KÜÇÜK BOYUTLU ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN ŞEHİR İÇİNDE KULLANIMININ ARTTIRILMASINA YÖNELİK SÜRDÜREBİLİRLİK ANALİZİ

Aylin ÇAPRAZ

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KÜÇÜK BOYUTLU ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN ŞEHİR İÇİNDE KULLANIMININ ARTTIRILMASINA YÖNELİK SÜRDÜREBİLİRLİK ANALİZİ

Aylin ÇAPRAZ
0009-0002-6545-4137

Prof. Dr. Mehmet İhsan KARAMANGİL
0000-0001-5965-0313
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
HİBRİD VE ELEKTRİKLİ TAŞITLAR ANABİLİM DALI

BURSA – 2024
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KÜÇÜK BOYUTLU ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN ŞEHİR İÇİNDE KULLANIMININ ARTTIRILMASINA YÖNELİK SÜRDÜREBİLİRLİK ANALİZİ

Aylin ÇAPRAZ

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Hibrid ve Elektrikli Taşıtlar Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet İhsan KARAMANGİL

Dünyaya salınan toplam CO_2 gazının %76'sı karayolu ulaşımından meydana gelmektedir. Paris Antlaşması hedeflerine ulaşabilmek için ulaşım kaynaklı yayılan sera gazı emisyonunun önünün hızlıca kesilmesi gerekmektedir. Bu sebeple ulaşımda temiz enerjinin öncüsü olan sıfır egzoz emisyonlu elektrikli araç modelleri yaygınlaşmaktadır. 2022'de 26 milyondan daha fazla elektrikli aracın yollarda kullanıldığı kaydedilmiştir. Bu olumlu bir gelişme gibi gözükse de otomotiv üreticilerinin daha çok kâr edebilmek adına özellikle SUV (Spor amaçlı araç) gibi daha ağır ve daha büyük elektrikli araç modellerini, her sene daha fazla olacak şekilde piyasaya sürmeleri, kentlerdeki sürdürülebilir ulaşımı tehdit etmektedir. Büyük araçların trafikte daha çok yer kaplaması, hızla artan şehir nüfusuyla birleşince, trafik sıkışıklığı ve park yeri bulamama gibi şehir içi yaşam kalitesini düşürecek negatif çevresel etkiler oluşturmaktadır. Halbuki elektrikli araçların yaygınlaşma trendi, araç boyutlarında küçülmeye gidilmesi için bir fırsat olarak kullanılabilir. Bu çalışmada, piyasada bulunan mevcut elektrikli araç modelleri araç boyutları açısından büyük veya küçük olarak nasıl sınıflandırıldığı incelenmiş, Bursa'da yaşayan insanlara bir anket düzenlenerek SEV(Küçük elektrikli araçlar)'lerle alakalı düşünceleri araştırılmış, Bursalıların bakış açılarıyla literatür araştırmaları birleştirilerek SEV'lerin avantajlara ve dezavantajları analiz edilmiştir. En önemli avantajlar olarak SEV'lerin 1 kWh başına sağlayabilecekleri menzilin, büyük elektrikli araçlara göre yaklaşık 3 kat daha fazla olduğu, SEV'lerin, büyük elektrikli araçlara göre yol üzerinde ortalama 2 kat daha az yer kapladıkları ve SEV'lerin neredeyse 3 kat daha ekonomik olabileceği gözlenirken, en önemli dezavantajlar olarak yangın ve çarpışma güvenliği, şarj süresi ve iç mekân hissiyatı olarak bulunmuştur. Tezin en sonunda ise tüm çalışma GZFT analizinde özetlenmiş ve SEV'lerin paylaşımlı mobilite ile yaygınlaştırılmasının Türkiye'nin şehir içi sürdürülebilir ulaşım hedeflerinin sağlanmasını destekleyeceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Küçük elektrikli araçlar, sürdürülebilirlik analizi, kentsel mobilite, ulaşım verimliliği, enerji verimliliği
2024, XV + 78 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

A COMPREHENSIVE SUSTAINABILITY ANALYSIS FOR PROMOTING THE ADOPTION OF SMALL ELECTRIC VEHICLES IN URBAN ENVIRONMENTS

Aylin ÇAPRAZ

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Hybrid and Electric Vehicles

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet İhsan KARAMANGİL

76% of the total CO_2 emissions worldwide are caused by road transportation. To achieve the targets set by the Paris Agreement, it is necessary to rapidly curb the greenhouse gas emissions originating from transportation. Consequently, zero-exhaust emission electric vehicle models, which are pioneers of clean energy in transportation, are becoming more widespread. In 2022, it was recorded that more than 26 million electric vehicles were on the roads. Although this seems like a positive development, the automotive industry's practice of introducing larger and heavier electric vehicle models, especially SUVs (sport utility vehicle), each year to increase profits threatens sustainable urban transportation. The increased space occupied by larger vehicles in traffic, combined with the rapidly growing urban population, leads to negative environmental impacts that reduce urban living quality, such as traffic congestion and the lack of parking spaces. However, the trend of widespread electric vehicle adoption can be leveraged as an opportunity to reduce vehicle sizes. This study examines how existing electric vehicle models on the market are classified as large or small in terms of size. A survey conducted among the residents of Bursa explored their perceptions of small electric vehicles (SEVs). By integrating the perspectives of Bursa residents with literature research, the advantages and disadvantages of SEVs were analyzed. The most significant advantages observed were that SEVs can provide approximately three times the range per kWh compared to larger electric vehicles, occupy about half the road space, and are nearly three times more economical. The most significant disadvantages were found to be fire and collision safety, charging time, and interior comfort. The study concludes with a SWOT analysis summarizing the findings, suggesting that the widespread adoption of SEVs through shared mobility could support Turkey's urban sustainable transportation goals.

Keywords: Small electrical vehicles, sustainability analysis, urban mobility, transportation efficiency, energy efficiency
2024, XV + 78 pages.

TEŞEKKÜR

Çalışma boyunca benden desteğini esirgemeyen, tüm süreç boyunca bana yol gösteren, bilgi birikimine sonsuz saygı duyduğum sayın hocam Prof. Dr. Mehmet İhsan KARAMANGİL'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma kapsamında oluşturulmuş "Bursa'da yaşayan insanların küçük elektrikli araç kullanımı hakkındaki görüşleri" anketine katılan tüm Bursalı hemşerilerime ve anketi tüm çalışanlarıyla paylaşan Bursa Nilüfer Belediyesine teşekkürlerimi sunarım.

Beni her zaman desteklemiş ve tüm çalışma boyunca beni motive etmiş sevgili annem, ablam ve eşime en içten teşekkürlerimi sunarım.

Aylin ÇAPRAZ
06/08/2024

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET....viii
ABSTRACT....ix
TEŞEKKÜR....x
KISALTMALAR DİZİNİ....xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ....xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ....xv
1. GİRİŞ….....1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI....3
2.1. İklim Değişikliği ve Ulaşımla İlgili Küresel Hedefler....3
2.2. Ulaşım Sektörünün İklim Krizine Olan Etkisi....6
2.3. Kentlerdeki Nüfus Artışının Ulaşıma Etkisi....7
2.4. Net Sıfır Tasarımlı Şehirlerde Ulaşım....8
2.5. Klasik Yakıtlı Araçlardan Elektrikli Araçlara Geçiş....8
2.6. Elektrikli Araçların Yaygınlaştırılması İçin Farklı Ülkelerin Politikaları....9
2.7. Sürdürülebilir Ulaşım....15
2.8. Sürdürülebilir Ulaşımda Mikro Hareketlilik....15
2.9. Paylaşımlı Mobilite....16
2.10. Bireysel Gereksinime Göre Özel Ulaşım Hizmeti (MaaS)....17
2.11. Araç Büyüklüğünün Giderek Artması....18
2.12. Neden Küçük Elektrikli Araçlar (SEV)?....19
2.13. Küçük Araçların Pazarında Büyüme Tahminleri....20
2.14. Elektrikli Araçlarla İlgili Yapılmış Bazı Anket Çalışmaları....20
3. MATERYAL ve YÖNTEM....24
3.1 Piyasadaki Büyük ve Küçük Elektrikli Araçların Karşılaştırılması....24
3.2 Bursa Anket Çalışması....28
4. BULGULAR....32
4.1. Anket Sonuçları: Bursalıların SEV'lere Olan Bakış Açısı....32
4.2. Avantajlar: Daha ekonomik....37
4.3. Avantajlar: Daha verimli....38
4.4. Avantajlar: Şehir İçi Kullanım İçin Yeterli Menzil....39
4.5. Avantajlar: Yaşam Döngüsü Sera Gazı Emisyonu Daha Az....40
4.6. Avantajları: Park Etme kolaylığı....40
4.7. Avantajlar: Şart Etme Kolaylığı....42
4.8. Dezavantajları: Uzun Şart Etme Süresi....42
4.9. Dezavantajları: Araç Güvenliği ile İlgili Beklenti (Çarpışma ve Yangın)....43
4.10. Dezavantajları: Küçük Araçlar İçin Yol Altyapısının Yaygın Olmaması....46
4.11. Dezavantajlar: Büyük Araçların İç Mekân Hissiyatı....49
4.12. Dezavantajları: Bagaj Hacmi Daha Az....51
4.13. Dezavantajları: Az Araç Çeşitliliği....52
5. SONUÇ....54
5.1. SEV'lerin Yaygınlaştırılmasında GZFT Analizi....54
5.2. Öneriler....57
KAYNAKLAR....59
ÖZGEÇMİŞ....633

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar	Açıklama
ACEA	Avrupa Otomobil Üreticileri Birliği
AUS	Akıllı Ulaşım Sistemleri
BEV	Bataryalı Elektrikli Araçlar
EV	Elektrikli Araçlar
IPCC	Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli
ICE	İçten Yanmalı Motor
KDV	Katma Değer Vergisi
MaaS	Bireysel Gereksinime Göre Özel Ulaşım Hizmeti
MTV	Motorlu Taşıtlar Vergisi
NDC	Nationally Determined Contributions
OEM	Original Equipment Manufacturer
ÖTV	Özel Tüketim Vergisi
SEV	Küçük Elektrikli Araçlar
SDG	Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri
UNECE	Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu
ZEV	Sıfır Emisyonlu Araçlar

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1.	1850 - 2023 tarihleri arası küresel kara ve okyanus sıcaklıkları, temmuz ayı anomalileri grafiği	4
Şekil 2.2.	Şekil a, CO_2 emisyonunun sektörler üzerindeki dağılımı ve şekil b, sektörlere göre CO_2 dağılımı	6
Şekil 2.3.	Bir Servis Olarak Hareketlilik (MaaS) çalışma sistemi (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2020b)	18
Şekil 2.4.	SUV gibi büyük elektrikli araçların satış yüzdesi her sene daha da artmaktadır. (IEA, 2024)	19
Şekil 2.5.	Quadricycle market analizi	20
Şekil 3.1.	Sırasıyla Biro, Micro, Silence araçlarının fotoğrafları	28
Şekil 3.2.	Ankete katılan Bursalıların demografik yapısı	30
Şekil 3.3.	Ankete katılan Bursalıların mevcut durumda günlük mobilite ihtiyaçlarını nasıl karşıladığı	31
Şekil 3.4.	Ankete katılan Bursalıların araçlarının motor tipi ve sınıf bilgisi	31
Şekil 4.1.	Ankete katılan Bursalıların SEV'lerin gördükleri avantaj ve dezavantajları	36
Şekil 4.2.	Ankete katılan Bursalıların sizi küçük elektrikli araç almaya hangileri teşvik ederdi sorusuna verdikleri yanıtlar	36
Şekil 4.3.	Türkiye'de en çok satılan elektrikli araçlar ve satın alma fiyatı arasındaki ilişkinin grafiği. (Bu grafikteki satış fiyatları araç modellere biçilen 2024 Nisan ayından alınmıştır.)	38
Şekil 4.4.	SEV'ler ile büyük elektrikli araçların verimlilik karşılaştırması	39
Şekil 4.5.	Araç ağırlığının ve motor tipinin yaşam döngüsü sera gazı emisyonuna etkisi	41
Şekil 4.6.	Büyük elektrikli araçlarla SEV'lerin farkını göstermek için yapılmış ilüstrasyon	41
Şekil 4.7.	Taşınabilir batarya örneği olarak Estrima - Biro ve Slience - S04 araçları	42
Şekil 4.8.	EU NCAP'in quadricycle araçlara uyguladığı çarpışma testi ve binek otomobillere uygulanan çarpışma testi ile farkı	44
Şekil 4.9.	EU NCAP quadricycle araçların test sonuçları ve benzer boyutlarda ama quadricycle olmayan Toyota iQ aracı ile yıldız karşılaştırması	44
Şekil 4.10.	Karayolu Genel Müdürlüğüne göre araç cinsi ve farklı yollardaki maksimum hız sınırları	47
Şekil 4.11.	Bisikletli Ulaşım Strateji Planına göre bisiklet ve altyapı hedefleri	48
Şekil 4.12.	Ankete katılan Bursalıların neden büyük aracınız var sorusuna verdiği yanıtlar	50
Şekil 4.13.	SEV araçlarda iç hacim hissiyatını arttırmak için yapılmış bazı çözümler.	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1.	Avrupa regülasyonuna göre araç kategorileri (Regulation EU No 168/2013)	25
Çizelge 3.2.	Türkiye'de en çok satılan elektrikli araçlar ve bazı değerleri.....	26
Çizelge 3.3.	Dünya'da en çok satılan SEV araçlar ve bazı değerleri.....	27
Çizelge 4.1.	Bir sonraki aracınızın boyutu nasıl olsun sorusuna ankete katılan Bursalıların verdikleri cevaplar.....	32
Çizelge 4.2.	SEV'lerin dahil edildiği farklı mobilite senaryolarına Bursalıların verdiği yanıtlar	34
Çizelge 4.3.	Bazı küçük elektrikli araçlar ve tek şarjda alabildikleri menzil değerleri.....	40
Çizelge 4.4.	Türkiye'de satılan küçük elektrikli arabalar ve bazı özellikleri.....	53

1. GİRİŞ

İl ve ilçe merkezlerinde nüfusun artmasıyla beraber araçla seyahat etmek dünyanın her yerinde bir problem haline gelmiştir. Tomtom Traffic Index Ranking 2023 (n.d.) raporuna göre Dublin, Bangalore ve Meksika'nın başkenti gibi dünyanın en kalabalık şehirleri toplam seyahat zamanlarının yaklaşık %60'ını trafik sıkışıklığı ile geçirmektedir.

Aynı raporun Türkiye analizine bakıldığında da durum farksızdır. Trafikte en çok zaman geçiren şehirler trafik sıkışıklık oranıyla beraber sırasıyla, İstanbul %53, Ankara %46, İzmir %39, Antalya %36, Bursa %35 ile ilk 5 sıraya yerleşmiştir. Bu şehirlerin aynı zamanda Türkiye'de nüfusun en kalabalık olduğu şehirler olması da tesadüf değildir.

Kalabalık il ve ilçe merkezlerinde park yeri bulmak da bir problem haline gelmiştir. Özellikle trafiğin yoğun olduğu saatlerde, şehir merkezlerinde, merkezi iş alanlarında, alışveriş merkezlerinde, turistik bölgelerde park yeri bulmak daha da zor hale gelmektedir.

Bununla beraber trafikteki egzoz kokusu dayanılmayacak bir hale çıkmıştır. En önemlisi sağlığımızı son derece olumsuz etkilemektedir. IQAir (2023) raporuna göre ise dünyada her 9 ölümün 1'i hava kirliliğinden kaynaklanmaktadır. Bir bölgedeki hava kirliliğini en iyi tanımlayan PM2.5 indikatörünün temel sebebi fosil yakıt emisyonlarıdır. Türkiye PM2.5 konsantrasyonunda, 20,3µg/m³ ile dünyada 44. sırada olup, Avrupa'da 5. Sıradadır. Bu da WHO PM2.5 standartlarını senede 3 ile 5 kez geçtiği anlamına gelmektedir. PM2.5 hava kirliliğine maruz kalmak astım, felç, akciğer hastalıkları gibi çok sayıda hastalıklara yol açmakla beraber, çocuklarda bilişsel gelişimi engellediği ve zihinsel hastalıklara yol açabileceği görülmüştür.

Tüm bu sorunların ortak ve en büyük sebebi yollarda yaygın bir şekilde kullanılan büyük ve klasik yakıtlı araçların olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Bu araçların kullanımının devam etmesiyle Türkiye net sıfır hedeflerine ulaşması mümkün değildir. Bu tez çalışmasında, yukarıda bahsedilen bu problemlerin iyileştirilmesinde küçük

elektrikli araçların (SEV) çözüm olup olmayacağı, literatür araştırmalarıyla, piyasa verileriyle ve anket çalışmasıyla birleştirilerek incelenecektir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

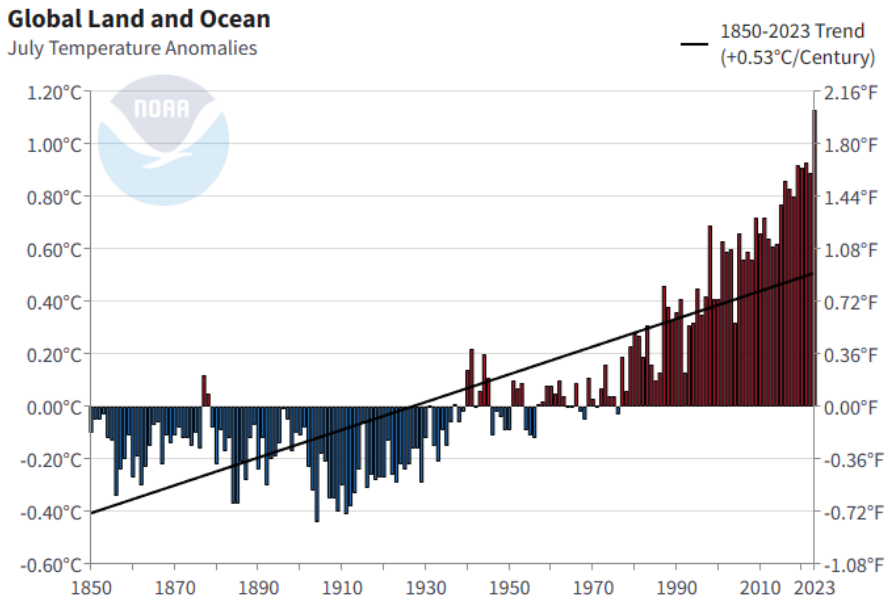
2.1. İklim Değişikliği ve Ulaşımla İlgili Küresel Hedefler

İklim değişikliğinin etkileri, günlük hayatımızda etkilerini hissedebileceğimiz bir boyuta gelmiştir. Her sene yaz ayında kırılan sıcaklık rekorları, buzulların rekor hızlarda eridiği haberleri bizleri dünyanın nereye doğru ilerlediği konusunda düşünmeye itmektedir. Bu sorun çağımızın en büyük sorunu olup, iklim krizinin yıkıcı sonuçlarını tetikleyecek veya sonuçların geri dönülemez bir noktaya varmasına sebebiyet verebilecek her kaynak için ivedilikle çalışmalar yapılmalı ve her anlamda sürdürülebilir bir yaşam için maksimum çaba sarf edilmelidir.

İklim değişikliği ile ilgili çalışmaların yapılması ve yapısal adımlar atılmasında politika yapıcılarının ve karar vericilerin etkisi büyüktür. 2015 yılında 195 ülke tarafından imzalanan Paris İklim Anlaşması, küresel iklim değişikliğiyle mücadele etmek amacıyla, sera gazı emisyonlarını azaltmak ve küresel ısınmayı sınırlandırmak için ülkelerin ortak bir çerçevede iş birliği yapmasını sağlamayı amaçlamaktadır ve uluslararası düzeyde iklim krizi için atılmış en önemli adımlardan biridir. Bu anlaşmanın temel hedefi, 19.yy'da başlayan sanayi devrimi sonrası sera gazlarının neden olduğu küresel sıcaklık artışını 2°C altında tutmak ve 1,5°C ile sınırlanmasını sağlamaktır. Çünkü, 1,5°C artış, dünyanın farklı bölgelerinin geri dönülemez bir şekilde etkilemeye başlayacağı için kritik bir öneme sahiptir. Şekil 2.1'deki 1850 ve 2023 yılları arası temmuz ayı küresel kara ve okyanus sıcaklığı grafiği incelendiğinde, ortalama sıcaklığın lineer bir artışta olduğu ve 1°C'lik farka zaten ulaşıldığı görülmektedir.

Anlaşmanın diğer hedefleri ise iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamak, iklim değişikliğinden en çok etkilenen ülkelerin kapasitelerini geliştirmek, globalde sera gazı emisyonlarını düşürmek ve iklim değişikliği ile mücadele için gelişmiş ülkelerden gelişmekte olan ülkelere finansal destek sağlanmasını teşvik etmektir. Gelişmişlik durumuna göre, bu anlaşmayı imzalamış her ülke, kendi ulusal şartlarına göre belirlediği iklim hedeflerini ve bu hedeflere ulaşmak için alacağı önlemleri içeren Ulusal Katkı Beyanlarını sunmaktadır ve bu beyanlar NDC (Nationally Determined Contributions) olarak isimlendirilmektedir. Bu NDC'ler, her beş yılda bir gözden geçirilmekte ve

güncellenmektedir. 2016 yılında anlaşma yürürlülüğe girmiş olup, 2021 yılında yenilenmiştir ve hedeflerin tekrar 2025 yılında incelenmesi planlanmaktadır.



Şekil 2.1. 1850 - 2023 tarihleri arası küresel kara ve okyanus sıcaklıkları, temmuz ayı anomalileri grafiği
(https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series/globe/land_ocean/1/7/1850-2023?trend=true&trend_base=100&begtrendyear=1850&endtrendyear=2023)

Hükümetler arası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC)'in Sixth Assessment Report (2023)'e göre, mevcut NDC'lerin uygulandığı durumda 2030 yılına kadar emisyonun sadece %8 oranında azaltılabileceği ve yüzyılın sonuna kadar 2,7°C'lik küresel sıcaklık artışı görülebileceğini hesaplamıştır. Rapora göre 1,5°C hedefini tutturabilmek için küresel emisyonların 2019'dan 2030'a kadar %43 oranında azaltılması gerekmektedir.

Bu açığı kapatmak için IPCC, daha fazla iklim finansmanı ve daha güçlü siyasi taahhütlere ihtiyaç olduğunu belirtmiştir. Özellikle şehir içinde enerji, ulaşım ve tarım gibi sektörlerde hızlandırılmış iklim projelerinin yapılması, herkes için yaşanabilir bir gelecek sağlamak adına kritik bir önem taşıdığının altı çizilmiştir.

Gelişmiş ülkelerin ulaşımla alakalı NDC'lerine bakıldığında, Avoid (Kaçınma), Shift (Kaydırma) ve Improve (Geliştirme) şeklinde üç ana kategoride toplanabilir. Kaçınma

stratejisi olarak motorlu araç seyahatlerinin azaltılması ve daha kompakt şehir tasarımıyla mesafelerin kısaltılmasını, kaydırma stratejisi olarak seyahat faaliyetlerinin bisiklet, toplu taşıma ve yürüyüş gibi daha enerji verimli yöntemlere kaydırılmasını, geliştirme stratejisi olarak ise elektrikli araçların yaygınlaştırılması ve temiz yakıtların kullanılmasını hedeflemektedir. Bunun yanında bazı ülkeler araç emisyon standartlarını sıkılaştırma ve eski araçların ithalatını kısıtlama gibi önlemler de almaktadır. (Transport and Climate Change: How Nationally Determined Contributions Can Accelerate Transport Decarbonization, n.d.)

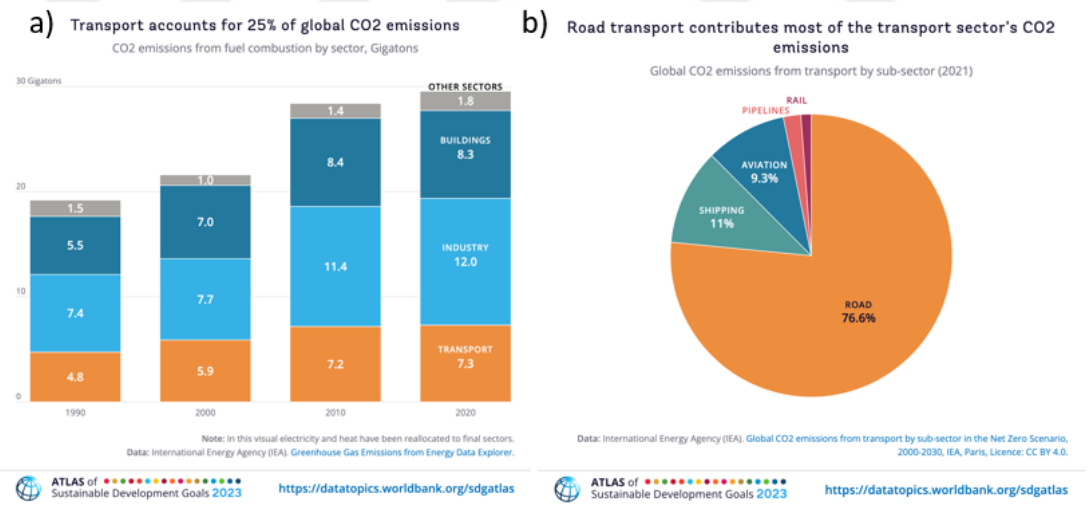
Avrupa Birliği, Paris İklim Anlaşmasının yanında bir de 2050 yılında ilk iklim nötr kıta olma yolunda, 2019 yılında Avrupa Yeşil Mutabakatını yayınlamıştır. Bu anlaşmanın temel hedefi 2050 yılına kadar net sıfır sera gazı emisyonu ulaşmaktır. Bunun için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttırmak, döngüsel ekonomiyi benimsemek ve atık azaltmak, doğal ekosistemi korumak, tarım ve ulaşımda sürdürülebilirliği sağlamak ve hava, su ve toprak kirliliğini azaltmak üzerine strateji olanı oluşturmuştur. Sürdürülebilir ulaşım hedefleri kademeli olarak şu şekilde belirlenmiştir: 2030 yılına kadar Avrupa yollarında en az 30 milyon sıfır emisyonlu araç olması, 100 Avrupa şehri iklim nötr hale gelmesi, Avrupa genelinde yüksek hızlı demiryolu trafiği iki katına çıkması, 500 km altındaki planlı toplu taşıma yolculukları karbon nötr olması, sıfır emisyonlu deniz araçları piyasaya hazır hale gelmesi; 2035 yılına kadar: sıfır emisyonlu büyük uçaklar piyasaya hazır hale gelmesi ve 2050 yılına kadar ise tüm otomobiller, kamyonetler, otobüsler ve yeni ağır vasıtalar sıfır emisyonlu olması hedeflenmiştir. (Mobility Strategy and Action Plan, 2021)

Birleşmiş Milletler 2015 yılında, Paris İklim Anlaşması hedeflerine ulaşabilmek için 17 adet küresel hedef oluşturmuştur ve bu hedeflere Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG'ler) denmiştir. Bu hedefler 2030 yılına kadar sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamak ve küresel problemleri çözmek için uluslararası iş birliklerini teşvik etmeyi amaçlamaktadır. 11. Hedef olan Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar hedefi iklim değişikliğine karşı dayanıklı şehirler oluşturmak, şehirlerin karbon ayak izini azaltmak ve sürdürülebilir ulaşım sistemlerini geliştirmek amacıyla hazırlanmıştır. (Dpicampaigns, 2023b)

Bu yüksek lisans çalışması da sürdürülebilir ulaşım kapsamında 11. maddeye hizmet etmektedir.

2.2. Ulaşım Sektörünün İklim Krizine Olan Etkisi

9. SDG hedefi olan Sanayi, İnovasyon ve Altyapı hedefi incelendiğinde dünyada karayolu ulaşımı sonucu her sene kişi başı 706kg CO_2 gazı salındığı hesaplanmıştır. Şekil 2.2a'da CO_2 emisyonunun sektörler üzerindeki senelik dağılımı gösterilmiş olup, küresel emisyonun %25'inin sadece ulaşım sektöründen kaynaklandığı görülebilir. Şekil 2.2b'de ise ulaşım tiplerine göre salınan CO_2 emisyonu analiz edilmiş olup, en fazla emisyonun %75 oran ile karayolu ulaşımından kaynaklandığı görülebilir. Eğer ulaşım sektörünün büyümesi fosil yakıtlara dayandırılırsa bu değerin 2050 yılına göre %60 daha artacağı öngörülmektedir. Bu veriler doğrultusunda ulaşım kaynaklı oluşan CO_2 emisyonun, iklim değişikliğinin hem sebebi hem de etkilerinin artışına sebep olan ana faktörlerden biri olduğu söylenebilir. (Sustainable Transport for a Livable Future, n.d.)



Şekil 2.2. Şekil a, CO_2 emisyonunun sektörler üzerindeki dağılımı ve şekil b, sektörlere göre CO_2 dağılımı

Karayolu ulaşımının toplam sera gazına etkisi Türkiye'de daha fazladır. 2020 yılında Türkiye'nin ulaştırma sektöründeki toplam CO_2 miktarı 80,7 Mt olmuş ve en büyük katkıyı, 2020 yılında 76,6 Mt CO_2, yani %94,9'luk pay ile karayolu taşımacılığı sektörü

yapmıştır. Karayolu taşımacılığı (yolcu-km olarak) Türkiye'de toplam taşımacılık içinde %93,6 paya sahiptir. (Türkiye Cumhuriyeti Güncellenmiş Birinci Ulusal Katkı Beyanı, 2024)

2.3. Kentlerdeki Nüfus Artışının Ulaşıma Etkisi

1950 yılında 2,5 milyar insan olan dünya nüfusu, Kasım 2022 yılıyla 8 milyar insana ulaşmıştır. Yaklaşık yarım yüzyıl içerisinde insan nüfusu 3 kat büyüme göstermiştir. Önümüzdeki 30 yıl içerisinde ise nüfusun 2 milyar insan daha artacağı ve 2050'ye kadar nüfusun 9,7 milyar insan olacağı beklenmektedir. Bu dramatik artışın sebebi üreme çağına kadar hayatta kalabilen insan sayısının, insan ömrünün, kentleşmenin ve göçün artmasından kaynaklanmaktadır. (United Nations, n.d.)

Günümüzde dünya, tarihindeki en büyük kentsel büyüme dalgasını yaşamaktadır. Dünyanın yarısından fazlası artık il ve ilçe merkezlerinde yaşamaktadır ve 2030 yılına gelindiğinde bu sayının yaklaşık 5 milyar insana çıkacağı ön görülmektedir.

Türkiye nüfusuna bakıldığında da benzer bir manzara görülmektedir. TÜİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi raporu incelendiğinde, 31 Aralık 2022 tarihi itibariyle bir önceki yıla göre Türkiye nüfusu 92 bin 284 kişi artarak, 85 milyon 372 bin 377 kişiye ulaştığı belirtilmiştir. Nüfusun büyük çoğunluğunun il ve ilçe merkezlerinde toplandığı ve Türkiye'de il ve ilçe merkezlerinde yaşayanların oranı 2023 yılında %93 olmuştur; belde ve köylerde yaşayanların oranı ise %7'dir. (Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları 2023, 2024)

Bu verilere bakıldığında görülmektedir ki iş ve refah vaadi ülkemiz de dahil olmak üzere, tüm dünyada insanları şehirlere çekmektedir. Ancak şehirlerde giderek artan insan nüfusu, dünyanın en büyük iki sorunu olan yoksulluk ve iklim değişikliğinin şehirlerde daha çok hissedilmesine sebebiyet verecektir. Üstelik, iklim değişikliğinin yıkıcı etkileri sonucu önümüzdeki seneler şehirlere göç etme oranının daha çok artacağı beklenmektedir. Deniz seviyesinin yükselmesi ve tarım alanlarının kurumasıyla yaşam alanları kaybolan köy ve beldelerde yaşayan insanların, şehirlere göç edeceği olası senaryolar arasındadır. Daha kalabalık şehirlerde ulaşım kaynaklı sorunların artacağını

söylemek yanlış olmayacaktır. Fosil yakıtlara dayandırılan mevcut ulaşım sisteminin, şehirlerdeki nüfus artışı ile daha fazla hava kirliliğine, trafik tıkanıklığına, gürültü kirliliğine ve park sorunlarına sebebiyet vereceği söylenebilir. Bu sebeple şehir içi ulaşım için daha akılcı çözümlere ihtiyaç vardır.

2.4. Net Sıfır Tasarımlı Şehirlerde Ulaşım

Net sıfır tasarımlı şehir terimi, sürdürülebilirlik ve çevresel etkilerin minimize edildiği bir kentsel planlama ve tasarım yaklaşımını ifade eder. Bu yaklaşımın temel amacı, şehrin enerji kullanımını ve karbon ayak izini mümkün olduğunca düşürmek ve doğal kaynakların sürdürülebilir şekilde kullanılmasını sağlamaktır. Sürdürülebilir akıllı ulaşım çözümlerinin şehir içi ulaşıma entegre edilmesi, net sıfır tasarımlı şehirlerin oluşturulmasında bir gerekliliktir.

Ancak bu hedefe büyük ve enerji açısından verimsiz özel araçlara sahip olmaktan ve onlara bağımlılıktan uzaklaşılırsa ulaşılabilir. Elektrikli olsun veya olmasın özel otomobiller şehirlerdeki ulaşım faaliyetleri tarafından cadde alanının %80'inini kaplamaktadır. Bu araçlar aynı zamanda ana yol güvenliği için tehlike oluşturan ana etmenlerdir. Özel elektrikli bir aracın yolcu-km başına düşen sera gazı emisyonu, elektrikli otobüs veya diğer elektrikli mobilite araçlarına göre çok daha yüksektir. (Chester, 2024b)

2.5. Klasik Yakıtlı Araçlardan Elektrikli Araçlara Geçiş

Elektrikli araçların benimsenmesinde 2020 yılının ikinci yarısı bir dönüm noktası olmuştur. Avrupa, OEM'ler için daha katı emisyon hedefleri ve tüketicilere çeşitli sübvansiyonlar sağladıkça, tüketici benimseme oranı bu dönem pik yapıp %8'e çıkmıştır. 2021 yılı ile içten yanmalı motorlu (ICE) araç satışlarının bitiş tarihi üzerinde tartışmalar yoğunlaşmıştır. Avrupa Birliği ve ABD'deki yeni hedefler artık 2030 yılına kadar en az %50'lik bir EV payı hedeflemektedir ve birçok ülke 2030 veya 2035'e kadar içten yanmalı yakıtlı satış yasakları için hızlandırılmış planlar yayınlamışlardır. Bazı OEM'ler yatırımı durdurma niyetlerini açıklarken, birçok şirket ICE araç üretiminin sona erdirilmesi için belirli bir tarih belirlemişlerdir. Otomobil müşterilerinin %45'inden fazlasının elektrikli

araç satın almayı düşünmesiyle tüketici taleplerinin de sürdürülebilir hareketliliğe yöneldiği görülmektedir. Ancak elektrifikasyonun sürekli hızlanması, OEM'ler, onların tedarik zincirleri üzerinde ve şarj altyapısının yetersizliği bu hedefleri karşılama konusunda bir baskı oluşturmaktadır. (Why the automotive future is electric, 2021)

2023 yılında ise her satılan 5 araçtan 1'i elektrikli araç olmuştur. Toplamda 14 milyon kadar elektrikli araç satılmıştır ve bu satışların %95'i Çin, Avrupa ve ABD'de gerçekleşmiştir. 2023 yılında elektrikli otomobil satışları, %35 artışla 2022 yılına göre 3,5 milyon artış gösterdi. Sadece 5 yıl öncesine, yani 2018 yılına göre bu altı kat daha fazladır. 2023'te haftada 250.000'den fazla yeni araç kaydı yapıldı; bu ise on yıl öncesine, yani 2013'ün yıllık toplamından daha fazladır. Elektrikli otomobiller, 2023'te satılan tüm otomobillerin yaklaşık %18'ini oluşturmuştur; bu oran 2022'de %14 ve 5 yıl önce 2018'de yalnızca %2'dir. Bu eğilimler, elektrikli otomobil pazarlarında büyümenin hız kesmeden devam ettiğini göstermektedir. Bataryalı elektrikli otomobiller, 2023 yılında elektrikli otomobil stokunun %70'ini oluşturmuştur. (Global EV Outlook 2024 – Analysis - IEA, 2024)

2.6. Elektrikli Araçların Yaygınlaştırılması İçin Farklı Ülkelerin Politikaları

Hollanda Politikaları

Hem Avrupa hem de küresel elektrikli araç pazarlarında lider bir ülke olan Hollanda, Hollanda İklim Yasasına göre 2050 yılına kadar net sıfır hedefine ulaşmayı hedeflemektedir. Bu hedefe ulaşma doğrultusunda Hollanda destekleyici politikalar sunmaya, şarj altyapısını yaygınlaştırmaya ve şehirlerin sanayi ve diğer paydaşlarla iş birliği yapmalarına devam etmektedir. Hollanda'nın net sıfıra ulaşma hedefleri bakıldığında 2030 yılına kadar tüm binek araç satışının %100 sıfır emisyonlu araçlardan oluşması ve tüm otobüslerin %100 sıfır emisyonlu otobüslerden oluşmasını ve 2050 yılına kadar da yollardaki ticari araçlarda dahil tüm araçların %100 sıfır emisyonlu araçlardan oluşmasını hedeflenmiştir.

Teşvik uygulamalarında Hollanda, yeni elektrikli araç alımlarında veya kiralanmasında 4000 € ve elektrikli minibüslerde 5000 €'ya kadar sübvansiyon verilmektedir. Satın alma vergisi ve özel araç kullanma vergisi elektrikli araçlar için kaldırılmış olup, yol vergisi de diğer araçlara göre düşüktür. Hollanda Ulusal Şarj Altyapısı 2020 Gündeminde (The Dutch National Charging Infrastructure Agenda) daha çok şarj noktasının kurulumu için şirketlerle ortaklıklar oluşturmaktadır. Böylece Hollanda Avrupa'daki en çok halka açık elektrikli şarj istasyonu kurulumunu sağlayan ülke olmuştur. 2019 yılı Ulusal İklim Anlaşmasında yer aldığı gibi Hollanda 2025'ten itibaren en büyük 30-40 şehrinde sıfır emisyonlu yük taşıyan araç bölgeleri oluşturacaktır. 2021' yılına kadar 19 şehir, bu anlamdaki limitlerini duyurmuşlardır. 70 adet Renault Zoe elektrikli aracı ve 30 adet çift yönlü güneş enerjisiyle çalışan şarj istasyonundan oluşan 'We drive solar' projesi, sanayi araştırma enstitüleri ve hükümet arasında oluşturulan, bir araç paylaşım projesi olarak oluşturulmuştur. (Netherlands: Taking Action on Zero Emission Vehicles, n.d.)

Norveç Politikaları

Norveç, sıfır emisyonlu araçların (ZEV) kullanımında uzun süredir küresel bir liderdir. 2022 sonu itibarıyla Norveç'te kayıtlı otomobillerin yüzde 20'sinden fazlası bataryalı elektrikli araçlardan (BEV) oluşmaktadır. BEV'ler 2022 yılında yüzde 79,2 pazar payına sahip olmuştur. Bunun en büyük sebebi de BEV kullanmak için yapılan teşvik planları olduğu söylenebilir. (Norsk elbilforening, 2023)

Norveç 2025 yılına kadar yeni yolcu araçlarının %100'ünün, 2030 yılına kadar yeni kamyonetlerin %100'ünün, yeni uzun yol otobüslerinin %75'inin ve yeni kamyonların satışının %100 elektrikli veya hidrojenli araç olmasını hedeflemektedir. Böylece Norveç sera gazı emisyonlarını 2030'a kadar %54 düşürmeyi, ve 2050 yılına kadar da net sıfır hedefine ulaşmayı hedeflemektedir. Araçlardan alınan vergi, araçların yaydığı emisyon oranı ile değişmektedir. Norveç kirleten öder şeklinde bir ilke benimsenmiştir. Yüksek emisyonlu araçlardan daha yüksek vergiler alınırken, düşük emisyonlu araçlardan daha az vergi alınmaktadır. Vergi sistemi, araç ağırlığı ve CO_2 ve NO_x emisyonlarının bir kombinasyonu olarak hesaplanmaktadır. Yeni elektrikli araç alımlarında ise 1990 - 2022 satın alma vergisinden, 2001-2022 yılı arası %25 VAT (Katma Değer Vergisi, KDV)'den,

1996 - 2021 yılları arası yol vergisinden muaf tutulmuştur. 2017 yılına kadar ücretli yollardan ücret alınmamıştır ve belediye otoparklarından ücretsiz faydalanmışlardır. 2022 yılı itibariyle Norveç elektrikli araçlardan yol vergisi almaya başlamışlardır, 2023 yılı itibariyle elektrikli araçların ağırlığına göre satın alma vergisi ve 50bin kronun üzerindeki araçlara da %25 KDV uygulanmaya başlanmıştır. Tüm ana yollarda her 50km'de bir, iki adet çok-standartlı şarj istasyonunun kurulumuna yönelik program başlatılmıştır. 2021 yılı itibariyle Norveç'in 17 bin şarj istasyonu vardır ve bu tüm Avrupa'nın %9'una eşittir. Norveç İklim ve Çevre Bakanlığı'na ait Enova şirketi, sıfır emisyonlu mobiliteye geçişle ilgili maliyetlerin %40'a kadarını finanse etmektedir. (Norway: Taking Action on Zero Emission Vehicles, n.d.)

Hindistan, Delhi Politikaları

Hindistan'da özellikle hava kalitesi büyük bir sorun olup, hava kalitesini iyileştirmek adına Delhi şehri, elektrikli mobiliteye öncülük etmektedir. 2020 yılında kabul edilen ve Delhi başkenti hükümetinin başlattığı Delhi Elektrikli Araçlar politikasına göre 2024 yılına kadar yeni araç satışlarının %25'inin elektrikli olmasını hedeflemektedir. Hükümete ait araç filolarının tamamını elektrikli hale getirmeyi amaçlamaktadır. 2025 yılı Mart ayına kadar da 2 tekerlekli kurumsal filoların %100'ünün elektrikli olması hedeflenmektedir. Elektrikli araçlardan yol vergisi ve kayıt ücretleri kaldırılmıştır ve hurdaya çıkarma teşvikleri uygulanmaktadır. Nitelikli elektrikli araç tamircileri ve şarj istasyonu operatörleri yetiştirmek için hükümet tarafından oluşturulmuş Dünya Standartlarında Beceri Merkezleri tarafından, OEM'ler ve enerji operatörleriyle anlaşmalı mesleki kurslar oluşturmayı hedeflemektedir. Hükümet filoların tamamını elektrikli hale getirme yolunda, 2024-2025 yılına kadar yeni alınan otobüslerin %50'sinin elektrikli olmasını zorunlu hale getirmiştir. Delhi'nin herhangi bir yerinden 3 km'lik mesafe içerisinde halka açık şarj istasyonu sağlama hedefi vardır. (Delhi: Taking action on zero emission vehicles, n.d.)

Amerika Birleşik Devletleri Politikaları

Amerika Birleşik Devletleri, ulaşımda toplam emisyonunun %49'unu oluşturan binek otomobillerin, 2030 yılına kadar yeni araç satışlarının %50'sinin sıfır emisyonlu olmasını, 2030 yılına kadar 500,000 şarj istasyonu devreye alma ve 2027 yılına kadar da hükümete bağlı filoların sıfır emisyonlu olmasını hedeflemiştir. Emisyon payının %21'ini oluşturan orta ve ağır kamyon ve otobüslerle ilgili de 2030 yılına kadar yeni araç satışlarında %30, 2040 yılında ise %100'ü elektrikli olmasını ve hükümet filolarının 2030'e kadar tamamının %100'ünün elektrikli olmasını hedeflemektedir. (The U.S. National Blueprint for Transportation Decarbonization, n.d.)

Çin Hükümeti Politikaları

Çin'in Avrupa ve Kuzey Amerika'ya kıyasla daha farklı bir yol izlemektedir. Çin, ICE araçlara rakip olabilecek daha ucuz ve kompakt boyutlar şehir araçlarının üretimine odaklanmıştır. Ayrıca ülke, 2060 yılına kadar karbon nötr olmayı amaçlamakta ve bu hedef doğrultusunda yeni enerji araçları (NEV) ve elektrikli araçların üretimini ve kullanımını teşvik etmektedir.

Bunun yanında Çin, 2030 yılında satışlarını %40'ının elektrikli araçlar olmasını hedeflemektedir. (BloombergNEF, 2023)

2023 yılı, Çin'in EV alımları için ulusal sübvansiyonlar olmadan faaliyet gösterdiği ilk yıl olmuştur. On yıldan fazla bir süredir pazarın genişlemesine olanak tanıyan bu sübvansiyonlar, artık geçerli değildir. Ancak, EV alımları için vergi muafiyeti bir uzatma sonrasında yürürlükte kalmıştır. Ayrıca, Çin 2023'te 4 milyondan fazla otomobil ihraç ederek dünyanın en büyük otomobil ihracatçısı olmuştur. Bu araçların 1.2 milyonu elektrikli araçlar olup, toplam otomobil ihracatı 2022'ye göre %65, elektrikli otomobil ihracatı ise %80 daha yükselmiştir. (Global EV Outlook 2024 – Analysis - IEA, 2024)

Çin, EV teknolojilerinin gelişimine de büyük önem vermektedir. Ülke, batarya inovasyonu ve yenilenebilir enerji teknolojileri konusunda dünya lideridir. Çin merkezli CATL, dünyanın en büyük lityum iyon batarya üreticilerinden biridir. BYD de, yine Çin merkezli otomobil üreticisi olup aynı zamanda lityum iyon batarya üretimi de

yapmaktadır. EV bataryaları ve diğer bileşenler için gerekli nadir toprak metalleri üretiminde de öncüdür. Ayrıca, Çin'de EV teknolojilerini desteklemek amacıyla çeşitli Ar-Ge fonları sağlanmaktadır.

Ayrıca kamu taşımacılığının tamamen elektrikli hale getirilmesini hedeflemektedir. Birçok büyük şehir, toplu taşıma sistemlerinde elektrikli otobüslerin kullanımını yaygınlaştırma yönünde net hedefler belirlemiştir. Bu, şehirlerin karbon emisyonlarını azaltmalarına ve daha sürdürülebilir ulaşım çözümleri sunmalarına yardımcı olacaktır.

Türkiye Politikaları

Türkiye, Paris Anlaşması çerçevesinde yayınlanan NDC hedeflerinde 2030 yılına kadar sera gazı emisyonunu 2012 yılını referans alarak %41 oranında azaltmayı ve 2053 yılında net sıfır hedefine ulaşmayı hedeflediğini yayınlamıştır. Bu NDC'lere ulaşabilmek için, 7 sektörde toplam 49 strateji ve 260 eylem planı içeren Ulusal İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı'nı oluşturmuştur. Başlıca eylemler arasında ulaştırma sektörünün her alanında elektrifikasyon sistemlerinin geliştirilmesi bulunmaktadır. Bu eylem planının içerisinde ulaşımla ilgili olarak öncelik deniz yolu ve demiryolu taşımacılığının payını arttırmak ve karayolu taşımacılığı payını azaltmak olarak hedeflenmiştir. Karayolları için de fosil yakıtlar yerine elektrik ve alternatif enerji kaynaklarının kullanımını artırmak, ülke genelinde hızlı şarj istasyon ağı oluşturarak elektrikli araçları teşvik etmek, şehir içi alanlarda sürdürülebilir ulaştırma yaklaşımlarını hayata geçirmek hedefleri belirlenmiştir. (NDC – Net Sıfır Türkiye, n.d.)

Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Birleşmiş Milletlerin Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşabilmek için Türkiye Ticaret Bakanlığı 2021 yılında kendi Yeşil Mutabakat Eylem Planını Oluşturmuştur. Mutabakatta 2050 yılına kadar ulaştırmadan kaynaklanan emisyonların %90 azaltılması hedeflendiği belirtilmektedir. Sürdürülebilir akıllı ulaşım hedefi doğrultusunda karayolları ile ilgili, elektrikli araç ve şarj altyapısının geliştirilmesine yönelik strateji geliştirme ve planlama faaliyetleri yürütüleceği, Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planında yer alan "4.5. Toplu Taşıma Filolarında ve Hizmet Araçlarında Elektrikli Araçların Kullanılması ve

Toplu Taşımanın Teşvik Edilmesi" eyleminin etkin bir şekilde uygulanması takip edilmesi, egzoz emisyonlarının azaltılması ve alternatif yakıtlı, düşük emisyonlu bireysel ulaşım imkânlarının sağlanması amacıyla, bisiklet ve paylaşımlı elektrikli skuter sistemleri gibi mikro hareketlilik araçlarının kullanımının artırılmasına yönelik gerekli mevzuat çalışmaları tamamlanması, Bisikletli Ulaşım Master Planlarının hazırlanması ve bisiklet/e-skuter yolları, park ve şarj istasyonları yapılacağı hedefleri belirtilmiştir. Bu hedefler Yeşil Mutabakat Eylem Planı Takviminin 6.4, 6.5 maddelerinde görülebilir. (Yeşil Mutabakat Eylem Planı, 2021)

Türkiye'de elektrikli araç satışlarına bakıldığında, TÜİK'in Motorlu Kara Taşıtları Aralık 2023 (2024) raporuna göre 2022 yılında elektrikli araçların, diğer yakıtlı araçlar göre payı %2.3 olup, 2023 yılında bu değer 11,2'ye yükselmiştir. Ancak, IEA (2024) Global Outlook raporuna göre dünyada satılan elektrikli araçlar, toplamda satılan araç toplamının %18'i kadar olup, Türkiye ortalaması dünya ortalamasına göre düşük kalmaktadır. Çin örneğinde daha önce bahsedildiği gibi 2023 yılında 2022 yılına göre elektrikli araç satışlarını %35 arttırmıştı.

Türkiye, otomotivde dışa bağımlılığı azaltmak ve yerli üretimi artırmak adına milli EV olan Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu (TOGG) markasını oluşturmuştur. TOGG'un T10X SUV modeli Nisan 2023 ile satışa sunulmaktadır. Türkiye, Temmuz 2024 itibariyle BYD ile Türkiye'de 1 milyar dolar değerinde anlaşma imzalamıştır. EV'lerin yaygınlaştırılması konusunda Türkiye'nin ciddi bir yaklaşım sergilediği söylenebilir.

Türkiye'de elektrikli araçlar uygulanan vergiler incelendiğinde KDV, motorlu taşıtlar vergisi (MTV) ve özel tüketim vergisi (ÖTV) gibi vergilerin alındığı görülmüştür. Yukarıda incelendiği gibi, dünyanın en büyük ülkelerinde teşvik amaçlı bazı vergilerden muafiyet tanındığı görülmüştür. 2024 yılında elektrikli araçlardan, ICE araçlarla aynı %20 oranında sabit KDV alındığı, ÖTV ve MTV ise ICE araçlara göre daha az alınmaktadır.

Yapılan literatür araştırmasında, toplu taşımanın ve hükümet içi filoların elektrifikasyonunu, şarj istasyonu ve elektrikli binek otomobilin yaygınlaştırılmasına dair

kesin bir hedef yılı ve tam sayısal bir hedef Türkiye'nin yayınladığı stratejik planlarda bulunamamıştır. Bu sebeple yukarıda bahsedilen teşviklerin ne derecede yararlı olduğuna ve sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik ülke hedeflerine ne derece yaklaşıldığı anlaşılamamıştır.

Şarj istasyonları ile ilgili olarak TOGG'un %100 iştirak firması olan Trugo firmasının ülke genelinde her 25-50 km'de bir hızlı şarj istasyonu kurmayı hedeflediği görülmektedir. Ayrıca Şubat 2023 yılı itibariyle şarj hizmeti için lisans alan şirket sayısı 110'a ulaşmıştır.

2.7. Sürdürülebilir Ulaşım

Şehir içi sürdürülebilir ulaşım, çevreye duyarlı, ekonomik olarak verimli ve toplumsal olarak adil bir ulaşım sistemini ifade eder. Bu tür ulaşım sistemleri, şehir içindeki hareketliliği sağlarken, aynı zamanda çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik ilkelerini gözetir. Şehir içi ulaşımda çevresel sürdürebilirlik karbon emisyonlarını ve hava kirliliğini azaltan ulaşım araçlarının kullanılması, doğal kaynakların verimli kullanılması ve yeşil alanların ve biyolojik çeşitliliğin korunması ile; ekonomik sürdürebilirlik, ekonomiyi destekleyen ulaşım çözümleri ve enerji verimliliği yüksek ulaşım araçlarının teşvik edilmesi ile; sosyal sürdürülebilirlik ise toplumun tüm kesimlerinin (yaşlılar, engelliler, düşük gelirli gruplar) erişebileceği ulaşım sistemlerinin kurulması, yol güvenliğinin artırılması ile sağlanabilir. Hem sürdürülebilir hem de verimli ve etkin bir ulaşım sisteminin kurulması için farklı ulaşım türlerinin birbiri ile entegre çalışabilmesi ve gerçek zamanlı bilgi akışı ile trafik yönetim sistemleri gibi akıllı ulaşım teknolojileri kullanılması gerekmektedir.

Sürdürülebilir ulaşım için elektrikli araçların yaygınlaştırılmasıyla ilgili olarak Türkiye politikalarından yukarıda bahsedilmişti. Bunun yanında Türkiye, toplu taşıma ağlarının geliştirilmesi, bisiklet yollarının arttırılması, akıllı ulaşım sistemlerinin entegrasyonu ve ulaşım sistemlerinde yenilebilir enerjinin kullanılmasıyla ilgili de hedefler oluşturmuştur.

2.8. Sürdürülebilir Ulaşımda Mikro Hareketlilik

Mikro hareketlilik Birlemiş Milletlerin White Paper: Micromobility. (n.d.) raporuna göre tek kişilik seyahat için uyarlanmış hafif araçların kullanılmasını içeren yeni bir şehir içi hareketlilik türü olarak tanımlanmıştır. Ancak mikro hareketliliğin küresel bazda kabul gören net bir tanımı henüz yoktur. Yine aynı rapora göre Türkiye'nin mikro hareketlilik tanımı, maksimum hızı 25 km/h olan, bisiklet yollarını ve 50km/h altındaki yolları kullanabilen ancak kaldırımı kullanamayan araçlara denilmektedir.

Sürdürülebilir ulaşımda mikro hareketliliğin önemi giderek artmaktadır. Bu araçlar arasında elektrikli 2 tekerlekli scooterlar, elektrikli mopedler, elektrikli bisikletler, paylaşımlı bisikletler ve diğer küçük elektrikli araçlar bulunmaktadır. Bu araçların yaygınlaştırılmasının şehir içi yaşam kalitesini arttırdığı görülmüştür.

Mikro hareketlilik grubundaki araçlar küçük ve hafif olmalarından dolayı geleneksel motorlu taşıtlara göre çok daha az karbon emisyonu üretmektedir. Elektrikli scooterlar ve bisikletler, özellikle kısa mesafeli yolculuklarda fosil yakıtlı araçların yerini aldıklarında, şehirlerin karbon ayak izini önemli ölçüde azaltacağı düşünülmektir. Bu araçlar, egzoz gazları üretmediği için şehir içindeki hava kalitesini iyileştirir ve sağlık sorunlarının azalmasına katkıda bulunurlar. Aynı zamanda satın alma ve bakım maliyetleri açısından motorlu taşıtlara göre çok daha ekonomiktir. Bunun yanında, toplu taşıma sistemlerinin yetersiz olduğu veya hiç bulunmadığı bölgelerde erişim sağlar. Bu, şehir içi ulaşımda kapsayıcılığı artırır.

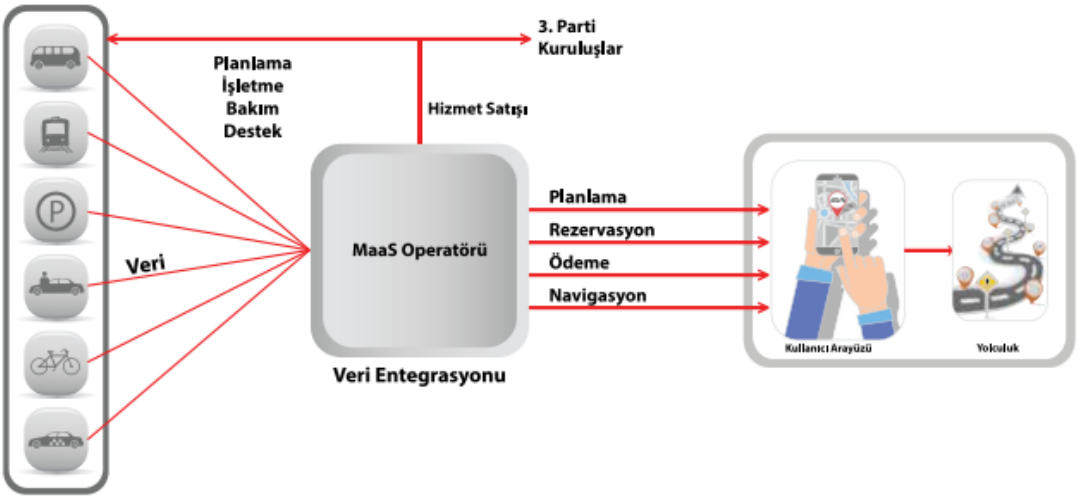
2.9. Paylaşımlı Mobilite

Paylaşımlı mobilite, kullanıcıların araç sahibi olmak yerine bir aracı ortak kullanmasını sağlayan hizmetleri kapsar. Bu hizmetler arasında e-hailing (yolcu taşıma), dinamik shuttle servisleri, araç paylaşımı, eşler arası (P2P) araç ve yolcu paylaşımı, paylaşımlı mikro hareketlilik (elektrikli scooterlar ve bisikletler), hava taşımacılığı (uçan taksiler), ve robot taksiler yer alır. Bu hizmetler, kullanıcıların araç sahibi olma zorunluluğunu azaltarak mobiliteyi daha erişilebilir ve sürdürülebilir hale getirir. (Heineke et al., 2021b)

McKinsey'nin The future of mobility: Mobility evolves. (2023, April 19) raporuna göre, 2035 yılına kadar hem yeni regülasyonlardan dolayı hem de tüketicinin daha çevre dostu ve verimli seçeneklere yöneleceklerinden dolayı özel araç kullanımının önemli ölçüde azalacağını ön görmektedir. Özellikle mikro hareketlilik, paylaşımlı otonom araçlar ve gelişmiş elektrikli araç teknolojilerinin ön planda olacağı söylenmektedir. Ek olarak, 2022 yılında düzenlendikleri müşteri anketine göre, ankete katılanların %30'unun mikro hareketlilik veya paylaşımlı mobiliteyi daha çok kullanacağını, %46'sı özel araçlarını diğer transport modları ile değiştirmeyi, %70'i de diğer üç kişi ile beraber otonom bir aracı kullanmaya olumlu baktığı görülmüştür. 27.036 kişinin katıldığı bu anketten anlaşılıyor ki tüketicilerin şehir içi sıkışıklık ve çevresel kaygılar sebebiyle sürdürülebilir ve kullanışlı ulaşım alternatiflerine ilgi göstermektedir.

2.10. Bireysel Gereksinime Göre Özel Ulaşım Hizmeti (MaaS)

Hizmet olarak mobilite kavramı (MaaS – Mobily as a Service – Bir servis olarak hareketlilik), nispeten yeni bir kavram olup henüz gelişme aşamasındadır. Ulaştırma politikalarının bir çalışması sonucu ortaya çıkan bu kavram akıllı mobilite çözümlerini kullanmak ve insanları daha sürdürülebilir mobilite çözümleriyle seyahatlerini tamamlayabilmelerini sağlayabilmeleri amacıyla oluşturulmuştur. MaaS, Şekil 2.3'te gösterildiği gibi bir çevrim içi arayüz aracılığıyla, insanların seyahatlerini en kısa sürede ve en uygun bir şekilde planlamalarını, tüm alternatif mobilite olasılıklarını (bisiklet, araba, scooter, tren, metro, otobüs, taksi, kişinin kendi aracı veya kendi bisikleti) karma bir şekilde sunan, seyahat rezervasyonlarını ve seyahat ödemesini yine aynı platform üzerinden bir kerede yapmalarına olanak tanıyan, pratik ve bütünleşmiş bir sistemi ifade etmektedir. MaaS sahip olmaktansa hizmetten faydalanmaya odaklanmaktadır. Yani, özel araç sahiplerinin tüm ulaşım ihtiyaçları için kendi özel araçlarını kullanmak yerine, çeşitli cazip seyahat hizmetlerine ulaşabileceği ve bu seyahat tiplerini kendilerinin belirleyeceği bir hizmet anlayışı sunmaktadır. Böylelikle özel araçlar yerine alternatif ulaşım modlarının kullanılmasını sağlanmasıyla, özel araçların kat ettiği kişi başına düşen araç kilometresinin azalmasına ve aynı zamanda sıkışık trafik, iklim değişikliği, hava kirliliği, park etme baskısı gibi sorunlara çözüm getirmesi hedeflenmektedir. (Van 't Veer et al., 2023)

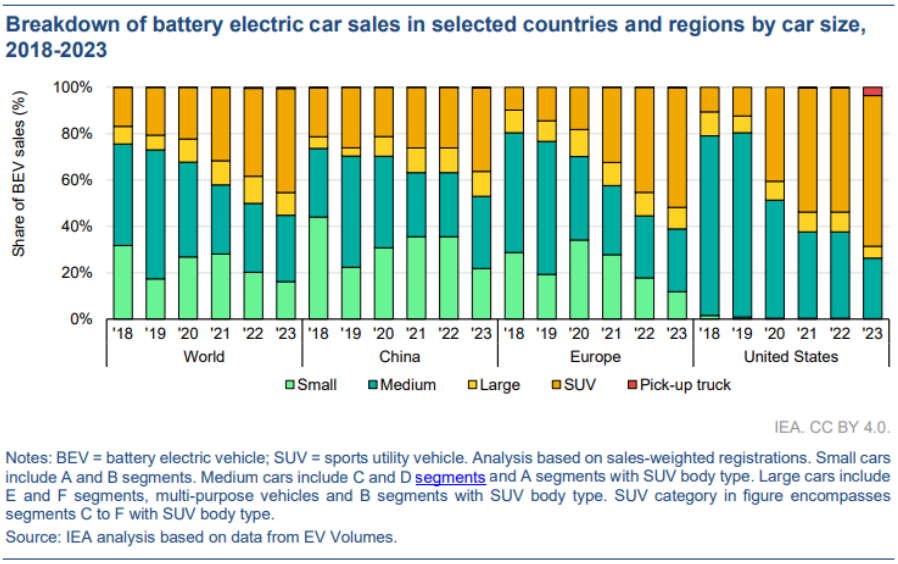


Şekil 2.3. Bir Servis Olarak Hareketlilik (MaaS) çalışma sistemi (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2020b)

Bazı yapılan çalışmalarda MaaS'ın özel araçlarla yapılan yolculukların yerine almak yerine, esas olarak toplu taşıma veya aktif modlarla yapılan yolculukların yerini almasıyla ve MaaS'ı kullanabilecek muhtemel grubun zaten çevre dostu ulaşım modlarını tercih ediyor olması sebepleriyle, potansiyel olmasından ziyade MaaS uygulamasının verimsiz olabileceği de öne sürülmüştür. Ancak özel araç sahiplerinin neden MaaS'ı kullanmadıklarını, MaaS'ın gerçekten toplum üzerindeki etkisinin ne olacağı belirsizdir. (Van 't Veer et al., 2023)

2.11. Araç Büyüklüğünün Giderek Artması

Elektrikli araçlar egzoz emisyonlarının sıfır olması sebebiyle günümüzdeki en temiz enerjili ulaşım teknolojisidir. IEA (2024), raporuna göre 2023 yılında elektrikli araç model sayısı 600'e yaklaşmıştır. Ancak, bu araçların 2/3'ünü SUV gibi büyük araç modelleri oluşturmakta olup, şehir içi ulaşımın en büyük problemleri olan park yeri bulma ve trafik sıkışıklığı sorunlarını çözmeyecektir. Şekil 2.4'te elektrikli araçların gövde tipine göre satın alınma dağılımına bakıldığında, SUV araç satışının dünyanın her yerinde her sene daha da arttığı, bu raporda küçük olarak kabul edilen A ve B segment araçların pazardaki payının ise düşüşe geçtiği görülmektedir.



Şekil 2.4. SUV gibi büyük elektrikli araçların satış yüzdesi her sene daha da artmaktadır. (IEA, 2024)

Şehir içi ulaşımındaki yoğunluğun en büyük ana sebebi klasik yakıtlı büyük araçların trafikte yaygın kullanımıdır. Amerika'da 2017'de %20 olan SUV satışları 2021 yılında satılan araçların yarısından fazlasına çıkıp, Avrupa'da bu oran 2017 yılında %10 iken, 2022 yılında %40'a çıkmıştır. Boyut artışları, otomobil ekipman üreticilerinin (OEM), kar marjlarını artırmak için daha büyük ve daha kaliteli araç üretmeye yönelik baskılardan kaynaklanıyor. Kâr marjı büyük araçlar için %5 iken, daha küçük araçlar için %1'in altındadır. (Chester, 2024c)

ODMD (2024) Mart ayı raporuna göre, Türkiye'de, araç motor tipinde pazar ağırlığını %77.8 ile benzinli ve dizel araçlar oluştururken, motor tipinden bağımsız araç gövde tipi olarak %51.7 ile SUV araçlar yer almaktadır. Trendin SUV gibi büyük ve fosil yakıtlı araçlar üzerinde devam ediyor olması, şehirlerdeki nüfus artışı ile önümüzdeki senelerde çok daha büyük problemlere sebebiyet verecektir. (Makroekonomik Değerlendirme, 2024)

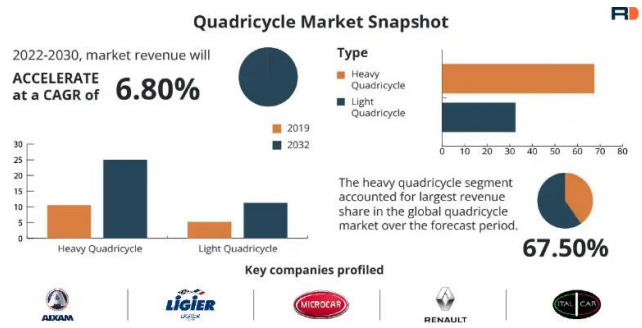
2.12. Neden Küçük Elektrikli Araçlar (SEV)?

Eurostat (2021) raporuna göre Avrupa'da günlük, bir aracı kullanan kişi sayısı ortalama 1,5–2 kişi olarak görülmüştür. Ortalama bir elektrikli aracın ağırlığı ise 2000 kg

civarındadır. Bu, 1-2 kişiyle yolculuk yapmak için 2 tonluk araçlara ihtiyaç duyduğumuz anlamına gelmektedir. 5 koltuklu büyük bir araç satın aldığımızda, aslında aracın çoğunlukla kullanmadığımız ve ortalama bir insan ağırlığının 26 katı kadarına denk gelen boş alan ağırlığını da satın almış oluyoruz. Bu da yaygın kullanılan seyahat teknolojisinin, ihtiyaçlarımızın çok üstünde olduğu anlamına gelir ve mantıksız gözükmektedir. Küçük elektrikli araçlar ise ihtiyacımız olanı karşılamakta olup, şehir içi sürdürülebilir ulaşımın sağlanabilmesi için yayınlaştırılması gerekmektedir.

2.13. Küçük Araçların Pazarında Büyüme Tahminleri

Dünyada quadricycle modellere olan talep giderek artmaktadır. Reports and Data (2023)'ün yayınladığı rapora göre dünyada quadricycle pazar büyüklüğü 2022 yılında 18.90 milyar dolardır ve araçların globalde beklenen bileşik yıllık büyüme oranı (CAGR) Şekil 2.5'te görüldüğü gibi %6,8'dir. Düşük emisyonlu araç ve yakıt fiyatlarının artmasıyla beraber, şehir içi trafik sorunlarına olan endişe ve yakın noktalardaki mesafeler için farklı bir araç modeli ihtiyacı, bu araçlara olan talebin artmasına sebep vermiştir. Bu araçlar hem operasyonel maliyetlerinin düşük olması hem de araç maliyetinin düşük olmasıyla özellikle Fransa ve Hollanda gibi emisyon odaklı vergi sistemi sonucu tüketicilerin elektrikli veya yakıt verimliliği yüksek araçları tercih etmelerini sağlamıştır. Aixam, Ligier, Microcar, Renault ve Italcar markaları pazardaki önemli aktörlerdir.



Şekil 2.5. Quadricycle market analizi

2.14. Elektrikli Araçlarla İlgili Yapılmış Bazı Anket Çalışmaları

Raphael Hoerler ve arkadaşları (2023), İsviçre'de yaşayan, en az bir tane geleneksel arabaya sahip olan insanlara, bir sonraki araçları olarak elektrikli araç satın alma ihtimalleri üzerine, SHEDS (Swiss Household Energy Demand Survey) kurumu ile beraber bir anket çalışması başlatarak, hangi etkenlerin insanları küçük elektrikli araç almaya itebileceğini tespit etmeye çalışmışlardır. Ankette insanlara önce kendi mobilite yaşam tarzlarıyla ilgili sorular sormuşlardır, sonrasında anketi anlattıkları küçük bir giriş kısmı oluşturmuşlar, sonrasında SEV'leri da içine alan farklı mobilite yaşam tarzlarıyla ilgili seçenekler sunulmuş ve son olarak başka sorularla beraber kişilere verdikleri cevapları tekrar düşünmeleri için bir alan bırakılmıştır. Piyasadaki SEV'leri (Renault Zoe WLTP menzili 342 km ve BMW i3 WLTP menzil değeri 310 km) ve menzillerini inceledikten ettikten sonra bir küçük elektrikli aracın günlük 200 km'lik bir yolculuğu rahatça sağlayabildiğini gözlemlemişlerdir. Bu sebeple farklı mobilite yaşam tarzlarıyla ilgili seçenekleri hazırlarken 200 km menzili günlük maksimum kullanılabilecek mesafe olarak referans almışlardır. Hazırlanan seçenekler ise şu şekildedir: ilk seçenekte mevcuttaki araçlarına benzer bir aracı aldıkları, ikinci seçenekte günlük seyahatler için 200 km menzilli bir elektrikli araç ve uzun mesafe yolculuklarında ise toplu taşımayı kullandıkları, üçüncü seçenekte ise yine günlük için 200 km menzili sağlayan bir küçük elektrikli araç ve uzun mesafe yolculuklarında ise araç paylaşımı veya araç kiralama gibi uygulamalarını kullandıkları sunulmuştur. Toplamda 859 kişinin cevap verdiği ankette, anket sonuçlarını ikili lojistik regresyon metoduyla analiz edip, anket sonuçları sosyodemografik, mobilite tercihleri, kişi değerleri ve davranış şekilleri kapsamında incelemişlerdir. Sosyo-demografik değişkenler olarak en etkili iki değişkenin gelir ve yaş olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak daha nispeten düşük gelirli kişilerin SEV'leri içeren alternatiflere geçme olasılığının düşük olduğu görülmüştür. 35-55 yaş ve 54+ grubundaki insanların, 18-34 yaş arası gruba göre de geçiş yapma olasılığı daha düşük olduğu görülmüştür. Kırsal kesimde yaşayan insanların, şehir içinde yaşayan insanlara göre de alternatiflere geçme olasılığının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Güçlük hayatında bisiklet kullanan ya da yürüyerek ulaşımını sağlayan insanların ve otobüs/tren kartına sahip olan insanların elektrikli araca geçme olasılığının çok daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Senede en az 6'dan fazla 200 km'den fazla yolculuk yapan insanların ya da gece gezileri yapan insanların daha alternatif seçenekleri seçme olasılığının daha az olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca değer ve davranış olarak da anket sonuçları

incelendiğinde, güzel bir eşyaya sahip olmanın ve kendine ait bir araca sahip olmanın önemi arttıkça insanların diğer alternatiflere geçmeleri ihtimali çok daha düşmektedir. Ancak fedakârlık ve çevreye verilen önem arttıkça da alternatiflere geçme olasılığının arttığı görülmüştür. Sonuç olarak bu çalışma ile çalışmacılar devlet politikacıların ve karar vericilerin yapacağı projelerin veya çalışmaların, insanların mobilite ihtiyaçlarını küçük elektrikli araç ile sağlamaya iteceği sonucuna varmışlardır. Çevre ile ilgili yapılacak bilinçlendirme çalışmalarının yapılması, araç paylaşımı, araç kiralama gibi uygulamaların yaygınlaştırılmasının, uzun mesafelerde toplu taşıma kullanımının artırılmasının veya kolaylaştırılmasının ve küçük elektrikli araç alma ile ilgili çeşitli teşvik projelerinin yapılmasının, anket sonucunda da görüldüğü gibi insanların küçük elektrikli araç kullanmaya etkisinin olacağı gösterilmiştir. (Hoerler et al., 2023)

EY (Ernst & Young) Türkiye tarafından, 2020 ve 2021 yılında özellikle elektro-mobilite ve dijitalleşme ile alakalı trendi anlamaya yönelik, farklı gelir düzeyi olan ve 20-60 yaş grubuna 32 soruluk bir anket çalışması yapılmıştır. İnsanların bir sonraki araçları olarak hangi tip motorlu araç satın almayı planladıkları ile alakalı soruya 2020 yılında %48 Dizel, %21 Benzin, %13 hibrit, %3 elektrik, %6 gaz ve %10 kararsız cevabı verilir iken 2021 yılında ise %31 Dizel, %25 Benzin, %20 hibrit, %7 elektrik, %3 gaz ve %13 kararsız şeklinde verilmiştir. İki yıl arasındaki farka bakıldığında dizel ve gaz yakıtlı motoru tercih edenlerin oranının düştüğü, benzin, hibrit, elektrik motoru tercih edenlerin oranının yükseldiği görülmektedir. Cinsiyet anlamında incelendiğinde kadınların daha geleneksel motorlara yöneldiği görülmüştür, kadınlar %40 dizel, %14 hibrit ve %5 elektrikli araç tercih ederken, erkekler %23 dizel, %25 hibrit ve %10 elektrikli araç cevabını vermiştir. Sonuçların kişilerin gelir düzeyiyle doğru orantılı olduğu ve en yüksek aylık brüt gelire sahip her iki kişiden birinin hibrit ve EV gibi alternatif bir sürüşü tercih edebileceği görülmüştür. Alternatif sürüşleri yönelme, yaş dağılımı olarak bakıldığında ise 20-29 arası %19, 30-44 arası %24 ve 45-60 arası %33 olduğu görülmüştür. Elektrikli aracı tercih eden insanlara neden elektrikli almak istediklerini birkaç seçenek seçmeleri istendiğinde, sebep olarak %57 daha düşük emisyon ve daha az gürültü kirliliği olması, %21 düşük işletme faaliyeti, %19 araç performansı, %18 teşvikler ve ülke tarafından sağlanan diğer yararlar, %15 regülasyonların geleneksel araçları limitlemeyi planlaması, %13 tasarım ve prestij olarak cevap vermiştir. Benzer anket Rusya, Çekya ve Macaristan sonuçlarına

bakıldığında ilk sebep düşük işletme faaliyeti olarak, ülkemizde düşük emisyon ve daha düşük gürültü kirliliği olarak gelmiştir. Hangi etkenlerin elektrikli araç almayı düşündürmediği sorulduğunda ve birden fazla seçenek seçebilecekleri söylendiğinde sonuçlar ise %43 şarj istasyonu imkânı, %41 fiyat, %38 batarya şarj süresi, %27 tek şarjla uzun seyahat, %27 tek şarjın günlük kullanımı, %19 ikinci el satışındaki düşük, %1 diğer seçenekleri tercih etmiştir. Hangi devlet tarafından sağlanan inisiyatiflerin elektrikli araç almaya teşvik edebileceği sorulduğunda ise %56 vergi veya harç indirimi, %50 satın alma fiyatı, %47 şarj istasyonlarının artması, %20 şehir içi park etmede öncelik, %14 önceki arabanın hurdaya ayrılması, %2 ise yararları olsa bile elektrikli araç almayacağını belirtmiştir. (Mobilite Sektöründe Gündem 2021))

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Piyasadaki Büyük ve Küçük Elektrikli Araçların Karşılaştırılması

Büyük ve Küçük Araç Tanımları

Yapılan literatür araştırmasında küçük veya büyük araç boyutunu ayıran net bir tanımlama bulunamamıştır. Yaygın olarak bilinen ACEA (Avrupa Otomobil Üreticileri Birliği) sınıflandırmasına göre araçlar A'dan başlayıp M'ye kadar 9 segmente ayrılmaktadır. A ve D segmenti, araç boyutunun yaklaşık hangi aralıkta olduğunu gösterse de segmentlerin tamamına bakıldığında sadece araç boyutuna göre değil performans, teknolojik donanım gibi farklı özelliklere bağlı olarak da değişmektedir. Üstelik SEV'lerin tamamını A segmenti olarak gruplamak çalışma için yeterli olmayacaktır.

Bir diğer yaygın kullanım olan UNECE (Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu) standartlarına bakıldığında boyut gruplandırma açısından daha anlamlı olacağı görülmüştür. Bu sınıflandırmada ulaşım araçları daha fazla farklı gruba ayrılmıştır ve küçük araçları tanımlayabilmek için daha iyi imkân sağlamaktadır.

SEV'lere farklı literatürde farklı tanımlar yapılmıştır. En yaygın tanımlar şu şekildedir: small electric vehicles (SEV), neighborhood EV (mahalle arabası), nanocar, microcar. Bu çalışma içerisinde aralarından en yaygını olan SEV tanımı kullanılacaktır.

Bu çalışmada SEV tanımı, 3 veya 4 tekerli ve genellikle 2 koltuklu olan L6E (hafif quadricycle), L7E (ağır quadricycle), ve 3m uzunluğunun altındaki M1 sınıfı tamamen elektrikli araçlar için kullanılmıştır. Çizelge 3.1'de bu araçlarla ilgili Avrupa regülasyonundan alınan ayırt edici bazı parametreler verilmiştir. Bu araç grupları arasında en ayırt edici özellik maksimum hızlarıdır. L6E araçlar maksimum 45km/h hızda gidebilirken, L7E araçlar için bu 90km/h ve M1 araçlar için bu değer binek otomobil grubunda olduğu için sınır tanımlanmamıştır.

Çizelge 3.1. Avrupa regülasyonuna göre araç kategorileri (Regulation EU No 168/2013)

EU Regülasyonu	**L6E**	**L7E**	**M1**
Tekerlek sayısı	4	4	4
Max. uzunluk (m)	3	3.7	12
Max. genişlik (m)	1.5	1.5	2.55
Max. kütle (kg) (batayasız)	425	450	Yok
Max. koltuk sayısı	2	4	9
Max.hız (km/h)	45	90	Yok
Max. motor gücü (kW)	6	15	Yok

Türkiye'de elektrikli bisikletler ve scooterlar için maksimum hız sınırı 25 km/h olarak belirlenmiştir. Bu sebeple bu araçlar her ne kadar boyutlarının küçük olmalarından dolayı mikro hareketlilik grubunda olmaları gerekiyormuş gibi gözükse de, maksimum hızlarından dolayı bu grup içinde henüz saymak doğru olmayacaktır. Ancak, Hollanda örneğine tekrar bakacak olursak, elektrikli bisikletler için hız sınırı ve gidebileceği yollar 30km/h ve 45km/h diye ikiye ayrılmaktadır ve L6E araçlar ve 45km/h hızla gidebilecek elektrikli bisikletler, bazı bisiklet yollarını kullanabilmektedir. Ülkemizde de böyle bir alt yapı çalışması kurulduğu taktirde L6E grubu araçlar da mikro hareketlilik grubuna dahil edilebilir.

Araç Seçimi ve Karşılaştırma

Karşılaştırma için Türkiye'de 2024 yılında Ocak-Nisan ayları arasında en çok satılmış elektrikli araçlara bakılmıştır. En çok satılan ilk 15 aracın pazarın %80'ini oluşturduğu görülmüş ve tüm boyut analizleri ve ağırlık karşılaştırmaları bu araç grubu üzerinden yapılmıştır. Çizelge 3.2'de analiz için kullanılan araçlar, pazar payları, model isimleri, boyutları ve satış fiyatları dolar bazında verilmiştir. Satış fiyatında dolar kuru 32 TL olarak alınmıştır.

Çizelge 3.2. Türkiye'de en çok satılan elektrikli araçlar ve bazı değerleri

Pazar Payı	Marka - Model	2024 Satış adedi	Ağırlık (kg)	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Yükseklik (mm)	2024 Satış fiyatı ($)
36%	TOGG - T10X	7148	1949	4599	1886	1676	$44,768.75
8%	SsangYong - Torres	1569	1915	4715	1890	1715	$55,625.00
6%	BMW - 5 Serisi	1147	3167	4953	1967	1696	$132,400.44
3%	MG - MG4	690	1635	4287	1836	1504	$42,156.25
3%	VOLVO - XC40	662	2075	4440	1873	1647	$41,867.50
3%	BMW - iX1	626	2010	4500	1845	1616	$107,590.63
3%	HYUNDAI - IONIQ 6	625	1850	4855	1880	1495	$54,062.50
3%	BYD - ATTO 3	581	1750	4455	1875	1615	$65,312.50
3%	Mercedes Benz - EQB	573	2110	4687	1834	1706	$80,421.88
2%	Renault - Megane	481	1636	4200	1768	1505	$51,062.50
2%	JEEP - AVENGER	414	1500	4080	1780	1530	$54,059.38
2%	TESLA - Model Y	402	1844	4750	1920	1624	$42,255.00
2%	CITROEN - C4	388	1541	4360	1800	1520	$48,593.75
2%	OPEL - e-CORSA	365	1469	4061	1960	1435	$41,903.13
2%	Mercedes Benz - EQE	342	2510	4946	1961	1510	$119,468.75

Yukarıdaki çizelgede görüldüğü gibi Türkiye'de en çok satılan elektrikli araçların uzunluğu ortalaması 4.5m olan büyük elektrikli araçlar oluşturmaktadır. Listenin tamamına bakıldığında da hiçbir SEV'e rastlanamamıştır. Türkiye'de henüz SEV'ler yaygın olarak kullanılmamaktadır. Dolayısıyla SEV'lerle ilgili araştırma yapılırken dünyada yaygın olarak bilinen araçlara bakılmıştır. Araştırmada kullanılan SEV'ler Çizelge 3.3'de görülebilir. Çizelgede görüldüğü üzere özellikle Hollanda, Fransa, İspanya gibi ülkelerde SEV'ler yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir.

Çizelge 3.3. Dünya'da en çok satılan SEV araçlar ve bazı değerleri

Marka - Model	Gövde tipi	Ağırlık (kg)	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Yükseklik (mm)	Satıldığı Bazı Ülkeler
Micro - Microlino 2.0	L7E	613	2519	1473	1501	İsviçre, Almanya
Slience - S04	L7E	517	2282	1268	1573	İspanya, Fransa, İtalya
Smart - EQ fortwo	M1	1085	2690	1663	1553	Almanya, Fransa, Türkiye
Wuling - Mini EV L1	-	665	2920	1493	1621	Çin
Jiayuan - e-Apple (Move - CityCar)	L6E	424*	2245	1290	1570	Hollanda, Belçika
Birò - B2211 Big	L6E	424	1794	1107	1566	Italya, hollanda
Citroen - Ami	L6E	471	2410	1360	1525	Fransa, Türkiye
Fiat - Topolino	L6E	487	2535	1400	1530	Italya
Aixam - eCityPack	L6E	425	2462	1500	-	Fransa, İspanya
Ark - Zero	-	489	2500	1202	1625	İngiltere
Renault - Twizy 80	L7E	474	2338	1237	1454	Fransa, İspanya, Türkiye

Bu araçlarla ilgili satış adetleri araştırıldığında net değerlere ulaşılamamıştır. Ancak, Wuling Mini EV aracı satışa sunulduğu günden itibaren Çin'de en ucuz ve en çok satılan araba olarak birinci sıraya yerleşmiştir. Aracın ucuz olması onu birinci sıraya yerleştirmiştir. 2020 – 2021 yılları arasında neredeyse 1 milyon araç satışı gerçekleşmiştir. (Wuling Hongguang Mini EV Sales Figures, n.d.)

Aşağıda Şekil 3.1'de dünyada yaygın kullanılan SEV'lerin fotoğrafları verilmiştir.



Şekil 3.1. Sırasıyla Biro, Micro, Silence araçlarının fotoğrafları (Https://www.techradar.com/vehicle-tech/hybrid-electric-vehicles/rise-of-the-microcar-why-compact-evs-are-finally-having-their-day-and-the-ones-to-watch)

Bu çalışma kapsamında, yukarıda belirtilen küçük ve büyük elektrikli araçların, batarya kapasitesi (kWh), menzil (km), ağırlık (kg), boyutları (mm), A kesit alanı (m^2), şarj süreleri (h) bilgileri toplanmış ve birbiri ile karşılaştırılmıştır.

3.2 Bursa Anket Çalışması

Bursa Şehri ve Ulaşım Problemleri

Bursa, TÜİK (2022)'ye göre Türkiye'nin 4. en kalabalık şehridir. Nüfusun kalabalık olması şehir içinde trafik ve dolayısıyla egzoz kokusunun ağır olarak hissedilmesine sebebiyet vermektedir. IQAir (2023) raporuna göre Bursa'nın Nilüfer bölgesinde yıllık ortalama PM2.5 değeri 33.7µg/m³ olarak ölçülmüştür ve Avrupa'da PM2.5 indeksi en kötü 9. sırada yer almaktadır. Bu değer WHO'nun sağlıklı olarak kabul ettiği PM2.5 10µg/m³ değerinin neredeyse 3 katıdır ve hassas gruplar için sağlıksız olarak değerlendirilmektedir. IQAir'in Bursa raporuna bakıldığında, Bursa'da PM2.5 indikatörünü yüksek çıkmasının sebepleri yerleşim yerlerinin sanayiye yakınlığı ve kalitesiz kömür yakılmasının yanında, egzoz emisyonları, her sene yola çıkan klasik yakıtlı araçların sayısının artması ve bakımı geçmiş araçların yollarda kullanılması olarak

açıklanmaktadır. Bursa'da hava kirliliğinin yüksek olmasının en önemli bir sebebinin de büyük ve klasik yakıtlı araçlar olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Bursa'da kalabalık nüfus trafik sıkışıklığına da sebebiyet vermektedir. Tomtom'un Bursa Trafik Index (2023) raporuna bakıldığında, her 15km'lik yolculuk sabah trafiğinde alındığında normal seyahat zamanına 10dk eklendiği, akşam trafiğinde alındığında ise 19dk eklendiği hesaplanmıştır. Yıl toplamına bakıldığında bu 108 saat etmektedir, yani, Bursalılar yılın 4 gün 12 saatini sadece trafikte ekstra zaman olarak geçirmektedir. Daha kötüsü bu durum 2022 yılına göre 8saat 10dk daha artmıştır. Bursa'da trafik sıkışıklığının büyük bir problem olduğu açıkça görülmektedir.

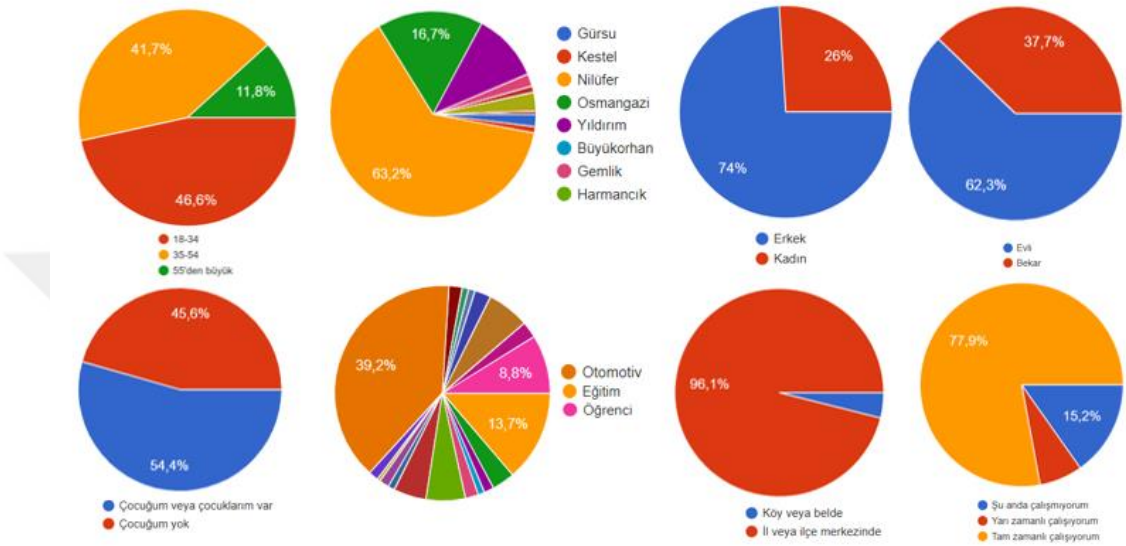
Yukarıda anlatılan sebeplerden dolayı Bursa halkının şehir içi trafik kalitesini düşüren durumlarla gündelik olarak karşılaştıkları görülmüştür ve anket için ideal bir şehir olarak seçilmiştir.

Anket Çalışması

Bursa'da yaşayan insanların mobilite beklentilerini anlamak ve gündelik olarak maruz kaldıkları egzoz kokusu, trafik sıkışıklığı ve park yeri bulma gibi sorunların çözümünde SEV'lerin kullanılması hakkındaki görüşlerini bilmek üzerine 56 sorudan oluşan bir anket hazırlanmıştır. 204 kişinin doldurduğu anket cevapları tamamen anonim olarak toplanmıştır.

Anket soruları temel anlamda 4'e ayrılmaktadır. Birinci grup sorular kişilerin anonim olarak demografik bilgilerini toplamak için oluşturulmuştur. Ankete katılanların yaş aralıkları, katılımcıların cinsiyeti, medeni durumu, çocuk sahibi olup olmadıkları, Bursa'da yaşadıkları ilçe, yaşadıkları bölge (il veya ilçe merkezi gibi), çalışma durumu, çalıştığı sektör bilgileri sorulmuştur. İkinci grup sorular mevcut durumda mobilite ihtiyaçlarını nasıl karşıladıklarını anlamak için, üçüncü grup sorular SEV'ler hakkındaki bakış açılarını öğrenmek için, dördüncü grup sorular ise alternatif mobilite opsiyonları hakkındaki düşüncelerini görmek üzerine hazırlanmıştır.

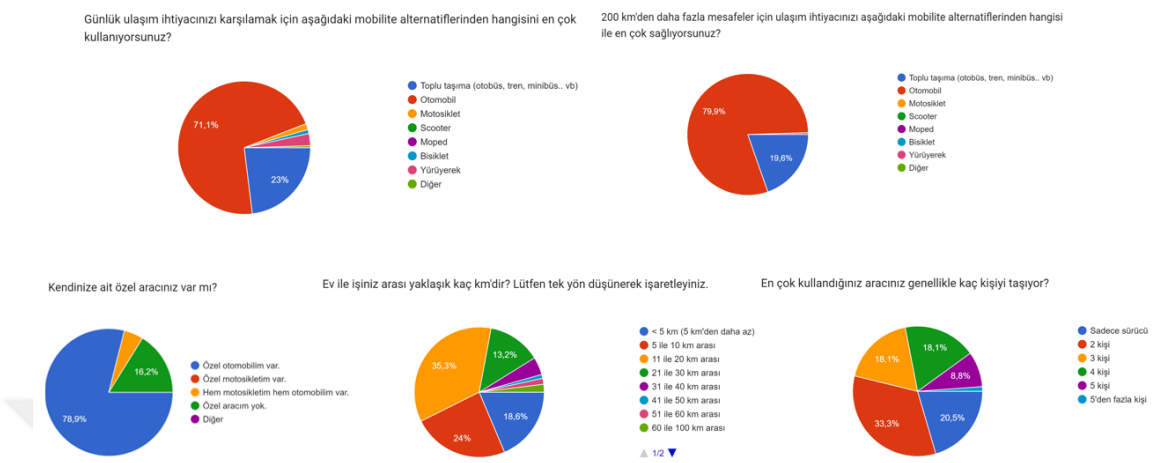
Ankete katılanların büyük çoğunluğu Bursa'nın Nilüfer ilçe merkezinde yaşayan, tam zamanlı olarak otomotiv sektöründe çalışan erkek bireylerden oluştuğu görülmüştür. Şekil 3.2'de ankete katılanların demografik bilgileri görülebilir. Gelir durumları sorulduğunda da ankete katılanların %54,9'unun 4 asgari ücret ve altında kazandıkları ve kalan grubun daha yüksek maaş aldığı görülmüştür.



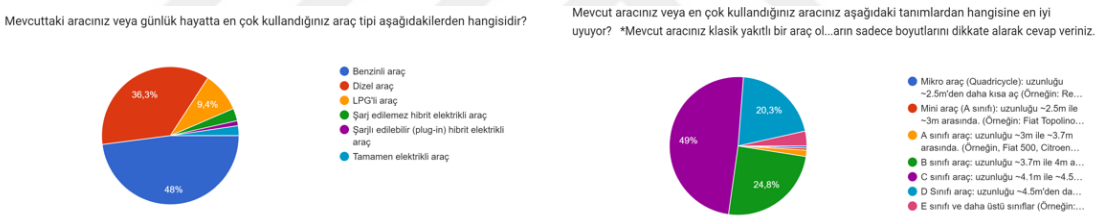
Şekil 3.2. Ankete katılan Bursalıların demografik yapısı

Ankete katılan Bursalılara mevcut mobilite anlayışlarıyla ilgili sorular da yöneltilmiştir, Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te alınan bazı cevaplar görülebilir. Günlük ulaşım ihtiyacı sorulduğunda %71,1 ile otomobil birinci sıraya yerleşmiş olup, ikinci sırada %23 ile toplu taşıma olduğu görülmüştür. 200km'den fazla mesafeler için sorulduğunda ise %79,9 ile otomobil ile seyahatin biraz daha fazla olduğu görülmüştür. Ankete katılanların %78,9'unun kendine ait özel aracı varken, %16,2'sinin kendine ait özel aracı olmadığı görülmüştür. %87.7'si 30 km'nin altında tek yönde yolculuk yapmaktadır ve araç sahibi olanların (171 kişi) %53,8'inin iki kişi veya sadece sürücü olarak genellikle araçlarını kullandıkları görülmüştür. Ayrıca yine özel otomobil veya motosiklete sahip kişiler en

çok benzinli ve dizel araç kullanmış olup, araç sınıfı olarak ise en çok B, C ve D sınıfı büyük araçlar kullanmaktadırlar.



Şekil 3.3. Ankete katılan Bursalıların mevcut durumda günlük mobilite ihtiyaçlarını nasıl karşıladığı



Şekil 3.4. Ankete katılan Bursalıların araçlarının motor tipi ve sınıf bilgisi

Mevcutta kullanılan araçların gövde tipi incelendiğinde ise büyükten küçüğe sırasıyla %33,53 ile HB, %27,75 ile SUV, %23,12 ile Sedan, %8,67 ile Crossover ve %4,62 ile hafif ticari araçlar olmuştur. Bunun yanında SW, motosiklet, ve SEV kullananlardan da ankete katılanlar olmuştur ancak bu kişilerin oranı %1 veya %1'in altındadır.

Bu bölümde yakarıda Bursalıların sadece demografik ve mevcutta kullandığı araç motor tipi ve boyutu hakkında bilgi verilmiştir. Bursalıların diğer sorulara verdikleri cevaplar, piyasadaki küçük veya büyük elektrikli araçlarla karşılaştırılarak ve literatür araştırmalarıyla birleştirilerek Bulgular bölümünde detaylandırılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Anket Sonuçları: Bursalıların SEV'lere Olan Bakış Açısı

Ankete katılan Bursalılara motor tipinden bağımsız olarak bir sonraki aracınızın boyutu nasıl olsun isterdiniz diye sorulduğunda Bursalıların %56,04'ü aynı büyüklükte araç istediğini, %30,92'si daha büyük araç istediğini, %12,08'i daha küçük araç istediğini belirtmiştir. Çizelge 4.1'de Bursalıların bu soruya verdikleri cevap, gövde tipi ile karşılaştırıldığında özellikle SUV ve Sedan araçları kullananların çoğunluğunun aynı büyüklükte araç kullanmaya devam etmek istedikleri ve HB kullananların %48,28'i de kullandığı araçtan daha büyük bir araç kullanmak istediğini belirtmiştir.

Çizelge 4.1. Bir sonraki aracınızın boyutu nasıl olsun sorusuna ankete katılan Bursalıların verdikleri cevaplar

Bir sonraki aracınızın boyutu nasıl olsun isterdiniz?	HB	SUV	SEDAN
Mevcut aracımdan daha büyük bir araç isterdim.	48,28%	20,00%	18,75%
Mevcut aracımdan daha küçük bir araç isterdim.	5,17%	15,00%	14,58%
Mevcut aracımla aynı büyüklükte bir araç isterdim.	46,55%	65,00%	66,67%

Benzer soru, SEV'lerin dahil edildiği farklı mobilite senaryoları ile tekrar sorulmuştur. Buradaki amaç küçük ve büyük elektrikli araçlar bir alternatif olarak gösterildiğinde Bursalıların tercihinin ne yönde olacağını görmektir. Tüm senaryolara verilen cevaplar Çizelge 4.2'de görülmektedir.

Şaşırtıcı bir şekilde SEV'in seçildiği tüm senaryoların tercih edilme toplamı ankete katılanların yaklaşık yarısı kadar, yani, %50,26 ile birinci sıraya yerleştiği görülmüştür. Cinsiyet ayrımına bakıldığında erkeklerin %51,63'ünün, kadınların ise %50,24'ünün farklı senaryolar oluşturulduğunda SEV'lere olumlu baktığı gözlemlenmiştir. Bu analize yaş kırılımı dahil edildiğinde, SEV'lere, 18-34 yaş arası erkeklerin %52,86'sının, 35-54 yaş yaş grubun %52,38'inin 55 yaştan büyük grubun ise %45'inin olumlu baktığı, kadınlarda ise 18-34 yaş arası grubun %53,57'sinin, 35-54 yaş arası grubun %31,82'sinin

55 yaştan büyük grubun ise %75'inin olumlu baktığı görülmüştür. Bu analize göre özellikle 18-34 yaş grubu kadın ve erkeklerin ve 55 yaş üstü kadınların olumlu baktığı, 35-54 yaş arası kadınların ise en az olumlu bakan grup olduğu görülmüştür.

Ankete katılan Bursalıların %49,28'lik diğer yarısının ise tüm seyahat taleplerini tek bir büyük araçla karşılamak istedikleri görülmüştür. En çok kullandığınız aracınız genellikle kaç kişiyi taşıyor sorusu ile bu soru karşılaştırıldığında, taşınan kişi sayısından bağımsız Bursalıların %50'si tüm mesafelerde büyük elektrikli araçları tercih edeceklerini belirtmişlerdir. İlginçtir ki, genellikle sadece sürücünün araç kullandığı grubun %48,57'si de bu seçeneğe yönelmiştir. Aynı şekilde senede 200km'den daha fazla kaç kere yolculuk yapıyorsunuz sorusu ile karşılaştırıldığında senede 1-3 kez yolculuk yapan grubun %55'i yine büyük elektrikli araç ile tüm ulaşımını sağlamak istemektedir. Ankete katılan Bursalıların %52,9'unun senede 6'dan daha az 200km'nin üstünde yolculuk yaptığı ve %53,8'inin sadece sürücü ve 2 kişi olarak araçlarını kullandığı da göz önünde bulundurursak ankete katılan Bursalıların neredeyse yarısı ihtiyaçlarının fazlasını talep ettikleri söylenebilir.

Çocuklu ve çocuksuz kişiler arasında bakıldığında çocuklu kişilerin %55.86'sı ve çocuksuz kişilerin %41.67'si yine bu seçeneğe yönelmişlerdir. Çocuksuz kişilerin çocuklu kişilere göre SEV'lerin dahil olduğu senaryolara olumlu baktığı söylenebilir.

Gelir düzeyine göre bakıldığında özellikle 6 asgari ücretten daha fazla kazanan grubun %62,86'sı, 6 asgari ücret ve altında kazananların ise %46,51'i büyük elektrikli araç istediği görülmüştür. Burada gelir düzeyinin de SEV'lere olumlu bakma konusunda önemli bir parametre olduğu söylenebilir.

SEV senaryoları detaylı olarak incelendiğinde, ankete katılan toplam kişinin %16.91'lik kısmının, tek bir SEV'le tüm seyahat taleplerini karşılamak istedikleri görülmüştür. Çocuklu insanların bu seçeneği seçme oranları %12,61 ilen çocuksuz kişilerin bu seçeneği seçme oranı biraz daha fazla olarak %21,88 olduğu görülmüştür. 18-34 yaş grubunun %18,37'si bu seçeneği seçerken, 35-54 yaş grubunun %17,65'i, 55'ten daha büyük yaş grubunun ise %8.33'ünün bu seçeneği seçtiği görülmüştür.

200km altındaki seyahatlerde küçük elektrikli araç ve 200km'den fazla seyahatlerde toplu taşıma kullanma %16,43'lük ile üçüncü en çok seçilen ve SEV'lerin bir senaryo ile beraber sunulup en çok seçildiği seçenektedir. Çocuklu insanların bu seçeneği seçme oranları %9,01 ilen çocuksuz kişilerin bu seçeneği seçme oranı %8,33 olmuştur.

Tek bir araçla tüm seyahat ihtiyaçlarını karşılamak isteyen toplam yüzdeye bakıldığında %66,19 olduğu görülmüştür. Bu sonuca göre Bursalılar çoğunlukla kendi özel aracını kullanmak istemiştir. Yaş grubuna göre bakıldığında 18-34 arası yaş grubunun %62,24'ünün, 35-54 yaş arası grubun %70,59'unun ve 55'den büyük yaş grubunun ise %58,33'ünün tek bir araç kullanmak istediği görülmüştür. Kadınların %70,37'si tek bir araç kullanmak isterken bu oran erkekler için %63,40'tır. Bu oran, çocuklu kişiler de %68,47 olup, çocuksuz kişilerde %61,46'dır.

Yaş ve cinsiyet beraber, gelir durumu ve çocuklu/çocuksuz olma durumunun SEV'lere olumlu bakma konusunda önemli bir parametre olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.2. SEV'lerin dahil edildiği farklı mobilite senaryolarına Bursalıların verdiği yanıtlar

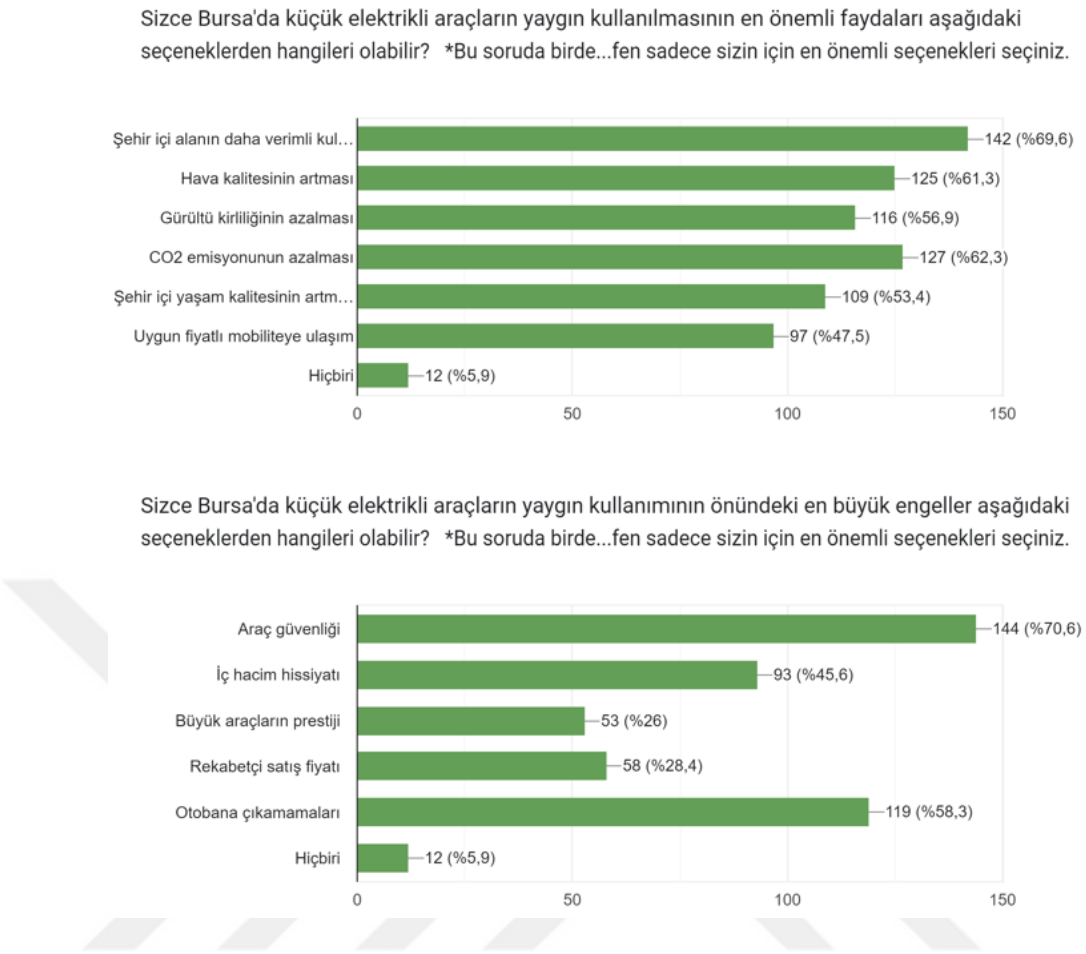
Birini seçmeniz gerekirse, aşağıdaki seçeneklerden hangisi size daha yakın?	Sonuçlar
Tüm mesafelerde kendi özel büyük elektrikli aracımı kullanmak isterim	49,28%
Tüm mesafelerde kendi özel küçük elektrikli aracımı kullanmak isterim	16,91%
Şehir içi kullanımda (<200 km altında) kendi özel küçük elektrikli aracım + uzun mesafe yolculuklarında toplu taşıma	16,43%
Şehir içi kullanımda (<200 km altında) kendi özel küçük elektrikli aracım + uzun mesafe yolculuklarında araç paylaşım uygulamaları	8,70%
Şehir içi kullanımda (<200 km altında) kendi özel küçük elektrikli aracım + uzun mesafe yolculuklarında araç kiralama	8,21%
Tüm mesafelerde kendi özel klasik yakıtlı kasik boyutlardaki aracımı (min 4 kişilik) kulanırım	0,48%

Ankete katılan Bursalılara ayrıca SEV'lerin yaygınlaşması ile ilgili olarak görüşleri sorulduğunda Şekil 4.1'de görülen cevaplar verilmiştir. Ankete katılanların %69,9'u şehir içi alanın daha verimli kullanabileceğini, %62,3'ün CO_2 emisyonlarını azaltacağını,

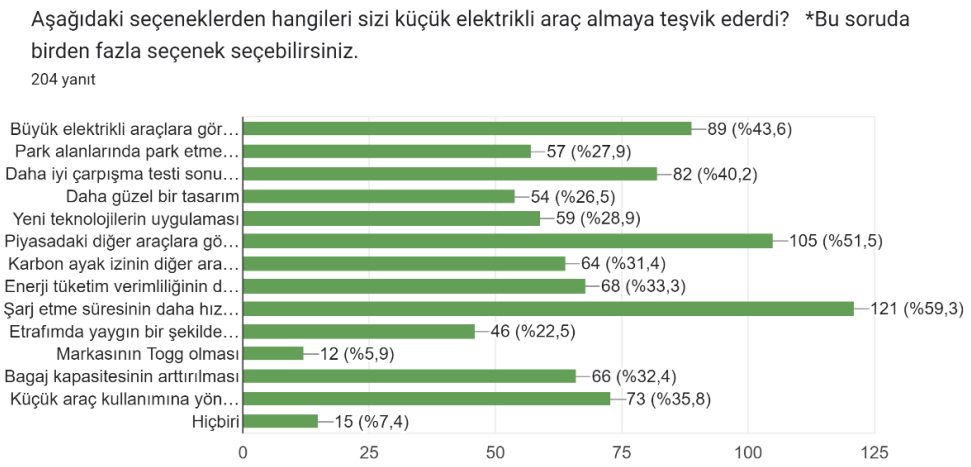
%61,3'ünün hava kalitesinin arttıracağını düşündüğü gözlemlenmiştir. Dezavantaj olarak ise, %70,6'sının araç güvenliğini, %58,3'ünün otobana çıkamamasını ve %45,6'sının ise iç hacim hissiyatını olduğunu işaretlemişlerdir.

Şekil 4.2'de ise sizi küçük elektrikli araç almaya ne teşvik ederdi sorusuna verilen cevaplar görülebilir. Ankete katılanların %59,3'ü bu soruya şarj etme süresinin daha hızlı olması, %51,5'i piyasadaki araçlara göre daha ucuz olması, %43,6'sı büyük elektrikli araçlara göre daha fazla teşviğin sağlanması olarak işaretlenmiştir.

Bir sonraki bölümlerde Bursalıların avantaj ve dezavantaj olarak gördükleri konular ve Bursalıları küçük elektrikli araç almaya teşvik edecek durumlar, Türkiye'de 2024 yılında Ocak-Nisan arasında en çok satılmış elektrikli araçlar ve dünyada yaygın kullanılan SEV'lerle beraber karşılaştırılarak detaylı olarak incelenecektir.



Şekil 4.1. Ankete katılan Bursalıların SEV'lerin gördükleri avantaj ve dezavantajları



Şekil 4.2. Ankete katılan Bursalıların sizi küçük elektrikli araç almaya hangileri teşvik ederdi sorusuna verdikleri yanıtlar

SEV'lerin Araç Paylaşımı ile Beraber Kullanılması

Ankate katılan Bursalılara daha önce hiç araç paylaşımı kullanıp kullanmadıkları sorulduğunda %48'i "hayır kullanmadım ama kullanabilirim", %12,3'ü "evet kullandım ve memnun kaldım" şeklinde yanıt verip, araç paylaşım uygulamalarına olumlu bakarken, %37,3'ü "hayır kullanmadım ve kullanmak istemiyorum" ve "evet kullandım ama memnun kalmadım" şeklinde yanıt verip olumsuz baktıklarını bildirmişlerdir.

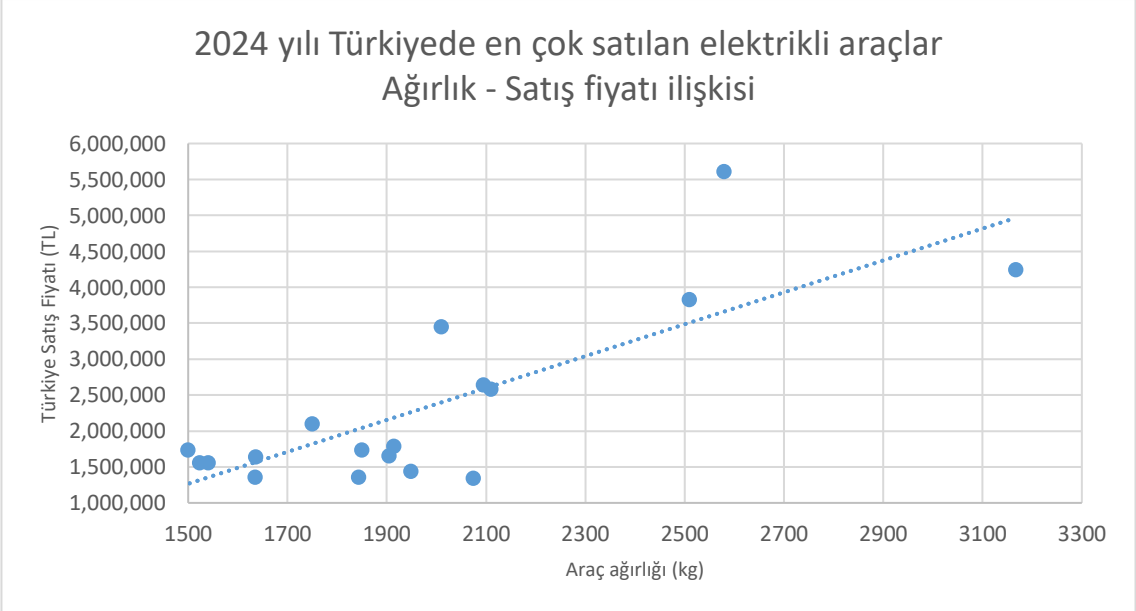
Bir diğer soru olarak, mikro hareketlilik araçları dahil olmak üzere bir sürü küçük elektrikli araç seçeneği verilip hangi araçların araç paylaşım uygulamalarına açılmasını isterdiniz diye sorulduğunda ise, en çok seçilen üç seçenek sırasıyla şu şekildedir: M1 sınıfı otobana çıkabilir araçların %50,5 ile birinci sırada seçildiği, L6E ve L7E araçların %23,5 ile ikinci sırada seçildiği, %19,1'inin ise hiçbirini istemediği görülmüştür. Ankete katılanlar bu soruda birden fazla seçenek seçebilmişlerdir.

4.2. Avantajlar: Daha ekonomik

Türkiye'de 2024 yılında Ocak – Nisan arası en çok satılan elektrikli araçlar incelendiğinde fiyat ortalamasının 2,211,315 TL (Nisan 2024 kuru 32TL alındığında 69,103$) olduğu görülmüştür. Bu değer, 2024 yılı asgari ücretin 130 katı anlamına gelmektedir. Türkiye'de satılan elektrikli araçlarla ilgili en büyük dezavantajlardan biri de çok pahalı olmaları ve zengin kesime hitap ettiği söylenebilir.

Bu gruptaki araçların ağırlığı ve satış fiyatları ilişkisine bakıldığında güçlü bir korelasyon olduğu görülmüştür (Şekil 4.3). Türkiye'de ortalama elektrikli araç ağırlığı 2000 kg, dünyada satışı olan SEV'lere bakıldığında L6E grubundaki araçların ağırlığı batarya dahil 470kg, L7E grubundaki araç ağırlığı ise 560kg'dır. Bu sebeple SEV'lerin satış fiyatı büyük elektrikli araçlara göre yaklaşık 2 ile 3 katı daha ucuz olacaktır. Bu sebeple SEV'lerin büyük elektrikli araçlara göre satın alma maliyetinin çok daha düşük olacağı söylenebilir.

Bir aracın satış fiyatının belirlenmesinde araç ağırlığı, araca takılan parça sayısıyla ilişkili olduğu için en büyük bir etken olduğu söylenebilir ancak sadece araç ağırlığının dışında aksesuar donanımına, üretici firmanın satış stratejisine ve vergilere bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Türkiye'de yerli üretim araçlardan daha az gümrük vergisi ve ÖTV alınmasından dolayı, Türkiye'de üretilecek bir küçük elektrikli aracın fiyatı daha da ucuz olacaktır. Ankete katılanları SEV almaya teşvik edebilecek 3. en çok seçilen seçenek ise büyük elektrikli araçlara göre daha fazla devlet teşviğinin uygulanması da ekonomi ile ilişkilendirilebilir. Diğer dünya devletlerinde elektrikli araçları yaygınlaştırmak için uygulanan, ÖTV veya KDV'nin alınmaması gibi teşviklerin uygulanması durumunda bu araçlara talebin artacağını söylemek yanlış olmayacaktır.



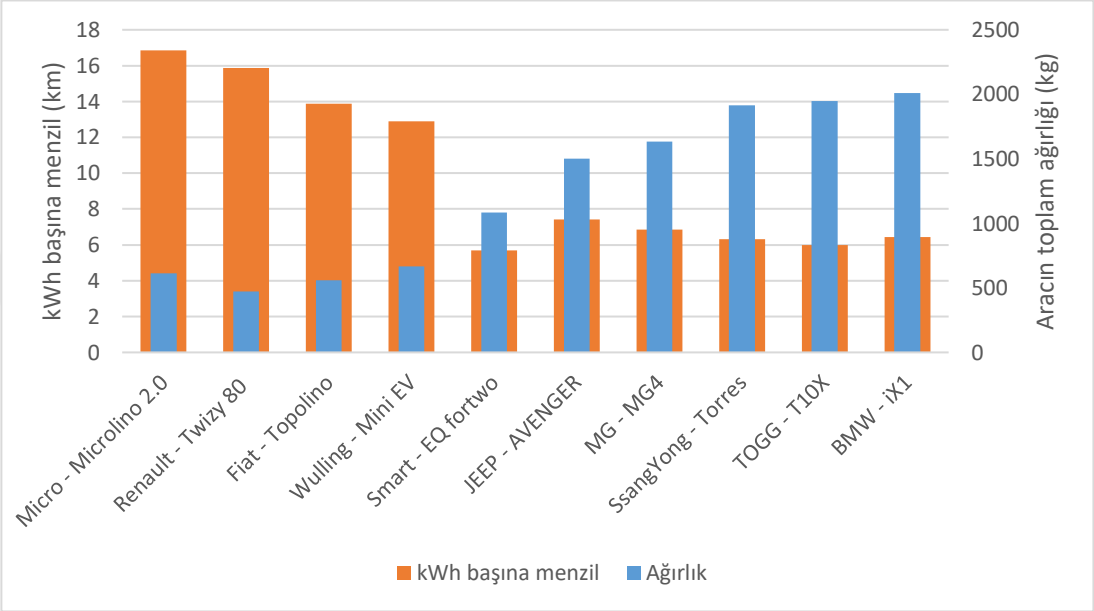
Şekil 4.3. Türkiye'de en çok satılan elektrikli araçlar ve satın alma fiyatı arasındaki ilişkinin grafiği. (Bu grafikteki satış fiyatları araç baz modellere biçilen 2024 Nisan ayından alınmıştır.)

4.3. Avantajlar: Daha verimli

SEV'lerin verimliliğini anlamak için, kWh başına menzil değerleri hesaplanmıştır. Bu değer, tek şarjda alabileceği menzil değerinin batarya kapasitesine bölünmesi (Denklem 1.1) ile elde edilmiştir. SEV'lerin kWh başına menzil değeri araç ağırlığı ile Türkiye'de en çok satılan diğer elektrikli araçlarla karşılaştırıldığında, SEV'lerin bu araçlara göre neredeyse 3 kat daha verimli olduğu görülmektedir (Şekil 4.4). Bu da ayrıca SEV'lerin

daha verimli olması, onların operasyonel maliyetlerinin daha düşük yapacağı anlamına gelmektedir.

$$kWh\ başına\ menzil = \frac{Menzil\ (km)}{batarya\ kapasitesi\ (kWh)} \tag{1.1}$$



Şekil 4.4. SEV'ler ile büyük elektrikli araçların verimlilik karşılaştırması

4.4. Avantajlar: Şehir İçi Kullanım İçin Yeterli Menzil

Eurostat (2021)'de yapılan analize göre, günlük kişi başı kullanılan ortalama menzil 15km'dir. Dünyada yaygın satışı olan küçük elektrikli araçlar incelendiğinde ortalama menzil ~110 km'dir. Bu da SEV'lerin, kişilerin günlük ortalama mesafe ihtiyacının ~7 katını karşılayabildiği görülmüştür. Avrupa'da yaygın olarak kullanılan bazı SEV'lerin tek şarjda alabilecekleri menzil Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Bazı küçük elektrikli araçlar ve tek şarjda alabildikleri menzil değerleri

Gövde tipi	Model	Menzil (km)
M1	Smart – EQ Fortwo	147
L7E	Micro - Microlino 2.0	177
L7E	Slience - S04	149
L6E	Estrima - Birò	100
L6E	Move CityGo (Jiayuan)	110

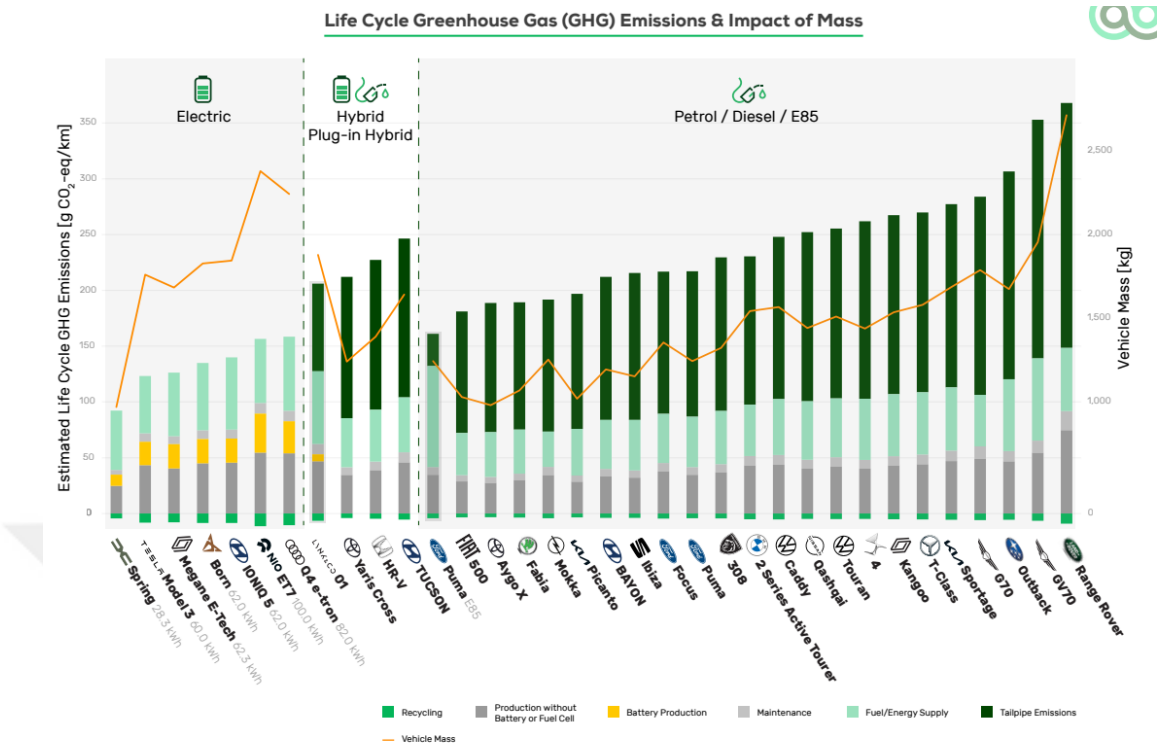
Bursalılara yapılan anket sonuçlarına bakıldığında Avrupa genelinde yapılan çalışma ile benzer sonuçlarla karşılaşılmaktadır. Şekil 3.3'e bakıldığında ankete katılan Bursalıların ortalama 11-20 km arasında tek yön yol gittiği ve neredeyse tamamının tek yön yol ihtiyacının 60km ve altında olduğu görülmüştür. Bu menzil değeri SEV'lerin menzil değerinin neredeyse yarısı olup, Bursalıların şehir içi günlük seyahat mesafelerini gidiş ve geliş olarak karşılayabileceği görülmektedir.

4.5. Avantajlar: Yaşam Döngüsü Sera Gazı Emisyonu Daha Az

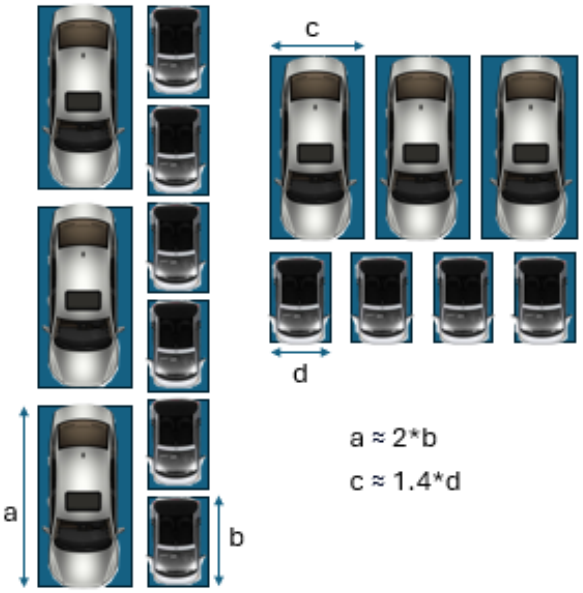
Elektrikli araçların her ne kadar egzoz emisyonu sıfır olsa da batarya üretimi ve işletimi için gereken enerji sebebiyle sera gazı etkisi bulunmaktadır. Şekil 4.5'te Green NCAP'in 2022 farklı motor tipli araçlarla yaptığı çalışmanın özeti görülmektedir. Bazı araçlarda güç aktarma organları ve aerodinamik sürtünme verimliliğinden dolayı farklı sonuçlar elde edilse de araçların sebebiyet verdiği zararlı emisyon gazı etkisi, araçların kütlesiyle orantılı olarak artmaktadır. Dolayısıyla SEV'lerin ağırlıkları da daha az olduğu için yaşam döngülerindeki sera gazı etkileri büyük araçlara göre daha düşük olacaktır.

4.6. Avantajları: Park Etme kolaylığı

Türkiye'de 2024 yılında satılan EV'lerin ortalama araç uzunluğu 4526 mm, genişliği ise 1872 mm olduğu gözlemlenmiştir. Dünyada yaygın olarak kullanılan küçük elektrikli araçlar incelendiğinde ise ortalama uzunluğunun 2300 mm, genişliğinin ise 1300 mm olduğu görülmektedir. Bu iki veri karşılatıldığında 3 araçlık büyük elektrikli aracın parke edebileceği bir alana min 4, max 6 küçük elektrikli aracın park edebileceği gözlenmiştir. Şekil 4.6'da aradaki boyut farkı görselleştirilmiştir.



Şekil 4.5. Araç ağırlığının ve motor tipinin yaşam döngüsü sera gazı emisyonuna etkisi (https://www.greenncap.com/press-releases/green-ncap-the-size-of-your-car-does-matter/)

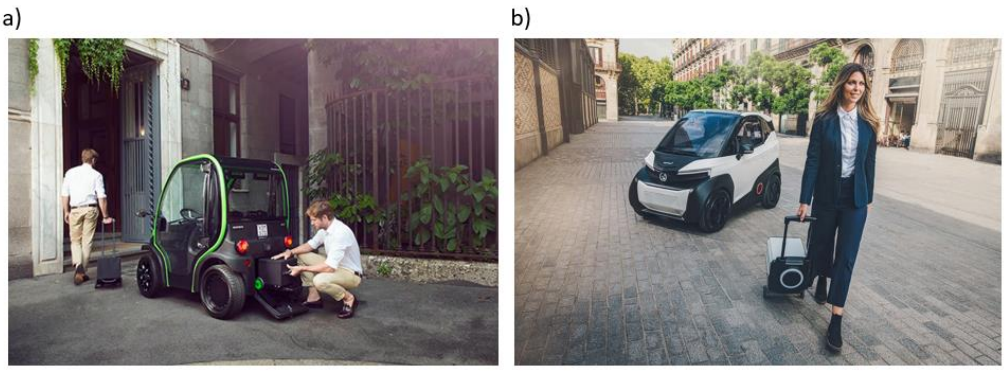


Şekil 4.6. Büyük elektrikli araçlarla SEV'lerin farkını göstermek için yapılmış ilüstrasyon

4.7. Avantajlar: Şart Etme Kolaylığı

SEV'lerin genellikle hızlı şarj özellikleri olmayıp, büyük elektrikli araçlara göre şarj olma hızı çok yavaş kalmaktadır. Bu durum dezavantaj olarak ileriki bölümlerde değerlendirilecektir.

Burada avantaj olarak değerlendirilmek istenen özellik bazı elektrikli araçların bataryaları araçlardan sökülüp, kabin bagajı gibi taşınabilir şeklinde tasarlanmıştır. Şekil 4.7'de bu tasarım şeklinin örnekleri olarak Estrima - Biro ve Slience - S04 araçları görülebilir. Bu araçlar, araç üzerimden kablo aracılığı ile de şarj olabilmektedir. Bataryalarının taşınabilir olması ile şehir içinde ekstra şarj istasyonu arayışına veya şarj istasyonlu park yeri arayışı problemini ortadan kaldırmayı amaçlamışlardır.



Şekil 4.76. Taşınabilir batarya örneği olarak Estrima - Biro ve Slience - S04 araçları

4.8. Dezavantajları: Uzun Şart Etme Süresi

Ankete katılan Bursalıların Şekil 4.2'de belirtilen aşağıdaki seçeneklerden hangileri sizi küçük elektrikli araç almaya teşvik ederdi sorusuna en yüksek yanıtı şarj etme süresinin hızlı olması talebi %59,3 ile birinci sıradadır. Ancak SEV'leri şarj etmesi, büyük elektrikli araçlara göre daha kolay olmasına rağmen süre anlamında daha uzundur. Küçük elektrikli araçlar incelendiğinde şarj süreleri 220 V şebeke çıkışıyla 4 ila 6 saat arasında değişmektedir. Bu büyük elektrikli araçların hızlı şarj özellikleri ile kıyasla nerdeyse 9 kat daha yavaş şarj oldukları anlamına gelir.

Ancak örneğin, Slience – S04 aracında hızlı şarj özelliği bulunmaktadır. Şarj istasyonunda şarja takıldığında 30dk'da şarj olabilmektedir. Hızlı şarj özelliği eklenebilen araçlar büyük büyük elektrikli araçlarla daha iyi rekabet edebilirler.

4.9. Dezavantajları: Araç Güvenliği ile İlgili Beklenti (Çarpışma ve Yangın)

Küçük araçların en büyük dezavantajının güvenlik olduğu söylenebilir. Ankete katılanlara Bursa'da SEV'lerin yaygın kullanımının önündeki en büyük engelin ne olduğu sorulduğunda katılanların %70.6'sı araç güvenliği seçeneğini işaretlemiştir (Şekil 4.1). Yapılan ek yorumlar incelendiğinde bu güvensizlik durumunun iki nedenden kaynaklandığı söylenebilir. Bunlardan biri SEV'lerin çarpışma sırasında büyük elektrikli araçlar tarafından büyük hasara uğrama korkusu, bir diğerinin ise bataryanın yanma korkusu olarak gözlenmiştir.

Çarpışma Güvenliği

L6E ve L7E araçlar, binek otomobillerle aynı regülasyona sahip olmayıp, motor tipinden bağımsız bu araçlar için çarpışma testine tabi tutulma zorunluluğu yoktur. Sürücü ve yolcu hava yastığı gibi güvenlik ekipmanları da bu araçlara zorunlu değildir. Bu çok büyük bir güvenlik açığıdır.

EU NCAP, bu araçların güvenlik performanslarını test edebilmek amacıyla binek araçlara yönelik mevcut prosedürlerini baz alarak çarpışma testi oluşturmuştur. Şekil 4.8'de yolcu araçlarına uygulanan NCAP testi ile quadricycle araçlar için oluşturulan test arasındaki fark gösterilmiştir. En temel fark, yolcu araçlarında yetişkin koruma, çocuk koruma, yay koruma ve aracın güvenlik ekipmanları test edilirken, quadricycle araçların genellikle 2 koltuklu olmasından dolayı sadece yetişkin koruma test edilmektedir.



Şekil 4.8. EU NCAP'in quadricycle araçlara uyguladığı çarpışma testi ve binek otomobillere uygulanan çarpışma testi ile farkı (https://www.globalncap.org/news/quadricycle-safety-at-a-standstill)

EU NCAP, bu araçlara özgü sadece ön koltuk güvenliğini kontrol eden test hazırlamıştır. Bu test yolcu araçlarına yapılan testin aynısıdır. Şekil 4.7'de gösterildiği gibi test sırasında deforme olabilen bir bariyere karşı 50 km/h hızla tam genişlikte önden darbe testi ve yine 50 km/saat hızda, deforme olabilen bir bariyerin aracın yan tarafına çarptığı yan darbe testi uygulanmaktadır. Ancak bu araçların kendi testlerinden de çok düşük yıldız aldıkları görülmektedir (Şekil 4.9). Orta test hızlarda bile kabul edilemeyecek kadar yüksek ölümcül veya ciddi yaralanma risklerine yol açmaktadırlar.

Toyota iQ 2985mm uzunluğunda 3m'nin altında bu çalışmaya göre küçük kabul edilen binek araç sınıfındadır. Euro NCAP quadricycle araç testleri ile binek araç test karşılaştırılmasının yapılabilmesi için bu aracı quadricycle testine tabi tutmuştur ve araç 5 yıldız almıştır. Şekil 4.9'de binek araç quadricycle testinden iyi bir sonuç alırken diğer teste tabi tutulan quadricycle araçlar 1-2 yıldız aldığı gösterilmiştir.

Model	Year	Front Score	Side Score	Percentage	Stars
Toyota iQ	*2016*	*12 out of 16*	*12 out of 16*	*75%*	*5 stars**
Aixam Crossover GTR	2016	2 out of 16	10 out of 16	25%	1 star
Bajaj Qute	2016	4 out of 16	6 out of 16	28%	1 star
Chatenet CH30	2016	6 out of 16	6 out of 16	38%	2 stars
Microcar M.Go Family	2016	4 out of 16	6 out of 16	28%	1 star
Club Car Villager 2+2 LSV	2014	2 out of 16	9 out of 16	23%	0 star
Ligier IXO JS Line 4	2014	2 out of 16	8 out of 16	22%	0 star
Renault Twizzy	2014	6 out of 16	7 out of 16	39%	2 stars
Tazzari ZERO	2014	4 out of 16	8 out of 16	31%	1 star

Şekil 4.9. EU NCAP quadricycle araçların test sonuçları ve benzer boyutlarda ama quadricycle olmayan Toyota iQ aracı ile yıldız karşılaştırması (https://www.globalncap.org/news/quadricycle-safety-at-a-standstill)

Yangın Güvenliği

Dünyadaki elektrikli araç kazalarını takip eden, Avusturyalı bir firma olan EV FireSafe'in raporuna göre 2010 ve 30 Haziran 2023 tarihleri arasında dünyada toplamda 393 adet elektrikli araçlarda batarya yangın vakası meydana gelmiştir. IEA (2024)'ün Global EV Outlook 2024 raporuna göre 2023 yılı itibariyle 40 milyona yakın elektrikli aracın yolda olduğu kaydedilmiştir. Bu iki veriye bakıldığında bir elektrikli araçta yangının meydana gelme olasılığı %0.001 kadardır. Sanılanın aksine bir elektrikli aracın bataryasının yanma ihtimali çok düşük olup, klasik yakıtlı araçların yanma sıklığına göre 20 kat daha azdır. Elektrikli araçlar nazaran hala yeni bir teknoloji olarak görüldüğü için elektrikli araç yangınları medyada direkt yer almakta olup, sanki çok sık meydana geliyormuş gibi yanlış bir yangılıya sebebiyet vermektedir. (Passenger EV LIB Fire Incidents, 2023)

Ancak bu vakaların büyük çoğunluğunun termal kaçaktan dolayı meydana geldiği gözlenmiştir. 393 adet yangın vakasının %95'inin yoğun dumanlı ve alevli olarak gözlenirken %5'i şiddetli patlama şeklinde oluşmuştur. Özellikle yüksek enerji yoğunluğu ve ürün yaşam döngüsü yüksek olduğu için elektrikli araç tasarımında yaygın olarak lityum-iyon bataryaların kötü kullanım sonuçları sonucu termal kaçak verme ihtimali vardır. (Sun et al., 2020) Bu çalışmada kullanılan SEV'lere bakıldığında yine Lityum iyon batarya oldukları görülmüştür, dolayısıyla bu risk SEV'lerde de vardır.

Termal kaçak, kontrolsüz bir kimyasal reaksiyon olduğu için bir elektrikli araç yangınını söndürmek için neredeyse 150.000 litre kadar inanılmaz bir miktarda su gerekmektedir. Elektrikli araçlardaki yangın oluşma oranı ne kadar nadir olsa da, yangının boyutu içten yanmalı araçlara göre daha şiddetlidir. (Up To 150 000 Liters of Water Needed to Put Out a Fire in an Electric Car, n.d.)

Sun et al. (2020)'e göre Bataryadaki hücre sayısı ve içerdiği enerji miktarı arttıkça elektrikli araçlarda yangın riski de artmaktadır. Türkiye'de en çok satılan elektrikli araçların batarya kapasitelerine bakıldığında 50 – 100 kWh arasında değiştiği görülürken incelenen SEV'lerin batarya kapasitesinin 5 – 10 kWh arasında değiştiği görülmüştür. Bu

sebeple SEV'lerde, batarya kaynaklı yangın riskinin, yangın şiddetinin ve yangını söndürme süresinin büyük elektrikli araçlara göre daha düşük olacağını söylemek doğru olacaktır.

4.10. Dezavantajları: Küçük Araçlar İçin Yol Altyapısının Yaygın Olmaması

Şekil 4.2'e bakıldığında Bursalıları küçük elektrikli araç almaya itecek 4. sebep olarak küçük araç kullanımına yönelik yolların olması görülmektedir. Aynı şekilde Şekil 4.1' bakıldığında otobana çıkamayacak SEV'ler en yüksek dezavantajlardan biri olarak seçilmiştir.

SEV'lerin Büyük araçlarla beraber aynı yolda olması, güvenlik açısında bir risk olarak görülmektedir. Bursalıların ankete bıraktıkları diğer yorumlarla bakıldığında, bu araçların büyük elektrikli araçlar tarafından fark edilmesinin zor olacağını, diğer araç sürücülerinin sürüş tarzlarından dolayı hayati tehlikelerinin olduğu, hızları sebebiyle trafikte aksaklık yaratma risklerinin olduğu, altyapı talebinin başlıca sebepleri olarak görülmektedir.

Şehir 4.10'da görüldüğü gibi Türkiye'de şehir içi hız sınırı 50 km/h, karayollarında 90 km/h, otoyollarda ise 130km/h'tir. L6E araçların hız sınırı 45 km/h, L7E araçların hız sınırı 90 km/h ve M1 araçların hız sınırı 130 km/h'te kadar çıkabilmektedir. Küçük araçlar için, farklı araç grupları ve farklı yol hız sınırları incelendiğinde, aşağıdaki kanılara varılmıştır.

TÜRKİYE'DE ARAÇLARIN UYMASI GEREKEN YASAL HIZ SINIRLARI					
ARAÇ CİNSİ	YERLEŞİM YERİ İÇİNDE (km/sa)	YERLEŞİM YERİ DIŞINDA		OTOYOLLARDA (km/sa)	
		ŞEHİRLERARASI ÇİFT YÖNLÜ KARAYOLLARINDA (km/sa)	BÖLÜNMÜŞ YOLLARDA (km/sa)	KGM tarafından işletilen otoyollarda (km/sa)	Yap-İşlet-Devret (YİD) modeliyele işletilen otoyollarda (km/sa)
Otomobil (M1), (M1G)	50	90	110	130*	140*
Minibüs (M2),	50	80	90	100	
Otobüs (M2-M3),	50	80	90	100	
Kamyonet (N1), N1G)	50	80	85	95	
(Ek satır:RG-21/3/2012-28240) Panelvan (N1)	50	85	100	110	
Kamyon (N2-N3), Çekici (N2-N3)	50	80	85	90	
Motosiklet (L3)	50	80	90	100	
Motosiklet (L4, L5, L7)	50	70	80	80	
Motorlu bisiklet (L1, L2, L6) Motorsuz bisiklet	30	45	45	Giremez	

Şekil 4.10. Karayolu Genel Müdürlüğüne göre araç cinsi ve farklı yollardaki maksimum hız sınırları
https://www.kgm.gov.tr/sayfalar/kgm/sitetr/trafik/hizsinirlari.aspx

Şehir içinde hız sınırı 50km/h olduğu ve bu araç grubu ve motor tipinden bağımsız tüm araçlar için olduğundan dolayı şehir içinde trafiği aksatma riski oluşturmamaktadırlar. Tam tersine, trafikte kapladıkları yerden dolayı trafik akışını iyileştirmeye yarayabilirler.

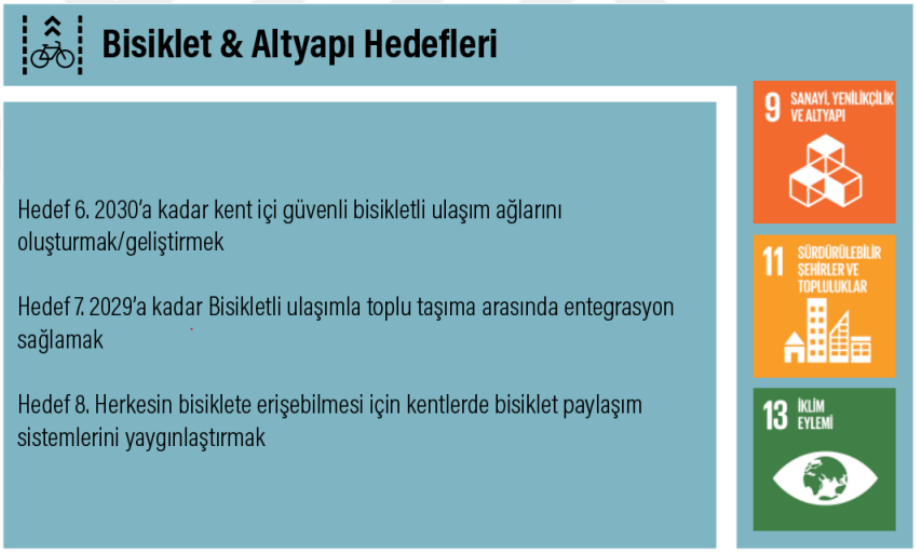
Karayolları ve otobanla birbirinden ayrılmış ilçe merkezleri arasındaki ulaşım için ise L6E grubundaki hafif quadricycle araçlar için farklı yol yapısının düzenlenmesinin bir avantaj yaratacağını söylemek doğru olacaktır. Çünkü bu araçların maksimum hızları 45 km/h olup otobana çıkamazlar. Ancak karayolları ve otoyolları ile paralel düzenlenebilecek bisiklet yollarında şerit kalınlığına bağlı olarak bu araçlar kullanabilirler. Fransa ve Hollanda gibi ülkelerde bu uygulanmakta olup, L6E grubu araçların bazı bisiklet yollarını kullanmalarına izin verilmektedir.

2019-2023 yıllarını kapsayan 11. Kalkınma Planı'nın kentsel altyapı hedefleri arasında bisiklet kullanımını teşvik etmek için yasal ve finansal destek verilmesi, yeni bisiklet paylaşım sistemlerinin kurulması, bisiklet planları yapılarak daha fazla bisiklet yolu inşa edilmesi bulunmaktadır ve bu hedefler Türkiye Kent İçi Bisikletle Ulaşım Strateji Planı 2030 Hedeflerinin içinde bulunmaktadır. (Şekil 4.11). Eğer Bursa'da şehir içinde yoğun

olarak kullanılan karayol ve otoyollara alternatif olabilecek bisiklet yolları, L6E araçların da kullanabileceği şekilde tasarlanırsa bu trafik sıkılığını önemli ölçüde iyileştirecektir.

Rapora göre Bursa 368km ile Türkiye'de en uzun bisiklet yolu altyapısı şehirler arasındaki sıralamada Konya'dan sonra 2. Sırada yer almaktadır. Ancak, bu yol uzunluğunu arttırma ile alakalı bir plan yapılan literatür araştırmasında bulunamamıştır. Herkes İçin Bisiklet projesiyle odaklanan şehirler arasında Bursa bulunmaktadır.

Bunun yanında bisiklet yolları için yayınlanan yönetmelikte, tek şeritli yapılan bisiklet yollarında, bisiklet yolu şerit genişliği en az 130cm genişliğinde tasarlanması gerektiği belirtilmiştir. 130 cm L6E araçlar için de kısa kalmaktadır. Bu yönetmeliğe göre yapılacak bisiklet yollarında sadece 130cm şartına uyulursa, L6E araçlar da bu yolları kullanamazlar. (Türkiye'nin İlk Bisiklet Yolu Yönetmeliği Yayınlandı, 2015)



Şekil 4.11. Bisikletli Ulaşım Strateji Planına göre bisiklet ve altyapı hedefleri (https://wrisehirler.org/sites/default/files/TurkiyeKent%C4%B0ciBisikletliUlasimStratejiPlani2030_Online_0.pdf)

L7E ve 3m'nin altındaki M1 araçlar da maksimum hızlarından dolayı alternatif bir yola ihtiyaç duymadan her yolda gidebilirler. Karayolu hızlarına bakıldığında bu araçlar hız limitini karşılayabildikleri için trafiğin akışında herhangi bir sorun meydana getirmeyecektir. Örneğin Bursa'da yoğun olarak kullanılan ve trafiğin en sıkışık olduğu

İzmir yolunda hız sınırı 90 km/h olup, bu araçların kullanılması trafiğin akışını bozmayacak, tam tersine yolda kapladıkları alandan dolayı trafiğin akışını iyileştireceği düşünülmektedir.

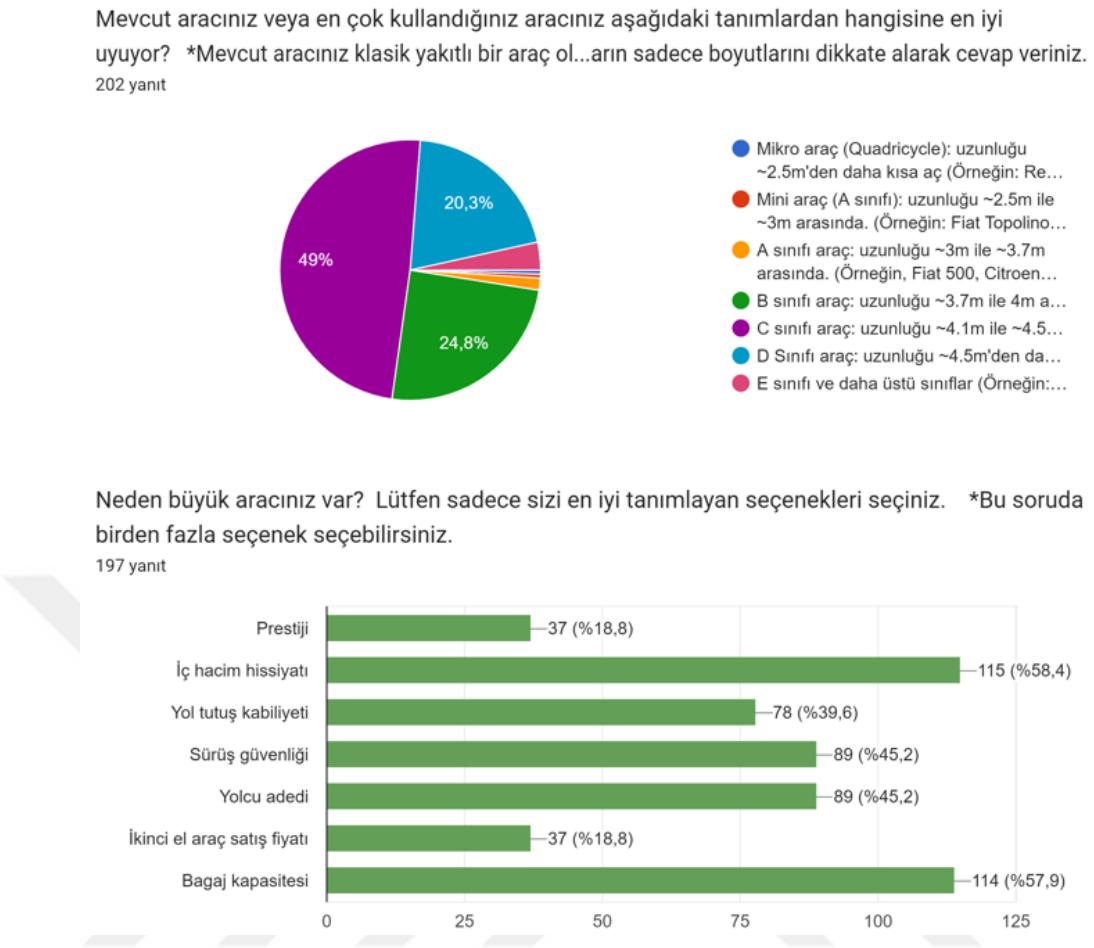
Çok fazla şehir dışı seyahat yapmak durumunda kalan kişiler için Smart Fortwo EQ gibi M1 sınıfı küçük elektrikli araçlar çözüm olabilir. Bu araçlar otobana çıkabilir ve 130 km/h'e rahatlıkla ulaşabilir. Ancak, bu çalışmada sadece şehir içi ulaşıma odaklanmıştır, bu sebeple otoyolların üzerinde çok fazla durulmayacaktır.

Sonuç olarak Türkiye'de L7E ve 3m'nin altındaki M1 araçların yaygın kullanılmaması, bu araçlarla ilgili çeşidin bulunmaması ve küçük elektrikli araç denildiğinde en çok bilinen aracın L6E sınıfı hızı 45km/h saate çıkabilen Citroen Ami araç olması, insanların bu araçlar için özel yol gerektiğini düşündürmektedir, ancak bu araç sınıfına bağlı olarak değişmektedir.

4.11. Dezavantajlar: Büyük Araçların İç Mekân Hissiyatı

Yapılan ankette Bursalıların büyük bir çoğunluğunun B, C ve D sınıfı, ortalama yaklaşık 4m uzunluğundaki araçlar kullanıldığı görülmüştür. Neden büyük aracınız var diye sorulduğunda ise iç hacim hissiyatı (%58.4) seçeneğinin en çok seçildiği görülmüştür. (Şekil 4.12)

Araçlar arasındaki iç hacim farkını anlayabilmek için, araçların yükseklik*genişlik olan A kesit alanları hesaplanmıştır Dünyada yaygın kullanılan SEV'lerin A kesit alanlarına bakıldığında ortalamasının $2m^2$ olduğu, Türkiye'de yaygın kullanılan elektrikli araçların A kesit alanı hesaplandığında ise ortalamanın $3m^2$ olduğu görülmüştür. Yani SEV'lerin iç hacim olarak yaklaşık %30 daha küçük olduğu söylenebilir ve bu hissedilebilir bir farktır.



Şekil 4.12. Ankete katılan Bursalıların neden büyük aracınız var sorusuna verdiği yanıtlar

İç hacim hissiyatını arttırmak için küçük elektrikli araç tasarımlarında dikkat edilen bazı noktalar vardır. Daha büyük ön, yan ve arka cam kullanılması ve tavanda panoramik cam tavan kullanılması ile içeriye daha fazla ışık girmesi sağlanılır. Daha fazla ışık, daha geniş hacim hissiyatı vermektedir. Örneğin Şekil 4.13'de Estrima Biro modelinde iç hacim hissiyatını arttırmak için ön, arka, yanlar, ve tavan tamamen camla kaplanmış. Bunun dışında, iç alan tasarımında beyaz, bej, açık gri gibi renkler kullanılması, konsol ve tasarımının yalın yapılması, gizli depoloma alanlarının tasarlanması, iç hacim hissiyatını arttıracaktır. Örnek olarak Wuling Mini EV, iç mekan tasarımında Şekil 4.12'te gösterilen açık gri renkleri kullanılmış, Ark Zero tasarımında yalın bir konsol tasarımına önem verilip araç geniş cam çerçeveler kullanılmıştır.



Şekil 4.13. SEV araçlarda iç hacim hissiyatını arttırmak için yapılmış bazı çözümler. Şekil a'da, Estrima – Biro aracının dört bir yanının geniş cam çerçevelerden oluşması ve açılabilir cam tavan tasarlamaları, Şekil b'de Wuling Mini EV aracında torpidoda kullanılan açık gri renk ve Şekil c'de yine bej renkler, sade torpido tasarımı, geniş ön cam ve açılabilir tavan tasarımı kullanılmıştır.

4.12. Dezavantajları: Bagaj Hacmi Daha Az

Ankete katılan Bursalılara neden büyük araç tercih ettikleri sorulduğunda bir diğer alınan cevap ise bagaj kapasitesi (%57.9) olmuştur. Yaş ve cinsiyet gruplarına bakıldığında erkeklerde 55 yaştan büyük grubun %84,62'si, 35 – 54 yaş arası grubun %50,91'i ve 18-34 yaş grubunun %62,30'u bagaj hacmini önemli bulurken, kadınlarda ise 55 yaştan büyük grubun %66,67'si, 35 – 54 yaş arası grubun %62,50'si ve 18-34 yaş grubunun %34,78'i bagaj hacmini önemli bulmuştur.

Türkiye'de en çok satılan elektrikli araçlar incelendiğinde bagaj kapasitesi ortalamasının 466 litre olduğu görülmüştür. Standart kabin boy bagajın boyutu 55cm x 40cm x 20cm olarak ve büyük boy bagaj boyutu 75cm x 50cm x 30cm alırsak, 466L hacimli bir bagaja yaklaşık 10 adet standart boy, 4 adet ise büyük kabin boy bagaj sığabilir demektir. Bu

hacim genellikle 1 veya 2 kişinin kullandığı seyahat durumları için ihtiyaçtan fazla kalmaktadır.

SEV'lerin ise bagaj kapasiteleri araçtan araca değişmektedir. Örneğin, Microlino 2.0 230L, Slience - S04 313L, Smart - ForTwo EQ 260L bagaj hacmi sunarken, Wuling Mini EV'nin bagaj hacmi yoktur. Ancak Wuling – EV 4 kişilik bir araç olup arka koltuklar katlandığında 741L'lik bagaj hacmi sunmaktadır. Bir kişi için bir adet standart büyük boy ve bir adet küçük kabin boyu bagaj hacminin yaklaşık 157L olduğu düşünülürse, bu araçların sağladığı bagaj kapasitesi genellikle bir ve iki kişinin aracı kullandığı durumda yeterli olacaktır.

4.13. Dezavantajları: Az Araç Çeşitliliği

Dünyada quadricycle modellerin büyüme durumu diğer bölümlerde bahsedilmişti. Yapılan literatür analizinde Türkiye'de henüz bu araçların yaygın olmadığı, var olan model çeşitliliğinin az olduğu görülmüş ve bu araçların Türkiye'deki satış rakamları bulunamamıştır.

Yapılan araştırmada 3m'nin altında en çok bilinen araç M1 tipi araç Smart Fortwo EQ modeli olduğu görülmüştür. L6E araç olarak ise 2021 yılı itibariyle ile Citroen Ami ve 2022 yılı itibariyle Renault Twizy45 Türkiye'de satılmaya başlanmıştır. 2024 yılı Mart ayı itibariyle başka bir L6E araç olan Fiat Topolino modeli de Türkiye'ye de satışa sunulmuştur. L7E araç olarak yine 2021 yılında Renault Twizy'nin 75km/h giden opsiyonu da satışa sunulmuştur.

Bunun yanında Türkiye'de bu L6E quadricycle sınıfına giren ancak pek yaygın olmayan başka araçlar da kullanılmaktadır. Örneğin Yuki - Amy, Arora – S1, Volta - EV1 gibi. Bu araçların fiyatları ithal ve yerli olmasına göre değişkenlik göstermektedir. Arora – S1 ve Volta - EV1 montajının Türkiye'de yapıldığı yerli üretim araçlar olup, elektrikli araçların vergi indiriminden yararlanmaktadır. Bu sebeple fiyatları diğer araçlara göre daha uygundur. Çizelge 4.4'te bu araçların boyutları ve satış fiyatları verilmiştir.

Çizelge 4.4. Türkiye'de satılan küçük elektrikli arabalar ve bazı özellikleri

Marka - Model	Gövde tipi	Ağırlık (kg)	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Yükseklik (mm)	Menzil (km)	Satış Fiyatları (TL)
Citroen - Ami	L6E	471	2410	1360	1525		439.000
Fiat - Topolino	L6E	487	2535	1400	1530	75	449.900
Smart - EQ fortwo	M1	1085	2690	1663	1553	145 - 159	-
Renault - Twizy 75	L7E	474	2338	1237	1454	100	-
Yuki – AMY	L6E	447 (batary asız)	2899	1396	1543	80 - 100	559.900
ARORA – S1 (yerli üretim)	L6E	340 (batary asız)	2605	1295	1610	90	339.000
VOLTA – EV1 (yerli üretim)	L6E	415	2300	1090	1645	63	240.935

Çizelge 4.4'te Renault Twizy'nin fiyatının verilmemesinin sebebi, bu araçların artık üretilmemesinden ve satışının yapılmamasından kaynaklıdır. Renault bu model yerine, bu modele çok benzeyen Mobilize – Duo modeli ile sadece kiralanarak kullanılabilecek yeni bir model çıkaracaktır. Renault bu strateji değişikliği ile uzun dönem araç kiralama ve araç paylaşım marketinde Pazar lideri olmayı hedeflemektedir. (Bye-bye Twizy - Electrive.com, 2023)

Smart ForTwo EQ'nun satış fiyatının verilmemesinin sebebi ise Nisan 2024'ten itibaren bu araçların üretiminin durdurulması ve artık satışının yapılmamasıdır. Smart, Geely ile yollarını birleştirerek farklı küçük elektrikli araç modelleri üretmeyi hedeflemektedir. (Smart Announces the End of Its EQ Fortwo - electrive.com, 2023)

Bu modellerin pazardan çekilmiş olması küçük elektrikli araç opsiyon adedini maalesef düşürmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada SEV'lerin şehir içi ulaşımında sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için alternatif bir çözüm olabileceği üzerinde durulmuş, bu araçların kullanımının avantajları ve dezavantajları detaylıca incelenmiş ve bulgular literatür araştırmalarıyla ve Bursa'da düzenlenmiş bir anket çalışmasıyla birleştirilmiştir. Sonuçlar bir GZFT analizi içerisinde, güçlü yönler, zayıf yönler, tehditler ve fırsatlar olarak gruplandırılmıştır.

5.1. SEV'lerin Yaygınlaştırılmasında GZFT Analizi

Güçlü Yönler

- Yaşam Döngüsü Sera Gazı Emisyonu daha az: SEV'ler, içten yanmalı motorlara göre ve büyük elektrikli araçlara göre daha düşük yaşam döngüsü sera gazı emisyonu üretir.
- Sıfır egzoz emisyonu: SEV'ler egzoz emisyonu üretmeyerek hava kalitesini artırırlar.
- Park etme kolaylığı: SEV'lerin küçük boyutları sayesinde park etme kolaylığı sağlarlar.
- Potansiyel düşük alım maliyeti: SEV araçlar henüz yaygın olarak kullanılmamaktadır ancak ağırlıklarının çok daha az olmasından dolayı maliyetleri daha az ve motor güçlerinin daha az olmasından dolayı daha az vergi alınacağı için satın alma maliyetleri büyük elektrikli araçlara göre daha uygun olacaktır.
- Enerji tüketimi daha az: SEV'lerin enerji verimliliği açısından büyük elektrikli araçlara göre 1 kWh başına yaklaşık 3 kat daha fazla menzil sağlayabilmesi önemli bir güçlü yön olarak belirtilmiştir. Büyük elektrikli araçlara göre daha verimli oldukları için enerji tüketimleri daha azdır.
- Bakım maliyetleri daha uygun: SEV'ler daha az ve daha ucuz mekanik parça içerdiği için bakım maliyetleri düşük olacaktır.
- Şarj etme kolaylığı: Taşınabilir bataryaları sayesinde evde veya iş yerinde şarj edilebilir bataryaları bulunmaktadır.

- Trafikte az yer kaplaması: Küçük boyutları ile trafikte daha az yer kaplarlar ve trafik sıkışıklığının azalmasında katkıda bulunurlar.
- Menzil: Bursalıların günlük ulaşım ihtiyaçlarını karşılayabilecek menzile sahiptirler.
- Hava Kalitesi ve Gürültü: Ankete katılanların büyük bir kısmı SEV'lerin sıfır emisyonlu ve sessiz çalışmasının hava kalitesini ve şehir içi yaşamı olumlu etkileyeceğini belirtmiştir.

Zayıf Yönler

- Çarpışma ve Yangın Güvenliği: Boyutlarının küçük olması nedeniyle ankete katılanlar arasında çarpışma güvenliği ve elektrikli bir araç olması nedeniyle yangın güvenliği endişeleri yüksektir. Literatür çalışması SEV araçların çarpışma güvenliğinin çok düşük olduğunu, yangın çıkma riskinin çok nadir olduğunu ve yangın çıksa bile etkisinin büyük elektrikli araçlardaki kadar şiddetli olmayacağını göstermiştir.
- İç hacim hissiyatı: Küçük araçların iç hacmi sınırlıdır, bu da kullanıcı konforunu etkileyebilir.
- Altyapı eksikliği: L6E araçlar için elektrikli araçlar için yeterli altyapı henüz mevcut olmadığı söylenebilir ancak L7E ve küçük M1 araçlar için ise alt yapı değişikliğine ihtiyaç yoktur.
- Araç çeşidi azlığı: Türkiye'de L6E, L7E ve Mini M1 tipi araçların çeşidi sınırlıdır.
- Pahalı elektrikli araç piyasası: Piyasadaki bazı BEV'ler yüksek fiyatları ile zenginlere hitap etmektedir. Bu sebeple egzoz emisyonu sıfır olan çevre dostu mobilite sadece çok az bir yüzdeye hitap etmektedir.
- Şarj süresi uzunluğu: SEV'lerin şarj süresi genellikle uzundur ve hızlı şarj özellikleri yaygın değildir. Ankete katılan katılımcılar da SEV'lerin yeterli şarj altyapısının olmaması ve uzun şarj sürelerinin günlük kullanımda zorluk yaratabileceğini düşünmektedir.
- Şarj istasyonu adedi: Ankete katılanlar yeterli sayıda şarj istasyonu bulunmadığını düşünmektedir.

- Tüketici talebi: Ek olarak, tüketicilerin büyük ve lüks araçlara olan ilgisi, SEV'lerin piyasada geniş kabul görmesini engelleyebilir.

Fırsatlar

- Sürdürülebilir Ulaşım: SEV'lerin yaygınlaşması, şehir içi sürdürülebilir ulaşıma katkı sağlayarak şehirlerin karbon ayak izini azaltır ve net sıfır hedefine hizmet eder.
- L7e tipi ve mini M1 araçlar: Bu araçlar otobana çıkabilme özellikleri ile şehir içi ulaşımda önemli bir alternatif olabilir.
- Hava ve gürültü kirliliğinin Azalması: SEV'ler şehir içi hava (özellikle PM2.5 indikatörünü) ve gürültü kirliliğini azaltıp, şehir içi yaşam kalitesini arttırabilir. Ankete katılanlar, SEV'lerin çevresel faydalarını belirterek hava ve gürültü kirliliğini azaltma potansiyeline vurgu yapmıştır.
- Park yeri kolaylığı: SEV'lerin küçük boyutları sayesinde park yeri bulmak daha kolaydır. Katılımcılar da küçük elektrikli araçların park yeri bulmada sağladığı kolaylıkları olumlu bir özellik olarak değerlendirmiştir.
- Herkese ulaşılabilir alternatif: SEV'ler her kesimden insanın ulaşabileceği bir mobilite alternatifi sunar. Özellikle SEV'lerin paylaşımlı mobilite ile beraber kullanılması sürdürülebilir ve ucuz ulaşım için faydalacağı olacağı düşünülmektedir.
- Trafik sıkışıklığı: SEV'ler boyutlarından dolayı, karayollarında şerit üzerinde de çok daha az yer kaplamaktadırlar, böylece trafik sıkışıklığını azaltma yönünde fırsat sunmaktadırlar.

Tehditler

- Büyük araçların popülaritesi: Otomotiv üreticilerinin büyük ve ağır elektrikli araç modellerini piyasaya sürmeye devam etmesi, SEV'lerin yaygınlaşmasını tehdit edebilir.
- Regülasyon ve politikalar: SEV'lerin yaygınlaşmasını destekleyen politikaların eksikliği veya yetersizliği, bu araçların piyasadaki yerini olumsuz etkileyebilir.

- Altyapı yetersizliği: Yeterli şarj altyapısının olmaması SEV'lerin kullanım yaygınlığını sınırlayabilir.
- Batarya teknolojisi: Batarya ömrü ve geri dönüşüm konuları halen çözülmesi gereken önemli meselelerdir.
- Rekabet: Teşvikler uygulanmadığı taktirde ICE araçlar ve hibrit araçlarla rekabeti zor olabilir.

5.2. Öneriler

Türkiye'de SEV'lerin yaygınlaşmasını destekleyecek ve şehirlerde sürdürülebilir ulaşım sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilecek bazı önerilere değinilmiştir.

SEV'lerin araç paylaşımı veya uzun süre kiralama uygulamaları ile yaygınlaştırılması: SEV'lerin Bursalılar tarafından paylaşımlı mobilite veya uzun kiralama uygulamaları ile kullanılması, hem ekonomik ve çevre dostu mobilitenin herkese ulaşılması sağlayabilir, hem de şehir içi sürdürülebilir ulaşımı engelleyen, park etme sorunu, trafik sıkışıklığı, egzoz kokusu gibi konulara çözüm getirebilir.

Kapsamlı teşvikler ve destekler: Bursalılar'da aidiyat hissinin kuvvetli olduğu görülmüştür bu sebeple özel araç olarak büyük elektrikli araçlara göre SEV'lerin yaygınlaşmasını teşvik etmek için özel vergi indirimleri, sübvansiyonlar ve finansal teşvikler sunulmalıdır. Örneğin, Hollanda modelinde olduğu gibi, yeni elektrikli araç alımlarında veya kiralamalarında sağlanan sübvansiyonlar ve satın alma vergisi ile yol vergisi gibi mali yükler azaltılması Türkiye'de de uygulanabilir.

Şarj altyapısının geliştirilmesi: Kapsamlı bir şarj altyapısı, SEV'lerin şehir içinde kolayca kullanılmasını sağlayacaktır. Bunun için hızlı şarj istasyonlarının sayısının arttırılması ve mevcut şarj noktalarının erişilebilirliğinin iyileştirilmesi gerekmektedir. Trugo'nun kurulumları hızlandırılmalı ve özel sektör ve kamu iş birlikleri ile şarj istasyonlarının sayısı artırılmalı ve mevcut altyapı güçlendirilmelidir.

Kentsel planlama ve trafik yönetimi: Şehir planlamasında SEV'ler için özel yollar, park alanları ve teşvikler oluşturulması ankete katılan Bursalılar tarafından beklenmektedir. Bu, trafik sıkışıklığını azaltacak ve SEV kullanımını teşvik edecektir. Ayrıca bisiklet yollarının yaygınlaştırılmasında L6E grubu araçların bu yolları kullanabilmesi de göz önünde bulundurulmalıdır.

Farkındalık kampanyaları: Tüketicilerin SEV'lerin avantajları hakkında bilinçlendirilmesi için geniş kapsamlı farkındalık kampanyaları düzenlenmelidir. Bu kampanyalarda büyük elektrikli araçların artan nüfusla beraber şehir içi sürdürülebilirliğinde bir çözüm olmadığı ve SEV'lerin ekonomik, çevresel ve kentsel faydalarını vurgulamalıdır.

Güvenlik standartlarının iyileştirilmesi: SEV'lerin güvenlik endişelerini gidermek için daha yüksek güvenlik standartları belirlenmeli ve bu standartların karşılanması için üreticilere destek verilmelidir.

KAYNAKLAR

2023 yılı Türkiye Elektrikli Otomobil satış rakamları. (2024, January 7). TEHAD. https://tehad.org/2024/01/07/2023-yili-turkiye-elektrikli-otomobil-satis-rakamlar/

Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları 2023. (2024). TÜİK. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2023-49684

Automotive and Transportation - Quadricycle Market. (2023). Reports and Data. https://www.reportsanddata.com/report-detail/quadricycle-market

BloombergNEF. (2023, December 5). Zero-Emission Vehicles Factbook: COP28 Edition | BloombergNEF. https://about.bnef.com/blog/zero-emission-vehicles-factbook-cop28-edition/

Bye-bye Twizy - Electrive.com. (2023, July 17). electrive.com. https://www.electrive.com/2023/07/17/bye-bye-twizy/

Chester, L. (2024b, April 16). Shifting the focus: smaller electric vehicles for sustainable cities. ITF. https://www.itf-oecd.org/shifting-focus-smaller-electric-vehicles

Delhi: Taking action on zero emission vehicles. (n.d.). The Climate Group. https://www.theclimategroup.org/our-work/resources/taking-action-zero-emission-vehicles-delhi

Dpicampaigns. (2023b, May 31). Take action for the sustainable development goals - United Nations Sustainable Development. United Nations Sustainable Development. https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/

Global EV Outlook 2024. (2024). IEA. https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024

Heineke, K., Kloss, B., Möller, T., & Wiemuth, C. (2021, August 11). Shared mobility: Where it stands, where it's headed. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/shared-mobility-where-it-stands-where-its-headed

Hoerler, R., Stoiber, T., & Del Duce, A. (2023). Battling the large car boom: How to increase the adoption of small battery electric vehicles. Transportation Research Procedia, 72, 1296–1302. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.590

Makroekonomik Değerlendirme. (2024). ODMD. https://www.odmd.org.tr/folders/2837/categorial1docs/4651/Makroekonomik%20De%c4%9ferlendirme%20-%20Mart%202024.pdf

Mobilite Sektöründe Gündem (Mobility Industry Agenda) | EY - Türkiye. (n.d.). https://www.ey.com/tr_tr/ey-turkiye-yayinlar-raporlar/mobilite-sektorunde-gundem-mobility-industry-agenda

Mobility Strategy and Action Plan. (2021). European Commission. https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/mobility-strategy_en

Motorlu Kara Taşıtları, Aralık 2023. (2024). TÜİK. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Aralik-2023-49432

Nationally Determined Contribution – Net Sıfır Türkiye. (n.d.). https://netsifirturkiye.org/en/nationally-determined-contribution/

Netherlands: Taking Action on Zero Emission Vehicles. (n.d.). The Climate Group. https://www.theclimategroup.org/our-work/publications/taking-action-zero-emission-vehicles-netherlands

Norsk elbilforening. (2023, September 12). Norwegian EV policy - Norsk elbilforening. Norsk Elbilforening. https://elbil.no/english/norwegian-ev-policy/#:~:text=By%202017%20the%20Norwegian%20Government,all%20main%20roads%20in%20Norway.

Norway: Taking Action on Zero Emission Vehicles. (n.d.). The Climate Group. https://www.theclimategroup.org/our-work/resources/taking-action-zero-emission-vehicles-norway

Passenger EV LIB Fire Incidents. (2023). EV Fire Safe. https://www.evfiresafe.com/_files/ugd/8b9ad1_01aa449ee5074086a55cb42aa7603f40.pdf

Passenger Mobility Statistics. (2021). Eurostat. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Passenger_mobility_statistics

Regulation EU No 168/2013 of the European Parliament and of the Council of 15 January 2013 on the approval and market surveillance of two- or three-wheel vehicles and quadricycle. Official Journal of the European Union, L60

Sixth Assessment Report. (2023). IPCC. https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/
Smart announces the end of its EQ Fortwo - electrive.com. (2023, February 28). electrive.com. https://www.electrive.com/2023/02/28/smart-announces-the-end-of-its-eq-fortwo/

Sun, P., Bisschop, R., Niu, H., & Huang, X. (2020). A Review of Battery Fires in Electric Vehicles. Research Gate. https://doi.org/10.1007/s10694-019-00944-3
Sustainable transport for a livable future. (n.d.). ATLAS of Sustainable Development Goals 2023. https://datatopics.worldbank.org/sdgatlas/goal-9-industry-innovation-and-infrastructure/?lang=en

The future of mobility: Mobility evolves. (2023, April 19). McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-future-of-mobility-mobility-evolves

The size of your car does matter (2023, June 14). Green NCAP. https://www.greenncap.com/press-releases/green-ncap-the-size-of-your-car-does-matter/

The U.S. National Blueprint for Transportation Decarbonization. (n.d.). https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-01/the-us-national-blueprint-for-transportation-decarbonization.pdf

Tomtom Traffic Index Ranking 2023. (n.d.). Tomtom. https://www.tomtom.com/traffic-index/ranking/

Transport and Climate Change: How Nationally Determined Contributions Can Accelerate Transport Decarbonization. (n.d.). NDC Partnership. https://ndcpartnership.org/transport-and-climate-change-how-nationally-determined-contributions-can-accelerate-transport

Türkiye Cumhuriyeti Güncellenmiş Birinci Ulusal Katkı Beyanı. (2024). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. https://iklim.gov.tr/db/turkce/dokumanlar/turkiye-cumhuriyeti--8230-3128-20240510161607.pdf

Türkiye Kent İçi Bisikletle Ulaşım Strateji Planı - 2030. (n.d.). T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı. https://wrisehirler.org/sites/default/files/TurkiyeKent%C4%B0ciBisikletliUlasimStrateji Plani2030_Online_0.pdf

Türkiye'nin İlk Bisiklet Yolu Yönetmeliği Yayınlandı. (2015, November 3). T.C. Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığı. https://csb.gov.tr/turkiye-nin-ilk-bisiklet-yolu-yonetmeligi-yayinlandi-haber-20610#:~:text=Tek%20%C5%9Feritli%20yap%C4%B1lan%20bisiklet%20yollar%C4%B1nda,cm'den%20daha%20az%20olamayacak.

United Nations. (n.d.). Population | United Nations. https://www.un.org/en/global-issues/population#:~:text=Our%20growing%20population,and%202%20billion%20since%201998

Up to 150 000 liters of water needed to put out a fire in an electric car. (n.d.). Up To 150 000 Liters of Water Needed to Put Out a Fire in an Electric Car | CTIF - International Association of Fire Services for Safer Citizens Through Skilled Firefighters. https://ctif.org/news/150-000-liters-water-needed-put-out-fire-electric-car

Van 't Veer, R., Annema, J. A., Araghi, Y., De Almeida Correia, G. H., & Van Wee, B. (2023). Mobility-as-a-Service (MaaS): A latent class cluster analysis to identify Dutch

vehicle owners' use intention. Transportation Research. Part a, Policy and Practice, 103608. https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103608

White Paper: Micromobility. (n.d.). UNDP. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/ua/WhiteBookSum.pdf

Why the automotive future is electric. (2021). McKinsey. https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/industries/automotive%20and%20assembly/our%20insights/why%20the%20automotive%20future%20is%20electric/why-the-automotive-future-is-electric-f.pdf?shouldIndex=false

World's most polluted countries in 2023 - PM2.5 ranking | IQAIR. (n.d.). https://www.iqair.com/us/world-most-polluted-countries

Wuling Hongguang Mini EV Sales Figures. (n.d.). Good Car Bad Car. https://www.goodcarbadcar.net/wuling-hongguang-mini-ev-sales-figures/

Yeşil Mutabakat Eylem Planı. (2021). Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı. https://ticaret.gov.tr/data/60f1200013b876eb28421b23/MUTABAKAT%20YE%C5%9E%C4%B0L.pdf