

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİKLİ ARAÇ PAZARININ BÜYÜME DİNAMİKLERİ

BURAK KÜÇÜKŞAHİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İŞLETME ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. MEHMET ŞAHİN GÖK

ŞUBAT 2025

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİKLİ ARAÇ PAZARININ BÜYÜME
DİNAMİKLERİ

BURAK KÜÇÜKŞAHİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İŞLETME ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. MEHMET ŞAHİN GÖK

ŞUBAT 2025

T.R.
GEBZE TECHNICAL UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL

**GROWTH DYNAMICS OF ELECTRICAL
VEHICLE MARKET**

BURAK KÜÇÜKŞAHİN

**A THESIS OF MASTER OF SCIENCE
DEPARTMENT OF BUSINESS ADMINISTRATION**

ADVISOR: PROF. DR. MEHMET SAHİN GÖK

FEBRUARY 2025

YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

GTÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun 03/02/2025 tarih ve 2025/08 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 24/02/2025 tarihinde tez savunma sınavı yapılan BURAK KÜÇÜKŞAHİN'in tez çalışması İşletme Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE

(TEZ DANIŞMANI) : Prof. Dr. Mehmet Şahin GÖK

ÜYE

: Prof. Dr. Hakan KİTAPÇI

ÜYE

: Prof. Dr. Ayşe GÜNSEL

ONAY

Gebze Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun
...../...../..... tarih ve/..... sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

ÖZET

Elektrikli araçlar, karbon salınımını azaltmak ve 21. yüzyıl koşullarına uyum sağlamak amacıyla otomotiv endüstrisinde önemli bir değişim başlatmıştır. Bu değişim, otomotiv firmalarının içten yanmalı konvansiyonel motorlar yerine elektrik motorları ve batarya teknolojilerine odaklanmalarına neden olmuştur. Elektriksel mobiliteye yönelik çalışmalar artarken, aynı zamanda altyapı ve tesislerin elektrikli araçları desteklemesi için şarj istasyonlarına dönüşümü hızla gerçekleşmektedir. Elektrikselleşme, Türkiye ve dünya genelinde pazar dinamiklerinde önemli değişimlere neden olmuştur. Bu değişim, tüm otomotiv sektörünü etkilemiş ve rekabeti arttırmıştır.

Bu tez, elektrikli araç pazarının büyüme dinamiklerini detaylı bir şekilde incelemeyi ve analiz etmeyi amaçlamaktadır. Elektrikli araç pazarının büyüklüğü, tüketici davranışları, teknolojik yenilikler, düzenleyici politikalar, endüstriyel rekabet ortamı ve gelecekteki eğilimler gibi ana faktörler ele alınarak pazarın nasıl şekillendiği ve gelecekteki potansiyel eğilimlerin neler olabileceği analiz edilecektir. Tez, elektrikli araç pazarındaki değişken faktörleri anlayarak bu değişkenlerin nasıl yönetilebileceği konusunda bir çerçeve sunmayı hedeflemektedir. Bu çalışma, geleceğe ışık tutarak elektrikli araç piyasasına dair günümüze kadar olan süreci inceleyerek pazarın büyümesinde genel etmenleri tespit edecek ve elektrikli araçlara ait endüstri ve kişisel güvenin nasıl şekillendiğini analiz ederek önümüzdeki dönemde elektrikselleşmenin seyri hakkında bilgi verecektir.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli araçlar, emisyon, verim, yeni nesil mobilité, araç pazarı

ABSTRACT

Electric vehicles have initiated a significant transformation in the automotive industry with the goal of reducing carbon emissions and adapting to the conditions of the 21st century. This shift has led automotive companies to focus on electric motors and battery technologies instead of conventional internal combustion engines. As efforts towards electric mobility intensify, the infrastructure and facilities required to support electric vehicles are rapidly being transformed with the installation of charging stations. Electrification has resulted in significant changes in market dynamics both in Turkey and globally. This transformation has impacted the entire automotive sector and heightened competition.

This thesis aims to meticulously examine and analyze the growth dynamics of the electric vehicle market. By addressing key factors such as market size, consumer behavior, technological innovations, regulatory policies, industrial competition, and future trends, the study seeks to understand how the market is being shaped and what potential future trends might emerge. The thesis intends to provide a framework for managing these variable factors by understanding their impact on the electric vehicle market.

Furthermore, this research aims to shed light on the historical progression of the electric vehicle market, identifying the main factors contributing to its growth, and analyzing how trust in the industry and among consumers has been formed. By doing so, it will offer insights into how the electric vehicle market can be expected to evolve in the future, and how these trends can be navigated to foster further development and confidence in electric mobility.

Keywords: Electric vehicles, emissions, efficiency, next-generation mobility, vehicle market

TEŞEKKÜR

Öncelikle çalışmalarım süresince konunun bulunmasından sonuç aşamasının yazımına kadar destek veren, yaptığı yönlendirmeler ile akademik anlamda bilgi deneyimlerinden yararlanmamı sağlayan sayın hocam Prof. Dr. Mehmet Şahin Gök' e teşekkürü borç bilirim.

Aynı zamanda çalışmalarımı sürdürme aşamasında geçmiş tecrübelerinden yararlanmama imkan tanıyan İsmail Çağrı Keskin'e, her zaman bana güç veren eşim Gökçe İzgi Küçükşahin'e, mülakat ve görüşme aşamasında desteklerini esirgemeyen birçok firmadan yetkili yöneticilere, son olarak da bu zamana kadar yaptığım her çalışmada yanımda olan anneme teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	4
2.1 İçten Yanmalı Motorlu Araçlar (ICEV)	6
2.1.1 İçten Yanmalı Motorlu Araçların Avantajları	7
2.1.2 İçten Yanmalı Motorlu Araçların Dezavantajları	8
2.2 Elektrikli Araçlar (BEV, HEV, FCEV)	11
2.2.1 Elektrikli Araçların Avantajları	11
2.2.2 Elektrikli Araçlar Dezavantajları	14
2.3 Elektrikli ve Konvansiyonel Araç Karşılaştırması	17
3. ELEKTRİKLİ ARAÇ PAZARI	18
3.1 Elektrikli Araç Pazarında Geçmiş Dönem	18
3.2 Elektrikli Araç Pazarında Günümüz	20
3.3 Elektrikli Araç Pazarında Gelecek Beklentisi	21
4. ARAŞTIRMA VE METODOLOJİ	24
4.1 Araştırmanın Yöntemi	24
4.2 Verilerin Toplanması	25
4.3 Bulgular ve Tartışma	26
5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	38
KAYNAKLAR	40
ÖZGEÇMİŞ	43
TEZ METNİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR	44

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AVM	: Alış Veriş Merkezi
AB	: Avrupa Birliği
İYMA	: İçten Yanmalı Motorlu Araçlar
İYA	: İçten Yanmalı Araçlar
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
EA	: Elektrikli Araçlar
BEV	: Battery Electrical Vehicle
PHEV	: Plug-in Hybrid Electrical Vehicle
FCEV	: Fuel Cell Electric Vehicle
HEV	: Hybrid Electric Vehicle
OEM	: Original Equipment Manufacturer
LPG	: Liquefied Petroleum Gas
CO ₂	: Karbondioksit
ICEV	: Internal Combustion Engine Vehicle

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1: Elektrikli Araçlar Global Satış Rakamı Dağılımları 2010-2023	3
Şekil 3.1: Elektrikli Arabalar Global Satış Rakamı Dağılımları 2010-2023	19
Şekil 3.2: Elektrikli Otobüsler Global Satış Rakamı Dağılımları 2010-2023	19
Şekil 3.3: Elektrikli Tır/Kamyon Global Satış Rakamı Dağılımları 2010-2023	20
Şekil 3.4: Elektrikli Panelvan Araçlar Global Satış Rakamı Dağılımları 2010-2023	20
Şekil 3.5: Elektrikli Araçlar Global Satış Rakamları 2020-2035 Senaryosu	22
Şekil 3.6: Hızlı ve Yavaş Şarj Noktaları Sayısı Global 2020-2035 Senaryosu	22
Şekil 3.7: 2021-2024 Ülkelere Göre EA Satış Rakamları	23



1. GİRİŞ

Günümüzde karbon salınımını azaltmak ve 21. Yüzyıl koşullarına uyum sağlamak amacıyla neredeyse tüm otomotiv firmaları tarafınlar yeni gelecek araçlarına yönelik elektrikselleşme ve bununla birlikte içten yanmalı konvansiyonel motorlar dışında elektrik motorları ve batarya üzerine birçok çalışma gerçekleştirilmiş ve günümüz koşullarında da bu çalışmalar hala devam etmektedir. Avrupadaki sıfır karbon emisyonu ve doğayı koruma misyonu ile başlayan bu serüven neredeyse tüm otomotiv sektörünü derinden etkilemiş ve buna bağlı olarak da tüm firmaları ilgili pazarın içine çekerek rekabeti oluşturmaya zemin hazırlamıştır.

Elektrikli araçların dünya genelinde yaygınlaşması, elektrikli şarj cihazları ve şarj istasyonları gibi yeni yatırım alanlarının ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu bileşenler, birbirine güçlü bir şekilde bağlı olan bir ekosistem oluşturur. Çevre dostu ulaşım çözümlerine yönelik artan ilgi ve teknolojik yenilikler, son yıllarda hem hükümetleri hem de özel sektör kuruluşlarını bu alanda daha fazla yatırım yapmaya teşvik etmiştir. Dünya genelindeki çeşitli şehirlerde, şarj altyapısı ihtiyaçlarını anlamak ve şarj istasyonlarının en uygun şekilde planlanmasını sağlamak amacıyla çok sayıda çalışma yürütülmüştür. Bu araştırmalar, teknolojik gelişmelerle insan davranışları arasındaki etkileşimi dikkate alarak, şarj ağlarının etkinliğini artırmaya yönelik çözümler sunmayı amaçlamaktadır.

Öyleki son dönemde herkesin de bildiği gibi Türkiye ve tüm dünya çevresinde elektrikli mobiliteye yönelik çalışmalar yapılırken diğer yandan da yeni kurulan tüm sosyal tesisler, evler, AVM' ler ve bunun gibi tüm yapılar geleceğe yönelik hizmet edebilmesi açısından şarj istasyonlarını da bünyelerinde kapsayarak; mevcuttaki yapılar da kendilerini revize ederek bu akıma ayak uydurmaya çalışmaktadır.

Peki bu elektrikselleşme ülkemiz ve dünya genelinde nasıl bir pazar seviyesine ulaşmış, gelecekle ilgili beklentiler ve planlar ülkemizde ve küresel anlamda nelerdir? Bu bağlamda önerilen tez kapsamının genel amacı;

Elektrikli araçların pazar dinamiklerini detaylı bir şekilde incelemek ve analiz etmektir. Tez kapsamında, **elektrikli araç pazarının büyüklüğü ve büyüme potansiyeli, tüketici davranışları ve tercihleri, teknolojik yeniliklerin etkisi,**

düzenleyici politikaların rolü, endüstriyel rekabet ortamı ve gelecekteki eğilimler gibi ana faktörler ele alınacaktır. Bu faktörlerin etkileşimi üzerinden pazarın nasıl şekillendiği ve gelecekteki potansiyel eğilimlerin neler olabileceği analiz edilecektir. Aynı zamanda tam elektrikli araç (EA) piyasasına güvenin azalmaya başladığı şu dönemde elektrikli araç pazarındaki değişken faktörleri anlamak ve bu değişkenlerin nasıl yönetilebileceği konusunda bir çerçeve sunmak adına önemli bir katkı sağlamayı hedeflemektedir.

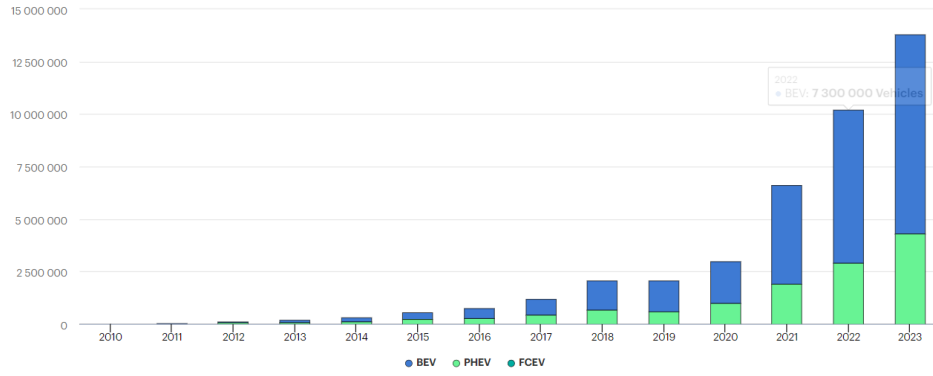
Almanya, Danimarka ve İsveç gibi ülkeler, enerji üretimlerini fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına kaydırarak çevreci teknolojilere öncülük etmektedir. Bu geçiş, elektrikli araçların sürdürülebilirliğini artırarak çevresel açıdan içten yanmalı motorlu araçlara göre daha avantajlı hale gelmesine katkı sağlamaktadır. Yenilenebilir enerjiye dayalı bu dönüşüm, elektrikli araç kullanımının hem çevre dostu bir seçenek olmasını desteklemekte hem de küresel karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik çabalara önemli bir katkı sunmaktadır.

Şekil 1.1'de, elektrikli araçların kullanımının yıllar içerisinde istikrarlı bir şekilde arttığı görülmektedir. Bu artış, özellikle teknoloji ve batarya alanındaki yeniliklerin etkisiyle hız kazanmıştır. Gelişen batarya kapasiteleri, maliyetlerin düşmesi ve şarj altyapısının genişlemesi, elektrikli araçları tüketiciler için daha cazip hale getirmiştir. Bu teknolojik ilerlemeler, hem çevresel kaygıları azaltmada hem de sürdürülebilir ulaşımı teşvik etmede önemli bir rol oynamaktadır.

Çalışma 2 temel kavram üzerinde yürütülmeye karar verilmiştir. Başlangıçta, konvansiyonel motorlu ve elektrik motorlu araçların tanımlaması yapılacak, aynı zamanda avantajları ve dezavantajlarından bahsedilecek. Sonrasında ise elektrikli araç ekosisteminin gelecek planlamalarının içerisinde yer alan karar alıcı fonksiyonel liderler ile satış&pazarlama liderlerine mülakat kapsamında 5 soru yöneltilecek, geri dönüşlere istinaden bulgular değerlendirilecek ve sonuç bölümü oluşturulacaktır.

Yapılan araştırmalar ve mülakatlar neticesinde geleceğe ışık tutarak elektrikli araç piyasasına dair günümüze kadar olan süreci inceleyerek bu pazarın büyümesinde genel etmenleri tespit ederek geleceğe de ışık tutacak ve elektrikli araçlara ait endüstrideki ve kişilerdeki güveni, buna bağlı olarak da bu ekosistemin bundan sonraki süreçte nasıl şekilleneceği konusunda da literatüre katkıda bulunacaktır.

EV sales, cars, World, 2010-2023
Vehicles



Şekil 1.1: Elektrikli Araçlar Global Satış Rakamı Dağılımları 2010-2023

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Öncelikle araştırmanın bir bütün halinde süregelmesi için elektrikselleşme dönemi öncesi ve sonrası olarak süreci ikiye bölmeye çalışırsak; konvansiyel motorlara sahip araçlar (dizel ve benzinli) ve elektrikli araçlar olarak ayrıştırabiliriz ve içten yanmalı (konvansiyonel) araç sistemini tanımak; avantaj ve dezavantajlarını belirtmek, on ise elektrikli araç dinamiklerinin detayına inerek tüm bu dinamikleri ortak paydada toplamak, literatürü anlamak ve doğru değerlendirme yapmak açısından faydalı olacaktır.

Araçların başlangıçta elektrik motorlarıyla çalıştırılması planlanmış olsa da, o dönemin teknolojik sınırlamaları nedeniyle içten yanmalı motorlara yönelindi. Bu değişimde, yarı iletken teknolojisinin yetersizliği, bataryaların düşük kapasitesi ve şarj istasyonlarının olmaması gibi faktörler etkili oldu. Ancak, içten yanmalı motorlar daha karmaşık bir yapıya sahiptir ve uzun vadede hem insanlar hem de ekosistem için ciddi çevresel sorunlara yol açmaktadır (IEA, 2019).

Yukarıda da bahsedildiği üzere, başlangıçta elektrik motorlarının teknolojik olarak konvansiyonel motorlara kıyasla daha basit bir yapıya sahip olduğu düşünülse de, şarj altyapısının yetersizliği ve batarya teknolojisindeki sınırlamalar nedeniyle bu motorların yaygın kullanımı mümkün olmamıştır. Bu durum, içten yanmalı motor teknolojilerinin geliştirilmesini ve fosil yakıtların kullanımının giderek artmasını beraberinde getirmiştir.

Fosil yakıtlar, günümüzde enerji tüketiminde en yaygın kullanılan kaynaklar arasında yer almakta ve toplam enerji tüketiminin yaklaşık %85'ini karşılamaktadır. Bu kaynaklar özellikle üretim, ısıtma ve ulaşım gibi temel alanlarda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Ulaşım sektörü, tüketilen birincil enerjinin yaklaşık %20'sini harcamakta ve bu süreçte küresel CO₂ emisyonlarının %23'ünü oluşturmaktadır. Ayrıca, toplam sera gazı emisyonlarının yaklaşık %14'ü ulaşım kaynaklıdır (IEA, 2019). Bu yüksek oranlar, fosil yakıtların enerji yoğun sektörlerdeki hâkimiyetini göstermektedir. Ancak, bu durum aynı zamanda iklim değişikliği ve çevresel sürdürülebilirlik açısından ciddi sorunlara yol açmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve enerji verimliliği önlemleri, bu emisyon oranlarını

azaltmak için kritik bir öneme sahiptir.

2016 yılında fosil yakıtlar, dünya genelindeki enerji tüketiminde temel ve baskın konumunu sürdürmüştür. Bu dönemde petrol, toplam küresel enerji tüketiminin yaklaşık üçte birini karşılamıştır. 2017 yılında ise fosil yakıtlar, enerji tüketiminin yaklaşık %85'ini oluşturarak sektörler arası enerji ihtiyacında hâlâ dominant bir rol oynamıştır (BP, 2020). Bu dönemde, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının artan payına rağmen fosil yakıtlara olan bağımlılık devam etmiştir. Ancak, enerji politikalarındaki dönüşümler ve teknolojik yenilikler, fosil yakıtların payını zamanla azaltmayı hedefleyen girişimlerin temelini oluşturmuştur.

Araştırmalar ve uluslararası projeksiyonlara göre, dünyadaki mevcut bilinen petrol rezervlerinin ömrünün yaklaşık 50 yıl olduğu tahmin edilmektedir (Jannatkah, 2020). Bu süre, mevcut petrol tüketim hızı ve rezervlere erişim koşulları dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Ancak, bu tahminler sabit tüketim oranlarına dayandığından, enerji tüketimindeki artış veya yeni rezervlerin keşfi gibi faktörler bu ömrü etkileyebilir.

Ayrıca, gelişen yenilenebilir enerji teknolojileri ve enerji verimliliği politikalarının devreye girmesiyle fosil yakıtlara olan bağımlılık azaldığında, bu tahminlerin revize edilmesi de mümkündür. Ancak şu anda, petrol rezervlerinin sınırlı ömrü, sürdürülebilir enerji çözümlerine geçişin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Azalan petrol rezervleri ve artan talep, petrol fiyatlarının uzun vadede önemli ölçüde artabileceğine işaret etmektedir. Projeksiyonlara göre, petrol fiyatlarının önümüzdeki 20 yıl içinde varil başına 200\$ seviyelerine ulaşabileceği tahmin edilmektedir (Bottery, 2008; Weform, 2016).

Bu durum, yalnızca ekonomik bir zorluk yaratmakla kalmayıp, aynı zamanda çevresel ve sürdürülebilirlik açısından elektrikli araç teknolojilerinin geliştirilmesini ve yaygınlaştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Elektrikli araçlar, fosil yakıt kullanımını azaltarak hem sera gazı emisyonlarını düşürmekte hem de azalan petrol rezervlerine bağımlılığı azaltarak enerji güvenliğine katkı sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji ile çalışan elektrikli araçların artışı, bu geçiş sürecinde kritik bir rol oynamaktadır.

2.1 İçten Yanmalı Motorlu Araçlar (ICEV)

Bir fosil yakıtın bir oksitleyici ile yanma odasında buluşması sonucunda ortaya çıkan yanma ya da patlama sonucundaki çıkan enerjinin şanzıman ve diferansiyel gibi aktarma organları aracılığı ile rotasyonun tekerlere aktarılarak ilerlemenin sağlandığı araç tipleridir. Bu fosil yakıtlara benzin, dizel, jet yakıtı ve sıkıştırılmış doğal gaz dahildir. Fosil yakıt kullanan içten yanmalı motorlara ek olarak, biyoyakıtlar (örneğin etanol ve biyodizel) veya hidrojenle çalışan içten yanmalı motorlar da vardır. Bu motor tipi araba, uçak, tekne ve diğer araç tiplerinde kullanılan en yaygın motor tipidir.

Benzin, bir fosil yakıt olarak, motorun silindirleri içinde hava ile karışarak homojen bir karışım oluşturur. Bu karışım, buji tarafından sağlanan ilk kıvılcımla ateşlenir ve yanma süreci başlar. Yanma sonucunda büyük miktarda ısı enerjisi açığa çıkar. Bu enerji, motorun içindeki mekanizma sayesinde mekanik enerjiye dönüştürülür. Dönüşüm işlemi, içten yanmalı motorların çalışma prensibinin temelini oluşturur. Yanma sırasında ortaya çıkan basınç, pistonları hareket ettirir ve bu hareket, krank mili üzerinden mekanik enerjiye çevrilerek aracın hareket etmesini sağlar. Bu süreç, fosil yakıtların enerji dönüşümü açısından verimli olmasını sağlasa da, aynı zamanda karbon salınımına neden olarak evre üzerinde olumsuz etkiler bırakır (Bae ve Kim, 2017).

Milyonlarca yıl boyunca yer altında karbonun birikmesi sonucu oluşan fosil yakıtlar, sanayileşmenin başlangıcından bu yana birincil enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu yakıtların yanmasıyla açığa çıkan karbondioksit (CO_2) atmosfere salınmakta ve güneşten gelen ısıyı hapsederek sera etkisine neden olmaktadır. Sera etkisi, küresel ısınmayı hızlandırmakta ve iklim değışikliğinin daha şiddetli sonuçlar doğurmasına yol açmaktadır. Bu durum, buzulların erimesi, deniz seviyelerinin yükselmesi ve ekstrem hava olaylarının artması gibi çevresel sorunlara sebep olmaktadır. Fosil yakıtların enerji üretiminde yoğun bir şekilde kullanılması, bu etkileri daha da kötüleştirerek iklim krizini derinleştirmektedir. Bu nedenle, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş ve karbon salınımının azaltılması, küresel ölçekte önemli bir öncelik haline gelmiştir (Martins ve Brito, 2020).

İçten yanmalı araç motorlarında kullanılan farklı yakıt seçenekleri olsa da benzin, dizel ve LPG, Türkiye'deki tüm araçların %97,66'sı tarafından kullanılmaktadır (TÜİK,

2024).

Benzer süreçleri kullanan ve benzer bileşenlerden yararlanan başka yakıt seçenekleri de bulunmaktadır. Ancak, benzin, ulaşımda en yaygın kullanılan yakıt olma özelliğini korumaktadır (Collins, n.d.).

2.1.1 İçten Yanmalı Motorlu Araçların Avantajları

Otomotiv endüstrisinin geçmişine bakıldığında bir yüzyıldan fazla süredir içten yanmalı motora sahip araçların pazarda baskın olduğunu hem teknolojik olarak hem de rakamlar olarak görmek mümkün. Elektrikli araçların günümüzde popülerliği ele almasının yanında içten yanmalı motora sahip araçların hala daha cazip seçenek olarak sunulmaya devam edilebilmektedir. Bu avantajdan bazıları aşağıdaki gibidir:

Yerleşik Altyapı : Geçmişten günümüze gelişen büyüyen İYMA altyapısı belli bir zemine oturmuştur. Öyleki tamir hizmetleri, yedek parça tedarik kolaylığı, benzin istasyonları bulma kolaylığı gibi veriler düşünüldüğünde avantajlı konuma geçmektedir. Bu yan faydalar uzun mesefali seyahatlerde ve ayrıca şarj istasyonu kısıtı bulunan uzak ve kırsal bölgelerde İYM araçlarının seçilmesinde önemli rol oynar (U.S. Department of Energy, n.d.).

Yüksek Yakıt Enerji Yoğunluğu: Fosil yakıt kaynaklarından olan benzin ve dizel yüksek enerji yoğunluğuna sahip enerji kaynaklarıdır. İYMA' ların uzun mesefalери tek depo ile kat edebilmesinin başlıca sebebi de bu şekilde açıklanabilir. Bu, özellikle endüstride kullanılan kamyon ve tır taşımacılığı; aynı zamanda inşaat ve tarım gibi hizmet sektörleri için avantaj sağlamaktadır (Ogden, J., & Anderson, L. 2011).

Daha Düşük Başlangıç Maliyeti: İYMA' lar mevcut durumda gelişmiş batarya teknolojilerine sahip elektrikli araçlar ile kıyaslandığı zaman daha uygun fiyatlıdır. Bu fayda, gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelere bakıldığında daha geniş çaplı tüketici kitlesine hitap ettiğini göstermektedir (BNEF, 2022).

Hızlı Yakıt Doldurma: İYMA' ların depoları doldurulmak istendiğı zaman genellikle kısa proses sürelerinde birkaç dakika içerisinde doldurulabilir. Bu işlem EA' lar ile karşılaştırıldığında çok daha kısa zamanda depo dolumu anlamına gelmektedir. Bu kısa dolum işlemi İYMA' ların özellikle uzun mesefelerde araç kullanan ticari

operasyonlar için büyük avantajdır (U.S. Department of Energy, n.d.).

Çeşitli Model ve Konfigürasyonlar: İYMA' lar arabalardan tutun kamyon ve tırlara geniş model, marka ve ürün gamına sahiptir ve bu bakımdan da alıcıya opsiyon sağlar. Özellikle yüksek tork ve beygir gücü üreten ultra spor araçlarda İYMA' lar günümüzde daha fazla tercih edilmektedir (Automotive News, 2023).

Kendini Kanıtlamış Teknoloji: Uzun yıllardır, yüzyılı aşkın süredir, geliştirilen ve pazarda satışı gerçekleştirilen İYMA' lar daha dayanıklı ve güvenilirdir. Geçmişten günümüze geliştirilmiş olması bakımının kolaylıkla ve uygun maliyetle yapılmasını sağlar (Ogden, J., & Anderson, L. 2011).

Yakıt Erişimi: Yine geçmişten günümüze altyapının gelişmiş olması, benzin ve dizel istasyonu ağının çok gelişmiş olması avantajlar arasında önemli bir yere sahiptir. Özellikle elektrik araç alt yapısının ve istasyon ağının seyrek olduğu bölgeler için İYMA' lar yine tercih sebebidir (U.S. Department of Energy, n.d.).

İkinci El Değeri ve Pazar Varlığı: İYMA' lar ikinci el piyasasında da istikrarlı bir hacme sahip olmasını da yine geçmişten günümüze İYMA gelişimine bağlayabiliriz (BNEF, 2022).

Zorlu Koşullarda Performans: Özellikle soğuk iklim koşullarına sahip bölgeler ve ülkeler düşünüldüğünde İYMA' lar, batarya içeren EA' lara nazaran daha verimli ve performanslı olarak değerlendirilmektedir (Transport & Environment, T&E, 2020).

Burada bahsedilen avantajlar altındaki tüm maddeler, EA' ların günden güne popülerleşmesine ve benimsenmesine karşın, İYMA' ların neden 21. Yüzyıl koşullarında bile tercih edildiğini açıkça kanıtlamaktadır. Ancak günden güne gelişen teknoloji ve bu alanda yapılan arge çalışmaların birden fazla firma kapsamında yürütülmesiyle birlikte İYMA ve EA' lar arasındaki dengenin zamanla değişebileceğini göstermektedir.

2.1.2 İçten Yanmalı Motorlu Araçların Dezavantajları

Çevresel sürdürülebilirlik, verim ve teknolojinin seyrinin değişmesiyle birlikte alıcıları EA' lara iten daha cazip bazı özellikler vardır ve İYMA' lar için dezavantaj sayılabilecek bazı maddeler de aşağıdaki gibidir:

Çevresel Etki

Yüksek Emisyonlar: İYMA' lar karbon dioksit, karbon monoksit gibi sera gazlarını ve azot oksit gibi partiküllü madde içeren zararlı gazlar yayar. Bu zararlı gazlar hava kirliliğini önemli oranda arttırmaktadır.

Fosil Yakıtlara Bağımlılık: Daha önce de bahsettiğimiz gibi benzin ve mazot fosil yakıt türleridir ve yenilenmez. Aynı zamanda kaynak tükenmesi ve çevresel tahribat gibi dezavantajlı konuları bünyesinde barındırır (Ogden, J., & Anderson, L. 2011).

Operasyonel Maliyetler

Yakıt Maliyetleri: Elektrikli araçlar ile içten yanmalı araçlar karşılaştırıldığında operasyonel olarak benzin ve mazot yakıtının daha pahalı, elektrik üretim ve tüketim maliyetlerinin ise daha ucuz olduğu görülmüştür (BNEF, 2022).

Bakım Maliyetleri: İYMA' larda şanzıman ve motor aksamı yağlı bağlantılar içerir ve düzenli bakımlar gerektirir. Bu bakımlar rutin olarak yapılır ve araç ömrü boyunca total değerlendirilmeye alındığında önemli bir birikim miktarı oluşturabilir.

Verimlilik Kısıtlamaları

Düşük Enerji Verimliliği: İYMA' lar EA' lara kıyasla daha düşük verimlerde çalışır. İçten yanmalılarda oluşan enerjinin büyük bölümü ısı olarak kaybedilir ve ortalama %25-30 arasındadır. Bu oran elektrikli araçlara bakıldığında ise %80 civarlarına çıkmaktadır.

Rölantide Enerji Kaybı: İYMA rölantide çalışırken bile enerji üretmeye ve tüketmeye devam eder, EA için ise aynı şey söylenemez (U.S. Department of Energy, n.d.).

Gürültü Kirliliği

Motor Gürültüsü: İYMA bir patlama odasında gerçekleşen patlama sonucu güç ve enerji içerdiğinden doğası ötürü daha gürültülüdür (Transport & Environment, T&E, 2020).

Trafik Performansı

Dur-Kalk Trafikte Verimsizlik: İYMA şehir içi dur kalk trafikte bile start-stop olmadığı düşünüldüğünde motor sürekli çalışacağından verimsizdir (Ogden, J., & Anderson, L. 2011).

Değişken Yakıt Pazarına Bağımlılık

Fiyat Dalgalanmaları: Benzin ve mazot fiyatları her geçen gün global ekonomik durumların seyrine göre değişiklik gösterebilir.

Tedarik Riskleri: Petrol rezervleri sınırlı olan ülkeler açısından düşünüldüğünde, ithalat gerçekleştirilemeyen durumlarda ülkeler enerji güvenliği riskleri ile karşı karşıya kalır (U.S. Department of Energy, n.d.).

Düzenlemeler ve Gelecek Görünümü

Daha Sıkı Emisyon Standartları: Teknolojinin her geçen gün gelişmesiyle birlikte artan regülasyon ön değerleri araç sahiplerince ek harcamalara neden olmaktadır ve bu da daha pahalı ve maliyetli olmasına yol açmaktadır.

Kademeli Yasaklamalar: Birçok ülke, iklim değişikliğiyle mücadele etmek için yeni ICE araçlarının satışını önümüzdeki on yıllar içinde yasaklamayı hedeflemektedir (BNEF, 2022).

Sınırlı Teknolojik Evrim

EA üzerindeki teknolojik gelişmeler ile İYMA üzerindeki gelişmelere bakıldığında içten yanmalıda sınırlı teknolojik gelişim imkanların olduğu gözlenmiştir (Automotive News, 2023).

Yenilenebilir Enerji ile Uyumsuzluk

Yenilenemez Bağımlılık: Doğrudan güneş ya da rüzgar enerjisini kullanamadıkları için, İYMA' lar yenilenebilir enerji kaynaklarına uyum sağlayamamaktadırlar (Transport & Environment, T&E, 2020).

Sağlık Riskleri

Hava Kalitesi: Yukarıda da bahsedildiği gibi sera etkisi yaratan gazlar aynı zaman üst solunum yolu hastalıklarına da sebebiyet vermektedir.

Maruz Kalma Riskleri: Yollara yakın konumlanmış bölgelerde konaklayan insanlar için egzoz dumanına uzun süreli maruz kalmak tehlikeli olabilir (Ogden, J., & Anderson, L. 2011).

Düşen İkinci El Değeri

Pazar Kayması: EA' lar üzerine hükümetlerin yönlendirmesi ve teşvikleri ile birlikte bu araç tiplerinin kullanımının artması İYMA piyasasında ikinci el fiyatlarında özellikle düşme eğilimi göstermektedir (BNEF, 2022).

Burada da bahsedildiği gibi temiz enerji ve kişisel faydalar göz önünde bulundurulduğunda İYMA' ların dezavantajları açıkça vurgulanmış ve neden daha az çekici oldukları vurgulanmıştır. EA' lara nazaran hala bazı avantajları bulunmasına rağmen burada açıklanan sebepler neticesinde elektrikli araçlara geçiş eğilimini hızlandırmaktadır.

2.2 Elektrikli Araçlar (BEV, HEV, FCEV)

Elektrikli araçlar (EA'lar) içten yanmalı motorlu araçlarda kullanılan fosil yakıtı nazaran elektrik enerjisinden yararlanan çevre dostu ulaşım araçları sınıfına girmektedir. 3 ana türde incelemek mümkündür: bataryalı elektrikli araçlar (BEV), hibrit elektrikli araçlar (HEV) ve yakıt hücresi elektrikli araçlar (FCEV) (Chan, 2007).

BEV' ler yalnızca enerjileri şarj edilebilen bataryadan alan sistemlere verilen isimdir ve emisyon üretmezler. HEV' ler içten yanmalı motorla birlikte olarak elektrik motorunun beraber organize olması ile çalışan motor tipleridir ve daha az yakıt sarfiyatı sağlarlar. FCEV' ler ise enerji üretimi için hidrojen kullanır ve egzozlarından yalnızca su buharı salınımı yaparlar (Ehsani et al., 2018). Farklı kullanıcı ihtiyaç taleplerine göre farklı tiplerde tasarlanan bu 3 elektrikli araç sistemini EA' lara tanım olarak vermek mümkündür.

2.2.1 Elektrikli Araçların Avantajları

Çevresel sürdürülebilirlik, maliyet ve teknolojik gelişme faktörleri göz önünde bulundurulduğunda EA' lar giderek daha yaygın ve popüler zemine oturmaya başlamıştır. Birtakım avantajlarına dair maddeleri sıralamak gerekirse:

Çevresel Faydalar

Sıfır Egzoz Emisyonu: EA' lar egzoz emisyonu üretmediklerinden dolayı hava kirliliğini azaltır ve sera gazı etkilerini de azaltır.

Daha Düşük Karbon Ayak İzi: İYMA' lar ile kıyaslandığında karbon ayak izi bakımından yenilenebilir enerji kaynaklarının dönüşümü teknoloji tabanında yürütüldüğünden EV' ler içten yanmalılara göre daha düşük karbon ayak izi değerlerine sahiptir (International Energy Agency, IEA).

Enerji Verimliliği

Daha Yüksek Verimlilik: İYMA' lar EA' lara kıyasla daha düşük verimlerde çalışır. İçten yanmalılarda oluşan enerjinin büyük bölümü ısı olarak kaybedilir ve ortalama %25-30 arasındadır. Bu oran elektrikli araçlara bakıldığında ise %80 civarlarına çıkmaktadır (BloombergNEF, 2022).

Rejeneratif Frenleme: Genel verimlilik düşünüldüğünde EA' larda bulunan rejeneratif frenleme sistemi sayesinde enerjini geri kazanımı sağlanır ve verim artırılır (BloombergNEF, 2022).

Maliyet Avantajları

Daha Düşük İşletme Maliyetleri: Benzin ve mazotun yanısıra elektrik, daha düşük işletme maliyetlerine sahiptir. Bu da maliyet avantajı olarak ön plana çıkmaktadır.

Azaltılmış Bakım Maliyetleri: EA' lar egzoz sistemi onarımı gerektirmez, bünyesinde daha az hareketli parça bulundurur ve yağ değişimi gereksinimi de yoktur. Bu sebeple bakım maliyetleri düşüktür (Kromer, M. A., & Heywood, J. B.).

Gürültü Azalması: Şehir yaşamı göz önüne alındığında, EA' lar sessiz çalışmaları ile de popüler olması sebebiyle gürültü kirliliğini azaltırlar (Tushar, S., & Ma, Z.).

Performans Avantajları

Anında Tork: EA' lar anlık tork aktarma yeteneğine sahiptir ve İYMA' lara göre bu konuda baskın üstünlüğü elinde tutar.

Düşük Ağırlık Merkezi: Batarya konumlandırmasının aracın alt orta bölümüne yapılması ağırlık merkezini aşağıya çeker ve sürüş dinamiği anlamında avantaj sağlar (Sierzchula, W., Bakker, S., Maat, K., & van Wee, B.).

Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu

Yeşil Şarj Seçenekleri: Rüzgar, güneş ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynakları ile şarj edilebileceğinden çevresel zararları daha azdır.

Enerji Depolama Potansiyeli: EA' lar enerji depolama birimleri olarak işlev görürler ve akıllı şebeke sistemlerini desteklerler (Breetz, H. L., & McCormick, A. L.).

Teşvikler ve Destekler

Hükümet Teşvikleri: Birçok ülke, EV kullanımını teşvik etmek için vergi kredileri, indirimler ve diğer teşvikler sunmaktadır.

Teknolojik Özellikler

Gelişmiş Sistemler: EA' lar eğlence sistemleri, otonom sürüş özellikleri ve uzaktan güncellemeler gibi teknolojik faktörler ile donatılmıştır.

Yenilikçi Şarj Çözümleri: Şarj sistemlerinde hızlı şarj özelliği günden güne gelişmektedir (BloombergNEF, 2022).

Enerji Güvenliği

Petrole Bağımlılığın Azalması: Yenilenebilir enerji kaynaklarında güven faktörü düşünüldüğünde EA' lar, fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltır ve ülkelerin güvenilirliğini kazanır. (IEA)

Uzun Vadeli Maliyet Rekabetçiliği

Azalan Batarya Maliyetleri: EA batarya maliyetleri gelişen teknoloji ile birlikte günden güne azalan maliyet değerlerine sahip olmaktadır.

Daha Düşük Toplam Sahiplik Maliyeti: EA' lar başlangıç maliyetleri diğer araçlara göre yüksek olmasına rağmen; bakım ve işletme maliyetlerinin daha düşük olması sebebiyle uzun vadede daha mantıklı ve ekonomiktir (Bloomberg NEF, n.d.).

Çevre Politikalarına Uyum

Geleceğe Uyum Sağlama: EA' lar devletlerin emisyon düzenleme ve karbon azaltma hedeflerine daha uyum sağlar ve çevre politikalarına da uyumu garanti eder (Kromer, M. A., & Heywood, J. B.)

Sürdürülebilirliğe Katkı

Döngüsel Ekonomi: Üreticiler, genellikle batarya teknolojilerini geliştirirken EA bataryalarının geri dönüşüm ve sürdürülebilirlik verilerine önem gösteriyor ve bu da döngüsel ekonomiyi destekler nitelikte (Hawkins, T. R., Gausen, O. M., & Strømman,

A. H., 2019).

Özelleştirilebilir Enerji Kaynağı

Evde Şarj: Bu özellik ile kullanıcıların benzin istasyonlarına olan bağımlılığı azalır ve konforu artar (Breetz, H. L., & McCormick, A. L.).

Pazar Büyümesi ve Değer

İkinci El Değer Stabilitesi: Mevcut durumun yanında EA' ların daha fazla benimsenmesi ile birlikte pazardaki etkisinin ve payının artacağı, aynı zamanda da değerinin korunacağı öngörülmüştür (BloombergNEF).

Tüm bu avantajlar ortak paydada toplandığında; hem hükümetler hem de bireyler için elektrikli araç kullanım farkındalığı oluşmaya başlamış ve ekonomik faydalar da göz önünde bulundurulduğunda daha geniş bir kitle ile daha erişilebilir zemine oturmaktadır.

2.2.2 Elektrikli Araçlar Dezavantajları

EA' lar tüm bu avantajlara rağmen birçok dezavantajı da bünyesine almaktadır. İşte bunlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

Yüksek Başlangıç Maliyeti

Pahalı Satın Alma: Batarya maliyetleri günden güne düşmesine karşın başlangıç fiyatları genellikle daha yaygın olan İYMA' lara daha daha pahalıdır.

Sınırlı Erişilebilirlik: Her markanın elektrikli aracı olmaması ya da her segmentte elektrikli araca sahip olmaması, bunun yanında mevcuttaki modelin de giriş fiyatlarının yüksek olması fiyat-performans alıcı kitlesini caydırabilir (IEA, 2022).

Menzil Sınırlamaları

Sınırlı Sürüş Menzili: EA' ların çoğu içten yanmalı motora sahip araçlara göre tek şarj ile daha kısa menzil koşullarına sahiptir ve bu da uzun mesafeler yol yapan sürücüler için yetersizdir.

Menzil Kaygısı: İstasyon yetersizliği sebebiyle şarj bitme kaygısı bir çok tüketicinin alım kriterlerini belirlemede etkili olmuştur (BNEF, 2022).

Şarj Altyapısı

Yetersiz Şarj Ağı: Kamusal şarj alanları, özellikle şehir merkezlerine uzak bölgelerde benzin istasyonlarına kıyasla düşük orandadır.

Şarj Süreleri: Hızlı şarj istasyonları her ne kadar bulunsa da, EA' lar benzin deposu doldurmak ile karşılaştırıldığında daha fazla sürede şarj olur (T&E, 2021).

Batarya Sınırlamaları

Zamanla Azalan Performans: EA' lar içerdikleri pilin ömrü sebebiyle belli süre sonra verim düşüklüğü sebebiyle pil değişimine ihtiyaç duyarlar.

Malzeme Kısıtlamaları: EA' ların batarya üretiminde lityum, kobalt ve nikel gibi nadir malzemeler kullanılır ve bunlar uzun dönemde etik ve çevresel sorunlara kaynaklık edebilir (U.S. Department of Energy.).

Çevresel Endişeler

Batarya Üretiminin Etkisi: EA batarya üretimi prosesleri çok yüksek enerji kullanımı ve kaynak çıkarımı gibi çevresel ayak izi bırakılmasına neden olur.

Elektrik Kaynağı Bağımlılığı: EA' ları şarj etmek için kullanılan elektrik dönüştürülebilen enerji yerine fosil yakıtlar ile üretiliyorsa çevresel etkilerinin faydalarına bakıldığında azalan bir grafik seyri gösterir (Hawkins, Singh, Majeau-Bettez, & Strømman,2013).

Soğuk Havalarda Performans

Azalan Verimlilik: EA' lar aşırı soğuk havalarda uzun şarj süreleri ile ve daha kısa menzil değerleri ile çalışır.

Isıtma Zorlukları: Kış mevsimlerinde iç kabin ısıtma koşulları sebebiyle bataryanın daha hızlı tükenmesine ve menzil azalmasına sebep olabilir (IEA, 2022).

Çekme ve Ağır Hizmet Uygulamaları

Sınırlı Çekme Kapasitesi: Bir çok EA ağır yükleri çekme konusunda İYMA' lara kıyasla zorluk yaşar.

Ağır Araç Maliyetleri: EA' ları ağır hizmet tipi araç segmentinde görmek nadir olmakla birlikte, olanlar da çok pahalı olması sebebiyle daha az yeteneklidir (BNEF,

2022).

İkinci El Değer Kaybı Endişeleri

Belirsiz Amortisman: EA' ların ikinci el piyasa değeri, teknoloji gelişimi ve batarya belirsizlikleri sebebiyle tahmin edilemez olabilir.

Politika Belirsizliği: Her geçen gün değişebilen hükümet politikaları sebebiyle ikinci el EA' ların finansal cazibesi etkilenebilir (Automotive News, 2023).

Şarj Süresi Zorlukları

Evde Şarj Altyapısı Sınırlamaları: Henüz her hane ya da apartmana ait şarj istasyonu bulunmamaktadır.

Seyahat Sorunları: Uzun şarj süreleri, İYMA' lara göre özellikle uzun yol mesafeler için seyahati daha az pratik ve zor hale getirir (T&E, 2021).

Sınırlı Model Seçenekleri

Daha Az Seçenek: Her geçen dönemde EA model varyasyonu artmasına rağmen kamyon ve spor araç segmentinde hala İYMA' lı araçlar hakimdir (BNEF, 2022).

Enerji Şebekesi Bağımlılığı

Şebeke Talebinin Artması: EA kullanımında artma gözlenen bir popülasyonda yeterli altyapı ve yenilenebilir kaynak yeterliliği az olan bölgelerde şebekeler ile ilgili problem teşkil edebilir.

Elektrik Kesintisi Riskleri: Özellikle elektrik problemi olan yerel bölgelerde EA' lar, enerji sıkıntılarını daha da arttırabilir (U.S. Department of Energy).

Batarya Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm Sorunları

Geri Dönüşüm Altyapısı: Batarya üzerine yapılan geri dönüşüm iyileştirme faaliyet çalışmaları hala devam etmektedir ve yanlış bertaraf durumunda çevresel ve sağlık riskleri oluşturması olağandır.

Tehlikeli Atık: Ömrünü tamamlamış bataryalar, atık yönetimi ve kirlilik kontrolü bakımından problemler yaratır (Huang, Pan, Su, & An, 2018).

Belirli Koşullarda Sürüş Deneyimi

Arazi Kullanımı Sınırlamaları: EA' ların çoğunluğu İYMA' lara nazaran arazi koşulları

için tasarlanmamış olup test edilmemiştir.

EA' ların günden güne erişiminin kolaylaşıp daha Pratik hale geldiğini görmek mümkün. Fakat bu zorluklar ve dezavantajlar, altyapı ve politikaların geliştirilmesi ve daha da iyileştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır (T&E, 2021).

2.3 Elektrikli ve Konvansiyonel Araç Karşılaştırması

EA' lar enerji verimliliği değerlerine bakıldığı zaman çok daha avantajlıdır ve elektrik motorların bünyelerindeki enerjinin yaklaşık %90 lık kısmını verimli şekilde kullanabilirken bu oran İYMA' larda %20-30 seviyelerindedir (U.S. Department of Energy, 2021). Bu verimlilik karbon ayak izini azaltmakla birlikte aynı zamanda EA' ların emisyon üretmemesiyle birlikte hava kalitesini iyileştirme potansiyeline de sahiptir. (Hawkins et al., 2013). İYMA' ların kullanımı fosil yakıt tüketimi ve egzoz emisyonları ile birlikte sera gazı salınımını artırır ve çevresel etkileri olumsuz etkiler.

Yakıt doldurma ve batarya şarj süreleri bakımından karşılaştırmak gerekirse İYMA' lar çok kısa depo dolum süreleriyle birkaç dakika içerisinde uzun mesafe yol katedecek şekilde tasarlanmış olup, EA' larda bu süre daha uzundur (U.S. Department of Energy, 2021). Ancak günden güne elektrikli araçlar için tasarlanan hızlı şarj istasyonları ile birlikte bu durum iyileşmektedir (Nicholas et al., 2019).

Maliyet bakımından bakmak gerekirse Lityum-iyon bataryalarının üretim maliyetleri kaynaklı EA' ların satın alma maliyetleri İYMA' lara göre daha fazladır (Nykqvist, Nilsson, 2015). Ancak bakım maliyetleri düşünüldüğünde bu kulvarda da EA' lar İYMA' lara göre daha ekonomik olabilir (Wu et al., 2021). İYMA' lar EA' lara daha karmaşık motor yapıları olması sebebiyle daha fazla ve düzenli bakım gerektirir. EA' larda yağ değişimi ve egzoz bakımı gibi harici masraflardan söz etmek mümkün değildir.

3. ELEKTRİKLİ ARAÇ PAZARI

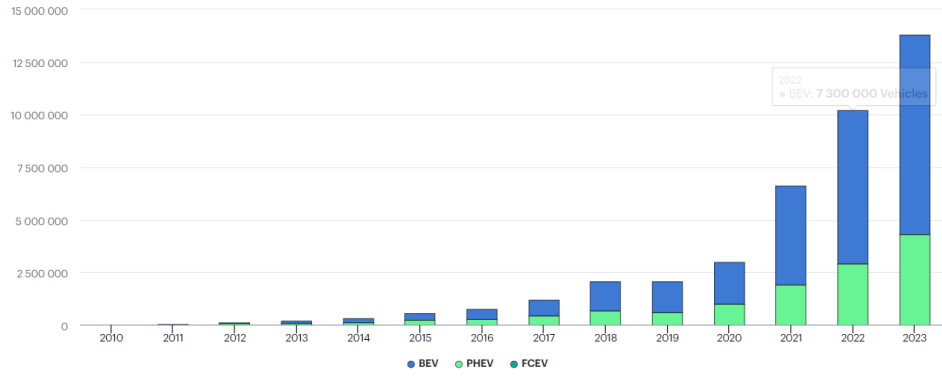
3.1 Elektrikli Araç Pazarında Geçmiş Dönem

Elektrikli araçların (EA) tarihi, 19. yüzyılın başlarına kadar uzanır. 1830'lu yıllarda ilk elektrikli araç prototipleri geliştirilmiş ve 1900'lerin başında, elektrikli araçlar içten yanmalı motorlu araçlara kıyasla daha popüler hale gelmiştir. Ancak, fosil yakıtların daha ucuz ve erişilebilir hale gelmesi, içten yanmalı motorların üstün menzil ve hız performansı gibi avantajları nedeniyle, elektrikli araçlar zamanla ikinci planda kalmıştır (Kirsch, 2000).

1970'lerde yaşanan petrol krizi ve çevre kirliliği endişeleri, elektrikli araçların yeniden ilgi görmesini sağlamıştır. Ancak bu dönemde batarya teknolojisinin yeterince gelişmemiş olması, şarj altyapısının eksikliği ve yüksek maliyetler, elektrikli araçların yaygınlaşmasını sınırlamıştır (Eberle & Helms, 2010).

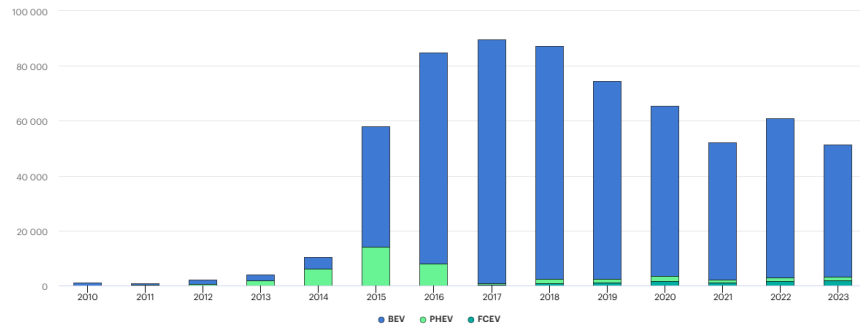
21. yüzyılın başında, özellikle çevre dostu teknolojilere yönelik artan talepler, hükümet teşvikleri ve yenilikçi batarya teknolojilerindeki ilerlemeler, elektrikli araç pazarında önemli bir büyüme dalgası başlatmıştır. Bu süreçte Tesla gibi şirketlerin öncülüğüyle elektrikli araçlar, daha geniş bir kitle tarafından tercih edilmeye başlamıştır. Örneğin, 2010 yılında dünya genelinde sadece 17.000 elektrikli araç satışı gerçekleşirken, 2021 itibarıyla bu sayı 6,6 milyona ulaşmıştır (International Energy Agency, 2022).

EV sales, cars, World, 2010-2023
Vehicles



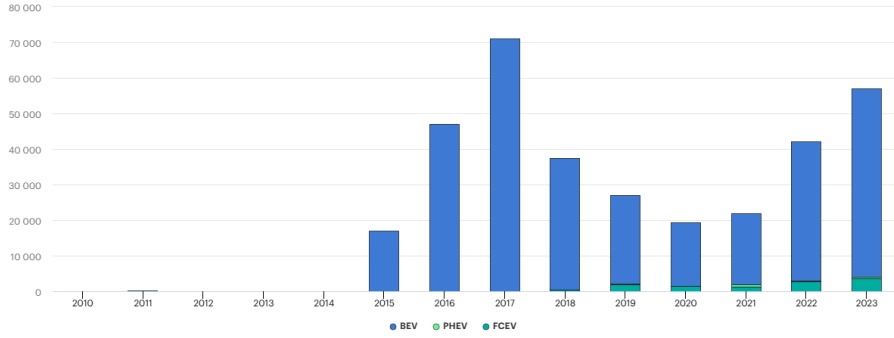
Şekil 3.1: Elektrikli Arabalar Global Satış Rakamı Dağılımları 2010-2023

EV sales, buses, World, 2010-2023
Vehicles



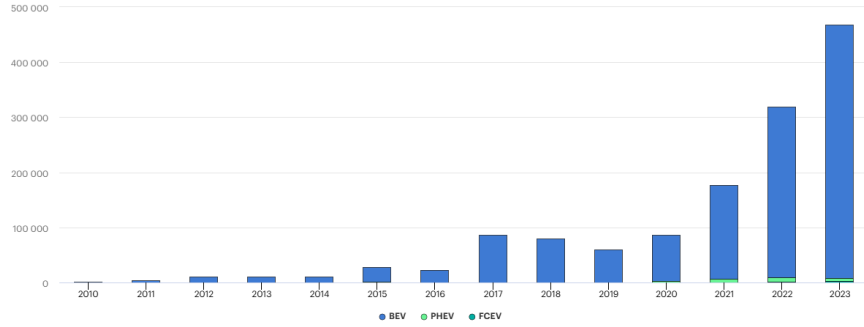
Şekil 3.2: Elektrikli Otobüsler Global Satış Rakamı Dağılımları 2010-2023

EV sales, trucks, World, 2010-2023
Vehicles



Şekil 3.2: Elektrikli Tır/Kamyon Global Satış Rakamı Dağılımları 2010-2023

EV sales, vans, World, 2010-2023
Vehicles



Şekil 3.3: Elektrikli Panelvan Araçlar Global Satış Rakamı Dağılımları 2010-2023

3.2 Elektrikli Araç Pazarında Günümüz

Günümüzde elektrikli araç (EA) pazarı, sürdürülebilir ulaşım çözümlerine yönelik artan talep ve çevresel farkındalığın etkisiyle hızlı bir büyüme sergilemektedir. 2021 yılı itibarıyla dünya genelinde satılan elektrikli araç sayısı 6,6 milyona ulaşmıştır. Bu, 2019 yılına kıyasla %200'lük bir artışı ifade etmektedir (International Energy Agency, 2022). Bu büyüme, özellikle hükümet teşvikleri, karbon salınımını azaltma hedefleri ve yenilikçi teknolojilerle desteklenmektedir.

Elektrikli araçlar artık yalnızca çevresel bir çözüm olmaktan çıkmış, aynı zamanda

kullanıcı dostu teknolojiler, uzun menzil kapasitesi ve düşük işletme maliyetleriyle tüketiciler için cazip bir seçenek haline gelmiştir. Örneğin, 2020’de piyasaya sürülen birçok model, 400 kilometreden fazla menzil sunmakta ve şarj altyapısı giderek yaygınlaşmaktadır. Tesla, BYD ve Volkswagen gibi üreticiler, pazarın en büyük aktörleri arasında yer almakta ve sektördeki rekabeti artırmaktadır (BloombergNEF, 2021).

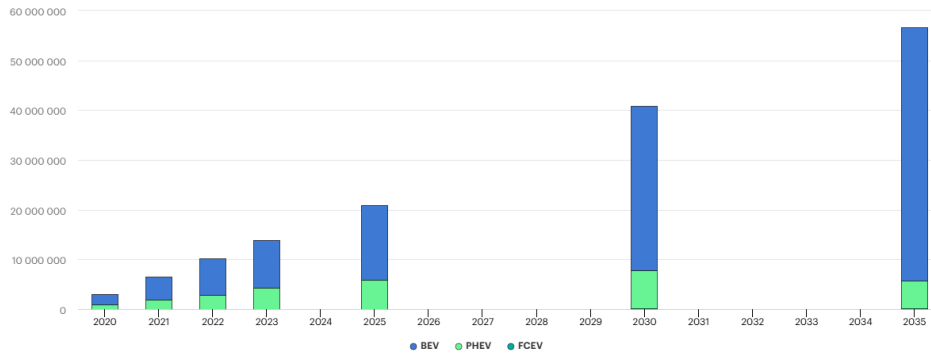
Bununla birlikte, elektrikli araç pazarında hâlâ çeşitli zorluklar bulunmaktadır. Özellikle şarj altyapısının yetersiz olduğu bölgelerde, tüketicilerin adaptasyonu sınırlı kalmaktadır. Ayrıca, lityum ve diğer batarya hammaddelerinin sürdürülebilir temini de dikkat çeken bir sorundur (World Economic Forum, 2022).

Günümüzde elektrikli araç pazarının büyümesini etkileyen bir diğer faktör de hükümet politikalarıdır. Avrupa Birliği, 2035 yılına kadar yeni içten yanmalı motorlu araç satışlarını yasaklamayı planlamakta, bu da EA pazarına güçlü bir yönelim sağlamaktadır. Çin ise, 2025 yılına kadar satılan araçların %20’sinin elektrikli olmasını hedeflemektedir (IEA, 2022).

3.3 Elektrikli Araç Pazarında Gelecek Beklentisi

Elektrikli araç (EA) pazarının geleceği, yenilikçi teknolojiler ve sürdürülebilirlik odaklı stratejilerle şekillenmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı’na göre, 2030 yılına kadar dünya genelinde satılan elektrikli araç sayısının 50 milyonu aşması beklenmektedir (International Energy Agency, 2022). Bu büyüme, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşması, hükümetlerin karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik politikaları ve batarya teknolojilerindeki hızlı gelişmelerle desteklenmektedir.

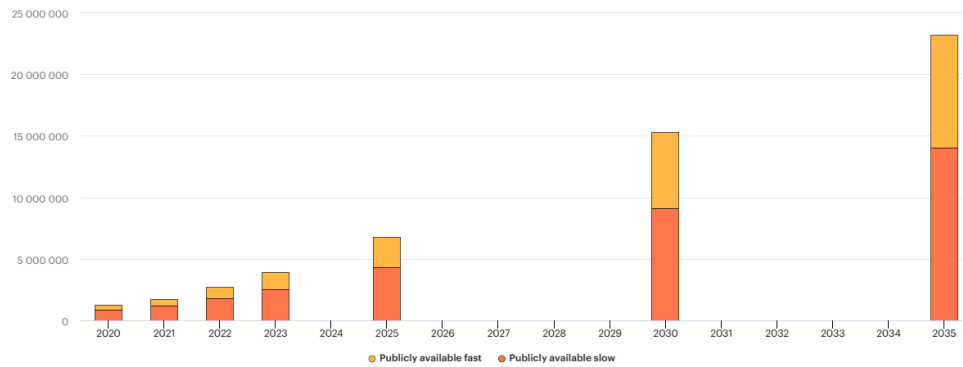
EV sales, cars, World, STEPS scenario 2020-2035
Vehicles



Şekil 3.4: Elektrikli Araçlar Global Satış Rakamları 2020-2035 Senaryosu

Gelecekte, EA pazarında en büyük etkiye sahip olabilecek faktörler arasında batarya teknolojilerindeki yenilikler bulunmaktadır. Lityum-iyon bataryaların enerji yoğunluğunun artması ve katı hal bataryalarının ticarileşmesi, araçların menzilini artırırken maliyetleri düşürmesi beklenmektedir (World Economic Forum, 2022). Ayrıca, hızlı şarj altyapısının yaygınlaşması, kullanıcı deneyimini önemli ölçüde iyileştirecektir.

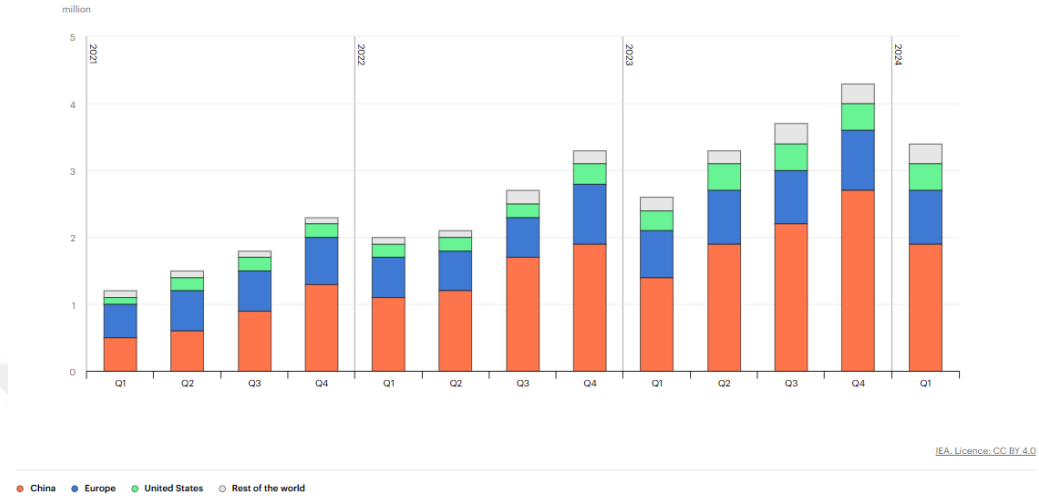
EV charging points, eV, World, STEPS scenario 2020-2035
charging points



Şekil 3.5: Hızlı ve Yavaş Şarj Noktaları Sayısı Global 2020-2035 Senaryosu

Bölgesel düzeyde bakıldığında, Avrupa ve Çin, pazar büyümesinde lider konumlarını sürdürecektir. Avrupa Birliği'nin 2035 yılına kadar yeni içten yanmalı motorlu araç satışlarını yasaklama hedefi ve Çin'in 2060 yılında karbon nötr olma stratejisi,

elektrikli araçların benimsenmesini hızlandıracaktır (BloombergNEF, 2021). ABD’de ise, hükümetin altyapı yatırımları ve teşvik paketleri, EA pazarını destekleyen önemli politikalar arasında yer almaktadır.



Şekil 3.6: 2021-2024 Ülkelere Göre EA Satış Rakamları

Ancak, gelecekte karşılaşılabilecek zorluklar da göz ardı edilmemelidir. Batarya üretiminde gerekli olan lityum, kobalt ve nikel gibi hammaddelerin sürdürülebilir temini, enerji sektöründeki dönüşümle birlikte önemli bir sorun olmaya devam edecektir. Ayrıca, küresel şarj altyapısının geliştirilmesi ve entegrasyonu, elektrikli araçların yaygınlaşması için kritik öneme sahiptir (International Energy Agency, 2022).

Sonuç olarak, elektrikli araç pazarının geleceği, yalnızca çevresel sürdürülebilirlik açısından değil, aynı zamanda ekonomik büyüme ve teknolojik yenilikler açısından da büyük bir potansiyel sunmaktadır. Bu bağlamda, hükümetler, özel sektör ve araştırma kuruluşlarının iş birliği, sektörün gelecekteki başarısında belirleyici olacaktır.

4. ARAŞTIRMA VE METODOLOJİ

4.1 Araştırmanın Yöntemi

Nitel araştırma kapsam itibarıyla “gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi nitel veri toplama tekniklerinin kullanıldığı, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına yönelik nitel bir sürecin izlendiği araştırma” tanımıyla net bir biçimde açıklanmaktadır (Karataş, 2015). Tanımdan da anlaşılacağı üzere nitel araştırma yöntemi araştırmacıya olayları derin ve detaylı bir şekilde analiz edip yorumlayabilme imkanı sunmaktadır. Böylece araştırmacı istediği bilgilere çalışmada geniş bir perspektiften bakarak ulaşabilmektedir.

Araştırmacı bilgileri genellikle doküman analizi, görüşme veya gözlem yoluyla elde edebilmektedir. Böylece insan doğasını ve gerçekte olan sosyal düzeni tatmin edici bir şekilde analiz edebilmektedir (Baltacı, 2019).

Burada da öncelikli olarak EA’lara olan güveni ve gelecek planını anlayabilmek için öncelikle araştırma yapılmış, rasyonel datalarla desteklenmeye çalışılmış, sonrasında ise sektör içerisinden; gelişmeleri takip eden ve alanında dev otomotiv şirketlerinin gelecek planlamalarında aktif rol oynayan kişilerle mülakat gerçekleştirilmiştir ve sonuç bölümünde tüm bu araştırmalar ve mülakatta alınan cevaplar değerlendirilecektir. Bu kişiler ve pozisyonları aşağıdaki gibidir.

Türkiye, Amerika, Romanya, İspanya gibi birçok ülkede özel, hafif ticari, orta ticari ve ağır ticari kategorilerinde araç üretimi gerçekleştiren bir firmadan; bir direktör, bir genel müdür, bir operasyon ve yatırım lideri, bir fonsiyon müdürü, bir teknik lider, bir araç dış gövde lideri, bir elektrikli araç batarya sistemleri lideri, bir orta ticari araçlar dış gövde lideri;

İngiltere merkezli başka bir özel araç üreticisi firmasından bir ürün sahibi ve lideri;

Güney Kore merkezli, Türkiyede’ de üretim gerçekleştiren başka bir firmadan bir proje müdürü;

Almanya merkezli ve yine Türkiyede üretim gerçekleştiren diğer bir firmadan üretim grup müdürü

4.2 Verilerin Toplanması

Firmalardaki yetkililer ile yapılan görüşmelerde aşağıdaki sorular yöneltilmiştir:

1- Elektrikli araç pazarının şu anki durumunu nasıl değerlendiriyorsunuz? Mevcut trendler ve tüketici davranışları hakkında ne düşünüyorsunuz?

Bu soru ile sektörde önder ve etkiye sahip, aynı zamanda alınan kararlarda rol oynayan kişilerin pazarın mevcut durumu hakkında genel perspektifi nasıl değerlendirdiklerini yorumlamaları amaçlanmaktadır.

2- Teknolojik gelişmeler (batarya teknolojileri, şarj altyapısı vb.) pazarın büyümesini nasıl etkiliyor? Sektördeki rekabet dinamikleri gelecekte nasıl şekillenecek?

Bu soru ile teknolojik inovasyonların elektrikli araç pazarı üzerindeki etkisini; aynı zamanda firmalar arası rekabetin gelecek seyrini analiz etmek amaçlanmıştır.

3- Regülasyonlar ve hükümet teşviklerinin elektrikli araç pazarındaki rolü hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu politikalar gelecekte sektörü nasıl yönlendirebilir?

Bu soru; elektrikli araçlar üzerine hükümetlerce getirilen politika ve teşviklerin elektrikli araç pazarı sektörüne etkisini, aynı zamanda yöneticilerin bu konudaki beklentilerinin anlaşılmasına olanak sağlayacaktır.

4- Elektrikli araçlarla ilgili tüketici davranışları ve beklentileri hakkındaki gözlemlerinizi nelerdir? Tüketicilerin elektrikli araçlara geçişini hızlandırmak için hangi faktörler kritik öneme sahip? Bu konular üzerine çalışmalar yaparak elektrikli araç sektörüne geçişi kolaylaştırdığınızı düşünüyor musunuz?

Bu soru ile, tüketici algı ve beklentisinin elektrikli araç pazarındaki büyüme üzerine etkisini; aynı zamanda firmaların tüketici geçişini sağlarken bu faktörlere ne kadar önem verdiği detaylarına ulaşılması amaçlanmıştır.

5- Elektrikli araç pazarının önümüzdeki 5-10 yıl içinde nasıl bir gelişim göstereceğini öngörüyorsunuz? Şirketiniz bu süreçte hangi stratejik adımları atmayı planlıyor?

Bu soru ile yöneticilerin uzun vadeli görüş ve beklentilerini; aynı zamanda ait oldukları firmaların bu süre zarfında nasıl bir stratejik hamle ile seyir alacağını ve bu akıma adapte olmaya devam edip etmeyeceğini genel olarak açıklamayı amaçlamıştır.

4.3 Bulgular ve Tartışma

Araştırmanın analizi içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. ‘İçerik analizi, toplanan verilerin daha ayrıntılı incelenmesini ve bu verileri açıklayan kavram, kategori ve temalara ulaşılmasını gerektirir. İçerik analizinde, toplanan verilere odaklanılır; veri setinde sıklıkla tekrarlanan veya katılımcının yoğun vurgu yaptığı olay ve olgulardan kodlar çıkarılır. Kodlardan kategorilere ve kategorilerden de temalara gidilir. Kısaca birbirine benzediği ve birbiri ile ilişkisi olduğu tespit edilen veriler (kodlar) belirli kavramlar (kategoriler) ve temalar çerçevesinde bir araya getirilerek yorumlanır. İçerik analizinde katılımcıların görüşlerinin muhtevası sistematik bir şekilde ayrıştırılır (Baltacı,2019).

Soruları bir kez daha hatırlayarak yöneticiler ile gerçekleştirilen mülakat çıktılarını sıralamak gerekirse:

1- Elektrikli araç pazarının şu anki durumunu nasıl değerlendiriyorsunuz? Mevcut trendler ve tüketici davranışları hakkında ne düşünüyorsunuz?

- **Altyapının gelişimi** ile birlikte vergi ve yakıt avantajı sürdüğü sürece piyasadaki talebin artacağını düşünüyorum. Tüketici davranışlarının farklı ürünler piyasaya sunuldukça farklılaşacağını bekliyorum.
- Oldukça hızlı büyüdü diye düşünüyorum. Son 5 senelik sürece bakıldığında ilk çıktığında hem fiyatlar yüksekti ve bu kadar yaygın değildi, ama zamanla belli bir kesim için tercih edilir oldu. Özellikle **çevre temasına** vurgu genç kesim için önemli diye düşünüyorum. Yalnız **şarj süreci ve altyapı** daha da gelişmez ise, gelecek senelerdeki elektrikli araç satış adedi yavaşlayacaktır.
- Elektrikli araç pazarı hem Türkiye’de, hem de Avrupa’da büyümekte olan bir pazar. Ancak bu büyüme bundan 2-3 sene önce öngörüldüğü kadar hızlı bir değişim değil. 2022’ li yıllarda özellikle **devlet teşvikleri** ve EA’ ların şehir içlerine girişlerinin sınırlanması pazarın daha da büyüyeceğini gösteriyordu. Ancak son durumda talep o kadar yukarıda değil. Tüketiciler arasında EA

tecrübesi olmayan kişiler için çok cazip idi. Bu tip araçlar satılmaya başlanıp çevredeki kişilerden duydukları **şarj zorlukları** ve **menzil sorunları** sebebi ile özellikle Türkiye içerisinde şehir dışına da gidecek olan müşteri grubunda tercih olmaktan uzaklaşmaya başladı. Yine Türkiye’de **2. El değerinin** EV araçlarda gelecek için ICE araçlarda olduğu gibi bir resim çizmediğinden bu konudaki şüphede pazarı olumsuz etkiliyor.

- Elektrikli araç pazarı hızla büyüyor ve birçok bölgede içten yanmalı motorlu araçlara (ICE) alternatif olarak kabul ediliyor. **Batarya maliyetlerindeki düşüş** bu trendi hızlandıracaktır. Tüketiciler, **çevre duyarlılığı, düşük işletme maliyetleri** ve **yenilikçi tasarımlar** nedeniyle EV'lere yöneliyor. Ancak **menzil kaygısı, şarj süreleri** ve **şarj altyapısının** eksiklikleri halen geçişte bir engel. Bazı **ön yargılar ve esneklik endişeleri** müşterileri EV'lere karşı uzak durma eğilimine sokuyor. Örnek olarak, aracını **%95 oranında sadece şehir içi** kullanan bir kullanıcı için elektrikli araçlar idealken, **ön yargı** ve yanlış değerlendirme ile **menzili sorun edebiliyor**.
- Tüketiciler ve otomotiv endüstrisi için birçok belirsizlik ve yanıtsız soru ile dolu bir dönemden geçiyoruz. Bunun sonucunda, tüketiciler geri planda kalıyor ve piyasa oldukça zayıf. Nihayetinde durum netleşecek ve başka bir alternatif görünmeyecek olsa da, elektrikli araçların piyasaya ve yollardaki araç popülasyonuna tam anlamıyla hâkim olması uzun zaman alacaktır. Bu süreçte, otomotiv endüstrisindeki tüm aktörler için en zorlu meydan okuma, kendi yollarını seçmek olacaktır. Mevcut OEM'ler (orijinal ekipman üreticileri) için cazip bir yol, mevcut platformlarını olabildiğince uzun süre kullanmaya devam etmek, büyük yatırımlardan kaçınarak bunları ilgili ve rekabetçi tutmak, aynı zamanda elektrikli araç portföyünü daha düşük maliyetli segmentlere genişletmek ve maliyetleri düşürmeyi öncelik haline getirmek olmalıdır.
- Şehir içi elektrikli araç kullanımı yaygınlaşmış olsa da **yüksek hız gerektiren yolculuklar** yapan insanlar elektrikli araçları kullanmaktan çekiniyor. Nadiren yapılan bir eylem olsa dahi bu **özgürlüğün ortadan kalkması** kullanıcının istediği bir şey değil.
- Elektrikli araçlar tüm dünyada değişen tüketim alışkanlıklarıyla birlikte pazarda ciddi bir yer kazanmaya başlamıştır. Sektör devri içten yanmalı motorlu

araç üreticileri de bu değişimin bir parçası olmaya başlayıp çarka hız kazandırmıştır. Tüketiciler şu anda elektrikli araçları hızlı tüketim ürünü gibi değerlendirdiğini ve **kısa vadede marjinal faydaya** göre alışveriş yaptıklarını düşünüyorum. Zira **uzun vadede bu araçlara ne olacağını** alırken çoğu alıcının kafasında bir soru işareti yakmıyor, satın alım esnasındaki **ihtiyaca ve ayrıcalığa** göre şekilleniyor diye düşünüyorum. Önümüzdeki dönem, **Çin atağı ve Avrupalı/Amerikalı üreticilerin bu атаға yetişmeye çalışmalarıyla** bir de buna eklenen hibrit ve japon verimlilik unsurlarıyla keyifli ancak bir o kadar da bilinmezliğe doğru gidiyor.

- Elektrikli araçlar son yıllarda büyüyen bir trend göstererek popülaritesini yükseltti. Bu trendi hızlandıran başlıca sebeplerin genel olarak **çevre bilincinin artması**, insanların çevreye duyarlılığı ve bunun yanında **düşük maliyetli seyahat** fırsatlarına imkan sağlamasını söyleyebiliriz. Ancak araç maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle de tüketicilerin **mevcut trendler ile devam etme durumu** da söz konusudur.
- Dünyadaki bazı pazarlarda elektrikli araçlara yönelik daha yüksek bir talep olduğu bildiriliyor (çoğunlukla Çin, bazı ABD eyaletleri ve Kanada, artı İskandinavya). Batı ve Orta Avrupa gibi diğer pazarlarda, elektrikli otomobillerin daha yüksek satın alma maliyetleri göz önüne alındığında **hala ekonomik bir engel var**. Bu pazarlarda eğilimin devam etmesini ve kalan dünya pazarlarında (Güney Amerika, Orta / Akdeniz Avrupa / Afrika) yavaş bir artış olmasını beklenti içerisindeyiz.
- Otomobil üreticilerinin dünya haritası 2024 yıl sonu durumu incelendiğinde, son yıllarda, pazarın kontrolü birçok şirketin birleşmesiyle oluşmuş dev şirketlerin elinde olduğu görülmektedir. Çinli markaların ve üreticilerin yükselişi, otomotiv endüstrisinde yeni bir dönemin başlangıcına işaret ediyor. Günümüzde içten yanmalı klasik motorların yerini hibrit ve elektrikli araçların aldığı bir trend görülmektedir. Elektrikli ve hibrit araçları trendinin başını çinli ya da çinde imalat yapan firmalar başını çekmektedir.

2- Teknolojik gelişmeler (batarya teknolojileri, şarj altyapısı vb.) pazarın büyümesini nasıl etkiliyor? Sektördeki rekabet dinamikleri gelecekte nasıl şekillenecek?

- Bence **şarj altyapısı** özellikle **apartman tipi** yerleşimlere destek verecek duruma geldiğinde talep artacaktır. Sektördeki rekabet **yeni oyuncular** ve teknolojik atılımlarla değişecek. **Batarya teknolojisindeki değişim** çok etkili bir rol alacak.
- Pazarın **büyütebilecek yada küçültebilecek en önemli etken** diyebilirim. Burada önemli olan şarj istasyonuna ulaşım, kolayca şarja başlanması ve şarj süresi. Bu konuda yaygın ağ ve hızlı şarj rekabette çok önemli olacaktır. Son zamanlarda gördüğümüz **hızlı şarj sistemleri ya da batarya değişimleri gündemde**. Tabii bunların son müşteri için yaygınlaşması gerekiyor.
- Teknolojik gelişimler özellikle **menzil** konusunda **batarya kapasitelerinin artması** sektöre pozitif etki getirecektir mutlaka. Özellikle Çin araçlarını iç donanımlarının cazip olması yeni seviye ön göğüs panelleri, dijital ekranlar ve yazılımlar teknolojik gelişmelerin müşteri portföyünü nasıl etkilediğini net olarak gösteriyor. Bu araçların maliyeti, teknolojisi nihai müşteriler ile buluştukça **Avrupa menşeli araçların rekabette ciddi zorluklar yaşayacağını** bunun için AB'nin koruyucu bazı vergi tedbirler alacağını düşünüyorum. Bununla beraber de Avrupalı üreticiler kendi teknolojilerini yenilemeye gidecek diye düşünüyorum.
- Batarya teknolojileri ve şarj altyapısındaki gelişmeler, pazarın büyümesinde en önemli faktörler arasında. Daha yüksek enerji yoğunluğu, daha hızlı şarj süreleri ve daha uzun batarya ömrü kritik karar noktası şarj ağlarının genişlemesi ve ultra hızlı şarj teknolojileri, menzil kaygısını azaltıyor. **Çin’li imalatçıların geliştirdiği teknolojiler** ve ekosistem, EV pazarını ciddi ölçüde ayağa kaldıracak. **Avrupalı imalatçılar** bu anlamda **takipçi pozisyonuna** düşecekler. Yazılım ve bağlantılı araç hizmetleri, üreticilerin farklılaşmasını sağlayan önemli unsurlar haline geliyor. Burada ekosistemi kurmanın önemi ortaya çıkıyor, sistemleri entegre etmeyi becerenler, büyük kar sağlayacaklar.
- Batarya teknolojilerindeki en büyük zorluk maliyettir. Elektrikli araçların hızlı bir şekilde yaygınlaşmasını sağlamak için araç satın alma maliyeti ve geleneksel bir araca kıyasla maliyet artışı kritik öneme sahiptir. Bu noktada, batarya maliyeti en baskın unsurdur. Bu nedenle, OEM'ler ve tüketiciler daha düşük maliyetli batarya teknolojileri için çaba göstermeye devam etmelidir.

Şarj altyapısının yetersiz olduğu pazarlarda, bu durum, büyük nüfus merkezlerinin dışında elektrikli araçların benimsenmesini etkileyen diğer bir önemli faktör haline gelir. Güvenilirlik ve kullanım deneyimi ise artık oldukça gelişmiş durumda ve giderek daha az endişe yaratmaktadır. Rekabet dinamikleri açısından en önemli soru, başka bir toplumun batarya teknolojisi alanında Çin'in hakimiyetine meydan okumaya hazır olup olmadığıdır. Bu teknolojiye giriş maliyetleri, geçmişte içten yanmalı motor teknolojisinin rekabet gücünü belirleyen kilit teknoloji olduğu dönemlerdeki kadar yüksek hale gelmiştir. Sonuç olarak, pazardaki tüm katılımcılar, batarya alanında hakimiyetlerini genişleten birkaç kilit oyuncuyla karşı karşıya kalmaktadır.

- Henüz **kapasite ve voltaj arttırımı** dışında kullanımda olan yeni bir teknoloji mevcut değil. Çin menşeli firmalar önderliğinde yürüyen bir sektör haline geldi. Burada asıl ilerleme Çin'deki batarya yönetim sistemleri know-how'ı olduğunu düşünüyorum.
- Teknolojisini özellikle de **pil kısmını kendi üretenler** çok önde yer alacaktır, alıyor bile. Aynı kendi içten yanmalı motorunu üreten üreticiler gibi. Şarj altyapıları az çok oturdu ve çoğu firma benzer hizmetleri çok iyi bir şekilde sunuyor. Rekabet, uzun menzil piller ile (+1000km) farklı bir noktaya gidecektir, o güne kadar bir süre daha sektörde elektrikli araçlara karşı olan **'menzil direnci'** devam edecektir. **2015 yılında yazdığım makalemden büyük çoğunluk elektrikli araçların menzilin onları kullanım alışkanlıklarına yetecek olmasına rağmen menzilin onlar için bir engel olduklarından bahsetmiştim.** Bir diğer ana rekabet unsuru da **maliyet**. Maliyeti olabildiğince hızlı düşürecek olan her zaman kazanır.
- Kullanıcı deneyimi ile birebir ilişkili olan teknolojik gelişmelerin en başında daha **uzun menzil** ve daha **hızlı şarj** süreleri gelmektedir. EV'lerin cazibesi yani pazarın büyümesi, araçların daha uzun mesafe gitmesi, daha hızlı şarj olması ve şarj istasyonlarının artması ile sürücülerin daha rahat yol almasıyla sağlanacağını düşünüyorum. Rekabet, özellikle **batarya teknolojisi ve şarj altyapısı** konularında daha verimli ve yenilikçi çözümler geliştiren firmalar arasında yoğunlaşacaktır.

- Günümüzde elektrikli araçlar üreten daha fazla araç üretici çeşidi var (rekabet). Ancak bunlardan sadece birkaçı **popüler fiyatlara** sahip. Bu, ürünün popülerleşmesi ve ardından hararetli bir pazar yaratılması için bir engel görevi görüyor. Diğer üreticiler de fosil yakıtlara paralel alternatifler geliştirse de (örneğin hidrojenle) piller gerçekten eskisinden daha güvenilir. Ürün satın alımı için daha fazla fırsat vermek, kesinlikle **şarj altyapısı ve ürün teknolojisi geliştirme** talebini tetikleyecektir.
- Yeni teknolojiler ile pazarda içten yanmalı tercih eden müşterilerin önemli bir yüzdesi elektrikli ve hibrit araçlara geçiş yapmış ve yapmaya devam edecektir. Dünya üzerindeki nüfusun artışı ile birlikte Y ve Z kuşağının daha önce araç sahibi olmayanlarının teknolojik cihaz kullanma trendi ile pazarda bir büyümede görülmektedir.

3- Regülasyonlar ve hükümet teşviklerinin elektrikli araç pazarındaki rolü hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu politikalar gelecekte sektörü nasıl yönlendirebilir?

- Hükümet teşviklerinin sürekli olduğunu düşünmüyorum. Çevre amaçlı değil başka amaçlarla yapıldığını düşünüyorum. Hemen yakın zamanda elektrik kullanımına göre ekstra faturalara artış yapıldı bile.
- Şu ana kadar olan rolü oldukça kritikti, özellikle **Batılı ülkelerde**. Bazı ülkeler **karbon emisyonlarını azaltmak için** teşvikler veriyor. Bunun, elektrikli araçların tercih edilmesi konusunda da önemli bir rol oynadığını düşünüyorum. Ama elektrikli araçların **sayıları arttıkça**, artık bu araçlar **normalize olacaktır ve teşvikler azalacaktır** diye düşünüyorum.
- Hükümet teşvikleri özellikle **iklim değişikliğini ve hava kirlenmesi önleyici** içerikler ile müşterilere sağlanacak olan finansal teşviklerin belirleyici olduğunu 2024 senesi evvelinde gördük. Bu teşviklerin temelinde **devreye giren ve girecek olan regülasyonlar** var ki, o da **teşvikleri tetikliyor**. **Sıfır Karbon hedefi de 2030'dan sonra herşeyi yeniden şekillendirmiş olacak.**
- Hükümet teşvikleri ve düzenlemeler, EA pazarının büyümesini hızlandırıyor. Gelecekte, **karbon emisyon** standartlarının sıkılaştırılması, yenilenebilir enerji ile çalışan **şarj altyapısına yönelik teşvik ve politikalar yaratılması**, şehir için IYMA' ların yasaklanması gibi uygulamalar bekleniyor, bu EA, Hidrojen

ve Fuel Cell çalışmalarını hızlandıracak.

- Hükümetler, düzenlemeler ve teşvikler konusundaki görüşlerini değiştirebilir ve hükümetlerin kendisi de değişebilir. Bu durum, 20 yıl sürecek bir süreçte onların rolünü sorunlu hale getirir, çünkü belirsizliği artırır. Bu nedenle, politikalar mümkün olduğunca istikrarlı ve yüksek seviyede kılavuzlar olmalıdır ve en üst düzeyde (örneğin AB düzeyinde) belirlenmelidir. Hollanda ve Norveç'te elektrikli araçların satın alımı ve kullanımıyla bağlantılı teşvik paketleri buna iyi bir örnektir.
- Çeşitli ülkelerde örneklerini gördük. Ancak bu tekil örnekler genele yayılamadı ve hükümet bazı **teşvikler zamanla son buldu**. Teşvikler bu kullanımı ticari olarak mantıklı kıldı ancak elektrikli araçların kullanımında yaşanan sorunlara bulunan çözümlerin devreye alınma hızı bu teşviklerin yaşam süresini yakalayamadı. **Teşviklerin sürekliliği elektrikli araçların “alışkanlık” oluşturma sürecini yakalayamadan sona eriyor gibi gözüküyor.**
- **Regülasyonlar** her şeydir, ancak onlar bile değişime tabi olabilir. Örneğin AB'nin 2023'den sonra benzinli araç üretmeyeceğiz kararı gibi. Geri adım atmak zorunda kaldılar, çünkü ne lityum kaynakları ne de otomobil üreticileri bu hıza ayak uyduramadılar. Bu esnada Çin 20 küsürüncü elektrikli araç modelini piyasa sunmuştu. Dolayısıyla bazı kararlar tepeden zorlama ineceği gibi, aşağıdan yukarı bir modelleme de olabilir. Yine bir başka bekleyip göreceğimiz bir eraya giriş yapıyoruz. Unutulmaması gereken şey, otomobiller hiçbir zaman bir kişiyi sadece A noktasından B noktasına götürmek için yapılmadı, ve bence üreticilerin ve devletin bundan 10 sene önce atladığı yegane unsurlardan biri oldu. Otomobiller birer hızlı tüketim ürünü değildir ve iPhone muamelesi yaparlarsa, Nokia'ya dönüşülmesi an meselesidir. **Teşvik** her üründe olduğu gibi otomobil seçimi yaparken de önemli bir unsur olabilir, ancak içinde bulunduğumuz **değişken ekonomik** çevrede yeterince büyük olmayan bir teşvik alıcıyı beklenildiği ölçüde etkilemeyebilir. Ancak toplu **devlet veya kamu alımları** gibi yüzler hatta binlerce alım yapılacak kalemler **için çok önem arz etmesi** çok mümkündür.
- Hükümetlerin koyduğu çevre dostu kurallar ve teşvikler, EV pazarını önemli ölçüde şekillendiriyor ve destekliyor. Uygulanan vergi indirimleri, devlet destekli kurulan

şarj istasyonları ve çevreyi koruma amaçlı oluşturulan karbon emisyonu hedefleri, üreticileri ve tüketicileri EV tercihinə teşvik ediyor. Gelecekte bu tür politika ve atılımların daha da güçleneceğini bekleniyor. Bu da pazarın daha da büyümesini sağlayacaktır.

- Yapılan regülasyonlar, kendi ülkelerindeki imalat ve işçi istihdamını artırmak için büyük rol oynar iken , önceliği yerli imalat ve EV sektörüne veren ülkelerde elektrikli araç pazarının artarak , geleneksel araçların yerine tercih edilmesine öncelik edecektir.

4- Elektrikli araçlarla ilgili tüketici davranışları ve beklentileri hakkındaki gözlemleriniz nelerdir? Tüketicilerin elektrikli araçlara geçişini hızlandırmak için hangi faktörler kritik öneme sahip? Bu konular üzerine çalışmalar yaparak elektrikli araç sektörüne geçiş kolaylaştırdığınızı düşünüyor musunuz?

- Kullanıcılar fayda maliyete bakarak karar verecektir diye düşünüyorum. LPG li araçlar ilk çıktığında maliyeti 1/8 iken daha sonraki artışlar ve vergiler ile 2/3 e kadar indi. Bu sebeple elektrik ile ilgili de mutlaka **ek vergiler** gelecektir diye düşünüyorum. **Menzil ve şehirlerarası kullanım** ile ilgili altyapı oluşmadığı sürece sınırlı kalacağını veya evdeki ikinci araç olmaktan ileri gitmeyeceğini düşünüyorum.
- En önemli beklenti **hızlı şarj ve şarj istasyonlarının yaygın olması gerekliliği**. Bunların devamında da **uzun menzil** ihtiyacı gelecektir müşteri tarafından. **Batarya maliyeti** de kritik tabii ama öncelikle müşteri beklentisine hizmet edecek şekilde hızlı şarj olması daha önemli bence binek grubunda. Yanlı ticari tarafta **batarya maliyeti ve menzil** çok kritik. Ticari araçlar durdukça para kaybeder, bu sebepten pil ve menzil ticari için çok öne çıkmaktadır. Bunun yanında elektrikli araçlar, daha çok hayatını planlayan toplumlar için şu anda daha uygun diye düşünüyorum. Ne zaman yola çıkacağını, eve geleceği bilen, trafik konusunda çok problemi olmayan, arabasını şarj etmek için plan yapabilen toplumlar çok öne çıkar bu noktada bence. Trafikte 1 dakika daha beklemeye tahammülü olmayan, oldukça uzun süreler çalışıp mesai dışı boş vaktini, evine, ailesine yada çevresine vermek isteyen kişiler için, **şarj süresi büyük bir problem** olarak ortaya çıkacaktır.

- Bu konuya önceki sorulardaki yanıtlarımla cevap verdiğimi düşünüyorum. **Menzil** konusu en belirleyici husus olduğu için **hibrit** araçların yakın dönemde popülerliği daha da artabilir, ama EV araçların **batarya teknolojilerindeki gelişmeler** belirleyici olacak. Şarj imkanlarının artması ve insanların araçlarını park ettiği yerde tekrar çekmeden bırakabiliyor olmaları da önemli.
- Tüketicilerin elektrikli araçtan beklentileri; elektrikli araçların **uzun vadeli kullanım maliyetleri**, ICE araçlara kıyasla daha düşük. Düşük karbon emisyonu Otonom Sürüş, bağlantılı araç sistemleri, şık tasarımlar bunlara örnek olarak verilebilir. Tüketicilerin elektrikli araca geçişini hızlandırmak için ise; daha **geniş şarj ağı** ve **hızlı şarj istasyonları**, **daha uzun menzil**, ölçek ekonomisinden faydalanma ve **rekabetçi fiyatlar**, kullanıcının endişelerini ve önyargılarını giderme ve bilinçlendirme örnek olarak verilebilir.
- Sözde "Erken Benimseyenlerin" çoğu, elektrikli araç satın alma ve kullanma kararını çoktan vermiştir. Bundan sonra bu karar, artık değer temelli (CO₂, iklim değişikliği) olmayacak, ekonomik ve pratik anlamda mantıklı olmalıdır. Bu nedenle, uzun vadeli teşvikler ve elektrikli araçlara bağlı maliyetler giderek daha önemli hale gelecektir. Donanım ürün geliştirme ekipleri için ise, israfi ortadan kaldırmak ve sıfırdan geliştirilen elektrikli araçların genel çekiciliğini desteklemek amacıyla bileşenlerini ve sistemlerini daha maliyet verimli hale getirmenin yollarını bulmak önemli bir zorluk olacaktır.
- İlk etapta beklenti **şarj hızının** yükselmesiydi. Ancak hızlar arttıktan sonra görüldü ki, bataryanın **yüksek süratlerdeki tüketim hızı** da bu beklentiyi karşılamıyor. Gelişen güvenlik önlemleriyle seyahat süratleri arttı ancak batarya ve elektrikli araçlar bu hızı sağlayamıyor.
- Aslında bu maddeden biraz diğer sorulara olan cevaplarımda bahsettim. **Tüketici davranışı değiştirmek** üzerine onlarca toerem ve davranış bilim analizi zaman içerisinde yapılmıştır. Benim bu noktada ekleyebileceğim tek değişen herkesin dilinde olan **menzil** ve **şarj süresidir**. Buna ek olarak benzin istasyonlarında bir **benzin deposu doldurma süresinde araç pili değiştirilebilen bir ortam** oluşursa gerçek direnç görülebilir. Buna ek olarak

gerçek direnci anlamak adına Hyundai içten yanmalı hissiyatını yaşatmak için **IONIQ 5N** aracında vites, motor sesi ve devir kesici modu entegre etti ve şaşırtıcı şekilde aşırı gerçekçi ve doğaldı. Satış rakamları ne kadar başarılı olduğunu gösterecektir.

Teoremlerden bir tanesi insanların bu tarz pahalı objeler alırken **iki ana karar verme yolu** kullandığını savunur, **biri peripheral diğeri central route**. Biri tamam mantığa, ihtiyaca dayalı karar verirken diğeri; bu obje çok havalı, bunun içinde mükemmel gözükürüm der ve alıma gider.

Otomobil bunlardan hangisi? Zamanla müşteri davranışlarını satış rakamlarına ve geri-dönüşlere göre inceleme fırsatı bulunabilir.

- Tüketicilerin elektrikli araçlardan en temel beklentileri daha uzun menzil, hızlı şarj ve uygun fiyat gibi özellikler diyebiliriz. EV'lerin benimsenmesini hızlandıracak faktörler arasında şarj altyapılarının yaygınlaşması, batarya maliyetlerinin düşmesi ve bu sayede araç fiyatlarının daha erişilebilir hale gelmesi söylenebilir. Direkt EV ile ilgili olmasa da araç içi donanım da kullanıcı için tercih edilen bir faktör. Elektrikli aracın tüketicideki algısı, daha donanımlı araç olarak söylenebilir.
- Basitçe söylemek gerekirse, elektrikli araçların yaygınlaşmasındaki temel sorun fiyattır. Ekonomik performansın belirgin şekilde olumsuz olduğu piyasalarda, elektrikli araçlar genellikle bir zorunluluk yerine gereksiz bir lüks olarak görülmektedir. Geleceği hakkında belirsizlik yaşayan bir tüketici, büyük alımlar yapmayı ya da borç altına girmeyi düşünmeyecek ve bunu yapmak zorunda kaldığında da pahalı seçeneklere yönelmeyecektir.
- Elektrikli araçlar sadece elektrik ile çalışması önceliklendirilmeyip müşteriler tarafından digital ve sosyal medya ağırlıklı uygulamalar ile birlikte kullanılması akıllı telefon gibi değerlendirilir hale gelmiştir. Menzillerinin uzatılarak şarj sürelerinin kısılması gerekmektedir. Bunun ile birlikte şehir içinde evden şarj ile harika bir ekonomi sağlamaktadır. Servis ağlarının ve eğitilmiş tekniker sayısının artması sağlanmalıdır. Kullanıcılardaki en büyük çekingenlik nedenlerinin başında gelmektedir.

5- Elektrikli araç pazarının önümüzdeki 5-10 yıl içinde nasıl bir gelişim göstereceğini öngörüyorsunuz? Şirketiniz bu süreçte hangi stratejik adımları atmayı planlıyor?

- Şirketimiz **iki yönlü** ilerlemeye devam ediyor hem **elektrik** hem de **hidrojen** bazlı çalışmalar sürdürüyor. Batarya teknolojisinde kapasiteyi **enerji/kütle** büyük bir gelişim olmadığı sürece belli bir oranı geçeceğini düşünmüyorum. Büyük şehirlerde **bireysel araç alımından çok geçici süreli kiralamaların** elektrikli araçlar ile yapılması çok muhtemel. Otonom ve elektrikli araçlar yaygınlaşacaktır diye düşünüyorum **ama uzak mesafeler** veya **altyapı sıkıntısı** olan bölgelerde **hybrid** veya **fosil** ile devam edileceği görüşündeyim.
- Pazar mutlaka büyüyecektir, daha yeni yeni pratikte hayatımıza girmeye başladı elektrikli araçlar, bu sebeple satışları artacaktır.
- Şirketimiz **her aracın tam elektrikli versiyonlarını pazara sunma** stratejisi paralelinde çalışıyor. Tabii bunları pazara girişi pazar dinamikleri, ekonomik gelişmeler, müşteri beklentileri paralelinde olacağı kadar regülasyonlarda en önemli faktörleri oluşturuyor.
- **2030'a** kadar **EV'** lerin toplam otomobil satışlarının **%50-60'ına** ulaşacağı tahmin ediliyor. Bununla birlikte: Otonom sürüş özellikleri artacak, hayatı kolaylaştıracak ve yenilenebilir enerji kaynakları artacak. Şirketler bunun için: daha **verimli** ve **ekonomik batarya teknolojileri** ve otonom sürüş sistemleri geliştirmek, şarj istasyonlarını artırmak ve kullanıcı deneyimini geliştirmek, maliyetleri düşürmek ve sürdürülebilirliği artırmak için yerli kaynaklardan faydalanma, EV' lere geçiş konusunda farkındalık yaratma çalışmaları yapmak gibi konulara ağırlık veriyor.
- Beklentim, daha uygun fiyatlı araç seçeneklerinin piyasaya sunulmasıyla birlikte elektrikli araçların yavaş ama istikrarlı bir şekilde yaygınlaşması yönünde. Hibrit veya menzil uzatıcı teknolojilerin, başlangıçta tahmin edilenden çok daha uzun süre geçerliliğini koruyacağını düşünüyorum. Bu doğrultuda, FORD ekibi, portföyünde geniş bir sürüş seçeneği yelpazesi sunmaya devam ederek esnek kalmakta ve tüketicilere özel ihtiyaçlarına yönelik çözümler sunmaktadır.

- **Hibrit** araçların yatırımlarının devam edeceği öngörüsündeyim. **Alternatif yakıt** yöntemlerini kullanarak batarya kullanımı mümkün olabilir gibi duruyor. ICE üniteyi kullanarak batarya şarj etmek buradaki kesin çözüm gibi görülebilir.
- Günden güne **pazar payı büyüyecektir**, amaca uygun alım devam eder ve gelişerek artar. Şirketim her konuda olduğu gibi bu konuda da tüm gerekli adımları ve yatırımları yapmaktadır.
- Önümüzdeki yıllarda elektrikli araçların daha yaygın hale geleceği kesin diyebiliriz. Özellikle **batarya teknolojisi ve şarj altyapısı** daha da iyileşecek. Biraz açacak olursak, batarya verimliliği, otonom sürüş teknolojileri ve sıfır emisyon hedefleri, EV'lerin tüketici için daha da cazip hale gelmesini sağlarken üreticileri de bu teknolojileri geliştirmeleri için kıyasıya bir rekabet içine sokacaktır. Şirketimiz bu süreçte inovasyon odaklı yatırımlar yapmayı ve sürdürülebilir çözümler sunmayı planlıyor. Ayrıca, kullanıcıların EV'lere daha kolay erişebilmesi için şarj istasyonları gibi altyapıların güçlendirilmesi konusu da desteklenmelidir.
- Önümüzdeki yıllarda Avrupa, Güney Amerika ve Afrika pazarlarında hafif bir gelişme, hali hazırda istikrarlı olan pazarlarda ise güçlü bir konsolidasyon öngörüyorum (yukarıda bahsedildiği gibi). Şirketim, 2019'dan beri elektrikli araçlar (hatta tamamen elektrikli ticari araçlar) sunuyor.
- 5-10 yıl içinde bu teknolojiye yetişemeyen firmalar global firma listesindeki yerini kaybedeceğini düşünüyorum. Belkide 10 yıl sonra listedeki isimler dinamik olarak yer değiştirecek bazıları listede bulunmayacaktır.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Farklı araç üretici firmalarından yöneticiler ile yapılan mülakat çıktıları da göz önünde bulundurularak; elektrikli araç pazarının oluşum baş noktası olarak doğa dostu ve devletlerin **karbon ayak izini** sıfıra indirme amaçları ile birlikte **düşük maliyetli ulaşım** hedefleri kapsamında şirketler tarafından bu trend ortaya çıkmıştır. Fakat mevcut durumda müşteri tarafında birtakım kaygılar vardır.

Bunlardan **birincisi** şarj alt-yapı desteğidir. İçten yanmalı araçlara nazaran şarj altyapı noktalarının henüz global anlamda oturmamış olması sebebiyle tercih edilmeme kaynaklarından biridir. Yönetici yorumlarından alınan genel izlenim zamanla apartman tipi şarj sistemlerinin yayılması ve talebi karşıladığı koşulda müşteri potansiyelinin parabolik bir şekilde artacağı yönündedir. Bunun dışında mevcut trendlerin Hibrit cephesinde artış gösterdiği yorumu da getirilebilir.

İkincisi şarj süresidir. Her ne kadar alt-yapı desteği yakın mesafede bulunsada insanlar içten yanmalı araçlara nazaran 3-5 dakika içerisinde araçlarını şarj edemez. Bu konu ile ilgili farklı firmalar tarafından batarya ve şarj teknolojileri üzerine çalışmalar devam etmekte; hızlı şarj desteğinin sağlanması ile birlikte kısa sürede batarya değişimi yapılarak tıpkı içten yanmalı araçlarda yakıt süresi kadar kısa bir sürede batarya değişimi yapılabilmesi konusunda farklı çalışmalar yürütülmektedir.

Üçüncü ve en önemli kaygılardan biri olarak EA' ların menzil koşulları örnek verilebilir. Genellikle şehir içi ulaşım yapan bir kesim için çok problem teşkil etmeyen bu madde, uzun yol mesafe sürüşlerinde sürücülerin temel kaygı kaynakları arasında yer almaktadır. Şarj istasyonu ağının kırsal bölümlerde global anlamda henüz yayılmadığı da değerlendirildiğinde mevcut durumda EA' lara olan bağlılığı düşürme noktasında kullanıcıların akıllarındaki soru işaretlerinden birisidir. Bu bağlamda batarya teknolojilerini geliştirme ve önderlik etme noktasında yönetici yorumlarına da istinaden Çin verilebilir.

Dördüncü olarak EA' ların 2. El değerinden bahsedilebilir. Henüz pazar payının tam olarak yerini alamaması ve geçiş sürecinin devam etmesiyle birlikte; aynı zaman da batarya kullanım ve değişim süreleri ortalama 5 sene olarak değerlendirildiğinde EA' ların 2. el değeri İYMA' lara nazaran daha fazla değer kaybı yaratmaktadır. Bununla

birlikte global sigorta şirketleri de henüz EA' lar üzerinde hangi kaza tiplerinde nasıl hasar oluşacak konularında çalışmalarına devam etmekte ve çalışmalarının çıktılarına göre hasar tespit ve değerlendirilmesini doğru şekilde yapmayı amaçlamış, buna istinaden de poliçe rakamlarını düzenlemeye ve müşterilerine gelecekte daha iyi hizmet verebilmek için çalışmalarına devam etmektedir.

Beşinci unsur olarak devlet teşvikleri ön plana çıkmaktadır. Teşviklerin olduğu dönemde EA satış rakamlarının yükseldiği ve EA mobilitayı arttırmayı teşvik ettiği görülmüştür. Avrupa sıfır emisyon hedefiyle birlikte tüketiciler bu teşviklerle desteklenmiştir. Yöneticilerden alınan bilgilere göre bu teşviklerin EA ekosistemi oturana kadar devam etmesi ve araç oranın belli bir oranda üstünlük sağlayabilecek pozisyona gelmesi öngörülmüyor. Öngörü belirlenen hedeflere ulaşıldığı durumda bu teşviklerin zamanla azalacağı yönündedir.

Gelecekte nasıl bir senaryo bizi bekliyor sorusuna yanıt olarak öncelikle 3.2 ve 3.3 bölümlerindeki rasyonel tabloları değerlendirmek, EA' ların günden güne artan satış rakamlarını göz ardı etmemek gerekir. Diğer yandan her gün gelişen teknoloji, firmalar arasında yapılan ortaklıklar ve işbirliklikleri de düşünüldüğünde 2030 sıfır emisyon hedefine ulaşma yolunda global anlamda bir seyir izlenmektedir. Bununla birlikte önceki süreçte araçlar yalnızca A noktasından B noktasına ulaşımı sağlayan bir unsur olarak değerlendiriliyorken; yine gelişen teknoloji ile birlikte teknolojik bir cihaz olarak tasarımlarını devam ettirmektedir. Görüşmeler, farklı firmalardan yöneticiler ile gerçekleştirilmiş ve her araç üreticisi firmasının kendi kapsamında EA' lar üzerine çalışmalarına devam ettiği ve edeceği gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

Automotive News. (2023). The future of ICE vehicles in a shifting market. Retrieved from <https://www.autonews.com>

Bae, C., Kim, J. (2017). Alternative fuels for internal combustion engines. Proceeding of the Combustion Institute, 36(3), 3389-3413. <https://doi.org/10.1016/j.proci.2016.06.020>

Baltacı, A. (2019). Nitel araştırma süreci: Nitel bir araştırma nasıl yapılır? Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5(2), 368-388.

Bloomberg New Energy Finance (BNEF). (2021). Electric vehicle outlook 2021. Retrieved from <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>

BloombergNEF. (2022). Electric vehicle outlook 2022. Retrieved from <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>

BloombergNEF. (2023). Electric vehicle outlook 2023. Bloomberg New Energy Finance. <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook>

BP. (2020). BP Statistical Review of World Energy 2020. BP. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf>

Breetz, H. L., McCormick, A. L. (2022). Electric vehicles and the transition to renewable energy: Challenges and opportunities. Energy Policy, 158, 112-124. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112084>

Bottery, S. (2008). The future of global oil prices: A long-term perspective. Energy Economics, 30(4), 321-340. <https://doi.org/10.1016/j.econener.2008.03.004>

Chan, C. C. (2007). The state of the art of electric, hybrid, and fuel cell vehicles. Proceedings of the IEEE, 95(4), 704-718. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2007.892489>

Collins, D. (n.d.). How do car engines work? Retrieved from <https://www.explainthatstuff.com/how-car-engines-work.html>

Eberle, U., Helms, H. (2010). The renewable energy era: Trends in the electric vehicle industry. Journal of Renewable Energy Studies, 12(3), 21-34.

Ehsani, M., Gao, Y., Longo, S., Ebrahimi, K. (2018). Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles: Fundamentals, theory, and design. CRC Press.

Hawkins, T. R., Gausen, O. M., Strømman, A. H. (2019). Environmental impacts of electric vehicles: A review of the literature. Renewable and Sustainable Energy

Reviews, 51, 1484-1495. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.153>

Hawkins, T. R., Singh, B., Majeau-Bettez, G., Strømman, A. H. (2013). Comparative environmental life cycle assessment of conventional and electric vehicles. *Journal of Industrial Ecology*, 17(1), 53-64. <https://doi.org/10.1111/jiec.12011>

Huang, B., Pan, Z., Su, X., An, L. (2018). Recycling of lithium-ion batteries: Recent advances and perspectives. *Journal of Power Sources*, 399, 274-286.

International Energy Agency (IEA). (2019). Global EV outlook 2019: Scaling-up the transition to electric mobility. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>

International Energy Agency (IEA). (2021). Global EV outlook 2021. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021>

International Energy Agency (IEA). (2022). Global EV outlook 2022. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022>

International Energy Agency (IEA). (2023). Global EV outlook 2023: Accelerating the transition to electric mobility. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>

International Energy Agency. (n.d.). Global EV data explorer. International Energy Agency. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer>

Jannatkah, M. (2020). Global oil reserves and future projections: A comprehensive analysis. *Journal of Energy Studies*, 15(3), 123-145. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2020.01503>

Karataş, Z. (2015). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. *Manevi Temelli Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 62-80.

Kirsch, D. A. (2000). *The electric vehicle and the burden of history*. Rutgers University Press.

Kromer, M. A., Heywood, J. B. (2021). *Electric vehicles: The role of public policy in transforming the automotive industry*. MIT Press.

Lutsey, N., Sperling, D. (2012). Regulatory and technological barriers to electric vehicle adoption. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 48, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2012.10.005>

Martins, J. F. P. B. (2020). Alternative fuels for internal combustion engines. *Energies*, 13(16), 4086. <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-gasolinecars-work>

Nicholas, M. A., Hall D., Lutsey, N. (2019). Quantifying the electric vehicle charging infrastructure gap. The International Council on Clean Transportation.

Nykqvist, B., Nilsson, M. (2015). Rapidly falling costs of battery packs for electric

vehicles. *Nature Climate Change*, 5(4), 329–332.
<https://doi.org/10.1038/nclimate2564>

Ogden, J., Anderson, L. (2011). Sustainable transportation energy pathways: A research summary for decision makers. University of California, Davis. Retrieved from <https://steps.ucdavis.edu>

Sierzchula, W., Bakker, S., Maat, K., Van Wee, B. (2020). The influence of financial incentives and policy measures on electric vehicle adoption: A comparative analysis of 20 countries. *Energy Policy*, 142, 111-124.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111084>

Tushar, S., Ma, Z. (2021). Environmental impact and energy efficiency of electric vehicles in urban areas. *Environmental Science & Technology*, 55(9), 6072-6080.
<https://doi.org/10.1021/acs.est.1c01939>

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2024). Motorlu kara taşıtları istatistikleri, 2024.
<https://www.tuik.gov.tr>

Transport & Environment (T&E). (2020). Battery electric cars: Climate-friendly vehicles for Europe. Retrieved from <https://www.transportenvironment.org>

Transport & Environment (T&E). (2021). Electric vehicle charging times and their impact on the transition to sustainable transport.
<https://www.transportenvironment.org>

U.S. Department of Energy. (2021). Energy efficiency and renewable energy. U.S. Department of Energy. Retrieved from <https://www.energy.gov/eere>

U.S. Department of Energy. (n.d.). Advantages and disadvantages of gasoline vehicles. Alternative Fuels Data Center. Retrieved from <https://afdc.energy.gov>

Weform, R. (2016). Global oil demand and supply projections: Price implications and risks. *Journal of Energy and Environmental Studies*, 22(2), 56-70.
<https://doi.org/10.1007/s10669-016-0220-2>

Wu, G., Inderbitzin, A., Bening, C. (2021). Total cost of ownership of electric vehicles compared to conventional vehicles: A probabilistic analysis and projection across market segments. *Energy Policy*, 109, 447-460.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.07.010>

World Economic Forum. (2022). The future of batteries: Innovation trends and challenges. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/future-of-batteries>

ÖZGEÇMİŞ

2014 yılında Habire Yahşi Anadolu Lisesinde ortaöğretim eğitimimi tamamladıktan sonra 2018 yılında Kocaeli Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünde lisans eğitimimi tamamladım. Sonrasında iş hayatına atılmam ile birlikte izleyen süreçte Gebze Teknik Üniversitesi İşletme Anabilim dalında Yüksek Lisans eğitime başladım. Mevcutta global bir araç üretici firması kapsamında Ar-Ge birimi Ürün Geliştirme Departmanı'nda iş hayatıma devam etmekteyim.



TEZ METNİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

Kucuksahin B., Gok M. S., (2025), “Growth dynamics of electrical vehicle market”, 14th International Management and Social Sciences Conference, 139-140, Istanbul, Turkey, 24-26 January.

