

**OTOMOTİV SEKTÖRÜNDEKİ TEKNOLOJİK
YÖNELİMLER VE TEKNİK ANALİZLER**

Mehmed Hamdi ERDOĞAN



T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**OTOMOTİV SEKTÖRÜNDEKİ TEKNOLOJİK YÖNELİMLER VE TEKNİK
ANALİZLER**

Mehmed Hamdi ERDOĞAN
0000-0002-4549-0141

Dr. Öğr. Üyesi Erol SOLMAZ
0000-0001-9369-3552
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
OTOMOTİV MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA - 2019

TEZ ONAYI

Mehmed Hamdi ERDOĞAN tarafından hazırlanan "Otomotiv Sektöründeki Teknolojik Yönelimler ve Teknik Analizler" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Erol Solmaz
0000-0001-9369-3552

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Erol Solmaz
0000-0001-9369-3552
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Taşıt Tasarımı Anabilim Dalı

İmza



Üye : Prof. Dr. İhsan KARAMANGİL
0000-0001-5965-0313
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Taşıt Tasarımı Anabilim Dalı

İmza



Üye : Dr. Öğr. Erdem UZUNSOY
0000-0002-6449-552X
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri
Fakültesi,
Otomotiv Anabilim Dalı

İmza



Yukarıdaki Sonucu Onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Akse/EREN

Enstitü Müdürü

11.11.2019

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

27/09/2019

Mehmed Hamdi ERDOĞAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

OTOMOTİV SEKTÖRÜNDEKİ TEKNOLOJİK YÖNELİMLER VE TEKNİK ANALİZLER

Mehmed Hamdi ERDOĞAN

Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Erol SOLMAZ

İlk oluşumundan bu yana gelişimini sürdüren otomotiv sektörü, içinde bulunduğumuz yüzyılda büyük bir değişimin eşiğine gelmiş ve daha hızlı bir gelişme sürecine girmiştir. Özellikle son dönemde artan çevre ve maliyet kaygıları ile hibrit veya tamamen elektrikli güç aktarma düzenlerine geçme eğiliminde olan sektör, bunlara bağlı olarak farklı mobilite çözümlerini gündemine almış ve yenilikçi araç sahiplik modelleri ortaya çıkmaya başlamıştır.

Özellikle araçların güç aktarma organlarındaki büyük değişimler, alt bileşenler için araştırma ve geliştirme çalışmalarının hızlı bir şekilde yapılmasını teşvik etmekte, sektörler arası bilgi ve tecrübe paylaşımını ise şart koşmaktadır.

Bu tezde, sektörün üzerine yoğunlaştığı başlıklar incelenerek; mevcut zorluklar, çözüm önerileri, teknolojik gelişmeler ve geleceğe yönelik tahminler gibi hususlar tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hibrit araç, elektrikli araç, motor, teknoloji, mobilite, otonom sürüş, güvenlik, verimlilik
2019, viii + 105 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

TECHNOLOGICAL TRENDS IN AUTOMOTIVE INDUSTRY AND TECHNICAL ANALYSIS

Mehmed Hamdi ERDOĞAN

Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Automotive Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Erol SOLMAZ

The automotive sector, which has been developing since its inception, has reached the threshold of a major change in the current century and entered into a faster development process. Particularly in the recent period due to increasing environmental and cost concerns, the sector has tended to switch to hybrid or fully electric powertrain systems and accordingly, different mobility solutions have been brought to the agenda and innovative vehicle ownership models have started to be introduced.

In particular, major changes in the powertrain of the vehicles encourage rapid research and development of sub-components, and require sharing of knowledge and experience across sectors.

In this thesis, by dwelling on the titles on which the sector focuses; the points such as current challenges, proposed solutions, technological developments and predictions for the future were discussed.

Key Words: Hybrid vehicle, electric vehicle, engine, technology, mobility, autonomous driving, safety, efficiency

2019, viii + 105 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimin boyunca başta danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Erol SOLMAZ olmak üzere yardımlarını esirgemeyen bütün değerli hocalarıma, arkadaşlarıma ve aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Mehmed Hamdi ERDOĞAN

27/09/2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
3. OTOMOTİV SEKTÖRÜNÜN YÖNELİMLERİ.....	4
3.1. Otomotivin Gelişimi.....	4
3.2. Sektörü Yönlendiren İtici Güçler.....	7
3.2.1. Egzoz emisyon mevzuatı.....	7
3.2.2. Enerji altyapısı.....	12
3.2.3. Yaşam döngüsü düzenlemeleri.....	14
3.2.4. Bağlantılı ve otonom araçlar.....	15
3.2.5. Hizmet olarak mobilite.....	18
3.3. Binek Araçlarla İlgili Yönelimler.....	20
3.4. Otobüslerle İlgili Yönelimler.....	30
3.5. Ticari ve Yol Dışı Araçlarla İlgili Yönelimler.....	35
3.6. Teknolojik Etkileşim Alanları.....	41
3.7. Alan Bazında Teknolojik Gelişimler.....	45
3.7.1. Güvenlik.....	45
3.7.2. Elektrik enerjisi depolama.....	60
3.7.3. Elektrik motorları.....	66
3.7.4. Güç elektroniği.....	72
3.7.5. İçten yanmalı motorlar.....	80
3.7.6. Hafifletilmiş yapılar.....	86
4. SONUÇ.....	98
KAYNAKLAR.....	101
ÖZGEÇMİŞ.....	105

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar	Açıklamalar
AC	Alternatif Akım (Alternative Current)
ADAS	Gelişmiş Sürücü Yardım Sistemleri (Advanced Driver Assistance Systems)
AEB	Otonom Acil Durum Freni (Autonomous Emergency Braking)
AES	Otonom Acil Durum Yönlendirmesi (Autonomous Emergency Steering)
CVT	Sürekli Değişken Şanzıman (Continuously Variable Transmission)
CO ₂	Karbondioksit
DC	Doğru Akım (Direct Current)
ESC	Elektronik Stabilite Kontrolü (Electronic Stability Control)
ESF	Acil Durum Yönlendirme İşlevleri (Emergency Steering Functions)
GaN	Galyum Nitrür
GBT	Gate Bipolar Transistor
HCCI	Homojen Karışım Sıkıştırılmalı Ateşleme (Homogeneous Charge Combustion Ignition)
LDW	Şeritten Ayrılma Uyarısı (Lane Departure Warning)
MaaS	Hizmet olarak Mobilite (Mobility as a Service)
MOSFET	Metal Oksit Yarı İletkenli Alan Etkili Transistör (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)
NEDC	Yeni Avrupa Sürüş Döngüsü (New European Driving Cycle)
RDE	Gerçek Sürüş Emisyonları (Real Driving Emissions)
SAE	Amerikan Otomotiv Mühendisleri Derneği (Society of Automotive Engineers)
SiC	Silisyum karbür
SPCCI	Buji Kontrollü Sıkıştırılmalı Ateşleme (Spark Plug Controlled Combustion Ignition)
ULEZ	Ultra Düşük Emisyon Bölgesi (Ultra Low Emission Zone)
UNECE	Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (United Nations European Economic Commission)
SUV	Spor Kullanımlı Araç (Sport Utility Vehicle)
VOC	Uçucu Organik Bileşenler (Volatile Organic Compounds)
V2X	Araçtan Herşeye (Vehicle to Everything)
V2I	Araçtan Altyapıya (Vehicle to Infrastructure)
V2G	Araçtan Şebekeye (Vehicle to Grid)
V2D	Araçtan Cihaza (Vehicle to Device)
V2P	Araçtan Yayaya (Vehicle to Pedestrian)
V2N	Araçtan Ağa (Vehicle to Network)
V2V	Araçtan Araca (Vehicle to Vehicle)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Binek araçlar için bölgelere göre gerçekleşen ve hedeflenen NEDC çevrimine göre CO ₂ değerleri.....	8
Şekil 3.2. Hafif ticari araçlar için bölgelere göre gerçekleşen ve hedeflenen NEDC çevrimine göre CO ₂ değerleri.....	8
Şekil 3.3. Hafif ve ağır hizmet araçlarının gerçek dünya NO _x ve CO ₂ emisyonları	9
Şekil 3.4. Farklı modeller için gerçek yol koşulları ve NEDC çevrimine göre yapılmış NO _x test sonuçları.....	10
Şekil 3.5. Londra bölgesinde planlanan ultra düşük emisyon bölgeleri ve olası bölge giriş ücretleri	12
Şekil 3.6. SAE'nin belirlemiş olduğu otonom sürüş seviyeleri	16
Şekil 3.7. Otonom sürüş seviyelerine göre araç üzerindeki donanımlar	16
Şekil 3.8. Bağlantılı ve otonom araçlardaki iletişim türleri	18
Şekil 3.9. Hizmet olarak mobilitenin işletim çerçevesi.....	20
Şekil 3.10. Infiniti'nin değişken sıkıştırma oranlı VC-T motoru.....	21
Şekil 3.11. Otto ve Atkinson çevrimlerinin karşılaştırması	22
Şekil 3.12. Mazda'nın Skyactiv-X motorundaki yanma stratejisi	23
Şekil 3.13. Skyactiv-X motorunun yük ve motor hızına bağlı yanma stratejileri.....	24
Şekil 3.14. Infiniti Q50 direksiyon sistemi	29
Şekil 3.15. Ağır hizmet araçları için egzoz emisyon düzenlemelerinin tarihsel akışı	31
Şekil 3.16. Ağır hizmet araçları için verimlilik standartlarının tahmini uygulama zaman çizelgesi.....	32
Şekil 3.17. 2019 model Ram 1500 eTorque kamyonetinin içten yanmalı ve elektrikli motorları.....	36
Şekil 3.18. DAF CF kamyonunun hibrit güç aktarma organları	37
Şekil 3.19. JCB elektrikli ekskavatör	39
Şekil 3.20. Toyota yakıt hücreli forklift.....	39
Şekil 3.21. Mercedes-Benz CLA modelinin Euro NCAP güvenlik değerlendirmesi	46
Şekil 3.22. Euro NCAP'in 2025'e kadar olan yol haritası.....	49
Şekil 3.23. FlexPLI çarpma tertibatı	54
Şekil 3.24. THOR-50M test cihazı.....	56
Şekil 3.25. AE-MDB yan çarpma bariyer kütlesi	56
Şekil 3.26. Toyota Prius hibrit sistem ana bileşenleri	68
Şekil 3.27. Bir hibrit araçta kullanılan tipik sensörler	75
Şekil 3.28. Renault ZOE'nin R240 motorunun entegre yapısı	77
Şekil 3.29. Renault ZOE'nin güç elektroniği kontrolörü	77
Şekil 3.30. VW ACT silindir devre dışı bırakma mekanizması.....	81
Şekil 3.31. Farklı motor üreticilerinin fren termal verimlilik hedef ve durumları	82
Şekil 3.32. Renault Twizy	88

Şekil 3.33. Audi A8 gövde yapısı	90
Şekil 3.34. Usibor ve Ductibor çeliklerinin mukavemet değerleri.....	91
Şekil 3.35. Usibor ve Ductibor çeliklerinin örnek kullanım alanları	91
Şekil 3.36. Forged Composites üretim adımları	95
Şekil 3.37. Forged Composites şekillendirme adımları	95

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Ackermann geometrisi ile hesaplanan direksiyon geometrisinin karşılaştırılması	30
Çizelge 3.2. Manuel ve otomatik şanzımanların yakıt tüketimi ve performans olarak karşılaştırılması	84

1. GİRİŞ

Otomotiv sektörünün, ilk ortaya çıkışından bugüne kadar olan değişimine bakıldığında görece tahmin edilebilir ve birbirini tamamlayan gelişmeler ile ilerlediği görülebilmektedir. Araçların sahiplik modelinde, güç aktarma organlarının ihtiyaç duyduğu enerji kaynaklarında, sürücünün araçtaki rolünde, yolcuların taleplerinde ciddi bir değişim olmamıştır.

İçinde bulunulan yüzyılda dünyadaki hızlı ve köklü değişimlerden otomotiv sektörü de önemli oranda etkilenmeye başlamıştır. Bu zaman diliminde ortaya çıkan yeni sorunlara karşı yeni çözümler üretme ihtiyacı, önceki dönemlere kıyasla çok daha çetin bir çaba ortaya konmasını gerektirmektedir.

Küresel ısınmanın ve kirlenmenin en büyük suçlularından birisi olarak görülen otomotiv sektörü, bu ağır yükten kurtulmanın yollarını aramaya başlamıştır. Bu arayışın doğal bir sonucu olarak her çeşit egzoz emisyonundan kurtulmaya çalışmak temel amaçlardan birisi haline gelmiştir. Artan araç yoğunluğunun gerek trafik gerekse de güvenlik anlamında doğurduğu ilave sorunların giderilmesi için de artan otonom sürüş beklentileri, sektörü bu alanda çalışmaya itmiştir.

Egzoz emisyonlarını azaltmak, devamında tamamen yok etmek için araçların elektrifikasyonu öncelikli çözüm durumundadır. Ara çözüm olarak geliştirilen hibritler büyük kazanımlar sağlamış olsa da tam elektrikli araçların hâkim olduğu bir ekosisteme ulaşmak ana hedef durumundadır.

Bir yandan bağlantılı ve otonom sürüş kabiliyetlerinin artırılması çabaları da devam etmektedir. Tanımlanan süreçlerin sonunda tam otonom sürüş yeteneğine sahip araçların konuşulacağı yeni düzende, araç sahipliğinden araç kullanıcılığı modeline ciddi bir geçiş öngörülmektedir.

Sentetik testler yerine gerçek koşullar ile yapılacak olan egzoz emisyon değerlendirmeleri ve çok daha fazla önem kazanacak olan yaşam döngüsü analizleri sayesinde bir ürünün bütün ömrü boyunca yarattığı çevresel etkilerin değerlendirilecek olması da çok önemli bir gelişme olup her sürecin yeni ve kapsamlı bir mantıkla yürütülmesini şart koşacak bir olgudur.

Bütün bu değişikliklerin hayata geçirilmesi için farklı alt sektörlerin yoğun bir sinerji ile çalışması, hızlı sonuçlar alması, uzun vadeli planlara sadık kalarak kendisini sürekli yenilemesi ve geliştirmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, otomotiv sektörünün gelişimi, değişime zorlayan faktörler, araç tiplerine göre yönelimler, sektörler arası etkileşimler, alt başlıklar için teknolojik gelişmeler ele alınmıştır. Yapılan değerlendirmeler ile zorluk ve fırsatlara değinilmiş, geleceğe yönelik olarak tahminler ortaya konmuştur.

2. GENEL BİLGİLER

Bu çalışmanın hazırlanmasında çok farklı kaynaklardan yararlanılmıştır. Bugüne kadar takip edilen gerek görsel gerek yazılı yerli ve yabancı otomotiv basını sayesinde sektörün yıldan yıla kanalize olduğu alanları takip etme, tüketici ve üretici tercihlerine hâkim olma, otomotiv kültürünü geliştirme anlamında farkındalık kazanma şansına sahip olunmuştur. Bu farkındalığın akademik geçmiş ve sektör tecrübesiyle birleştirilmesiyle özellikle internet üzerinden en güncel kaynaklara ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu sayede olabildiğince az sapma ile geleceğe yönelik tahminlere yer vermeye çalışılmıştır.

Henüz hayata tam olarak geçirilmemiş hususlarla ilgili olarak farklı kaynaklarda birbirine göre oldukça değişken bilgi ve tahminlerle karşılaşabilmektedir. Bu tip durumlarda genel kabul gören içerikler üzerinden devam edilmiş ve çok keskin yargılara varılmamaya çalışılmıştır.

Alan bazında teknolojik gelişmeleri anlatan bazı çalışmalar bulunsa da konuların diğer ilişkili konularla bir bütün olarak ele alınmaması sebebiyle beklenen ölçüde net detaylar verilemediği görülmüştür. Çok yeni teknolojik gelişmeler olması sebebiyle yıldan yıla farklı sonuçlara varılabilen çalışmalarla karşılaşmıştır.

Bazı konuların otomotiv perspektifinden bakılmaması sebebiyle farklı değerlendirilmesi de mümkün gözükmektedir. Konu özelinde inceleme yaparken otomotiv sektörünün ihtiyaçları, getirilen sorunun hangi ölçekte işe yaradığı, hangi vadede geçerli kalabileceği, toplan yaşam döngüsü etkileri gibi hassasiyetlere dikkat edilmesi oldukça önemlidir.

3. OTOMOTİV SEKTÖRÜNÜN YÖNELİMLERİ

3.1. Otomotivin Gelişimi

Bugün bilinen haliyle otomobil, tek bir mucit tarafından tek bir günde icat edilmemiştir. Otomobilin tarihi, dünya çapında birçok farklı yenilikçinin katıldığı bir evrimi yansıtmaktadır.

Bir otomobil veya araba, kendi motorunu taşıyan ve yolcuları taşıyan tekerlekli bir araçtır. 100.000'den fazla patentin modern otomobillerin evrimine yol açtığı tahmin edilmektedir.

Otomobilin kısaltılmış zaman çizelgesine bakıldığında icadına yönelik olarak şu temel kırılma noktalarından bahsedilebilir:

- 15. yüzyılda Leonardo Da Vinci, birkaç yüzyıl sonra Sir Isaac Newton'un yaptığı gibi ilk otomobil için teorik planlar hazırlamıştır.
- Newton'un ölümünden 40 yıl sonra, Fransız mühendis Cugnot ilk buharla çalışan aracı tanıtmıştır. Ve bundan neredeyse bir yüzyıl sonra, ilk gazla çalışan otomobil ve elektrikli araçlar ortaya çıkmıştır.
- Seri üretim montaj hattının tanıtılması, otomobil endüstrisinde devrim yaratan büyük bir yeniliktir. Ford'un bu alanda ilk olduğu düşünülse de ondan önce seri üretim çalışmaları yapanlar olmuştur.

Hangi otomobilin ilk otomobil olduğu konusunda anlaşmazlıklar vardır. Bazıları otomobilin, 1769 yılında Fransız mühendis Nicolas Joseph Cugnot tarafından icat edilen ilk kendinden tahrikli buharla çalışan askeri traktör ile icat edildiğini iddia etmekte, diğerleri ise 1885'te Gottlieb Daimler'in aracı veya 1886'da Karl Benz'in ilk gazla çalışan araç patentini alması ile bunun gerçekleştiğini söylemektedir. Seri üretim montaj hattı gibi modern üretim tekniklerini kullanması nedeniyle Henry Ford'un ilk gerçek otomobili icat ettiğini düşünenler de bulunmaktadır.

Bugün bildiğimiz modern arabaları yapmak için bir araya gelmesi gereken birçok icat olmuştur. Hava yastıklarından ön cam sileceklerine kadar, uçtan uca gelişimin ne kadar kapsamlı olabileceğine dair kapsamlı bir bakış sağlamak için bazı bileşenlerin ve keşif tarihlerinin kısa bir incelemesi şu şekildedir (Bellis, 2019):

- Bendix pinyonlu marş motoru: 1910'da Vincent Bendix, el ile motor başlatma yerine kullanılabilir elektrikli marş motorları için patent aldı.
- Benzin: İlk olarak bir gazyağı yan ürünü olan benzin, tüm yeni otomobiller için çok iyi bir yakıt olarak keşfedildi. 20. yüzyılın başlarında, petrol şirketleri petrolden basit bir damıtma ürünü olarak benzin üretiyorlardı.
- Çarpışma testi mankenleri: İlk çarpışma testi mankeni 1949'da Sierra Sam'di. Genel kullanım için yaratılmış otomobillerin yol güvenliğini çarpışma testleri ile test etmek için, insana benzetilmiş çarpışma test mankenleri kullanıldı.
- Diferansiyel: Diferansiyeller, birbiriyle bağlı tekerleklerin farklı hızlarda dönmelerine izin verebilmek amacıyla tasarlanmıştır. İlk örneği 1810'da Rudolph Ackermann tarafından hayata geçirildi.
- Dönüş sinyalleri: Buick, 1938'de ilk elektrikli dönüş sinyallerini tanıttı.
- Elektrikli camlar: Daimler, 1948 yılında otomobillerde elektrikli camlar kullandı.
- Emniyet kemerleri: Otomobil emniyet kemerleri için ilk ABD patenti 10 Şubat 1885'te Edward J. Claghorn'a verildi.
- Frenler: 1901 yılında İngiliz mucit Frederick William Lanchester disk frenlerini patentledi.
- Hava yastıkları: Çarpışma durumunda araçtaki yolcuların korunmasına yönelik otomobillerde güvenlik özelliği olan hava yastıkları için ilk kayıtlı patent ABD'de 1951 yılındadır.
- Hız kontrolü: Kör bir mucit olan Ralph Teetor, 1945'te yolda aracın hızını sabit tutabilmek için hız kontrolünü icat etti.
- Isıtıcı: Kanadalı Thomas Ahearn, 1890'da ilk elektrikli otomobil ısıtıcısını icat etti.
- İçten yanmalı motor: 1876'da Nikolaus August Otto, "Otto döngüsü" olarak bilinen dört zamanlı bir motoru icat etti ve patentini aldı.
- Kilometre sayacı: Bir vagon yaptığı kilometreyi ölçmek için kullanılan günümüz kilometre sayacı 1854'te icat edildi.
- Klima: Araç yolcuları için soğutma sistemine sahip ilk otomobil 1940 model yılı Packard'dı.
- Lastikler: Charles Goodyear daha sonra ilk lastikler için kullanılacak olan sertleştirilmiş kauçuğu 1844 yılında patentledi.

- Otomobil radyosu: 1929'da Galvin Manufacturing Corporation'ın başkanı Paul Galvin ilk otomobil radyosunu icat etti. İlk otomobil telsizleri araç üreticilerinden temin edilemediğinden tüketiciler radyoları ayrıca satın almak zorunda kaldılar. Galvin, şirketin yeni ürünleri için hareket ve radyo fikrini birleştiren "Motorola" adını kullandı.
- Ön cam silecekleri: Henry Ford'un A Modelinin üretilmesinden önce, Mary Anderson 1903'te, daha sonra ön cam silecekleri olarak bilinen bir cam temizleme cihazı için ilk patentini aldı.
- Servo Direksiyon: Francis W. Davis 1920'lerde Pierce Arrow Motorlu Araba Şirketi'nin kamyon bölümünün baş mühendisiydi ve ağır araçları yönlendirmenin ne kadar zor olduğunu gördükten sonra servo direksiyonu icat etti. Servo direksiyon 1951 yılında ticarileştirildi.
- Susturucu: Fransız mucit Eugene Houdry, 1950'de egzoz susturucusunu icat etti.
- Süperşarj: Ferdinand Porsche, 1923 yılında Almanya'nın Stuttgart kentinde motorun daha fazla güç üretmesini sağlayan süperşarj sistemini kullanan Mercedes-Benz SS & SSK spor otomobilini tasarladı.
- Şanzıman: 1832'de W. H. James ilkel üç hızlı bir şanzıman icat etti. Panhard ve Levassor, 1895 Panhard'larına monte edilen modern şanzımanın icadı ile ilişkilendirilmiştir. 1908 yılında Leonard Dyer, bir otomobil şanzımanı için en eski patentlerden birini aldı.
- Tahrik mili: 1898'de Louis Renault ilk tahrik milini icat etti. Tahrik mili, tahrik sisteminin diğer bileşenlerini birleştiren, tekerleklere güç sağlayan kuvvet ve rotasyon iletimi için kullanılan mekanik bir bileşendir.
- Üçüncü fren lambası: 1974'te psikolog John Voevodsky, arka camların tabanına monte edilmiş bir ışık olan üçüncü fren lambasını icat etti.
- Yakıt enjeksiyonu: Otomobiller için ilk elektronik yakıt enjeksiyon sistemi, 1966'da İngiltere'de icat edildi.

Yukarıdaki örneklerden anlaşılacağı üzere günümüzde basit gibi görülen icatların hayata geçirilmesi oldukça uzun zaman almış ve genel gelişim görece yavaş kalmıştır. Önümüzdeki döneme dair duyulan ihtiyaçlar ve eğilimler, önceki dönemlerdeki

gelişmelere kıyasla çok daha hızlı ve teknik bir gelişim sürecinin ortaya konmasını gerektirmektedir.

3.2. Sektörü Yönlendiren İtici Güçler

Bu bölümde otomotiv sektörünün karşılaştığı teknik ve hukuki zorluklarla ilgili durum analizleri ve bunlara bağlı olarak gelişim alanlarına değinilmektedir.

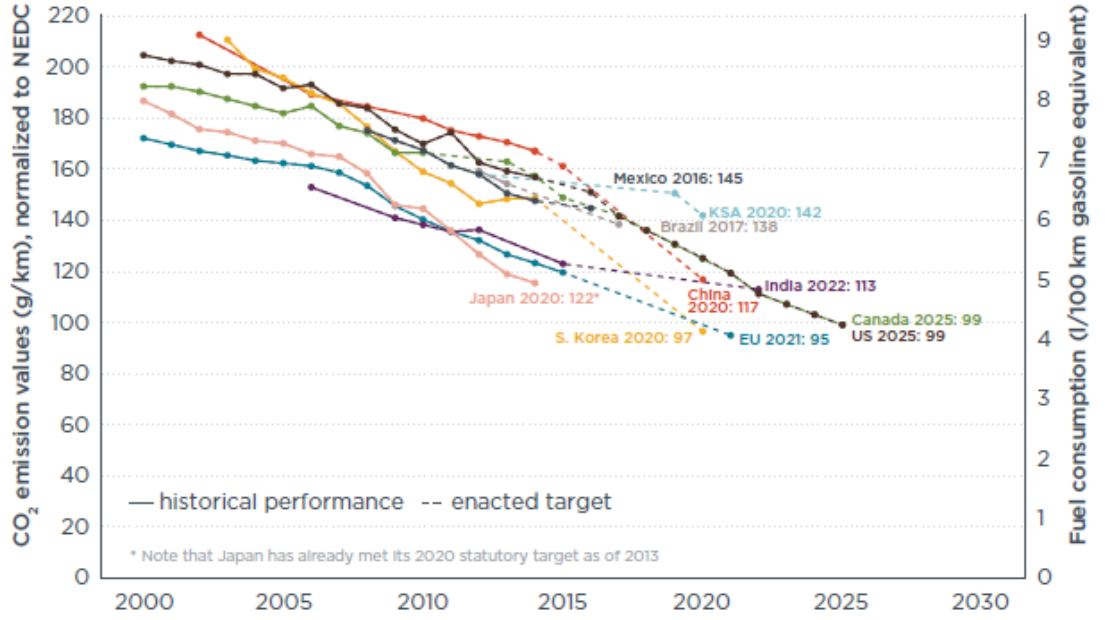
Geleceğe yönelik eğilimler incelenirken güç aktarma sistemlerinden başlanarak enerji politikaları ve genel ulaşım sistemlerine değinmek ilgili yönelimleri optimum şekilde değerlendirebilme imkânı sunacaktır.

Bir dizi ekonomik, çevresel ve sosyal faktör, bugünkü ve gelecekteki araç tasarımlarını (estetik ve teknik) ve güç aktarma sistemi tercihlerini etkilemektedir. Otomotiv teknolojilerine ilişkin pek çok alan, son yüz yıllık döneme göre daha hızlı bir şekilde değişmekte ve ilerlemektedir. Farklı değişkenler sebebiyle tek ve kararlaştırılmış bir çözümün olmayışı, son yıllarda bilinen teknolojilerden önemli ölçüde sapmalara yol açmaktadır.

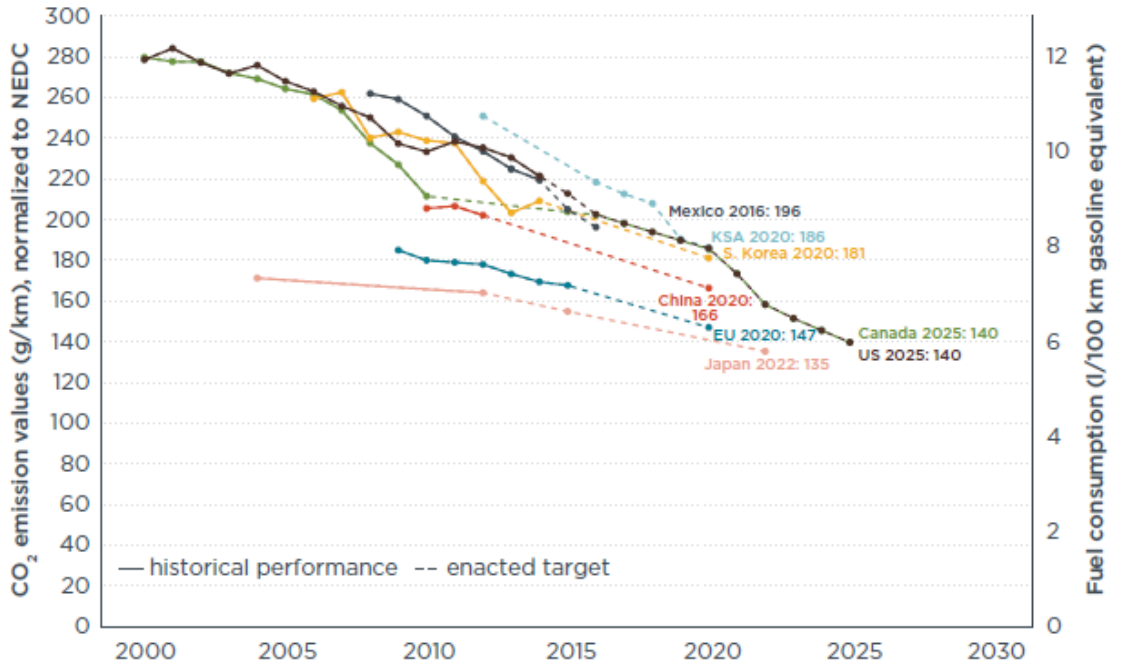
3.2.1. Egzoz emisyon mevzuatı

Egzoz emisyon düzenlemelerinin sınırlamaları göz önüne alındığında, güç aktarma sistemi stratejisi üzerindeki etkisi kısa ve orta vadede oldukça etkili olmaktadır. Uzun vadede yaşam döngüsü analizi (aracın bütün üretim, demontaj ve bertaraf süreçlerinin kapsamlı analizi) daha önemli etken olarak ortaya çıkacaktır.

Resmi testler ile gerçek dünya arasındaki genel olarak bildirilen tutarsızlıklara rağmen, egzoz emisyon düzenlemesi yeni araçlardan kaynaklanan hem CO₂ hem de kirletici emisyonlarını azaltmada başarılı olmuştur. Bununla birlikte araç parkının yenilenmesi için geçen süre, CO₂ ve hava kalitesi faydalarının hemen görülmediği anlamına gelmektedir. Farklı bölgelere ait otoritelerin geleceğe yönelik olarak belirlediği CO₂ hedeflerine geçmiş verilerle birlikte Şekil 3.1. ve Şekil 3.2. de bakılabilir (Yang, 2017). Avrupa Komisyonu ayrıca, 2025'ten sonra Gerçek Sürüş Emisyonları (RDE) yaklaşımının CO₂ için de kullanılabilceğini belirtmiştir.



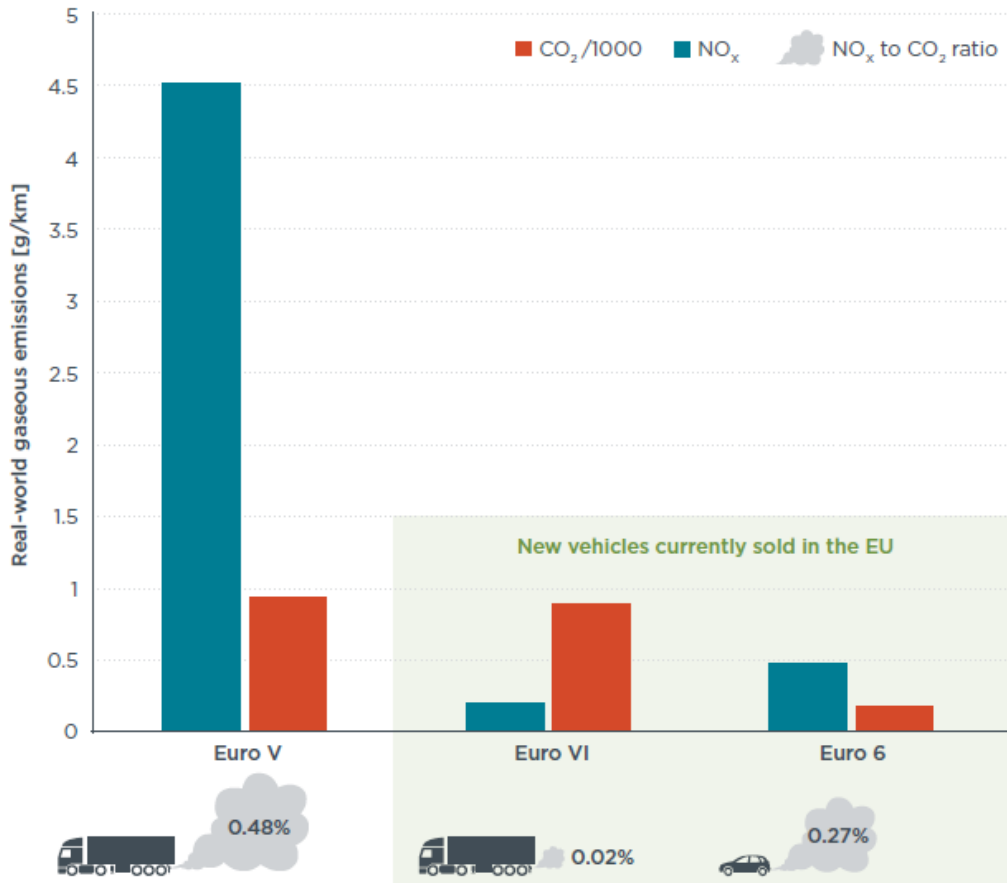
Şekil 3.1. Binek araçlar için bölgelere göre gerçekleşen ve hedeflenen NEDC çevrimine göre CO₂ değerleri (Yang, 2017)



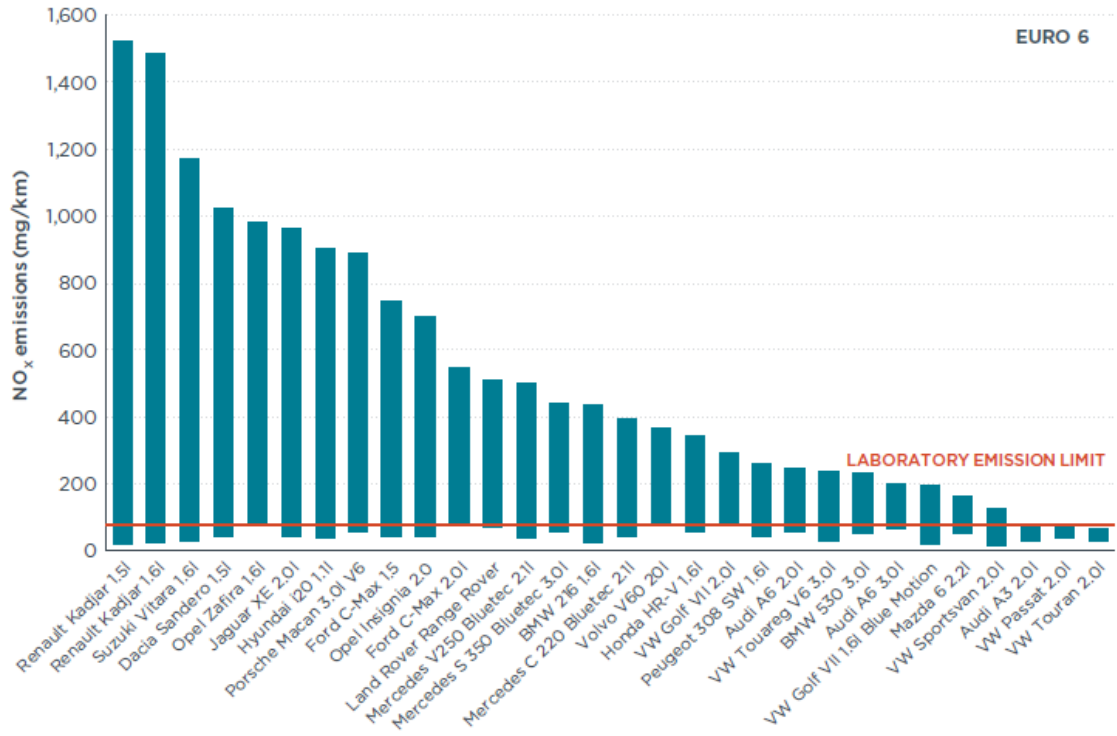
Şekil 3.2. Hafif ticari araçlar için bölgelere göre gerçekleşen ve hedeflenen NEDC çevrimine göre CO₂ değerleri (Yang, 2017)

Elektrikli araçlar (bataryalı ve yakıt hücreli elektrikli araçlar) gerekli kirletici ve CO₂ emisyon standartlarını yakalamakta başarılı olabilmektedir. Ancak otomotiv endüstrisinin daha temiz ulaşım sistemleri vizyonu ve gereklilikleri uyarınca kısa ve orta vadeli çözümlere de sahip olması gerekmektedir.

Otobüsler, kamyonlar ve yol dışı araçlarının dâhil olduğu ağır hizmet araçları sınıfı, kirletici emisyon mevzuatından CO₂ düzenlemesine göre daha derinden etkilenmiştir. Şekil 3.3.'te ağır hizmet araçlarındaki dramatik NO_x düşüşü görülebilmektedir (Anonim, 2016a). NO_x/CO₂ oranlarında da ağır hizmet araçları lehine ciddi bir fark olduğu görülebilir. İlerleyen yıllarda CO₂ için getirilecek yeni kısıtlayıcı mevzuatlar sebebiyle ağır hizmet sektöründe yeni yakıt tasarrufu teknolojileri için daha büyük bir pazar talebi oluşabileceği düşünülebilir.



Şekil 3.3. Hafif ve ağır hizmet araçlarının gerçek dünya NO_x ve CO₂ emisyonları (Anonim, 2016a)



Şekil 3.4. Farklı modeller için gerçek yol koşulları ve NEDC çevrimine göre yapılmış NO_x test sonuçları (Anonim, 2016a)

Şekil 3.4.'te birçok farklı araç modeli için yapılmış olan gerçek dünya ve laboratuvar test sonuçlarının karşılaştırması görülmektedir (Anonim, 2016a). Sentetik koşullar ile gerçek dünyadaki koşulların arasında bazı modellerde çok dramatik farklar olduğu ortadadır.

Ulusal düzenlemelerin haricinde bölgelere göre yerleştirilmiş mevzuat da araçların kullanımı ve emisyon seviyelerinin belirlenmesinde hali hazırda rol oynamaktadır.

Birleşmiş Milletler (Anonim, 2016e), 2030 yılına kadar küresel nüfusun %60'ının şehirlerde yaşayacağını ve yerel ve bölgesel otoritelerin ulaştırma, sağlık ve enerji politikasını belirleme üzerindeki etkisini artıracığını tahmin etmektedir.

Avrupa ve Çin'de, zayıf yerel hava kalitesini yönetmek için kontrollü emisyon bölgeleri kurarak araç erişimini kısıtlamak popüler bir politikadır. Genellikle eski dizel araçlar için park ücretlerinin artırılması ve şehirlerde daha eski otomobillerin kullanımı için ek ücretler gibi diğer yumuşak politika mekanizmaları da kullanılabilir.

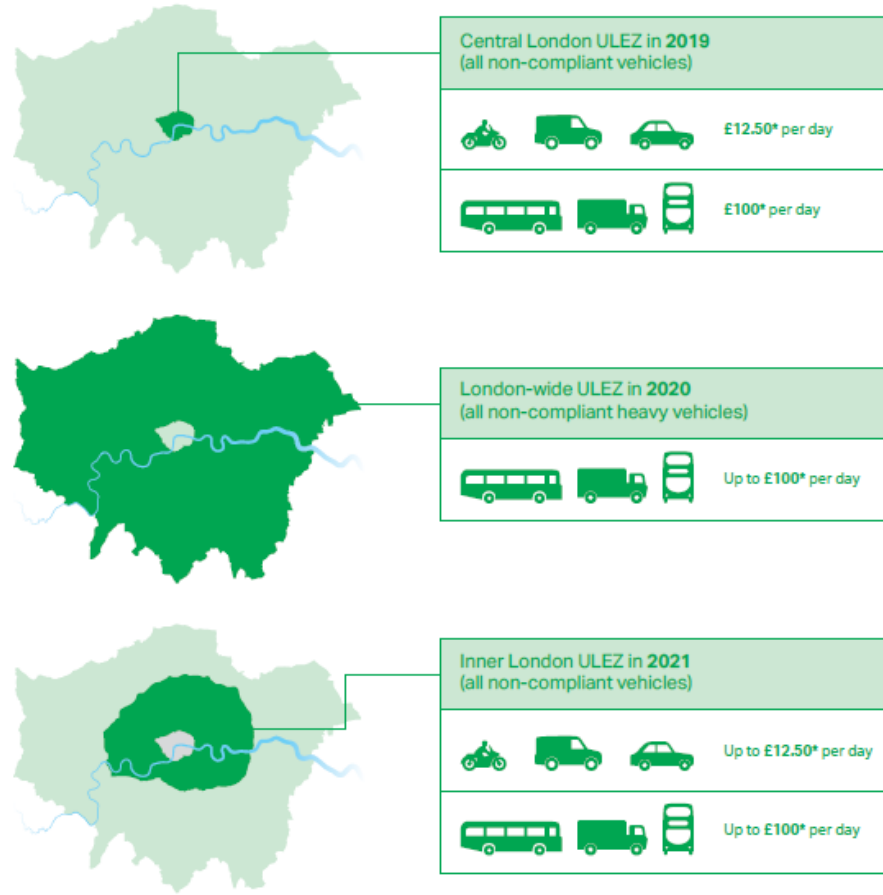
Ancak çok sayıda yerel standardın oluşturulmasına bağlı olarak tüketicilerin bunlara uymasının zorlaşması sorunu da ortaya çıkmaktadır. Özellikle farklı ülkelerde birçok

şehre girmesi gerekebilecek ağır filo operatörleri tarafından ciddi sorunlarla karşılaşılması riski bulunmaktadır. Bu nedenle, ulusal veya uluslararası düzeyde bir mevzuat uyumu, kişi ve kuruluşların orantısız maliyetlere maruz kalmadan yerel mevzuata uyabilmelerini sağlamak için gerekli olabilecektir.

Kaliforniya Eyaletinin öncülük ettiği yaklaşımı örnek vermek gerekirse, otomobil üreticilerinin satışlarının belli bir yüzdesi sıfır emisyonlu araçlardan oluşmak zorundadır. Hibrit, bataryalı ve yakıt hücreli araç tipleri için getirilen kredi/puan sistemi ile satılması gereken araç sayısı hesaplanmakta ve sıfır emisyonlu araçlar olabildiğince teşvik edilmektedir. Üreticiler, çeşitli eyaletlerde sıfır emisyonlu araç tedarik etmiyorlarsa, bu bölgedeki diğer araçların satışında önemli engellerle karşılaşabilirler (Anonim, 2019b).

Orta vadede araçlar giderek daha fazla birbirine bağlanırken akıllı şehirlerin, sıfır emisyon bölgelerine uyumu sağlamak için elektrikli araçlar ile iletişim kurması ve termal tahrik sistemlerini kapatması seçenekleri gündeme gelebilecektir. Uzun vadede, tıkanıklık arttıkça ve şehirler alan açısından daha kısıtlı hale geldikçe çok daha verimli nakliye imkânı sunan kesintisiz mobilite çözümlerine öncelik verilmesi düşünülmektedir. Bu tercih, kişiselleştirilmiş ulaşım yerine toplu taşıma sistemlerinin ön plana çıkmasını ve çok büyük araçların şehir merkezlerinden uzak tutulması durumlarını teşvik edecektir.

Şekil 3.5.'te ileride Londra için planlanan ultra düşük emisyon bölgelerine (ULEZ) dair temel bilgiler görülebilmektedir (Anonim, 2017b). ULEZ standartları benzinli araçlar için Euro 4, dizel araçlar için Euro 6/VI ve motosikletler için Euro 3'tür.



Şekil 3.5. Londra bölgesinde planlanan ultra düşük emisyon bölgeleri ve olası bölge giriş ücretleri (Anonim, 2017b)

3.2.2. Enerji altyapısı

Üreticiler için öncelikli husus, enerji sistemi üzerindeki potansiyel etkileri düşünmeden egzoz emisyon standartlarını karşılayan araçlar üretmektir. Bununla birlikte, şarj edilebilir hibrit (plug-in hybrid electric vehicle) ve bataryalı elektrikli araçların (enerji kaynağı sadece bataryada depolanan elektrik enerjisi olan araçlar) sayısı arttıkça, elektrik şebekesi için her ikisi de güç aktarma organlarının gelişimini etkileyebilecek iki sorun ortaya çıkmaktadır.

İlk sorun, yerel dağıtım şebekesi operatörlerinin artan elektrik talebini yönetme yetenekleriyle ilgilidir. Özellikle batarya kapasitesi arttıkça ve ev şarjı yaygınlaştıkça, dağıtım sistemine önemli miktarda ek yük binebilir. Bu etki, araçların şarj istasyonlarının sayıca fazla olduğu alanlarda yoğunlaşmakta ve yerel elektrik şebekelerinin güçlendirilmesi ihtiyacını hızlandırabilmektedir (Anonim, 2018a). Otomotiv sektörü

tarafından araştırılan ve bu yükü hafifletici bir yaklaşım olarak talebi yönetmeye yardımcı olan iki yönlü şarj cihazları gibi daha karmaşık güç elektroniği teknolojileri gerektiren araçtan şebekeye (V2G) stratejilerinden bahsedilebilir. Çift yönlü şarj, kelime anlamından da anlaşılacağı üzere yeni teknolojilerin de yardımı ile, elektriğin elektrikli araç bataryasına aktarılması veya araç bataryasından geri alınması ve şebekeye geri verilmesi olarak anlatılabilir. Teknolojinin ana akım olması için iki şey gerekmektedir. Öncelikle şarj cihazlarının ve elektrikli araçların uyumlu olması gerekir. Şu anda kullanıma hazır hiçbir şarj cihazı bulunmamasına rağmen ilerleyen dönemde bu durumun değişmesi beklenmektedir. Şu anda Nissan, teknolojiyi destekleyen üretim araçlarına sahip olan tek otomobil üreticisidir (Anonim, 2018b). Ayrıca, çok sayıda elektrikli aracın şebekeye bağlı olması gerektiğinden yollarda daha fazla elektrikli araba görmeye ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu zorlukla mücadele edebilmek için düşünülen diğer çözümler ise, kullanım ömrü sonundaki araçlardan çıkarılan bataryaları kullanarak yük dengeleme ve akıllı şarj etmedir. Birincisi, enerjinin azami derecede depolanmasına izin vererek daha sonra şebekedeki talebi önemli ölçüde arttırmadan araç şarj etmek için kullanılır. İkincisi, elektrik tedarikçisinin yoğun olmayan dönemlerde şarjı teşvik etmek için zaman dilimlerine göre dinamik fiyatlandırma kullanarak talebi yönetmesini sağlar.

İkinci sorun, şarj altyapısının olgunlaşmamış doğasından kaynaklanmaktadır. Elektrikli araçların pazar tarafından benimsenmesinin önündeki ilk engel, tüketicilerin farklı güzergahlarda şarj istasyonlarına ulaşması sorunudur. Bu engelin üstesinden gelmek için olası çözümler halka açık çeşitli noktalarda şarj istasyonları kurmak veya park alanları ve trafik ışıkları gibi stratejik konumlara yerleştirilmiş endüktif şarjlardır. İkinci yaklaşım yol altyapısına ciddi yatırım yapılmasını gerektirmektedir.

Elektrikli araçların şu ana kadar tüketiciler tarafından benimsenmesinin önündeki engellerden bir tanesi de şarj standartlarının ve seçeneklerinin tam olarak ortak bir şekilde benimsenmemiş olmasıdır. Önümüzdeki dönemde üreticiler tarafından ortak standartların benimsenmesi beklenmektedir.

Bununla birlikte, karayolu taşımacılığının önemli bir bölümü elektrikleenecek olsa da önümüzdeki yıllarda tüm araçların elektrikli olmayacağı öngörülmektedir. Bu nedenle

enerji tedarigi, özellikle elektrik şebekesi altyapısının olgunlaşmamış olduğu yerlerde, karayolu taşımacılığına güç sağlamak için diğer enerji kaynaklarına da bağlı olacaktır. Örneğin Brezilya'da, yüksek biyoyakıt kullanımı yeni içten yanmalı motor mimarilerini veya biyoyakıttan elde edilen hidrojenle çalışan katı oksit yakıt hücrelerinin geliştirilmesini teşvik edebilir.

Ayrıca ağır hizmet tipi ticari taşıtlar ve yol dışı araçları da alternatif enerji kaynaklarına ihtiyaç duyacaktır. Bataryalı elektrikli kamyonların ve inşaat ekipmanlarının yüksek güç talepleri ve hızlı şarj gereksinimleri yerel elektrik şebekeleri üzerinde aşırı baskı yaratabilir. Tüm bu tür araçlardan gelen talep, ticari araç filosunun batarya ile elektrifikasyonunu olanaksız kılacak kadar büyük olabilir.

Son olarak, araçların kuyudan tekere (well-to-wheel) analizlerinin yapılmasının önümüzdeki dönemde yasal olarak da bir koşul haline gelmesi olasıdır. Bu sayede farklı enerji türlerinin kullanımının bütünsel olarak maliyet ve çevre açısından değerlendirilmesi sorunlara karşı daha gerçekçi yaklaşımları mümkün kılacaktır.

3.2.3. Yaşam döngüsü düzenlemeleri

Düzenleyici bir gereklilik olmamasına rağmen, mevcut araç platformlarının sosyal ve çevresel etkilerini değerlendirmek için yaşam döngüsü analizi çok sayıda üretici tarafından yapılmaktadır. Odak noktası egzoz emisyonlarının ötesine geçerken, araçların tüm çevresel etkilerini kontrol etme konusundaki mevzuat gelecekteki güç aktarma teknolojileri konusundaki kararları etkileyecektir. Avrupa Birliği'nin Yaşam Sonu Direktifi gibi bir düzenleme halihazırda yürürlükte olsa da henüz etkisi asgari düzeydedir. Bununla birlikte, düzenleyici kurumların yaklaşımı, egzoz gazı emisyonları ve geri dönüşüm konusundaki ayrı mevzuatlar üzerine yoğunlaşmak yerine araçların çevresel etkilerini kontrol eden daha bütünsel bir mevzuat hazırlamak olursa, bu durum güç aktarma teknolojileri konusundaki gelecek kararları önemli ölçüde etkileyecektir.

İlerleyen dönemde AB tarafından yaşam döngüsüne ilişkin mevzuatın daha da geliştirilmesi gündeme gelmektedir. Araç üretimi, hizmet ömrü, elden çıkarma, kullanım ömrü sonunda geri dönüşümün yanı sıra malzemelerin dairesel bir ekonominin bir parçası olarak tekrar kullanılabilmesinin sağlanması gündemde olan konulardandır. Sera gazları emisyonları, atık maddeler, su kullanımı, arazi bozulması ve uçucu organik bileşikler

(VOC) emisyonları gibi detaylar da araç üretimi ile ilgili olarak kapsamlı şekilde ele alınması gereken diğer bazı hususlardır.

Günümüzün elektrikli güç aktarma teknolojileri; nikel, neodim, kobalt, doğal grafit ve platin gibi sadece pahalı olmayan, aynı zamanda madenden çıkarma esnasında önemli bir çevresel ve toplumsal maliyete neden olabilecek çok çeşitli malzemelere dayanmaktadır. Bu durum otomotiv endüstrisini, çevre dostu süreçler kullanılarak kolayca geri dönüştürülebilen yeni güç aktarma organı bileşenlerini ticarileştirmeye teşvik edecektir.

3.2.4. Bağlantılı ve otonom araçlar

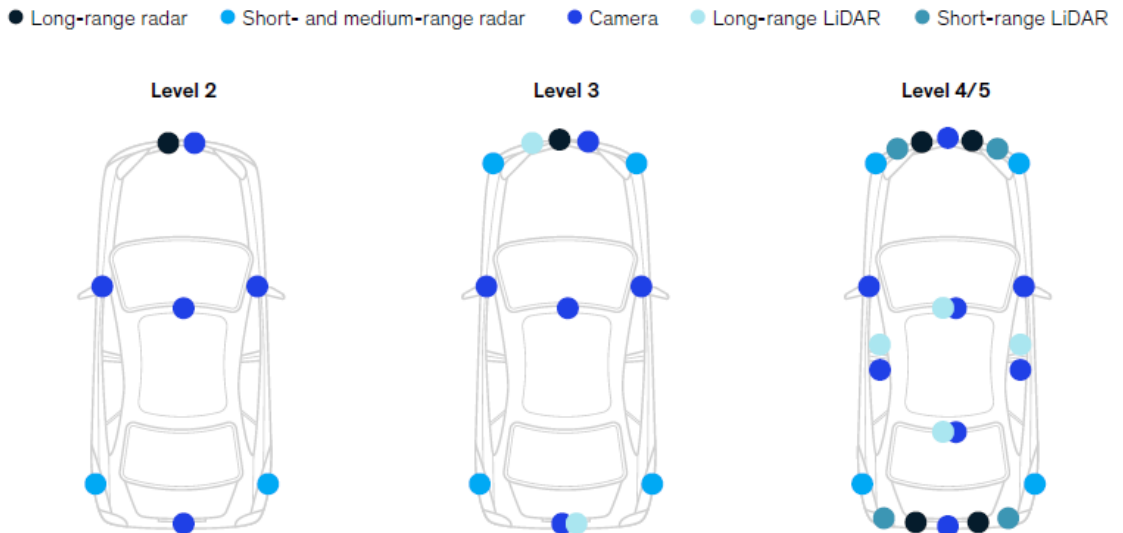
Otomotiv sektörünün önümüzdeki dönemde en fazla ilgileneceği alanlardan birisi olan bağlantılı ve otonom araçlar, birçok farklı alanda ciddi yenilikler getirmeye hazırlanmaktadır. Günümüzde bir aracın sahip olduğu otonom kabiliyetler çok farklı seviyelerde olabilmektedir. Amerikan Otomotiv Mühendisleri Birliği'nin belirlemiş olduğu otonom sürüş seviyeleri Şekil 3.6.'da görülebilmektedir (Anonim, 2018c).

Otonom sürüş yeteneklerinin gün geçtikçe artması göz görülür bir gelişme iken sistemlerin her koşulda sağlıklı bir şekilde çalışmasını sürdürebilmesi de üzerine çalışılan önemli hususlardandır. Donanım, yazılım, altyapı gibi bileşenlerin bu amaca hizmet etmek üzere sürekli gelişim göstermesi gerekmektedir. Bu bileşenler arasında en büyük paya sahip olacak olan başlık yazılımdır. Şekil 3.7.'de otonom sürüş seviyelerine göre araçlardaki donanımlar gösterilmektedir (Burkacky ve ark., 2019).

SAE J3016™ LEVELS OF DRIVING AUTOMATION

	SAE LEVEL 0	SAE LEVEL 1	SAE LEVEL 2	SAE LEVEL 3	SAE LEVEL 4	SAE LEVEL 5
What does the human in the driver's seat have to do?	You are driving whenever these driver support features are engaged – even if your feet are off the pedals and you are not steering			You are not driving when these automated driving features are engaged – even if you are seated in “the driver's seat”		
	You must constantly supervise these support features; you must steer, brake or accelerate as needed to maintain safety			When the feature requests, you must drive	These automated driving features will not require you to take over driving	
What do these features do?	These are driver support features			These are automated driving features		
	These features are limited to providing warnings and momentary assistance	These features provide steering OR brake/ acceleration support to the driver	These features provide steering AND brake/ acceleration support to the driver	These features can drive the vehicle under limited conditions and will not operate unless all required conditions are met	This feature can drive the vehicle under all conditions	
Example Features	<ul style="list-style-type: none"> • automatic emergency braking • blind spot warning • lane departure warning 	<ul style="list-style-type: none"> • lane centering OR • adaptive cruise control 	<ul style="list-style-type: none"> • lane centering AND • adaptive cruise control at the same time 	<ul style="list-style-type: none"> • traffic jam chauffeur 	<ul style="list-style-type: none"> • local driverless taxi • pedals/ steering wheel may or may not be installed 	<ul style="list-style-type: none"> • same as level 4, but feature can drive everywhere in all conditions

Şekil 3.6. SAE'nin belirlemiş olduğu otonom sürüş seviyeleri (Anonim, 2018c)



Şekil 3.7. Otonom sürüş seviyelerine göre araç üzerindeki donanımlar (Burkacky O. ve ark., 2019)

Bağlantılı otonom araçlar, hizmet olarak mobilite (MaaS)'ye geçiş yoluyla güç aktarma organlarında ve araç tasarımlarında devrime sebep olabilecek nedenler arasındadır. Bunun kişisel taşımayı yeniden şekillendirmesi bekleniyor olsa da asıl etkinin bağlantılı özelliklerden ziyade araç sahipliği modelindeki değişmeden kaynaklanması daha muhtemeldir.

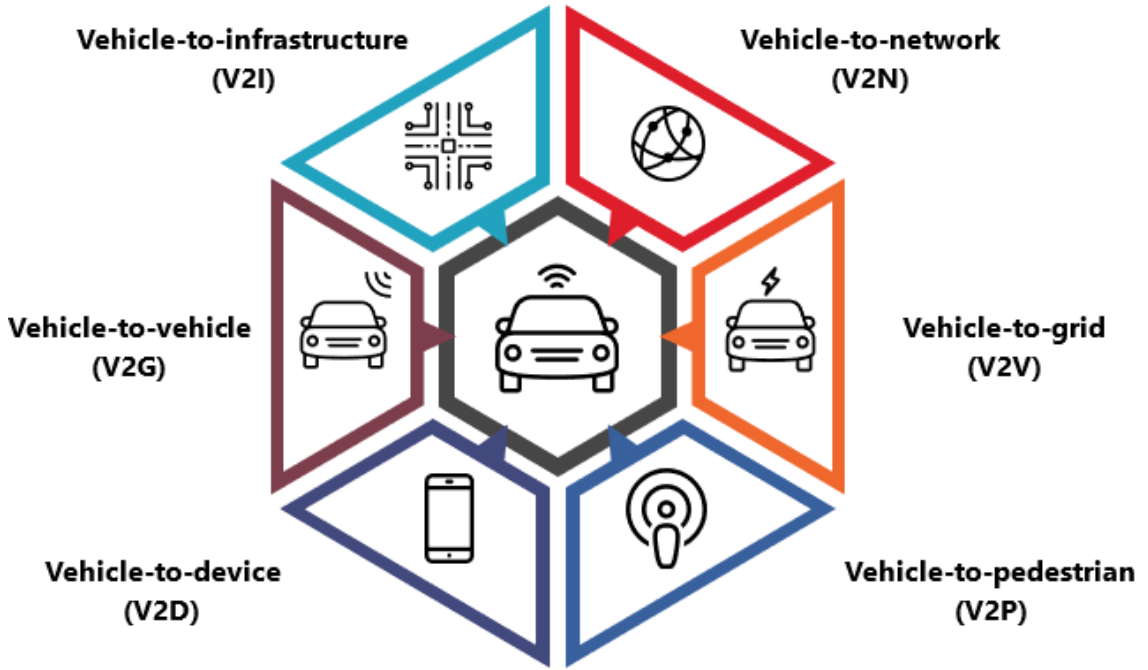
Bağlantılı otonom araçlar zaten madencilik ve tarım sektörlerinde kullanılmaktadır. Bunlar ve diğer ağır iş araçları için, teknolojinin tahrik sistemi üzerindeki etkisinin esas olarak ilave kontrol işlevlerinin eklenmesi şeklinde ortaya çıkması beklenmektedir. Binek otomobiller için bağlantılı otonom araçlar tüketicinin kişisel akıllı teknolojisi ile araçtaki sistemler arasında giderek daha kesintisiz ve kapsamlı bir deneyim sağlayacaktır. Mevcut sistemlerin güç aktarma sistemi üzerindeki etkisi şu an için aracın ön ısıtması ve sürüş stillerinin ayarlanması gibi özellikler temelinde enerji tüketimini yönetmekle sınırlıdır.

Trafik, yollar, ücretlendirme altyapısı ve diğer ilgili koşullar hakkında gerçek zamanlı doğru bilgilerin artan mevcudiyeti, araç enerji yönetimi için gün geçtikçe daha fazla imkân sunmakta ve kullanılmaktadır. Ford Transit sıfır egzoz emisyonlu araç projesinde gösterildiği gibi düşük emisyon bölgelerinde sıfır egzoz emisyonuna sahip araçların kullanılması bunun iyi bir örneğidir (Randall, 2018). Otomatik şanzımanlar vites değiştirme noktalarını bilgilendirmek için coğrafi verileri kullanmaya başlamıştır. Bu tür verilerin tıkanıklık veya kırmızı trafik ışıkları gibi hız değiştirmeye neden olan olay verileriyle birlikte kullanılmasıyla birlikte araç enerji yönetiminin daha verimli şekilde yapılabilme şansı artmaktadır.

Otonom özellikler yeni araçlarda daha fazla kullanılmaya başladıkça sürücü kaynaklı hataları giderme yaklaşımı gerileyecek ve buna bağlı olarak araçların hafifletilmesi ve daha düşük güç gereksinimi de gündeme gelecektir. Çok uzun vadede, gelişmiş bağlantılı otonom araç özellikleri yoldaki araçların çoğuna dâhil edildiğinden, azaltılmış kaza oranları ve buna bağlı olarak karoserden kaynaklanan araç ağırlığındaki azalma nedeniyle bu araçların güç aktarma sistemi üzerinde derin bir etkiye sahip olmaları beklenmektedir.

Otonom ve bağlanabilirlik özellikleri, güç aktarma sisteminin daha iyi kullanılmasını ve daha geniş enerji sistemine entegre edilmesini sağlayacaktır. Eve, elektrikli el aletlerine ve diğer ekipmanlara güç sağlamak için aracın yakıt hücresini kullanmak veya bataryayı

şebeke dengeleme ve diğer kontrol amaçları için kullanmak bunlara örnek olarak verilebilir. Şehirler, yerel otoriteler ve büyük kuruluşlar, bu araçları en yoğun talep zamanlarında şebeke dengeleme hizmetleri sağlamak için de kullanabilirler.



Şekil 3.8. Bağlantılı ve otonom araçlardaki iletişim türleri

Bağlantılı ve otonom araçlarda yer alacak olan iletişim türleri Şekil 3.8.'te gösterilmektedir. Bunların hepsinin bir araya gelmesi ile araçtan her şeye (V2X) iletişim sistemi oluşmaktadır. Hâlâ yeni bir teknoloji olmasına rağmen V2X, sürüşü daha güvenli hale getirmeye başlamıştır. Yayılımı gelecekte önemli bir kitleye ulaştığında, ileri düzeyde otonom özellikleri de mümkün kılacaktır. Yatırım maliyet ve süreleri sebebiyle sürücülerin radikal bir değişiklik görmesinin uzun zaman alacağı değerlendirilmektedir (Martin, 2018).

3.2.5. Hizmet olarak mobilite

Hizmet olarak mobilite (Mobility as a Service-MaaS), çeşitli ulaşım hizmet türlerinin talep üzerine erişilebilir tek bir mobilite hizmetine entegrasyonudur. Bir müşterinin talebini karşılamak için hizmet operatörü; toplu taşıma, binicilik, araba veya bisiklet paylaşımı, taksi, araba kiralama veya bunların bir kombinasyonu gibi çok çeşitli ulaşım

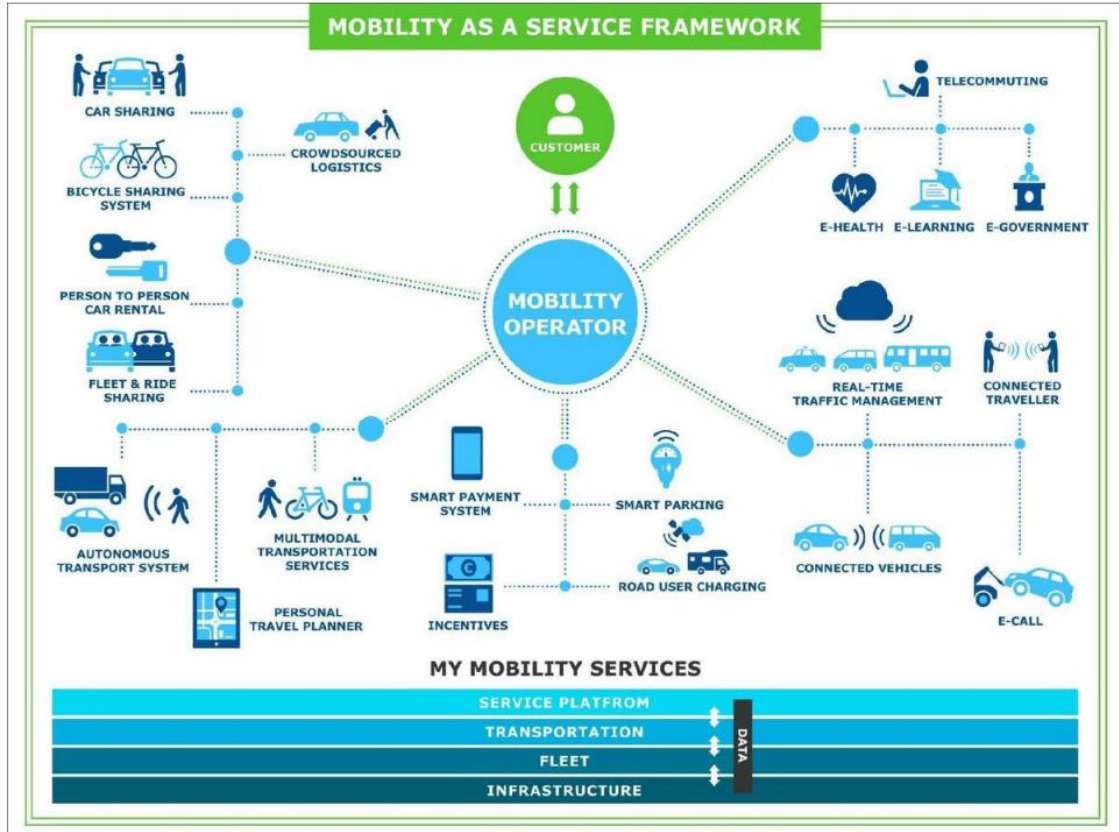
seçeneklerine olanak tanır. Bu hizmet kullanıcı için, mobiliteye erişim sağlamak için tek bir uygulamanın kullanımıyla, birden fazla biletleme ve ödeme işlemleri yerine tek bir ödeme kanalıyla katma değeri sunabilir.

Hizmet olarak mobilite, kısa vadede güç aktarma organlarının gelişimini etkileyemeyebilir. Ancak hizmetler geliştikçe, sürüş çevrimlerindeki ve işletme ortamındaki değışikliklerle güvenilirlik ve genel araç tasarımı gereksinimlerini değıştirebilir. Bu noktada ana faktör araç sahiplik modellerindeki değışiktir.

Artan kullanım süreleri ile birlikte ortak kullanımın, güç aktarma sisteminin ömrü ve bakım gereksinimleri üzerinde önemli bir etkisi olacağı düşünülmektedir. Yüksek düzeyde araç kullanımına yönelik gerekliliklerin (şebeke hizmetleri dâhil), araçtaki enerji deposunun özelliklerini, kapasitesini ve yoğunluğunu etkilemesi beklenir. Ayrıca, eğlence sistemleri, konfor ve insan-makine arayüzlerinin paylaşılan aracın kullanımını teşvik etmesinin daha muhtemel olması nedeniyle, güç aktarma organları giderek daha fazla metalaşabilir.

İş modellerinin değışmesine bağılı olarak uzun vadede bazı üreticiler mobilite sağlayıcı olmayı seçebilir ve bu nedenle araç yaşam döngüsünün daha büyük bir bölümünü kontrol eder duruma gelebilirler.

Şekil 3.9.'da (Surakka, 2017) hizmet olarak mobilitenin işletim model çerçevesi gösterilmektedir. Bu sistemin paydaşlarının gün geçtikçe artması beklenmektedir.



Şekil 3.9. Hizmet olarak mobilitenin işletim çerçevesi (Surakka, 2017)

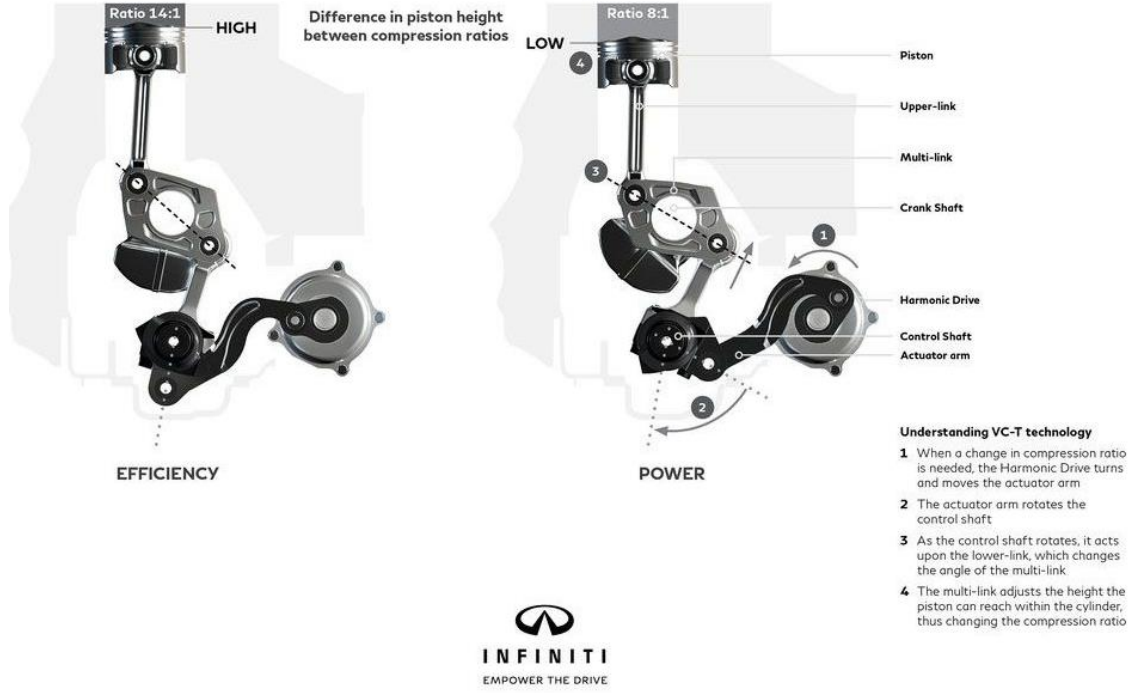
3.3. Binek Araçlarla İlgili Yönelimler

Bu bölümde binek araçları etkileyecek olan gelişme ve akımlara yer verilmektedir. Ele alınan gelişim alanları belirlenirken özellikle dikkat edilen husus, önümüzdeki dönemde karşılaşılabilecek olan anlayış değişikliği sebebiyle sektörün yeni karşılaştığı problemlerle ilgili alanlara yoğunlaşmak olmuştur.

Gelecekte termal tahrik sistemleri, tek başına çalışmak yerine hibrit bir sistemin parçası olacaktır. Binek araçlara yönelik termal güç aktarma sistemlerinin, daha yüksek basınçlı besleme, gelişmiş valf kontrolü, daha yüksek verim elde etmek için daha hassas enjeksiyon ve hava alma stratejileri, hacim küçültme gibi yöntemlerle gelişmesi beklenmektedir. Bununla birlikte, düşük kirletici emisyonları elde etmek için yeni mimari ve yeni yanma döngülerini içeren daha kapsamlı değişiklikler gereklidir. Örnekler arasında Nissan'ın değişken sıkıştırma oranlı motoru ve Mazda'nın yeni Skyactiv-X motoru sayılabilir.

INFINITI VC-T ENGINE

COMPARISON OF VC-T TECHNOLOGY IN HIGH AND LOW COMPRESSION RATIOS



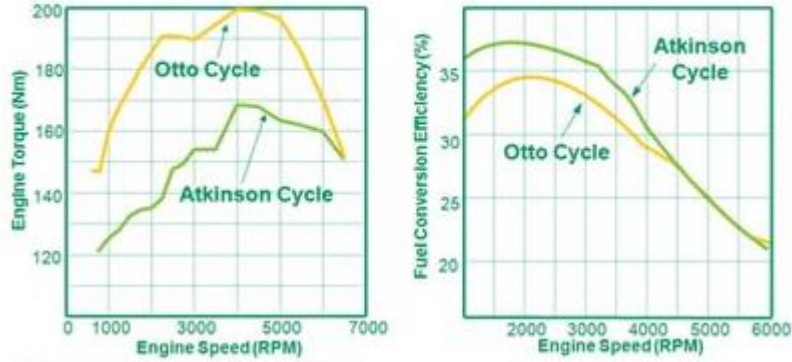
Şekil 3.10. Infiniti'nin değişken sıkıştırma oranlı VC-T motoru (Janser, 2018)

Infiniti'nin VC-T motoru (Janser, 2018), değişken sıkıştırma sayesinde çok yüksek bir sıkıştırma oranında çalışabilen, 2,0 litrelik sıralı dört silindirli turboşarjlı bir ünedir. Yüksek turbo basıncı ile çalışma sırasında, VC-T motor kontrol bilgisayarını, vurunutuyu önlemek için sıkıştırma oranını düşüren, pistonların motor içindeki dikey hareketini kısıltan bir aktüatör kolunu hareket ettirmek için bir elektrik motorunu tetikler. Motor, turboşarja fazla ihtiyaç duyulmayan anlarda ise aktüatör kolu, tam tersi işlemi yaparak bu sefer sıkıştırma oranını yükseltir. Şekil 3.10.'da sıkıştırma oranını değiştirebilen mekanizma görülmektedir.

VC-T motor, yakıt verimliliğini artırmak için bazı durumlarda Atkinson döngüsünde de çalışabilir. Toyota da hibrit modellerinde Atkinson çevriminin kullanıldığı benzinli motorlara yer vermektedir. Bu çevrimin Otto çevriminden ayrıldığı temel nokta sıkıştırma zamanında emme valflerinin bir süre daha açık kalmasıdır. Bu sayede motorun sıkıştırma için harcadığı enerji azalmakta ve verim artmaktadır. Bu çevrimin sonucu olarak aynı hacme sahip Otto çevrimli bir motora göre maksimum güç ve tork düşük olsa da genel

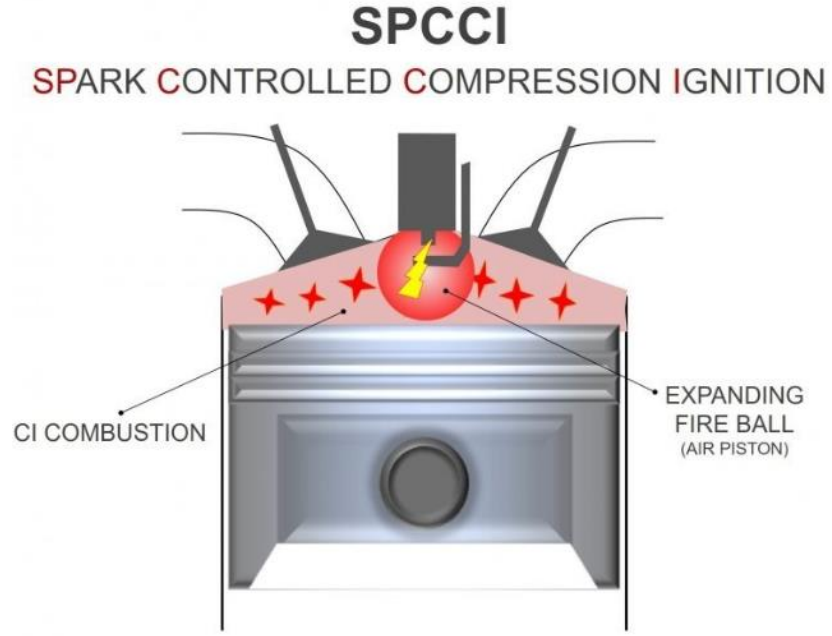
verim artmış olduğu için Atkinson çevrimi özellikle hibrit sistemlerde tercih edilmektedir. Şekil 3.11.'de Otto ve Atkinson çevrimlerinin tipik bir performans kıyaslaması görülmektedir (Martin, 2010).

Comparison of Otto and Atkinson Cycles



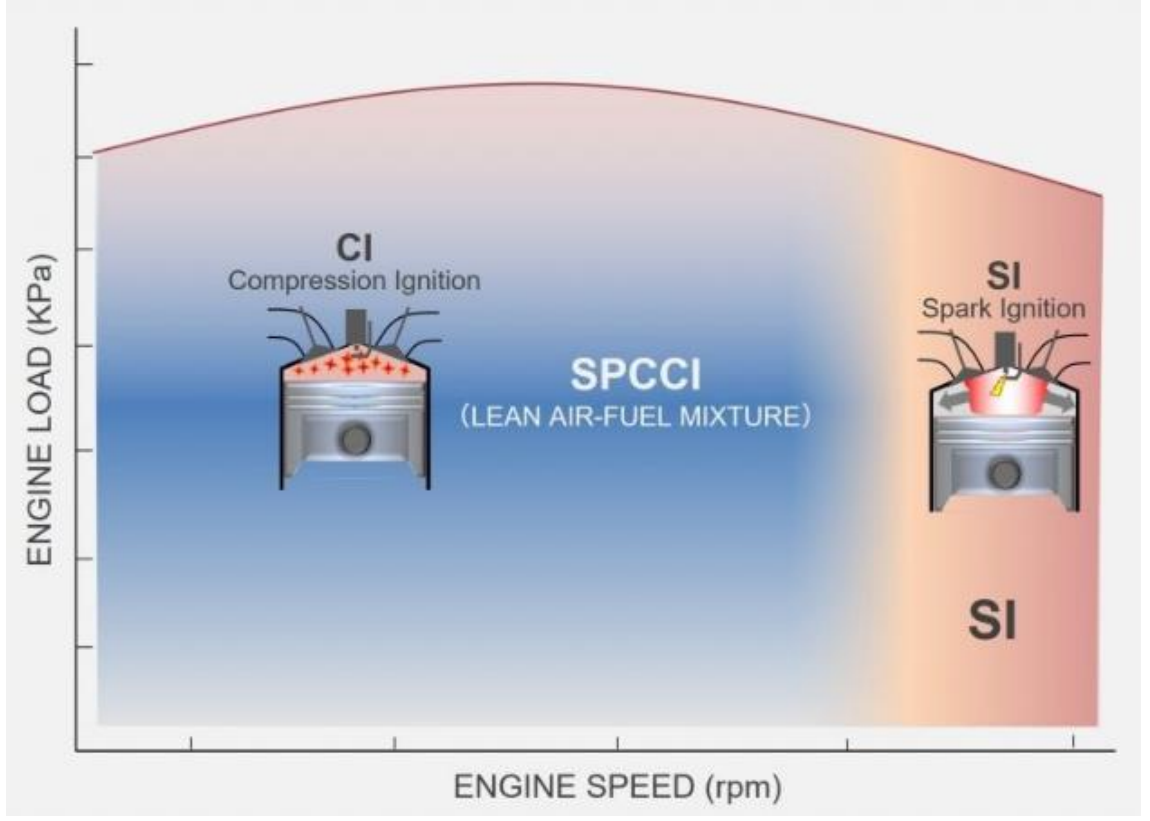
Şekil 3.11. Otto ve Atkinson çevrimlerinin karşılaştırması (Martin, 2010)

Mazda da son çıkardığı Skyactiv-X motoru ile oldukça farklı bir yol izlemiştir (Anonim, 2017c). Her ne kadar bu motorda kullanılan buji kontrollü sıkıştırılmalı ateşleme (SPCCI) tamamen yeni bir yanma yöntemi olsa da Mazda'nın daha da rafine ettiği ve titizlikle yeniden birleştirdiği iki mevcut fonksiyona (ateşleme ve enjeksiyon) dayanmaktadır. Bunu yapmak için Mazda, sıkıştırma ateşlemesini desteklemek için yeni bir piston kafası tasarımı ve süper yüksek basınçlı yakıt enjeksiyon sistemi ve daha fazla miktarda hava sağlayabilen yüksek tepkili bir hava beslemesi gibi çeşitli temel teknolojiler geliştirip bunları tüm motoru kontrol etmeye yarayan bir silindir içi sensör ile bir araya getirmiştir. Homojen karışım sıkıştırılmalı ateşleme (HCCI) konseptini kullanmak için gerekli olan karmaşık yapılarla karşılaştırıldığında, SPCCI için gerekli donanım gereksiz bir karmaşıklığa sahip olmadan basit ve yalındır. SPCCI motor, yakıt-hava karışımını neredeyse tutuşma eşiğine kadar sıkıştırır. Daha sonra buji küçük bir lokal yanmayı tetikleyerek eşiği geçecek kadar gaz basıncı üretir. Temiz ve verimli bir yanma için tüm yakıtlar bir kerede tutuşur. Yüksek güç talebi olduğunda ise motor bilinen buji ateşlemeli çevrim ile çalışır. Bu motor ile dizel ve benzinli motor çevrimlerinin avantajları yanları bir araya getirilerek benzer benzinli motorlara kıyasla önemli verimlilik iyileştirmeleri elde edilebilmiştir.



Şekil 3.12. Mazda'nın Skyactiv-X motorundaki yanma stratejisi (Anonim, 2017c)

Şekil 3.12.'de görüleceği üzere sistemin ana mantığı buji etrafında görece zengin bir karışımı ateşlemek ve geri kalan fakir karışımı da sıkıştırmanın da yardımıyla yakmaktır. Buji ateşlemesinin parametreleri ile oynanarak motorun geniş bir aralıkta sağlıklı çalışabilmesi sağlanmaktadır. Şekil 3.13.'te ise motorun farklı yük koşulları ve motor hızlarında hangi yanma stratejisi ile çalıştığı görülebilmektedir. Güç talebinin fazla olduğu durumlarda veya silindir içi sıcaklıkların gereğinden yüksek olduğu durumlarda yanma konvansiyonel düzende devam etmektedir.



Şekil 3.13. Skyactiv-X motorunun yük ve motor hızına bağlı yanma stratejileri (Anonim, 2017c)

Bu alternatif motor tasarımları mevcut yaklaşımlardan önemli ölçüde ayrılrsa da kısa ve orta vadede egzoz emisyonlarını azaltmak için uygun maliyetli bir yol sunar. İçten yanmalı motor tasarımlarının tek güç aktarma cihazı olmak yerine daha geniş bir güç aktarma sisteminin parçası olarak çalışmaya uygun olacak şekilde geliştirilmesi de önem kazanacaktır.

Kısa ila orta vadede hafif ve tam hibritler, CO₂ ve kirlenici emisyonlarını elektrikli araçlara göre daha düşük maliyetlerle düşürmek için en verimli yol olarak görülmektedir.

Hafif ve tam hibrit güç aktarma organları temel olarak işletme voltajlarında farklılık gösterir. Her ikisi de düşük CO₂ ve kirlenici emisyonları için düşük maliyetli çözümler sağlayabilir ancak sıfır egzoz gazı emisyon modunda önemli bir menzil veya performans sunmaz.

Tam hibrit teknolojisi temel olarak Toyota, Honda ve Nissan gibi Japon üreticiler tarafından maliyetleri düşürmek ve çeşitli ürün serilerinde sunulmak üzere

benimsenmiştir. Buna karşılık hafif hibritler Avrupalı üreticiler tarafından hem dizel hem de benzinli termal güç aktarma sistemlerinde kullanılabildiğinden daha çok tercih edilir gibi görünmektedir.

Üreticiler tarafında popüler olan bir strateji, standart 12 V elektrik mimarisini 48 V sistemle güncellemektir (Mazda'da 24 V mimari kullanımı da söz konusudur). Bu değişiklik gelişmiş enerji geri kazanım kabiliyeti sağlar ve güç aktarma sisteminin şehir yolculuklarının değişken doğası ile daha etkin bir şekilde başa çıkmasını sağlar. Hafif hibrit sistemlerin daha sofistike hale gelmesiyle, içten yanmalı motor ve elektrikli bileşenlerin emisyon azaltma işlemlerinde daha tutarlı bir şekilde birlikte geliştirilmeleri gerekeceği beklenmektedir.

Mevcut hibrit sistemlerin tüketicilere sıfır egzoz emisyonu sunma kabiliyeti sağlamadıkları ortadadır. Yine de bazı üreticiler hibritleri, şarj edilen araçlarla ilgili altyapı sorunlarını hafiflettiği için uzun vadeli bir çözüm olarak görmektedir. Ancak tam hibritlerin kentsel alanlarda gezinmek için gereken sıfır egzoz emisyon menzili elde etmesi için batarya kapasitelerinde önemli gelişmeler olması gerektiği görülmektedir.

Şarj edilebilir hibritlerin, bir miktar elektrik menzili sağlamasına rağmen, gelecekteki uyumluluk ve daha yüksek sıfır egzoz emisyonu kabiliyeti sağlamak için geliştirilmesi gerekmektedir.

Mevcut şarj edilebilir hibritler tipik olarak 70 km'ye kadar mütevazı bir elektrikli menzile ulaşır ve bu değer şehirlerarası sürüş için yeterli değildir. Günümüz teknolojisi ile elektrik modunda ne zaman çalıştırılacağına seçimi el ile yapılabilmekte ve bu durum elektrik kapasitesinin kullanımında değişikliklere yol açmaktadır. Bu durum emisyon sertifikasyonunun kapsamının sorgulanmasına yol açar ve gelecekteki zorunlu sıfır emisyon bölgelerini yönetmekte zorluklar yaratır.

Mevcut şarj edilebilir hibritler ayrıca elektrikli ve termal tahrik sistemlerini entegre etmek için önemli bir sistem mühendisliği yeteneği gerektirdiğini göstermiştir. Bu hibritler, hafif ve tam hibritlere kıyasla ayrı soğutma sistemleri ve daha yüksek voltaj kabloları içeren daha ağır güç aktarma organları kullanımını gerektirmektedir. Bununla birlikte daha büyük batarya kapasitesi ve güç oranı, diğer hibrit araç türlerine göre performansın daha yüksek olmasına imkân sağlamaktadır.

Gelecekteki düzenleyici standartlara uymak için şarj edilebilir hibritlerin, daha yüksek enerji ve güç yoğunluğu sağlayabilen bataryaları kullanarak elektrikli menzil değerlerini artırarak evrimleşmeleri muhtemeldir. Kentsel alanlarda daha bol miktarda şarj altyapısı, tüketicilerin elektrikli menzili kullanarak daha uzun mesafeleri almasına yarayarak bu tarz araç alımlarını da artıracaktır. Ek olarak, şehir iletişim altyapısındaki gelişmeler, şarj edilebilir hibritlerin sıfır emisyon bölgesine girmeden önce akıllı bir şekilde şarj edilmesine olanak tanıyabilir. Bu sayede araç daha sonra coğrafi çitlerle çevrili emisyon bölgesine girdiğini anlayarak içten yanmalı motorunu kapatır. Bu yeteneklerinden dolayı şarj edilebilir hibritler gelecek planlarında kendine ciddi yer edinmiş durumda gözükmektedir.

Menzili arttırmak, bataryalı elektrikli araçlar için kısa vadeli bir önceliktir. Ancak menzil kabul edilebilir bir seviyeye ulaştığında, mobilite hizmeti modellerine geçişin bu araçların tasarımlarını değiştirebilme olasılığı mevcuttur.

Bataryalı elektrikli araçlar egzozdan CO₂ veya kirletici emisyon üretmez. Ancak maliyet, kısıtlı menzil ve şarj süre ve kabiliyetleri gibi engeller üzerine yapılacak geliştirmeler ile tüketici tarafından gerçek manada kabul görmesi beklenebilir. Bu nedenle kısa ila orta vadede amaç, bu engellerin üstesinden gelmek olacaktır.

Bununla birlikte, gelecekteki yeni iş ve ulaşım modelleri gereği batarya, motor ve güç elektroniği teknolojilerindeki gelişmelerin bataryalı elektrikli araçların gelişiminde tek başına etkin olmayacağı söylenebilir.

Bataryalı elektrikli araçların toplam sahip olma maliyeti temelinde rekabetçi oldukları varsayılırsa, önümüzdeki 5-10 yıl içinde geleneksel güç aktarma sistemlerini değiştirmeye başlayacağı düşünülebilir. Yeterli bir şarj altyapısının varlığına bağlı olarak bataryalı araçların 2040'ın ötesine hâkim olması beklenmektedir. Bu nedenle otomotiv endüstrisinin, şarj edilen araçların sürdürülebilir bir enerji kaynağı tarafından desteklenmesini sağlamak için enerji sistemi operatörleri ile birlikte çalışmaları gerekmektedir. Emisyonların toplam yaşam döngüsü etkisi ve sonuçlarına daha fazla dayanacağı gerçeğinden de yola çıkılarak, elektrikli ekipman ve bataryalar için malzeme kullanım, üretim ve kullanım ömrü sonu işlemlerine de odaklanılması gerekecektir.

Bataryalı elektrikli araçlar gibi yakıt hücreli elektrikli araçlar da sıfır egzoz emisyonu sunmaktadır. Ancak nispeten yüksek satın alma maliyetleri ve şu anda olgunlaşmamış yakıt ikmali altyapıları nedeniyle pazara tanıtımı belirsiz durumdadır. Mevcut yakıt hücreli araç satış hacimleri, toplam pazarın oldukça küçük bir bölümünü temsil etmektedir. Toyota, Honda, Hyundai, Daimler ve GM gibi üreticilerin yakıt hücreli araçları geliştirme niyetleri olduğu görülmektedir. Ancak yatırım ve ürün maliyetlerinin düşürülmesi, bu teknolojinin geleceği olması için oldukça önemli bir husustur. Elektrik şebekesini güçlendirme maliyetleri çok artarsa ve hidrojen altyapısı daha rekabetçi bir sonuç verirse, yakıt hücreli araçlar daha cazip hale gelebilir.

Esnek ve kesintisiz bir yakıt ikmali altyapısı sağlamak, yeni güç aktarma sistemli araçların pazarda kabul edilmesi için kritik bir rol oynayacaktır.

Bataryalı ve yakıt hücreli araçların pazarda benimsenmesi, gelen önemli enerji talebini karşılayabilecek bir yakıt ikmali/yeniden şarj altyapısı getirilmesine büyük ölçüde bağlıdır. Ancak altyapı kuruldukça, tüketicilerin de bu güç aktarma sistemlerine geçişi sağlamak için yakıt ikmali davranışlarını değiştirmek adına teşvik edilmeleri gerekmektedir.

Bataryalı elektrikli araçlar için çevresel hedeflerin karşılanması, elektrik enerjisi üretimi kaynaklı karbon ayak izinde daha fazla azalma gerektirecektir. Aynı kriterler, yakıt hücreli araçlar gibi hidrojenle çalışan araçlar için de geçerlidir. Sürdürülebilir bir şekilde üretilen hidrojen ile birlikte yaygın bir yakıt ikmal istasyonu ağı gerekecektir.

Ulaşımın giderek daha karmaşık bir enerji sisteminin parçası haline gelmesi muhtemeldir. Elektrifikasyon için sadece yeniden doldurma noktalarının yeterli sayıda bulunup bulunmadığı değil, aynı zamanda elektrik dağıtım şebekesinin maliyet etkin bir şekilde kullanılabilmesini sağlamak da oldukça önemlidir (akıllı şebeke).

Güç aktarma sistemi ile ilgili yeniliklere ek olarak, enerji talebini azaltmak için iki geniş strateji mevcuttur: Aracı hareket ettirmek için gereken enerjiyi azaltmak (büyük ölçüde ağırlık azaltma yoluyla) ve verimi artırarak verilen enerjinin daha iyi kullanılması.

Yenilikçi malzemeler, daha iyi üretim süreçleri ve daha verimli tasarım kullanımı sayesinde araç ağırlığı azaltılabilir ancak diğer kaygılara karşı düşük ağırlığın olası

dezavantajları dikkate alınmalıdır. Yakıt ekonomisi/menzili iyileştirmelerinin, emisyon avantajlarının ve toplam maliyet avantajının kazalara elverişlilik ve güvenlik ile birlikte toplam yaşam döngüsü kaygıları çerçevesinde değerlendirilmesi önemlidir.

Araçta enerjiyi daha verimli kullanmak için çeşitli stratejiler vardır: Örneğin elektrik yüklerini azaltmak ve enerji dönüşüm verimliliğini artırmak; ısıtma, havalandırma ve klima sistemleri gibi araç sistemlerinin daha fazla entegrasyonu ve frenleme sırasında geri kazanılan enerjinin artırılması gibi. Otonom araçlar daha yaygın bir şekilde kullanılmaya başladığında, elektronik donanımlar ve otonom işletim için gerekli sensörlerden kaynaklanan daha yüksek enerji talebi dikkatli bir yönetim gerektirecektir.

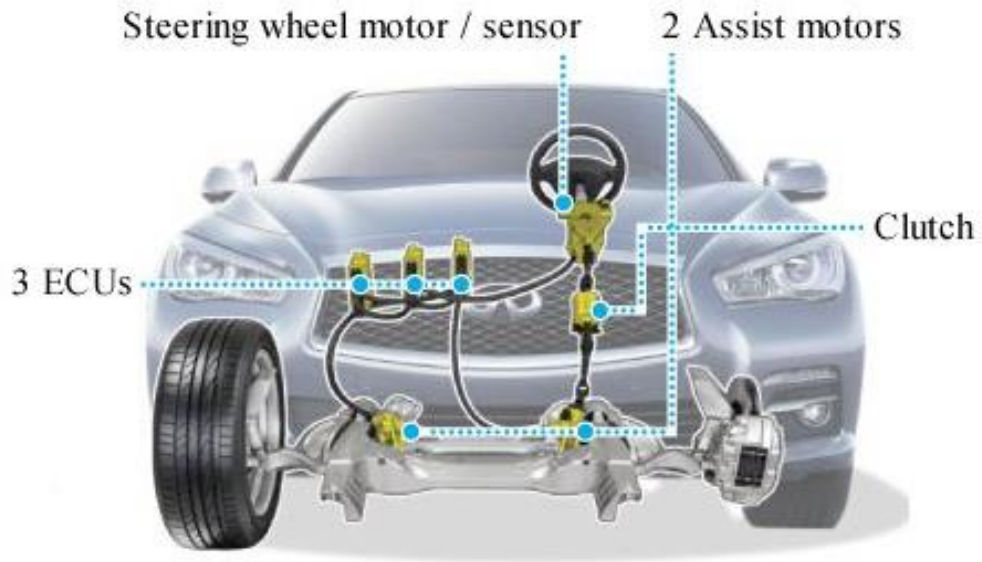
Bağlantılı ve otonom özellikler genel olarak bütün araçlarda verimliliği artıracak olsa da ileri dönemlerde yakıt hücreli, bataryalı ve hibrit araçların bu özelliklerden en çok faydalanacak araç türleri olacağı değerlendirilmektedir.

Bağlantılı ve otonom araçlar daha gelişmiş hale gelip 4. ve 5. seviye otonom özelliklere sahip olduğunda, farklı mobilite modellerini yansıtan ve yeni tasarım önceliklerini gerektirecek yeni araç sahipliği ve kullanım şekli modellerinin ortaya çıkması muhtemeldir. Binek araçların toplu taşıma sistemlerine entegre edildiği yeni işletim modelleri ortaya çıkabilir ve bununla birlikte bu araçlarla yol altyapısı arasında etkili bir iletişim yapılmasını gerektirebilir. Bu iletişim aynı zamanda araçların şarj ve enerji geri kazanımını verimli bir şekilde yönetmesini sağlayabilir, V2X verilerini kullanarak sürüş stratejilerini optimize etmek, rotaları doldurmak ve sıfır egzoz emisyon bölgelerini yönetmek için kullanılabilir.

Gelişen teknoloji ile birlikte artan elektronikleşmenin, tipik mekanik sistemlerden birisi olan direksiyon sistemini bile ciddi oranda dönüştürebileceğini gösteren bir örnek olarak Infiniti Q50 modelinde kullanılan, dünyada ilk kez direksiyon simidiyle lastikler arasındaki mekanik bağlantıyı kaldıran ve saniyede 1000 defaya kadar dijital olarak işlenebilen ve ayarlanabilen sürücü girdilerine izin veren bir direksiyon sisteminden bahsedilebilir (Anonim, 2016b). Sistem, geleneksel direksiyon sistemlerinin geri tepme ve titreşim gibi istenmeyen hareketlerinden etkilenmese de geleneksel bir sistem gibi artan hız ve G kuvvetleri ile beraber giderek daha fazla kuvvet uygulanmasını da gerektirmektedir. Sürüş modlarının seçimine imkân tanınmasıyla da farklı sürüş

deneyimleri yaşatma yeteneğine sahiptir. Bu sistemin en farklı yanlarından birisi bugüne kadar tamamen mekanik olan bir alt sistemin gelişen teknoloji ile birlikte elektrikleşebileceğini göstermesidir.

Kullanıcı deneyimlerine bakıldığında, hissiyat olarak konvansiyonel direksiyon sistemlerine göre bazı durumlarda daha yetersiz hissettirebildiği söylenen bu sistemin daha da gelişmesi ile çok farklı performans ve deneyim kazanımlarını elde etmek mümkün olabilecektir.

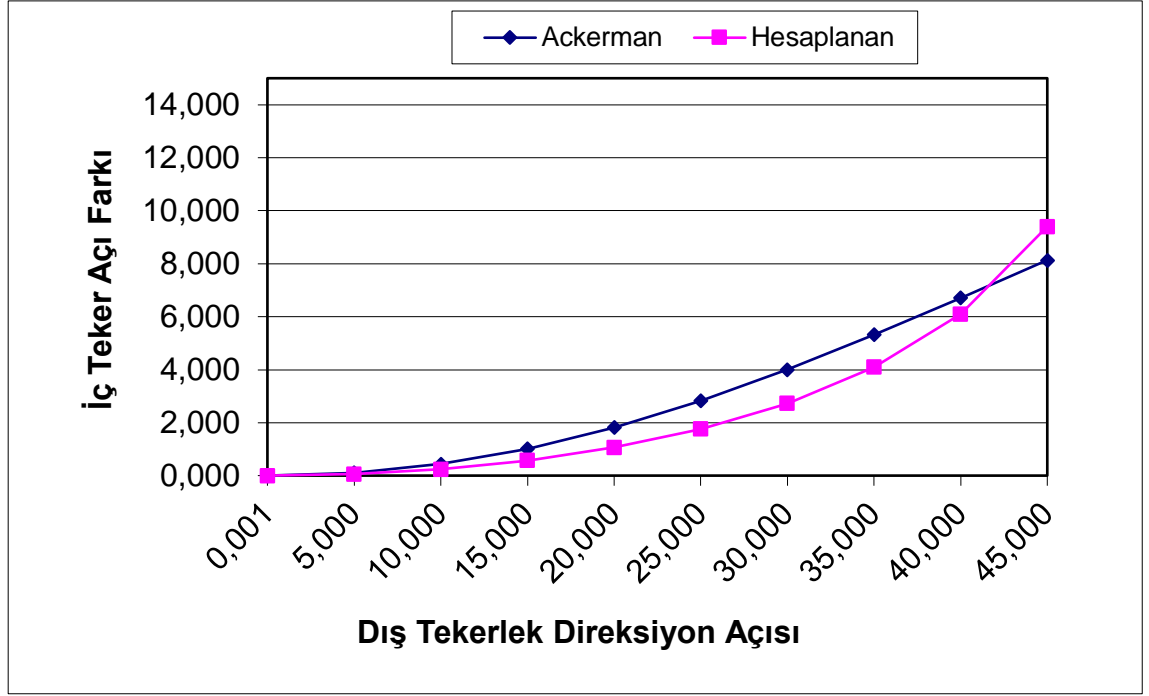


Şekil 3.14. Infiniti Q50 direksiyon sistemi (Anonim, 2016b)

Şekil 3.14.'te bu yenilikçi direksiyon sisteminin temel bileşenleri görülmektedir. Sistemde yer alan kavramanın görevi, elektronik sistemin herhangi bir nedenle zaafa uğrayıp çalışmaması halinde devreye girerek direksiyon ile tekerlekler arasında mekanik bağlantıyı tekrar kurmaktır.

Çizelge 3.1.'te tipik bir direksiyon sistemi için, direksiyonun farklı açılarında, iç ve dış tekerlek arasında oluşan açı farkları ile hesaplanan ideal Ackermann geometrisi gereği olması gereken açı farkları kıyaslanmıştır. Mekanik sistemlerde ideal geometriyi her direksiyon açısında yakalamak çoğunlukla mümkün değildir. Infiniti'nin geliştirmiş olduğu sistemin benzerleri ile bu sorunu da aşmak mümkün olacaktır.

Çizelge 3.1. Ackermann geometrisi ile hesaplanan direksiyon geometrisinin karşılaştırılması



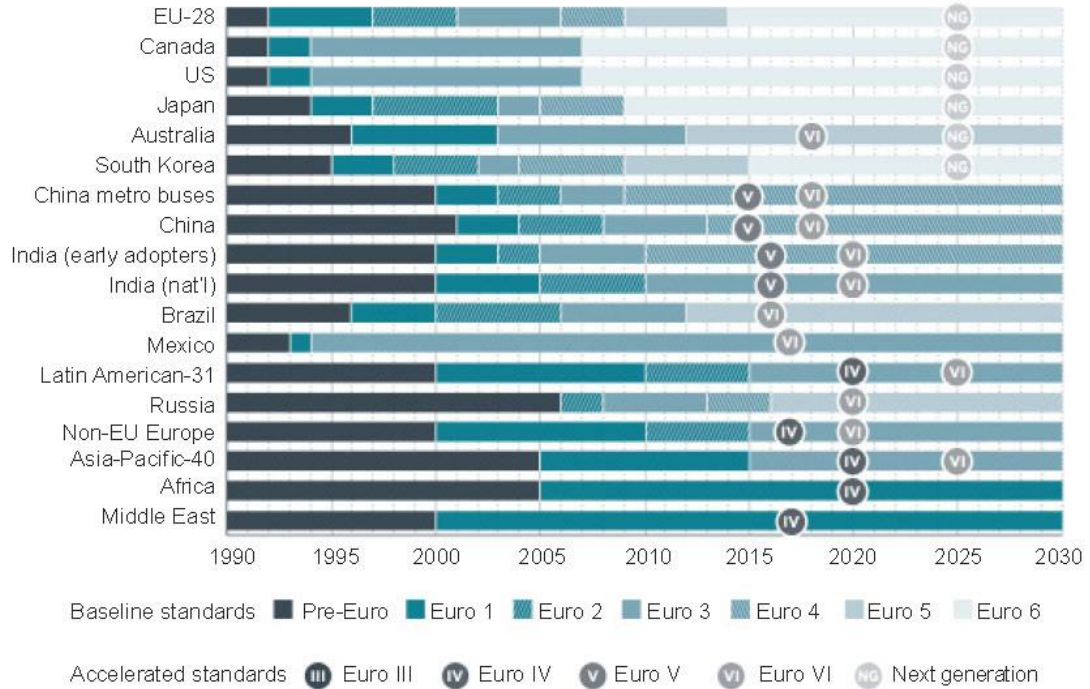
3.4. Otobüslerle İlgili Yönelimler

Bu bölümde otobüsleri etkileyecek olan gelişme ve akımlara yer verilmektedir. Ele alınan gelişim alanları belirlenirken özellikle dikkat edilen husus, önümüzdeki dönemde karşılaşılabilecek olan anlayış değişikliği sebebiyle sektörün yeni karşılaştığı problemlerle ilgili alanlara yoğunlaşmak olmuştur.

Kısa ve orta vadede, otobüs işletmecileri yarı kentsel ve kırsal yollar için düşük maliyetli bir emisyon azaltma çözümüne ve şehir merkezleri için ise pratik bir sıfır emisyon otobüsüne ihtiyaç duymaktadır. Uzun vadede yeni otobüslerin önemli kısmının, yeni aktarma organları teknolojilerinin sağladığı ve akıllı taşıma sistemleriyle daha yakın entegrasyonun sağladığı sıfır egzoz emisyonlarına sahip olacağı öngörülmektedir.

Tarihsel olarak, otobüsler için içten yanmalı motorlarda meydana gelen gelişmeler büyük ölçüde kirlenici emisyonlarını azaltmaya odaklanmış, yakıt ekonomisi ve sera gazı düzenlemeleri daha sonra tanıtılmıştır (Şekil 3.15.). Avrupa'da ağır hizmet araçları için emisyon düzenlemeleri yapıldığından, içten yanmalı motorları kullanan otobüslerden kaynaklanan zararlı emisyonlar önemli ölçüde azaltılmıştır. Düşük Karbonlu Araç

Ortaklığı tarafından yapılan gerçek dünya testi (Esposito, 2016), Euro VI dizel otobüslerinin NO_x'te önceki Euro V otobüslerine kıyasla yaklaşık %95 oranında bir azalma sağladığını ve ilk nesil Euro 6 dizel binek otomobillerinden daha temiz olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni, ağır hizmet standartlarının orijinal Euro 6 binek araç gereksinimlerinden daha kapsamlı olması ve çok daha yetenekli ve pahalı bir son işlem yaklaşımı gerektirmesidir. Otobüsler de dâhil olmak üzere Euro VI ağır hizmet araçlarına gerçek dünyadaki emisyon düşüşlerini sağlamak için üre beslemeli selektif katalitik indirgeme ve partikül tuzakları takılmıştır. Daha verimli son işlem teknolojilerinin gelecekte daha fazla egzoz emisyonu azaltımı sağlaması da olasıdır.



Şekil 3.15. Ağır hizmet araçları için egzoz emisyon düzenlemelerinin tarihsel akışı (Anonim, 2015c)

Ağır hizmet araçları için getirilecek olan verimlilik standartlarının uygulanması için tahmini zaman çizelgesi ise Şekil 3.16.'da gösterilmektedir (Anonim, 2016c).

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Japan				PHASE 1					PHASE 2					
U.S.			PHASE 1					PHASE 2						
Canada			PHASE 1					PHASE 2						
China	PHASE 1	PHASE 2							PHASE 3					
EU								MONITORING, REPORTING	PHASE 1					
India									PHASE 1					
Mexico									PHASE 1					
S. Korea									PHASE 1					

Şekil 3.16. Ağır hizmet araçları için verimlilik standartlarının tahmini uygulama zaman çizelgesi (Anonim, 2016c)

Bu değişikliklere rağmen, otobüs pazarını değiştirmek için daha sıkı yerel toksik emisyon düzenlemeleri belirlenebilmektedir. Örneğin, dünyanın en büyük şehirlerinden bazılarının belediye başkanlarından oluşan C40 Şehirleri iklim liderliği grubu (Anonim, 2017d), 2025'ten itibaren yalnızca sıfır egzoz emisyonlu otobüsü temin etmeyi ve bazı bölgelerde yalnızca sıfır egzoz emisyonlu araçların çalışmasına izin vereceklerini taahhüt etmiştir. Bu tür girişimler sayesinde dizel otobüsler şehirlerden uzaklaştırılırken, kırsal ve yarı kentsel alanlarda hâlâ ara bir çözüm olarak kullanılabilir.

Kırsal bölgeler için bazı özel durumlarda, CNG, LNG veya biyometan gibi düşük karbonlu yakıtlar; elektrik şebekesi uygun şekilde tesis edilmemişse veya hidrojen istasyonları çok yaygın bir şekilde kurulmamışsa CO₂'yi azaltmaya yönelik daha uzun vadeli bir yaklaşım olarak kullanılabilir. Bununla birlikte, ağır yük araçlarının, deniz operasyonlarının ve hava taşımacılığının dekarbonize edilmesi gerekliliği göz önüne alındığında, bu temiz yakıtların bir kısmının otobüs sektörüne ne oranda tahsis edilmesi gerektiği konusunda tartışmalar devam etmektedir. Kırsal alanlardaki tarımsal atıklardan biyometan oluşturmak gibi yerelleştirilmiş sürdürülebilir yakıt üretimi, bu talebi karşılamak için bir yol olabilir.

Hafif hibritler mevcut içten yanmalı motorları, enerji geri kazanım cihazları ve daha yüksek voltaj sistemleri ile geliştirerek emisyonları düşürmek için düşük maliyetli bir yol sunar. Güç yoğun bataryalar, süper kapasitörler ve volanlar, tork yoğun elektrikli makinelerle birlikte, mevcut dizel motorlardan kaynaklanan emisyonları azaltmak için tercih edilebilecek çözümlerdendir. Bununla birlikte, şehirler sıfır emisyon bölgeleri

kurmaya başladıkça ve sadece sıfır egzoz emisyonlu otobüsleri satın aldıkça, hafif hibritlere olan talep düşebilecektir.

İleriye bakıldığında, hafif hibritlerin sonunda iki nedenden dolayı tercih edilmemesi beklenebilir. Birincisi, güç aktarma teknolojisindeki gelişmeler; bataryaların enerji yoğunluğu arttıkça ve yakıt hücrelerinin maliyeti düştükçe sıfır emisyonlu araçların daha geniş bir menzilde çalışmasını sağlayacak ve maliyetlerin düşmesine neden olacaktır. İkincisi, MaaS'nin yarı-şehirlere ve potansiyel olarak kırsal alanlara kadar genişlemesi muhtemel olduğundan geleneksel otobüslere olan gereksinimi azaltacaktır.

Akıllı şehir içi ulaşım sistemlerinin orta vadede kurulacağı, yarı kentsel toplulukların mevcut toplu taşıma ağlarına otonom araçlarla daha iyi entegre olmalarını sağlayacak önlemlerin de alınacağı tahmin edilmektedir. Bu hususların gerçekleşmesi için bu alanlarda hem enerji hem de iletişim altyapılarının iyileştirilmesi gerekmektedir. Otobüs işletmecileri sadece temiz, uygun fiyatlı yenilenebilir enerjiye (hidrojen ya da elektrik) erişim sağlamakla kalmayacak, aynı zamanda MaaS'nin etkili gelişmiş şekilde çalışabilmesi ve kırsal alanlarda da otonom özelliklerin çalışmasına ihtiyaç duyacaktır.

Tanımlanmış çalışma rutinleri bataryalı elektrikli otobüsleri cazip hale getirirse de ağırlık ve maliyetlerinin düşürülmesi gerekmektedir. Filo operatörleri için büyük zorluklardan birisi de araç menzili ve ağırlık arasındaki ilişkidir. Bir gecede şarj gerektiren daha büyük bir batarya takımı ya da hızlı şarj ile gün içinde sık sık doldurulması gereken daha küçük bir batarya takımı tercih edilebilir. Daha büyük bataryalar otobüslerde maliyeti ve boş ağırlığı artırır ve otobüslere uygulanan azami dingil ağırlık limitleri nedeniyle yolcu kapasitesini azaltır. Daha küçük bir batarya paketini seçmek bu dezavantajları azaltırken, hızlı şarj etme altyapısına ihtiyaç duyulması nedeniyle önemli kurulum maliyetleri getirmektedir. Ancak bu yaklaşım yolcu kapasitesini artırabilir. Bir otobüs işletmecisi hangi stratejiyi seçerse seçsin bataryalı elektrikli otobüslerin kullanımının arttırılması batarya teknolojisinin iyileştirilmesine ve uygun şarj altyapısının kurulmasına bağlıdır.

Toplam sahip olma maliyeti otobüsler için binek araçlardan daha önemlidir çünkü otobüsler çok daha fazla kullanılmaktadır. Yakıt maliyetleri, bakım maliyetleri ve dayanıklılık gibi temel ölçütlerde, bataryalı elektrikli otobüsler dizellerden daha iyi performans gösterebilir ve bu durum filo operatörlerinin satın alma kararlarını etkileyecek

bir husustur. Bununla birlikte kentsel alanlara yönelik vaatlerine rağmen; şebeke altyapısının ve uzun rotaların yeniden şarj için daha az fırsat anlamına geldiği kırsal alanlarda bu otobüslerinin ticarileştirilmesinde zorluklar devam etmektedir.

Yakıt hücresi otobüsleri, bataryalı elektrikli otobüslerinden daha pahalı olsa da bazı operatörler için daha düşük ağırlık, daha uzun menzil ve daha kısa yakıt ikmali süreleri nedeniyle daha çekici olabilir.

İlk maliyetler, nispeten büyük yakıt depoları ve yakıt ikmali altyapısının olmayışı dâhil olmak üzere yakıt hücreli otobüslerin önünde bazı engeller vardır. Bu sorunlara rağmen, teknik yenilikçilik ve daha yüksek üretim hacimleri maliyetleri düşürmeye devam ettikçe kentsel alanlarda yakıt hücreli otobüsler için fırsatlar bulunmaktadır. Uzun menzil ve daha kısa yakıt ikmali süreleri otobüs filo operatörleri için daha fazla kullanım sağlar. Yakıt ikmali altyapısının yüksek ilk maliyeti, kurulduktan sonra sermaye yoğun dolun istasyonunun kullanımını en üst seviyeye çıkarmak için yakıt hücreli otobüslerin hızlandırılmış alımını teşvik edebilecektir. Ayrıca elektrikli otobüsler şehirlerde daha popüler hale geldikçe yakıt hücreli otobüsler yoğun şebekelerdeki elektrik şebekesi üzerindeki gerilimi azaltma fırsatı sunarken, bataryalı elektrikli otobüsler yüksek şarj gereksinimleri sebebiyle yükü artıracaktır.

Bu iki tür otobüsün birbirinin tamamlayıcısı olduğu düşünülmektedir. Kullanım tarzına bağlı olarak otobüs tercihleri şekillenecektir. Menzil genişletici olarak yakıt hücresi takılmış bataryalı elektrikli otobüsler de hayata geçirilmesi düşünülen seçeneklerdendir.

Seyahat edenlere daha çekici olan akıllı ulaşım sistemleri oluşturmak için otobüsleri mevcut ulaşım ağlarına daha yakın bir şekilde entegre ederek daha büyük emisyon azaltımları sağlanacaktır.

Yapılan bir araştırmanın (Anonim, 2017e) gösterdiği üzere, 12 metrelik 80 kişi kapasiteli standart bir dizel otobüsün %20 kapasitede bile eşdeğer sayıda özel aracın yolcu kilometresi başına CO₂ emisyonlarının yaklaşık üçte birini ürettiğini göstermektedir. Otobüsün tam kapasite ile dolu olması durumunda CO₂ emisyonunun %90 oranında düştüğü belirtilmektedir. Yine aynı çalışmada özel araç kullanımına kıyasla avantajlı olsa da bir dizel otobüsün ciddi miktarda emisyona sebep olmasından ötürü elektrikli otobüslerin yatırım maliyetleri düştükçe çok daha fazla popüler olacağı

vurgulanmaktadır. Otobüslerin daha iyi HVAC sistemleri, rahatlık, internet bağlantısı ve gelişmiş erişilebilirlik sayesinde arzu edilebilirliğini artırarak seyahat alışkanlıklarında önemli miktarda emisyon azalması sağlayacak bir değişimin teşvik edilebilme imkânı bulunmaktadır.

Bağlantılı otonom araçların ortaya çıkmasıyla birlikte, otobüsler işletme maliyetlerini önemli ölçüde azaltacak ve yolcu deneyimini artıracak güç aktarma sistemi optimizasyonundan faydalanacaktır. Uzun vadede, akıllı ulaşım sistemlerine entegre tam otonom otobüsler, otobüslerin daha cazip bir seyahat seçeneği haline getirilmesiyle trafik akışlarının büyük ölçüde iyileştirilebilmesine yardım ederek daha fazla maliyet ve emisyon avantajı sunacaktır.

Güç aktarma organları ve araç konfigürasyonu için artmakta olan modüler yaklaşımlar sayesinde, şehir içi otobüslerin daha sonraki kırsal ve yarı kentsel kullanım için yeniden konfigüre edilebilmesi ve daha esnek bir kullanım sunulması da sağlanabilecektir.

3.5. Ticari ve Yol Dışı Araçlarla İlgili Yönelimler

Bu bölümde ticari ve yol dışı araçları etkileyecek olan gelişme ve akımlara yer verilmektedir. Ele alınan gelişim alanları belirlenirken özellikle dikkat edilen husus, önümüzdeki dönemde karşılaşılabilecek olan anlayış değişikliği sebebiyle sektörün yeni karşılaştığı problemlerle ilgili alanlara yoğunlaşmak olmuştur.

Görev ve işletme döngüleri büyük ölçüde değişken olmakla birlikte hibrit teknolojisindeki gelişmeler ticari ve yol dışı araç sektörlerini de etkilemektedir. Ağır hizmet tipi araçlar veya kırsal/yarı kentsel ortamlarda çalışanlar için tamamen dekarbonize güç aktarma sistemi stratejilerini hayata geçirmek zordur ve bir dereceye kadar hibritleşmeyle düşük karbonlu bir yakıtla çalışan yüksek verimli bir içten yanmalı motor gerektirmesi beklenir. Küçük araçlar ve kentsel alanlarda faaliyet gösterenler için şehirlerde beklenen emisyon mevzuatına uymak için sıfır egzoz emisyonu kabiliyeti gereklidir.

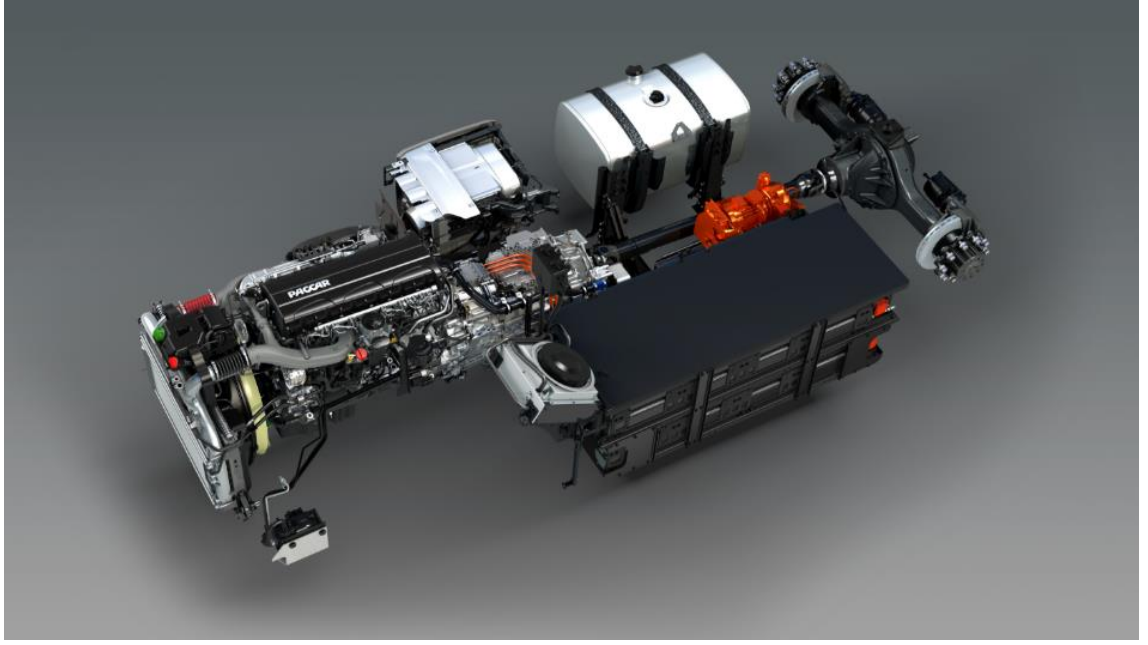
İçten yanmalı motorlar, istisnai enerji yoğunluğu ve maliyeti nedeniyle ticari veya yol dışı bir aracın hayati bir parçası olmaya devam edecektir. Dizel motorlar, özellikle uzun mesafeleri kapsayan veya uzak bölgelerde çalışan araçlar için, bir dizi orta ve ağır hizmet uygulamaları için rakipsiz güç ve performans sunar.

Bu sınıflardaki araçlar için hem zararlı hem de sera gazı emisyonlarını azaltan teknolojiler ön plana çıkmaktadır. Bunlar arasında egzoz son işlem sistemleri, atık ısı geri kazanımı ve yardımcı sistemlerin hafif hibritleşmeyle elektrifikasyonu gibi örnekler bulunmaktadır. Şekil 3.17.'de son nesil bir hibrit kamyonetin içten yanmalı ve elektrikli motoru bir arada görülmektedir.



Şekil 3.17. 2019 model Ram 1500 eTorque kamyonetinin içten yanmalı ve elektrikli motorları

Ağır hizmet kamyonları günümüzde uzun menzilli taşımacılıkta önemli role sahiptir ve önemli bir enerji tüketimleri mevcuttur. Bu araçların bataryalar kullanılarak elektrikleştirilmesi, batarya teknolojisi gelişmeye devam etse bile teknik ve ticari olarak zor olacaktır. Şekil 3.18.'te DAF CF kamyonunun bütün hibrit sistemi bir arada görülmektedir.



Şekil 3.18. DAF CF kamyonunun hibrit güç aktarma organları

Uzun mesafeli kamyon ve ağır makinelerin tamamen elektrikli hale getirilmesindeki zorluklar nedeniyle motorların termal verimliliğinde ciddi bir iyileştirme yapılması seçeneği ön plana çıkmaktadır.

Hafif hibritler, yakıt tüketimini ve dolayısıyla CO₂'yi değişik derecelerde elektrifikasyon ve bir dizi kinetik enerji geri kazanım sistemi sayesinde düşük maliyetli bir şekilde azaltabilir.

Orta ve ağır hizmet tipi kamyonlar, özellikle araç üreticilerinin daha zorlu dekarbonizasyon hedeflerini karşılamaları gerektiğinden, kısmi elektrifikasyon için teknik olarak en uygun kategorilerdir. Hafif hibridizasyonun maliyet etkinliğinin, çoğu kamyon için düşük yakıt tüketimine giden standart yol haline gelmesi beklenmektedir. Daha büyük bir elektrifikasyon derinliği ve bu sayede mümkün olan tork yardımı ve enerji geri kazanım derecesi, aracın en sık kullanıldığı görev döngüsü tarafından belirlenebilir. Hafif hibridizasyon, yol dışı araçlardaki dizellerin hem emisyonlarını hem de yakıt tüketimini büyük oranda artıran geçici ağır yüklerin destek vermek suretiyle hafifletilmesinde özellikle etkilidir.

Elektrikli hibrit çözümlere ek olarak, gelişmiş volan sistemleri kullanan mekanik enerji geri kazanımı, tekrarlı bir görev döngüsü ile çalışan ticari ve yol dışı araçlar için düşük maliyetli bir alternatif sunabilir.

Emisyon kısıtları olan bölgelerde çalışacak olmaları nedeniyle bazı araçların sıfır emisyon kabiliyetine sahip olması gerekmektedir. Ancak genel çalışma koşulları dikkate alındığında ek güç kaynağı ihtiyacı da bulunmaktadır. Bu yüzden şarj edilebilir hibrit veya menzil genişletici uygulamaları önümüzdeki dönemde mantıklı tercihler olarak ön plana çıkmaktadır.

Hafif ticari araç teknolojisi (3,5 tonun altında), AB kirletici emisyon standartları ve ortalama CO₂ standartlarından etkilenir ve bu nedenle binek otomobilleriyle aynı yönde gelişmesi muhtemeldir. Piyasadaki erken gelişmeler, sıfır emisyonlu araçlar için, otomobiller ve minibüsler arasında bazı bileşenlerin paylaşılacağını göstermektedir. Nissan ve Renault, sırasıyla e-NV200 ve Kangoo Z.E için LEAF ve ZOE modellerinin batarya ve elektrikli aktarma organlarını kullanmaktadır. Bu ortak kullanım, üreticilerin ek geliştirme maliyetlerine neden olmadan hızlı bir şekilde sıfır emisyonlu van platformları sunmasını sağlar.

Şehirler, hava kalitesi gibi önemli sorunlara cevaben hızlı bir şekilde değişimi başlatabilen güçlü otoritelerdir. Londra, Paris ve Oslo, düşük veya sıfır egzoz emisyonlu araçlara duyulan ihtiyacın, piyasayı alternatif teknolojilerin kayda değer şekilde hayata geçirilmesine yönelttiği yerlere iyi örneklerdendir. Şehirler ayrıca kamu alımları, teşvikler, otopark ücretleri ve emisyon ücretleri dâhil olmak üzere çeşitli mekanizmalar yoluyla etki gösterebilmektedir. Bu alandaki yerel yönetim teşvik edici olmakla birlikte, ulusal ve uluslar üstü yasama organlarından etkili bir yönetim ve destek de gerektirmektedir (Anonim, 2018ç).

Ticari araçlar için bataryalı elektrikli ve yakıt hücreli elektrikli araç tercihlerinin, ağırlıklı olarak emisyon sınırlama bölgesinde faaliyet göstereceği veya görev döngüsünün öngörülebileceği durumlarda popüler çözümler olması muhtemeldir. Popülerlik seviyesi, toplam sahip olma maliyeti, araç kullanımı ve ilgili enerji altyapısına kolay erişim gibi unsurlara bağlı olacaktır.

Kapalı alanlarda (yeraltı madenleri gibi) veya yerel emisyon bölgelerinde çalışan daha küçük yol dışı araç uygulamalarında sıfır egzoz emisyonlu araçlar için de önemli bir alan bulunmaktadır. Kentleşmeye ve hava kalitesi konusunda daha fazla farkındalığa yanıt olarak JCB, kentsel alanlarda ve maden altındaki çalışma alanlarında hızlı şarj yapılabilen 1,9 tonluk tam elektrikli ekskavatör geliştirmiştir.



Şekil 3.19. JCB elektrikli ekskavatör

Depo gibi kullanım alanlarında, toplam sahip olma maliyeti göz önüne alındığında, dizel ve elektrik motorları üzerinde önemli faydalar sağlayabileceklerinden hareketle hidrojen yakıt hücreli forklift araçları ilk defa kullanım imkânına kavuşmuştur.



Şekil 3.20. Toyota yakıt hücreli forklift

Güç aktarım tipine bakılmaksızın akıllı araç lojistiği ile artan operasyonel verimlilik sağlanabilir. Geliştirilmiş, akıllı ve bağlantılı lojistik; rota optimizasyonu ve tıkanıklığı önleme yoluyla verimliliğe katkıda bulunma potansiyeline sahip olmasına rağmen şimdiye kadar emisyon azaltma aracı olarak kullanılmamıştır. Artan nakliye maliyetlerinin, daha yüksek verimlilik için itici güçlerin bir parçası olarak bu yaklaşımlarla ilgili daha fazla araştırmayı teşvik etmesi beklenmektedir.

Gelişmiş otonom özellikler, tarım ve madencilik sektöründeki bazı araçlarda zaten kullanılmaktadır. Bu uygulama insanların tehlikeli ortamlarda çalışma gereksinimini ortadan kaldırarak güvenliği ve operasyonel verimliliği artırmıştır. Uzun vadede, bağlantılı otonom araçların takım olarak verimliliğini artırarak, hızları düzenleyerek ve maksimum yakıt ekonomisi için güç aktarma mekanizmalarını optimize ederek ticari araçları etkilemesi beklenmektedir.

Emisyon, güvenlik ve gürültü konusunda giderek daha katı hale gelen mevzuat, araçların boyutunu etkileyebilecektir. Büyük araçların daha küçük araçlara yer açmak için şehir içi alanlardan yavaşça ayrılması söz konusu olabilecektir. Küçük taşıtların elektrikleştirilmesinin kolay olmasının yanı sıra aynı zamanda yayaların güvenliğini de artırma etkisi de olacaktır. Ticari araçlar için yeni iş modellerinin oluşturulması da mümkündür. Daha büyük araçların bir teslimat noktasında şehrin dışına kadar girmesi ve buradan ise daha küçük sıfır egzoz emisyonlu araçların şehir sınırları dâhilinde ürünleri dağıtması gibi modellerden bahsedilebilir. Birçok küçük aracın çoğalmasının tıkanıklığı artırabileceği ve bu nedenle küçük araçlardaki artışın, tıkanıklığı en aza indirmek için yönetilmesi gerekeceğini de göz ardı etmemek gereklidir. Yol dışı araçlar için ise tek tip tasarımlar yerine daha çok ısmarlama mantık ile üretilen araçların çoğalacağı düşünülmektedir.

Geliştirilmiş aerodinamik, seçici ağırlık tasarrufu ve diğer teknolojiler, belirli araç sınıflarında CO₂ emisyonlarını azaltmak için cazip yollar sunar.

Ticari araçlardan kaynaklanan CO₂ emisyonları ve diğer kirleticiler; lastik sürtünmesi, aerodinamik sürtünme ve araç ağırlığının etkilerini azaltarak tahrik için harcanan enerjiyi en aza indirerek azaltılabilir.

Ağırlık azaltma, yakıt tüketimini iyileştirmek için umut verici bir yoldur, ancak faydalar tüm ticari ve otoyol dışı araç platformlarında aynı değildir. Bazı durumlarda müşteriler, özellikle büyük yükleyici ve ekskavatörler gibi araçlarda, artan ağırlık nedeniyle artan stabiliteden kazanç sağlayabilir. Bununla birlikte, ekskavatör kolları gibi bazı bileşenlerin ağırlık kazandırma eğilimi vardır.

Birçok ağır hizmet taşıtının itiş gücünün yanı sıra önemli ilave enerji talepleri vardır. Bunları daha etkili bir şekilde yönetmek, kirlenici madde ve CO₂ emisyonlarını büyük ölçüde azaltabilecektir.

Yardımcı güç sistemlerinin elektrifikasyonu, ticari ve yol dışı araçların enerji verimliliğini artırmak için önemli fırsat sunar. Birçok araç için bu fonksiyonlar nispeten düşük verimlilik seviyelerinde önemli bir enerji tüketimini temsil eder. Ağır vasıtalar, potansiyel olarak motorun kapatılmasına ve yardımcı cihazların hâlâ güç almasına imkân sağlamak için sıfır emisyonlu yardımcı bir güç ünitesi kullanabilirler (ör. frigorifik araçlarda, çimento mikserlerinde uygulama gibi).

3.6. Teknolojik Etkileşim Alanları

Bu bölümde, farklı sektör ve teknolojilerin birbirleriyle olan etkileşim seçeneklerine değinilmektedir. Otomotiv sektörünün kapsamlı değişikliklerin eşliğinde olmasından ötürü ilerleyen süreçlerde diğer alanlarla da iş birliği yapmasının gerekliliği ve önemi büyük olacaktır.

Yüksek üretim hacimli binek otomobil üretiminde kullanılan teknolojiler, daha düşük üretim hacimli ve ısmarlama araç uygulamalarındakinden büyük ölçüde farklı bir yol izlese de sektörler arasında bilgi aktarımı için önemli bir potansiyel bulunmaktadır.

Yüksek üretim hacimli binek araçlar için elektrikli güç aktarma organları ve ağırlık tasarrufu sağlayan teknolojilerin geliştirilmesi; farklı işletme koşullarının, müşteri gereksinimlerinin ve maliyet hassasiyetlerinin olduğu performans otomobilleri, kamyonlar ve otobüsler gibi daha küçük üretim hacimli araçlarda daha farklı bir gelişim yolu izleyecektir.

Elektrik enerjisi depolaması, elektrikli makineler, güç elektroniği ve hafifletme gibi konular için gelişim hedefleri genellikle, maliyet kaygıları ve üretim yöntemlerinin

optimizasyonu açısından daha çok yüksek üretim hacimli binek otomobilleri ile ilgili hususları içerir çünkü az sayıda üretilen araçlar için maliyetten kaçmadan ilgili performans hedefine ulaşmak daha önemlidir (spor araçların yüksek güçlü elektrik motoru ve özel bataryalara ihtiyaç duyması gibi).

Tüm binek araç ve otobüsleri kapsayan hafif görev çevrimleri için, baskın kısa-orta vadeli çözüm, daha fazla hibrit uygulamalar olacaktır. Oysa uzun menzilli kamyonlar ve yol dışı araçları gibi ağır iş uygulamaları, termal olarak verimli içten yanmalı motorlar gerektirecektir. Bununla birlikte, gelişmiş batarya yönetim sistemleri gibi teknolojilerin, motor sporlarından ve performans araçlarından yüksek hacimli binek araçlarına aktarılma potansiyeli devam etmektedir. Örneğin Formula 1 otomobillerinden elde edilen tecrübe ve teknolojilerin zamanla binek otomobillere aktarılmasıyla ilgili çok sayıda örnek vardır.

Tüm güç aktarma organlarını tek bir sistem olarak optimize etmek, verimlilik iyileştirmelerini maksimuma çıkarmak için büyük öneme sahip olacaktır.

Verimlilik üzerine yapılan çalışmalarda genellikle altı çizilen detay, maksimum güç aktarımının ve araç verimliliğinin, ayrı bileşenleri bütün bir sistem olarak tutarlı bir şekilde optimize etmek ile mümkün olduğudur.

Bazı teknolojiler güçlü etkileşim içerisindedir. Bu nedenle bir teknolojinin özellikleri ve performans kriterleri diğerini önemli ölçüde etkiler. Örneğin, bir hibrit araçta içten yanmalı motor için optimum kalibrasyonun anlaşılması, elektrik makinesinin yükleri ve bunun aktarma ile etkileşimi hakkında bilgi gerektirir. Bu farkındalık, elektrik sistemlerinin ilave motor yüklerini daha etkin biçimde azaltmalarını sağlarken performansı korur veya geliştirir.

Daha iyi modelleme yeteneğinin kullanılması, simülasyon ve sanal testler performansı artıracak ve ürün çevrimlerini kısaltacaktır. Bilgi işlem gücündeki ilerlemelerin, sanal ortamda doğrulamaların daha çok yapılmasının ve başlangıç konseptinden üretime kadar geçen sürenin azaltılmasının, üretkenliği ve araç enerji verimliliğini artırmak için hayati öneme sahip olduğu gerçeği gün geçtikçe daha fazla ortaya çıkmaktadır.

Gelişmiş modelleme tekniklerinin ve tasarım araçlarının kullanılması, her alanda mevcut teknolojileri iyileştirebilir ve yenilerinin gelişimini hızlandırabilir. Örneğin çoklu fizik

modellemesi; termal, elektriksel ve mekanik özellikler gibi çoklu fenomenlerin, bireysel güç aktarma teknolojilerinin geliştirilme süreçlerinin hızlandırılmasında çok önemli olan birlikte simülasyonunun yapılabilme imkânını sağlayabilmektedir. Geliştirilmiş sanal tasarım, daha iyi sistem entegrasyonuna olanak tanımakta ve olası iyileştirmeler için en uygun üretim yollarını belirlemektedir.

Yeni üretim süreçleri ve ileri üretim teknikleri hem verimlilik artışı hem de yeni aktarma organları teknolojilerinin üretimi için büyük öneme sahip hususlardan olacaktır. Kısa vadedeki eğilim, ürünlerin yanında üretim için de inovasyon yaparak mevcut üretim teknikleri ile sınırlı olan geleneksel “üretim için tasarım” kültürünün ötesine geçmektir.

Otomasyon, otomotiv endüstrisinde zaten yaygın olmasına rağmen daha da fazla uygulanabilme potansiyeli mevcuttur. Örneğin elektrikli makine üretimi, bobin sarımı gibi karmaşık işlemleri gerçekleştirmek için yüksek hassasiyet gerektirir. HVEMS projesinde, makine montaj süreçleri için gereken yüksek doğruluk seviyelerini elde etmek için farklı sektörlerden gelen otomatik üretim ekipmanları kullanılmaktadır (Anonim, 2016ç).

Katmanlı üretim (üç boyutlu baskı), aynı zamanda karmaşık şekiller oluşturma, parça sayısını azaltma, fonksiyonları entegre etme ve üretim süreci adımlarını azaltma kabiliyeti nedeniyle tüm teknoloji alanlarında önemli bir kolaylık sağlayıcı olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, teknik şu anda sadece motor sporları gibi nispeten küçük üretim hacimleri için kullanılmaktadır. Daha yüksek üretim hacimlerinde kullanılması için önemli maliyet azaltmalarına ihtiyaç vardır. Diğer enjeksiyon teknikleri, metal enjeksiyon kalıplama, soğuk dövme ve mevcut çelik üretim işlemlerinin de diğer malzemeler için de kullanılacak şekilde uyarlanması gibi umut verici olasılıklar mevcuttur.

Paralel sektörlerden uzmanlık, teknoloji veya üretim süreçleri uyarlamak, otomotiv endüstrisinin yeni güç aktarma organlarına geçişini kolaylaştırabilir.

Hava-uzay, kimyasal madde veya enerji üretimi gibi diğer sektörlerle iş birliği yapmak birçok yeni güç aktarma teknolojisinin ticarileşmesini hızlandırabilir. Bu durum diğer endüstrilerden bilinen üretim prosedürlerini kullanmayı, havacılık veya motor sporlarından en son teknolojilerin, otomotiv uygulamalarının maliyetlerini düşürmek için

test imkânı sağlayarak hizmet etmesini veya tasarımı geliştirmek için yazılım endüstrisindeki uzmanlığından yararlanmayı içerebilir.

Örnekler vermek gerekirse; boya ve pigment yapmak için kullanılan üretim işlemleri, batarya kimyasallarında kullanılanlara nispeten benzerdir. Bu yüzden bu uzmanlığı otomotiv endüstrisi ile paylaşmak her iki sektörün ilerlemesine yardımcı olabilir. Yeni nesil güç elektroniği ve havacılık, motor sporları ve elektrik üretiminde kullanılan hafif malzemeler mevcut otomotiv teknolojisindeki örneklere göre büyük performans artışı göstermektedir.

Gelecekteki tüm güç aktarma organlarının ve araçların sürdürülebilirliğinin sağlanması, otomotiv endüstrisi için çok uzun vadeli bir öneme sahip olacaktır. Sektörün kısa ve orta vadede bile tüketicilere yeni güç aktarma organları üretmek ve yakıt vermek için ihtiyaç duydukları enerjinin karbon nötr olamayacağına farkında olduğu gerçeğinden hareketle, kuyudan tekere (well to wheel) analizleri daha önemli hale gelecektir. Uzun vadede, aktarma organlarının sökülüp takılması için tasarlanmasının, geri dönüştürülebilir malzemeler kullanılarak üretilmesinin, düşük karbonlu kaynaklardan enerji elde edilerek üretilen ve yerel çevre üzerinde çok az olumsuz etkiye sahip olmalarının sağlanması önem taşıyacaktır. Aslında tam yaşam döngüsü analizi; su kullanımı, VOC emisyonları, arazi bozulumu ve bir üretim sahasının daha geniş sosyal etkilerini içeren ve sadece karbon emisyonuna dikkat etmeyen unsurlardan oluşmaktadır.

Elektrikli güç aktarma organlarının üretimi hem az bulunan hem de politik olarak stratejik malzemelerin daha fazla kullanılmasıyla sonuçlanacaktır. Bu malzemelerin çıkarılması ve bataryalar ve elektrikli motorlar gibi üretim bileşenlerinin üretilmesi, sürdürülebilirliklerini etkileyen önemli miktarda CO₂ ve diğer kirletici maddelerin de üretilmesine yol açacaktır. Bu durum, dairesel bir ekonominin kurulmasını sağlamak için uygun maliyetli yaşam sonu geri kazanım süreçlerini ticarileştirme ihtiyacını vurgulamaktadır.

Mevcut gövde yapıları yerleşik süreçler tarafından büyük ölçüde geri dönüştürülebilir olmakla birlikte, gelecekteki gövde yapıları şu anda tam olarak geri kazanım ve yeniden kullanım süreçleri olmayan malzemeleri (ve özellikle de karışık malzeme kombinasyonlarını) kullanacaktır. Ayrıca çelik gibi mevcut malzemeler, üretimlerinde

nispeten düşük çevresel etkiye sahiptir. Oysa saf alüminyum ve karbon fiber gibi diğer malzemeler, şu anda daha büyük bir çevresel ayak izine sahiptir.

Elektrikli güç aktarma organları için rekabetçi maliyetler ve daha yüksek üretkenlik sağlayabilen bir tedarik zincirini harekete geçirmek önemli bir üretim inovasyonu gerektirecektir.

Teknoloji yeniliği yeni fırsatlar yaratırken, mevcut tedarik zincirini de tehdit etmektedir. Soruna olası bir çözüm olarak, denemeler ve düşük üretim hacimli araçlar için yeni teknolojiler üretebilen esnek, düşük hacimli üretim tesislerinin hazır hale getirilmesi ve yüksek üretim hacimli araçlar için saha tecrübesi ve proses validasyonunun sağlanması düşünülebilir. Üretimde yenilikçilik hem üretkenlik hem de ürün performansının anahtarı olduğundan, yüksek dereceli bir uzmanlık geliştirilmesinin ve sürdürülmesinin sağlanması yeni nesil ürünlerin geleceği için hayati öneme sahip olacaktır.

3.7. Alan Bazında Teknolojik Gelişimler

Bu bölümde önümüzdeki dönemde ön plana çıkan teknolojik gelişim alanlarına odaklanılmaktadır.

3.7.1. Güvenlik

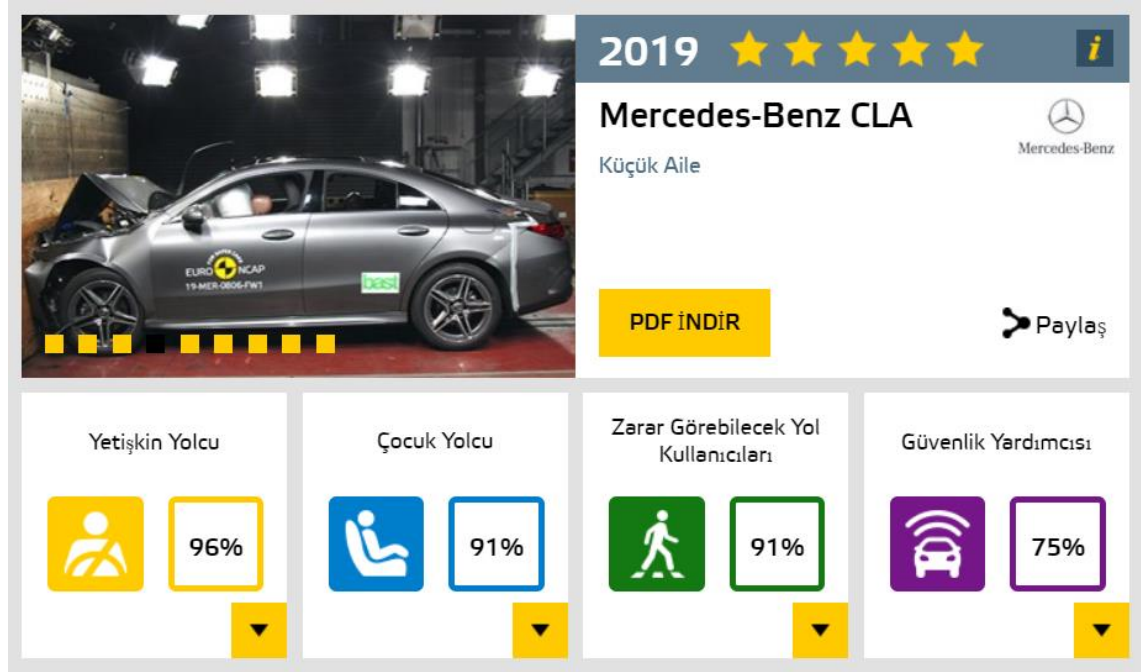
Otomobil endüstrisinin, önümüzdeki yıllarda geçmişe kıyasla daha hızlı değişeceği ve bunun araç güvenliği teknolojisi için de geçerli olduğu değerlendirilmektedir. Hızla gelişen otonom sürüş teknolojileri, sürüş deneyimini ve otomobil endüstrisini bir bütün olarak dönüştürecektir.

Daha güvenli otomobillerin geliştirilmesi için önemli itici güçlerden birisi olan Euro NCAP, otonom sürüş teknolojilerini vurgulamayı ve faydaları hakkında farkındalık yaratmayı ve ayrıca Avrupa pazarındaki tüketicilere gerçekte ne sattıkları konusunda araç üreticilerini zorlamayı hedeflemektedir. Bu yaklaşım, tüm segmentlerde ve ülkelerde standart olarak mümkün olan en iyi teknolojiyi sunmak; her yaş, büyüklük ve şekildeki yolcuları korumak ve ayrıca trafikteki diğer yol kullanıcılarının güvenliğini gözetmek anlamına gelmektedir.

Euro NCAP değerlendirmelerinin tüketici tercihlerinde dikkat edilen bir kriter olması ve bundan dolayı üreticileri araçların güvenlik seviyesini artırmaya teşvik edip yol

göstermesi sebebiyle güvenlik alanındaki gelişmelere dair yönelimler incelenirken Euro NCAP planları dikkate alınmıştır.

2019 yılı test prosedürlerine göre yapılmış tipik bir araç güvenlik değerlendirmesi Şekil 3.21.'de gösterilmektedir.



Şekil 3.21. Mercedes-Benz CLA modelinin Euro NCAP güvenlik değerlendirmesi

Kullanılan 256 milyon araç ile Avrupa, dünyanın en büyük binek araç filosuna sahiptir. 2018 yılında 15 milyondan fazla yeni otomobil kaydedilmiştir (Anonim, 2019a). Geleneksel olarak, daha küçük A ve B segmentleri binek otomobil satışlarında sayıca baskındır. Orta ölçekli spor kullanımlı araç (SUV) segmenti ise en hızlı büyüyen sınıflardan biridir. Bu segmentlerdeki yeni model satışlarının yüzde 95'inden fazlası bir güvenlik derecelendirmesine sahiptir. Bu nedenle Euro NCAP'in pazardaki araç güvenlik sistemlerinin teçhizatı ve performansı üzerinde güçlü bir etkisi olduğunu söylemek doğru olacaktır.

En yüksek motorizasyon oranlarından birine sahip olmasına rağmen, Avrupa'daki yollar dünyadaki en güvenli durumda olmaya devam etmektedir. 2016'da bir milyon kişi için 50 ölüm vakası gerçekleşen AB ile dünya genelindeki 174 ölüm kıyaslandığında fark daha rahat anlaşılmaktadır (Anonim, 2017f). Araç yolcuları, trafik kazası mağdurlarının

neredeşeyse yarısını oluşturmaktadır. Bununla birlikte, yayalar, bisikletliler ve motosikletliler toplamda neredeşeyse aynı payı oluşturmaktadır. Ölüm sayısının ötesine bakıldığında, her yıl Avrupa yollarında 135.000 kişinin ağır yaralandığı tahmin edilmektedir (Anonim, 2017f). Ciddi şekilde yaralananların çoğu yaşlılardan oluşan zarar görebilecek yol kullanıcılarıdır.

Otonom acil durum freni (AEB) ve şeritten ayrılma uyarısı (LDW) gibi gelişmiş sürücü destek sistemlerini mümkün kılan teknolojinin daha yaygın olarak kullanılabilirliği ve satın alınabilirliği, son yıllarda kullanımında belirgin bir artışa neden olmuştur. Yine de son teknoloji ürünü gelişmiş sürücü yardım sistemleri (ADAS) ile donanmış olan filodaki araç sayısı göreceli olarak düşük kalmış ve ortak çarpışma türlerini veya araç çarpma sıklığını önemli ölçüde değiştirmemiştir. Öte yandan, yan perde hava yastıkları ve elektronik stabilite kontrolü (ESC) gibi daha çok kendine yer edinmiş veya zorunlu teknolojilerin yaygın olarak bulunması, takla atma gibi bazı ölümcül veya yaralanma kazalarının sıklığı üzerinde açık bir etkiye sahiptir. Araç güvenliği için daha uzun vadeli bir gündem geliştirirken, gerçek dünya öncelikleri ve ortaya çıkan güvenlik teknolojilerinin beklenen etkilerini hesaba katmak önemlidir.

Aynı derecede önemli olan, tüketici zihniyetinin nasıl değiştiğini ve otomobil pazarı için ne anlama geldiğini anlamaktır. Son dönemde, Avrupa'da ortalama otomobil yaşı, on yıl öncesine göre iki yıldan biraz daha fazla bir artış göstererek tekrar yükselmiştir (Anonim, 2019a). Bu durum, bölge genelinde önemli güvenlik teknolojisinin yaygın şekilde ve zamanında benimsenmesini savunan kuruluşlara baskı uygulamaktadır. Ortalama yaşam süreleri uzadıka otomobil alıcısı da yaşlanmakta ve gençler yeni bir otomobil sahibi olmaya daha az istekli hale gelmektedir. Bu gibi nedenlerle araçların güvenliğe ilişkin olarak sahip olduğu yeteneklerin daha da detaylı düşünülmesi gerekecektir.

Önümüzdeki yıllarda, yasal düzenlemelerdeki ve araç güvenliği tipi onayının içeriğinde önemli değişiklikler yapılması beklenmektedir. Avrupa Komisyonu da bu doğrultuda Genel Güvenlik Yönetmeliğinin içeriğinde değişiklik yapabilmektedir.

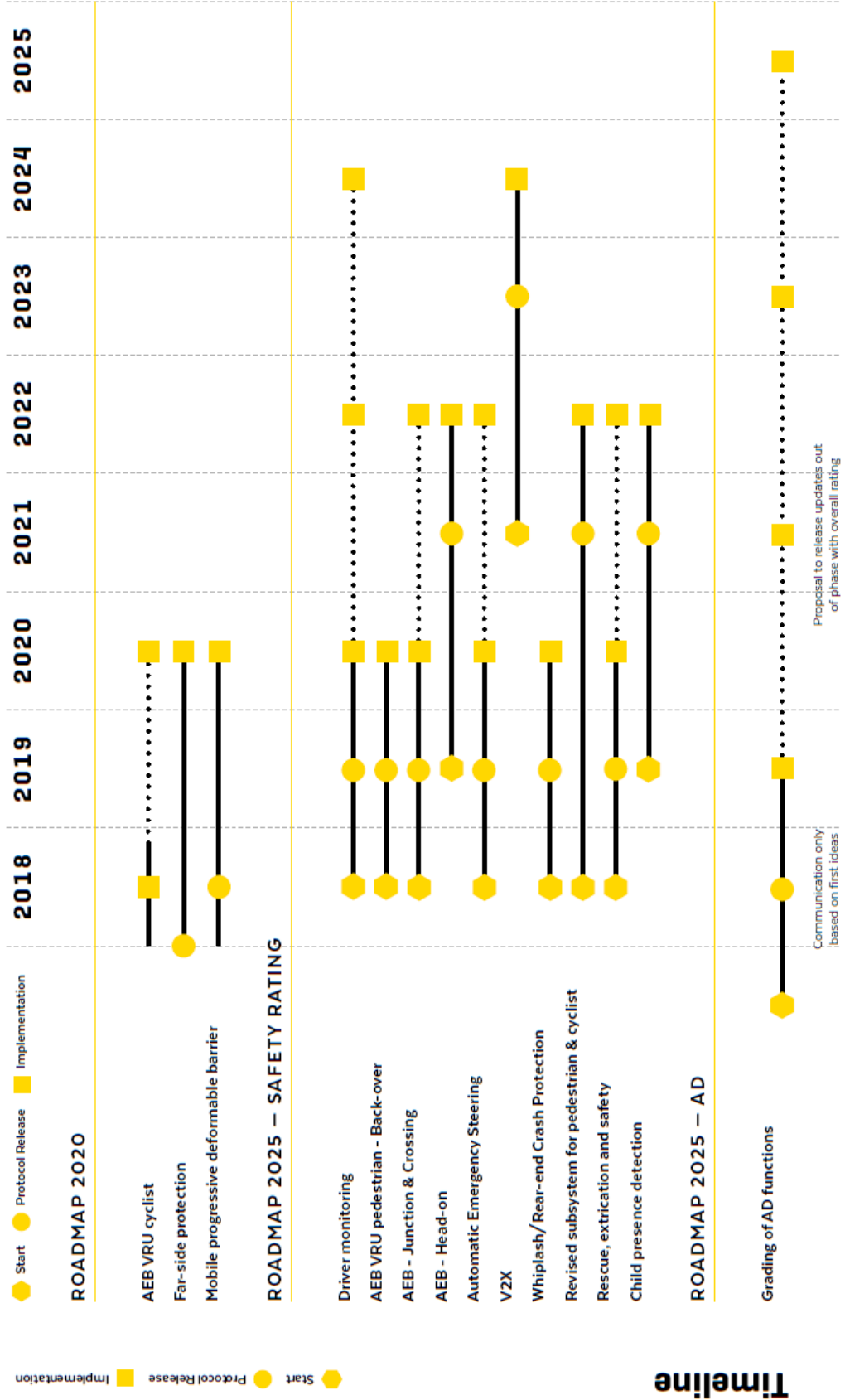
Bütün gereksinimlere uygun araçların ve iyi performans gösterenlerin de uygun test formatları gereği ödüllendirildiği yaklaşımların geliştirilmesinin önemi büyüktür.

Euro NCAP, son yıllarda çarpışma testi programında bazı önemli güncellemeler yapmıştır ve 2020 için önden ve yandan çarpma testlerinde revizyon yapılması planlanmaktadır (Anonim, 2015a). Bu durum, ikincil güvenliğin tüketici derecelendirmelerinin merkezinde olduğunu ve kalacağını göstermektedir. Ancak birincil güvenliğin giderek daha önemli bir role sahip olduğu da ortadadır. Bu alandaki gelişme oranı arttıkça, güvenlik derecelendirmelerinin, daha fazla sayıda ADAS ve araç üreticileri tarafından sunulan çarpışma önleme teknolojilerini içermesi beklenmektedir. Önümüzdeki dönemde Euro NCAP, Haddon matrisini kılavuz olarak kullanarak derecelendirmede üçüncül güvenliğe daha fazla dikkat edecektir. Bu nedenle ileriye dönük strateji, sıfır kazaya gitme yolundaki önemli unsurlar olarak birincil, ikincil ve üçüncül araç güvenliğini vurgulayacaktır (Anonim, 20171).

Genel derecelendirme sistemi ve metodolojinin (Ratingen, 2008) en azından şimdilik yerinde kalması düşünülmektedir. Bununla birlikte, piyasada sunulan güvenlik teknolojileri arasında artan miktarda örtüşme olduğu ve yaralanmaların azaltılması ve/veya önlenmesi konusunda belirli bir çarpışma senaryosunun ele alınmasının birden fazla yolunun olduğu açıktır. Euro NCAP, birincil, ikincil (ve üçüncül) güvenlik unsurlarının entegre edilme biçimini daha etkin bir şekilde ele alma ihtiyacını kabul etmektedir.

Önümüzdeki yıllarda, “müdahaleye dayalı” bir yaklaşımdan (örneğin AEB için yapılan testler) çeşitli müdahalelere (örneğin frenleme ve direksiyon) izin verecek daha “senaryo bazlı” bir değerlendirmeye geçiş öngörülmektedir. Aynı zamanda, pasif güvenlik testi metodolojisi, ilgili güvenlik donanımlarının çarpışma öncesi aktivasyonuna izin verecek şekilde güncellenecektir. Değerlendirmeye daha fazla sağlamlık kazandırmak için sanal testlerden yararlanma fırsatlarını ele alınacak hususlardandır. Bu geçiş süreci 2022'den itibaren gerçekleşecek ve 2025 sonunda tamamlanacak şekilde planlanmaktadır (Anonim, 20171). Güvenlik teknolojisinin gelişimine dayanarak, Euro NCAP genel güvenlik derecelendirmesi altında birkaç değiştirilmiş veya tamamen yeni test maddesi sunmayı planlamaktadır. Şekil 3.22.'de 2025 yılına kadar olan plan görülebilir.

Şekil 3.22. Euro NCAP'ın 2025'e kadar olan yol haritası (Anonim, 2017)



Birincil güvenlik

Sürücü izleme

Trafik kazalarının yüzde doksanından fazlasına insan hataları neden olmaktadır. Genel olarak iki tür hata görülebilir: Alkol ve uyuşturucu etkisi altında yapılan ihlaller ve sürücü durumunun (dikkatsizlik, yorgunluk, dikkat dağınıklığı gibi) ve deneyimsizliğin önemli bir rol oynadığı insan hataları. Yaşlanan bir toplumda, ani bir tıbbi yetersizlik de yol kazalarının artmakta olan bir nedenidir.

Hız yardımcı sistemi (SAS) ve dikkat desteği gibi sürücü destek sistemleri, sürücüyü kritik durumlarda uyararak ve nihayetinde sürücüyü davranışını geliştirmesi için destekler. Ek olarak, müdahale kriterlerini bireysel olarak sürücülere ve sürücü durumuna uyarlamak, güvenlikten ödün vermeden olay öncesi erken müdahaleler için önemli bir potansiyel sağlayabilir.

Euro NCAP, bozuk ve dikkatsiz sürüşü etkin bir şekilde tespit eden ve uygun uyarı veren ve etkili önlemleri alan sürücü izleme sistemleri için bir teşvik öngörmektedir. Değerlendirme, sürücünün durumunun ne kadar güvenilir ve doğru bir şekilde tespit edildiği ve aracın bilgiye dayanarak ne tür bir önlem aldığı konusunda gelişecektir (Anonim, 2017₁).

Otonom acil durum yönlendirmesi

Mevcut AEB sistemleri, birçok kazayı önleme veya hafifletme potansiyeli gösterir ancak otonom acil durum yönlendirmesi (AES) teknik olarak daha zorlu olsa da özellikle tek araç ve ufak çakışma kazaları ve korunmasız yol kullanıcıları içeren kazalar gibi olaylarda daha önemli bir azalma sağlayabilir.

- Ölen ve ciddi olarak yaralananların yaklaşık yüzde 20'si kontrol kaybı veya şerit veya yola çıkma sebebiyle kaynaklanmaktadır (Anonim, 2015b).
- Dar örtüşme ile yapılan önden çarpışmalar, tüm araç kazalarının yaklaşık yüzde 15'ini ve önden çarpışmayı içeren tüm araç kazalarının yüzde 25'ini oluşturmaktadır (Anonim, 2013a).
- Ölen ve ciddi olarak yaralananların yüzde 36'sı korunmasız yol kullanıcılarından oluşmaktadır (Anonim, 2015b).

Otonom yönlendirme için gerekli donanım (örneğin, otomatik park etme sistemleri) halihazırda mevcut ve satılmaktadır. Ancak, şu anda çok az sayıda otonom direksiyon müdahale sistemi sunulmaktadır. Pazara giriş ve maliyet etkin üretimdeki zorluklara rağmen, AES teknolojisinin önümüzdeki yıllarda pazara girmesi beklenmektedir. İlgili 79 numaralı düzenlemenin (Anonim, 2016d), 2020 yılı civarında acil durum yönlendirme fonksiyonlarına (ESF) izin vermesi ve bunun da AES'in geliştirilmesini ve hazırlanmasını kolaylaştırması beklenmektedir.

Otonom acil durum frenlemesi

AEB teknolojisinin temel amacı, olası bir çatışmayı tespit edip sürücüyü uyararak ve çoğu sistemde fren uygulamasına yardımcı olarak veya otomatik olarak frenleri uygulayarak kazaları önlemektir. Teknoloji, 2014 yılında güvenlik derecelendirmesinde başarıyla tanıtılmış ve ilk olarak arkadan arabaya çarpışmalarda ve daha sonra yaya geçidi kazalarında test edilmiştir. Bir AEB sisteminin performansı, kullanılan sensörlerin türüne ve karmaşıklığına bağlıdır. Giderek daha fazla üretici, yeni ve daha karmaşık çarpışma senaryolarını ele alma potansiyeli sunmak için ilave sensörler eklemekte ve çoklu sensör tiplerini bir araya getirmektedir.

Euro NCAP, AEB teknolojisinin önümüzdeki yıllarda gelişmeye devam etmesini beklemektedir. Buna bağlı olarak sektördeki ilerlemeyi yansıtacak şekilde derecelendirme programının güncelleneceği üç öncelikli alan belirlemiştir (Anonim, 2017ı):

- Geri gitme veya geri dönüş kazaları genellikle araba yollarında ve park yerlerinde düşük hızlarda meydana gelmektedir. Alman sigorta şirketleri tarafından yapılan son kaza araştırması, yayalar ile araçlar arasındaki kişisel yaralanmalı çarpışmaların yüzde 17'ye kadarının aracın arka tarafında gerçekleştiğini göstermektedir. Kaza mağdurlarının çoğunluğu (yüzde 63) yaşlıyken, 12 yaşın altındaki çocuklar yüzde 6'dır (Anonim, 2017g). Avrupa çapında, geri dönme kazalarında ağır şekilde yaralanan yaya sayısının yıllık 1.400 olabileceği tahmin edilmektedir. Otomobilin arkasındaki kişilerin varlığını tespit eden ve otomatik olarak frenlemeyi başlatan veya hızlanmayı önleyen bir sürücü yardım sistemi, otomobilleri ve yayaları içeren kazaları önleme konusunda önemli bir potansiyele sahip olabilir (Hummel ve ark., 2010). Sigorta endüstrisi tarafından yapılan işi bir

başlangıç noktası (Anonim, 2017ğ) olarak alan Euro NCAP, 2020'de tersine çevrilen yaya senaryosunu AEB Korunmasız Yol Kullanıcısı-Yaya test odasına uyarlamayı planlamaktadır.

- Kavşaklarda meydana gelen geçiş ve dönüş manevraları, genellikle trafik kazalarına neden olan araç-arac, araç-yaya ve araç-motosiklet (bisiklet) çakışmalarına yol açar. Genellikle geçiş kazaları kırmızı bir ışığın yanması, görünürlük eksikliği, sürücünün dikkatsizliği veya hızının bir sonucudur. Dönüş kazaları çoğunlukla sola veya sağa dönerken yanlış trafiğe girmek veya yaklaşan trafiğe uymamaktan kaynaklanır. Araç hızının göreceli olarak düşük olduğu geçiş ve dönüş senaryolarında, bir AEB müdahalesi çarpmayı etkili bir şekilde önleyebilir.
- Diğer yol kullanıcıları (otomobil, motosiklet, yaya) ile dar örtüşme kazalarının önlenmesi için şerit içindeki direksiyon ve fren müdahalelerinin birleşik bir değerlendirmesi 2022'den itibaren öngörülmektedir.

Araçtan her şeye iletişim

Birbiriyle veri alışverişi yapan araçları ve altyapıyı içeren araçtan her şeye iletişimi (V2X), trafik güvenliğini geliştirme ve taşımacılık verimliliğini artırma potansiyeline sahiptir. Güvenlikle ilgili fonksiyonların örnekleri arasında “Acil elektronik fren lambaları”, “Motosiklet yaklaşıyor” veya “Önümüzdeki yol çalışmaları” gibi mesajlar iletme ve alma yeteneği sayılabilir. Yerleşik sensörlerin ötesinde ve üstünde bir fayda sağlamak için, V2X etraftaki sensörlerin herhangi birinin tehlikeyi “görmesinden” daha önce potansiyel bir risk olduğunu belirlemelidir. Bunun için düşük gecikmeli, güvenilir, görüş alanının dışında iletişim ve yerel veri aktarımı gerekmektedir.

Genel olarak, bu ihtiyacı ele almak için tartışılan iki farklı iletişim yaklaşımı vardır: Bugün mevcut olan 802.11p ve yeni hücreli V2X (5G) şebekeleri. Önde gelen otomobil üreticileri, çip üreticileri ve hücreli operatörler, otonomlaştırılmış araçlar için 5G sistemlerini geliştirmek, test etmek ve tanıtmak için 5G Otomotiv Birliği'ni (Anonim, 2019c) kurmuşlardır. Avrupa Birliği, 2020 yılına kadar 5G hizmetlerinin hayata geçirilmesini beklemektedir (Negreiro, 2017). Ancak gerçekte gereken altyapıyı tam olarak uygulamak birkaç yıl alabilecektir.

V2X standardı ve zamanlaması ile ilgili belirsizlik olduğu sürece, otomobil üreticileri Avrupa pazarı için V2X güvenlik fonksiyonlarına öncelik vermiyor gibi görünmektedir. Bununla birlikte, 2024 itibariyle teknolojik belirsizliğin çoğunun çözülmesi ve yalnızca talep belirsizliğinin netleşmesi beklenmektedir. Euro NCAP, V2V ve V2X teknolojilerinin araç yolcuları, korunmasız yol kullanıcıları ve motorlu iki tekerlekli araçlara yönelik güvenlik potansiyelini kabul etmektedir. Araç tarafındaki teknolojinin kullanılabilirliğini desteklemek için, V2X teknolojisinin çeşitli unsurlarının derecelendirme sistematığında yer alması planlanmaktadır.

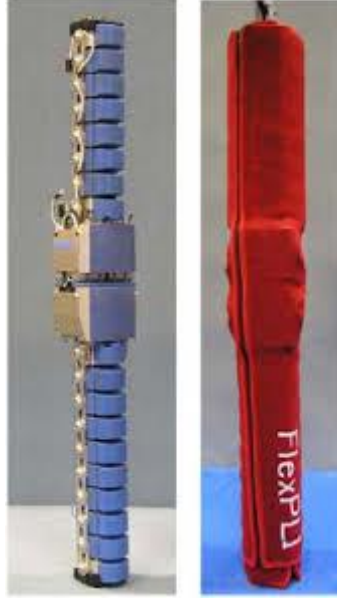
İkincil güvenlik

Kırbaç etkisi/arkadan çarpma koruması

Euro NCAP'in arkadan çarpışmada kırbaç etkisine karşı sağlanan korumanın bir değerlendirmesini yapması yaklaşık on yıl olmuştur. Bu derecelendirmeler ile gerçek dünya performansı arasındaki korelasyonun bir incelemesi yapılmış ve gerçek dünyadaki etkinliği önemli ölçüde azaltmadan kriterlerin ve darbelerin sayısının azaltılabileceğini göstermektedir. 2018 için yapılan testlerin planlı olarak yeniden değerlendirilmesi 2020'ye ertelenmiştir. Bu gözden geçirme daha yüksek bir enerji testine gerek olup olmadığı hususunu da netleştirecektir.

Yaya ve bisikletli güvenliği

Mevcut yaya çarpma testleri, Flex PLI isimli, çocuk ve yetişkin kafa çarpma tertibatlarını, üst bacak çarpma tertibatını ve yaya bacak çarpma tertibatını kullanır. Flex PLI ile yaya diz dokularındaki ve kaval kemiğindeki yaralanmalar değerlendirilebilir. Bununla birlikte çarpma tertibatı, yaya gövdesini temsil eden bir üst vücut kütlesi olmadan, alt ekstremitelerin uyluk kısmına gelen yaralanmalarla ilgili herhangi bir bilgi vermemektedir. Mevcut çarpma tertibatı testi normalde meydana gelen yüklemeyi tam olarak temsil etmemektedir. İki bağımsız araştırma çalışması (Anonim, 2017h), (Konosu ve ark., 2016); insan bacağına bir üst vücut kütlesiyle birlikte temsil eden bir bacak çarpma tertibatı kullanarak, mevcut üst ve alt bacak şekli testlerinin revize edilmiş bir test ile değiştirilmesinin mümkün olduğunu göstermiştir.



Şekil 3.23. FlexPLI çarpma tertibatı

Euro NCAP ayrıca, yayalara karşı çarpma testlerini, zarar görebilecek yol kullanıcılarının ikinci büyük grubu olarak bisikletçiler için geçerli ortam koşullarını içerecek şekilde değiştirmeyi hedeflemektedir. Son araştırmaların bulguları ve mevcut yaya koruma gerekliliklerine dayanarak, yayalar ve bisikletliler için ortak kafa testi sınır koşulları elde edilip mevcut gereksinimler değiştirilmesi ve iki paralel test prosedürünün kullanımda olması önlenebilecektir.

Üçüncül güvenlik

Kurtarma, çıkarma ve güvenlik

Kurtarma hizmetleri, sıkışmış yolcuları mümkün olduğu kadar çabuk ve güvenli bir şekilde çıkarmak için ayrı ayrı araçların inşası ile ilgili ayrıntılı fakat kolayca anlaşılabilir bilgiler gerektirir. Araçlar güçlendikçe (örneğin yüksek mukavemetli çeliklerin veya kompozit malzemelerin kullanımı), farklı güç kaynaklarını (ör. elektrik/hibrit, hidrojen) kullandıklarında ve artan sayıda güvenlik cihazı (ör. hava yastıkları, ön gergiler) ile donatıldıkça bu durum daha da artmaktadır. Son yıllarda otomobil üreticileri kurtarma belgeleri hazırlamış olsa da bunların kullanılabilirliği ve yayılması her zaman garanti edilememektedir. Euro NCAP, Uluslararası İtfaiye ve Kurtarma Hizmetleriyle (CTIF) iş birliği içinde, ISO uyumlu kurtarma belgelerinin uygun şekilde kullanıma sunulması hususunda çaba gösterecektir (Anonim, 2017).

Euro NCAP'ın test ve incelemeleri halihazırda, kapı açma kuvveti gibi sıkışıp kalma ile ilgili hususların bazı değerlendirmelerini içermektedir. İnceleme prosedürü, sıkışmaları önlemede olduğu gibi bataryaların, hidrojen yakıt hücrelerinin ve tankların güvenliği gibi diğer ilgili alanları içerecek şekilde genişletilecektir.

Çocuk varlık tespiti

Gözetimsiz bir çocuğu park edilmiş bir arabada bırakmak, birkaç dakika bile olsa, sıcak çarpmasına ve ölüme neden olabilir. Araçla ilgili sıcak çarpmasından kaynaklanan çocuk ölümleri kazalardan kaynaklanandan daha az sıklıkta görülüyor olsa da tamamen önlenemez olduğundan özel bir ilgiyi hak etmektedir.

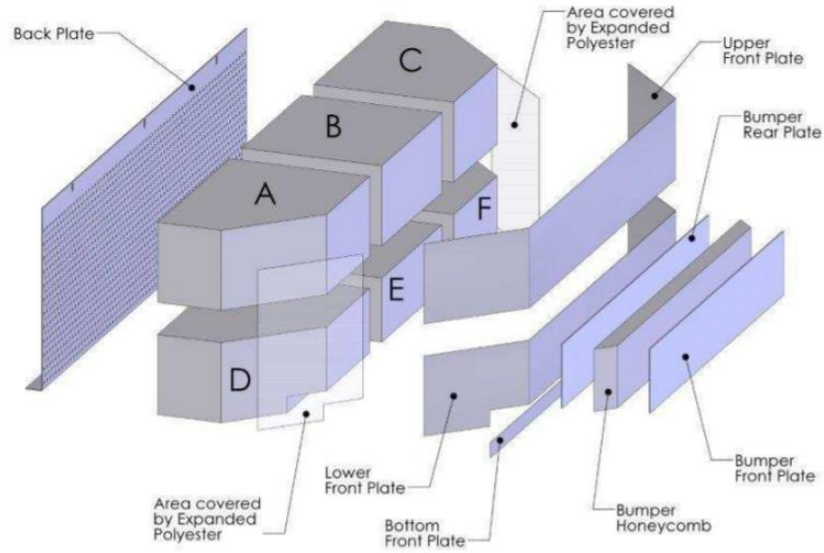
Yüksek sıcaklıklara karşı toleransı düşük olduğu için, çocukların hiçbir zaman arabada gözetimsiz bırakılmamasını gerekmektedir. Bir çocuğun araçtaki varlığını izleyebilen ve durumun tehlikeli hale gelmesi durumunda araç sahibini veya acil durum servislerini uyaran teknolojik çözümler mevcuttur. Euro NCAP, bu gibi çözümler sunan üreticileri ödüllendirecektir (Anonim, 2017).

Prosedür güncellemeleri

2020'de off-set deforme edilebilir bariyer testi, THOR-50M Antropomorfik Test Cihazı'nın (Şekil 3.24.) kullanılacağı mobil kademeli bariyer testi ile değiştirilecektir. Aynı zamanda, yan çarpma bariyer kütlesi (AE-MDB) (Şekil 3.25.) ve test hızı gözden geçirilecek ve yetişkin yolcu koruma puanına uzak taraf koruma değerlendirmeleri eklenecektir.



Şekil 3.24. THOR-50M test cihazı



Şekil 3.25. AE-MDB yan çarpma bariyer kütlesi

Çocuk yolcu koruma testi ve değerlendirmesi, geçersiz durumdaki düzenlemeye yapılan atıflardan arındırılarak yeni düzenleme ile tam olarak uyumlu hale getirilecektir.

Ayrıca, pazara giren sistemlerin yeteneklerindeki ilerlemeleri yansıtmak için hız yardımı ve şerit destek sisteminin değerlendirme protokollerinin adım adım güncellenmesi değerlendirilmektedir. Hız yardımı sistemleri söz konusu olduğunda, “Tek yön”, “Giriş

yok”, “Dur” veya “Yol ver” gibi trafik işaretlerinin sistem tarafından tanınması için teşvikler eklenmesi düşünülmektedir. Şerit destek sistemlerinin ise acil durum şerit koruma özelliği, sollama esnasında motosiklet ile karşılaşma ve eğimli yol koşullarında deneme gibi ek özelliklere önem verilerek daha sıkı bir şekilde değerlendirilmesi de planlar arasındadır.

Güvenlik konusundaki teknolojik gelişmeler araç ve ulaşım sistemlerine girmeye artan bir hızla devam etmektedir. Bunlara bağlı olarak metodoloji ve ilkeler konusunda yeni sorular ortaya çıkacaktır. Örnek olarak yüksek derecede otonom sürüş çözümleri için radikal olarak farklı oturma düzenleri ve güvenlik konseptleri ile karşılaşıldığında bunların etkili bir şekilde nasıl değerlendirilebileceği henüz belirsizliğini korumaktadır. Bu gibi sebeplerden dolayı gelecekte bugün kıyasla oldukça farklı değerlendirme ilke ve yaklaşımlar ile karşılaşmak mümkündür.

Diğer hususlar

Kamyon etiketi

2011 yılında AB’de, 3,5 tondan fazla ağırlığa sahip ağır yük taşıtları içeren çarpışmalarda 4.252 ölüm olmuştur. Bu, o yıl Avrupa’da trafik kazalarında öldürülen 27.000 insanın yüzde 18’ini temsil etmektedir (Wismans, 2016). Kayıpların en büyük kısmı, çoğunlukla kırsal bölgelerde meydana gelen bir kamyonu çarpan araba kazalarındaki yolculardır. Bunu, %60’ı kentsel alanlarda meydana gelen zarar görebilecek yol kullanıcıları ile olan kazalar izlemiştir. Kamyon yolcuları en düşük ölüm oranını temsil etmektedir.

Kamyonlar, kayıtlı araçların yaklaşık %5’ini, tüm yaralanmalı kazalarının yaklaşık %4’ünü, ancak ölümcül yol kazalarının yaklaşık %15’ini temsil etmektedir. Bu veriler, çarpışmalara diğer araç türlerine göre daha fazla dahil olmadıklarını, ancak yaptıklarında çarpışmanın ölümle sonuçlanma ihtimalinin çok daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, kamyonlar yol güvenliği üzerinde orantısız derecede olumsuz bir etkiye sahiptir. Bu aşırı etki büyüklüğü, ağırlığı ve tasarlanma şekli ile bağlantılıdır. Yüksek oturma pozisyonu ve araçlarının kabin şekilleri nedeniyle, kamyon şoförleri çok zayıf bir görüş alanına sahiptir. Bu durum özellikle yerleşik bölgelerde kör nokta kazalarına neden olur ve çarpışmalar gerçekleştiğinde, zarar görebilecek yol kullanıcıları genellikle tekerlekler tarafından ezilmektedir.

Binek araç dışındaki araçların güvenliğini artırmak için geleneksel ve gelişen teknolojilerin kullanılması için fırsatlar tartışılmaktadır. Yakın tarihli bir ACEA raporu (Wismans, 2016), aşağıdakileri maliyet-fayda anlamında avantaj sağlayacak etkili karşı önlemler olarak tanımlamıştır:

- Arabaları ve zarar görebilecek yol kullanıcılarını tespit edebilen acil fren sistemleri;
- Uzatılmış esnek ön tampon koruması;
- Şerit tutma desteği ve görünürlük desteği (kör noktaları azaltmayı amaçlayan);
- Hız destek sistemleri.

Tahsis edilmiş bir kamyon etiketi, güvenlik değerlendirmesi kapsamına girmeyen yeni bir araç kategorisini hedef alan bağımsız bir araç olacaktır. Güvenlik donanımlarına ilişkin tanımlanan etiket şu hususların hayata geçirilmesinde rol alabilir:

- Pazara sızma sürecini hızlandırıp daha güvenli araç ve teknolojilerin maliyetini azaltabilir. Bu yaklaşımla Avrupa'daki talep, araç üreticilerinin güvenlik sistemlerini uygulaması için ticari olarak cazip olacak şekilde genişletilecektir. Aynı zamanda üreticiler arasındaki rekabet gücünü artıracak ve onları rakiplerinden daha güvenli kamyonlar yapmaya teşvik edecektir.
- İdari engelleri azaltarak kentsel araç güvenliği sistemlerini kullanmak ve ölçeklendirmek için daha fazla otorite ve operatöre izin verilebilecektir.
- Farklı Avrupa şehirlerinde ve arasında faaliyet gösteren şirketler için (şu anda farklı gereksinimlere sahip olan) idari yükü azaltabilecektir.
- Genel Güvenlik Düzenlemesi veya UNECE süreçleri gibi düzenleyici çabaları tamamlayıp güçlendirebilecektir.

Motorlu iki tekerlekçiler

Son yıllarda, motosikletler ve motorlu bisikletler Avrupa şehirlerinde önemli bir popülerlik kazanmıştır. Motorlu iki tekerlekli sürüş; fiyat, park kolaylığı, hareketlilik gibi avantajları sayesinde bir otomobil sahibi olmaya göre ön plana çıkmaktadır. Bununla birlikte otomobillerle karşılaştırıldığında, daha savunmasız ve orantısız derecede yüksek ölümcül ve ciddi kazalara maruz kalmaktadırlar. Bugüne kadar motosikletlerin güvenliği binek araçların güvenliği kadar iyileşmemiş durumdadır.

Kilitlenme önleyici frenleme, elektronik stabilite kontrolü, çekiş kontrolü ve motorlu iki tekerlekli araçların durumunun iyileştirilmesine yardımcı olacak diğer güvenlikle ilgili donanımlar gibi teknolojiler yıllardır mevcut olmasına rağmen pahalı olmaları sebebiyle çoğu zaman üst seviye pahalı motosikletlerde görülmektedir. Motorlu iki tekerlekli araçların güvenliği; otomobil ve motosiklet endüstrileri arasında daha yakın iş birliği ve sürücüler arasında en son güvenlik yeniliklerinin potansiyel faydaları konusunda daha fazla farkındalık gerektiren acil bir sorundur.

Binek araçlar için geliştirilen güvenlik çözümlerinin çoğalmasıyla motosikletler için de güvenlik donanımlarının doğrudan ve dolaylı olarak geliştirilmesi mümkün olacaktır.

Siber güvenlik

Arabalar gittikçe daha fazla birbirine bağlandıkça ve internet üzerinden veri alışverişine gittikçe daha açık oldukça, bilgisayar korsanlığı ve siber saldırılara karşı daha savunmasız hale gelmektedir. Bazı araç kontrollerinin uzaktan manipüle edildiğine dair vakalar halihazırda bildirilmiştir. Bu zayıflığın, güvenliği tehlikeye atmak için kötü niyetli bir şekilde kullanılabilceği endişesi de artmaktadır.

ISO 26262 (Otomotiv Fonksiyonel Güvenliği) revizyonu geliştirme çalışmaları devam etmektedir. ISO (21434) ile SAE (J3061) arasında ortak bir çalışma grubu bir otomotiv siber güvenlik standardı geliştirmeye başlamıştır (Barber, 2018). Bu çalışma, bir siber güvenlik süreci çerçevesi sağlayacak ve şirketlerin tüm geliştirme yaşam döngüsü süreci boyunca siber-fiziksel araç sistemleri için güvenliği tasarımlarına yardımcı olacaktır. Bu konu aynı zamanda, WP29 / ITS-AD grubu Şemsiyesi altında (Akıllı Ulaştırma Sistemleri-Otonom Sürüş Konusunda Gayri Resmi Çalışma Grubu, 2017), BM Siber Güvenlik ve Kablosuz İletişim ile ilgili görev grubu tarafından tartışılmaktadır.

Euro NCAP, bu standartların ve düzenlemelerin nasıl geliştiğini ve sektörün nasıl tepki verdiğini izlemeye devam edecektir. Euro NCAP, ilgili gereklilikler uyarınca araç üreticilerinden asgari düzeyde siber güvenlik sunduklarını göstermelerini isteyebilir.

3.7.2. Elektrik enerjisi depolama

Genel bakış

Mevcut lityum iyon bataryaların sonraki süreçte de pazara hâkim olması muhtemeldir. Gelecek için belirlenen hedeflere ulaşmak için; hücre kimyası, batarya yönetimi ve üretim süreçleri; enerji yoğunluğu, güç yoğunluğu ve maliyet konularını iyileştirmek için geliştirilmeli ve ticarileştirilmelidir.

Batarya hücrelerindeki gelişmelerin yanında üreticiler için paket düzeyinde yenilikler de endüstrinin ilerlemesi için aynı derecede önemlidir. Hücrelerin bir araya getirilirken hızlı ve yüksek şarj kabiliyetine sahip olması ve şeklen de uygun özelliklere sahip olması git gide daha fazla önem kazanmaktadır.

Sürdürülebilir bir batarya tedarik zincirinin kurulmasındaki en büyük uzun vadeli zorluklardan biri batarya üretiminin yaşam döngüsü etkisini en aza indirmektir. Mevcut koşullarda, yaşam sonu geri dönüşümü için sürdürülebilir, yüksek hacimli bir çözümün mevcut olmaması önemli sorunlardan birisidir.

Gelecekteki ana otomotiv taleplerini karşılamak için, maliyet, enerji yoğunluğu ve geri dönüştürülebilirlik konusunda önemli iyileştirmeler yapılması gerekmekte olduğundan genellikle uzun vadeli hedefler bunlara yönelik belirlenmiştir. Depolama sistemi hedefleri araç tipine bağlı olarak daha çok enerji odaklı veya güç odaklı olabilmektedir (ör. hibrit araç için güç odaklı, bataryalı elektrikli araç için enerji odaklı gibi). Gerek batarya üreticileri gerekse de araç üreticilerinin hem batarya hücrelerinin hem de toplam paketin kapasite ve tasarımında ortak hedefler doğrultusunda çalışması önem taşımaktadır.

Lityum iyon teknolojisindeki hızlı gelişmeler bazı batarya kimyalarını değiştirebilme potansiyeline sahipken aynı zamanda kurşun asit bataryalar üzerinde araştırmaların da devam ettiği bilinmektedir.

Kurşun asit bataryalar, yakın gelecekte 12 V uygulamalar için en uygun maliyetli çözümü sunmakta ve devam eden geliştirme çalışmaları neticesinde bazı hibrit araçlarda da kullanılma potansiyellerini korumaktadır.

Bununla birlikte, lityum iyon bataryaların maliyeti yeterince hızlı düşerse veya 48 V standart voltaj seviyesi olursa, lityum iyon geleneksel kurşun asit bataryalara meydan

okuyabilir. Hyundai, lioniq hibrit modelinde kurşun asit batarya yerine bir 12 V lityum iyon bataryaya yer vermiştir (Atiyeh, 2017).

Dünya genelinde (özellikle Japonya, Çin) nikel metal hidrit bataryaların yüksek üretim hacmine rağmen, bu kimyasal yapının yavaş yavaş bitmesi beklenmektedir. Bunun nedeni, az bulunan element içeren batarya türlerinden birisi olması ve mevcut lityum iyon bataryaların gelişmiş performans sergilemesidir.

Hücre malzemeleri

Mevcut grafit anot teknolojisinin optimize edilmesi lityum bazlı katotlardaki gelişmeleri tamamlayacak, ancak yeni kimyasal yapılar geliştirildikçe ve şarj oranları arttıkça yeni anot teknolojilerine ihtiyaç duyulacaktır.

Grafit, uzun yıllardır son teknoloji ürünü anot malzemesi olmuştur. Ancak otomotiv sektörünün daha yüksek enerji yoğunluğu ve daha hızlı şarj oranları talebi, gelişmiş anot teknolojisi araştırmalarını teşvik etmektedir. Örneğin silisyum eklemek veya sert karbon kullanımını araştırmak gibi bir dizi kısa vadeli artış mümkün olsa da hacimsel genişleme ve azalan kullanım ömrü nedeniyle eklenebilecek silisyum konsantrasyonlarının sınırlı olması gibi dezavantajlar bulunmaktadır (Anonim, 2019ç).

Yeni katot malzemelerinin etkili bir şekilde çalışabilmesi için yeni anotlar gerekecektir. Örneğin sodyum iyonu, olumsuz termodinamik özelliklerden dolayı grafit içine çok iyi bir şekilde karışmaz (Moriwake ve ark., 2017). Kalay, antimon veya metal oksitler gibi yeni anot malzemelerinin, sodyum iyon bataryaların daha etkili çalışması için ticarileştirilmesi gerekir. Benzer şekilde, katı hal bataryalarının başarıyla ticarileştirilmesi için, katı elektrolitle birlikte yeni lityum metal anotların geliştirilmesi gerekir.

Lityum bazlı katotlar kısa vadede baskın tercihtir. Ancak maliyet düşürme, daha iyi enerji/güç yoğunluğu ve daha fazla geri dönüştürülebilirlik sağlamak için yeni katot malzemeleri gerekebilecektir.

Mevcut lityum iyon hücrelerinde katot malzemelerini ve yapılarını optimize etmek, kısa vadede otomotiv batarya paketlerini iyileştirmek için önemli bir strateji olacaktır. Örneğin, nikel ve kobalt içeriğinin artırılması, enerji yoğunluğunun artmasını sağlar, ancak maliyetleri önemli ölçüde yükseltir ve üreticileri ham madde fiyat artışlarına maruz

bırakır. Eğer maliyeti düşürmek öncelikli ise, daha düşük enerji yoğunluğu pahasına demir gibi daha bol malzemeler kullanılabilir.

Önceliğin düşük maliyet, daha iyi enerji yoğunluğu veya daha yüksek güç yoğunluğu olmasına bakılmaksızın uzun vadeli hedeflere ulaşmak için yeni katot yapıları ve malzemeleri gerekecektir. Yüksek enerji yoğunluğuna sahip bataryalar için, lityum kükürt, çok değerlikli kimyasallar gibi yeni kimyasal yapıları ticarileştirmek için katot geliştirme ve üretim süreçlerine geçiş gerekecektir (Anonim, 2019ç).

Anot ve katodu oluşturmak için gerekli olan bağlayıcı, çözücü ve katkı maddelerinin içeriği azaltılacaktır. Batarya elektrotlarının üretilmesi, bir bulamaç oluşturmak için bağlayıcıların, çözücülerin ve katkı maddelerinin kullanılmasını gerektirir. Böylece aktif malzeme mevcut kolektöre bağlanır (tipik olarak anottaki bakır folyo ve katottaki alüminyum folyo). Bu malzemelere, aktif olmayan veya dolaylı malzemeler denir, çünkü batarya hücrelerinin üretimi için gerekli olmasına rağmen hücre performansına katkıları yoktur. Bu malzemelerin içeriğinin azaltılması, üretim süreci adımlarını azaltabilir ve aynı zamanda maliyetleri düşürürken performansı artırabilir. Uzun vadede, bağlayıcı malzemenin bir sıvı katkı maddesinden kuru parçacık kaplamaya geçirilmesi performansı önemli ölçüde artıracaktır ve hücrede aktif madde oranını iyileştirebilecektir (Daniel, 2015).

Sıvı elektrolitler, otomotiv lityum iyon hücrelerinin hızlı bir şekilde ticarileşmesi için nispeten düşük maliyetli bir yol sağlamıştır. Ancak katı hal elektrolitler hücre performansında iyileştirme sunabilir.

Bir lityum iyon hücresinde elektrolit, katot ve anot arasında pozitif lityum iyonları taşır. Elektrolitin performansı, bataryanın mevcut yoğunluğunu ve güvenilirliğini güçlü şekilde etkiler. Kısa vadede, yüksek saflıkta, daha kararlı ve daha yüksek voltajlı elektrolitler, iletkenliği (verimliliği etkileyen), termal performansı ve lityum iyon hücrelerin sağlamlığını geliştirmek için anahtardır (Anonim, 2018ç).

Yeni anot ve katot malzemeleri için, çok daha yüksek sıcaklıklarda çalışan, kendi kendini iyileştiren ve çok yüksek iletkenlik gösteren yeni nesil sıvı elektrolitler (örneğin, iyonik sıvı elektrolitler) gerekecektir.

Başarılı bir şekilde ticarileşirse, katı hal elektrolitler sıvı bazlı elektrolitlerden daha fazla stabilite, daha uzun batarya ömrü ve daha yüksek enerji yoğunluğu sunabilecektir (Anonim, 2019e). Ancak teknolojinin erken ürünleri ağır olmaya meyillidir ve şu anda yüksek voltajlarda sıvı elektrolitlerin iyonik iletkenliği ile eşleşmemektedir. Katı hal bataryaları, yalnızca bilimsel olarak değerlendirildiği ve küçük ölçekli olarak üretildiğinden dolayı gelecekte geleneksel lityum iyon ile rekabet edebilmesi için önemli üretim yeniliklerine ihtiyaç duymaktadır.

Mevcut lityum iyon hücrelerinde güvenlik açısından kritik rol üstlenen ayırıcılar şu önemli işlevleri yerine getirir: Anot ve katot için fiziksel bir bariyer sağlanması, termal kaçakların önlenmesi ve iyonların anot ve katot arasında hareket etmesine izin veren bir elektrolit haznesi tutulması. Bir ayırıcı oldukça gözenekli, iyi bir elektronik yalıtkan ve iyi bir iyonik iletken olmalıdır (Anonim, 2019d).

Üreticiler hücre akım yoğunluğunu arttırdıkça, lityum iyon batarya paketlerinin güvenliğini korumak, daha zorlu çalışma koşullarında daha ince, ısıyı daha hızlı dağıtan ve kimyasal parçalanmaya karşı dirençli olan ayırıcılar kullanmak gerekmektedir. Uzun vadede endüstri alternatif batarya kimyasına geçerken, daha fazla işlevsellik sağlayan yeni malzemelerle birlikte ayırıcıların daha da gelişmesi gerekecektir. Örneğin Li-S gibi ileri kimyasallar, kapasitenin azalmasına yol açabileceğinden, katot ve ayırıcı arasında iyon birikmesini önlemeye yardımcı olmak için farklı ayırıcılar gerektirebilir.

Modüller, paketler ve batarya yönetim sistemleri

Geliştirilmiş ürün yelpazesi, düşük maliyet ve daha hızlı şarj oranları istekleri; yenilikçi batarya paketi tasarımları, artan paket yoğunlukları ve yenilikçi hücre modülü paketi konseptlerini teşvik edecektir.

Şarj edilebilir hibrit ve bataryalı elektrikli araçların sayısı arttıkça, batarya paketlerinin çok daha yüksek hacimlerde üretilmesi gerekecektir. Batarya paketlerinin yüksek üretim hacimlerinde uygun maliyetle monte edilmesi kilit bir zorluk olarak değerlendirilmektedir. Mevcut üretim tesisleri, yüksek temizlik seviyeleri gerektirmekle birlikte ve bu tarz bir üretim için yüksek işletim maliyetlerine sahiptir.

Üretim zorlukları ışığında, mevcut üretim süreçlerinin verimliliğini en üst düzeye çıkarmak, kısa vadede maliyetleri düşürmek için önemli sayılmaktadır. İlişkili

sektörlerden gelen yardımın artırılması, kritik süreçler için bir kolaylaştırıcı olarak kullanılabilir.

Uzun vadede batarya paketlerinin karışık hücre tipleri için (ör. yüksek güç ve yüksek enerji yoğunluğu karışımı) uygun olması ya da süper kapasitörler kullanılmasının gerekebileceği öngörülmektedir. Bunların mevcut üretim süreçlerini kullanması veya bu yeni kavramları gerçekleştirmek için yeni süreçlere ihtiyaç duyulması ihtimalleri mevcuttur.

Batarya yönetimindeki gelişmeler, özellikle de gelişmiş termal yönetim stratejileri sunmak için, batarya performansı artırılmadan önce gerekli olacaktır. Geleneksel lityum iyon veya yeni nesil kimyasal yapıların, batarya hücrelerinin maksimum verimlilikle çalışabilmelerini sağlamak için paket düzeyinde yarıya ihtiyaçları vardır (Anonim, 2019f). Batarya yönetim sistemlerindeki ve özellikle termal yönetim stratejilerindeki gelişmeler, güvenliği artırmaya ve batarya ömrünü uzatmaya önemli katkı sağlayacaktır.

Zamanla, batarya yönetim sisteminin modül seviyesinde ilgili değerleri pasif olarak algılama yerine aktif olarak performansı tahmin etmek ve kendi kendine parametreleştirmeye geçişi beklenebilir. Bu değişim, her bir hücre içindeki gömülü sensörlerden gelen verilerle veya hücre özelliklerini tahmin etmek için basit yöntemler kullanan ancak hücre kimyasını anlamak için gelişmiş modelleme yeteneğine ihtiyaç duyan sanal sensörleri kullanarak elde edilebilir. Gelişmiş bir batarya yönetim sistemi ayrıca her bir hücrenin sıcaklığını kontrol ederek daha iyi hedeflenmiş termal yönetim stratejileri sağlar ve böylece durumuna göre bireysel olarak optimize edilebilir.

Geri dönüşüm ve yaşam döngüsü yönetimi

Bataryaların uygun şekilde geri dönüştürülmesi veya yeniden kullanılması amacıyla birçok sektörün harekete geçirilmesi ile güvenilir bir uzun vadeli aktarma organı çözümü elde edilebilecektir.

Otomobil ömrünün sonuna ulaştığında, otomotiv batarya paketleri için iki ana olasılık ortaya çıkmıştır. Bunlardan ilki, bataryayı ev enerji depolaması veya şebeke dengeleme gibi ikinci yaşam uygulamaları için tekrar kullanmaktır.

İkinci seçenek, batarya paketlerini geri dönüştürmek ve malzemeleri yeni bataryaların üretiminde yeniden kullanmaktır. Batarya geri dönüşümü için kabaca iki yaklaşım vardır: Miktar odaklı dönüşüme yönlendirebilecek erken aşama standardizasyonu ve farklı batarya kimyasal yapıları için özel işlemler. Mevcut piyasa eğilimleri, üreticilerin çeşitli lityum iyon varyasyonları kullandıklarını ve bunun devam edeceğini göstermektedir. Bunun anlamı, her bir varyasyon için kayda değer geri dönüşüm işlemlerinin gerekli olacağı ve önemli ek maliyetler gerektireceğidir. Bu nedenle hücrelerin yeniden üretim için tasarlanması, geri dönüşüm işlemlerinin maliyetini en aza indirmek için çok önemli olacaktır.

Genel değerlendirme

Bataryalar elektrikli bir aracın tanımlayıcı bir bileşenidir ve sürdürülemez malzemeler veya üretim süreçleri kullanmadan önümüzdeki yıllarda maliyet ve enerji yoğunluğunda performanslarını katlamaları gerekecektir.

Kısa vadeli hedefler, elektrikli araçların yaklaşmakta olan talebi karşılamak için mevcut lityum iyon hücrelerini ve ambalaj teknolojilerini optimize etmeye odaklanmaktadır. Bu nedenle kısa vadede listelenen zorluklar büyük ölçüde üretim ile ilgili hususlardır. Bunlara örnek olarak anot ve katotların kimyasal bileşiminin optimizasyonu ve batarya paketlerinin sağlığının yönetilmesi gibi teknik detaylar verilebilir.

Zaman ilerledikçe ve gelecekteki performans gereksinimlerini karşılamaya yönelik potansiyel yollar farklılaştıkça, daha derin teknik ve üretim zorlukları ortaya çıkacaktır. Belki de en önemli uzun vadeli değişim, odak noktasının kullanım performansını iyileştirmekten batarya üretiminin toplam yaşam döngüsü etkisine kaymasıdır. Bu yaklaşım sadece otomotiv endüstrisini geri dönüşüm tesislerini büyütme için değil aynı zamanda bataryalarda kullanılan kimyasalların sürdürülebilir bir şekilde tedarik edilmesi ve üretilmesi için de teşvik eder.

Özet olarak önümüzdeki dönemde aşağıda ana hatlarıyla belirtilmiş olan araştırma temalarına yoğunlaşılması beklenmektedir:

- Uygun maliyetli batarya paketleri
- Güvenliğin geliştirilmesi

- Hızlı şarj kabiliyeti
- Yüksek güç uygulamaları için güç yoğunluğunun artırılması
- Mevcut lityum iyon yapılarda enerji yoğunluğunun artırılması
- Sanal ve gerçek doğrulamalar yoluyla batarya paketlerinin ömür ve performanslarının daha iyi tahmin edilebilmesi
- Batarya kütle ve hacminin azaltılması
- İşletme sıcaklık aralığı ve termal yönetim sisteminin verimliliğinin artırılması
- Batarya yönetim sistemlerinin geliştirilmesi
- İmalat hız, kalite, maliyet ve sürdürülebilirlik konularının iyileştirilmesi
- Yeni nesil batarya kimyalarının çalışılması
- Araçtaki ömrü bittikten sonra bataryaların kullanım şekillerinin çalışılması
- Geri dönüşüm stratejilerinin belirlenmesi

3.7.3. Elektrik motorları

Genel bakış

Otomotiv endüstrisi; üst seviye uygulamalar için performans artışı, genel pazar için maliyet azaltımı ve yaşam döngüsü boyunca çevresel etkileri asgariye indirmek gibi farklı türde performans gereksinimlerini karşılamak için çeşitli elektrik motoru mimarilerine odaklanmaktadır.

Mevcut elektrik motoru tasarımları maliyetleri düşürmek veya performansı artırmak için optimize edilebilir. Ancak mevcut pazarın olgunlaşmasına paralel olarak sistem seviyesindeki faydaları ve değişimleri anlamak için güç elektroniği ve motor ile ilgilenen birimlerin daha yakın iş birliğine ihtiyaç duyulacaktır.

Uzun vadeli performans ve maliyet hedeflerine ulaşmak için yeni malzemeler ve üretim süreçleri takip edilmeli, metalürji üreticileri ve üretim ekipmanı tedarikçileri gibi ilişkili sektörlerle birlikte çalışma yapılmalıdır.

Günümüzde elektrik motorlarının üretiminde çevre üzerinde olumsuz etkisi olan malzemeler ve üretim süreçleri kullanılabilir. Bu nedenle kullanım ömürleri sonunda onları geri kazanmak ve geri dönüştürmek için yenilikçi süreçlere ihtiyaç vardır.

Makine mimarisi

Kısa vadede mevcut makineleri optimize etmek, maliyetleri düşürmek ve yerleşik makine mimarileri içindeki performansını iyileştirmek için bir dizi strateji kullanılacaktır.

Mevcut motorlar, sıcaklık dağılımını tam olarak simüle edebilen yüksek kaliteli termal modelleme ile daha yüksek performans için yeniden tasarlanabilir. Bir motordaki kilit noktaları anlamak, daha detaylı termal yönetim sağlar. Daha yüksek hızda çalıştırma, yeni rulmanlar, daha kompakt motorlar ve daha hızlı invertör anahtarlama frekansları performansı artırmak için potansiyel seçeneklerdir (Vogel, 2014).

Gelişmiş yüksek performanslı motor tasarımları yakında piyasaya sürülecek olsa da düşük maliyetli tasarımlar ancak yeni malzemeler ve üretim teknikleri ile uzun vadede mümkün olacaktır.

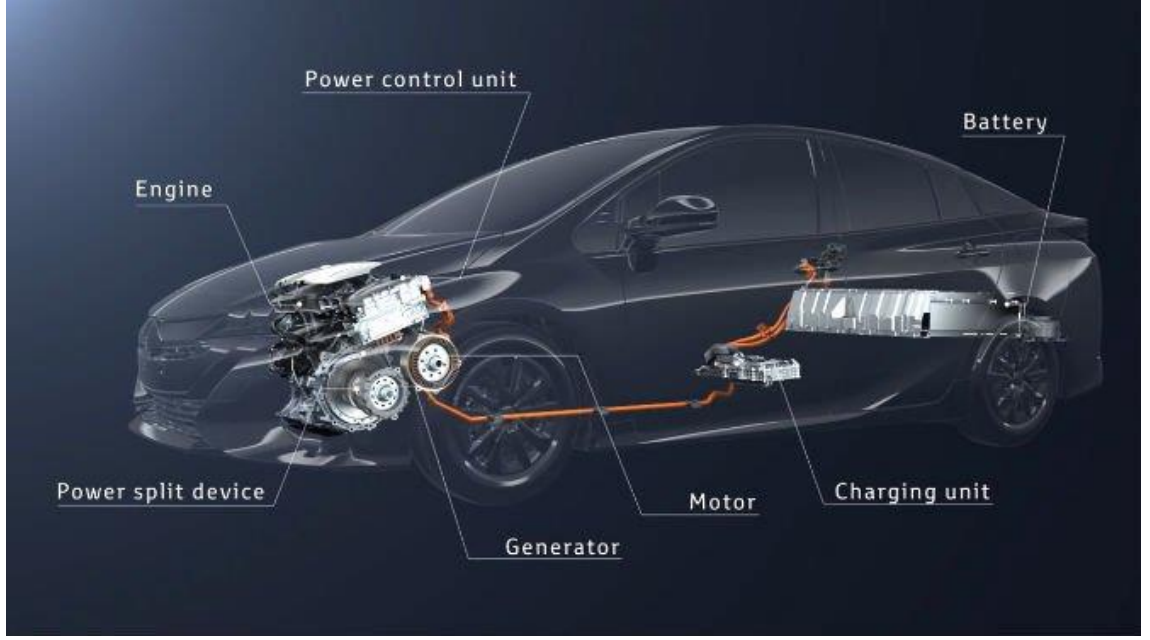
Geleneksel olarak otomotiv uygulamalarında kullanılmayan gelişmiş mimariler araştırılmakta ve hayata geçirilmeye yaklaşmaktadır. Bu yeni elektrikli makine tasarımları daha çok ağır vasıtalar veya yüksek performanslı binek otomobiller gibi daha özel uygulamalar içindir. Mimariler, taşıtlara entegrasyon yöntemleri (örneğin tekerlek göbeği motorları gibi) veya yeni manyetik/mekanik tasarımları (yani eksenel, radyal ve enine akı motorları) ile tanımlanabilir. Güç elektroniğinin artan performansı, motor mimarisinin performansını daha da arttırarak daha yüksek performans uygulamaları için uygun hale getirecektir (Anonim, 2018ç).

Uzun vadede hem teknoloji hem de üretim yenilikleriyle daha düşük maliyetli elektrikli makinelere ulaşılabilir. Üretimdeki yenilikler arasında, üretim verimliliğini arttıracak yüksek hassasiyetli, otomatik üretim ekipmanlarının çoğaltılması ve ayrıca ilave maliyet azaltımı sağlayan üretim aşamalarının azaltılması gibi örnekler verilebilmektedir.

Entegrasyon

Elektrikli motorlar kısa vadede, emisyon ve CO₂ azaltımı elde etmek için mevcut güç aktarma mimarileri ile daha iyi bütünleşecektir.

Toyota Prius gibi mevcut tam hibrit mimariler, içten yanmalı motor ve elektrikli motorun olgunlaşmış entegrasyon seviyelerine ulaşmıştır. Şekil 3.26.'da Toyota Prius'un hibrit sisteminin ana bileşenleri bir arada görülmektedir (Nisewanger, 2016).



Şekil 3.26. Toyota Prius hibrit sistem ana bileşenleri

Kısa vadede, mevcut 12 V alternatörlerin yerini 48 V mimarisi alacak ve yeni sürüş çevrimleri ve test prosedürleri altında yakın CO₂ hedeflerine ulaşmak için önemli yakıt tüketimi iyileştirmeleri sağlayabilecektir. Bununla birlikte orta vadede, daha büyük veya potansiyel olarak çok sayıda elektrikli motor gerektiren yeni mimariler gereği hafif hibritlerin farklı noktalara monte edilebilen elektrikli motorları, yeni yanma stratejileri içeren içten yanmalı motor ve şanzıman ile birlikte geliştirilmelidir.

Ağır hizmet uygulamaları için, elektrikli motorların volanlar ve hidrolik sistemler gibi diğer enerji depolama mekanizmalarıyla daha yakın entegrasyonu da gerekebilir.

Bataryalı elektrikli ve şarj edilebilir hibrit araç platformları daha sofistike hale geldikçe, motor ve güç elektroniğinin daha yakın entegrasyonu beklenmektedir. Hem elektrik motorunun hem de güç elektroniğinin tek bir üniteye entegre edilmesi, üreticilerin maliyetleri ve paketleme (packaging) gereksinimlerini azaltması için potansiyel bir yoldur. 48 V mimarileri için, invertör ve motorların tek bir yuvaya entegre edilerek dış kabloların maliyetini ve ağırlığını azaltılmasını sağlayan bu yaklaşım, alanın kısıtlı olduğu içten yanmalı motor ve şanzıman arasında entegrasyon imkânını da tanımaktadır.

Bununla birlikte, elektrikli araçlar için daha yüksek güç çıkışlarına sahip entegre yapılar birtakım zorluklar ortaya çıkarmaktadır. İlk olarak, invertör ile motor arasındaki termal

farklılıkların yönetilmesi, özellikle de geniş bant aralıklı malzemeler kullanılıyorsa, her ikisi de farklı sıcaklıklarda çalışabildiğinden zorlayıcıdır (Slovick, 2019). Uzun vadede, güç elektroniğinin ve elektrikli motorun birlikte üretildiği entegre yapılar için birleşik üretim süreçleri için potansiyel mevcuttur. Gelişmiş simülasyon tekniklerinin yardımı ile katmanlı üretim yönteminin kullanılması öne çıkan bir seçenek olabilecektir.

Malzeme ve imalat

Alternatif sarım malzemeleri ve farklı üretim teknikleri, düşük maliyetle geliştirilmiş performansa sahip elektrikli motorlar sunabilir.

Bakır sargılardaki kayıplar, elektrikli motorlardaki en büyük verimlilik kaybı kaynaklarından biridir. Bu nedenle, bu kayıpları mümkün olan her yerde azaltmaya yoğunlaşmaktadır. Hem farklı sarım teknikleri hem de bakırın diğer malzemelerle değiştirilmesi araştırılmaktadır. Bu sayede maliyetleri önemli ölçüde azaltma veya performansı radikal bir şekilde iyileştirme potansiyeli bulunmaktadır (Juha ve ark., 2015)

Yüksek performanslı malzemelerin lüks ve performans araçları ile ağır hizmet araçları için de uygun olduğu değerlendirilmektedir. Bu uygulamalar yüksek güç yoğunluklarına, daha yüksek tork yoğunluklarına ve mevcut yaklaşımlar kullanılarak elde edilemeyecek oldukça yüksek verimliliklere ihtiyaç duyar. Bakırla karşılaştırıldığında daha yüksek iletkenlik ve daha az kayıp sunan malzemelere şu örnekler verilebilir: Karbon nanotüpler (bakıra gömülü ya da yüzeyde), grafen, nano malzemeler ya da yüksek sıcaklık süper iletkenleri. Bununla birlikte, bu gelişmiş malzemeler şu anda araştırma aşamasında ve yüksek maliyete sahiptir.

Metalurji ve üretim süreçlerindeki atılımlar, gelişmiş elektrikli çeliklerin ve yumuşak manyetik kompozitlerin ticarileşmesini sağlayabilir. Demir kayıpları diğer bir önemli bir kayıp kaynağıdır, bu nedenle yumuşak manyetiklerdeki ilerlemeler daha ileri araştırmaların çok önemli bir alanı olarak tanımlanmaktadır.

Elektrikli çelikler şu anda otomotiv uygulamaları için en popüler yaklaşımdır, bu nedenle manyetik ve kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesi, girdap ve gecikme kayıplarının azaltılmasında çok önemlidir (Kawano ve ark., 2003). Kısa vadede, daha ince laminasyonlar (0.1-0.2mm) kullanılarak ve tane konumlu çeliklerin kristal yapısı optimize edilerek elektrikli çelik özelliklerini iyileştirmek için çalışmalar devam

etmektedir. Ek olarak, daha iyi elektriksel çelik kaplamalar gelecek vaat eden bir araştırma alanı olarak kabul edilmektedir ve kayıpları ve mekanik stresi en aza indirmeye yardımcı olabilecektir. Uzun vadede potansiyel olarak yararlı olan araştırma alanları; ek malzemelerin elektriksel çeliklere maliyet etkin bir şekilde sokulması ve akı yollarının daha etkin bir şekilde yönetilmesi için belirli alanlarda performans sağlayacak özelliklerin ayarlanmasıdır (Anonim, 2017ç).

Yumuşak manyetik kompozitler, otomotiv uygulamalarında elektriksel çeliklerden daha az kullanılır, ancak net şekilli üretim yoluyla daha karmaşık şekillerin üretilmesine izin verir. Sonuç olarak, manyetik akının serbestçe hareket edebileceği ve daha yüksek performans uygulamaları için radikal olarak farklı mimarilerin kullanılmasına izin veren motorlar tasarlanabilir (Anonim, 2018ç).

Otomotiv sektörü, sürdürülebilir bir tedarik zinciri elde etmek için gelecekteki tasarımlarda nadir elementler içeren daimî mıknatıslara olan bağlılığını azaltmalıdır.

Daha ince laminasyonlara izin vermek, girdap akım kayıplarını azaltmak ve dayanıklılığı artırmak için manyetik malzemelerin özelliklerini sürekli olarak optimize etmek, bir geliştirme önceliği olarak görülmektedir. Ferrit mıknatıslar gibi alternatif manyetik malzemelerin kullanılması da nadir toprak elementlerine potansiyel bir alternatif olarak görülmektedir.

Nadir elementler içeren mıknatıs kullanımını azaltan elektrikli motor mimarileri tasarlamak (örneğin, BMW i3 ve i8'deki motorlar gibi) umut verici olarak değerlendirilmektedir.

Genel değerlendirme

Gelişmiş veri analitiği, araç-araç iletişimi ve kendi kendine öğrenme kabiliyeti olan yazılım, elektrikli motorların, sürüş stillerine dayanan yüksek verimlilik, en yüksek güç veya güvenilirlik için kendini uyarlamalarını sağlayabilir.

Gelişmiş üretim teknikleri, katmanlı üretim de dâhil olmak üzere daha yüksek otomasyon seviyeleri sayesinde maliyetleri düşürmeye veya performansı artırmaya yardımcı olabilir.

Mevcut üretim tekniklerinin iyileştirilmesi, performansta kısa vadeli iyileştirmeler sağlayacaktır, ancak elektrikli motorların büyük hacimlerde üretilmesi konusunda uzman olan ilişkili sektörlerden gelen deneyimlerin kullanılması oldukça önemlidir.

Daha yüksek hassasiyete sahip işleme ile arttırılmış otomasyon seviyeleri, proses adımlarını azaltarak ve geleneksel üretim proseslerinde mümkün olmayan daha karmaşık elektrikli motor tasarımlarını mümkün kılan, katmanlı üretim gibi ileri üretim tekniklerini destekleyecektir. Mevcut olan diğer bir zorluk, karmaşıklık ve işleme ekipmanının şu anda yüksek hacimli üretim için mevcut olmaması sebebiyle entegre yapıların üretimi için uygun ortamın henüz tam olarak olmamasıdır.

Yaşam döngüsü yönetimi ve geri dönüşüm için tasarım, elektrikli motorların içten yanmalı motorlara göre çevresel faydalar sağlamasına yardımcı olacaktır. Çevreye daha az zararlı olan elektrikli motorların geliştirilmesi, elektrikli güç aktarma organlarının otomotiv endüstrisi için uygulanabilir bir çözüm olmasını sağlamada kilit öneme sahiptir. Kullanım ömrü sonu gereksinimlerini karşılamak için sürdürülebilirliklerini geliştirmek için iki yol bulunur: Nadir elementleri içermeyen motorlar tasarlamak veya nadir elementlerin geri dönüştürüldüğü ve yeniden kullanıldığı bir kapalı halka tedarik zinciri oluşturmak.

İç kısımda sabit mıknatıslar olan motorlar gibi mevcut tasarımların, mıknatısların rotorun içine gömülü olması ve güçlü yapıştırıcılarla birleştirilmesi sebebiyle geri dönüşüm ve dolayısıyla elementlerin ayrıştırılması hususlarında zaafı bulunmaktadır. Ayrıca sarımlar, performansı en üst düzeye çıkarmak için bakır içeriği ile tasarlanmıştır. Bu sargılar, güçlü yapıştırıcılar ile yerine sabitlenerek optimum performans sağlar ve geri dönüşümü zorlaştırır. Bir kez çıkarıldığında, bakırın geri dönüşümü pahalıdır, çünkü elektrikselleştirilmiş çelikler, bakır ve nadir element mıknatısları için farklı geri dönüşüm işlemleri gereklidir.

Bu zorlukların ışığında, elektrikli motorların yeniden üretim için tasarlanması gerektiği bir gerçektir. Ek olarak, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliği geliştirmek için malzemelerin algılanması, sıralanması, ayrılması, saflaştırılması ve yeniden işlenmesini sağlamak için yeni geri dönüşüm süreçleri gerekmektedir.

Karayolu taşımacılığının elektrifikasyonu, elektrikli motorların gelişim hızını artırarak görülen yeniliklerin sayısını artırmaktadır. Otomotiv sektörünün farklı ve zorlu gereksinimlerine yanıt olarak yeni mimariler, daha iyi malzemeler ve gelişmiş üretim süreçleri keşfedilmektedir.

Özet olarak önümüzdeki dönemde aşağıda ana hatlarıyla belirtilmiş olan araştırma temalarına yoğunlaşılması beklenmektedir:

- Daha verimli, yüksek hızlı motorlar
- Aracın bütününe yönetebilen verimli ve etkili termal yönetim sistemi
- Geliştirilmiş malzeme ve işleme teknolojileri
- Geliştirilmiş modelleme teknikleri
- Geliştirilmiş üretim teknikleri
- Geri dönüşüme uygun malzeme ve motor tasarımları

3.7.4. Güç elektroniği

Genel bakış

Güç elektroniği, voltaj seviyelerinin düzenlenmesinde, elektrik motoruna giden güç akışını kontrol etmede ve şarj edilebilen araçların elektrik şebekesinden şarj edilmelerinde önemli bir rol oynamaktadır. Yoldaki elektrikli taşıtların sayısı arttıkça, elektrik kayıplarını, sistem ağırlığını ve maliyetini azaltmak için daha sofistike güç elektroniği çözümlerine ihtiyaç duyulacaktır.

Silisyum bazlı yarı iletken cihazlar; üretilebilirliği, yerleşik tedarik zinciri ve düşük voltaj uygulamaları için uygunluğu nedeniyle otomotiv sektöründe önemli bir rol oynamaya devam edecektir. Bununla birlikte, silisyum karbür ve galyum nitrid gibi yüksek voltaj değerlerinde daha verimli olan ve yüksek sıcaklıklara daha fazla dayanabilen yarı iletken malzemelerin, özellikle yüksek güçlü çekiş uygulamaları için yakında otomotiv pazarına gireceği de değerlendirilmektedir (Davis, 2019).

Bu yeni cihazlar, geleneksel silikon cihazlara göre daha yüksek termal ve elektriksel performans sunacak, ancak üretilebilirlik, entegrasyon ve maliyetler anlamında yeni zorluklar getirecektir.

Bu yeni geniş bant aralıklı malzemelerin potansiyel faydalarını en üst düzeye çıkarmak için, ileri düzey bileşenler, konvertör topolojileri ve devre entegrasyonu için teknikler, bunlarla birlikte geliştirilmelidir.

Tüm elektrikli araç formatlarında giderek daha karmaşık hale gelen güç elektroniği yönetimi istenmektedir. Maliyet ve güç yoğunluğu hedefleri birbirlerinden bağımsız olarak okunmalıdır, çünkü farklı üreticiler ürün gereksinimlerine göre farklı hedefleri önceliklendirir.

Bileşenler

Silikon bazlı cihazların düşük maliyetli ve gömülü üretim kapasitesi, otomotiv uygulamaları için çekiciliğini koruyacaktır.

Silisyum bazlı güç yarı iletkenleri, düşük maliyetli olmaları, yüksek hacimli üretime uygun olmaları ve oldukça yüksek verimleri nedeniyle otomotiv güç elektroniğine hâkim durumdadır. Kısa vadede, silikon bazlı yarı iletkenlerde daha küçük çip boyutları, daha ince yonga plakaları ve yenilikçi yalıtımlı kapı iki kutuplu transistör (GBT) ve metal oksit yarı iletkenli alan etkili transistör (MOSFET) tasarımları sayesinde performans kazanımları sağlanabilir. Uzun vadede, yeni malzemelerin fiyat anlamında istenen seviyelere düşmemesi nedeniyle silikon hâlâ popüler kalabilir.

Silisyum karbür (SiC) ve galyum nitrür (GaN), silisyum (Si) üzerinde önemli performans iyileştirmeleri sunsa da başlangıçta yüksek performanslı ve özel uygulamalar için kullanılacaktır.

Şu anda, SiC ve GaN teknolojilerinin ikisi de nispeten olgunlaşmamış durumdadır. Formula E serisinde SiC bazlı yarı iletken cihazlar kullanılıyor olsa da SiC ile ilgili göze çarpan zorluklar arasında şunlar bulunmaktadır: Yonga plakası üretim hızını arttırmak, yonga plakası üretim maliyetini düşürürken üretim oranını artırmak ve otomotiv standartlarına uygun güvenilir ve daha yüksek sıcaklık uyumlu cihazlar yapmak.

GaN ise daha yüksek frekansları gerektiren düşük voltaj ve güç uygulamaları için daha uygun olarak görülmektedir. Bu nedenle, GaN yarı iletkenlerinin ilk uygulamalarının, güç gereksinimlerinin düşük olduğu ancak verimliliğin artırılması için daha yüksek anahtarlama frekansının istendiği yerleşik şarj cihazlarında ve DC-DC konvertörlerinde

gerçekleşmesi muhtemeldir. GaN, eğer maliyetler düşerse hafif hibritler gibi düşük voltaj uygulamaları için de çekici olabilir. GaN ile ilişkili olarak da çeşitli yüksek hacimli üretim zorluklarından bahsedilebilir. Şu anda, GaN'nin optimum voltaj işletimi 600 V altında olsa da potansiyel olarak gelecekteki cihazlarda artırılabilir (Davis, 2019).

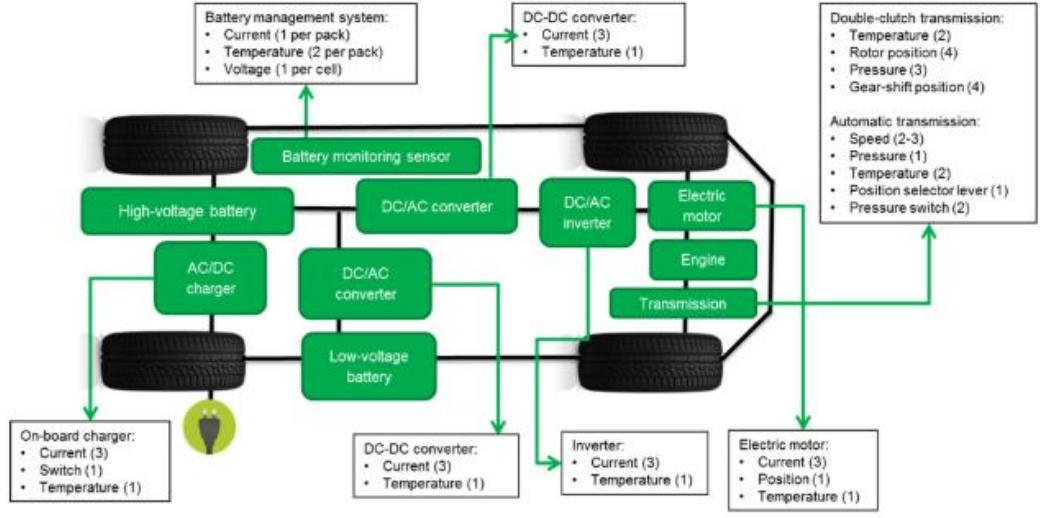
Yarı iletken cihazların paketleme yöntemleri, daha fazla güç yoğunluğu ile giderek daha kompakt çözümler gerektiğinden yeniden değerlendirilecektir. Yarı iletken cihazların paketlenmesi, mekanik kararlılıklarının yanı sıra termal ve elektriksel performanslarını yönetmede çok önemlidir. Kısa vadede, işletme sıcaklık aralıklarını artırmak için malzeme iyileştirmeleri gerekmektedir. Ayrıca daha iyi mekanik stabilite ve sağlamlık sağlamak için alternatif malzemelere ve ayrıca her bir bileşen düzeneği seviyesi için artırılmış bağlantı mekanizmalarına, tekrarlanan güç ve sıcaklık döngüsüne daha iyi dayanmak için ihtiyaç vardır (Anonim, 2018ç).

Uzun vadede, mevcut yarı iletken cihaz paketleme yöntemleri yeniden değerlendirilmelidir. Soğutma ve yardımcı devre bileşenlerinin boyutunu azaltan özelliklerinden tam anlamıyla yararlanan yeni paketleme teknikleri ve devre tasarımları gerekir. Örneğin, geniş bant aralıklı malzemelerin kullanılması, bazı pasif bileşenlere duyulan ihtiyacı azaltarak, yarı iletken içinde bulunan çeşitli bileşenlerle daha fazla entegre çözümler sağlayabilir.

Yeni yarı iletken malzemeler ve konvertör mimarileri ile birlikte çalışmak için pasif bileşenlerin optimize edilmesi gerekecektir. Kondansatörler ve indüktörler gibi pasif bileşenler işleyen devreler hazırlarken çok önemlidir. Ancak genellikle ulaşılabilir işletme sıcaklığı ve güç yoğunluğu seviyeleri açısından sınırlayıcı faktörlerdendir. Bu da gelecek dönemde pasif bileşenler için yeni malzemeler geliştirilmesi gerektiği gerçeğini ortaya koymaktadır.

Sensörler ve hata tolerans mekanizmalarının, çok fonksiyonlu prognostik ve sistem sağlık yönetimi sağlaması için gelişmesi gerekecektir. Algılama ve hataya dayanıklılık; güvenliği sağlama, performansı artırma ve genel sistem sağlığı yönetiminde önemlidir. Kısa vadede, sensörlerin daha yüksek sıcaklıklara toleranslı hale gelmesi ve doğruluğunu korurken düşük kayıplar yaratması gerektiği beklenmektedir. İşlevselliği artırırken

maliyeti ve paketleme alanını azaltmak için çok fonksiyonlu sensörler kullanılabilir. Şekil 3.27.'de bir hibrit araçta kullanılan sensör örnekleri görülmektedir (Dixon, 2018).



Şekil 3.27. Bir hibrit araçta kullanılan tipik sensörler (Dixon, 2018)

Uzun vadede, ağırlığı azaltmak, kablolamayı ve paketlemeyi basitleştirmek için daha fazla kablosuz sensörün kullanılması düşünülmektedir. Güvenilir hale gelmiş teknolojinin yapay zekâ ile sorunları erkenden öngörebilen yeteneğe kavuşması da önemli hedefler arasındadır.

Konvertör mimarisi

Silikon kullanan konvertör mimarileri daha da optimize edilebilir, ancak geniş bant aralıklı malzemelerin kullanılması yenilikçi konvertör topolojilerini teşvik edecektir.

Kısa vadede, mevcut silikon bazlı konvertör topolojileri, geniş bant aralıklı malzemelerin ek maliyeti absorbe edilinceye ve sistem seviyesinde faydaları gerçekleşene kadar birçok uygulamada hâkim olacaktır. Bu nedenle, silikon teknolojilerindeki yeniliklerin verimliliği en üst düzeye çıkarmak için devam etmesi beklenmektedir.

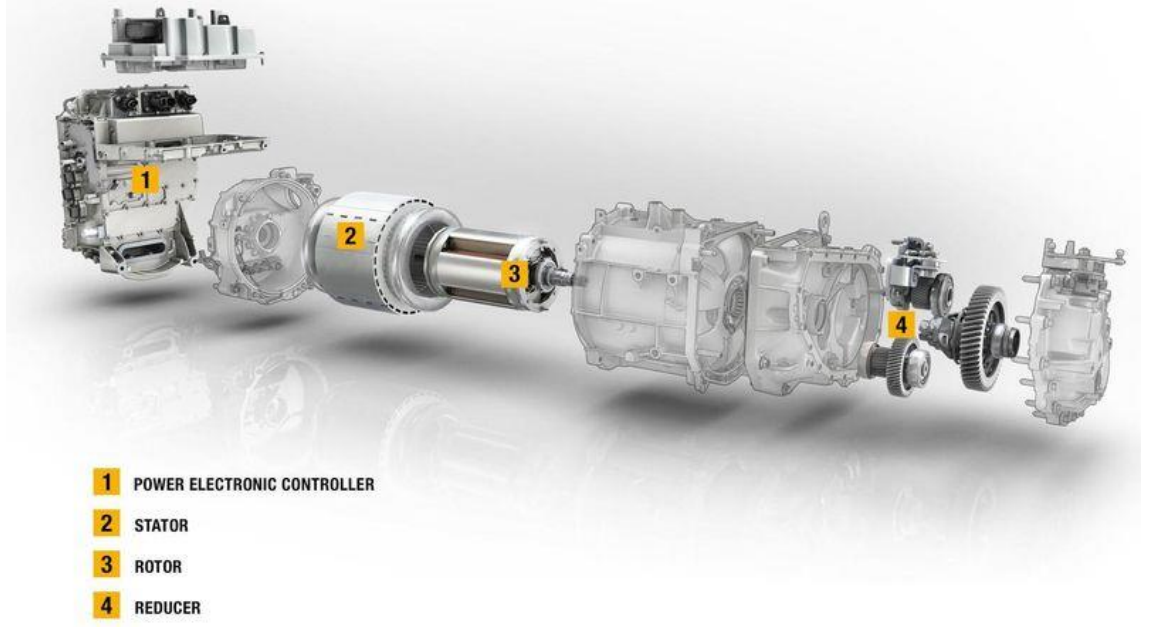
Elektrikli ve hibrit araç platformları, motor ve güç elektroniğinin daha yakın ve verimli entegrasyonu gerçekleştikçe daha sofistike hale gelecektir. Performans gereksinimlerini karşılamak ve üreticilerin artan paketleme gereksinimlerini karşılamak için daha yüksek güç yoğunluğuna sahip daha küçük elektrikli motorlara yönelik eğilim, araştırmacıları

daha verimli ve güç yoğun bir çözüm sunabilecek ürünleri düşünmeye yönlendirmektedir (Khan ve ark., 2013).

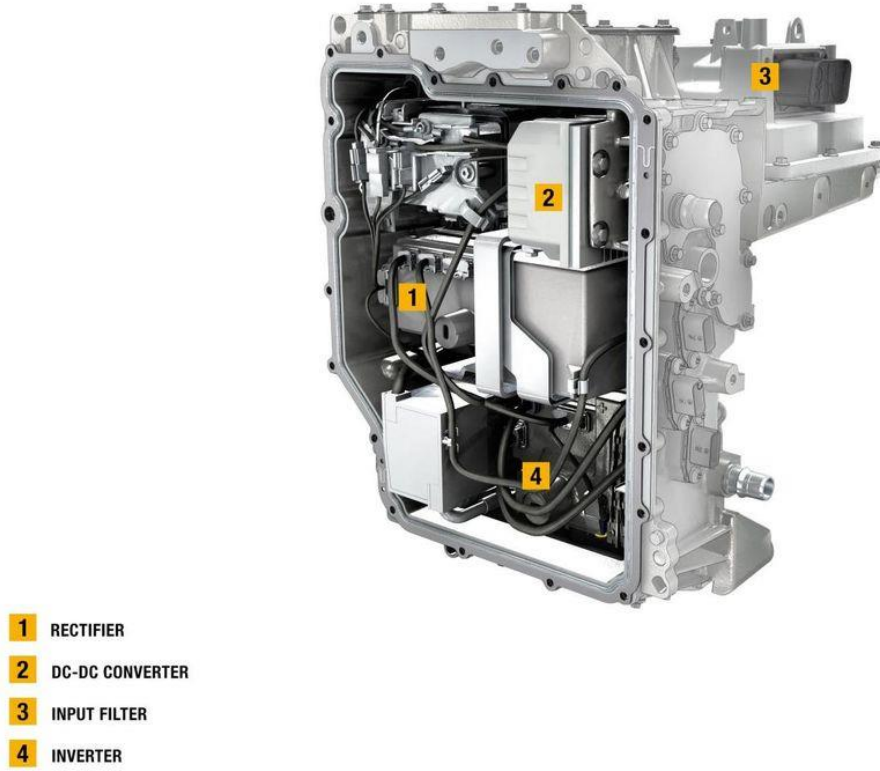
Bu yaklaşım, ara bağlantıların kaldırılmasına, motor ve genel soğutma devreleri için kablolardan baralara geçilmesine sebep olmaktadır. Bununla birlikte, konvertörün ve elektrikli motorun fiziksel entegrasyonu, farklı bileşenler arasındaki sıcaklık farklarını yönetmek için dikkatli mekanik, yapısal ve termal optimizasyon gerektirmektedir. Geniş bant aralıklı yarı iletkenlerin piyasaya sürülmesi, entegre yapıları daha yapılabılır kılacaktır.

Bazı uzmanlar üretim teknolojilerindeki ilerlemelerin uzun vadede daha radikal entegre yapılar sağlayacağını tahmin etmektedir. Özellikle çok işlevli, hafif bir elektrikli tahrik yaratmak üzere, motorların ve güç elektroniğinin katmanlı üretim kullanılarak birlikte üretilmesi potansiyeli bulunmaktadır.

Karmaşıklığı ve maliyetleri azaltma amacıyla, tek bir konvertörün araçtaki gücü yönetebildiği güç elektroniği entegrasyonunun kullanılma ihtimali vardır. Çok işlevli konvertör mimarileri karmaşıklığı ve donanımı azaltır; ağırlık ve maliyeti azaltırken paketleme alanını boşaltır. Bu yaklaşım, daha fazla işlevsellik ve daha kompakt bir güç elektroniği çözümü sağlamak için DC-DC konvertörün ve yerleşik şarj cihazının birleştirildiği Nissan LEAF modelinde halihazırda uygulanmıştır. Renault ZOE modelinde de benzer bir yaklaşım kullanılmış olup motor invertörü aracı şarj etmek için kullanılmıştır. Bu yaklaşım, aracın sayısız şarj istasyonundan şarj olmasını sağlar ve ayrı bir dâhili şarj cihazına olan ihtiyacı ortadan kaldırır. Şekil 3.28. ve Şekil 3.29.'da bu yenilikçi entegre yapılar görülmektedir (Anonim, 2015ç).



Şekil 3.28. Renault ZOE'nin R240 motorunun entegre yapısı



Şekil 3.29. Renault ZOE'nin güç elektroniği kontrolörü

Elektrikli taşıtların sayıları arttıkça, modülerlik daha fazla ortak kullanım ile daha yüksek hacimli üretim sağlar. Uzun vadede, araçtan şebekeye olan gereklilikleri ve diğer araç içi işlevleri yerine getirmek üzere yeniden düzenlenen ultra kompakt güç elektroniği çözümleri gerekebilir. Tüm işlevleri sağlayabilen tek bir güç elektroniği bloğu, bunu başarmanın olası bir yoludur. (Anonim, 2015ç).

Bağlantılı araçlar daha yaygın hale geldikçe yeni konvertör mimarilerini tamamlamak için daha güçlü bir kontrol donanımına ihtiyaç duyulacaktır. Gelişmiş kontrol yazılımı, donanım maliyetleri düştükçe ürün farklılaşması için önemli fırsatlar sunar. Geniş bant aralıklı güç elektroniği, daha hızlı kontroller ve daha güçlü kontrol donanımı gerektirecektir. Kontrol teknolojisi ilerledikçe, gelişmiş veri analizi, araçtan araca iletişim ve kendi kendine öğrenen yazılımlar; konvertörlere, sürüş stillerine dayalı olarak yüksek verimlilik, en yüksek güç veya güvenilirlik için uyarlamalar sağlayabilecektir.

Genel değerlendirme

Yeni yarı iletken malzemelerin yüksek sıcaklıkta çalışma kabiliyetine rağmen, etkili soğutma sağlamak için sistem düzeyinde termal yönetim stratejileri gerekecektir. Güç elektroniğinin elektrikli motorlar ve bataryalar gibi diğer bileşenlerle daha derin entegrasyon taleplerine yanıt olarak daha gelişmiş soğutma stratejileri ortaya çıkabilir.

Bir içten yanmalı motor olmaması, bataryalı elektrikli araçların araç genelinde konfor ve operasyonel gereklilikleri desteklemek için yeni termal yönetim stratejileri uygulamalarını gerektirecektir. Hibrit araçlarda, içten yanmalı motor ve şanzıman için kullanılan bilindik soğutma yöntemleri hâlâ tercih edilebilir. Ancak bataryalı elektrikli araçlar daha fazla arttıkça, bazı stratejiler ön plana çıkmaya başlamıştır. Pasif veya basınçlı hava soğutması, yüksek güçte çalışmayan bataryalı elektrikli araçlar için popüler bir çözüm olabileceken sıvı soğutmalı sistemler yüksek miktarda ısının üretildiği ve üreticilerin maliyete daha az duyarlı oldukları daha yüksek performans uygulamaları için daha uygun olabilir.

Uzun vadede, güç elektroniği soğutmasının, atık ısı geri kazanımı ve depolanması dâhil olmak üzere araç genelinde tek bir döngünün parçası olabileceği öngörülmektedir.

Yüksek otomasyon ve katmanlı üretimin sağladığı yeni imkanlar sayesinde maliyetleri ve geliştirme sürelerini azaltma şansı gün geçtikçe artmaktadır. Katmanlı üretim, yüksek

hacimli üretim için giderek daha cazip hale geldiğinden, işlem adımlarını azaltarak ve üretim tutarlılığı artırılarak önemli maliyet tasarrufu sağlanabilir.

Güç elektroniğindeki mevcut yaklaşımlar otomotiv sektörüne yararlı olmuştur. Ancak elektrikli araçların ortaya çıkmasıyla birlikte silikon bazlı cihazlar ve konvertör topolojileri performans sınırlamalarına ulaşmaktadır. Otomotiv sektöründeki geniş gereksinim yelpazesi; daha yüksek sıcaklıklara uyumlu malzemeler, daha yüksek anahtarlama frekansları, daha fazla güvenilirlik ve daha fazla güç yoğun çözümler için talebi arttırmaktadır. Ayrıca hem teknik hem de üretim zorlukları yaratan yeni ve gelecek vaat eden teknolojilerin, otomotiv sektörünün taleplerini karşılamak için ölçeklendirilip değerlendirilmesi gerekmektedir.

Geniş bant aralıklı malzemelerin aşamalı olarak tanıtılmasının, yarı iletken cihaz üreticilerinden güç elektroniklerini bir araç platformuna entegre eden şirketlere kadar tüm tedarik zincirini etkileyeceği değerlendirilmektedir. Bu yeni malzemelerden en iyi şekilde yararlanmak için, güç elektroniğindeki farklı disiplinler arasında iş birliğinin şart olduğu açıktır.

Özet olarak önümüzdeki dönemde aşağıda ana hatlarıyla belirtilmiş olan araştırma temalarına yoğunlaşılması beklenmektedir:

- Geliştirilmiş yarı iletken yapılar
- Geliştirilmiş yarı iletken paketleme
- Entegre kontrol işlevleri
- Daha yüksek performanslı yarı iletken bileşenler
- Geliştirilmiş sürüş, tespit ve gözlem teknolojileri
- Geliştirilmiş konvertör topolojileri
- Güç elektroniğinin güç aktarma organlarına daha iyi entegrasyonu
- Geliştirilmiş sistem termal yönetimi
- Geliştirilmiş kontrol yazılımları
- Geliştirilmiş hata toleransı ve sistem güvenilirliği
- Geliştirilmiş modelleme ve simülasyon teknikleri

3.7.5. İçten yanmalı motorlar

Genel bakış

Elektrifikasyonla ilgili yüksek beklentilere rağmen, içten yanmalı motorlar özellikle ağır hizmet araçlarında önemli bir rol oynamaya devam edecektir. Bununla ilgili olarak gerçek dünya (sentetik test koşulları yerine) verimliliği ve emisyonlarında daha fazla iyileştirme gerektiği de doğal olarak kabul edilmektedir.

Gelişmiş sistem verimliliğini başarmak için sürtünmeyi azaltma, geliştirilmiş sistem tasarımıyla ağırlığı en aza indirme ve yeni malzemeler ve üretim süreçlerini kullanma gibi adımlar takip edilecektir.

Kısa ila orta vadede hafif ticari araçların içten yanmalı motorların en iyi bileşenlerini elektrifikasyonla birleştirerek sistem verimliliğini artırmaya yönelik tasarlanması beklenmektedir. İçten yanmalı motorun genel sistemin kalbi olduğu 48 V hafif hibrit sistemlerden, bir jeneratör aracılığıyla bir enerji depolama cihazına güç sağladığı tam hibrit sistemlere kadar değişik tipte araçların görülmesi beklenmektedir.

Ağır hizmet güç aktarma sistemlerinin elektrifikasyonu, önceden belirlenmiş yolculuklara sahip kısa mesafeli araçlar ile sınırlı olacaktır. Bu nedenle içten yanmalı motorlardaki ısı verim iyileştirmelerinin daha fazla öne çıkması beklenmektedir. Bu araçların CO₂ emisyonlarını daha da azaltmak için sürdürülebilir, düşük karbonlu yakıtların gerekli olacağı öngörülmektedir.

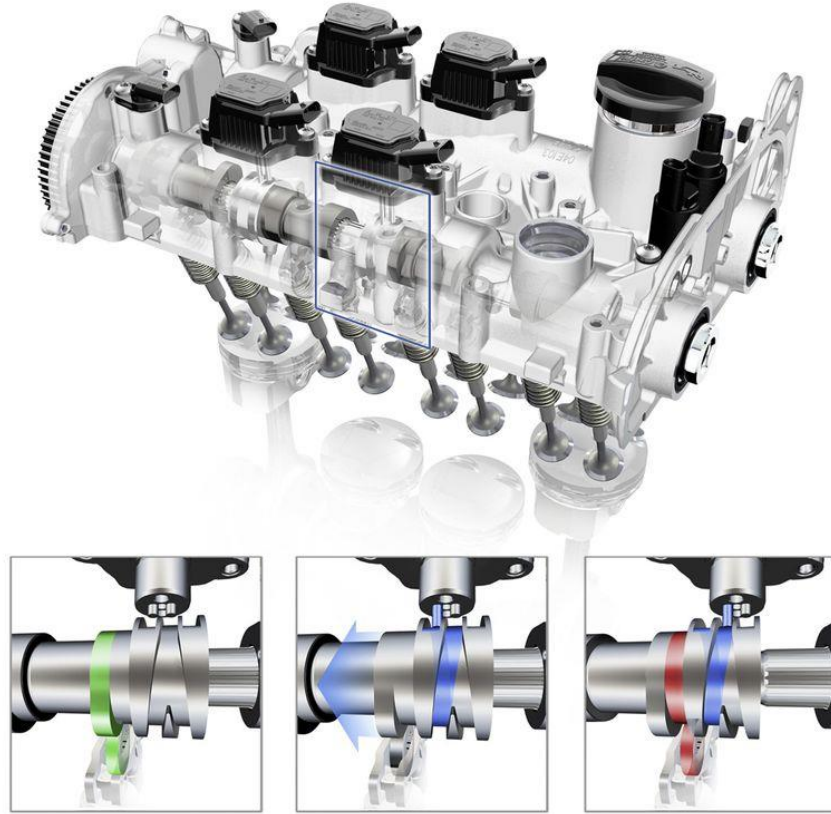
İçten yanmalı motorların son yıllarda hem CO₂ hem de kirlетici emisyonlarındaki önemli gelişmelere rağmen, sertifikalı test sonuçları ile gerçek dünya emisyonları arasındaki artan uçurum ile ilgili güven problemleri oluşmuştur. Bu nedenle yeni dönemde Gerçek Dünya Sürüş Emisyonları (RDE) test prosedürleri, yeni mevzuatın merkezinde olacaktır.

Termal verimlilik

Hafif hizmet tipi içten yanmalı motorların yapılarındaki gelişmelere paralel olarak daha geniş kullanım alanı bulması beklenmektedir. Hafif hizmet araçları için verimlilik iyileştirmelerinin, elektrikli ve içten yanmalı motor arasındaki sinerjinin artırılarak elde edilmesi beklenmektedir. Motorun yeni çevrimler, daha etkili yanma rejimi ve daha iyi termal yönetim yoluyla iyileştirilmesi mümkündür. Hacim küçültme son birkaç yıldır

popüler bir yaklaşım olmuştur, ancak bazı üreticiler artık doğru hacmi bulmanın daha doğru bir yol olduğunu değerlendirmektedir.

Kısa ila orta vadede yeni valf kontrol stratejileri; termodinamik çevrimleri iyileştirme, daha yüksek ısı verim ve yakıt tasarrufu stratejileri sunan önemli bir yaklaşımdır. Şirketler tarafından keşfedilen yöntemlerden biri de silindir devre dışı bırakılmasıdır. VW ve Ford gibi markaların yaklaşımı, üç ve dört silindirli bazı motorlarında belli silindirleri devre dışı bırakma şeklinde iken, Delphi Tula'nın sistemi, talebe bağlı olarak hangi silindirlerin ateşleneceğini belirleyen bir silindir devre dışı bırakma kontrol stratejisini içermektedir. Şekil 3.30.'da VW'nin ACT isimli silindir devre dışı bırakma mekanizması görülmektedir (Anonim, 2013b).



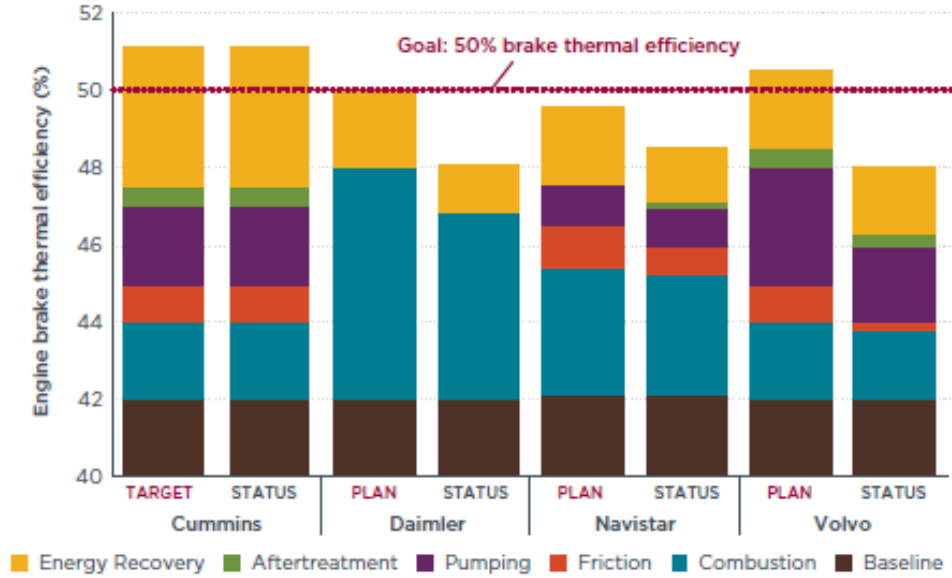
Şekil 3.30. VW ACT silindir devre dışı bırakma mekanizması (Anonim, 2013b)

Diğer yenilikçi çözümler olarak daha önce bahsedilen Infiniti'nin değişken sıkıştırma oranlı motoru, Toyota'nın hibrit sistemlerinde kullandığı Atkinson çevrimli motorları, Mazda'nın buji kontrollü sıkıştırma ateşlemeli motoru örnek olarak verilebilir. Bu

yaklaşımların her birinin hedefi, içten yanmalı motor konseptinin görece zayıf noktalarına odaklanarak genel verimliliği artırmaktır.

Ağır hizmet tipi içten yanmalı motorlar için, başlangıçta yüksek verimli düşük sıcaklıklı yanma prosesleri ve ısı geri kazanımı ile verimlilik artırılırken sonrasında potansiyel olarak yeni yanma döngüleri daha fazla termal verimlilik iyileştirmeleri beklenmektedir.

ABD Supertruck programında gösterilen iyileştirmelerle belirtildiği gibi, başlangıçta egzoz ısı geri kazanımı ve iyileştirilmiş yanma sistemlerine odaklanan verimlilik iyileştirmelerinin büyük ölçüde artması beklenmektedir. Şekil 3.31.'de 2013 yılı durumu ve verimlilik kazanım hedefleri görülmektedir (Anonim, 2014). Gerekli hedeflere ulaşmak için yanma sistemlerinde daha önemli değişiklikler yapılması gerekecektir. Bunların, yüksek verimi düşük emisyonlarla birleştiren yenilikçi çevrimlerle olması mümkün olabilecektir. Günümüzde bu sistemler kontrollü koşullarda iyi çalışsa da asıl zorluk, çok çeşitli gerçek dünya koşulları altında tatmin edici bir operasyon sağlamaktır.



Şekil 3.31. Farklı motor üreticilerinin fren termal verimlilik hedef ve durumları

Ayrıca uzun vadede yakıt hücrelerinin kullanımı ile de verimlilik artışları olabileceği öngörülmektedir.

Sürdürülebilir yakıtların geliştirilmesi; belirli motor tasarımları için tasarlanmış yakıtlar veya çok sayıda motor tasarımında çalışan yakıtlar olmak üzere iki alana yönelebilir.

Kısa vadede mevcut yakıt kalitesi standartlarını korurken, geleneksel yakıtların karbon yoğunluğunun azaltılmasının CO₂ emisyonlarında önemli bir düşüş sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Uzun vadede ağır hizmet araçlarının karbon ayak izinde daha derin bir düşüş sağlamak için, geleneksel dizel yakıtın daha düşük karbonlu yakıtlarla yer değiştirmesi olasıdır. Bununla ilgili olarak iki yaklaşımdan bahsedilebilir: Farklı yakıtlara toleranslı bir motor geliştirmek ya da motoru bir yakıt türü için optimize etmek.

Sistem verimliliği

Geniş kapsamlı çalışma koşullarında genel sistem verimliliğini artırmak için daha fazla entegrasyon gerekli olacaktır. Kısa vadede, güç aktarma sistemi kontrol ünitesi, tüm sistemin maksimum verimliliğini sağlamak üzere ek sorumluluklar üstlenecektir. Uzun vadede, aracın dışından gelen ilave veriler, yol ve trafik durumlarını aktif olarak hesaba katmaktan ve otomatik bir taşıma sistemine tam olarak entegre edilmesine kadar daha fazla verimlilik iyileştirmesi sağlayacaktır.

Yardımcı sistemlerin elektrifikasyonu ile önemli sistem verimliliği iyileştirmeleri de sağlanabilir. Özellikle 48 V alt yapı bu iyileştirmeler için fırsatlar sunabilecektir.

Elektrifikasyon ve şanzımanlar, termal tahrik sistemlerini daha da iyileştirmek için kullanılacak teknolojik hususlardandır.

Fren enerjisi geri kazanımı önemli ölçüde geliştirilmiş araç verimliliği sunar. Tahrik sisteminin kısmen elektrifikasyonu ile hafif hizmet tipi araçlar için etkili şekilde kazanım sağlanabilmektedir. Ağır hizmet tipi taşıtlar için, çeşitli uygulama alanları ve kolaylıkla entegre edilebilecekleri düşüncesiyle elektrik, hidrolik, mekanik ve pnömatik enerji geri kazanım sistemleri araştırılmıştır.

İyileştirilmiş şanzıman ve artan elektrifikasyon seviyeleri, termal tahrik sistemlerinin verimini artıracak, verimli olan otomatik şanzımanların baskın hale gelmesini sağlayacaktır.

Çizelge 3.2.'de örnek araç modelleri üzerinden manuel ve otomatik şanzımanların yakıt tüketimi ve performans etkileri incelenmiştir.

Çizelge 3.2. Manuel ve otomatik şanzımanların yakıt tüketimi ve performans olarak karşılaştırılması

Araç Marka ve Modeli	Ortalama Yakıt Tüketimi (L/100 KM)		0-100 KM/S Hızlanma (SN)	
	Manuel Vites	Otomatik Vites	Manuel Vites	Otomatik Vites
Hyundai i20 1.4 100 HP	5,3	6,7	11,6	13,2
Toyota Corolla 1.6 132 HP	5,8	5,5	9,7	10,2
VW Golf 1.0 TSI 115 HP	5	4,8	9,8	9,8
BMW 3.20d 190 HP	4,4	4,2	7,1	6,8

Çizelge 3.2.'de yer verilen modellerden otomatik vitesli olanların şanzıman özellikleri şu şekildedir: Hyundai i20 4 ileri tork konvertörlü (klasik otomatik), Toyota Corolla Sürekli Değişken Oranlı (CVT), VW Golf 7 ileri çift kavramalı (DSG), BMW 3.20d ise 8 ileri tork konvertörlü (klasik otomatik). Çizelgedeki veriler ile yapılan değerlendirmede şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

- İki de aynı türde şanzımana sahip olmalarına karşın 3.20d'nin otomatik şanzımanı çok daha verimli olduğundan gerek hızlanmada gerekse de yakıt tüketiminde i20'ye kıyasla çok daha iyi sonuçlar göstermiştir.
- Eski nesil CVT şanzımanlara kıyasla oldukça optimize edilmiş olan Corolla'nın şanzımanı yakıt tüketiminde manuel versiyona göre daha iyi sonuç almış ancak hızlanmada az da olsa kayıp yaşatmıştır.
- En iyi çift kavramalı şanzımanlardan birisi olarak gösterilen DSG'ye sahip Golf modelinin hızlanma verileri aynı olmasına karşın yakıt tüketiminde manuel versiyona göre daha iyi olduğu görülmüştür.

Tabloya çok farklı araç ve kombinasyonlarını koymak mümkündür. Çift kavramalı şanzımana sahip olmasına karşın yakıt tüketiminde ve performansta negatif etkiler yaratan örnekler görmek de mümkündür. CVT şanzımanlarla ilgili olarak ise en önemli yakınımlardan birisi de sürüş keyfinin baltalanmasıdır. Bunun için ise bazı markalar, hızlanma esnasında normalde sabit kalan motor devrinin sanal olarak vites değiştirme hissiyatı yaratmak adına azalıp artmasını sağlayacak şekilde yazılımları optimize

etmektedir. Ancak eski nesil otomatik şanzımanlara göre yakıt ve performans anlamında ciddi iyileşmeler olduğu, farklı güç aktarma seçeneklerinde kullanılmak üzere geliştirmelerin devam edeceği de ortadadır.

Tasarım ve üretim

Gelişmiş üretim teknikleriyle birleştirilmiş gelişmiş modelleme ve simülasyon araçları, motor için gereken üretim adımlarını azaltacak ve karmaşıklığı azaltacaktır.

Araçlar için geri dönüşüm şartlarının giderek daha katı hale gelmesi beklenmektedir. Bu durum demontaj ve parça sayıları anlamında daha gelişmiş tasarımlar yapılması gerekliliğini ortaya koyar. Uzun vadede, yaşam döngüsü etkisine dayalı emisyon değerlendirmesinin; yenilikçi tasarım tekniklerinin kullanılmasını sağlayan katmanlı üretim, metal enjeksiyon ve metal köpük teknolojileri gibi yeni üretim süreçleri de dâhil olmak üzere daha fazla tasarım ve üretim geliştirmesi sağlaması beklenmektedir.

Gerçek dünya performans verilerinin kullanılması, sanal prototipleme ve test işlemlerinin yanı sıra üretim süreçlerinin simülasyonunun kullanılması, daha sofistike, hafif ürünler sağlayacaktır. Bu yaklaşımlar yeni ürünlerin piyasaya sürülme sürecini hızlandıracak ve üreticilerin daha kısa sürede CO₂ ve diğer emisyonları azaltmalarını sağlayacaktır.

Genel değerlendirme

Termal tahrik sistemleri gelecekteki taşımacılık sistemlerimiz için önemli yer tutmaya devam edecektir. Son derece yüksek sıvı hidrokarbon enerji yoğunluğu, birçok uygulama ve coğrafi alan için kritik olan eşsiz fayda ve çok yönlülük sunmaktadır. Daha sürdürülebilir bir geleceğe doğru ilerledikçe, termal tahrik sistemlerinin verimliliğini ve temizliğini iyileştirmeye devam edilmesi önemlidir, çünkü bunlar uzun yıllar boyunca kurulu kapasitenin önemli bir bölümünü oluşturacaktır.

Kısa vadede, mevcut sistemlerin optimizasyonu, egzoz son işleme, kontrol stratejisi ve aşırı besleme gibi yöntemlerle gelişim sağlanması beklenmektedir. Uzun vadede ise içten yanmalı motor ve elektrikli sistemlerin en iyi yönlerini birleştiren düşük maliyetli, yüksek fayda sağlayan güç aktarma sistemlerinin öne çıkacağı değerlendirilmektedir.

Özet olarak önümüzdeki dönemde aşağıda ana hatlarıyla belirtilmiş olan araştırma temalarına yoğunlaşılması beklenmektedir:

- Egzoz gazlarının etkilerini azaltma
- Geliştirilmiş içten yanmalı motor verimi
- Gerçek egzoz emisyon standartlarının yakalanması
- Elektriklendirilmiş sistemlerin maliyet ve karmaşıklığının azaltılması
- Güç aktarma organlarının kontrol yazılımlarının gelişen teknoloji ile birlikte iyileştirilmesi
- Dekarbonizasyon hususları (daha düşük sera gazları, alternatif yakıtlar, yenilikçi motorlar vb.)
- Geri dönüşüme yönelik geliştirmeler
- Gelişmiş teknik ve araçlar sayesinde ürün geliştirme sürelerinin azaltılması

3.7.6. Hafifletilmiş yapılar

Genel bakış

Tarihsel olarak bakıldığında, pasif ve aktif güvenlik özellikleri ve daha gelişmiş konfor ve rahatlık özellikleri gibi daha fazla içeriğin eklenmesiyle araç ağırlığı artmıştır. Bu artışları dengeleme çabaları, taşıt ağırlığının çoğu sınıfta sabit kalmasını sağlarken, performansı ve yakıt ekonomisini iyileştirmeye devam etmiştir.

Elektrikli araç satışlarının artması ile birlikte egzoz emisyon düzenlemesinin artan etkisi, endüstrinin araç ağırlığını azaltma isteğini daha da artırmıştır. Geleneksel araçlarda, tahrik için azaltılmış enerji gereksinimi, daha düşük CO₂ emisyonlarının yanı sıra geliştirilmiş performans ve yakıt ekonomisi ile sonuçlanır. Elektrikli araçlar için, ağır batarya paketi nedeniyle araç ağırlığını azaltma zorlukları daha belirgindir, ancak ağırlıktaki düşüşler uzun bir menzile katkıda bulunabilir. Hem konvansiyonel hem de elektrikli araçlarda, güç aktarma organlarında, ağırlık azaltma aynı zamanda dolaylı olumlu etkiler de oluşturabilir. Böylece bir alanda kaybedilen ağırlık, geleneksel araçlarda frenler veya süspansiyon gibi diğer alanlarda veya elektrikli araçlarda batarya gibi diğer alanlarda azalan ihtiyaç paralelinde daha fazla tasarruf sağlar.

Tasarım, malzeme ve üretimdeki gelişmeler düşük ağırlıkta kilit hususlar olarak görülmektedir. Yüksek üretim hacimli araçların, malzeme seçimleri ve üretim süreçlerinde farklı yaklaşımların kullanılabileceği, düşük hacimlerde üretilen üst seviye araçlar için ise farklı gelişme yolları olabileceği değerlendirilmektedir.

Kısa vadede batarya paketinin ağırlığını azaltmak zor olduğundan konvansiyonel araçlar ve elektrikli araçlar için kısa vadeli ağırlık azaltma hedefleri ayrı düşünülmektedir. Uzun vadede, elektrikli güç aktarma teknolojilerindeki gelişmeler ağırlık azalmasını sağlayacaktır ancak araç sahipliği modellerindeki değişime bağlı olarak da batarya ağırlıklarının düşme olasılığının kuvvetli olduğu değerlendirilmektedir.

Hafifletmeye ilişkin bütün hususlar diğer tüm alanlarda olduğu gibi maliyet ve geri dönüşüm kaygıları paralelinde düşünülmek zorundadır.

Gelecekteki CO₂ hedeflerine ulaşmak için iddialı uzun vadeli ağırlık azaltımı hedefleri belirlenmelidir. Ağırlık tasarrufunun bir sonucu olarak araç maliyeti, güvenliği veya emisyonları üzerinde olumsuz bir etkinin kabul edilmeyeceği varsayılmaktadır.

Tasarım ile ağırlık tasarrufu

Geliştirilmiş simülasyon ve tasarım araçları, bileşenlerin daha iyi optimizasyonunu ve entegrasyonunu sağlayacaktır. Yeni malzeme ve üretim tekniklerinin, daha iyi modellenmesi sonucu kullanım olasılıkları ve miktarlarının artması, fiziksel prototip ihtiyacının asgariye indirilmesi ve buna bağlı olarak ağırlık, performans ve maliyet kazanımları elde edilmesi sağlanabilecektir.

Araçlar, bağlantılı otonom araçlar yaygınlaştıkça özel uygulamalar için daha da uygun hale gelecek ve kullanım durumu ve sürüş ortamına bağlı olarak farklı tasarımlara yer verme şansı artacaktır.

Araçların çoğunluğu kişisel mülkiyet için tasarlanmıştır. Bu nedenle beş veya daha fazla yolcu taşıma ve büyük bagaj kapasitesi, çarpışma ve güvenlik yönetmelikleri gibi her birinin de önemli ağırlık artışına sebep olan bir dizi farklı gereksinimi karşılaması gerekir. Özellikle kentsel ortamlar gibi belirli uygulamalar için daha küçük araçlar tasarlanması daha uygun tasarım sayesinde araç ağırlığını önemli ölçüde azaltır.



Şekil 3.32. Renault Twizy

Daimler'in Smart otomobil yelpazesi, Renault Twizy (Şekil 3.32.) ve birçok Japon otomobilleri gibi araçlar zaten bu çerçevede tasarlanmıştır. Ancak değişecek mobilite ve araç sahiplik modelleri üzerinden düşünüldüğünde bağlantılı otonom araçların daha hafif konseptlerin geliştirilmesinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Bağlantılı otonom araçların ilk tasarım avantajı, genellikle kullanıcının neden olduğu pik yükler ve performans talepleriyle başa çıkmak için tasarlanan aşırı mühendislik bileşenlerinin ortadan kaldırılması olacaktır. Bu durum çok çeşitli uç performans noktalarına uyması gerekmeyen daha küçük ve daha hafif bileşenlere olanak sağlar. Tüketicileri kişiselleştirilmiş mobilite servislerini benimsemeye neyin teşvik edeceğini anlamak, bu servislere olan talebi daha da artıracak ve bu araçların üretimini teşvik edecektir.

Uzun vadede, araç mülkiyeti değişikliği, otonom kullanım ve ortak hizmetlerin kullanılması ile birlikte coğrafi güvenli ortamların sağlanması sayesinde birincil güvenlik geliştirilebildiği için, yeni tasarımların ve yenilikçi malzemelerin kullanılmasına olanak tanıyan, gerekli çarpma koruması seviyesi düşürülebilir. Bununla birlikte bu hususların ağırlık azaltma üzerindeki etkisi; ek sensörler, aktüatörler ve bilgisayar işlemcileri kullanılması gerektiği azalmış olabilir.

Araçlardan veri toplamanın artırılması, canlı durum izlemesini sağlayacak ve tasarımcıların gerçek dünya verilerine dayanarak araçları optimize etmelerini sağlayacaktır. Gömülü sensörler kullanarak yerinde veri toplama, yeni nesil araç

tasarımları için bilgi toplamak ve mevcut filoların sağlığını yönetmek için önemlidir. Bu yaklaşım için; otobüs, kamyon ve kamyonet gibi çok yüksek kullanımı olan araçlarda uygulamaya başlamak en uygun tercih olarak gözükmektedir. Bu tür uygulamalar için, hizmet içi güvenilirlik ve uzun ömür ticari getiriye en üst düzeye çıkarmak için çok önemlidir. Bu nedenle aktif olarak araç sağlığını yönetmek ve önleyici bakımı planlamak için verileri kullanmak arızaları önleyebilir, araç durma süresini azaltabilir ve tıkanıklığı önlemek için trafik akışını iyileştirebilir. Uzun vadede, modelleme araçlarını güncellemek, tasarımları optimize etmek ve araç verimliliğini arttırmak için gerçek hayat verileri kullanılabilir. Gömülü sensörler ticari araçlarda gittikçe artan bir şekilde benimsediklerinden, mülkiyet modeli daha yüksek kullanım oranına sahip ortak ve özerk araçlara doğru değiştikçe, teknolojinin binek araçlara geçişi muhtemeldir.

Pek çok araç zaten demontaj ve geri dönüşüm için tasarlanmış olsa da taşıtlar geliştikçe, değerli materyalleri yakalayan ve yeniden kullanan dairesel bir ekonomi için tasarlanmış olmaları gerekmektedir.

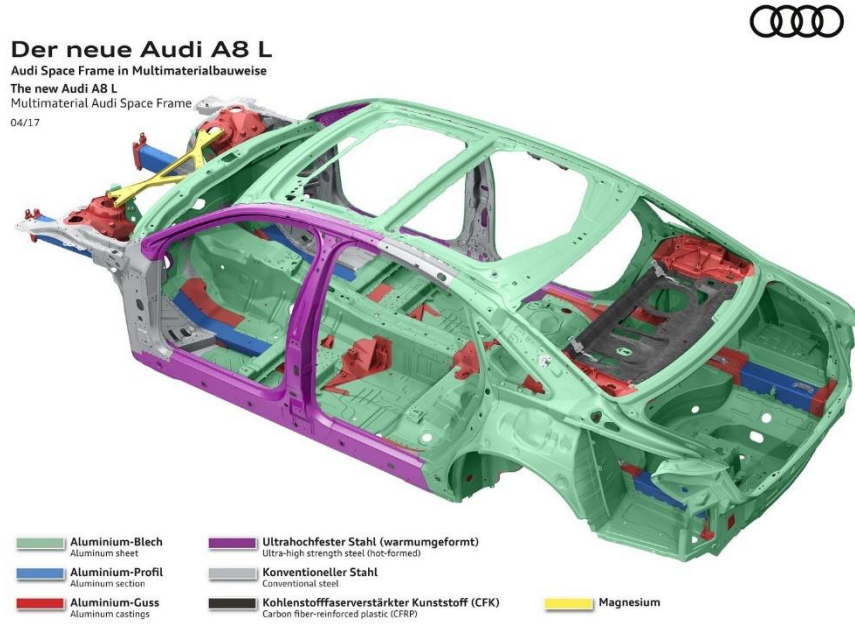
Binek araçlara ilişkin olarak halihazırda yürürlükte olan mevzuat, ne kadar geri dönüştürülebilir olduklarını ve malzemelerin kütle olarak geri kazanım oranlarını tanımlayan AB Yaşam Sonu Direktifi gibi yaşam sonu gerekliliklerini içermektedir. Bununla birlikte odak noktası toplam yaşam döngüsü analizine doğru kaydıka, bir taşıtın malzemelerinin ve üretim süreçlerinin gömülü etkileri giderek önem kazanacak ve otomotiv endüstrisi tarafından kullanılan malzeme türlerini ve süreçleri etkileyecektir (Anonim, 2018ç).

Bir aracın kullanımı sırasında fayda sağlayan ağırlık tasarrufu sağlayan malzemeler, üretim veya geri dönüşüm aşamalarında zararlı çevresel etkiler yaratırlarsa daha az cazip olacaktır. Örneğin, çoklu malzemeler etkileyici araç ağırlık tasarrufu sağlayabilse de geri dönüşüm için önemli zorluklar yaratabilir. Geri dönüşüm sırasında birbirine benzemeyen malzemelerin ayrılması, şu anda mevcut olan işlemlerin malzemelere zarar verebileceği ve yeniden kullanım için daha az arzu edilmesini sağlayabileceği için önemli bir zorluk olarak görülmektedir.

Malzeme ile ağırlık tasarrufu

Gelişmiş çelikler, özellikle orta ve yüksek üretim hacimli modellerde kilit rollerde olacak ancak alternatif metaller ve polimerlerin kullanım oranları gelişmelere bağlı olarak artabilecektir.

Kısa ila orta vadede, yüksek dayanımlı çelik, önemli yük taşıma yapılarını içeren yüksek üretim hacimli uygulamalar için en düşük risk seçeneği olarak görülmektedir. Çelikten sapma büyük ölçüde düşük ve orta üretim hacimli uygulamalarda veya ilave malzeme maliyetlerini absorbe etmek için yeterince yüksek marjlı seçilmiş modellerde görülür. Örnek olarak Audi A8 (Şekil 3.33.), gövde yapısında, çelik, alüminyum, magnezyum ve karbon fiber takviyeli polimerler gibi çok farklı malzemelerin olduğu bir araçtır.

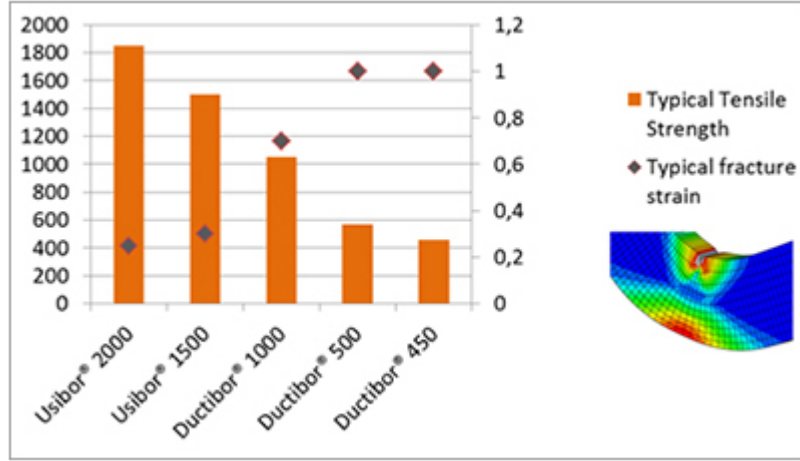


Şekil 3.33. Audi A8 gövde yapısı

Otobüs gibi bazı ağır hizmet uygulamalarında karbon fiber ve alüminyum daha yaygındır; Proterra Catalyst otobüslerindeki karbon fiber, Volvo 7900 otobüslerindeki alüminyum malzeme kullanımları örnek olarak verilebilir.

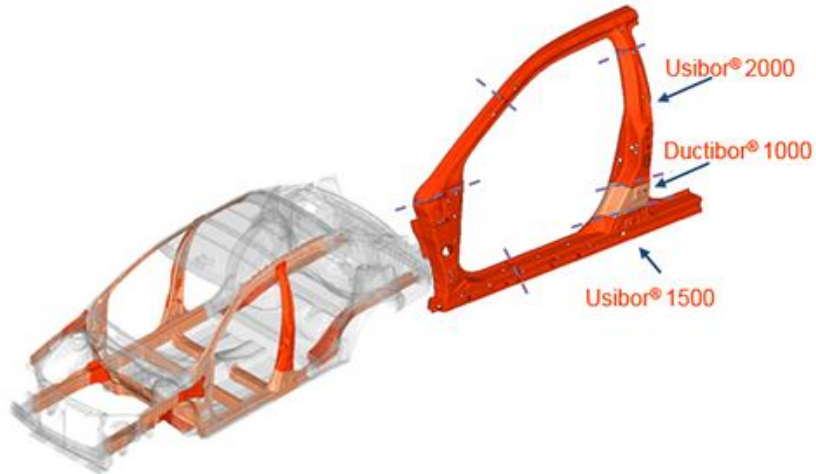
Otomotiv sektörünün entegre kaza yapıları için alternatif malzemelere olan ilgisi, çelik endüstrisini pazar payını korumak için daha yenilikçi ürünler geliştirmesi için tetiklemiştir. Sadece hafif değil aynı zamanda iyi mekanik özelliklere sahip gelişmiş ultra yüksek mukavemetli çelikler çelik endüstrisi tarafından gelecekteki ağırlık azaltma

gereksinimlerini karşılamak için sürekli geliştirilmektedir. Şekil 3.34.'te sıcak şekillendirmeli Usibor ve Ductibor çeliklerinin mekanik özellikleri görülmektedir. Sıradan çeliklere göre çok daha yüksek mukavemet değeri sunabilen Usibor ve sıradan çeliklere göre yırtılmadan çok daha iyi şekil değiştirebilen Ductibor ürünleri, çelik endüstrisinin son dönemde mühendisliğe kazandırdığı en önemli ürünlerdendir.



Şekil 3.34. Usibor ve Ductibor çeliklerinin mukavemet değerleri

Şekil 3.35.'te yırtılmadan kontrollü şekilde deforme olabilecek olan Ductibor çeliğinin esneme bölümlerinde, yaşam kafesinin bozulmaması gereken yerlerde ise yüksek dayanımı ile Usibor çeliğinin kullanılmasının önerildiği tipik bir araç gövde tasarımı görülmektedir.



Şekil 3.35. Usibor ve Ductibor çeliklerinin örnek kullanım alanları

Alüminyum endüstrisi ise daha yüksek kalitedeki ve özellikle uygulama alanını genişleten ve aynı zamanda maliyetleri düşüren gelişmiş üretim tekniklerine yatırım yapmaktadır. Pahalı ve enerji yoğun malzeme olan saf alüminyuma bağlılığın azaltılması için sektörün kapalı devre bir malzeme değer zinciri oluşturması ise alüminyumun yüksek hacimlerde kullanılmasından önce oldukça önemli bir husustur.

Panoramik tavanlar, tamponlar ve bazı gövde parçaları gibi alanlar için düşük maliyetli termoplastikler umut vericidir. Ancak karbon kompozitlerin yüksek hacimli uygulamalara uyması için üretim sürelerinde dakikalar yerine saniyeler mertebesine inilmesi gerekmektedir.

Termal bazlı güç aktarma organları büyük ölçüde metallere devam edecek, ancak alternatif malzemelerin kullanımı da yaygınlaşacaktır. İçten yanmalı motorlar için, maruz kalınan yüksek sıcaklıklar ve önceden var olan yüksek hacimli üretim kabiliyeti nedeniyle metaller hâkim olmaya devam edecektir. Kısa ila orta vadede ağırlığı azaltmak için, metal köpükler, titanyum yaylar, magnezyum alaşımlı dökümler ve metal matris kompozitler gibi çok fazla alışılmadık olan malzemeler kullanılabilir. Aktarma organları bileşenleri ağırlık azaltma için iyi bir potansiyel sunmaktadır. Örneğin termoplastik diferansiyel ve elektrikli motor mahfazaları ve karbon fiber takviyeli polimer destek milleri gibi bileşenlerin araştırma geliştirme çalışmaları devam etmektedir.

Güç aktarma sistemi gittikçe daha fazla elektrikleşmeye başladığında, önemli bir ağırlık yüzdesini içeren batarya takımı için daha hafif malzemeler kullanma fırsatları ortaya çıkacaktır. Çoğu batarya mahfazası ve iç destek yapıları, kısmen basitlik nedeniyle olmakla birlikte, bazı yapısal destek ve ısı transferi kaygıları nedeniyle metaldir. Bununla birlikte, bataryaların ağırlığını azaltmak için polimerlerin ve kompozit mahfazaların kullanılma potansiyeli değerlendirilerek üreticilerin parçaları birleştirmesi ve işlevleri daha az, daha hafif bileşenlere entegre etmesi sağlanabilir.

Araçların ağırlığı; bilgi-eğlence sistemleri, bağlantılı özellikler ve elektrikli güç aktarma organları sebebiyle arttıkça bu sistemlerin ağırlığı azaltılmalıdır. Taşıtlardaki elektrik sistemlerinin hacmi, elektrikli motorlar, bilgi-eğlence sistemleri, bağlantılı ve otonom özellikler ve güvenlik ekipmanları ile artacaktır. Bu sebeple üreticilerin bu bileşenlere ağırlık azaltımı anlamında önem vermesi gerekecektir.

Kısa vadede bakır kablolama, alüminyum (oksidasyon zorluğunun üstesinden gelinmesi şartıyla) veya bakır kaplı alüminyum gibi daha hafif alternatiflerle değiştirilebilir. Bazı bileşenlerin entegrasyonu, araçtaki kablo demeti ve kontrol ünitelerinin sayısını azaltabilir. Uzun vadede taşıt elektrik sistemlerinin karmaşıklığını ve ağırlığını radikal bir şekilde azaltmak için elektrik mimarileri ve kablosuz kontrolün işlevsel entegrasyonunun kullanılması gerektiği öngörülmektedir. Ana yaklaşım, daha merkezi ve az üniteyle kontrol olacaktır (Anonim, 2018ç).

Araçların iç mekanları ağırlık azaltma için önemli potansiyele sahiptir. Oturma sistemleri, içerdiği artan konfor ve güvenlik özellikleri nedeniyle araç iç mekanındaki en büyük ağırlık yaratan öğelerdendir. Bu nedenle hafif oturma sistemleri ağırlık azaltma için çekici ve kısa vadeli bir yoldur. Ultra yüksek dayanımlı çelik, magnezyum, alüminyum, termoplastik, karbon elyaf takviyeli malzemeler gibi koltuklarda kullanılan bir dizi malzeme bulunmaktadır. Bu malzemelerin kullanım ile hafif, sağlam, az hacim kaplayan ve değişkenlik özellikleri fazla olan koltuklar tasarlanabilmektedir.

Uzun vadede, yaşam döngüsü analizi öne çıkan bir faktör haline geldiğinden, iç mekân uygulamaları için sürdürülebilir biyokumaş, biyomateryal ve biyokompozitler gibi malzemeler daha fazla ön plana çıkmaya başlayacaktır. Bunun mümkün olabilmesi için, biyokompozitlerin teknik performansında iyileştirme yapılması gerekmekte ve organik materyallerin yaratılmasında daha uygun maliyetli yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Üretim ve proses ile ağırlık tasarrufu

Gelişmiş şekillendirme teknolojileri, tek bir işlem adımında çok malzemeli bileşenler üretme imkânı ile net şekilli parçalar üretmek için kilit rol oynayacaktır. Kısa vadede, işleme gereksinimini azaltarak doğru parçaların hızlı, düşük maliyetli üretimini mümkün kılacak metal enjeksiyonla kalıplama, plastiklerin metallerle aynı işlemlerden geçmesini sağlamak için soğuk şekillendirme ve bazı uygulamalar için katmanlı üretim gibi yöntemler ile çok malzemeli net şekilli üretimin minimum maliyet ve ağırlıkla maksimum bileşen performansı elde edilecek şekilde gerçekleştirilebileceği öngörülmektedir.

Benzer malzemeler için mevcut birleştirme işlemleri, farklı malzemeler için de benimsenecek, ancak bağlantı kalitesini iyileştirmek ve kullanım ömrü sonunda demontajı kolaylaştırmak için yeni teknikler gerekecektir.

Şu anda benzer olmayan malzemeler için uygun birleştirme işlemlerinin ideal duruma ulaşmamış olması, araç platformlarının ağırlığını azaltmada en büyük engellerden biridir. Yeni malzemeler için çeşitli birleştirme seçenekleri mevcut olmakla birlikte sınırlı uygulama bilgisi veya tecrübesi vardır. Birleşim noktaları tüm araç yapısındaki zayıf halkalar olarak düşünüldüğü için, daha hafif malzemeler kullanmaya yönelik sorunlar yaratmaktadır. Bu nedenle yeni teknolojinin daha iyi anlaşılması, daha hafif malzemelerin kullanımının hızlandırılmasında çok önemli olacaktır.

Çoklu malzemelerin birleştirilmesi için gündemde olan işlemlere şu örnekler verilebilir: Çok noktalı birleştirme (ör. uzak lazer kaynağı, sıcak, soğuk ve termoplastik kaynak), yapıştırma (ör. hızlı soğuk kür reçineleri), mekanik birleştirme (ör. kendinden delmeli perçinler, tutturucular ve sürtünme kaynağı).

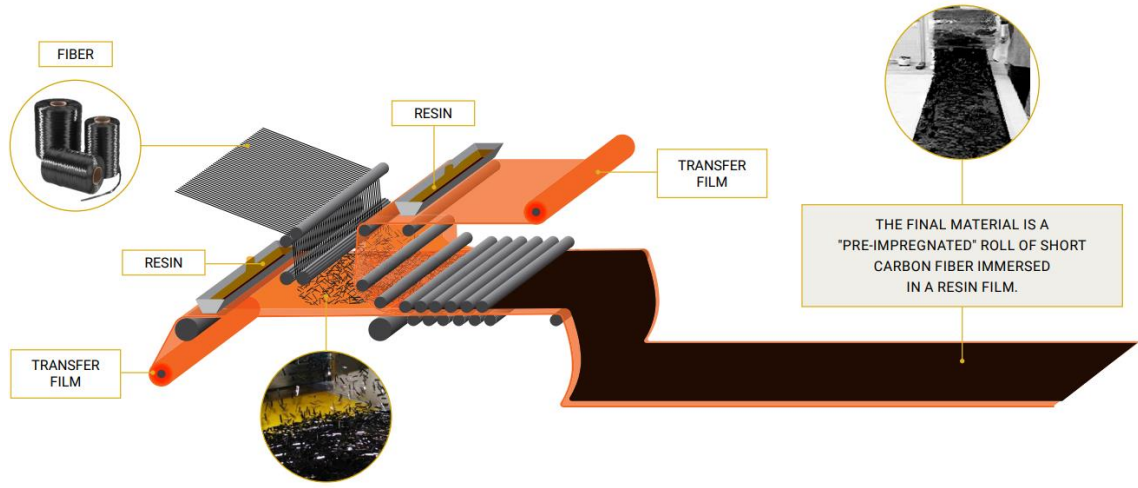
Malzeme özelliklerini geliştirmek için yeni yüzey işlemlerine ihtiyaç duyulacaktır. Yüzey işleme teknolojileri geleneksel olarak malzemelerin birlikte oluşturulmasını veya birleştirilmesini sağlamak veya istenen bir yüzey özelliğini elde etmek için kullanılır. Bununla birlikte, malzeme bilimindeki gelişmeler, diğer malzemelerin yüzeyine uygulandığında özellikleri geliştiren veya çift işlevsellik sağlayan çok çeşitli yeni malzemeler ve süreçler üretmektedir. Değiştirilebilecek özellikler iletkenlik, ısı performans, sertlik, sürtünme ve estetikdir.

Yüksek otomasyon sayesinde ana akım otomotiv uygulamalarına uygun daha yüksek miktarda kompozit üretimi mümkün olacaktır. Karbon fiber takviyeli polimerler, araç yapısı, güç aktarma sistemi ve iç kısımda ağırlıktan tasarruf etmek için kullanılacak malzemeler olarak tanımlanmıştır. Karbon fiber bugüne kadar hibrit McLaren P1, BMW i3, Alfa Romeo 4C gibi daha niş ürünlerde kullanılmıştır. Bununla birlikte, karbon fiberin diğer araç segmentlerinde benimsenmesini kolaylaştırmak için, yüksek üretim hacimli araçların montaj işlemleriyle aynı seviyede olması adına üretim döngüsü süresinde önemli bir düşüş olması gerekir. Karbon fiber takviyeli polimerlerin yaygınlaşması için üretim hız ve kalitesini artırmak, kayıpları azaltmak ve üretim adımlarının otomasyonunu sağlamak için tam otomasyon sistemlerinin tesis edilmesi gerekmektedir.

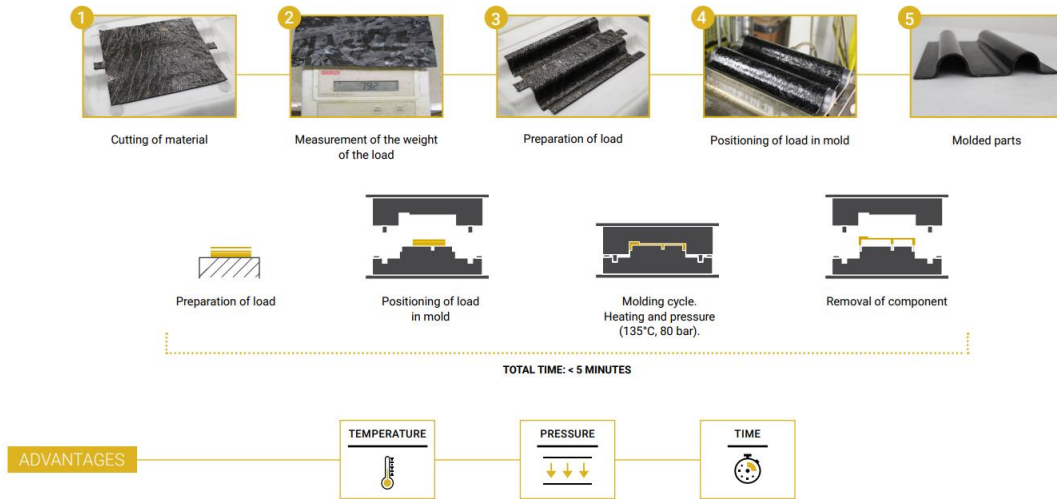
Karbon elyafı ile güçlendirilmiş polimerlerin yüksek üretim hacimli uygulanması ayrıca gelişmiş yaşam sonu geri kazanımı ve pahalı karbon bileşeninin yeniden kullanılmasını

gerektirecektir. Kurulan bazı geri dönüşüm tesisleri olsa da kapasite olarak istenen düzeyde değildir.

Lamborghini'nin geliştirmiş olduğu Forged Composites (Anonim, 2017a) adlı yeni nesil karbon fiber malzeme ise geleneksel karbon fiber malzemelere göre önemli kazanımlar sağlayan bir ürün olmuştur. Şekil 3.36. ve Şekil 3.37.'de ilgili üretim ve şekillendirme aşamaları görülmektedir.



Şekil 3.36. Forged Composites üretim adımları (Anonim, 2017a)



Şekil 3.37. Forged Composites şekillendirme adımları (Anonim, 2017a)

Dahili yol, çıkıntı gibi şekillerin ve takviye yapılarının olması, ilave katman uygulamadan değişken kesitler elde edilebilmesi, minimum kalınlıktan başlayarak istenen kalınlığın elde edilebilmesi, delme, kesme gibi mekanik işlemlerin yapılabilmesi, yük taşıma kabiliyeti sayesinde bağlantı elemanlarının kullanılabilmesi gibi tasarımsal hususların yanı sıra yüksek üretim hacmi, üretim otomasyonu, entegrasyon, tasarım özgürlüğü; düşük maliyet, bileşen sayısı ve işçilik gibi özellikleri ve avantajları sayesinde bu malzemenin kendisine benzerlerine kıyasla önemli bir yer edinme potansiyeli vardır.

Genel değerlendirme

Ek güvenlik özellikleri, yolcu konforu ve elektrikli güç aktarma organları sebebiyle artan toplam araç kütlelerini azaltmak için yoğun araştırmalar yapılmaya başlanmıştır.

Kısa vadedeki zorluklar; gelecekteki bileşenleri optimize etmenin, yeni malzeme veri setlerini başarıyla kaldıracak ve optimum sistem çözümlerini belirleyecek karmaşık çoklu fizik simülasyonu gerçekleştirebilen gelişmiş tasarım araçlarını etkin şekilde kullanabilme yeteneği kazanmaktır. Bu yaklaşım, tasarımcıların ağırlığı düşük maliyetle azaltmak için yeni malzemeler veya bunların kombinasyonlarını kullanmasını sağlayabilir. Bu nedenle, malzeme tedarikçilerinin sadece mevcut ve yeni malzemeleri sürekli olarak iyileştirmeleri değil, aynı zamanda çok malzemeli veya hibrit bir yapı içinde malzemelerin nasıl performans göstereceklerini ve etkileşime gireceklerini anlamaları gerekmektedir. Bu anlaşıldıktan sonra, işlem adımlarını azaltan, şekillendirme israfını azaltan ve çok malzemeli yapıların etkin bir şekilde bir araya gelmesi için yeni üretim yöntemlerinin oluşturulması önemlidir. Daha da önemlisi, bu üretim işlemlerinin hem otomotiv kalite standartlarını hem de teslimat sürelerini yakalaması lazımdır (Anonim, 2018ç).

Uzun vadeli zorluklar, bağlantılı otonom araçların ve ortak mobilite yaklaşımının araç tasarımı üzerindeki beklenen etkisini, yaşam döngüsü analizinin hem malzeme seçimi hem de üretim süreçleri üzerindeki artan etkisinin yanı sıra daha yüksek seviyelerde otomasyon ve maliyet etkin katmanlı üretim süreçlerini içermektedir.

Özet olarak önümüzdeki dönemde aşağıda ana hatlarıyla belirtilmiş olan araştırma temalarına yoğunlaşılması beklenmektedir:

- Modelleme ve tasarım araçlarının yetkinliğinin artırılması

- Sensör teknolojilerinin yeni nesil ürünlere uygun şekilde geliştirilmesi
- Geliştirilmiş yüzey işleme adımları
- Her tipten malzemenin özelliklerinin geliştirilmesi
- Şekillendirme teknolojilerinin geliştirilmesi
- Geliştirilmiş birleştirme teknolojileri
- Geri dönüşüm hususları
- Üretimi basitleştirecek üretim adımlarının geliştirilmesi

4. SONUÇ

Otomobil örneklerinin ortaya çıkışından bu yana neredeyse sabit bir hızla düzenli gelişim gösteren otomotiv sektörü; son dönemde birbiriyle çok daha yakın etkileşime giren araç, ulaşım, taşıma ve sahiplik kavramlarında meydana gelen ciddi anlayış değişikliklerini takiben hızlı bir güncellenme dönemine girmiştir.

Toplumların gün geçtikçe daha kalabalık olması veya refah seviyesinin artmasıyla birlikte artan mobilite ve taşıma ihtiyacı gündeme gelmektedir. Bu ihtiyaçların, nihayetinde giderek artan sera gazları ve kirletici madde emisyonlarına sebep olduğu da ortadadır.

Birey, toplum ve çevreye verilen zararın asgariye indirilmesi için emisyonların düşürülmesi gerektiği hemen herkesin kabul ettiği bilinen bir gerçektir. Bu noktada öncelikli dönüşüm noktası araçların elektrifikasyonu olmaktadır. Bir içten yanmalı motor ile elektrik motorunun farklı kombinasyonlarındaki birlikteliklerinden oluşan hibrit araçlar, giderek artan sistem verimleriyle kısa süre içerisinde oldukça tatmin edici sonuçlar vermeye başlamıştır.

Bir yandan da tamamen elektrikli araçların gelişim süreci devam etmektedir. Önlerindeki en büyük engeller olan şarj süresi ve menzil konularındaki kayda değer gelişmelerin ardından piyasada kendilerine önemli yer edebilecekleri değerlendirilmektedir. Ek olarak, elektrikli araçların teknolojilerindeki ortak noktaların artması da piyasada kabul görmelerinde oldukça etkili olacaktır (aynı tipte şarj istasyonlarını kullanabilme, aynı hata modlarına sahip olmaları, V2G stratejilerine uygunluk vb.).

Ağır hizmet araçlarındaki elektrifikasyon biraz daha farklı bir mantık ile yürüyecektir. Yoğun güç ve enerji talepleri dolayısıyla tamamen elektrikli bir geleceğe uzak olmaları sebebiyle mevcut teknolojiler üzerine yapılan optimizasyonlar ile ciddi verimlilik artışları hedeflenmektedir.

Elektrikli bir geleceğin kaderini belirleyen en önemli bileşenler olan bataryalar ise an itibarıyla herkesin üzerine yoğunlaştığı, araştırma konularında en fazla karmaşanın yaşandığı, çeşitli güvenlik kaygıları ile gündeme gelebilen, doğal kaynakların önemini daha da artıran, insanlığın mobilite kavramını baştan değiştirme kapasitesine sahip ürünlerdir.

Bataryaların fiyat ve performanslarıyla alakalı çok farklı projeksiyonlar çizilmektedir. Gelişimleri doğrudan dünyadaki elektrikli araç filosunun büyüme hızını etkileyecektir. Kötümser yaklaşımlarda uzun yıllar boyu kayda değer bir bataryalı elektrikli araç filosu oluşmasının zor olduğu düşünülürken iyimser senaryolarda önümüzdeki on sene içerisinde çevrede rahatlıkla bu araçlardan görüleceğine inanılmaktadır.

Güç elektroniği ve elektrik motorları her ne kadar ayrı başlıklar olsa da performans ve maliyet avantajları nedeniyle birbirine entegre yapıların hızlı şekilde hayata geçirilmeye çalışıldığı görülmektedir. Tercih edilen mimarilerin farklı olması yüzünden ideal çözümlerin zaman içerisinde ortaya çıkması beklenmektedir.

İçten yanmalı motorların daha uzun yıllar hizmet etmeye devam edeceği öngörülmektedir. Bu yüzden yenilikçi yaklaşımlarla verimlilikleri artırılmaya çalışılmaktadır.

Güvenlik kavramının gelişmesi git gide otonom yeteneklerin artışına endeksli bir hal almaktadır. Proaktif yaklaşımlarla kaza olaylarının meydana gelmeden önlenmesine odaklanan sektör, bu alanda söz sahibi kurumlar tarafından tetiklenerek daha hızlı gelişim göstermek zorunda kalmaktadır.

Araçların ağırlıklarının azaltılması, sektörün güç aktarma organlarına ilişkin olan bütün beklentilerinin karşılanmasını kolaylaştırmaktadır. Yenilikçi malzemeler ile kullanılabilirlik, ergonomi, verimlilik, güvenlik başlıklarında ciddi kazanımlar elde etme imkanları bulunmaktadır. Sektörün malzeme, tasarım ve üretim başlıklarında yapacağı yenilikler ile optimum noktaya kadar ağırlık azaltmak isteği kesilmeden devam edecektir.

Araçların sadece egzozlarından çıkan gazlar değil, hammaddelerden başlayarak bertaraf ve dönüşüm tesislerinde sona eren yaşamı boyunca sebep oldukları emisyonlar da hesaba katılmaya başlanacaktır. Bu ciddi yaklaşımın köklü değişikliklere neden olacağı kabul edilmekte ve bunlara bağlı hazırlıklar da yapılmaktadır.

Sektörün gelişimi dikkate alındığında artık sadece araçların değil, araçların içerisinde yer aldığı büyük ekosistemlerin konuşulacağı ve bu anlayışla yatırımlara yön verilip değer yaratılacağı görülmektedir.

Sonuç olarak sistem mühendisliği, inovasyon, araştırma ve geliştirme kavramlarının günden güne daha önemli olduğu bir dönemden geçen otomotiv sektörü, bu değişime ayak uyduramayan kişi, kurum, organizasyon ve devletlerle yolunu ayıracaktır. Ülkemizin, son dönemde atılım yapmak istediği otomotiv sektörü için oldukça kapsamlı şekilde hazırlıklarını yapması halinde oluşan bu yeni düzende söz sahibi olması mümkündür.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2013a.** <https://m.udv.de/en/publications/compact-accident-research/small-overlap-frontal-impacts-involving-passenger-cars-germany->(Erişim tarihi: 15.09.2019)
- Anonim, 2013b.** VW wins “Best New Engine Award” for 1.4L TSI engine with active cylinder management (ACT). <https://www.greencarcongress.com/2013/06/vwact-20130605.html>-(Erişim tarihi: 09.09.2019)
- Anonim, 2014.** The U.S. Supertruck Program Expediting Development of Advanced Hdv Efficiency Technologies. <https://theicct.org/sites/default/files/Super%20Truck%20Fact%20Sheet%20v2.pdf>-(Erişim tarihi: 09.09.2019)
- Anonim, 2015a.** 2020 Roadmap Euro NCAP. <https://cdn.euroncap.com/media/16472/euro-ncap-2020-roadmap-rev1-march-2015.pdf>-(Erişim tarihi: 16.09.2019)
- Anonim, 2015b.** <https://data.gov.uk/dataset/cb7ae6f0-4be6-4935-9277-47e5ce24a11f/road-safety-data>-(Erişim tarihi: 15.09.2019)
- Anonim, 2015c.** SAE 2014 Heavy-Duty Diesel Emissions Control Symposium. <https://www.technology.matthey.com/article/59/2/139-151/>-(Erişim tarihi: 10.09.2019)
- Anonim, 2015ç.** Renault boosts ZOE EV’s range by almost 15% to 149 miles with new motor unit. <https://www.greencarcongress.com/2015/03/20150304-zoe.html>-(Erişim tarihi: 10.09.2019)
- Anonim, 2016a.** NO_x emissions from heavy-duty and light-duty diesel vehicles in the EU: Comparison of real-world performance and current type-approval requirements. https://theicct.org/sites/default/files/publications/Euro-VI-versus-6_ICCT_briefing_06012017_revised.pdf-(Erişim tarihi: 02.09.2019)
- Anonim, 2016b.** https://www.autozine.org/technical_school/traction/Steering_3.html-(Erişim tarihi: 04.09.2019)
- Anonim, 2016c.** United States Efficiency and Greenhouse Gas Emission Regulations for Model Year 2018-2027 Heavy-Duty Vehicles, Engines, and Trailers. https://theicct.org/sites/default/files/publications/US%20HDV%20Phase%20%20FRM_policy-update_08252016_vF.pdf-(Erişim tarihi: 11.09.2019)
- Anonim, 2016ç.** <https://warwick.ac.uk/fac/sci/wmg/about/capitalprojects/mlp/>-(Erişim tarihi: 15.09.2019)
- nonim, 2016d.** <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2017/wp29grrf/ECE-TRANS-WP29-GRRF-82e.pdf>-(Erişim tarihi: 15.09.2019)
- Anonim, 2016e.** The World’s Cities in 2016. https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the_worlds_cities_in_2016_data_booklet.pdf-(Erişim tarihi: 02.09.2019)
- Anonim, 2017a.** Technical Data Sheet Forged Composites. https://admin.www.lamborghini.com/sites/it-en/files/DAM/lamborghini/forged/Forged%20presentation_EN.pdf-(Erişim tarihi: 10.09.2019)
- Anonim, 2017b.** Mayor’s Transport Strategy. https://consultations.tfl.gov.uk/policy/mayors-transport-strategy/user_uploads/mayor-s-draft-transport-strategy-full-document.pdf-(Erişim tarihi: 29.08.2019)
- Anonim, 2017c.** Skyactiv-X Next-Generation Gasoline Engine. <https://insidemazda.mazdausa.com/press-release/mazda-next-generation-technology-press-information/>-(Erişim tarihi: 08.09.2019)

Anonim, 2017ç. Advancing Motor & Rotor Designs with Thin and Ultra-thin Silicon Iron. https://www.arnoldmagnetics.com/wp-content/uploads/2017/10/Arnold_DS_SiFe_final.pdf-(Erişim tarihi: 07.09.2019)

Anonim, 2017d. <https://www.c40.org/networks/zero-emission-vehicles->(Erişim tarihi: 13.09.2019)

Anonim, 2017e. Electric Bus Technology Transport Research Report. https://www.mrcagney.com/uploads/case-studies/MRC_Electric_Bus_Report__28082017.pdf-(Erişim tarihi: 12.09.2019)

Anonim, 2017f. 2016 road safety statistics: What is behind the figures?. https://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-17-675_en.htm-(Erişim tarihi: 16.09.2019)

Anonim, 2017g. Car rear and side collisions with pedestrians and cyclists. <https://m.udv.de/en/publications/compact-accident-research->(Erişim tarihi: 15.09.2019)

Anonim, 2017ğ. Procedure for assessing the performance of Reverse Autonomous Emergency Braking (R-AEB) systems in rear collisions. <http://www.rcar.org/Papers/MemberPapers/Reverse%20AutoBrake%20Test%20Procedure.pdf>-(Erişim tarihi: 15.09.2019)

Anonim, 2017h. Optimizing the safety of the elderly. <http://www.seniors-project.eu/optimizing-the-safety-of-the-elderly/>-(Erişim tarihi: 15.08.2019)

Anonim, 2017ı. Euro NCAP 2025 Roadmap. <https://cdn.euroncap.com/media/30700/euroncap-roadmap-2025-v4.pdf>-(Erişim tarihi:04.09.2019)

Anonim, 2018a. The Real-World Smart Charging Trial – What We’ve Learnt So Far. <http://www.electricnation.org.uk/wp-content/uploads/2018/10/Electric-Nation-What-weve-learnt-so-far-Oct18.pdf>-(Erişim tarihi: 25.08.2019)

Anonim, 2018b. Bidirectional charging as a vehicle-to-grid (V2G) solution. <https://www.virta.global/blog/bidirectional-charging-as-a-v2g-solution->(Erişim tarihi: 05.09.2019)

Anonim, 2018c. SAE International Releases Updated Visual Chart for Its “Levels of Driving Automation” Standard for Self-Driving Vehicles. <https://www.sae.org/news/press-room/2018/12/sae-international-releases-updated-visual-chart-for-its-“levels-of-driving-automation”-standard-for-self-driving-vehicles->(Erişim tarihi: 20.08.2019)

Anonim, 2018ç. The Roadmap Report Towards 2040: A Guide to Automotive Propulsion Technologies. <https://www.apcuk.co.uk/app/uploads/2018/06/roadmap-report-26-6-18.pdf>-(Erişim tarihi: 01.09.2019)

Anonim, 2019a. The Automobile Industry Pocket Guide 2019 / 2020. https://www.acea.be/uploads/publications/ACEA_Pocket_Guide_2019-2020.pdf-(Erişim tarihi: 17.09.2019)

Anonim, 2019b. What is ZEV?. <https://www.ucsusa.org/clean-vehicles/california-and-western-states/what-is-zev->(Erişim tarihi: 05.09.2019)

Anonim, 2019c. <http://5gaa.org/>-(Erişim tarihi: 18.09.2019)

Anonim, 2019ç. Lithium-ion battery. https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium-ion_battery-(Erişim tarihi: 01.09.2019)

Anonim, 2019d. BU-306: What is the Function of the Separator?. https://batteryuniversity.com/learn/article/bu_306_battery_separators-(Erişim tarihi: 10.09.2019)

Anonim, 2019e. Solid state battery. https://en.m.wikipedia.org/wiki/Solid-state_battery-(Erişim tarihi: 03.09.2019)

- Anonim, 2019f.** Battery Management Systems (BMS). <https://www.mpoweruk.com/bms.htm#top>-(Erişim tarihi: 10.09.2019)
- Atiyeh, C., 2017.** How the Hyundai Ioniq Ditched Its Traditional 12V Lead-Acid Starter Battery. <https://www.caranddriver.com/news/a15341302/how-the-hyundai-ioniq-ditched-its-traditional-12v-lead-acid-starter-battery/>-(Erişim tarihi: 16.09.2019)
- Barber A., 2018.** Status of Work in Process on ISO/SAE 21434 Automotive Cybersecurity Standard. <https://www.sans.org/cyber-security-summit/archives/file/summit-archive-1525889601.pdf>-(Erişim tarihi: 16.09.2019)
- Bellis, M., 2019.** History of the Automobile. <https://www.thoughtco.com/automobile-history-1991458->(Erişim tarihi: 28.08.2019)
- Burkacky O., Deichmann J., Stein J.P., 2019.** McKinsey&Company Automotive software and electronics 2030. <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Automotive%20and%20Assembly/Our%20Insights/Mapping%20the%20automotive%20software%20and%20electronics%20landscape%20through%202030/Automotive-software-and-electronics-2030-vF.ashx>-(Erişim tarihi: 10.09.2019)
- Daniel C., 2015.** Lithium Ion Batteries and Their Manufacturing Challenges. <https://www.nae.edu/134258/Lithium-Ion-Batteries-and-Their-Manufacturing-Challenges->(Erişim tarihi:01.09.2019)
- Davis S., 2019.** The Great Semi Debate: SiC or GaN?. <https://www.powerselectronics.com/power-management/great-semi-debate-sic-or-gan->(Erişim tarihi: 05.09.2019)
- Dixon R., 2018.** Automotive sensors: the impact of new forces on vehicle sensor count and use - Part 2. <https://benchmarking.ihsmarket.com/602571/automotive-sensors-the-impact-of-new-forces-on-vehicle-sensor-count-and-use-part-2->(Erişim tarihi:10.09.2019)
- Esposito G., 2016.** The Low Emission Bus Guide. <https://www.lowcvp.org.uk/assets/reports/LowCVP%20LEB%20Guide%202018%20V2.pdf>-(Erişim tarihi: 10.09.2019)
- Hummel T., Kühn M., Bende J., Lang A., 2010.** Advanced Driver Assistance Systems An investigation of their potential safety benefits based on an analysis of insurance claims in Germany. https://udv.de/sites/default/files/tx_udvpublications/RR_12__fas.pdf-(Erişim tarihi: 15.09.2019)
- Jancer M., 2018.** How Infiniti's Variable-Compression Engine Works. <https://www.popularmechanics.com/cars/car-technology/a22143603/infiniti-variable-compression-engine/>-(Erişim tarihi: 08.09.2019)
- Juha P., Juho M., Pia L., Julia V., Marcin O., 2015.** Replacing Copper with New Carbon Nanomaterials in Electrical Machine Windings. <http://lutpub.lut.fi/handle/10024/104337>-(Erişim tarihi: 05.09.2019)
- Kawano M., Fujiyama T., Aoki T., 2003.** Electrical Steels for High-functional Automotive Electrical Components Corresponding to Energy Saving. <https://pdfs.semanticscholar.org/e0ad/19a63f4bf6352879d86fd062b7d3d8a1a438.pdf>-(Erişim tarihi: 04.09.2019)
- Khan M.A., Husain I., Sozer Y., 2013.** Integrated Electric Motor Drive and Power Electronics for Bidirectional Power Flow Between the Electric Vehicle and DC or AC Grid https://www.researchgate.net/publication/260509973_Integrated_Electric_Motor_Drive

[_and_Power_Electronics_for_Bidirectional_Power_Flow_Between_the_Electric_Vehicle_and_DC_or_AC_Grid](#)-(Erişim tarihi: 03.09.2019)

Konosu A., Isshiki T., Takahashi Y., 2016. Development and Evaluation of the Advanced Pedestrian Legform Impactor Prototype which can be Applicable to All Types of Vehicles Regardless of Bumper Height. <http://www.ircobi.org/wordpress/downloads/irc16/pdf-files/98b.pdf>-(Erişim tarihi: 15.09.2019)

Martin A., Ivanov I., 2018. Tapping into the Connected Cars Market: What You Need to Know. <https://www.accesspartnership.com/tapping-into-the-connected-cars-market-what-you-need-to-know/>-(Erişim tarihi: 10.09.2019)

Martin T., 2010. Old Engines Are New Again. <https://www.searchautoparts.com/motorage/training/old-engine-designs-are-new-again->-(Erişim tarihi: 08.09.2019)

Moriwake H., Kuwabara A., Fisher C., Ikuhara Y., 2017. Why is sodium-intercalated graphite unstable?. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2017/ra/c7ra06777a#!divAbstract>-(Erişim tarihi: 05.09.2019)

Negreiro M., 2017. [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/603979/EPRS_BRI\(2017\)603979_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/603979/EPRS_BRI(2017)603979_EN.pdf)-(Erişim tarihi: 17.09.2019)

Nisewanger J., 2016. Toyota's Prius Prime Shows One Way for a Better Plug-in Hybrid. <https://www.hybridcars.com/toyotas-prius-prime-shows-one-way-for-a-better-plug-in-hybrid/>-(Erişim tarihi: 06.09.2019)

Randall C., 2018. Cologne testing Ford Transit PHEV fleet. <https://www.electrive.com/2018/11/29/cologne-testing-ford-transit-phev-fleet/>-(Erişim tarihi: 04.09.2019)

Ratingen V., 2008. The Changing Outlook of Euro NCAP https://cdn.euroncap.com/media/1371/airbag-2008_paper_2008-128badb6-4f49-4456-a2b6-34eb3b4fa893.pdf-(Erişim tarihi: 16.09.2019)

Slovick M., 2019. Using Wide Bandgap Materials in Power Electronics Presents a New Set of Thermal Challenges. <https://www.electronics-cooling.com/2019/02/using-wide-bandgap-materials-in-power-electronics-presents-a-new-set-of-thermal-challenges/>-(Erişim tarihi: 08.09.2019)

Surakka T., Haahtela T., 2017. Mobility as a Service as an example – needs of customers. https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/488450/course/section/92313/E3121_2017_MaaS.pdf-(Erişim tarihi: 12.09.2019)

Wismans J., 2016. What are the most significant safety improvements that can be made to trucks used in urban and rural areas?. https://www.acea.be/uploads/publications/25th_SAG.pdf-(Erişim tarihi: 16.09.2019)

Vogel K., 2014. Improving Efficiency in AC drives: Comparison of Topologies and Device Technologies. https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-PCIM_2014_Improving_Efficiency_in_AC_drives-ED-v1_0-en.pdf?fileId=5546d46146d18cb4014744123f512891-(Erişim tarihi: 01.09.2019)

Yang Z., Bandivadekar, A., 2017. 2017 Global Update Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas and Fuel Economy Standards. https://theicct.org/sites/default/files/publications/2017-Global-LDV-Standards-Update_ICCT-Report_23062017_vF.pdf-(Erişim tarihi: 05.09.2019)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmed Hamdi ERDOĞAN
Doğum Yeri ve Tarihi : Eskişehir, 10/11/1987
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Eskişehir Fatih Fen Lisesi, 2004
Lisans : Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Otomotiv Mühendisliği, 2011
Anadolu Üniversitesi, İşletme Fakültesi
İşletme, 2011
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Otomotiv Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 2019
Çalıştığı Kurum ve Yıl : Tofaş, 2011-2013
Bosch, 2013-2013
TAEK, 2014-2018
THY, 2018-...
İletişim(e-posta) : mherdogan@gmail.com

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Mehmed Hamdi ERDOĞAN
Tez Adı	Otomotiv Sektöründeki Teknolojik Yönelimler ve Teknik Analizler
Enstitü	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Otomotiv Mühendisliği
Tez Türü	Yüksek Lisans
Tez Danışman(lar)ı	Dr. Öğr. Üyesi Erol SOLMAZ
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) izni	<input checked="" type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin sadece içindekiler, özet, kaynakça ve içeriğinin %10 bölümünün fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin vermiyorum
Yayımlama izni	<input checked="" type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin veriyorum.

Hazırlamış olduğum tezin belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih : 09.10.2019

İmza : 