrikli araçların satış rakamları son beş yılda artış göstermiştir. Şekil 2'de 2016-2020 yıllarında Türkiye'de satılan tamamen elektrikli araç (BEV-Battery Electric Vehicle) satış rakamları yer almaktadır. Şekil 2'den görüleceği üzere tamamen elektrikli araç satışları 2016-2020 yılları arasında %94 artarak 2020 yılında 736 adet rakamına ulaşmıştır.



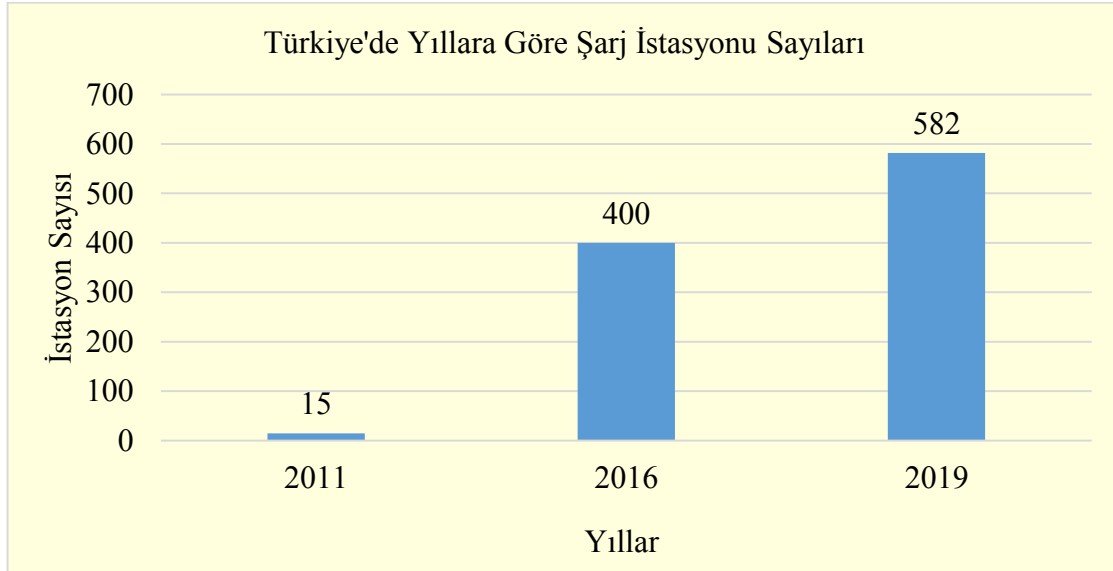
Şekil 2. Türkiye'de elektrikli araç satış sayısı (TEHAD, 2021).

Elektrikli araçların tüm dünyada olduğu gibi (IEA,2021) ülkemizde de çok kısa bir süre içerisinde önemli bir noktaya geleceği, 2030 yılı sonunda Türkiye'deki elektrikli araç sayısının 2,5 milyon seviyesine çıkacağı öngörülmektedir (Saygın ve ark., 2021). Elektrikli araç satış rakamları ve gelecekteki elektrikli araç satış sayısı öngörülmesi elektrikli araçların işlevselliğinin söz konusu olabilmesi için gerekli olan elektrikli araç şarj istasyonlarının kurulumlarındaki artışı da beraberinde getirmiştir. Şekil 3'te Avrupa Birliği ülkelerindeki şarj istasyonu sayılarının 2015-2020 yılları arasındaki değişimi yer almaktadır.



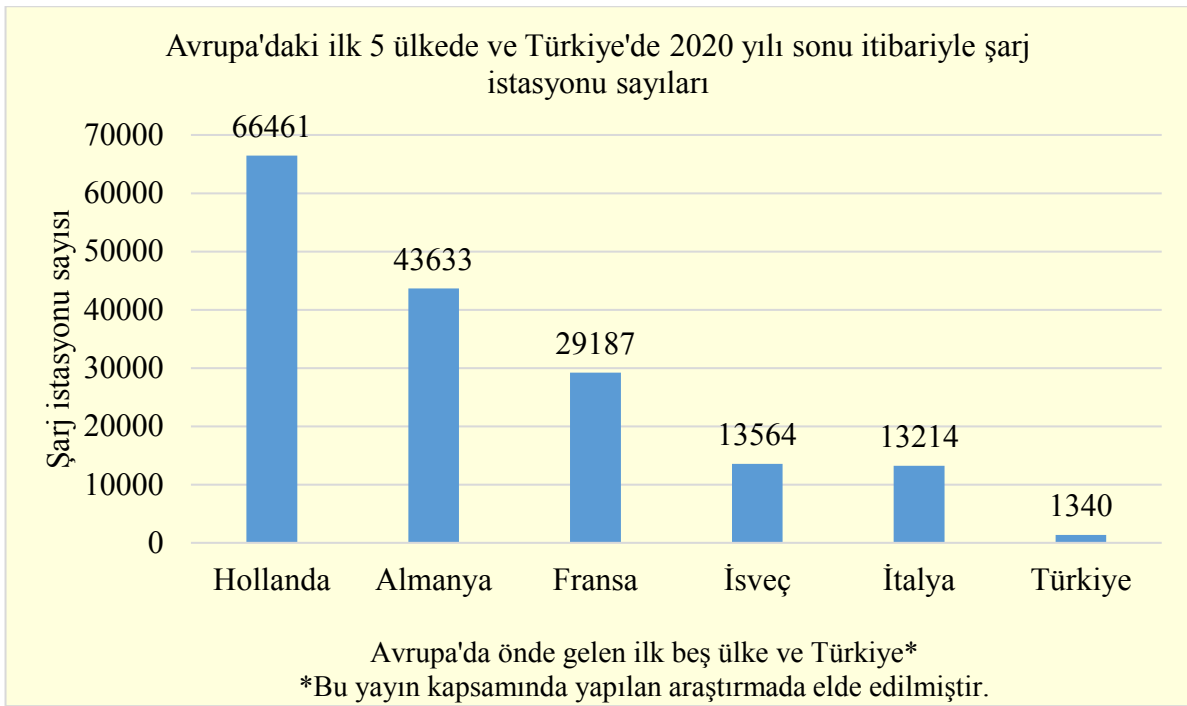
Şekil 3. Avrupa birliği ülkelerinde şarj istasyonu sayıları (EAFO, 2021).

Ülkemizde çeşitli firmalar tarafından birçok elektrikli araç şarj istasyonu kurulumu yapılmıştır ve bu yatırımlar artarak devam etmektedir. Şekil 4'te Türkiye'de kurulumu yapılan şarj istasyonlarının yıllara göre değişimi yer almaktadır.



Şekil 4. Türkiye'de yıllara göre şarj istasyonu sayıları (TEHAD, 2020).

Şekil 5'te 2020 yılı sonu itibariyle Avrupa'da önde gelen ilk 5 ülkedeki şarj istasyonu sayıları ve bu çalışmada yapılan araştırma sonucu 2020 yılı itibariyle Türkiye'deki elektrikli araç şarj istasyonu verileri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



Şekil 5. Avrupa'daki ilk 5 ülkede ve Türkiye'de 2020 yılı sonu itibariyle şarj istasyonu sayıları (EAFO, 2021).

Elektrikli araç (EA) ve EA şarj istasyonlarının geçmişten günümüze gelişimini gösteren yukarıdaki grafikler ve öngörüler (IEA, 2021; Saygın ve ark., 2021) EA şarj istasyonlarına olan ihtiyacın artacağını göstermektedir. Bu nedenle bazı ülkeler artan şarj istasyonu talebini karşılamaya dönük çeşitli hedefler belirlemiştirlerdir. Örneğin, Almanya her 10x10 km'lik şebekede en az bir adet 20 kW'lık şarj cihazı ve her 20x20 km'lik şebekede en az bir adet 55 kW'lık şarj cihazının olmasını, 2030 yılında ise 1 milyon elektrikli araç şarj noktasının hazır hale gelmesini hedeflemektedir (BMVI, 2020; Kasnatscheew, 2020). Öte yandan Avrupa Birliği her 10 EA için 1 şarj istasyonu önermektedir (ECA, 2021). Görüleceği üzere bu hedefler bazı ölçümlere (metriklere) dayanmaktadır. Ölçev (metrik) bir sisteme ait özelliğin nicel ölçüm derecesidir ve ölçümler, hükümetlerin hedef ve politika belirlemelerine, bu hedeflere yönelik ilerlemelerini ölçmelerine ve hedeflerin yıldan yıla izlenip karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Hesaplanan ölçümlerin bilgi grafikleriyle (infografiklerle) sunumu ise bu ölçümlerin değişimini ve kıyaslanmasını daha kolay ve anlaşılır hale getirmektedir. Nitekim elektrikli araç şarj istasyonu ile ilgili literatürde yapılan çalışmalarda ölçüm bazlı ve bilgi grafikleriyle sunulan çalışmaların olduğu görülmektedir (Hall ve Lutsey, 2020; Jin ve ark., 2021; Matanov ve Zahov, 2020; Mukherjee, 2021).

Hall ve Lutsey tarafından yapılan çalışmada (Hall ve Lutsey, 2020) literatürde EA şarj istasyonlarının durumunu ve şarj istasyonu kurulumu için politika belirlemek için kullanılan 4 tipik ölçüm (metrik) olduğu belirtilmiştir. Bu ölçümler; şarj istasyonu sayısı (ŞİS), ülkenin yüz ölçümü (km²) başına düşen şarj istasyonu sayısı (ŞİS/km²), ülkedeki karayolu uzunluğu başına şarj istasyonu sayısı

($\text{\$/km}$) ve elektrikli araç başına şarj istasyonu sayısı ($\text{\$/EA}$) olarak tanımlanmıştır. Hall ve Lutsey yaptıkları çalışmada (Hall ve Lutsey, 2020) tipik ölçevler yerine 12 Avrupa ülkesi için 1 milyon kişi başına düşen şarj istasyonu sayılarını ($\text{\$/milyon kişi}$) hesaplayarak bilgi grafikleriyle aktarmışlardır. Bir başka çalışmada (Jin ve ark., 2021) elektrikli araç şarj istasyonu altyapısında önde gelen ülkeler 1 milyon kişiye düşen şarj istasyonu ($\text{\$/milyon kişi}$) metrikleri (ölçevleri) bakımından karşılaştırılmıştır. Matanov ve Zahov, 2020 yılında yaptıkları çalışmada Avrupa Birliği ülkelerindeki EA şarj istasyonu sayısını, şarj istasyonu başına düşen elektrikli araç sayısını, 100 km otoyol başına hızlı istasyonu sayısını ve Bulgaristan'ın şehirlerindeki şarj istasyonu sayılarını gösteren ölçevleri hesaplayarak sunmuşlardır (Matanov ve Zahov, 2020). İrlanda için yapılan çalışmada ise (Mukherjee, 2021) EA şarj noktalarının sayısı, arazi alanı, nüfus, şarj istasyonlarının kapsadığı alanın yarı çapı gibi ölçevlerle incelenerek politika yapıcılara önerilerde bulunulmuştur.

Türkiye'de EA satışları ve EA şarj istasyonları ile ilgili en güncel ve detaylı bilgiler Türkiye Elektrikli ve Hibrid Araçlar Derneği adlı kuruluşun web sitesinde (www.tehad.org) yer almaktadır. Ancak burada il bazlı detaylı bilgiler, bilgi grafikleri ve ölçevler yer almamaktadır. Türkiye'deki EA şarj istasyonları ile ilgili literatür incelendiğinde ise EA şarj istasyonu altyapısına yönelik sınırlı sayıda çalışmanın söz konusu olduğu söylenebilir. EA ve EA şarj istasyonlarının altyapısının incelenmesine yönelik 2015 yılında yapılan çalışmada (Polat ve ark., 2015) Türkiye'deki EA şarj istasyonlarının durumuna ilişkin niteliksel ve niceliksel bilgiler İstanbul Avrupa yakası, diğer bölgeler ve dağılımı bilinmeyen şekilde üç kategoride incelenerek bu üç kategori kapsamında toplam kaç adet şarj istasyonunun olduğu bilgisi aktarılmıştır. EA ve EA şarj istasyonlarının altyapısını inceleyen, Türkiye'deki elektrikli araçları ve şarj altyapılarının durumunu ele alan güncel bir yayında (Gönül ve ark., 2021) Türkiye'de satılan elektrikli araç modelleri ve şarj altyapısına ilişkin bilgiler verilmiştir. Ancak söz konusu çalışmada illere göre EA şarj istasyonu sayıları güncel değildir ve sadece EA şarj istasyonu sayısına dayalı bilgi grafiği yer almaktadır. Literatür incelendiğinde görüleceği üzere, Türkiye'deki EA şarj istasyonu altyapısına yönelik sınırlı sayıda ve güncel bilgi içermeyen yayınlar söz konusudur. Bununla birlikte literatür incelendiğinde Türkiye'nin 81 ili için uluslararası literatürde yer alan ölçevlere dayalı, iller bazında detaylı analiz ve verilere rastlanamamıştır.

Bu makalede Türkiye'deki EA şarj istasyonlarının altyapısına dair ölçevlere dayalı bilgi grafikleriyle iller bazında güncel ve kapsamlı bir analiz amaçlanmaktadır. Bu çalışmada sadece şarj istasyonu sayısına dayalı ölçev ile değil, illerdeki geleneksel içten yanmalı motorlarla çalışan araç sayısı, nüfus ve elektrik tüketimi verilerine dayalı oluşturulan ölçevlere dayalı bilgi grafikleri (infografikler) aracılığıyla Türkiye'deki 81 ilin EA şarj istasyonu altyapısına ait güncel ve kapsamlı bilgiler sunulmaktadır. Bu bağlamda 2020 Aralık sonu itibarıyla Türkiye'deki EA şarj istasyonlarının illere göre dağılımı incelenmiş, Türkiye'nin 81 ilindeki EA şarj istasyonu sayısı ayrıntılı olarak

verilmiş ve Türkiye iller haritası üzerinde EA şarj istasyonlarının altyapısına yönelik hesaplanan ölçeklerin sonuçları bilgi grafikleri olarak sunulmuştur. Literatürde var olan ölçekler kullanılarak Türkiye'nin 81 ili için 2020 yılı sonu itibariyle EA şarj istasyonu altyapısının bilgi grafikleriyle haritalar üzerinde sunulması, elektrik tüketimi başına düşen EA şarj istasyonu ölçeğinin ve içten yanmalı geleneksel araç başına düşen EA şarj istasyonu sayısı ölçeğinin literatüre önerilmesi bu çalışmanın öne çıkan özgün değerleridir. Elde edilen ve bilgi grafikleriyle sunulan bulguların EA kullanıcılarına, EA şarj istasyonu yatırımcılarına, elektrikli araçların yaygınlaşması için strateji belirleyecek hükümet ve diğer kamu kuruluşlarına faydalı olacağı öngörülmektedir. Ayrıca, önümüzdeki yıllarda EA şarj istasyonu altyapısındaki gelişmelerin 2020 yılına göre kıyaslanması ve gelişme hızının takip edilebilmesi için bu yayın referans bir çalışma olarak kullanılabilir.

Makalenin bundan sonraki bölümleri aşağıdaki şekilde düzenlenmiştir. İkinci bölümde Türkiye'de iller bazında EA şarj istasyonu altyapısının ölçekler ve bilgi grafikleriyle açıklanmasında kullanılan materyal ve metot açıklanmış, literatürdeki ölçekler ve bu çalışmada önerilen ölçekler tanıtılmıştır. Üçüncü bölümde Türkiye'nin 81 ili için hesaplanan ölçeklerin sayısal karşılıkları Türkiye iller haritasında bilgi grafikleri ve tablolar ile aktarılmıştır. Son bölümde çalışmanın önemi, ölçekler ve ölçeklerden elde edilen bulgulara dayalı sonuçlar yer almaktadır.

2. Materyal ve Metot

Bu bölümde Türkiye'de iller bazında elektrikli araç şarj istasyonlarının nitelik ve nicelikleri incelenmektedir. Bu bağlamda, ilk olarak Türkiye'de elektrikli araç şarj istasyonu kurulumu yapan firmaların kurulum yaptıkları şarj istasyonlarının güç değerleri ve 2020 yılı sonu itibariyle Türkiye'nin 81 ilindeki şarj istasyonu sayıları ve ait olduğu firmalar tablo ile verilmiştir. Ardından her bir ildeki şarj istasyonlarının sayısı renklendirilmiş harita üzerinde veri grafiği olarak sunulmuştur. Daha sonra elektrikli araç şarj istasyonu alt yapısının değerlendirilmesinde literatürde kullanılan ölçekler matematiksel denklemleriyle açıklanmış ve bu çalışmada önerilen ölçekler tanıtılarak denklemleri verilmiştir.

2.1. Türkiye'de Kurulumu Yapılan EA Şarj İstasyonlarının Nitelikleri

TEHAD (2021b)'e göre Türkiye'de EA Şarj istasyonu kurulumu yapan 5 firma vardır. Bunlar Eşarj, Gersan(G-Charge), Sharz, Voltrun ve ZES'tir (URL-1; URL-2; URL-3; URL-4; URL-5). Ancak bu çalışma kapsamında yapılan araştırmalarda yukarıda ifade edilen 5 firmaya ilave olarak BD Otomotiv (URL-6); Yeşil Güç Enerji (URL-7) ve DMA Oto (URL-8) ile birlikte toplam 8 firmanın Türkiye'de EA şarj istasyonu kurulumu yaptığı tespit edilmiştir. Bunlardan BD Otomotiv ve DMA

Oto, sattıkları veya kiraladıkları elektrikli araçlar için müşterilerine şarj imkânı sağlayan firmalardır (Polat ve ark., 2015). Bu çalışma kapsamında yukarıda ismi geçen 8 şarj istasyonu kurulumu yapan firmanın Türkiye’de kurdukları şarj istasyonları ilgili bilgiler bu firmaların web sayfalarından elde edilmiştir. Araştırma sonucunda derlenen verilere göre Türkiye’de 2020 sonu itibariyle 81 ilde toplam 1340 EA şarj noktasının yer aldığı tespit edilmiştir. Türkiye’de 2020 sonu itibariyle kurulu olan EA şarj istasyonlarının güç değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye’de 2020 sonu itibariyle kurulu olan EA şarj istasyonlarının güç değerleri

Güç (kW)											
3.7	7.4	22	43	24	45	50	60	100	120	161	175

Türkiye’nin 81 ilindeki kurulu olan EA şarj istasyonlarının detaylı verisi Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2. 2020 yılı sonu itibariyle Türkiye’nin 81 ilindeki şarj istasyonu sayıları ve ait olduğu firmalar

ŞEHİRLER	Şarj İstasyonu Firmaları ve Şarj İstasyonu Sayıları								TOPLAM
	VOLTRUN	ZES	SHARZ	G-CHARGE	BD-OTO	DMA-OTO	YEŞİL GÜÇ ENERJİ	EŞARJ	
ADANA	2	3	2	1				3	11
ADİYAMAN		2	1						3
AFYONKARAHİSAR	1	10		2				1	14
AĞRI		2							2
AMASYA	1	3							4
ANKARA	19	23	14	5				35	96
ANTALYA	8	19	7					10	44
ARTVİN	3	2	2						7
AYDIN	6	8	7					4	25
BALIKESİR	5	3	5						13
BİLECİK	1	2	3						6
BİNGÖL		2							2
BİTLİS		2							2
BOLU	5	5				1		2	13
BURDUR		1							1
BURSA	22	12	8	3		5		6	56
ÇANAKKALE	6	5	2						13
ÇANKIRI	3	2	3						8
ÇORUM		4						1	5
DENİZLİ	5	2	4	1				1	13

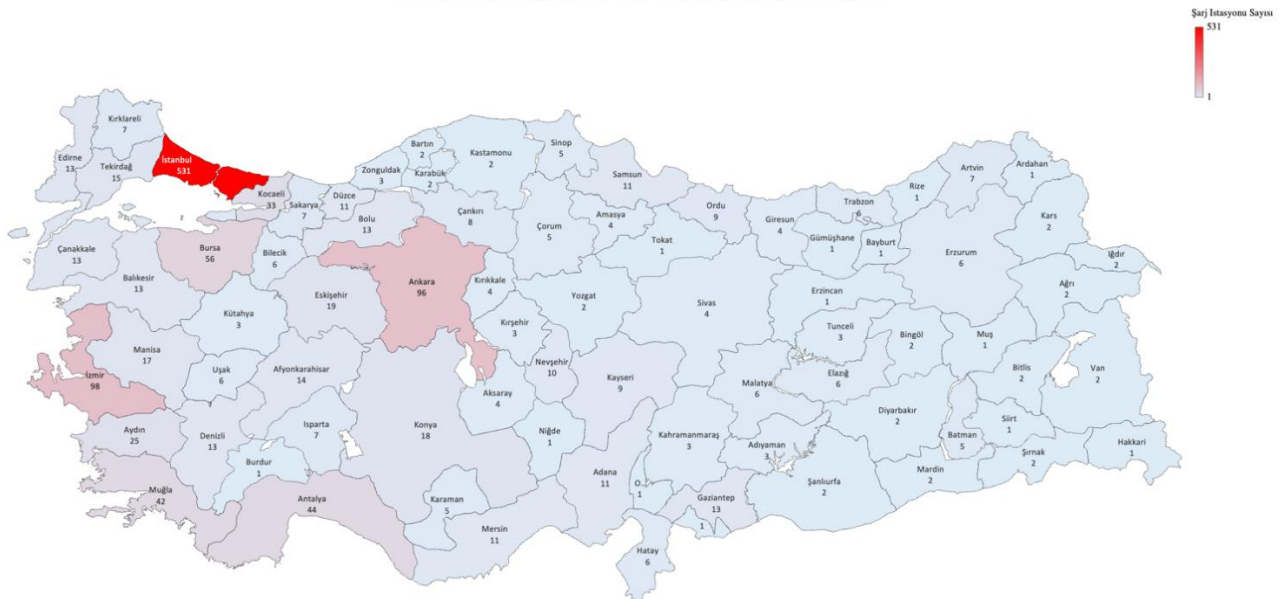
Tablo 2. 2020 yılı sonu itibarıyla Türkiye'nin 81 ilindeki şarj istasyonu sayıları ve ait olduğu firmalar (devam)

DIYARBAKIR		1						1	2
EDİRNE	6	2	3					2	13
ELAZIĞ	2	3	1						6
ERZİNCAN		1							1
ERZURUM		2					3	1	6
ESKİŞEHİR	1	16	2						19
GAZİANTEP	3	2	3					5	13
GİRESUN	2	1	1						4
GÜMÜŞHANE		1							1
HAKKARİ		1							1
HATAY	1	1	1					3	6
ISPARTA	2	2	2	1					7
MERSİN	3	1	3					4	11
İSTANBUL	212	54	95	40	36	13	8	73	531
İZMİR	15	46	12	3			2	20	98
KARS		2							2
KASTAMONU		2							2
KAYSERİ	3	2	3					1	9
KIRKLARELİ	1	4	1	1					7
KIRŞEHİR	1	1	1						3
KOCAELİ	5	9	6	2	1	1	1	8	33
KONYA	6	3	5	2				2	18
KÜTAHYA	1	2							3
MALATYA	2	2	2						6
MANİSA	3	10	3					1	17
KAHRAMANMARAŞ	1	1	1						3
MARDİN		1						1	2
MUĞLA	11	10	11	2		1		7	42
MUŞ		1							1
NEVŞEHİR	2	2	4	1				1	10
NİĞDE		1							1
ORDU	3	2	3					1	9
RİZE		1							1
SAKARYA	2	1	1	1				2	7
SAMSUN	4	3	3					1	11
SİİRT		1							1
SİNOP	2	1	2						5
SİVAS	1	2	1						4
TEKİRDAĞ	5	4	5					1	15
TOKAT		1							1
TRABZON	2	2	1					1	6
TUNCELİ		2	1						3

Tablo 2. 2020 yılı sonu itibariyle Türkiye'nin 81 ilindeki şarj istasyonu sayıları ve ait olduğu firmalar (devam)

ŞANLIURFA		1						1	2
UŞAK	1	5							6
VAN		2							2
YOZGAT		2							2
ZONGULDAK	2	1							3
AKSARAY	1	1	1					1	4
BAYBURT		1							1
KARAMAN	2	1	2						5
KIRIKKALE	1	1	2						4
BATMAN	3	2							5
ŞIRNAK		2							2
BARTIN		2							2
ARDAHAN		1							1
İĞDIR		2							2
YALOVA	1	3	1						5
KARABÜK		2							2
KİLİS		1							1
OSMANİYE		1							1
DÜZCE	6	3	2						11
TOPLAM	406	353	243	65	37	21	14	201	1340

Türkiye'nin 81 ilindeki şarj istasyonu verileri, Türkiye iller haritası üzerinde şarj istasyonu sayısının yoğunluğuna göre renkli haritalandırılmış bilgi grafiği olarak Şekil 6'da sunulmuştur. Bu veriler ışığında aşağıda açıklanan ölçeklere ait eşitlikler yardımıyla her bir il için hesaplanan ölçeklere ait sayısal veriler Bulgular ve Tartışma bölümünde detaylı olarak verilmiştir.

2020 Yılı Sonu İtibariyle Türkiye'nin 81 ilindeki EA Şarj İstasyonu Sayıları**Şekil 6.** 2020 yılı sonu itibariyle Türkiye'nin 81 ilindeki EA şarj istasyonu sayıları (EAŞİS).

2.2. Şarj İstasyonu Altyapısının Değerlendirilmesinde Kullanılan Ölçevler

Giriş bölümünde ifade edildiği gibi, sistemlerin durumunu ve gelişimini takip etmek için ölçevler önemli birer araçtır. Ayrıca ölçevler, hükümetlerin hedef belirlemelerine ve bu hedeflerin değişimlerini incelemelerine de olanak sağlamaktadır. Literatürde mevcut olan ölçevler ve bu çalışmada önerilen ölçevler aşağıda tanıtılmaktadır.

2.2.1 EA Şarj İstasyonu Sayısının Nüfusa Oranı (EAŞİS2N)

EA şarj istasyonu sayısının nüfusa oranı (EAŞİS2N) literatürde EA şarj istasyonu altyapısının incelenmesinde kullanılan tipik ölçevlerden biridir (Hall ve Lutsey, 2020; Jin ve ark., 2021; Mukherjee, 2021). EAŞİS2N ölçevi Denklem (1)'de verilmiştir. Bu ölçev yardımıyla, 1 milyon kişi başına düşen EA şarj istasyonu sayısının değerlendirmesi, politika belirlenmesi ve belirlenen politikaların gelişiminin takibi yapılabilmektedir. Denklem (2)'de EAŞİS2N ölçevinin her bir il için nasıl hesaplandığı gösterilmiştir.

Bu çalışma kapsamında nüfus verileri olarak Türkiye'nin 81 ilindeki 2020 yılına ait adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonuçları (TÜİK, 2021a) kullanılmıştır. Türkiye'nin 81 ili için EA şarj istasyonu verileri ve nüfus verileri kullanılarak EAŞİS2N ölçevi hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular Türkiye iller haritası üzerinde bilgi grafiği ve tablo olarak Bulgular ve Tartışma bölümünde sunulmuştur.

$$EAŞİS2N = \frac{\text{Elektrikli araç şarj istasyonu sayısı}}{\text{Nüfus(milyon kişi)}} \quad (1)$$

p , sırasıyla Tablo 2'nin 1. sütununda yer alan illerin plaka numarasını, N_p , p plaka numarasına sahip ilin nüfus sayısını (milyon kişi), x , Tablo 2'deki firmaları ($x = [1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7\ 8]$) ve $EAŞİS_x^p$, p plaka numarasına sahip ilde x . firmaya ait elektrikli araç şarj istasyonu sayısını temsil etmek üzere her bir il için EAŞİS2N ölçevi aşağıdaki denklem aracılığıyla hesaplanabilir:

$$EAŞİS2N_p = \frac{\sum_{x=1}^8 EAŞİS_x^p}{N_p} \quad (2)$$

2.2.2 EA Şarj İstasyonu Sayısının Elektrikli Araç Sayısına Oranı (EAŞİS2EA)

EA şarj istasyonu sayısının EA sayısına oranı (EAŞİS2EA) literatürde EA şarj istasyonu altyapısının incelenmesinde kullanılan tipik ölçevlerden biridir (Hall ve Lutsey, 2020; Jin ve ark., 2021; Mukherjee, 2021). EAŞİS2EA ölçevi Denklem (3)'te verilmiştir. Bu ölçev yardımıyla, EA başına düşen EA şarj istasyonu sayısının değerlendirilmesi, politika belirlenmesi ve belirlenen politikaların gelişiminin takibi yapılabilmektedir.

Bu çalışma kapsamında Türkiye'nin 81 iline ait EA araç sayısına erişilemediğinden dolayı EAŞİS2EA ölçevi Türkiye geneli için hesaplanmıştır. Elde edilen veriler Bulgular ve Tartışma bölümünde sunulmuştur.

$$EAŞİS2EA = \frac{\text{Elektrikli araç şarj istasyonu sayısı}}{\text{Elektrikli araç sayısı}} \quad (3)$$

2.2.3 EA Şarj İstasyonu Sayısının İçten Yanmalı Araç Sayısına Oranı (EAŞİS2İYAS)

Giriş bölümünde ifade edildiği gibi fosil yakıtların çevreye olumsuz etkileri ve tükenbilir kaynaklar olması içten yanmalı motorlara sahip geleneksel araçlardan elektrikli araçlara doğru bir yönelimi beraberinde getirmiştir. Nitekim öngörü ve projeksiyonlar gelecek yıllarda daha fazla elektrikli araç kullanılacağını göstermektedir (IEA, 2021; Saygın ve ark., 2021). Dolayısıyla gelecek yıllarda içten yanmalı araçların yerini peyderpey elektrikli araçlar alacaktır. Buradan hareketle bu çalışmada 10 bin içten yanmalı araç sayısına düşen EA şarj istasyonu sayısı olarak belirlenen bir ölçev (EAŞİS2İYAS) önerilmiştir. Elektrikli araçlara geçişin ilk olarak otomobiller üzerinden gerçekleşmesi beklendiğinden dolayı bu ölçevde ele alınan içten yanmalı motorlara sahip araç verisi olarak sadece otomobil sayıları kullanılmıştır. EAŞİS2İYAS ölçevi Denklem (4)'te tanımlanmıştır. Bu ölçev ile her bir ildeki EA şarj istasyonu sayılarının değişimi o ilde kayıtlı olan 10 bin içten yanmalı araç (otomobil) sayısına göre değerlendirilebilecek ve yıldan yıla değişimler izlenebilecektir. Bu çalışmada 2020 yılı için illere göre motorlu kara taşıtları sayısı (TÜİK, 2021b) ve EA şarj istasyonu sayıları kullanılarak EAŞİS2İYAS ölçevi Türkiye'nin 81 ili için hesaplanmıştır. Elde edilen veriler Türkiye iller haritası üzerinde bilgi grafiği ve tablo olarak Bulgular ve Tartışma bölümünde sunulmuştur.

$$EAŞİS2İYAS = \frac{\text{Elektrikli araç şarj istasyonu sayısı}}{\text{İçten yanmalı araç sayısı}(10 \text{ bin})} \quad (4)$$

Denklem (5)'te $EA\dot{S}IS2IYAS$ ölçevidin her bir il için nasıl hesaplandığı gösterilmiştir. p , sırasıyla Tablo 2'nin 1. sütununda yer alan illerin plaka numarasını, $IYAS_p$, p plaka numarasına sahip ildeki her 10 bin adet içten yanmalı araç sayısını, x , Tablo 2'deki firmaları ($x = [1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7\ 8]$) ve $EA\dot{S}IS_x^p$, p plaka numarasına sahip ilde x . firmaya ait elektrikli araç şarj istasyonu sayısını temsil etmek üzere her bir il için $EA\dot{S}IS2IYAS$ ölçevidi aşağıdaki denklem aracılığıyla hesaplanabilir:

$$EA\dot{S}IS2IYAS_p = \frac{\sum_{x=1}^8 EA\dot{S}IS_x^p}{IYAS_p} \quad (5)$$

2.2.4 EA Şarj İstasyonu Sayısının Elektrikli Tüketimine Oranı ($EA\dot{S}IS2ET$)

Bu çalışmada önerilen bir diğer ölçev ise EA Şarj istasyonu sayısının yıllık faturalanan toplam elektrik tüketimine oranı ($EA\dot{S}IS2ET$) olarak hesaplanan ölçevdir. Bu ölçev Denklem (6)'da tanımlanmıştır. $EA\dot{S}IS2ET$ ölçevidi EA şarj istasyonu sayısının TWh cinsinden yıllık faturalanan toplam elektrik tüketimine oranını belirlemektedir. Bu ölçevidin önerilmesinin amacı, EA şarj istasyonlarının yüksek elektrik tüketimine sahip olmasından dolayı, kurulumu yapılan bölgedeki şarj istasyonu sayısının fazlalığının o bölgedeki elektrik tüketimine göre durumunun tespit edilmesidir.

$$EA\dot{S}IS2ET = \frac{\text{Elektrikli araç şarj istasyonu sayısı}}{\text{Elektrik Tüketimi (TWh)}} \quad (6)$$

Denklem (7)'de $EA\dot{S}IS2ET$ ölçevidin her bir il için nasıl hesaplandığı gösterilmiştir. p , sırasıyla Tablo 2'nin 1. sütununda yer alan illerin plaka numarasını, ET_p , p plaka numarasına sahip ildeki yıllık faturalanan toplam elektrik tüketimini (TWh), x , Tablo 2'deki firmaları ($x = [1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7\ 8]$) ve $EA\dot{S}IS_x^p$, p plaka numarasına sahip ilde x . firmaya ait elektrikli araç şarj istasyonu sayısını temsil etmek üzere her bir il için $EA\dot{S}IS2ET$ ölçevidi aşağıdaki denklem aracılığıyla hesaplanabilir:

$$EA\dot{S}IS2ET_p = \frac{\sum_{x=1}^8 EA\dot{S}IS_x^p}{ET_p} \quad (7)$$

$EA\dot{S}IS2ET$ ölçevidiyle her bir ildeki EA şarj istasyonu sayılarının değişimi o ilin faturalanan elektrik tüketimine göre değerlendirilebilecek ve yıldan yıla oluşan değişimler izlenebilecektir. $EA\dot{S}IS2ET$ ölçevidine ait verilerden hareketle o ildeki elektrik alt yapısının kararlı çalışması ve yeterliliğinin sağlanabilmesi için politikalar oluşturulabilir. Bu çalışma kapsamında $EA\dot{S}IS2ET$ ölçevidi 2020 yılına ait faturalanan elektrik tüketimleri (EPDK, 2021) ve EA şarj istasyonu verileri

kullanılarak Türkiye'nin 81 ili için ve Türkiye geneli için hesaplanmıştır. Elde edilen veriler Türkiye iller haritası üzerinde bilgi grafiği olarak Bulgular ve Tartışma bölümünde sunulmuştur.

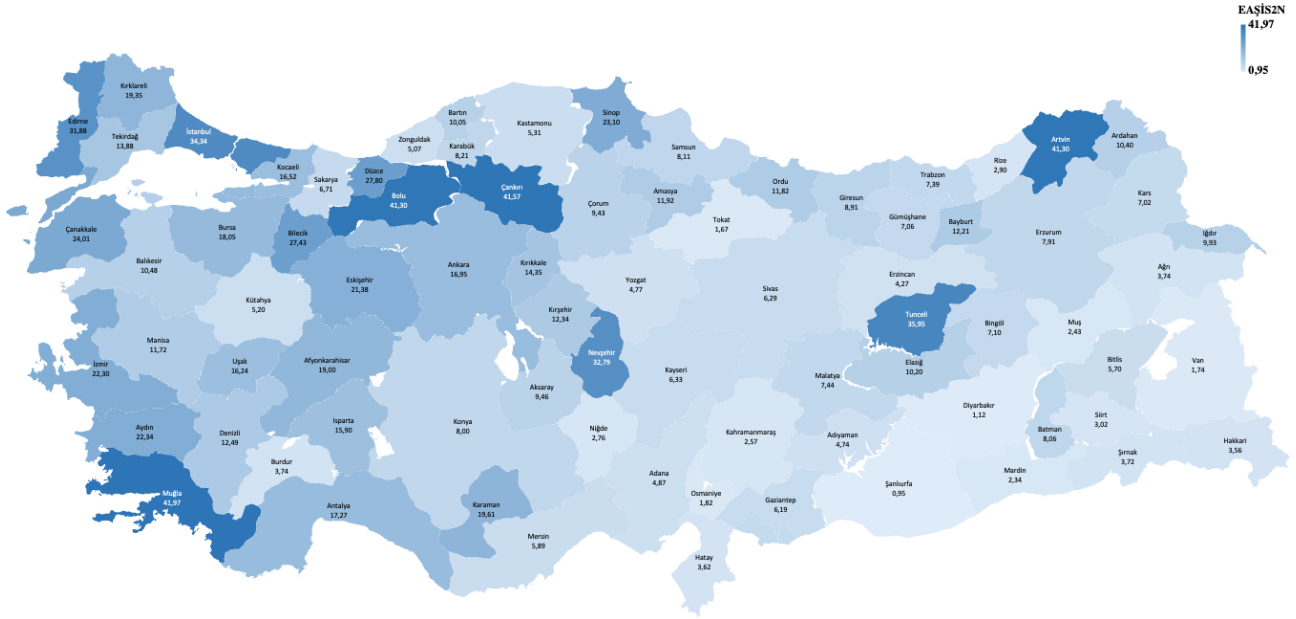
3. Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde ikinci bölümde tanıtılan ve açıklanan ölçeklere ait hesaplanan sonuçlar bilgi grafikleri ve tablolar ile sunulmuştur. Türkiye'nin tamamına ait iller bazındaki durum renkli haritalandırılmış bilgi grafiklerinde yer aldığından dolayı yayının hacmini arttırmamak için her bir ile ait tüm ölçek değerleri yerine o ölçeğe ait Türkiye'de en önde gelen ilk 5 ile ve en sonda olan 5 ile ait veriler tablolarla aktarılmıştır.

3.1. Türkiye'nin 81 İli için EAŞİS2N Ölçeğine Ait Bulgular ve Bilgi Grafikleri

Türkiye'nin 81 ilinde 1 milyon kişi başına düşen şarj istasyonu ölçeğine (EAŞİS2N) ait yoğunluk haritası aracılığıyla elde edilen bilgi grafiği (infografik) Şekil 7'de yer almaktadır. Harita dikkatle incelendiğinde, 1 milyon kişi başına düşen şarj istasyonu ölçeği en yüksek ilin Muğla olduğu, milyon kişi başına düşen şarj istasyonu ölçeği en düşük olan ilin ise Şanlıurfa olduğu görülmektedir. Buradan hareketle her ne kadar Şekil 6'da yer alan her bir ildeki şarj istasyonu sayısı verisinde İstanbul 531 şarj istasyonu sayısı ile Türkiye'nin birinci ili olarak yer alsa da nüfusa göre en fazla şarj istasyonunun Muğla'da yer aldığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu da illerin şarj istasyonu bakımından değerlendirmesinde salt şarj istasyonu sayısının tek başına bir değerlendirme unsuru olamayacağını göstermektedir. Bu bakımdan EA şarj istasyonu altyapısının yeterliliği ve değerlendirmesinde farklı ölçeklerin göz önünde bulundurulması hususunun önemini ortaya koymaktadır.

2020 yılı sonu itibariyle Türkiye'nin 81 ilinde milyon kişi başına düşen şarj istasyonu sayıları (EAŞİS2N)



Şekil 7. 2020 yılı sonu itibariyle Türkiye'nin 81 ilinde milyon kişi başına düşen şarj istasyonu sayıları.

Tablo 3'te Türkiye'de 1 milyon kişi başına düşen EA şarj istasyonu sayıları bakımından illerin sıralamasında ilk 5 ve son 5 ilin isimleri ve EAŞİS2N ölçevlerine ait verileri sunulmuştur. Türkiye'de 1 milyon kişi başına düşen EA şarj istasyonu sayıları bakımından 2020 yılı itibariyle ilk 5 ilin sırasıyla Muğla, Çankırı, Artvin, Bolu ve Tunceli olduğu tespit edilmiştir. Bu durum Şekil 7'deki yoğunluk haritasından da görülmektedir.

Tablo 3. Türkiye'de 1 milyon kişi başına düşen EA şarj istasyonu sayıları bakımından illerin sıralaması.

Sıra	İl Adı	Milyon kişi başına düşen EA şarj istasyonu sayısı (EAŞİS2N)
1	Muğla	41,97
2	Çankırı	41,57
3	Artvin	41,30
4	Bolu	41,30
5	Tunceli	35,95
⋮	⋮	⋮
77	Osmaniye	1,82
78	Van	1,74
79	Tokat	1,67
80	Diyarbakır	1,12
81	Şanlıurfa	0,95

3.2. Türkiye Geneli için EAŞİS2EA Ölçevine Ait Bulgular

2020 yılı itibariyle %100 elektrikli araç sayısına ait veri elde edilememiştir. Bu nedenle Türkiye İstatistik Kurumu'nun verileri arasında yer alan Elektrikli-Hibrit araç sayısı kullanılarak EA başına düşen şarj istasyonu ölçevine ait bulgu hesaplanmıştır.

TÜİK verilerine göre (TÜİK, 2021) 2020 yılı itibariyle elektrikli-hibrit kategorisinde kayıtlı otomobil sayısı 36487'dir. 2020 yılı itibariyle bu çalışmada toplanan veriye göre toplam EA şarj istasyonu sayısı 1340 olduğuna göre Türkiye'de elektrikli-hibrit kategorisindeki EA başına düşen şarj istasyonu sayısı 0,036 olarak hesaplanmıştır. Avrupa birliği tarafından her 10 EA için 1 EA şarj istasyonu önerisi dikkate alındığında ise; Türkiye'de her 10 EA (Hibrit dahil) başına 0,36 EA şarj istasyonu düşmektedir. Ancak yukarıda ifade edildiği gibi elde edilen EA verisinin içerisinde hibrit araçlar da yer aldığından %100 EA başına düşen EA şarj istasyonu sayısının daha fazla olduğu aşikardır, ancak %100 EA verisi elde edilemediğinden net bir rakam verilememiştir.

3.3. Türkiye'nin 81 İli için EAŞİS2İYAS Ölçevine Ait Bulgular ve Bilgi Grafikleri

Türkiye'nin 81 ilinde 10 bin içten yanmalı araç başına düşen EA şarj istasyonu sayısını gösteren EAŞİS2N ölçevine ait veriler yoğunluk haritası aracılığıyla bilgi grafiği olarak Şekil 8'de sunulmuştur. Haritaya bakıldığında, 10 bin içten yanmalı araç başına düşen EA şarj istasyonu ölçevi en yüksek ilin Tunceli olduğu, on bin içten yanmalı araç başına düşen EA şarj istasyonu ölçevi en düşük olan ilin ise Tokat olduğu görülmektedir. Buradan hareketle mevcut içten yanmalı otomobil kategorisindeki araçların tamamının elektrikli araca dönüşeceği öngörüsüyle 2020 yılı sonu itibariyle Tunceli'nin araç başına en fazla şarj istasyonuna sahip olduğu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4'te 10 bin içten yanmalı araç başına düşen EA şarj istasyonu sayısını bakımından Türkiye'deki 81 ilin sıralamasında ilk 5 ve son 5 ilin isimleri ve EAŞİS2İYAS ölçevlerine ait verileri sunulmuştur. Türkiye'de 10 bin içten yanmalı araç başına düşen EA şarj istasyonu sayısı bakımından ilk 5 il sırasıyla Tunceli, Hakkâri, Şırnak, Artvin ve Çankırı olarak tespit edilmiştir. Bu durum Şekil 8'deki yoğunluk haritasından da görülmektedir.

2020 yılı sonu itibariyle Türkiye'nin 81 ilinde kayıtlı 10 bin içten yanmalı araç başına düşen EA şarj istasyonu sayısı (EAŞİS2İYAS)



Şekil 8. 2020 yılı sonu itibariyle Türkiye'nin 81 ilinde kayıtlı 10 bin içten yanmalı araç başına düşen EA şarj istasyonu sayıları.

Tablo 4. EAŞİS2İYAS ölçeği bakımından Türkiye'deki illerin sıralaması

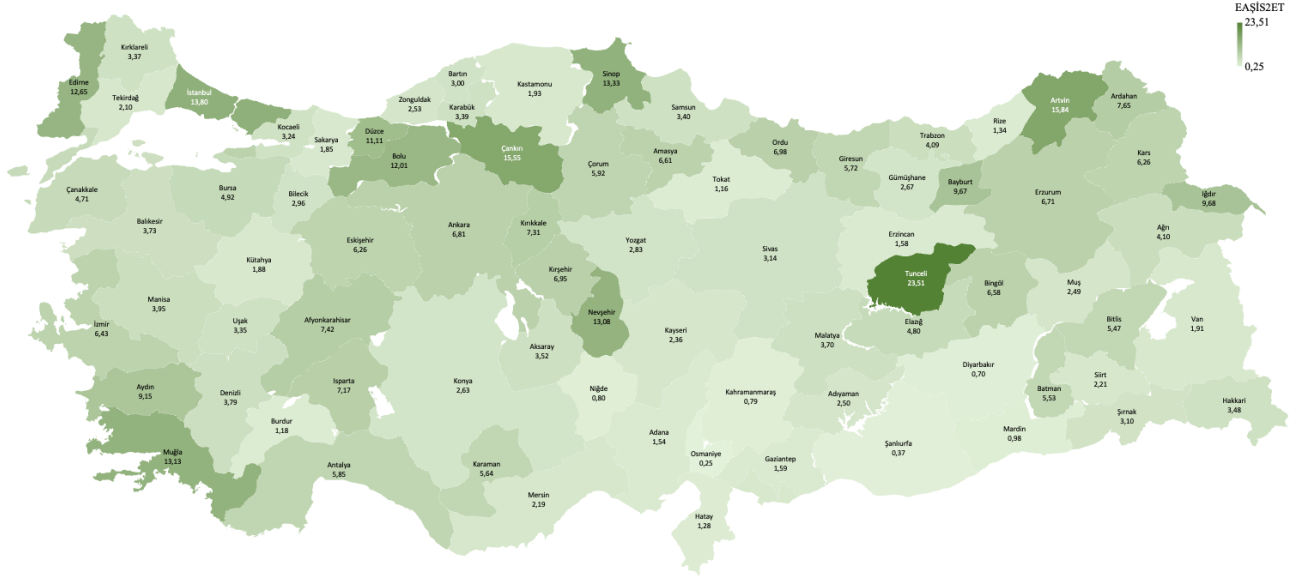
Sıra	İl Adı	10 bin içten yanmalı araç (otomobil) başına düşen EA şarj istasyonu sayısı (EAŞİS2İYAS)
1	Tunceli	8,05
2	Hakkâri	4,64
3	Şırnak	4,18
4	Artvin	4,17
5	Çankırı	3,61
⋮	⋮	⋮
77	Kahramanmaraş	0,22
78	Niğde	0,20
79	Burdur	0,18
80	Osmaniye	0,12
81	Tokat	0,12

3.4. Türkiye'nin 81 ili için EAŞİS2ET Ölçeğine Ait Bulgular ve Bilgi Grafikleri

Türkiye'nin 81 ilinde TWh elektrik tüketimi başına düşen EA şarj istasyonu sayısını gösteren EAŞİS2ET ölçeğine ait veriler yoğunluk haritası aracılığıyla bilgi grafiği olarak Şekil 9'da sunulmuştur. Haritaya bakıldığında, TWh elektrik tüketimi başına düşen EA şarj istasyonu ölçeği en yüksek ilin Tunceli olduğu, TWh elektrik tüketimi başına düşen EA şarj istasyonu ölçeği en düşük olan ilin ise Osmaniye olduğu görülmektedir. Buradan hareketle elektrik tüketimine oranla diğer illere göre daha fazla şarj istasyonuna sahip olan illerin elektrik dağıtım altyapısının daha dikkatli incelenmesi gerektiği sonucuna varılabilir. Zira EA şarj istasyonları yüksek güç tüketimi yapan tüketim noktaları olduğundan, mevcut elektrik şebekesinin bu yüksek güç tüketimi periyotlarında

dayanıklı ve kararlı çalışabilir olması için gerekli analizlerin yapılması gerekliliğini bir kez daha ön plana çıkarmaktadır. Bu bakımdan bu çalışmada önerilen ölçevlerden biri olan EAŞİS2ET ölçevi aracılığıyla, EA şarj istasyonlarının o ilin mevcut elektrik tüketimine ilave getireceği elektrik tüketimi miktarındaki artışın yorumlanmasına yardımcı olabileceği söylenebilir.

2020 yılı sonu itibarıyla Türkiye'nin 81 ilinde EA Şarj istasyonu sayısının elektrikli tüketimine (TWh) oranı (EAŞİS2ET)



Şekil 9. 2020 yılı sonu itibarıyla Türkiye'nin 81 ilinde TWh elektrik tüketimi başına düşen EA şarj istasyonu sayıları.

Tablo 5'te TWh elektrik tüketimi başına düşen EA şarj istasyonu sayısı bakımından illerin sıralamasında ilk 5 ve son 5 ilin isimleri EAŞİS2ET ölçevlerine ait verileriyle birlikte sunulmuştur. Türkiye'de TWh elektrik tüketimi başına düşen EA şarj istasyonu sayısı bakımından ilk 5 ilin sırasıyla Tunceli, Artvin, Çankırı, İstanbul ve Sinop olduğu tespit edilmiştir. Bu durum Şekil 9'daki yoğunluk haritasından da görülmektedir.

Tablo 5. Türkiye'nin 81 ilinde EA şarj istasyonu sayısının TWh cinsinden elektrik tüketimine oranı sıralaması.

Sıra	İl Adı	TWh elektrik tüketimi başına düşen EA şarj istasyonu sayısı (EAŞİS2ET)
1	Tunceli	23,51
2	Artvin	15,84
3	Çankırı	15,55
4	İstanbul	13,80
5	Sinop	13,33
⋮	⋮	⋮
77	Niğde	0,80
78	Kahramanmaraş	0,79
79	Diyarbakır	0,70
80	Şanlıurfa	0,37
81	Osmaniye	0,25

Tablo 6’da EAŞİS (Elektrikli araç şarj istasyonu sayısı), EAŞİS2N (1 milyon kişi başına düşen EAŞİS), EAŞİS2İYAS (10 bin içten yanmalı otomobil başına düşen EAŞİS) ve EAŞİS2ET (1 TWh tüketim miktarı başına EAŞİS) ölçevlerine ait bulgular bakımından Türkiye’nin 81 ili arasında ilk 5’te ve son 5’te yer alan iller karşılaştırmalı olarak verilmiştir. 2020 yılı verilerine göre elektrikli araç şarj istasyonu sayısı bakımından Türkiye’de ilk sırada İstanbul yer almaktayken, 1 milyon kişi başına düşen EA şarj istasyonu sayısı bakımından Türkiye’de ilk sırada Muğla bulunmaktadır. Öte yandan 10 bin içten yanmalı otomobil başına düşen EA şarj istasyonu sayısı ve 1 TWh tüketim miktarı başına düşen EA şarj istasyonu sayısı bakımından Türkiye’de ilk sırada Tunceli yer almaktadır.

Tablo 6. Çeşitli ölçevlere göre Türkiye’nin 81 ili arasında ilk 5 ve son 5 sırada yer alan iller.

Sıra	ÖLÇEVLERE GÖRE İLLERİN SIRALAMASI			
	EAŞİS (Elektrikli araç şarj istasyonu sayısı)	EAŞİS2N (1 milyon kişi başına düşen EAŞİS)	EAŞİS2İYAS (10 bin içten yanmalı otomobil başına düşen EAŞİS)	EAŞİS2ET (1 TWh tüketim miktarı başına EAŞİS)
1	İstanbul	Muğla	Tunceli	Tunceli
2	İzmir	Çankırı	Hakkâri	Artvin
3	Ankara	Artvin	Şırnak	Çankırı
4	Bursa	Bolu	Artvin	İstanbul
5	Antalya	Tunceli	Çankırı	Sinop
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
77	Tokat	Osmaniye	Kahramanmaraş	Niğde
78	Bayburt	Van	Niğde	Kahramanmaraş
79	Ardahan	Tokat	Burdur	Diyarbakır
80	Kilis	Diyarbakır	Osmaniye	Şanlıurfa
81	Osmaniye	Şanlıurfa	Tokat	Osmaniye

2020 yılı verilerine göre yapılan hesaplamalarda elde edilen bulgulara göre, EAŞİS ve EAŞİS2ET ölçevleri bakımından Osmaniye Türkiye’nin 81 ili arasında son sırada yer almakta iken, EAŞİS2N ölçevinde Şanlıurfa, EAŞİS2İYAS ölçevinde ise Tokat Türkiye’nin 81 ili arasında son sırada bulunmaktadır.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Fosil yakıtların çevreye olan yadsınamaz zararları ve tükenbilir kaynaklar olmaları, içten yanmalı motorlara sahip araçların %100 elektrikli motora sahip olan elektrikli araçlara dönüşümünü başlatmıştır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de elektrikli araç satışları artmakta, gelecekte de artacağı öngörülmektedir. Bundan dolayı EA şarj istasyonu ihtiyacı ve EA şarj istasyonu kurulumları da artmaktadır. EA satışlarının artmasıyla birlikte ortaya çıkan EA şarj istasyonu ihtiyacını karşılamak, içten yanmalı araçlardan %100 elektrikli araçlara dönüşümü sürdürülebilir bir şekilde gerçekleştirebilmek için stratejik planlamaların yapılması gerekmektedir. Hem stratejik

planlamaların doğru yapılabilmesi hem de EA şarj istasyonu yatırımcılarına yol gösterebilmek için her yöredeki EA şarj istasyonu altyapısının detaylı olarak analiz edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, 2020 yılı sonu itibariyle Türkiye’de elektrikli araç şarj istasyonu altyapısının Türkiye’nin 81 ilindeki niceliksel durumu literatürde var olan ölçevler ve bu çalışmada önerilen ölçevler aracılığıyla ele alınarak analiz edilmiştir. Bu çalışmada EA şarj istasyonu altyapısının değerlendirilmesine yönelik bir ilde kayıtlı 10 bin içten yanmalı otomobil başına düşen EA şarj istasyonu sayısını ifade eden EAŞİS2İYAS ölçevi ve bir ilde faturalanan toplam elektrik tüketimi başına düşen EA şarj istasyonu sayısını ifade eden EAŞİS2ET ölçevleri önerilmiştir. Söz konusu ölçevler her bir il için hesaplandıktan sonra yoğunluk haritaları aracılığıyla renklendirilerek bilgi grafikleri ve tablolar şeklinde sunulmuştur. Ardından Türkiye’nin 81 ili EA şarj istasyonu altyapısı değerlendirme ölçevleri bakımından karşılaştırılmıştır. Bahsi geçen ölçevler aracılığıyla yapılan analizlerde, her ne kadar İstanbul ili sahip olduğu 531 şarj istasyonu sayısı ile Türkiye’nin birinci ili olarak öne çıkmış olsa da nüfusa göre en fazla şarj istasyonunun Muğla’da yer aldığı tespit edilmiştir. Bu da illerin şarj istasyonu bakımından değerlendirmesinde sadece şarj istasyonu sayısının tek başına bir değerlendirme unsuru olamayacağını göstermektedir. Bu bakımdan EA şarj istasyonu altyapısının yeterliliğinin tespiti ve değerlendirmesinde farklı ölçevlerin göz önünde bulundurulması gerektiği sonucuna ulaşılabılır.

Bu çalışmada önerilen EAŞİS2ET ölçeviyle TWh tüketim başına düşen EA şarj istasyonu sayıları hesaplanmıştır. EAŞİS2ET ölçevi yüksek olan illerin elektrik dağıtım altyapısının daha dikkatli incelenmesi gerekliliğine işaret etmektedir. Bu bakımdan EAŞİS2ET ölçevinin EA şarj istasyonlarının o ilin mevcut elektrik tüketimine ilave getireceği elektrik tüketimi miktarındaki artışın yorumlanmasına yardımcı olabilecek bir ölçev olabileceği söylenebilir. Bu çalışmada önerilen bir diğer ölçev olan on bin içten yanmalı araç başına düşen EA şarj istasyonu sayısı (EAŞİS2İYAS) ölçevi ise mevcut içten yanmalı motora sahip otomobil kategorisindeki araçların tamamının elektrikli araca dönüşeceği öngörüsüyle illerde kayıtlı içten yanmalı motora sahip otomobil başına düşen EA şarj istasyonu sayısı verisiyle Türkiye’nin 81 ilinde içten yanmalı motora sahip araçların %100 EA dönüşümüne hazırlığını gösteren bir parametre olarak kullanılabilir.

Sonuç olarak bu çalışmada önerilen ölçevler ve literatürdeki diğer ölçevler kullanılarak Türkiye’nin 81 ili için EA şarj istasyonu altyapısına yönelik elde edilen ve sunulan bulguların, elektrikli araç müşterilerine, elektrikli araç şarj istasyonu yatırımcılarına ve elektrikli araçların yaygınlaşması için strateji belirleyecek hükümet ve diğer kamu kuruluşlarına faydalı olacağı öngörülmektedir. Bununla birlikte, önümüzdeki yıllarda EA şarj istasyonu altyapısında meydana gelecek gelişmelerin ve iyileştirmelerin 2020 yılına göre kıyaslanması, yeni stratejilerin geliştirilmesi ve gelişme hızının takip edilebilmesi için bu yayının önemli bir referans olma potansiyeline sahip olduğu söylenebilir.

Yazarların Katkısı

Recep Çakmak: Makalenin fikri, makalenin kurgusu ve konsepti, materyal ve metot, verilerin analizi, verilerin görselleştirilmesi, ölçümlerin geliştirilmesi ve makalenin yazımı.

Abdullah Turan: Veri toplama, veri görselleştirme.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- BMVI (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) (2020). Masterplan Ladeinfrastruktur der Bundesregierung [Master plan for charging infrastructure for the Federal Republic]. Retrieved from https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/masterplan-ladeinfrastruktur.pdf?__blob=publicationFile
- Demirbaş, M. ve Aydın, R. (2020). 21. Yüzyılın En Büyük Tehdidi: Küresel İklim Değişikliği. *Ecological Life Sciences*, 15 (4), 163-179.
- EAFO (2021). Alternative fuels (electricity) charging infra stats, European Alternative Fuels Observatory (EAFO). Retrieved from <https://www.eafo.eu/alternative-fuels/electricity/charging-infra-stats>
- ECA (European Court of Auditors) (2021). Report 05/2021: infrastructure for charging electric vehicles: more charging stations but uneven deployment makes travel across the EU complicated, 2021. Retrieved from https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR21_05/SR_Electrical_charging_infrastructure_EN.pdf
- EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) (2021). Electricity Market Sector Report 2020. Ankara, 2021. Retrieved from <https://www.epdk.gov.tr/Detay/DownloadDocument?id=IkzyWXgcXmg=>
- Erdoğan, S. (2020). Enerji, Çevre ve Sera Gazları. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 277-303.
- Hall, D. and Lutsey, N. (2020). Charging infrastructure in cities: Metrics for evaluating future needs. Europe, Working Paper 2020-17. ICCT - International Council on Clean Transportation. August 2020. Retrieved from https://theicct.org/publications/EV_charging_metrics_aug2020
- IEA (2020a), World Energy Balances: Overview, IEA, Paris. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/world-energy-balances-overview>
- IEA (2020b), Tracking Transport 2020, IEA, Paris. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/tracking-transport-2020>
- IEA (2021), Global EV Outlook 2021, IEA, Paris. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021>
- Gönül, Ö., Duman, A. C., and Güler, Ö. (2021). Electric vehicles and charging infrastructure in Turkey: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143, 110913.
- Jin, L., He, H., Cui, H., Lutsey, N., Wu, C., Chu, Y., ... and Liu, X. (2021). Driving a Green Future: A Retrospective Review of China's Electric Vehicle Development and Outlook for the Future. Retrieved from <https://theicct.org/publications/china-green-future-ev-jan2021>

- Kasnatscheew, A. (2020). SAFE BW Flächendeckendes Sicherheitsladenetz für Elektrofahrzeuge in Baden-Württemberg. e-mobil BW, GmbH. Retrieved from, <https://www.e-mobilbw.de/safe>.
- Kerem, A. (2014). Elektrikli Araç Teknolojisinin Gelişimi ve Gelecek Beklentileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1-13.
- Köksal, E., Ardiyok, S., and İkiler, B. (2021). Elektrikli Araçlar için Şarj Altyapısı–Türkiye için Fırsatlar ve Öneriler (Charging Infrastructure for Electric Vehicles–Opportunities and Suggestions for Turkey). *Baseak CORE Papers*, (11).
- Matanov, N., & Zahov, A. (2020, September). Developments and Challenges for Electric Vehicle Charging Infrastructure. In 2020 12th Electrical Engineering Faculty Conference (BULEF) (pp. 1-5). IEEE.
- Mukherjee, S. (2021). A framework to measure regional disparities in battery electric vehicle diffusion in Ireland. University College Dublin. School of Economics UCD CENTRE FOR ECONOMIC RESEARCH WORKING PAPER SERIES 2021. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10197/12560>
- Ritchie, H. and Roser, M. (2020). Energy. *Published online at OurWorldInData.org*. Retrieved from <https://ourworldindata.org/energy>
- Polat, Ö., Yumak, K., Sezgin, M. S., Yumurtaci, G., ve Gül, Ö. (2015). Elektrikli araç ve şarj istasyonlarının Türkiye’deki güncel durumu. In *VI. Energy Efficiency, Quality Symposium and Exhibition, EVK*.
- Saygın, D., Tör O.B., Teimourzadeh, S., Koç, M., Hildermeier, J. And Kolokathis C. (2021). Transport Sector Transformation: Integrating Electric Vehicles into Turkey’s Distribution Grids. Retrieved from <https://shura.org.tr/wp-content/uploads/2019/12/Transport-sector-transformation.Integrating-electric-vehicles-into-Turkeys-distribution-grids.pdf>
- Şenlik, İ. (2015), Uyuyan Devrim: Elektrikli Araçlar, *TMMOB Elektrik Mühendisliği Odası*, 455, 64-67.
- TEHAD (Türkiye Elektrikli ve Hibrid Araçlar Derneği) (2020). Türkiye Şarj İstasyonu Haritası, <https://www.tehad.org/2020/11/09/turkiye-sarj-istasyonu-haritasi-bolgeler-2020/>
- TEHAD (Türkiye Elektrikli ve Hibrid Araçlar Derneği) (2021). Raporlar, <https://www.tehad.org/category/raporlar>
- TOGG (2021). Türkiye’nin Otomobili Girişim Grubu (TOGG). <http://www.togg.com.tr/content/otomobil>
- TUIK (Turkish Statistical Institute) (2020). Turkish Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2018, National Inventory Report for submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change, April 2020. Retrieved from <https://unfccc.int/documents/223580>
- TUIK (Turkish Statistical Institute) (2021a). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, 2020. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2020-37210>
- TUIK (Turkish Statistical Institute) (2021b). İllere göre motorlu kara taşıtları sayısı, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Road-Motor-Vehicles-February-2021-37424>
- Uyar, F. (2015). Türkiye ve Dünyada Elektrikli Araçlar. Enerji Beş Temiz Enerji Portalı, <https://www.enerjibes.com/turkiye-ve-dunyada-elektrikli-araclarin-tarihsel-gelisimi>
- URL-1: <https://esarj.com/harita>, (Erişim Tarihi: 31 Aralık 2020).
- URL-2: <http://www.g-charge.com.tr/Map.AspX>, (Erişim Tarihi: 31 Aralık 2020).
- URL-3: <https://www.sharz.net/nerelerdeyiz.php>, (Erişim Tarihi: 31 Aralık 2020).
- URL-4: <http://app.voltrun.com/cmp/map>, (Erişim Tarihi: 31 Aralık 2020).
- URL-5: <https://zes.net/sarj-noktalari.html>, (Erişim Tarihi: 31 Aralık 2020).
- URL-6: <http://www.bdoto.com/chargeStations.aspx>, (Erişim Tarihi: 31 Aralık 2020).
- URL-7: <http://www.dmaoto.com/tr/sarj-istasyonlari> (Erişim Tarihi: 31 Aralık 2020).
- URL-8: <http://www.yesilgucenerji.com/sayfalar.asp?LanguageID=1&cid=4&id=26&id2=26>, (Erişim Tarihi: 31 Aralık 2020).