

# ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ

## COMPARATIVE ANALYSIS OF ELECTRIC VEHICLE TYPES

İbrahim ARSLANOĞLU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Araştırma Görevlisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği, Trabzon, TÜRKİYE, ORCID: 0000-0002-8213-8278

İsmail Hakkı ALTAŞ<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Prof. Dr., Ostim Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği, Ankara, TÜRKİYE, ORCID: 0000-0001-9298-4091

### Özet

Elektrikli araçlar (Electric Vehicles-EV), fosil yakıt kullanımını azaltarak ve karbon emisyonlarını düşürerek ulaşım sektöründe sürdürülebilirliğe önemli katkı sağlayan yenilikçi çözümler arasında yer almaktadır. Özellikle küresel ölçekte hızla artan EV kullanımı, farklı araç türlerinin teknik ve işletimsel açıdan karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Günümüzde elektrikli araçlar; batarya elektrikli araçlar (Battery Electric Vehicles-BEV), hibrit elektrikli araçlar (Hybrid Electric Vehicle-HEV), şarj edilebilir hibrit elektrikli araçlar (Plug-in Hybrid Electric Vehicles-PHEV) ve yakıt hücresi elektrikli araçlar (Fuel Cell Electric Vehicles-FCEV) şeklinde sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada, söz konusu araç türleri enerji kaynağı, içten yanmalı motor varlığı, menzil kapasiteleri, şarj veya yakıt dolma süreleri, karbon emisyonu düzeyi, avantajlar ve dezavantajlar açısından karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Analiz bulguları, BEV'lerin sıfır emisyon, düşük işletme maliyeti ve sessiz çalışma özellikleriyle çevre dostu bir seçenek sunduğunu göstermektedir. HEV'lerin fosil yakıtı bağımlılığı sürse de menzil kaygısını ortadan kaldırması ve yakıt tasarrufu sağlaması önemli bir avantaj olarak öne çıkmaktadır. PHEV'ler ise hem elektrikli sürüş hem de uzun menzil imkânı sunarak geçiş teknolojisi niteliği taşımaktadır. FCEV'ler, hızlı yakıt dolumu ve uzun menzil avantajıyla dikkat çekmekte; ancak hidrojen altyapısının yetersizliği ve üretim maliyetlerinin yüksekliği yaygınlaşmalarını sınırlandırmaktadır. Sonuç olarak, farklı elektrikli araç türlerinin güçlü ve zayıf yönlerinin ortaya konulması, kullanıcıların ihtiyaçlarına en uygun teknolojilerin belirlenmesine katkı sağlamakta ve sürdürülebilir ulaşım politikalarının geliştirilmesine ışık tutmaktadır. Ayrıca, gelecekte batarya teknolojilerindeki ilerlemeler, hidrojen üretim maliyetlerinin düşmesi ve şarj altyapısının yaygınlaşmasıyla birlikte elektrikli araçların daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşması beklenmektedir. Bu gelişmeler, ulaşım sektörünün çevresel etkilerinin azaltılması ve enerji verimliliğinin artırılması hedeflerine önemli katkılar sağlayacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Elektrikli araçlar (EV), batarya elektrikli araçlar (BEV), hibrit elektrikli araçlar (HEV), şarj edilebilir hibrit elektrikli araçlar (PHEV) ve yakıt hücresi elektrikli araçlar (FCEV)

### Abstract

Electric vehicles (EVs) are among the innovative solutions that contribute significantly to sustainability in the transportation sector by reducing fossil fuel consumption and lowering carbon emissions. In particular, the rapidly increasing use of EVs on a global scale necessitates a comparative evaluation of different vehicle types from both technical and operational perspectives. Today, EVs are classified as Battery Electric Vehicles (BEVs), Hybrid Electric Vehicles (HEVs), Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEVs), and Fuel Cell Electric Vehicles (FCEVs). In this study, these vehicle types are comparatively examined in terms of energy source, the presence of an internal combustion engine, driving range, charging or refueling time, carbon emission levels, as well as their advantages and disadvantages. The analysis findings indicate that BEVs, with their zero emissions, low operating costs, and quiet operation, provide an environmentally friendly option. Although HEVs still depend on fossil fuels, they stand out by eliminating range anxiety and offering fuel savings. PHEVs, on the other hand, serve as a transitional technology by enabling both electric driving and extended range. FCEVs attract attention with their rapid refueling capability and long range; however, the lack of hydrogen infrastructure and high production costs limit their widespread adoption. In conclusion, identifying the strengths and weaknesses of different EV types contributes to determining the most suitable technologies for user needs and sheds light on the development of sustainable transportation policies. Moreover, with future advancements in battery technologies, reductions in hydrogen production costs, and the expansion of charging infrastructure, EVs are expected to reach a broader user base. These developments will make significant contributions to reducing the environmental impacts of the transportation sector and enhancing energy efficiency.

**Keywords:** Electric Vehicles (EVs), Battery Electric Vehicles (BEVs), Hybrid Electric Vehicles (HEVs), Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEVs), and Fuel Cell Electric Vehicles (FCEVs).

\*\*\*\*\*

**For Citation:** İ. Arslanoğlu And İ. H. Altaş, "Elektrikli Araçların Karşılaştırmalı İncelenmesi," ASES V. Bandırma Scientific Studies Congress , Balıkesir, Turkey, pp.620-627, 2025

## 1. GİRİŞ

Elektrikli araçlar, geleneksel içten yanmalı motorlu (Internal Combustion Engine-ICE) taşıtlara sürdürülebilir bir alternatif sunarak ulaşım sektöründe köklü bir dönüşüme öncülük etmektedir [1]. Azalan fosil yakıt kaynakları, çevresel sorunların artması ve küresel enerji talebindeki yükseliş, ulaşım alanında düşük karbonlu teknolojilere olan ihtiyacı daha da artırmıştır [2]. Bu bağlamda EV'ler; sıfır emisyon sağlamaları, yüksek enerji verimlilikleri ve yenilenebilir enerji kaynaklarıyla uyumlu çalışabilmeleri sayesinde söz konusu dönüşüm sürecinde kilit bir konuma sahiptir [3]. Küresel ölçekte elektrikli araçların benimsenme oranı giderek yükselmektedir. 2023 yılı itibarıyla dünya genelinde 40 milyondan fazla elektrikli araç kullanımda olup, bu rakamın 2030'a kadar 130 milyona ulaşacağı öngörülmektedir [4]. Bu hızlı büyüme, elektrikli araç türlerinin teknik özellikleri ve ekonomik boyutları açısından kapsamlı bir biçimde karşılaştırılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Elektrikli araç teknolojileri temel olarak BEV, HEV, PHEV ve FCEV şeklinde sınıflandırılmaktadır [5]. Her bir araç türü enerji kaynağı, menzil, şarj/dolum süresi, karbon emisyonu, maliyet ve kullanıcı deneyimi açısından farklı avantaj ve dezavantajlar sunmaktadır.

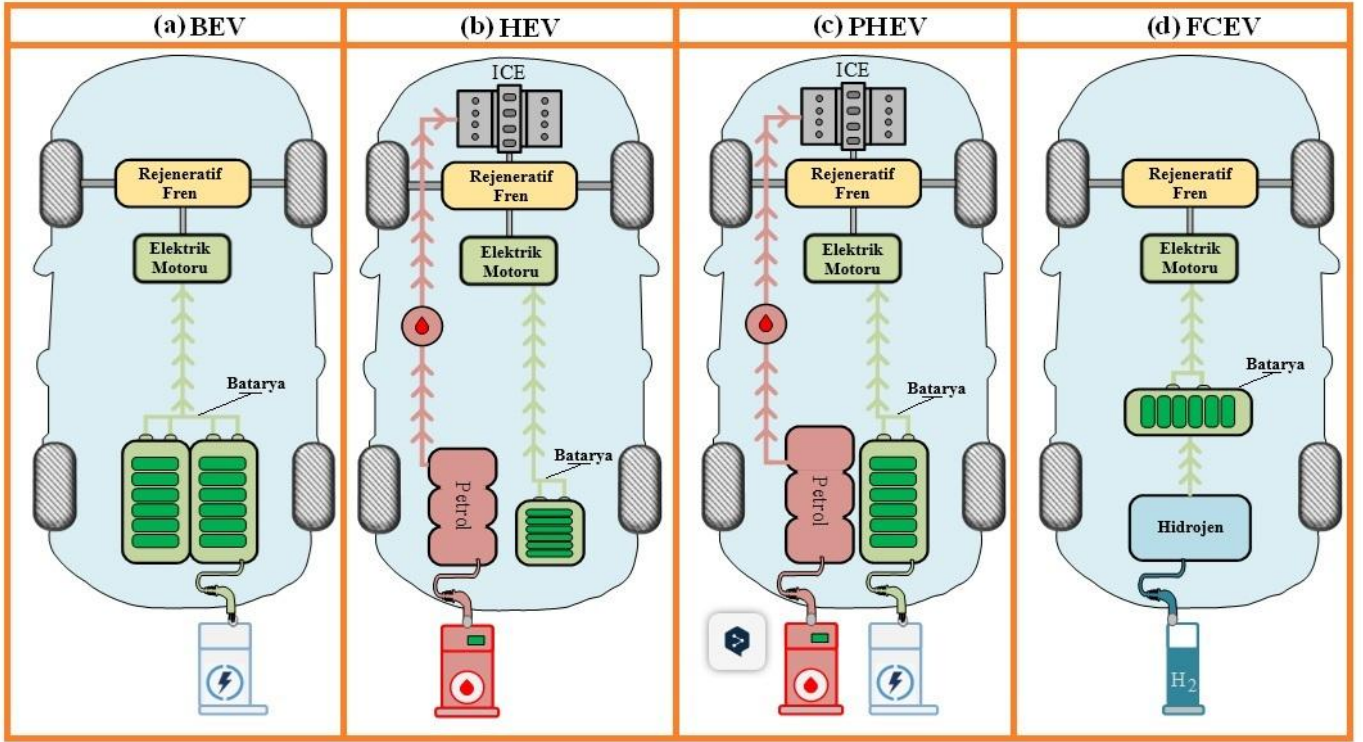
Bu çalışmada, mevcut elektrikli araç türleri karşılaştırmalı olarak ele alınmakta; enerji kaynağı, sürüş kapasitesi, menzil, şarj ve dolum yapıları gibi temel parametreler açısından analiz edilmektedir. Ayrıca her bir araç türünün avantajları ve dezavantajları ortaya konularak, gelecekteki ulaşım teknolojilerinde hangi çözümlerin öne çıkabileceğine dair değerlendirmeler sunulmaktadır.

## 2. YÖNTEM

Bu çalışmada, elektrikli araç türleri teknik ve işletimsel özellikleri dikkate alınarak karşılaştırmalı bir analiz yapılmıştır. Değerlendirme kapsamında enerji kaynağı, içten yanmalı motor varlığı, menzil, şarj ve yakıt dolum süreleri, karbon emisyonu düzeyi gibi temel parametreler incelenmiştir. Ayrıca her bir araç türünün avantajları ve dezavantajları ortaya konularak, kullanım alanlarına yönelik kapsamlı bir değerlendirme sunulmuştur.

### 2.1. Elektrikli Araç Türleri

Elektrikli araç türleri temel olarak dört ana grupta sınıflandırılmaktadır: BEV, HEV, PHEV, FCEV. Her bir araç türü kendine özgü bir güç aktarma sistemi ve yapılandırmaya sahiptir. Bu farklılıklar, teknolojik gelişim sürecinde önemli değişimlere yol açmakta ve elektrikli araçların kullanım alanlarını çeşitlendirmektedir. Şekil 1'de elektrikli araç türleri ve güç aktarım sistemlerinin temel yapısı gösterilmektedir [4].



Şekil 1. Farklı türdeki elektrikli araçların temel yapıları

### 2.1.1. Bataryalı Elektrikli Araçlar (BEV)

Bataryalı elektrikli araçlar, içten yanmalı motor içermeyen ve tamamen elektrik enerjisiyle çalışan araçlardır. Enerji, bataryalarda depolanarak elektrik motorlarına iletilir ve böylece tahrik sağlanır [6]. BEV'lerin temel bileşenleri; batarya paketi, elektrik motoru, güç elektroniği sistemi ve enerji yönetim birimlerinden oluşmaktadır. Şekil 1(a)'da BEV'in yapısı ve bu temel bileşenlerin işleyişi gösterilmektedir. Sıfır emisyon üretmeleri ve fosil yakıtlara olan bağımlılığı ortadan kaldırmaları, BEV'leri çevresel sürdürülebilirlik açısından öne çıkaran en önemli avantajlar arasında yer almaktadır. Ayrıca, içten yanmalı motorlu araçlara kıyasla daha yüksek enerji verimliliğine sahiptirler [7]. Elektrik motorlarının anlık tork üretimi ve sessiz çalışma özellikleri ise özellikle şehir içi kullanımda sürüş konforunu artırmaktadır [8].

Bununla birlikte, BEV'lerin menzili batarya kapasitesine doğrudan bağlıdır. İlk nesil araçlar nispeten kısa menzile sahipken, batarya teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde günümüzde tek bir şarjla 830 km'ye kadar yol kat edebilen modeller üretilmiştir. Bu durum, kullanıcıların menzil kaygısını önemli ölçüde azaltmaktadır. Ancak BEV'lerin yaygınlaşmasında en büyük sınırlayıcı faktör, şarj altyapısının yetersizliği ve batarya dolma sürelerinin uzunluğudur. Hızlı şarj teknolojileri bu süreyi kısaltmış olsa da geleneksel yakıt ikmaline kıyasla hâlâ daha uzundur [9]. Buna rağmen, batarya teknolojileri ve şarj altyapısındaki iyileşmeler, BEV'lerin otomotiv sektöründe giderek daha fazla benimsenmesine ve içten yanmalı motorlu araçlara sürdürülebilir bir alternatif olarak konumlanmasına katkı sağlamaktadır.

### 2.1.2. Hibrit Elektrikli Araçlar (HEV)

Hibrit elektrikli araçlar (HEV), içten yanmalı motor (ICE) ve elektrik motorunu bir araya getirerek yakıt verimliliğini artıran ve karbon emisyonlarını azaltan bir teknoloji sunmaktadır. BEV'lerden farklı olarak, HEV'lerin bataryaları harici bir güç kaynağıyla şarj edilmez; bunun yerine fren enerjisi geri kazanım sistemi ve ICE'nin çalışması sırasında üretilen enerjiyle otomatik olarak şarj edilir [10]. Bu sistem, kinetik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürerek bataryada depolar ve

geleneksel ICE araçlarına kıyasla enerji verimliliğini artırır. Şekil 1(b)'de HEV'nin temel yapı elemanları arasındaki güç akışı bir sürüş döngüsü üzerinden gösterilmektedir.

HEV'ler, sürüş koşullarına bağlı olarak ICE ve elektrik motoru arasında dinamik bir geçiş sağlar. Düşük hızlarda yalnızca elektrik motorunun çalışması yakıt tüketimini azaltırken, yüksek hızlarda veya ek güç gereksinimlerinde ICE devreye girerek menzil ve performansı artırır [7]. Bu hibrit yapı, tamamen elektrikli araçlara kıyasla daha uzun menzil sunarken, yakıt tüketimini ve karbon emisyonlarını önemli ölçüde azaltmaktadır [11].

Bununla birlikte, HEV'lerin elektrikli sürüş kapasitesi sınırlıdır. Bataryalarının harici olarak şarj edilememesi, tamamen elektrikli modda uzun mesafeler kat edilmesini engelleyerek özellikle şehir içi kullanımda belirli kısıtlamalara yol açmaktadır. Buna rağmen, içten yanmalı ve elektrikli tahrik sistemlerini birleştiren yapısı sayesinde HEV'ler otomotiv sektöründe yaygın olarak benimsenmiş ve sürdürülebilir ulaşımın gelişiminde kritik bir rol üstlenmiştir. Toyota Prius, Honda Insight ve Ford Fusion Hybrid gibi modeller, hibrit araçların başarılı örnekleri arasında yer almakta ve yakıt tasarrufu ile çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır [9]. Bu yönüyle HEV'ler, fosil yakıtlı araçlar ile tamamen elektrikli araçlar arasında bir köprü niteliği taşımaktadır.

### 2.1.3. Şarj Edilebilir Hibrit Elektrikli Araçlar (PHEV)

Şarj edilebilir hibrit elektrikli araçlar (PHEV), bataryalarını harici bir güç kaynağı ile şarj edebilen ve geleneksel hibrit araçlara kıyasla daha büyük batarya kapasitesine sahip araçlardır [6]. Elektrik motoru ve içten yanmalı motorun entegre çalıştığı bu yapı, tamamen elektrikli modda daha uzun menzil sunarken, içten yanmalı motor yalnızca batarya seviyesi kritik bir noktaya ulaştığında devreye girmektedir [8]. Şekil 1(c)'de PHEV'nin temel yapısı gösterilmektedir.

PHEV'lerin elektrikli sürüş menzili 40 ila 100 km arasında değişmekte olup, bu özellik şehir içi kullanımlarda fosil yakıt tüketimini ve işletme maliyetlerini önemli ölçüde azaltmaktadır [8]. BEV'lere kıyasla daha kısa elektrikli menzile sahip olmalarına rağmen, içten yanmalı motor desteği sayesinde menzil kaygısını büyük ölçüde ortadan kaldırmaktadırlar [11].

Şebekeden şarj edilebilmeleri çevresel etkileri azaltırken, batarya kapasitelerinin BEV'lere göre daha küçük olması tamamen elektrikli sürüş süresini sınırlamaktadır. Chevrolet Volt, Toyota Prius Plug-in Hybrid ve Mitsubishi Outlander PHEV gibi modeller bu segmentte öne çıkan örnekler arasındadır. Batarya teknolojisi ve şarj altyapısındaki gelişmelerle birlikte gelecekte daha uzun menzil ve daha verimli sürüş imkânı sunmaları beklenmektedir [9].

### 2.1.4. Yakıt Hücreli Elektrikli Araçlar (FCEV)

Yakıt hücreli elektrikli araçlar (FCEV), elektrik motorunu batarya yerine hidrojen yakıt hücreleriyle çalıştıran çevre dostu araçlardır. Bu sistemde hidrojen, yüksek basınçlı tanklarda depolanır ve oksijen ile tepkimeye girerek elektrik üretir. Süreç sonunda yalnızca su buharı açığa çıkar [7]. Şekil 1(d)'de FCEV'in temel yapısı ve enerji dönüşüm süreci gösterilmektedir.

FCEV'lerin en büyük avantajı uzun menzil sunmaları ve hidrojen dolununun yalnızca birkaç dakika içinde tamamlanabilmesidir. Bu özellik, BEV'lere kıyasla çok daha hızlı bir enerji ikmali sağlayarak kullanıcılar için önemli bir kolaylık sunmaktadır [10]. Ancak sınırlı hidrojen istasyonu ağı, yüksek üretim maliyetleri ve sürdürülebilir hidrojen üretimiyle ilgili teknik zorluklar, FCEV'lerin yaygınlaşmasını kısıtlayan temel engellerdir [7].

Hidrojenin güvenli depolanması ve dağıtımı, bu teknolojinin başarılı bir şekilde yaygınlaşabilmesi için kritik önem taşımaktadır. Günümüzde hidrojen üretimi büyük ölçüde fosil yakıtlara bağımlı

olduğundan, üretim maliyetlerini düşürecek ve çevresel sürdürülebilirliği artıracak alternatif yöntemler üzerine çalışmalar sürmektedir [8]. Bu zorluklara rağmen, FCEV'ler uzun menzil ve hızlı yakıt ikmali avantajlarıyla özellikle ağır taşıma ve ticari araç segmentlerinde güçlü bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Otomotiv sektörü, FCEV teknolojisini daha erişilebilir hale getirmek amacıyla Ar-Ge yatırımlarını artırmaktadır. Toyota Mirai, Honda Clarity ve Hyundai Nexa bu segmentte öne çıkan modeller arasında yer almakta olup, hidrojen ekonomisinin gelişmesiyle birlikte FCEV'lerin gelecekte daha yaygın hale gelmesi beklenmektedir [9].

### 3. BULGULAR

Bu çalışmada elde edilen bulgular, farklı elektrikli araç türlerinin teknik ve işletimsel açıdan önemli farklılıklar taşıdığını göstermektedir. Araçların enerji kaynağı, menzil kapasiteleri, şarj ve yakıt dolma süreleri ile karbon emisyon düzeyleri, kullanıcı ihtiyaçlarına göre değişen avantaj ve dezavantajlar sunmaktadır. Bu kapsamda, BEV, HEV, PHEV ve FCEV araçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Tablo 1'de elektrikli araç türlerinin karşılaştırmalı analizi verilmiştir.

**Tablo 1.** Elektrikli araç türlerinin karşılaştırılması

Özellikler	BEV	HEV	PHEV	FCEV
<b>Enerji Kaynağı</b>	Batarya	Benzin + Elektrik	Benzin + Elektrik (Harici şarj edilebilir)	Hidrojen
<b>İçten Yanmalı Motor</b>	Yok	Var	Var	Yok
<b>Elektrikli Sürüş Kapasitesi</b>	Tamamen elektrikli	Düşük hızlarda elektrik motoru, yüksek hızlarda içten yanmalı motor desteği	Tamamen elektrikli modda 40-100 km	Tamamen elektrikli
<b>Menzil</b>	500+ km	900+ km	600+ km	500+ km
<b>Şarj Süresi</b>	Hızlı şarj: 30-60 dk, Normal şarj: 4-12 saat	Harici şarja ihtiyaç duymaz, kendi kendine şarj olur	Hızlı şarj: 30-60 dk, Normal şarj: 2-4 saat	Yok
<b>Yakıt Dolma Süresi</b>	Yok	Yakıt dolma süresi: 3-5 dk	Yakıt dolma süresi: 3-5 dk	Yakıt dolma süresi: 3-5 dk
<b>Karbon Emisyonu</b>	Sıfır	Düşük	Düşük	Sıfır (yalnızca su buharı)
<b>Avantajlar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Düşük işletme maliyeti</li> <li>- Sıfır emisyon, çevre dostu</li> <li>- Sessiz çalışma ve konfor</li> <li>- Rejeneratif frenleme ile enerji geri kazanımı</li> <li>- Az bakım gereksinimi (az hareketli parça)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yakıt tasarrufu sağlar</li> <li>- Karbon emisyonlarını azaltır</li> <li>- İçten yanmalı motor desteği ile menzil kaybı yok</li> <li>- Düşük hızlarda sessiz ve verimli çalışma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kısa mesafede tamamen elektrikli sürüş imkanı</li> <li>- Uzun menzil avantajı</li> <li>- Şarj altyapısına olan bağımlılığı azaltır</li> <li>- Daha düşük karbon emisyonu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uzun menzil sunar</li> <li>- Hızlı yakıt dolumu (3-5 dk)</li> <li>- Sıfır emisyon, çevre dostu</li> <li>- Batarya eskimesi problemi yok</li> </ul>
<b>Dezavantajlar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Şarj altyapısı eksikliği ve uzun şarj süresi</li> <li>- Menzil kaybı</li> <li>- Batarya ömrü ve değişim maliyeti</li> <li>- Uzun yolculuklarda şarj istasyonu ihtiyacı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tamamen elektrikli sürüş kapasitesi sınırlıdır</li> <li>- Fosil yakıtlara bağımlılık devam eder</li> <li>- Batarya kapasitesi düşük olduğu için rejeneratif frenlemeden az faydalanılır</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- BEV kadar uzun menzil sunmaz</li> <li>- Batarya kapasitesi sınırlı</li> <li>- Hem yakıt hem elektrik altyapısına ihtiyaç duyar</li> <li>- İçten yanmalı motor nedeniyle bakım masrafları olabilir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hidrojen üretimi ve altyapı yetersizliği</li> <li>- Hidrojen yakıtı üretimi yüksek maliyetli</li> <li>- Yakıt istasyonları çok sınırlıdır</li> </ul>

#### 4. TARTIŞMA

Elektrikli araç türlerinin karşılaştırmalı analizi, her bir teknolojinin farklı avantaj ve sınırlamalara sahip olduğunu ortaya koymaktadır. BEV'ler, sıfır emisyon ve düşük işletme maliyetleri sayesinde çevresel sürdürülebilirliğe en fazla katkı sağlayan araç türü olarak öne çıkmaktadır. Ancak, şarj altyapısının yetersizliği ve uzun şarj süreleri, kullanıcıların menzil kaygısını tamamen ortadan kaldırmamaktadır. HEV'ler, fosil yakıtla bağımlılığı devam ettirse de menzil avantajı ve yakıt tasarrufu ile özellikle uzun yolculuklarda tercih edilebilir bir çözüm sunmaktadır. PHEV'ler ise elektrikli sürüş ile içten yanmalı motor desteğini birleştirerek geçiş teknolojisi niteliği taşımakta, şehir içi kullanımlarda karbon emisyonlarını azaltırken uzun menzil imkânı sağlamaktadır. FCEV'ler, hızlı yakıt ikmali ve uzun menzil avantajı ile özellikle ticari taşımacılık ve ağır hizmet araçları için gelecek vaat etmektedir. Bununla birlikte, hidrojen üretim maliyetlerinin yüksekliği ve altyapı eksiklikleri bu teknolojinin yaygınlaşmasının önündeki en önemli engellerdir.

Sonuç olarak, her araç türünün farklı kullanım senaryolarına hitap ettiği görülmektedir. Çevresel açıdan BEV ve FCEV'ler öne çıkarken, kullanıcı konforu ve menzil esnekliği açısından HEV ve PHEV'ler avantaj sağlamaktadır. Bu çeşitlilik, elektrikli araç teknolojilerinin birbirini tamamlayan çözümler sunduğunu ve sürdürülebilir ulaşım politikalarında bütüncül bir yaklaşımın benimsenmesi gerektiğini göstermektedir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, farklı elektrikli araç türleri (BEV, HEV, PHEV ve FCEV) teknik ve işletimsel özellikleri açısından karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları, her bir araç türünün belirli koşullar altında avantajlar sunduğunu, ancak çeşitli sınırlamalara da sahip olduğunu göstermektedir. BEV'ler sıfır emisyon ve düşük işletme maliyetiyle çevre dostu bir çözüm sunarken, şarj altyapısının yetersizliği ve uzun şarj süreleri önemli kısıtlar oluşturmaktadır. HEV ve PHEV'ler, menzil avantajı ve yakıt tasarrufu ile geçiş teknolojileri olarak öne çıkmaktadır. FCEV'ler uzun menzil ve hızlı yakıt ikmali avantajlarına rağmen hidrojen altyapısındaki eksiklikler nedeniyle sınırlı bir yaygınlığa sahiptir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, elektrikli araç teknolojilerinin farklı kullanıcı ihtiyaçlarına hitap eden tamamlayıcı çözümler sunduğu söylenebilir. Gelecekte batarya teknolojilerinin daha yüksek enerji yoğunluğu ve hızlı şarj imkânı sağlayacak şekilde geliştirilmesi, hidrojenin sürdürülebilir yöntemlerle üretilmesi ve dağıtılması, şarj altyapısının küresel ölçekte yaygınlaştırılması ve standartların uyumlaştırılması büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, kullanıcıların elektrikli araçlara yönelimini artıracak vergi indirimleri, sübvansiyonlar, çevreci ulaşım politikaları ve yerli üretim teşvikleri hayata geçirilmelidir. Bunun yanı sıra, farklı araç türlerinin şehir içi, uzun yol ve ticari taşımacılık gibi kullanım senaryolarındaki performansını inceleyen saha çalışmalarının yapılması, gelecekte en uygun çözümlerin belirlenmesine katkı sağlayacaktır.

#### 5. KAYNAKLAR

- Arslanoğlu, İ., & Büyük, M. (2025, May). Electric Vehicle Impacts on Electric Power System: A Literature Survey. In *2025 7th International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (ICHORA)* (pp. 1-7). IEEE.
- Durmuş, F. S., & Kaymaz, H. (2020). Elektrikli araç şarj yöntemleri. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 3(2), 123-139.
- Islam, S., Iqbal, A., Marzband, M., Khan, I., & Al-Wahedi, A. M. (2022). State-of-the-art vehicle-to-everything mode of operation of electric vehicles and its future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 166, 112574.
- Li, X., Wang, Z., Zhang, L., Sun, F., Cui, D., Hecht, C., ... & Sauer, D. U. (2023). Electric vehicle behavior modeling and applications in vehicle-grid integration: An overview. *Energy*, 268, 126647.

**For Citation:** İ. Arslanoğlu And İ. H. Altaş, "Elektrikli Araçların Karşılaştırmalı İncelenmesi," ASES V. Bandırma Scientific Studies Congress , Balıkesir, Turkey, pp.620-627, 2025

- Mahmud, I., Medha, M. B., & Hasanuzzaman, M. (2023). Global challenges of electric vehicle charging systems and its future prospects: A review. *Research in Transportation Business & Management*, 49, 101011.
- Maroti, P. K., Padmanaban, S., Bhaskar, M. S., Ramachandramurthy, V. K., & Blaabjerg, F. (2022). The state-of-the-art of power electronics converters configurations in electric vehicle technologies. *Power Electronic Devices and Components*, 1, 100001.
- Sanguesa, J. A., Torres-Sanz, V., Garrido, P., Martinez, F. J., & Marquez-Barja, J. M. (2021). A review on electric vehicles: Technologies and challenges. *Smart Cities*, 4(1), 372-404.
- Shaukat, N., Khan, B., Ali, S. M., Mehmood, C. A., Khan, J., Farid, U., ... & Ullah, Z. (2018). A survey on electric vehicle transportation within smart grid system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1329-1349.
- Un-Noor, F., Padmanaban, S., Mihet-Popa, L., Mollah, M. N., & Hossain, E. (2017). A comprehensive study of key electric vehicle (EV) components, technologies, challenges, impacts, and future direction of development. *Energies*, 10(8), 1217.
- Yadlapalli, R. T., Kotapati, A., Kandipati, R., & Koritala, C. S. (2022). A review on energy efficient technologies for electric vehicle applications. *Journal of Energy Storage*, 50, 104212.
- Zakaria, H. A. J. I., Hamid, M. O. U. N. I. R., Abdellatif, E. M., & Imane, A. M. A. R. I. R. (2019, July). Recent advancements and developments for electric vehicle technology. In *2019 International Conference of Computer Science and Renewable Energies (ICCSRE)* (pp. 1-6). IEEE.