

## Otomotiv Trendleri Veri Seti Görselleştirme Çalışması

İlkay Girgin<sup>1\*</sup>, Recep Eryigit<sup>1\*</sup>, Bülent Tuğrul<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye  
(\* [btugrul@eng.ankara.edu.tr](mailto:btugrul@eng.ankara.edu.tr)) Email of the corresponding author

**Özet** – Otomotiv endüstrisi ilk otomobilin üretildiği günden itibaren gelişimini sürdürmüş ve teknolojiadaki gelişmelere hızlı bir şekilde ayak uydurmuştur. Bu gelişimin en önemli sonuçları güç aktarma organları, yakıt teknolojileri, motor teknolojileri alanlarında olmaktadır. Aynı zamanda küresel çapta, çevre duyarlılığının gelişmesi, karbondioksit emisyonlarının azaltılması konularının önem kazanmasıyla otomotiv endüstrisi de bu alanda gerekli düzenlemeleri yapmaya başlamış ve her geçen yıl daha çevreci ve daha temiz enerji kaynaklarının kullanımı önem kazanmıştır. Otomotiv sektörünün önemli bir kısmı hibrit ve elektrik enerji kaynaklarının kullanımını temel alan teknolojik gelişmeleri araçlarda kullanmaya başlamış ve bu alanda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Mevcut araçların büyük bir kısmını oluşturan fosil yakıt kullanan motorlar ise geliştirilen teknolojiler ile birlikte daha az yakıt tüketimi ile daha fazla güç ve daha az karbon salınımını mümkün kılmaya başlamıştır. Bu çalışmada EPA(United States Environmental Protection Agency)'nın 1975-2021 yılları arasındaki Otomotiv Trendleri veri seti kullanılmıştır. Veri seti üzerinden veri görselleştirme teknikleri kullanılarak 1975-2021 yılları arasında otomotiv endüstrisinin teknolojik ve çevresel konularda geldiği aşama, gelişmeler ve birbirleri ile olan ilişkileri gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** – otomotiv trendleri, veri görselleştirme, veri madenciliği

### I. GİRİŞ

1908 yılında Henry Ford tarafından tasarlanan ilk seri üretim aracın üretilmesinden [1] itibaren otomotiv teknolojisi günümüze kadar birçok değişim ve gelişim göstermiştir. Bunların başında motor teknolojileri gelmektedir. İlk seri üretim otomobil olan Ford T modelinde kullanılan benzin ile çalışan içten yanmalı 4 silindireli 20 beygir güç üreten motorun ardından, farklı yakıtlar ile çalışan, farklı tasarımlara sahip, farklı silindir sayısına sahip birçok motor tasarlanmış ve kullanılmıştır. 1924 yılında ilk dizel yakıt kullanan motorun bir araçta kullanılması, 1997 yılında ilk seri üretim hibrit aracın piyasaya sürülmesi son olarak elektrikli araçların seri üretime geçmesini bu alandaki önemli dönüm noktalarıdır. Bunun yanı sıra güç aktarım organlarının gelişimi ile daha az yakıt tüketimi ile daha uzun menzile ve daha yüksek güce sahip araçların üretimi sağlanmıştır. Hafif materyallerin araçlarda kullanılması ile araçların toplam ağırlıklarının azalması da yakıt tüketiminin azaltılması üzerinde büyük rol oynamaktadır.

Ortalama bir binek araç yılda 4.6 metrik ton karbondioksit emisyonu üretmektedir [2]. Dünya üzerinde kullanılan toplam araç sayısı değerlendirildiğinde bu rakam çok ciddi seviyelere ulaşmaktadır. Dünyada karbondioksit emisyonunun azaltılması ile ilgili tüm sektörlerde olduğu gibi otomotiv sektöründe de ciddi kısıtlayıcı çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar neticesinde standartlar belirlenmekte ve motorlu araç üreticilerinin bu standartları sağlaması beklenmektedir. Karbondioksit emisyonunun en aza indirilmesinde en önemli adım, elektrikli araçların yaygın olarak kullanılmasında ve elektrikli araç teknolojilerinde yaşanan gelişmelerdir. Elektrikli araçların daha ulaşılabilir olması ve fosil yakıtların kullanımının azaltılması için motorlu araç üreticileri hibrit ve elektrikli araç geliştirme ve üretimine yatırım yapmaktadır.

Elektrikli araçlara olan talebin nedenlerinin araştırıldığı bir çalışmada [3] insanların en çok ekonomik olması ve iklim değişikliği / düşük emisyon değerleri nedeniyle elektrikli araçları tercih ettiği görülmüştür. Elektrikli araçları tercih etmeyenlerin ise kısıtlı menziller ve şarj altyapısı eksikliği nedeniyle tercih etmediği görülmüştür. Bu nedenlerle elektrikli araç teknolojilerinde yaşanacak gelişmelerin talebi daha da artıracığı görülmektedir.

Bu çalışmada Amerika Çevre Koruma Ajansı EPA tarafından sağlanan ve 1975-2021 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri'nde satılan araçlara ait verileri içeren veri seti [4] kullanılmıştır. Veri seti üzerinden bu tarihler arasında araçların ağırlık, güç, yakıt tüketimi, CO<sub>2</sub> emisyonu ve kullanılan teknolojilere ilişkin hazırlanan grafikler bu alandaki ilerleme ve teknolojik gelişmeleri görsel olarak gösterilmesi sağlanmaktadır.

### II. MATERYAL VE YÖNTEM

#### A. Veri Seti

Çalışmada EPA'nın 1975 yılından itibaren topladığı ABD'de satılmakta olan tüm araçlara ait verileri içeren veri seti kullanılmıştır. Veri setinde araç tiplerine ve üreticilerine göre, üretim miktarları, araç tipi, araç güç aktarım tipi, araç yakıt türü, motor gücü, 0-60 mph (miles per hour) süresi, ağırlığı, egzoz CO<sub>2</sub> (karbondioksit) emisyonu, MPG (miles per gallon) değeri, vites sayısı, motor teknolojisi gibi verileri içermektedir. Veri seti üretici bazında ayrıntılı veri tablosu toplam 5170 satırdan oluşmaktadır.

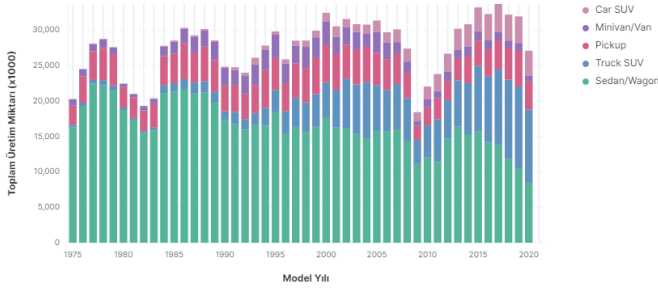
Bu çalışmada kullanılan veri seti Amerika Birleşik Devletleri verileri ile hazırlanmış olsa Avrupa da eğilimin benzer şekilde olduğu görülmektedir [5].

#### B. Görselleştirme

Çalışmada veri setinin daha anlamlı hale gelmesi ve önemli kısımların vurgulanabilmesi için veri görselleştirme teknikleri kullanılarak veri setinde bulunan veriler grafik ve tablolara dönüştürülmüştür. Veri görselleştirme için Elastic Search Cloud üzerinde çalışan Kibana veri görselleştirme aracı kullanılmıştır. Veriler Kibana üzerinde bir veya birden fazla katmanda grafiklere dönüştürülerek kullanılmıştır.

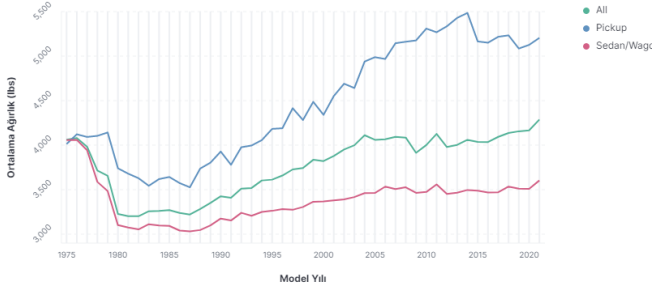
### III. YÖNTEMİN UYGULANMASI

Yıllık bazda araç tipine göre toplam üretim miktarları Şekil 1'de gösterilmektedir. Bu grafikte binek araçlarda sedan/vagon tipinden SUV tipine doğru, ticari araçlarda ise SUV ve pickup tiplerinin paylarında artış olduğu görülmektedir. 1975 yılında neredeyse üretim payının tamamına sahip olan sedan/vagon binek araç üretiminin, 2020 yılında toplam üretimin %25'i oranlarına azaldığı görülmektedir. SUV araçların üretim payındaki oranlarının artışında büyük ve daha geniş alana sahip araçlara olan talebin artışının sebep olduğu değerlendirilebilir.



Şekil 1 Yıllara göre üretim miktarları.

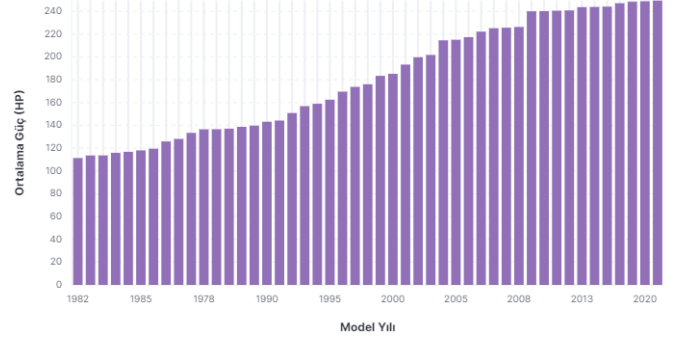
Araçların ağırlıkları ile ilgili verilerle hazırlanan, yıl bazında araç tipine göre sedan/vagon, pickup ve genel ortalama araç ağırlıkları, Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2 Yıllara göre ortalama ağırlık.

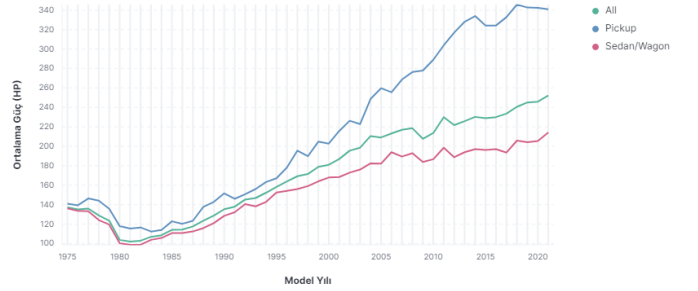
Araçların tümü değerlendirildiğinde tip farklılıklarından ve ihtiyaçlarından dolayı ortalama değişim az olduğu görülmektedir. Ancak tip bazında bakıldığında binek araçlarda belirgin bir düşüş bulunmakta olup bu miktar sedan/vagon tipi için %14 olarak ölçülmektedir. Bunun en büyük nedeni yakıt tüketiminin düşürülmesi ve CO2 salınımının azaltılması için araç üretiminde hafif elementlerin kullanılması ve ağırlık azaltmada kullanılan diğer yöntemler olarak değerlendirilebilir. Ticari araçlarda ise benzer çalışmaların yapılmasına rağmen Pickup tipinde yaklaşık %28 ağırlık artışı görülmektedir. Buradaki artışın sebebinin ise bu araç tiplerinin kullanım amaçlarındaki ve bu tip araçların kullanıcılarının talep ve ihtiyaçlarındaki değişiklik olarak değerlendirilebilir.

Araçların güçlerindeki değişime bakıldığında Şekil 3'te yıl bazında ortalama güce göre hazırlanan grafiğe göre 1975 yılında ortalama 137 hp olan ortalama güç, büyük bir artış göstererek 2020 yılında ortalama 246 hp'ya yükselmiştir.



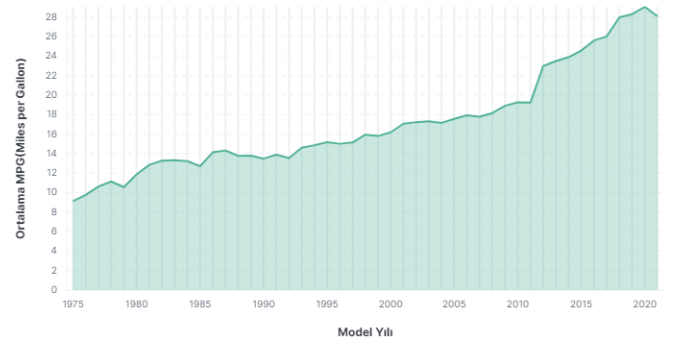
Şekil 3 Yıllara göre ortalama güç miktarları

Bu değerler ile 2020 yılında üretilen bir aracın 1975 yılına göre yaklaşık %80 daha fazla güce sahip olduğu görülmektedir. Bu gelişen araç teknolojisi sayesinde araçların motorlarında yapılan geliştirmeler, ağırlıktaki düşüşle birlikte her geçen yıl daha güçlü araçların üretildiğini göstermektedir. Şekil 4'te gösterildiği gibi araç tipi bazında yıllık araç gücü ortalamasına bakıldığında en büyük artışın %140 üzerinde artış ile pickup araç tipinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4 Yıllara göre ortalama güç miktarları

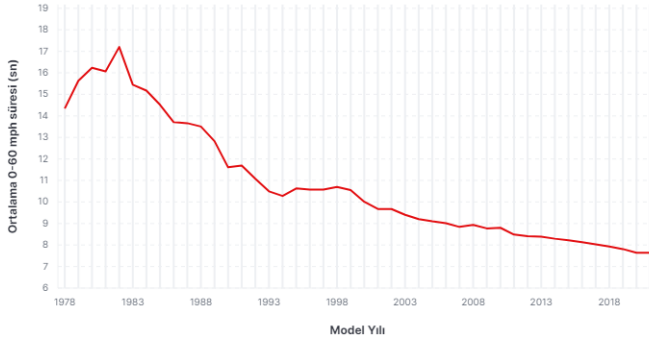
Motor teknolojisinin ilerlemesinin daha net görülmesi açısından güç değerleri ile yakıt tasarrufu değerlerinin birlikte değerlendirilmesi önemlidir. Şekil 5'te yıl bazında ortalama yakıt tasarrufu değerleri görülmektedir.



Şekil 5 Yıllara göre ortalama yakıt tasarrufu. (Bir gallon yakıtla gidilebilecek mil miktarına göre.)

Güç arttıkça beklenenin aksine yakıt tasarrufu değerleri de paralel bir şekilde arttığı görülmekte olup, gelişen teknoloji sayesinde her geçen yıl daha az yakıt tüketerek daha fazla güç üreten yani daha verimli araçlar üretilmeye devam edilmektedir.

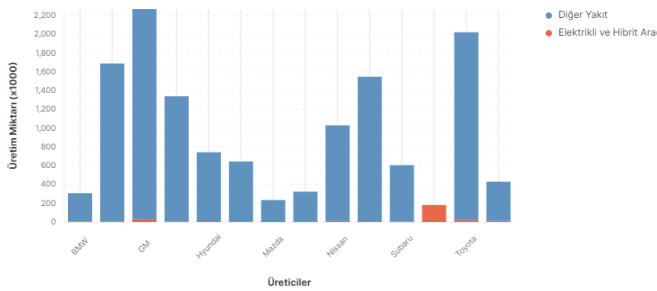
Araçların hızlanma süreleri sahip oldukları güç ile ters orantılı olarak düşüş göstermektedir. Araçların hızlanma değerleri ölçülürken 0'dan 60 mph hıza eriştiği süre esas alınmaktadır. Şekil 6'da yıllık bazda araçların ortalama 0-60 mph hızlanma süreleri gösterilmiştir.



Şekil 6. Yıllara göre ortalama 0-60 mph hızlanma süresi.

Tüm araç tiplerinde 1975 yılı verilerine göre büyük oranda düşüş görülmektedir. Bu değerlerin elde edilmesinde araç ağırlıklarındaki düşüş ve güçteki artışın büyük katkısı bulunmaktadır. Tüm araç tipleri için ortalama 0-60 değerlerinde yaklaşık %43 düşüş görülmektedir.

1975 yılından 2020 yılına kadar araçlarda kullanılan tüm malzeme ve yapılarda sürekli değişiklikler ve gelişmeler görülmektedir. Ancak bu alandaki en büyük değişim güç üretiminde fosil yakıt kullanan araçların yerine elektrik kullanan araçların ortaya çıkması ile başlamaktadır. Geçen bu sürede fosil yakıt kullanan araçların motor teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ile düşük yakıt tüketimi ve karbondioksit emisyonu ile daha güçlü ve daha hızlı araçların üretimi sağlansa da elektrikli araçların üretilmeye başlanması bu alanda yaşanan en önemli gelişmelerdendir. Elektrikli araçlar; plug-in hibrit elektrikli araçlar (PHEV), tamamen elektrikli araçlar (EV) ve yakıt hücreli elektrikli araçlar (FCV)'dan oluşmaktadır. 2020 yılı için üreticilerin bu teknolojileri kullandıkları araçların ürettikleri toplam araç sayısına oranı Şekil 7'de gösterilmiştir.

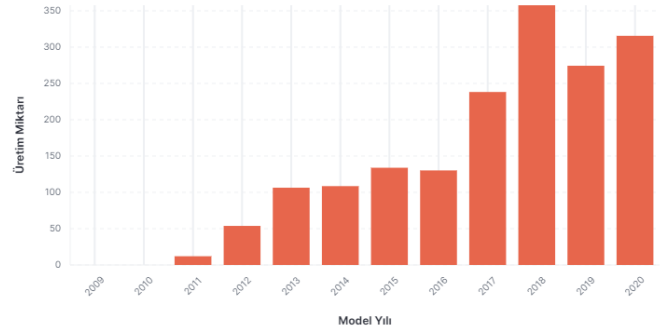


Şekil 7. Üretici bazında 2020 yılı toplam üretiminde elektrikli ve hibrit araçların oranı.

Bu yakıt teknolojileri 2020 yılında fosil yakıt kullanan araçlara oranı oldukça kısıtlı olmakla birlikte birçok üretici elektrikli ve hibrit araçların geliştirilmesine yatırım yapmaktadır. 2021 yılında sadece elektrikli otomobil üreten

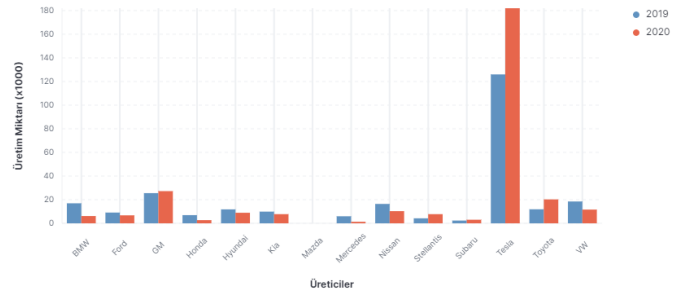
Tesla markası %40 büyümeye sağlamış ve ana üretici markalar da elektrikli araç alanındaki yatırımlarını her yıl katlayarak artırmaktadır [6]. Elektrikli ve hibrit araçların üretimine geldiği noktanın daha net algılanabilmesi için, yıllık bazda elektrikli araçların üretim miktarları Şekil 8'de gösterilmiştir.

Elektrikli araç satışlarının; azalan batarya maliyetleri, artan menzil ve gelişen altyapı da göz önünde bulundurularak katlanarak artacağı değerlendirilmektedir [7].



Şekil 8. Yıllara göre elektrikli ve hibrit araç üretim miktarları.

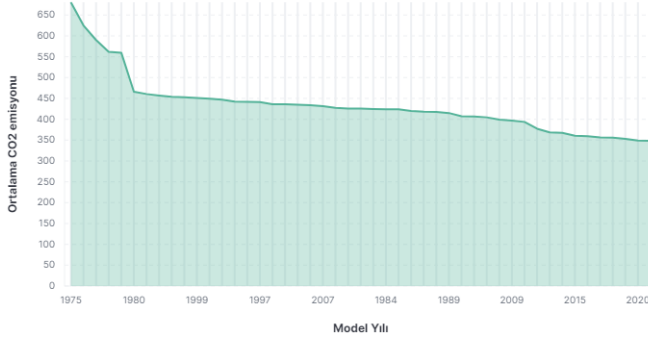
Görüldüğü üzere 2011 yılında PHEV araçların Amerika'da satışa sunulması ile başlayan üretim miktarı artışın 2020 yılında yaklaşık 315.000 araç ile toplam üretimin %2'si seviyelerine kadar geldiği görülmektedir. Üretici bazında 2019 ve 2020 yıllarında üretilen elektrikli araç miktarları Şekil 9'da görülmektedir.



Şekil 9. Üretici bazında 2019, 2020 yıllarında üretilen elektrikli, hibrit ve FCV araç miktarı.

Başta üretiminin tamamı elektrikli araç olan Tesla olmak üzere, büyük üreticilerin elektrikli ve hibrit araç üretimine başladıkları ve üretim sayılarını ve oranlarını artırmak için yatırımlar yaptıkları görülmektedir. Ancak 2020 yılında küresel çapta başlayan pandemi ve tüm teknoloji üretimini kısıtlayan çip krizi nedeniyle birçok üreticinin 2020 yılı üretimlerinde düşüşlere neden olduğu [6] Şekil 8 ve Şekil 9'da görülebilmektedir.

Araçlarda yıllar içerisinde gerçekleşen teknik ve teknolojik gelişmeler araçların daha verimli olmasını sağlamıştır. Ancak bütün bu gelişmelerin yanı sıra her yıl artan araç miktarı araçların karbondioksit emisyonları nedeniyle çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu sorunun çözümü için üreticiler daha düşük karbondioksit salınımına sahip araçlar üretmektedirler. Şekil 10'da yıl bazında ortalama karbondioksit emisyonu değerleri gösterilmektedir.



Şekil. 10 Yıllara göre ortalama karbondioksit emisyonu değerleri.

Özellikle 2004 yılından sonra ortalama karbondioksit emisyon değerlerinde hızlı bir düşüş olduğu görülmektedir. 2004-2020 yılları arasında ortalama karbondioksit emisyonu değeri %23 azalmıştır. Karbondioksit emisyonlarının düşüşünde çevre duyarlılığının gelişmesi, üreticilerin daha çevreci ürünler üretme konusundaki çabaları, devlet kurumları tarafından uygulanan regülasyonlar büyük önem taşımaktadır.

#### IV. SONUÇ

Veri seti ve oluşturulan grafikler 1975 yılından 2020 yılına kadar, bazı dönemlerde çeşitli nedenlerle düşüşler yaşansa da ortalama araç üretiminin arttığını göstermektedir. Araç ağırlıkları genel itibarıyla azalmış ancak bazı araç tiplerinde yaşanan değişiklikler nedeniyle artış göstermiştir. Araçların sahip oldukları ortalama güçler büyük bir ivme ile artış göstermiştir. Buna paralel olarak araçların 0-60 süreleri düşmüştür. Sıfır karbondioksit emisyonuna sahip tamamen elektrikli ve düşük emisyonlu hibrit araçların üretimi 2020 yılında toplam üretim payına oranla düşük olsa da gözle görülür bir artış göstermiş olup bu artışın devam edeceği değerlendirilmektedir. Bu gelişmelerin yanı sıra daha az karbondioksit emisyonuna sahip daha çevreci araçların üretimi artmakta ve yıllık ortalama karbondioksit emisyonu değerlerinin azaldığı görülmektedir.

Otomotiv endüstrisi artan talep ile birlikte gelişimini sürdürmeye devam etmektedir. Bu gelişim bir aracı oluşturan tüm elementler üzerinde etkisini göstermektedir. Araç üreticileri yeni ve verimli teknolojileri hızla benimsemekte ve uygulamaktadırlar. Böylece araçlar her geçen yıl daha güçlü, daha tasarruflu, daha çevreci olmaya devam etmektedir. Elektrikli araç teknolojilerinin daha yaygın olarak kullanılmaya başlaması ile araçların çok daha verimli ve çevreci olacağı değerlendirilmektedir.

#### REFERANSLAR

- [1] (2021) Wikipedia website. [Online]. Available: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Otomobil>
- [2] (2021) Environmental Protection Agency website. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/greenvehicles/greenhouse-gas-emissions-typical-passenger-vehicle>
- [3] Deloitte (2022) 2022 Global Automotive Consumer Study. [Online]. Available: <https://www2.deloitte.com/global/en/pages/consumer-business/articles/global-automotive-consumer-study.html>
- [4] (2021) Environmental Protection Agency website. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/automotive-trends/explore-automotive-trends-data>
- [5] (2021) European Environment Agency website. [Online]. Available: <https://www.eea.europa.eu/ims/new-registrations-of-electric-vehicles>
- [6] A. Haigh (2022) 2022 Automotive Industry Trends. [Online]. Available: <https://brandfinance.com/insights/2022-auto-trends>

- [7] G. Conway, A. Joshi, F. Leach, A. Garcia and P.K. Senecal, "A review of current and future powertrain technologies and trends in 2020" *Transportation Engineering*, vol. 5, Elsevier, 2021.