



T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI

GELİŞEN TEKNOLOJİNİN OTOMOTİV SEKTÖRÜNE ETKİSİ
IOT UYGULAMALARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Minel CAN

DANIŞMAN
Prof. Dr. Melayib BİLGİN

AKSARAY, 2025

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 222361420 numaralı yüksek lisans öğrencisi, Minel CAN tarafından hazırlanan “**GELİŞEN TEKNOLOJİNİN OTOMOTİV SEKTÖRÜNE ETKİSİ İOT UYGULAMALARI**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Mühendislik Yönetimi Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Melayib BİLGİN

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Üye: Prof. Dr. Günay ÖZBAY

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Üye: Doç Dr. H. Hüseyin CİRİTCİOĞLU

Düzce Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Tez Savunma Tarihi: 13/06/2025

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Fazliye KARABÖRK

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinalliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Minel CAN

TEŞEKKÜR

Gelişen Teknolojinin Otomotiv Sektörüne Etkisi IoT Uygulamaları adındaki tezimi seçme nedenlerimden ilk olarak; çalıştığım alanın büyük etkisi olmuştur. Günümüzde dijitalleşmenin ve Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojilerinin otomotiv sektöründe giderek daha fazla önem kazanması, bu konuyu araştırma ve derinlemesine inceleme isteğimi artırmıştır.

Bu süreçte bana akademik rehberliği, bilgi ve tecrübeleriyle yol gösteren, her aşamada destek ve anlayışını esirgemeyen değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Melayib Bilgin'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte bana her daim destek olan, fikirleriyle yanımda bulunan ve motivasyonumu korumamda katkısı büyük olan Cansu Canatan'a ayrıca teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olduklarını hissettiren, koşulsuz sevgileri ve sabırlarıyla beni motive eden değerli aileme ve bu yolculuk boyunca en büyük desteğim olan eşime sonsuz teşekkür ederim.

Bu tezin hem akademik bir kazanım hem de profesyonel yaşamımda yol gösterici bir çalışma olması en büyük temennimdir.

Minel CAN

AKSARAY, 2025

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ	1
1.1 Endüstriyel IoT'nin Gelişimi	3
2. KAYNAK ÖZETLERİ	12
2.1 Otomotiv Sektöründe Gelişen Teknolojiler	12
2.1.1 Elektrikli araçlar ve batarya teknolojileri	12
2.1.2 Otonom sürüş teknolojileri	14
2.1.3 İleri düzey güvenlik sistemleri	15
2.1.4 Bağlantılı araçlar ve nesnelerin interneti (IoT)	15
2.1.5 Dijital ikiz teknolojisi	15
3. MALZEME VE YÖNTEM	17
3.1 IoT'nin Çalışma Sistemi	17
3.1.1 Sensörler / Cihazlar	17
3.1.2 Bağlantı	18
3.1.3 Veri işleme	18
3.1.4 Kullanıcı arabirimi	18
3.2 Otomotiv Sektöründe IOT Kullanımı	18
3.3 Otomotiv Sektöründe Kullanılan IoT Tabanlı Lazer Kaynak	19
3.4 Otomotiv Sektöründe Kullanılan IoT Tabanlı Basınç ve Sızdırmazlık Test Sisteminin Hava Tanklarında Uygulanması	20
3.5 IoT Tabanlı Kimyasal Havuz Takibi ve Otomatik Dozajlama	21
3.6 Otomotiv Sektöründe Kullanılan Continue Çerçeve Sistemi	22
3.7 Otomotiv Sektöründe Kullanılan Görüntü İşleme	23
3.8 Otomotiv Sektöründe IoT Kullanımının Faydaları	28
3.9 IOT'nin Farklı Sektörlerdeki Kullanım Alanları	30
3.10 IoT'nin Fayda Sağladığı Sektörler	32
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	35
4.1 IoT'nin Bu Kadar Önemli Olmasının Temel Nedeni Nedir?	37
4.2 IoT'yi Mümkün Kılan Teknolojiler Nelerdir?	37
4.3 IoT'nin Avantajları, Dezavantajları ve Açık Konular	37
4.3.1 IoT'nin avantajları	39
4.3.2 IoT'nin dezavantajları	40
4.3.3 IoT'de açık konular	40
4.3.4 IOT teknolojisi otomotiv sektörüne katkıları	41
4.4 Otomotiv Üretimin Süreçlerinde Dijitalleşme ile Akıllı Teknolojiler	43
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	46
KAYNAKLAR	48
ÖZGEÇMİŞ	51

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GELİŞEN TEKNOLOJİNİN OTOMOTİV SEKTÖRÜNE ETKİSİ İOT
UYGULAMALARI

Minel CAN

Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Melayib BİLGİN

ÖZET

Günümüzde otomotiv sektörü, dijitalleşme ve otomasyonun etkisiyle köklü bir dönüşüm geçirmektedir. Bu dönüşümün en önemli bileşenlerinden biri olan Nesnelerin İnterneti (IOT), üretim süreçlerinden araç tasarımına, kalite kontrolden bakım süreçlerine kadar birçok alanda etkili şekilde kullanılmaktadır.

Bu tezde, Nesnelerin İnterneti (IOT) teknolojilerinin otomotiv üretim süreçlerine entegrasyonu incelenmiş; montajlanabilir metal parçaların birleştirilmesi, lazer kaynak uygulamaları ve bu proseslere yönelik gerçekleştirilen testlerin, görüntü işleme teknikleriyle desteklenmesi gibi örnek uygulamalar üzerinden kapsamlı değerlendirmeler yapılmıştır.

Çalışmanın temel amacı, IoT destekli sistemlerin üretim süreçlerine katkılarını; verimlilik, kalite ve sürdürülebilirlik çerçevesinde ortaya koymaktır. Tezde ayrıca, bu uygulamaların Endüstri 4.0 kavramı içerisindeki yeri ile otomotiv sanayisinin geleceği açısından sunduğu fırsatlar ve karşılaşılan teknik ve yapısal kolaylıklar da ele alınmıştır. Literatür taraması, vaka analizleri ve güncel endüstriyel örnekler kullanılarak yapılan bu çalışma, IOT uygulamalarının otomotiv üretimindeki farkındalığını artırmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Nesnelerin İnterneti (IOT), Endüstri 4.0, Otomotiv Sektöründe Gelişmeler, IOT Uygulamaları.

Ağustos, 2025; 51 sayfa

M.Sc. THESIS

**THE IMPACT OF DEVELOPING TECHNOLOGY ON THE AUTOMOTIVE
INDUSTRY IOT APPLICATIONS**

Minel CAN

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering**

Supervisor: Advisor: Prof. Dr. Melayib BİLGİN

ABSTRACT

Today, the automotive sector is undergoing a radical transformation under the influence of digitalization and automation. One of the most important components of this transformation, the Internet of Things (IOT), is effectively used in many areas from production processes to vehicle design, from quality control to maintenance processes.

In this thesis, the integration of Internet of Things (IOT) technologies into automotive production processes is examined; comprehensive evaluations are made on sample applications such as assembling metal parts, laser welding applications and supporting the tests carried out for these processes with image processing techniques.

The main purpose of the study is to reveal the contributions of IoT-supported systems to production processes within the framework of efficiency, quality and sustainability. The thesis also discusses the place of these applications within the concept of Industry 4.0, the opportunities they offer for the future of the automotive industry and the technical and structural conveniences encountered. This study, which is conducted using literature review, case studies and current industrial examples, aims to increase the awareness of IOT applications in automotive production.

Keywords: Internet of Things (IOT), Industry 4.0, Developments in the Automotive Industry, IOT Applications.

August, 2025; 51 page

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. IoT ile entegre güç sistemleri.	1
Şekil 1.2. IoT mimarisi	5
Şekil 1.3. Küresel yolcu ve hafif ticari araç üretim ve satış adetleri (Mil) (KPMG kaynakları, masaüstü araştırmaları).	6
Şekil 1.4. Dünyadaki motorlu taşıt üretiminin yıllara göre değişimi.....	9
Şekil 1.5. Dünya otomotiv üretimi 2013-2022.	10
Şekil 1.6. Bölgeler bazında dünya otomotiv üretimi 2022/2021.	10
Şekil 1.7. Bölgeler bazında dünya otomotiv üretimi 2022/2021.	11
Şekil 2.1. Batarya tiplerine göre elektrikli ve hibrit araç oranları, 2021.	13
Şekil 2.2. Türkiye’de yakıt tiplerine göre yolcu ve hafif ticari araç oranları (%).	14
Şekil 3.1. IoT tabanlı lazer kaynak.	20
Şekil 3.2. IoT tabanlı basınç testi.....	21
Şekil 3.3. IoT tabanlı kimyasal havuz ve dozajlama.	22
Şekil 3.4. Continue çerçeve sistemi.	23
Şekil 3.5. Makine görme sistemi.....	24
Şekil 3.6. Görüntü işleme cihazı.	25
Şekil 3.7. Reçete görüntüsü.	26
Şekil 3.8. Fotoğraf alma.....	26
Şekil 3.9. Referans görüntü.....	27
Şekil 3.10. Uygun görüntü.....	28
Şekil 3.11. Uygunsuz görüntü.....	28
Şekil 3.12. Kömür madeninde IIoT uygulaması.....	32
Şekil 4.1. IOT’nin otomotiv sektörü üzerindeki beklenen etkileri.	42
Şekil 4.2. IOT teknolojisi büyük veri ve analitik alanlarındaki uygulamaları.....	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. IoT'nin tarihsel gelişimi	3
Çizelge 4.1. İot literatür çalışmaları.....	35



SİMGELER VE KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AEB	Otomatik Acil Frenleme (Automatic Emergency Braking)
AI	Yapay Zekâ (Artificial Intelligence)
AR-GE	Araştırma ve Geliştirme
CPS	Siber-Fiziksel Sistemler (Cyber-Physical Systems)
DCS	Dağıtılmış Kontrol Sistemi (Distributed Control System)
EV	Elektrikli Araçlar (Electric Vehicle)
HMI	İnsan-Makine Arayüzü (Human Machine Interface)
ICE	İçten Yanmalı Motor (Internal Combustion Engine)
IOT	Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)
MIT	Massachusetts Institute of Technology
OEM	Orijinal Parça Üreticisi (Original Equipment Manufacturer)
RFID	Radyo Frekansı ile Tanımlama (Radio Frequency Identification)
RTLS	Gerçek Zamanlı İzleme Sistemleri (Real-Time Location System)
WSN	Kablosuz Algılayıcı Ağlar (Wireless Sensor Networks)
6σ	Altı Sigma

1. GİRİŞ

Klasik internet altyapısı, çeşitli haberleşme sistemleri kullanarak son kullanıcılar arasında iletişim kurulmasını sağlamaktadır. Günümüzde ise teknolojiye hızlı ilerlemeler sayesinde, çok sayıda sensör cihaz Kablosuz Algılayıcı Ağlar (WSN) yoluyla doğrudan internet ağına bağlanabilir duruma gelmiştir. Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisinde yaşanan gelişmeler, araştırmacıların bu teknolojinin otomotiv sektöründeki uygulamalarına olan ilgisini artırmıştır. Araç içi ağ yapılarının analizi ve trafik yönetimi gibi alanlarda daha önce çeşitli başarılar elde edilmiş olsa da, IoT'nin otomotiv endüstrisindeki temel uygulamalarını bütüncül bir yaklaşımla ele alan kapsamlı bir çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Geleneksel olarak içten yanmalı motorlar (ICE'ler) otomobillerde en yaygın güç kaynağı olarak kullanılmıştır; ancak fosil yakıt kaynaklarının tükenmeye başlaması, alternatif enerji çözümleri olarak yakıt hücreleri ve bataryalara olan ilgiyi önemli ölçüde artırmıştır. Bu doğrultuda, bu çalışmanın temel amacı, IoT teknolojisinin içten yanmalı motorlar, yakıt hücreleri ve batarya sistemleri üzerindeki uygulamalarını analiz etmektir. Ayrıca çalışmada, IoT'nin otomotiv sektöründeki çeşitli kullanım alanları Rastgele Konum Tespiti, Araç Hırsızlığına Karşı Önlemler, Araç Performans İzleme ve Endüstriyel Araç Yönetimi gibi örneklerle desteklenerek kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Bu inceleme sonucunda, IoT'nin otomotiv endüstrisindeki çok yönlü rolüne dair net bir çerçeve sunulması hedeflenmektedir. Bununla birlikte, sunulan çalışma, IoT'nin enerji temelli otomotiv çözümleri üzerindeki etkilerini değerlendirmeye yönelik yapılacak ileri araştırmalar için de güçlü bir temel oluşturmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. IoT ile entegre güç sistemleri.

IoT kavramının gelişimi, büyük ölçüde sensör teknolojilerindeki ilerlemelere bağlıdır. Kablosuz iletişim yeteneklerine sahip, küçük boyutlu ve çok sayıda sensör sayesinde çevredeki pek çok durum artık anlık olarak izlenebilmektedir. Ancak bu cihazların ürettiği büyük miktarda verinin etkili bir şekilde yönetilebilmesi için yalnızca yüksek kapasiteli depolama çözümleri yeterli olmamaktadır. Aynı zamanda bu verileri analiz edebilen gelişmiş yazılımlara ve kullanıcı dostu web arayüzlerine de ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, IoT sistemlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte genel kullanıma açık bulut tabanlı hizmetlerin önemi giderek artmaktadır.

Carceres ve Friday'ın (2011) belirttiği üzere gelecekte, WSN üzerinden sürekli veri toplayabilen, kullanıcı isteklerine göre hızlı analizler sunabilen ve bu verileri internet aracılığıyla paylaşabilen özel bulut hizmetlerinin geliştirileceğini öngörmektedir. Geleneksel internet iletişim altyapısı, farklı haberleşme sistemlerini kullanarak son kullanıcılar arasında bağlantı kurmaktadır. Ancak, teknolojinin hızlı ilerleyişi sayesinde çok sayıda algılayıcı cihaz, Kablosuz Algılayıcı Ağlar (WSN) aracılığıyla internet ortamına entegre edilebilir hâle gelmiştir. IoT kavramının gelişimi, büyük ölçüde algılayıcı cihazlarda kullanılan teknolojik ilerlemelere dayanmaktadır. Kablosuz iletişim teknolojileriyle donatılmış, küçük boyutlu ve çok sayıda sensör sayesinde çevremizdeki pek çok olayı anlık olarak izlemek mümkün hâle gelmiştir. Ancak bu cihazlar tarafından sürekli olarak üretilen büyük veri, yalnızca yüksek kapasiteli veri depolama çözümleriyle değil, aynı zamanda bu verileri analiz edebilecek gelişmiş yazılımlar ve kullanıcıya bu verileri sunabilecek sezgisel web arayüzleriyle etkin şekilde yönetilebilmektedir. Bu bağlamda, IoT sistemlerinin yaygınlaşabilmesi için genel kullanıma açık bulut tabanlı hizmetlere olan ihtiyaç giderek artmaktadır.

Carceres ve Friday'ın (2011) belirttiği üzere, gelecekte Kablosuz Algılayıcı Ağlar (WSN) üzerinden kesintisiz veri toplayan ve kullanıcı talepleri doğrultusunda hızlı analizler gerçekleştirip bu sonuçları internet aracılığıyla paylaşabilen özel bulut servislerinin geliştirilmesi mümkündür.

Bu çalışmanın literatürdeki diğer araştırmalardan en önemli farkı, Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojilerini yalnızca teorik bir çerçevede incelemekle sınırlı kalmaması, otomotiv sektöründeki üretim hatlarında gerçekleştirilen doğrudan gözlemler ve veri analizleriyle desteklenmesidir. Mevcut birçok tezde IoT kavramı

farklı sektörlerden genel örneklerle ele alınırken, bu çalışmada otomotiv sanayisinin özgün üretim süreçlerine odaklanılmış; lazer kaynak, basınç ve sızdırmazlık testleri, kimyasal havuz takibi, continue çerçeve sistemi ve görüntü işleme gibi spesifik IoT tabanlı uygulamalar ayrıntılı biçimde analiz edilmiştir. Ayrıca saha verileri ile akademik literatür bulguları bütünleştirilerek, IoT'nin üretim süreçlerine etkisi verimlilik, kalite ve sürdürülebilirlik boyutlarında değerlendirilmiştir. Bu yönüyle tez, yalnızca kuramsal bilgi sunmakla kalmayıp, otomotiv sanayisine doğrudan uygulanabilir ve endüstriyel ölçekte yol gösterici bir kaynak niteliği taşımaktadır (Çizelge 1.1).

1.1 Endüstriyel IoT'nin Gelişimi

IoT'nin kökeni, Weiser'ın (1993) öncülüğünü yaptığı “Her Zaman Her Yerde Hesaplama” yaklaşımına dayanmaktadır ve bu kavram 1990'lı yılların başında ortaya atılmıştır. Nesnelerin İnterneti (IoT) ifadesini ilk kullanan kişi, MIT RFID grubunda yer alan Ashton, (2009) olmuştur. Ancak tarihteki ilk Nesnelerin İnterneti uygulaması, 1991 yılında Cambridge Üniversitesi'ndeki bir grup akademisyen tarafından kameralı bir sistem ile bir kahve makinesinin görüntülerinin internet üzerinden paylaşılmasıdır (Armentia vd., 2012).

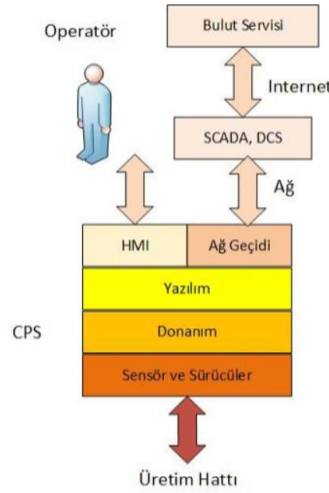
Çizelge 1.1. IoT'nin tarihsel gelişimi (Erdal ve Ergüzen, 2020).

YIL	GELİŞME
1970'ler	Bağlı cihazlar kavramı, bu dönemde “yaygın bilişim” terimiyle anılmaya başlanmıştır.
1980'lerin başı	Carnegie Mellon Üniversitesi öğrencileri, Coca-Cola otomat makinelerini uzaktan takip eden ilk basit IoT sistemlerinden birini geliştirmiştir.
1990	John Romkey, bir ekmek kızartma makinesini internete bağlayarak IoT'nin ilk somut örneklerinden birini ortaya koymuştur.
1991	Cambridge Üniversitesi öğrencileri, laboratuvarındaki kahve sürahisini izlemek için dakikada üç kez fotoğraf çeken bir web kamerası prototipi hazırlamıştır.
1999	Kevin Ashton, Procter & Gamble'da yaptığı sunumda ilk kez “Nesnelerin İnterneti” ifadesini kullanarak bu kavramı literatüre kazandırmıştır.
2000	LG Electronics, internet bağlantılı ilk buzdolabını tanıtarak IoT tabanlı ev cihazlarının öncüsü olmuştur.
2008	İsviçre'de, IoT konulu ilk Uluslararası Konferans düzenlenmiştir.

Çizelge 1.1 (devam). IoT'nin tarihsel gelişimi (Erdal ve Ergüzen, 2020).

2010	Google'ın StreetView hizmeti kapsamında topladığı Wi-Fi verileri IoT tartışmalarını tetiklemiş, Çin IoT'yi Beş Yıllık Kalkınma Planı'na dâhil etmiştir. Yerleşik Wi-Fi ve 3G/4G destekli cihazlar daha güçlü ve ulaşılabilir hale gelerek IoT teknolojilerinin yaygınlaşmasını hızlandırmıştır.
2011	Gartner, IoT'yi “Yeni Teknolojiler Yutturmaca Döngüsü” raporunda yükselen bir teknoloji olarak listelemiştir.
2012	Avrupa'nın en büyük internet konferanslarından Le Web, “Nesnelerin İnterneti” temasını işlemiş, Forbes ve Wired gibi yayınlarda IoT ifadesi sık kullanılmaya başlanmıştır.
2014	Google, Nest'i 3,2 milyar dolara satın alacağını açıklamış; Las Vegas CES Fuarı'nın ana teması IoT olmuştur.
2021 ve sonrası	2021 itibarıyla IoT'ye bağlı cihaz sayısının 46 milyarı geçtiği, 2030 yılına kadar bu sayının 100 milyarı aşacağı tahmin edilmektedir.

IoT sistemlerinde yer alan akıllı algılayıcı cihazlar, kimliklerini tanıtabilme, ağ yapıları oluşturabilme ve topladıkları verileri depolayıp analiz edebilen genel kullanıma açık bulut servislerine iletebilme yeteneklerine sahiptir (Miorandi et al. 2012). IoT alanındaki hızlı ilerlemeler, özellikle üretim süreçlerinde kaliteyi ve verimliliği artırmayı hedefleyen firmaların dikkatini çekmiştir (Li et al. 2014). Geleneksel üretim altyapılarında, kablolu ağlar üzerinden iletişim kuran sensör birimleri, programlanabilir sayısal kontrol cihazları (PLC) ve gömülü sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yapılar genellikle bir kontrol merkezinden SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) veya DCS (Distributed Control Systems) gibi sistemler aracılığıyla yönetilmekte olup, çoğunlukla yerel ağlar üzerinde çalışmakta ve internet bağlantısından bağımsız şekilde işlemektedirler. Üretim süreçlerinde IoT, Siber-Fiziksel Sistemler (CPS) aracılığıyla insanlarla üretim ekipmanları arasında bağlantı kurulmasını sağlar. CPS, İnsan-Makine Arayüzü (HMI) üzerinden insanlarla etkileşimde bulunur ve işlemlerin büyük bir bölümünü otomatik olarak gerçekleştirir. Bu yapıda, IoT teknolojileri ile siber-fiziksel sistemler hem fabrika içindeki hem de dışındaki insanlarla gerçek zamanlı etkileşim ve iş birliği içinde çalışabilmektedir. Şekil 1.2'de görüldüğü gibi, SCADA ve DCS sistemleri üretim sürecini fabrikada izlemek ve kontrol etmek için kullanılır. Bu sistemlerden elde edilen veriler, internet aracılığıyla bir bulut sistemine gönderilir ve burada işlenip saklanarak analiz edilir.



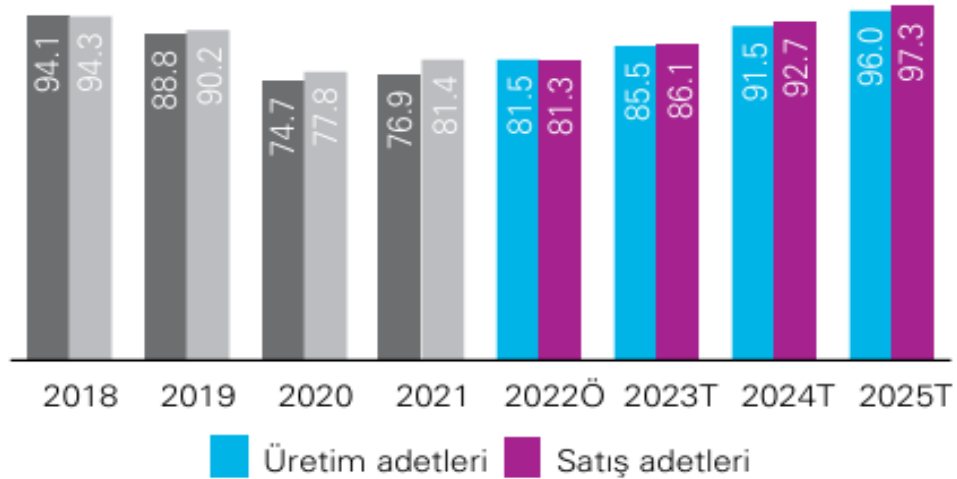
Şekil 1.2. IoT mimarisi (Ercan ve Kutay, 2016).

Otomotiv sektörü, dünya genelinde en fazla yatırım yapılan ve sürekli ilerleyen, ülkelerin ekonomileri açısından giderek daha fazla önem taşıyan bir alandır. Bu sektörde şirketler arasındaki rekabet hızla artarken, verimlilik, kaynakların etkin kullanımı ve hem idari hem de teknik organizasyon gibi faktörler de büyük bir değer katmaktadır. Bu çerçevede;

- Araştırma ve Geliştirmeye (Ar-Ge) Yatırım,
- Kalite ve Kontrol,
- Ana Ve Yan Sanayi Arasında İş birliği,
- Donanımlı İş Gücü İstihdamı,
- Üretim Yöntemlerinin Uygulanması gibi etkili özellikler rekabette öne çıkmayı belirleyen unsurlardır.

Dünyayı otomotiv sektörü pazarı; Orijinal ekipman imalatçılarından ticari araç üreticilerine, yedek parça üreticilerinden yetkili bayilere kadar birçok alt birimden oluşan çok yönlü bir sektördür. Gelişmekte olan ülkelerde artan üretim kapasitesi, genişleyen tüketici pazarları ve çevre dostu ulaşım teknolojilerine yönelik yatırımlar, otomotiv sektörünün büyüme potansiyelini artırmaktadır. Küresel otomotiv sektöründe pandemi etkilerinin azalması sonucunda 2022 yılı ve önceki yıllara oranla olumlu bir sene geçirdiği gözlemlenmiş olsa da üretim ve satış verilerinin henüz pandemi öncesi seyrine dönmemiştir (URL-1). Otomotiv sektörü, küresel ekonomide yaklaşık %3'lük bir paya sahip olmasına rağmen, 2020 yılında Çin'de başlayıp dünya geneline yayılan Covid-19 pandemi olayından en çok etkilenen sektörlerden

biri olmuştur. Ayrıca, üretimin 2025 yılı itibarıyla pandemi öncesi seviyelerin yaklaşık %10 üzerine çıkması beklenmektedir (URL-1). Covid-19 pandemisinin etkisiyle otomotiv sektöründe küresel üretim %16'ya varan oranlarda daralırken; artan hammadde maliyetleri, emisyon standartlarındaki sıkılaşıma ve çip arzındaki yetersizlik gibi unsurlar üretim sürecini olumsuz yönde etkilemiştir. Bu koşullara rağmen, 2022 yılı, 2020 ve 2021'e kıyasla daha olumlu bir üretim süreciyle geçmiştir. Ancak Haziran 2022 verileri değerlendirildiğinde, özellikle Avrupa'da sektörün pandemi öncesi seviyelere tam anlamıyla ulaşamadığı görülmektedir. Nitekim, bu dönemde Avrupa'daki otomotiv satışları 1996 yılından bu yana en düşük düzeye gerilemiştir. 2022'de yaşanan bu kısmi toparlanmanın başlıca nedeni ise Çin'de gözlemlenen üretim artışıdır (URL-1). Sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda, birçok ülke karbon salınımını azaltmaya yönelik önlemler almıştır. Çin, ABD, Avrupa Birliği ve diğer birçok ülke 2050 yılına kadar karbon emisyonlarında net sıfır olma hedeflerini açıklamıştır. Avrupa Parlamentosu Haziran 2022 tarihinde 2035 ve sonrası için benzinli ve dizel araç satışlarının satışının yasakladığını açıklamıştır. Kararın uygulanması ise tüm üye ülkelerin yasayı kabul etmesine bağlıdır (Şekil 1.3). Almanya Maliye Bakanlığı ilgili gelişmeyi kabul edemeyeceklerini açıklamıştır. Bütün bu olayların, otomotiv sektörünü mevcut karbondioksit salınımı azaltma çabalarına ek olarak, daha fazla teknolojik yenilik ve geliştirme yapmaya zorlayacağı tahmin edilmektedir (URL-1).



Şekil 1.3. Küresel yolcu ve hafif ticari araç üretim ve satış adetleri (Mil) (KPMG kaynakları, masaüstü araştırmaları).

Otomotiv sektöründe Ar-Ge ve üretim yatırımları yapılmakta, bu yatırımların gerçekleştirildiği ülkelerde vergi gelirleri elde edilmektedir. Ülkemizin otomotiv sanayisi için de benzer bir durum söz konusudur.

Otomotiv sektörü, üretim hacmi ve ekonomik katkıları açısından imalat sanayisi içinde önde gelen sektörlerden biridir. Yurtiçinde yarattığı katma değer ekonomide önemli bir yer tutmakta ve toplam imalat sanayi üretimi içindeki payı, diğer imalat sektörlerinin ortalamasının üzerinde seyretmektedir.

Otomotiv sanayi, pek çok farklı sektörle etkileşim halindedir. Bu koşullar nedeniyle, otomotiv sektörünün faaliyet gösterdiği ülke ekonomisi üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır.

Otomotiv sanayi hafif metaller, petro-kimya, demir-çelik, plastik gibi sanayi dallarının başlıca ürün müşterisidir. Ayrıca otomotiv sektöründeki teknolojik gelişmelerin doğrultusunda bu sektörleri de teknolojik gelişmeye teşvik eden ve katkı sağlayan bir sektördür.

Otomotiv sektörü, hammadde ve yan sanayi ile son ürünlerin müşteriye ulaşmasını sağlayan pazarlama, servis, akaryakıt, finans ve sigorta gibi sektörler ile yakından bağlantılı olup, savunma sanayinin gelişmesine en önemli desteği veren sanayi dalı konumundadır.

Gelişmiş pazarlardaki çevreye ve güvenliğe dayalı tüketici talepleri, otomotiv üretiminde teknolojik gelişmeye yöneltmektedir. Türkiye’de otomotiv sektörünün;

- Güçlü Sermayesi,
- Yabancı Ortaklıklar ile Bağlantısı,
- Güçlü Yan Sanayisi,
- İşgücü Donanımı,
- Coğrafik Konumu,
- Esnek Üretim Yeteneği,
- Kalite sistemlerinin oluşturulması, sektörün rekabet gücünü artıran güçlü yönlerinden biridir. Buna karşılık, düşük kapasite kullanımı nedeniyle artan üretim maliyetleri, dış pazarda yaşanan zorluklar, ana ve yan sanayi arasındaki iş birliğinin

yetersizliği ile yeterli sinerjinin sağlanamaması gibi faktörler ise sektörün zayıf yönleri arasında yer almaktadır.

Dönemimizde otomotiv sektöründe küresel düzeyde ciddi bir rekabet yaşanmaktadır. Geçmiş yıllarda ağırlıklı olarak fiyat rekabeti söz konusu iken, günümüzde fiyat ile kalite, ürün çeşitliliği ve geleceğe yatırım rekabet gücünü arttıran önemli faktörler arasında yer almaya başlamıştır.

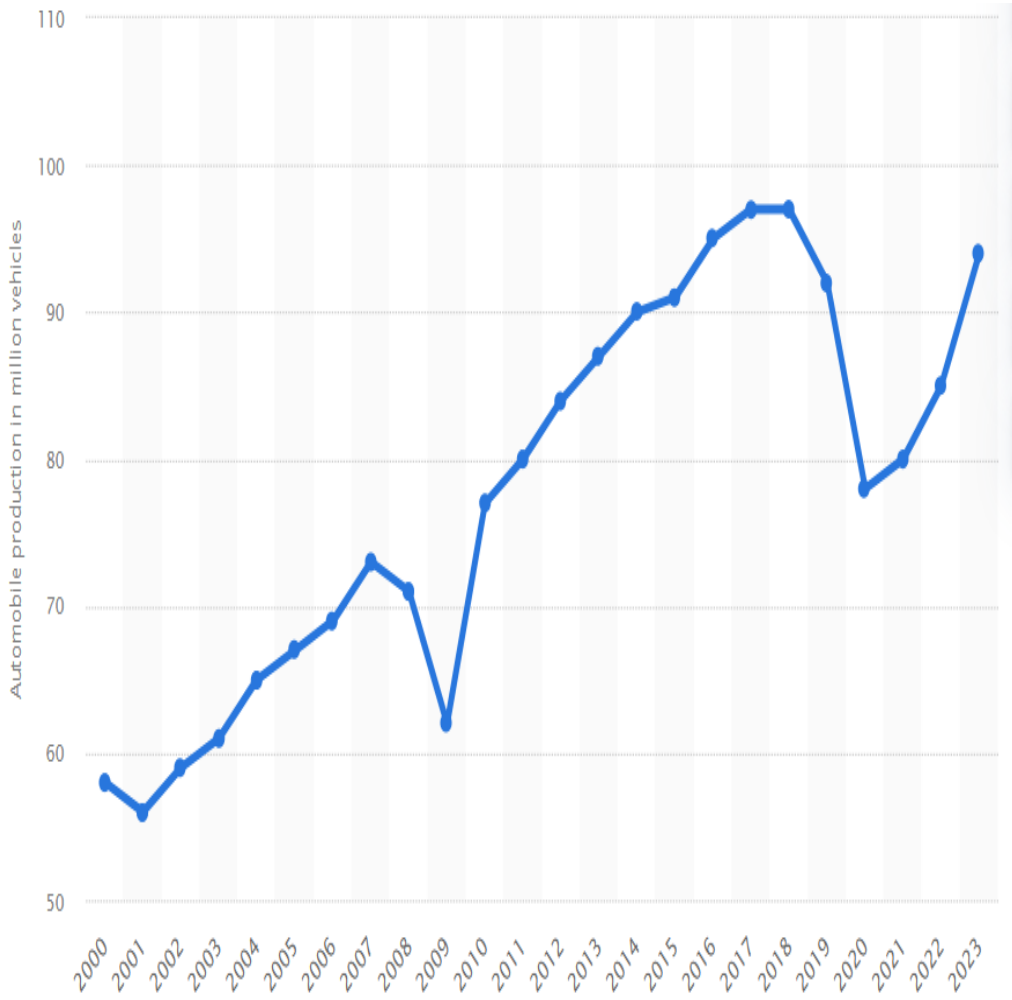
Özellikle gelişmiş otomotiv pazarlarında, müşteri tercihleri satışları şekillendirmekte, bu da ürün geliştirme, marka oluşturma ve model tasarımı gibi unsurların önemini artırmaktadır. Bu kapsamda Ar-Ge yatırımları önem kazanmakta ve bu yatırımların büyük bir bölümü çevre şartlarına uyum, alternatif yakıt kullanımı, yakıt verimliliği, güvenlik ve hafiflik gibi farklı alanlara yönelmektedir.

Otomotiv endüstrisinde yoğun rekabetin getirdiği kâr marjlarındaki düşüş, Ar-Ge harcamalarının artması ve yeni teknolojilere yönelik yüksek yatırım ihtiyacı, şirketler arasında birleşme ve iş birliği eğilimlerini artırmaktadır.

Otomotiv sektöründe gerek ithalat gerekse ihracat kapsamında birçok ürün dış ticaret açısından önemli bir paya sahiptir. Bu alanda dış ticaret dengesinin korunması büyük önem taşımaktadır. İthal ve ihraç edilen ürünlerin yüksek maliyeti, ekonomik açıdan ciddi bir yük oluşturmakta olup, bu dengenin sağlanması ülke ekonomisi açısından kritik bir rol oynamaktadır.

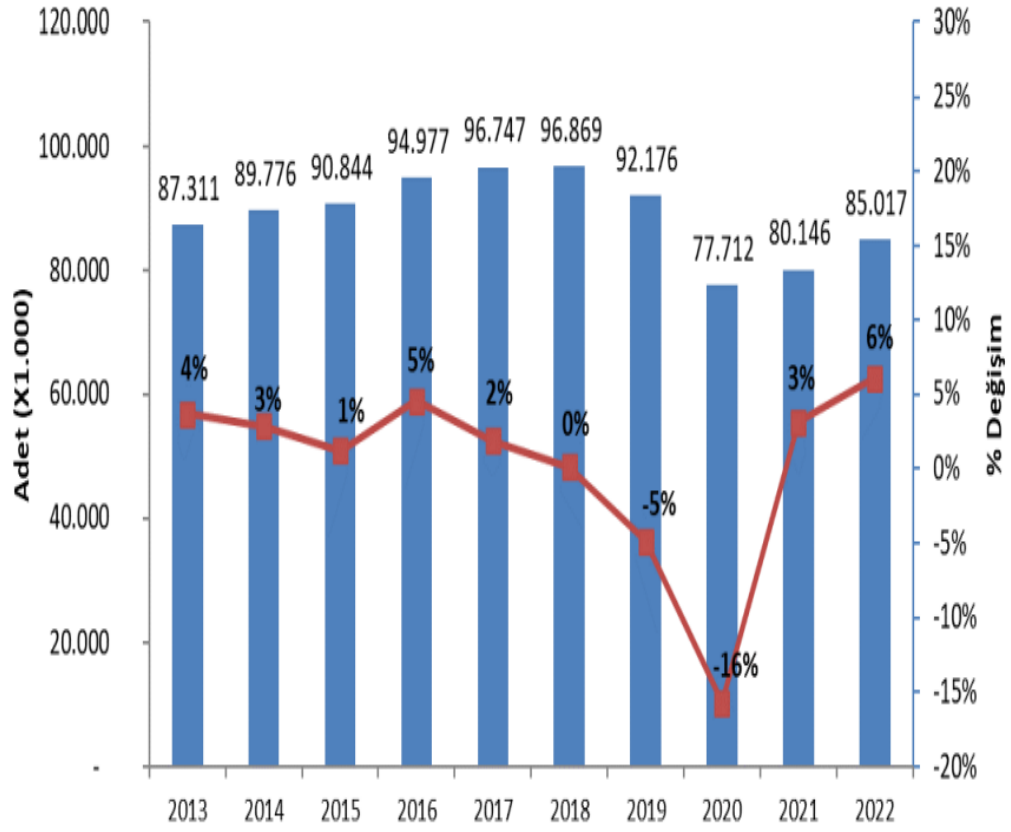
Ekonomik ve sosyal bağlamda gelişmiş ülkelerin ekonomik, toplumsal ve siyasi hedefleri ile uyumlu bir sanayi görüşü geliştirmişlerdir. Bu doğrultuda, Türkiye'nin sanayi görüşünü belirlemek için tüm paydaşların katılımıyla, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın önderliğinde arama konferansı yapılmıştır. Bu konferans neticesinde, Türkiye için uygulanacak stratejinin uzun dönemli görüşü "Orta ve yüksek teknolojili ürünlerde Avrasya'nın üretim üssü olmak" olarak belirlenmiştir. Bu uzun vadeli vizyon doğrultusunda, Türkiye Sanayi Stratejisi'nin temel hedefi; Türk sanayisinin rekabet gücünü ve verimliliğini artırmak, yüksek katma değerli ve ileri teknolojili ürünlerin üretildiği, nitelikli iş gücüne sahip, çevreye ve topluma duyarlı bir sanayi yapısına geçişi hızlandırmaktır.

Türkiye otomotiv sektöründe üretimde uygulanan yöntem ve teknolojileri, uluslararası düzeyde olup, belirleyici rol oynayan firmaların kullandıkları yöntem ve teknolojilerle aynıdır. Dünyada zamanla kendini göstermeyi başaran Türkiye otomotiv sektörü, gelişimini devam ettirebilmek için üretim, ihracat verimlilik gibi birçok yönden öne geçmek zorundadır. Bunu da dünyada hızla gelişen teknolojilerin yakından takibi, ana ve yan sanayi arasında iş birliği, teşvikler, yatırımların arttırılması gibi maddeler ön plana çıkmaktadır. Olumsuzlukların giderilmesi için gerekli önlemlerin alınması, sektörün daha da genişleyip güçlenmesini sağlayacaktır (Şekil 1.4).

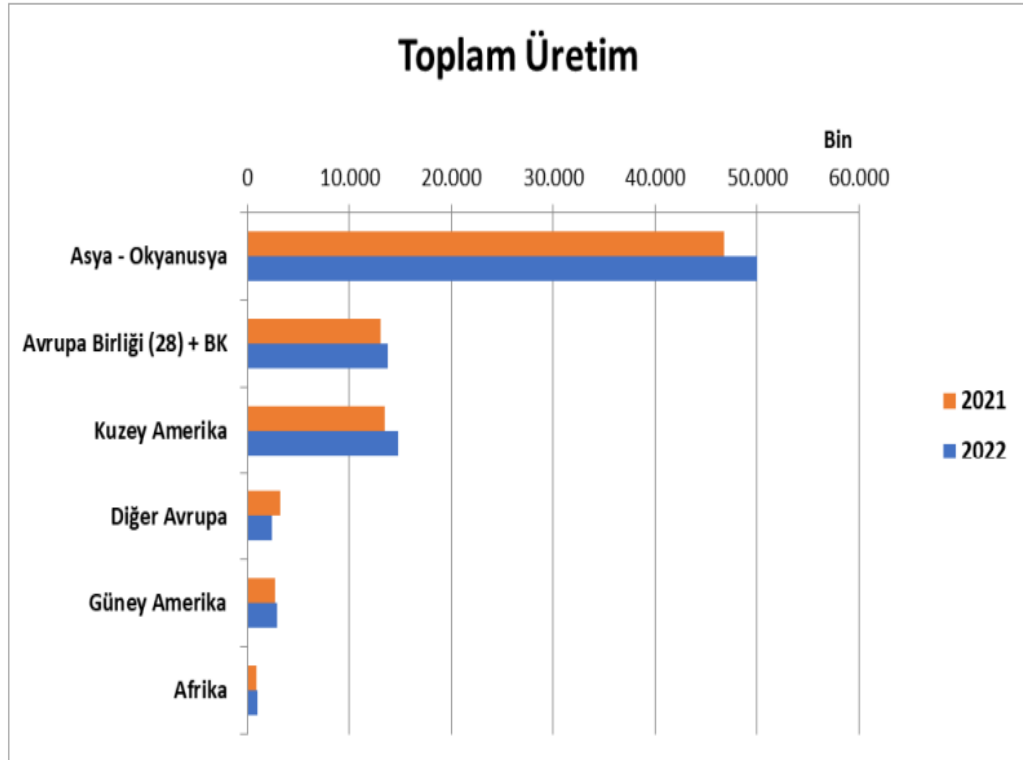


Şekil 1.4. Dünyadaki motorlu taşıt üretiminin yıllara göre değişimi.

OICA verilerine göre küresel üretim 2022 yılında bir önceki yıla göre yüzde 6 artarak 85 milyon 16 bin adede ulaşmıştır (Şekil 1.5 Şekil 1.6 ve Şekil 1.7).



Şekil 1.5. Dünya otomotiv üretimi 2013-2022.



Şekil 1.6. Bölgeler bazında dünya otomotiv üretimi 2022/2021.

Toplam Otomotiv Üretim	2021	2022	Değişim 22/21
Asya - Okyanusya	46.732.785	50.020.793	7%
Avrupa Birliği (28) + BK	13.092.506	13.801.210	5%
Kuzey Amerika	13.427.869	14.798.146	10%
Diğer Avrupa	3.238.003	2.415.678	-25%
Güney Amerika	2.723.770	2.958.117	9%
Afrika	931.056	1.022.783	10%
Toplam	80.145.988	85.016.727	6%

Şekil 1.7. Bölgeler bazında dünya otomotiv üretimi 2022/2021.

Son 10 yılın bölgeler bazında küresel üretim paylarına bakıldığında; 2013 yılından bu yana Asya-Okyanusya bölgesinin payının 7 puan arttığı, Afrika'nın üretim payını koruduğu, Güney Amerika 2, Diğer Avrupa 1, Avrupa Birliği (28) + BK'nın 2, Kuzey Amerika'nın ise 2 puan üretim payı kaybı yaşadığı gözlenmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Otomotiv Sektöründe Gelişen Teknolojiler

Otomotiv sektörü teknolojik anlamda, son dönemlerde teknolojik anlamda büyük bir gelişim içerisinde. Elektrikli araçlar ile otonom sürüş sistemi, bağlantılı araçlar ve IOT (nesnelerin interneti), yapay zekâ ile geliştirilmiş ileri düzey güvenlik teknolojileri dahil olmak üzere birçok yenilik ile sektör gelişmiştir. Bu tezde, otomotiv sektörünün gelişimini destekleyen başlıca teknolojik yenilikleri ve ilerlemeleri inceleyeceğiz.

Teknolojik gelişmelere uyum sağlayan sektörler arasında öncelik olan otomotiv sektörü, teknolojiye en çok yatırım yapan sektördür. Sektörde son zamanlarda rekabet artmakta, modeller değişmektedir. Elektrikli ve otonom araçlardaki ilerlemeler, otomotiv sektöründeki teknoloji yatırımlarını şekillendirmektedir. Üretim süreçlerinde dijital teknolojilerin entegrasyonu bu sektör için önemlidir (URL-2).

Son yapılan araştırmalara göre dijital dönüşüme uyum sağlamayan işletmelerin önümüzdeki yıllarda ciddi riskler ile karşı karşıya kalacağını düşünülmektedir (URL-2).

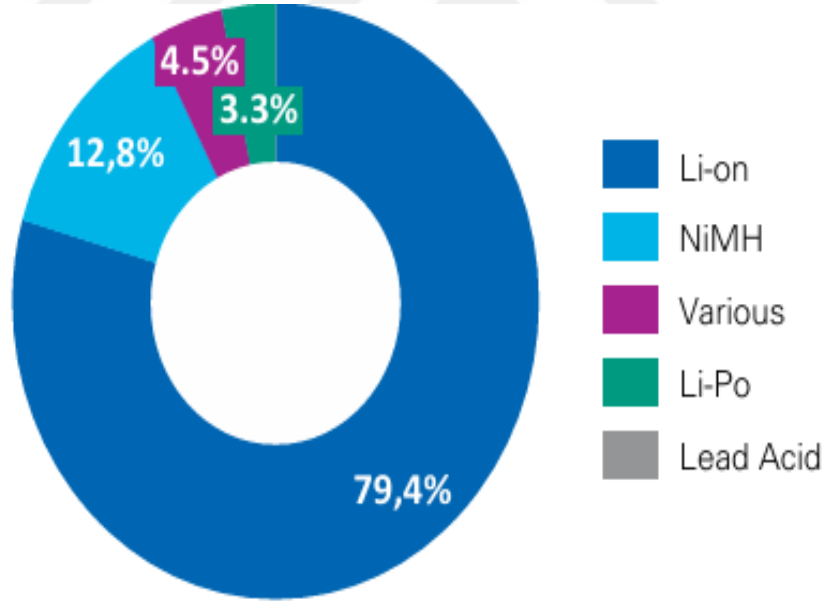
Otomotiv sektörü, üretim şekillerinden müşteri taleplerine ve dağıtım kanallarına kadar, bir şirketin iş yapış süreçlerinin tamamını etkilemektedir. Otomotiv üretiminin her aşamasında artık önemli paylara sahip olan teknolojik gelişmeler; dijital dönüşüme olanak tanıyarak kullanıcıların iş verimliliği, kalite ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır.

2.1.1 Elektrikli araçlar ve batarya teknolojileri

Araç ve batarya üretiminde yaşanan teknolojik gelişmelere destek desteği artmıştır. Devlet tarafından verilen özel teşvikler ile elektrik ve hibrit motorlu araçların üretiminde ve satışında artış olması mümkündür. Otomotiv endüstrisinde öne çıkan en önemli gelişmelerden biri elektrikli araçlardır.

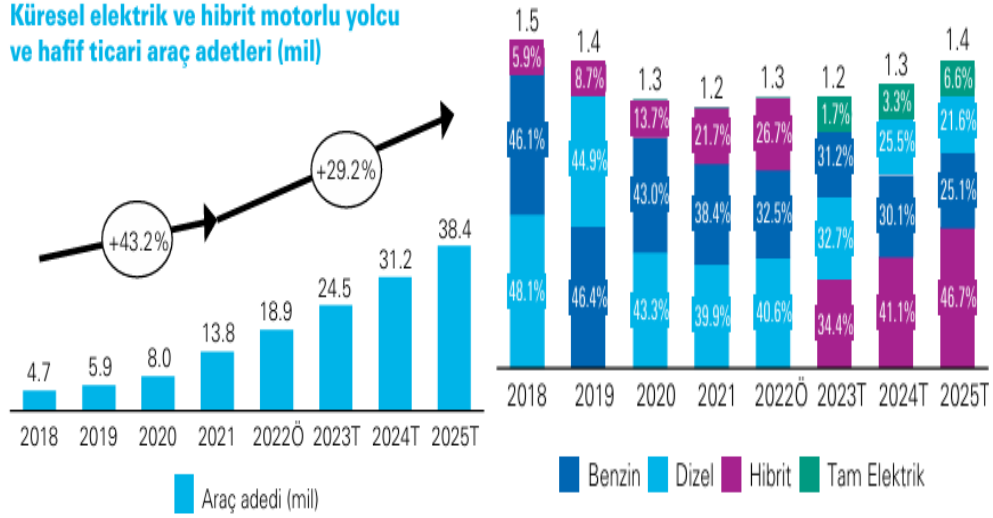
Küresel ölçekte çevre açısından karbon salınımını azaltma çabaları ve çevre dostu enerji kaynaklarının kullanımının artmasıyla, elektrikli araçlar günümüzde gitgide daha fazla önem kazanmaktadır. Elektrikli araçlar, diğer benzin/dizel araç motorlara sahip araçlardan çevreye daha duyarlı ve enerji verimliliği açısından kayda değer faydalar sağlamaktadır (URL-2).

Batarya Gelişme Süreci: Elektrikli araçların kullanım verimliliğini artırmak adına, batarya teknolojileri hem menzil hem de şarj süresi açısından hızla yenilenmektedir. Lityum-iyon bataryalarına ekstra olarak, solid-state bataryalar ve diğer alternatif batarya türleri, gelecekte daha avantajlı, daha sağlam ve daha hızlı şarj edilebilen bataryalar sunmayı vaat etmektedir (URL-2). Bu teknolojiler ile, elektrikli araçların benimsenme sürecini hızlandırabilmektedir. Bataryalar, elektrikli araçlarda kullanılan bataryaların yüksek maliyetleri ve giderek daha fazla önem kazanan çevre bilinci sebebiyle üreticiler yatırım odaklarını geri dönüştürülebilir pillerin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Batarya tiplerine göre elektrikli ve hibrit araç oranları, 2021.

Elektrifikasyon: Araç ve batarya üretiminde yaşanan teknolojik gelişmeler ve devletler tarafından verilen özel teşvikler sayesinde elektrik ve hibrit motorlu araçların üretiminde ve satışında artış yaşanması öngörülüyor (Şekil 2.2) (URL-1).



Şekil 2.2. Türkiye’de yakıt tiplerine göre yolcu ve hafif ticari araç oranları (%).

Hızlı Şarj İstasyonlarını ele alacak olursak, elektrikli araçların daha kullanılır hale gelmesiyle birlikte, şarj altyapısı da önemli bir gelişim göstermesi gerekmektedir. Hızlı şarj teknolojilerinin ilerlemesi ile, elektrikli araçların uzun yolculuklar için daha uygun hale gelmesi sağlanmaktadır. Gelişen şarj istasyonları, sürücülere hızlı ve verimli bir şekilde araçlarını şarj etme imkanı sunması planlanmaktadır (URL-2).

2.1.2 Otonom sürüş teknolojileri

Araçların sürücüye ihtiyaç duymadan bağımsız olarak hareket edebilmesi, otomotiv alanındaki en çarpıcı ve yenilikçi ilerlemelerden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu teknoloji sayesinde araçların güvenliği, verimliliği ve sürüş deneyimini köklü bir biçimde geliştirilebilir. Otonom araçlar; sensörler, kameralar, radarlar ve lidar (ışık algılama ve mesafe ölçme) gibi teknolojiler aracılığıyla çevrelerinden veri toplar. Toplanan veriler işlenerek sürüşle ilgili kararlar alınır. Bu sayede otonom araçlar, trafik kurallarına uyabilir, diğer araçları ve yayaları algılayabilir ve olası kazaların önüne geçerek güvenliği artırabilir. Yapay Zekâ (AI) ve makine öğrenimi ile otonom sürüş sistemleri, yapay zekâ ve makine öğrenimi sistemi ile güçlendirilmiştir. Bu sayede araçlar, daha fazla veri toplayarak kendi kendilerine güvenli ve verimli sürüş yapabilme yeteneği kazanmaktadır. Otonom araçlar hem sürücüye hem de yolculara daha güvenli, rahat ve verimli bir sürüş deneyimi hedeflemektedir (URL-2).

2.1.3 İleri düzey güvenlik sistemleri

Otomotiv sektörü, güvenlik açısında kendini oldukça geliştirmektedir. Bunlar arasında gelişmiş sensörler, veri analizi ve yapay zekâ, araçların güvenli hale gelmesinde önemli unsurlardır. Bu sistemleri özetleyecek olursak,

Çarpışma Öncesi ve Sonrası Sistemler: Araçların çarpışma anında kazaları önlemeye yönelik sistemlerdir. Örnek olarak otomatik acil frenleme (AEB) sistemi, aracın bir engelle çarpışma riski olduğunu tespit eder, sürücüyü uyarır ve gerekirse fren yaparak kazayı engeller (URL-2).

Şerit Takip Asistanı ve Hız Sabitleyici: Aracın şerit dışına çıkmasını engeller ve trafik koşullarına göre hızını ayarlamaktadır. Bu tür güvenlik sistemleri, sürücünün dikkatinin dağılması halinde bile güvenli bir sürüş deneyimi sağlar (URL-2).

360 Derece Kameralar ve Park Asistanları: Araçlarda, park etme ve dar alanlarda hareket etme konusunda sürücülere yardımcı olur. Bu sistemler, çevresindeki her şeyi algılayarak sürücüyü uyarır ve park etme işlemini daha güvenli hale getirir (URL-2).

2.1.4 Bağlantılı araçlar ve nesnelerin interneti (IoT)

Bağlantılı araçlar ile internet ve çeşitli sensörlerle sürücüler ve araç arasındaki iletişim gelişmektedir. Bunun sonucunda araçlar daha akıllı hale gelmekte ve kullanıcı deneyimi artmaktadır. Telematik sistemler;

- Araçların performansını sürekli izler,
- Bakım gereksinimlerini önceden bildirir,
- Ve araçla ilgili çeşitli verileri toplar.

Bu sistemler, araç sahiplerine araçlarının durumunu anlık olarak takip etme olanağı sağlar. Ayrıca, bu veriler aracılığıyla araç üreticileri, daha verimli ve güvenli araçlar geliştirebilir (URL-2).

2.1.5 Dijital ikiz teknolojisi

Dijital ikiz teknolojisi ile, otomotiv üretim sürecinde verimlilik sağlanmakta ve süreçte yaşanan arızalar daha oluşmadan öngörülüp düzeltilmektedir.

Dijital ikiz teknolojisi ile IOT teknolojisi birlikte çalışmaktadır. IOT cihazı otomotivde yer alan sensörler ile sürekli olarak veri toplamakta ve internet bağlantısı ile bu verileri alıcıya aktarmaktadır. Bu özellik ile dijital ikizler ile IOT'yi beraber kullanmak için uyumlu haline getirir (URL-2).

Araç üretiminde IOT cihazı ile alınan veriler dijital ikiz sisteminde kullanılır ve otomasyon sistemlerini kurmadan önce tüm üretim süreçlerini tamamen sanal bir ortamda planlar.

Araç üretiminde, lastikler gibi dijital ikiz teknolojisinin kullanımının süreci daha hızlı, ucuz ve hassas hale getireceği belirtilmektedir. Oluşturulan dijital kopya ile kapsamlı veriler, analizler kullanarak asıl ürünleri geliştirmek için maliyetli süreçler yerine sanal modelleme yaparak; lastiklerden kaynaklanabilecek riskler önemli ölçüde azaltılmaktadır (URL-2).

Hem üretim süreçlerini hem sürücü emniyetini hem de araç ömrünü uzatması gibi kritik faydaları sebebiyle dijital ikiz teknolojisi gibi yapay zekâ ile destekli uygulamaların pek çok farklı sektör dahil olmak üzere otomotiv ve otomotive bağlı diğer sektörlerde de sık kullanılması öngörülmektedir (URL-2).

3. MALZEME VE YÖNTEM

Bu tez kapsamında, gelişen teknolojilerin otomotiv sektöründeki etkilerini özellikle IoT (Nesnelerin İnterneti) uygulamaları üzerinden ele almak amacıyla çalışılmıştır. Çalışma yöntemi olarak öncelikle konuyla ilgili kapsamlı bir literatür taraması yapılmış; akademik kaynaklar, sektör raporları ve teknolojik gelişmeler incelenmiştir. Bununla birlikte, otomotiv üretim süreçlerinde doğrudan gözlemler gerçekleştirilerek, üretim hatlarında kullanılan IoT sistemleri ve bunların işleyişi yerinde analiz edilmiştir. Bu iki temel yöntem doğrultusunda, otomotiv sanayisinde kullanılan IoT tabanlı teknolojilerin üretim süreçlerine katkısı verimlilik, kalite kontrol, süreç izlenebilirliği ve otomasyon perspektifinden değerlendirilmiştir.

Bu kapsamda malzeme ve yöntem bölümü altında sırasıyla; IoT sistemlerinin genel çalışma yapısı, otomotiv üretim hatlarında kullanılan lazer kaynak, basınç testi, kimyasal havuz dozajlama sistemleri, continue çerçeve sistemi ve görüntü işleme gibi IoT destekli uygulamalar detaylı biçimde incelenmiştir.

3.1 IoT'nin Çalışma Sistemi

Bir IoT sistemi, bir bağlantı altyapısı üzerinden bulut ortamıyla iletişim kuran sensör ve cihazlardan oluşur. Toplanan veriler buluta aktarıldığında, yazılım bu verileri işler ve kullanıcıdan ek bir işlem veya onay gerektirmeden, örneğin sensörlerin veya cihazların belirli ayarlamalarının yapılmasına karar verir ve uygular.

Tam donanımlı bir IoT sistemi dört temel bileşenden oluşur: sensörler veya cihazlar, bağlantı altyapısı, veri işleme mekanizması ve kullanıcı arayüzü.

3.1.1 Sensörler / Cihazlar

Bu bileşenler, bulundukları ortamdan çeşitli verileri toplamakla görevlidir. Tek bir cihazda birden fazla sensör bulunabilir; örneğin bir akıllı telefonda GPS, kamera ve ivmeölçer gibi çeşitli sensörler bir arada çalışabilir. Temel olarak sensör veya sensörler, belirli bir amaca yönelik olarak çevresel veriyi toplar ve sisteme aktarır.

3.1.2 Bağlantı

Toplanan verilerin buluta iletilmesi için cihazın uygun bir bağlantı yöntemi kullanması gerekir. Bu aktarım; Wi-Fi, Bluetooth, uydu iletişimi, düşük güçlü geniş alan ağları (LPWAN) veya doğrudan Ethernet bağlantısı üzerinden gerçekleştirilebilir. Hangi bağlantı yönteminin tercih edileceği ise ilgili IoT uygulamasının gereksinimlerine bağlıdır.

3.1.3 Veri işleme

Veriler bulut sistemine ulaştığında, yazılım bu verileri analiz eder ve bir işlem gerekip gerekmediğine karar verir. Bu süreç, kullanıcıdan ek bir komut alınmaksızın bir uyarı gönderilmesini veya sensörlerin/cihazların otomatik şekilde ayarlanmasını içerebilir. Ancak bazı durumlarda kullanıcı müdahalesi gerekebilir; bu noktada kullanıcı arabirimi devreye girer.

3.1.4 Kullanıcı arabirimi

Kullanıcının sisteme müdahale etmesi veya durumu izlemesi gerektiğinde, kullanıcı arabirimi bu işlemleri gerçekleştirmek için kullanılır. Kullanıcı tarafından yapılan işlemler, sistem aracılığıyla buluta iletilir ve gerekli değişiklikler sensör ya da cihazlara geri gönderilerek uygulanır.

3.2 Otomotiv Sektöründe IOT Kullanımı

Teknolojinin hızlı gelişimi, otomotiv sektöründe köklü değişimlere yol açmıştır. Özellikle Nesnelerin İnterneti (IOT), otomotiv üretim süreçlerini daha akıllı, bağlantılı ve veri odaklı hale getirmektedir. IOT sayesinde üretim hatları, makineler ve sistemler birbiriyle iletişim kurarak üretim verimliliğini artırmakta, arıza risklerini azaltmakta ve kalite kontrol süreçlerini iyileştirmektedir. Otomotiv sektörü dijitalleşme ve sürdürülebilirlik açısından hızla dönüşmektedir. IoT teknolojileri bu dönüşümün merkezindedir. Bu çalışma, IoT destekli üretim uygulamalarını incelemektedir.

Otomotivde IOT, buluta bağlı ve otomobil üretim sürecinin optimizasyonunu ve daha verimli ulaşım yönetimini sağlayan gerçek zamanlı veriler sağlayan karmaşık bir cihaz sistemini (örneğin sensörler, kameralar, GPS izleyicileri) ifade eder.

IOT çözümleri, araçları, öngörücü bakım, doğrudan araçtan araca etkileşim, yapay zekâ destekli sürüş yardımı ve diğer gelişmiş özelliklerden yararlanan akıllı ulaşım araçlarına dönüştürerek bireylere ve işletmelere gelişmiş yol güvenliği ve sürüş verimliliği sunar. Otomobil üreticileri ayrıca üretim süreçlerini otomatikleştirmek, insan hatası olasılığını azaltmak ve kalite kontrolünü geliştirmek için IOT'yi kullanır.

3.3 Otomotiv Sektöründe Kullanılan IoT Tabanlı Lazer Kaynak

Lazer kaynak yöntemi, diğer geleneksel kaynak tekniklerinden farklı olarak çoğu uygulamada dolgu teli kullanımına ihtiyaç duymaz. Bu yöntemde, yüksek yoğunluklu lazer ışını, kaynak yapılacak bölgede doğrudan malzeme yüzeyini eriterek parçaların birleştirilmesini sağlar. Böylece, malzeme yüzeyleri ek bir kaynak materyaline gerek kalmadan yalnızca lazer enerjisi ile füzyon yoluyla kaynaştırılır. Bu özellik hem işlem süresinin kısalmasına hem de kaynak bölgesinde oluşabilecek deformasyon riskinin azalmasına katkı sağlamaktadır. Lazer kaynak robotlarına entegre edilen IoT sensörleri aracılığıyla kaynak işlemleri sırasında; sıcaklık, odak pozisyonu, enerji seviyesi gibi parametreler gerçek zamanlı olarak izlenmektedir. Bu sistem sayesinde kaynak kalitesi sürekli olarak kontrol altında tutulmakta, sapmalar anında tespit edilerek sistemin durdurulması sağlanmaktadır. Böylece hata oranı düşmekte ve yeniden işleme ihtiyacı azaltılmaktadır.

Üretim hattında konumlandırılmış sekiz farklı kaynak robotu, iş akışına entegre edilen sensörler ve sürücüler aracılığıyla kaynak operasyonlarını gerçekleştirmekte ve tamamlanan her operasyon sonrası bir sonraki istasyonla veri tabanlı haberleşme sağlamaktadır. Her kaynak işlemi sırasında, IoT teknolojileri sayesinde kaynak kalitesi anlık olarak izlenmekte ve uygunluk kontrolü yapılmaktadır. Uygunsuzluk tespit edilmesi halinde, ilgili sensör ve sürücüler aracılığıyla eş zamanlı veri iletimi sağlanmakta ve sistem, otomatik olarak üretim hattını durdurarak olası hataların yayılmasını önlemektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. IoT tabanlı lazer kaynak.

3.4 Otomotiv Sektöründe Kullanılan IoT Tabanlı Basınç ve Sızdırmazlık Test Sisteminin Hava Tanklarında Uygulanması

Otomotiv sektöründe, özellikle ağır vasıta taşıtlarında kullanılan hava tankları, araçların pnömatik sistemlerinde ihtiyaç duyulan basınçlı havayı depolayan temel bileşenlerdir. Genellikle fren sistemleri, süspansiyon sistemleri ve yardımcı donanımların çalışmasını sağlayan bu tanklar, kompresör aracılığıyla üretilen havayı belirli bir basınç altında saklayarak sistemin sürekliliğini ve güvenliğini sağlar. Çelik veya alüminyumdan üretilen hava tankları hem dayanıklılık hem de hafiflik açısından tasarım kriterlerine göre seçilir. Bu tankların yüksek basınca dayanıklı ve sızdırmaz olması, taşıt güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle üretim sürecinde, hava tanklarının sızdırmazlık ve mukavemet testleri titizlikle yapılmakta, gelişen teknolojilerle birlikte bu test süreçleri IoT (Nesnelerin İnterneti) tabanlı sistemlerle entegre edilmektedir.

Otomotiv sektöründe kullanılan hava tanklarının sızdırmazlık ve dayanıklılık testleri, ürün güvenliği ve kalite güvencesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu süreçte, üretilen her bir hava tankı, belirli bir iç basınç altında su dolu test havuzuna yerleştirilir.

Test sırasında, tankın içine kontrollü bir şekilde hava verilerek iç basınç oluşturulur. Eğer tankta herhangi bir kaynak hatası, mikro çatlak ya da sızdırmazlık problemi varsa, su içerisinde oluşan hava kabarcıkları, sistemde yer alan yüksek hassasiyetli optik ve basınç sensörleri tarafından algılanmaktadır.

Sensörler tarafından tespit edilen anomali verileri, merkezi kontrol birimine IoT altyapısı üzerinden iletilmekte ve sistem, tankın "uygunsuz" olduğunu otomatik olarak sınıflandırmaktadır. Bu sayede hatalı ürün üretim hattından ayrılırken; veriler kayıt altına alınarak, ürün izlenebilirliği sağlanmakta ve istatistiksel kalite analizlerine olanak tanınmaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. IoT tabanlı basınç testi.

3.5 IoT Tabanlı Kimyasal Havuz Takibi ve Otomatik Dozajlama

Hava tanklarının boyama öncesi yüzey hazırlık süreçlerinde kullanılan kimyasal havuzların pH, sıcaklık ve iletkenlik gibi değerleri, IoT tabanlı sensörler aracılığıyla sürekli ölçülmektedir. Bu değerler bulut tabanlı sisteme aktarılarak, kimyasal dengenin dışına çıkıldığında otomatik dozajlama yapılmakta; manuel müdahale ihtiyacı ortadan kalkmaktadır. Bu uygulama hem çevresel sürdürülebilirliği hem de üretim kararlılığını desteklemektedir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. IoT tabanlı kimyasal havuz ve dozajlama.

3.6 Otomotiv Sektöründe Kullanılan Continue Çerçeve Sistemi

Teknolojinin gelişmesi ile otomotiv üretim hatlarında dijitalleşme ve otomasyon uygulamaları giderek yaygınlaşmaktadır. Bu dönüşüm, özellikle boyama gibi hassas süreçlerde, süreç izlenebilirliği ve kalite kontrolünü daha etkin hale getirmektedir. Bu kapsamda kullanılan Continue Çerçeve Sistemi, ürünlerin üretim hattında kesintisiz ve kontrollü bir şekilde taşınmasını sağlayan, otomatik izleme ve yönlendirme yapabilen bir taşıma sistemidir. Bu sistem, ürünlerin her aşamada belirli sürelerle ve kontrollü koşullarda işlem görmesini mümkün kılarak, üretim süreçlerinin standardizasyonunu ve kalite sürdürülebilirliğini desteklemektedir.

Ürünler boyama hattına ulaştığında, çerçevelere yerleştirilen ürünlerin sistem tarafından numaralandırılarak anlık konum ve durum takibi IoT destekli sensörler aracılığıyla sağlanmaktadır. Yıkama, kurutma, boyama ve pişirme gibi operasyonlarda her bir ürün için belirlenen bekleme süreleri, ilgili operasyon istasyonlarında konumlandırılmış sensörler yardımıyla otomatik olarak takip edilmektedir. Çerçeve hareketleri ve bekleme süreleri, sistemin referans olarak aldığı üretim parametreleri doğrultusunda hesaplanmakta; ürünler, bu parametrelere göre ilgili havuzlarda kontrollü bir şekilde bekletilmektedir. Bu yapı sayesinde, süreç boyunca operasyonel verimlilik artırılmakta ve ürün kalitesi sürdürülebilir bir şekilde güvence altına alınmaktadır. Yıkama, kurutma, boyama ve pişirme süreçlerinde

bekleme süreleri, IoT cihazlarından elde edilen sensör verileri, bulut tabanlı analiz platformları ve makine öğrenimi algoritmaları kullanılarak dinamik şekilde optimize edilmektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Continue çerçeve sistemi.

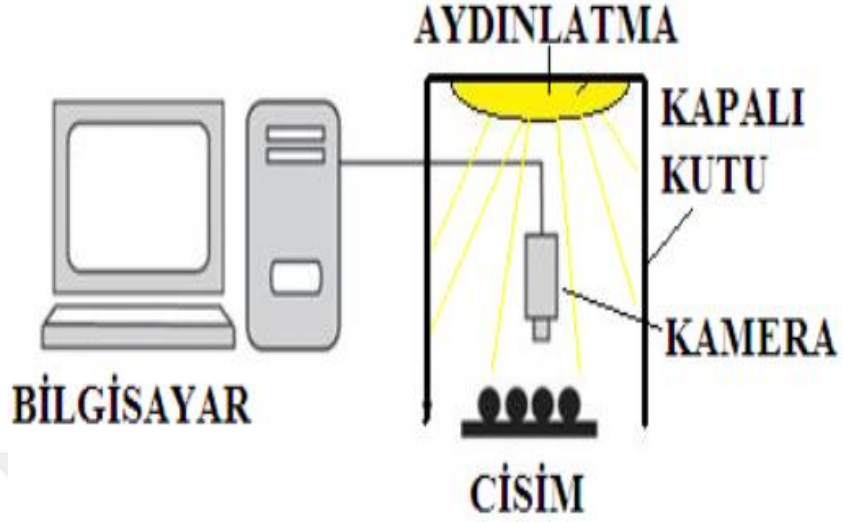
Operasyon parametrelerine bağlı olarak, çerçeve hareketleri ve bekleme süreleri, kontrol sistemi tarafından önceden tanımlanmış tolerans aralıkları içerisinde hassas bir şekilde yönetilmektedir; bu sayede üretim süreçleri gerçek zamanlı olarak optimize edilmekte ve kalite sapmaları önceden tespit edilebilmektedir.

3.7 Otomotiv Sektöründe Kullanılan Görüntü İşleme

Endüstriyel seri üretim süreçlerinde, nesnelerin yüksek hızda, insan müdahalesi olmadan ve yüksek doğrulukla sınıflandırılması, karşılaşılan temel sorunlardan biridir. Hata tespiti, paketleme, robotik kontrol ve kalite güvence gibi üretim basamaklarında, görsel ölçümler temel alınarak kritik kararlar verilmektedir. Bu kararlar doğrultusunda ürünlerin üretim bandı üzerindeki yönlendirmeleri otomatik olarak gerçekleştirilmektedir (Lino, 2008).

Gerçek zamanlı çalışan seri üretim hatlarında, sistemlerin çok kısa sürede sonuç üretebilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle makine görme uygulamalarında karmaşık ve işlem süresi uzun algoritmalar tercih edilmemektedir. Makine görmede kullanılan bir kamera, yalnızca nesne tanımlama görevini üstlenmekle kalmaz; aynı zamanda, nesnenin üzerinde bulunan parçaların görüş alanında bulunup bulunmadığını tespit eden bir algılayıcı gibi de işlev görebilir. Bu sistemde kamera altına gelen cismin resmi çekilir ve bu bilgi bilgisayara gönderilir. Bilgisayarda

koşulan yazılım bu cismin üzerinde eksik bir parça olup olmadığının tespitini gerçekleştirir (Şekil 3.5).



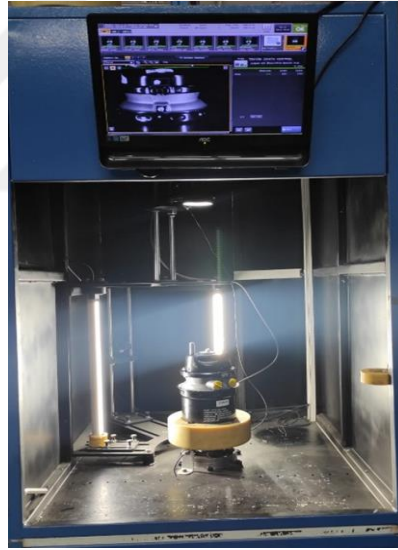
Şekil 3.5. Makine görme sistemi (Meltek ve Çetişli, 2012).

Makine görme sistemlerinin bu temel fonksiyonları, günümüzde gelişen IoT ve yapay zekâ teknolojileriyle birlikte daha da gelişmiş uygulamalara dönüşmektedir. Günümüzde otomotiv sanayisinde teknolojik gelişim, üretim hatlarında kalite kontrol süreçlerinin daha akıllı ve otonom hale gelmesini mümkün kılmaktadır. Özellikle tekrarlayan manuel kontrollerin yerini, IoT tabanlı sensörler ve yapay zekâ destekli analiz sistemleri almaktadır.

Bu sistemler sayesinde, üretim sürecinde oluşabilecek sapmalar ve hatalar, daha gerçekleşmeden önce tahmin edilebilmekte ve üretim sürecine anlık müdahaleler yapılabilmektedir. Bu bağlamda, akıllı üretim sistemleri hem ürün kalitesini artırmakta hem de operasyonel verimlilik ve izlenebilirlik sağlamaktadır. Fren körüğü üretimi gerçekleştiren bir sanayi işletmesinde, üretim sürecinde meydana gelebilecek potansiyel hataların erken tespiti ve önlenmesi amacıyla, IoT (Nesnelerin İnterneti) destekli görüntü işleme teknolojileri kullanılmaktadır. Bu sistemler, üretim hattına entegre edilen yüksek çözünürlüklü kameralar ve sensörler aracılığıyla ürünleri gerçek zamanlı olarak analiz etmekte; olası yüzey kusurları, form bozuklukları veya montaj hataları gibi kalite problemleri üretim aşamasında tespit edilerek hatalı ürünün devam eden sürece geçişi engellenmektedir.

Otomotiv sektöründe kalite beklentilerinin giderek artması, üretim süreçlerinde hata oranlarının minimum seviyeye indirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, özellikle kontrol operasyonlarının insansızlaştırılması ve hata oranlarının altı sigma (6σ) seviyelerine çekilmesi, kalite yönetiminde kritik hedefler arasında yer almaktadır.

Bu hedef doğrultusunda, derin öğrenme algoritmalarına dayalı yapay zekâ destekli görüntü işleme sistemleri, üretim hatlarında etkin bir hata ayıklama aracı olarak kullanılmaktadır. Söz konusu teknoloji, özellikle OEM (Original Equipment Manufacturer) ana sanayi müşterilerinden gelen kalite odaklı şikayetlerin önlenmesine yönelik olarak hatasızlaştırma çalışmalarında başarıyla uygulanmaktadır. Derin öğrenme destekli sistemler, insan gözüyle fark edilemeyecek mikroskobik hataları dahi yüksek doğrulukla tespit edebilmekte; bu da toplam ürün kalitesinde anlamlı iyileşmelere katkı sağlamaktadır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Görüntü işleme cihazı.

Görüntü işleme sisteminde denetim süreci, önceden tanımlanmış ve uygun görsel referanslarla oluşturulmuş dijital reçetelerin hazırlanması ve sisteme entegre edilmesi ile başlamaktadır. Bu dijital reçeteler, fren körüğü üzerinde bulunması gereken tüm bileşenlerin konum ve geometrik özelliklerini esas alarak, eksik, hatalı veya yanlış konumlandırılmış parçaların otomatik olarak tespit edilmesine olanak tanımaktadır (Şekil 3.7).

KORUK KONTROL RECETE_6_URUN- 10FB
KORUK KONTROL RECETE_1_URUN
KORUK KONTROL RECETE_2_URUN_12- AB
KORUK KONTROL RECETE_3_URUN_19- CA
KORUK KONTROL RECETE_7_URUN_92- KA
KORUK KONTROL RECETE_8_URUN_84- KB
KORUK KONTROL RECETE_9_URUN_89- HA
KORUK KONTROL RECETE_10_URUN_85- AB
KORUK KONTROL RECETE_5_URUN_76- AB
KORUK KONTROL RECETE_4_URUN_20- DA

Şekil 3.7. Reçete görüntüsü.

Fren körüğüne yönelik görüntü işleme uygulamasında, üretim hattına entegre edilmiş iki adet yüksek çözünürlüklü kamera ve özel ışıklandırma sistemi aracılığıyla ürün 360° döndürülerek toplamda beş farklı açıdan (dört yan ve bir üst) fotoğraf alınmaktadır. Her bir görüntü analiz süreci ortalama 6 saniyede tamamlanmaktadır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Fotoğraf alma.

Görüntü işleme sistemi, fren körüğü üzerindeki parçaların eksiksiz ve doğru konumda olup olmadığını referans görüntüye göre değerlendirir. Uygun ürünler üretime devam ederken, eksik veya hatalı parçalar algılandığında sistem uyarı verir, hatalı ürünü işaretler ve üretim hattını otomatik olarak durdurur. Gerçekleştirilen analiz sonucunda, sistem tarafından alınan görüntüler doğrultusunda fren körüğü üzerinde herhangi bir parça eksikliği veya yapısal uyumsuzluk tespit edilmesi

durumunda, ilgili alan görsel arayüzde kırmızı renkle vurgulanmakta ve kullanıcıya anlık uyarı verilmektedir. Aynı zamanda, sistem üretim hattını otomatik olarak durdurarak, hatalı ürünün bir sonraki üretim aşamasına geçmesini engellemektedir. Bu yaklaşım, hem operatör müdahalesi ihtiyacını en aza indirmekte hem de üretim sürecinde kalite sürekliliğini sağlamada etkin bir kontrol mekanizması sunmaktadır. Fren körüğü üretimi yapan bir otomotiv yan sanayi işletmesinde, müşteri geri bildirimleri doğrultusunda gerçekleştirilen analizler sonucunda, bazı ürünlerde toz tapa eksikliğine bağlı kalite sorunu tespit edilmiştir. Söz konusu uygunsuzluk, ürünün araç üzerine montajı sırasında işlevselliği olumsuz yönde etkileyebilecek nitelikte olup, müşteri memnuniyetini doğrudan etkileyen kritik bir kalite problemidir. Şekil 3.9’da görüntü işleme sisteminde kullanılan referans (dijital reçete) görüntüsünü göstermektedir. Bu görüntüde, fren körüğü üzerindeki tüm parçalar toz tapası doğru konumda ve eksiksiz olarak yerleştirilmiştir. Parçaların konumu, rengi ve geometrisi bu referans üzerinden değerlendirilir. Sistem bu görüntüyü model olarak kabul ederek, üretim hattından gelen tüm ürünleri bu referans ile karşılaştırmaktadır.



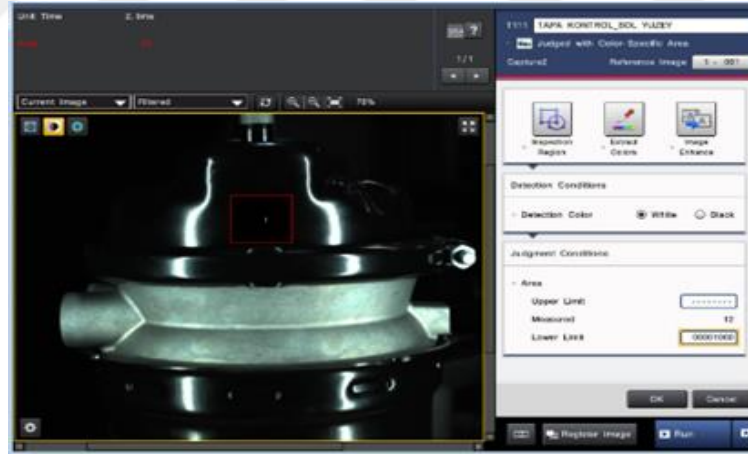
Şekil 3.9. Referans görüntü.

Şekil 3.10’da sistem tarafından denetlenen bir üründe toz tapanın doğru konumda ve eksiksiz şekilde yerleştirilmiş olduğunu göstermektedir. Görüntü işleme sistemi, referansla karşılaştırma sonucunda ürünü uygun (OK) olarak sınıflandırmış ve üretim sürecine devam edilmesine izin vermiştir.



Şekil 3.10. Uygun görüntü.

Şekil 3.11’de ise; fren körüğü üzerindeki toz tapanın eksik olduğu tespit edilmiştir. Görüntü işleme sistemi, referans bölgedeki farklılığı algılayarak eksik parça uyarısı vermiş, ilgili bölgeyi kırmızı renk ile işaretlemiş ve ürünü uygunsuz olarak değerlendirmiştir. Bu durumda sistem, üretim hattını otomatik olarak durdurarak hatalı ürünün ilerlemesini engellemektedir.



Şekil 3.11. Uygunsuz görüntü.

3.8 Otomotiv Sektöründe IoT Kullanımının Faydaları

- Üretim alanının net bir resmi; Endüstriyel IoT çözümleri, üretim sahalarında büyük miktarda veri toplayabilir. Bu verilerin gerçek zamanlı işlenmesi ve analizi, otomobil üreticilerinin tüm üretim sürecini daha iyi anlamalarına ve optimize etmelerine, daha yüksek güvenlik standartları getirmelerine ve kayıpları azaltmalarına yardımcı olur.

- Gelişmiş araç içi deneyim; Kullanıcılar artık araç sahipliğine konfor ve verimlilik katan bir dizi araç içi bilgi-eğlence sistemi, navigasyon çözümleri, telematik, sürücü destek sistemleri vb.'nin keyfini çıkarabilirler.
- Sürücüler ve yayalar için daha güvenli yollar; Nesne tanıma, yaya ve şerit algılama, otomatik fren sistemleri vb. gibi IoT özellikli güvenlik sistemleri, insan hatalarını azaltmak ve araçları herkes için daha güvenli hale getirmek için sürüş yardımı sunar.
- Araç bilgilerine uzaktan erişim; Kullanıcılar, yakıt seviyesi veya otoparktaki konum gibi araçlarıyla ilgili bilgileri mobil bir uygulama aracılığıyla uzaktan kolayca alabilir, bu da zamandan tasarruf sağlar ve sürücü deneyimini geliştirir.
- Geliştirilmiş araç bakımı; Araçlara takılan IoT sensörlerinden toplanan veriler, arıza öncesi araç koşullarını tespit etmek için analiz edilebilir ve kullanıcıların arızaları önlemek ve araç bakım maliyetini azaltmak için önleyici tedbirler almasını sağlayabilir.
- Filo yönetimi ve telematik; IoT, filo yönetimini yeni gelişmiş işlevlerle zenginleştirerek daha uygun maliyetli hale getirir ve manuel operasyonlara olan ihtiyacı azaltır. Araçlara entegre edilen IoT cihazları, araç hızı, konum, yük, yakıt tüketimi, sürücü davranışı vb. hakkında gerçek zamanlı veriler toplar. IoT analitik çözümlerinin yardımıyla bu verilerden içgörüler elde eden filo yönetimi operatörleri, en uygun rotaları otomatik olarak hesaplayabilir, çalışanlarının sürüş alışkanlıklarını izleyebilir, araç performansını tarayabilir ve iş kesintilerini önlemek için tahmini bakımdan yararlanabilir.
- Bağlantılı arabalar; Entegre IoT sensörleri arabaları birbirine bağlamaya ve araçtan araca etkileşimi etkinleştirmeye yardımcı olur. Arabalar konum, rota, hız vb. gibi ilgili bilgileri paylaşabilir. Bu özellik kazaları önlemeye yardımcı olur ve yolları daha güvenli hale getirir. Acil bir durumda, yakın mesafedeki diğer arabaların sürücülerine önleyici tedbirler almaları veya arabalarını yavaşlatmaları için bildirimde bulunulabilir.
- Öngörücü bakım; IoT çözümleri, olası sorunları tahmin etmek için araç durumunu sürekli olarak izler. IoT sensörleri yakıt tüketimi, motor sıcaklığı, sıvı seviyeleri, çalışma süresi vb. hakkında gerçek zamanlı veriler toplar. Bu veriler daha sonra arıza öncesi koşulları tespit etmek ve sürücüyü önceden uyarmak için analiz edilir. Geleneksel planlı kontrollerle karşılaştırıldığında bu bakım yaklaşımı, gereksiz

masrafları önlemeye ve zamandan ve emekten tasarruf sağlamanın yanı sıra araç arızalarını önlemeye yardımcı olabilir.

- Nesnelerin İnterneti (IoT) destekli araç içi bilgi-eğlence sistemleri, müzik yayını, navigasyon, sesli asistan, eller serbest arama vb. hizmetler sunuyor.
- Yarı otonom araçlar sürüş, frenleme, park etme veya şerit değiştirmenin kısmi kontrolünü ele alabilir. IoT çözümleri ve entegre araç içi kameralar, akıllı araçların sürüş yardımı sağlamak ve yol kazası olasılığını azaltmak için en güvenli ve en verimli eylem planını hesaplamasına yardımcı olur.

Gerçek zamanlı veri takibi sayesinde, operasyonlardaki bekleme süreleri azaltılmış, kalite kontrolü iyileştirilmiş ve üretim hattı daha esnek hale getirilmiştir. Ayrıca bu sistemler, bakım ve arıza öngörülerine katkı sağlayarak operasyonel sürekliliği desteklemektedir.

IoT'nin tanıtımıyla otomotiv endüstrisi yeni bir döneme girmektedir. Nesnelerin İnterneti araçlarımızla etkileşim kurma şeklimizi değiştirmektedir. Bu gelişmiş teknoloji, arabaları daha akıllı, daha güvenli ve daha bağlantılı hale getirdi. Zamandan ve paradan tasarruf etmenize yardımcı olur, sürüş deneyimini ve bakım verimliliğini arttırmaktadır.

Sonuç olarak, IoT tabanlı üretim yönetimi, otomotiv sektöründe süreçleri dijitalleştirerek büyük avantajlar sağlamaktadır. Bu teknolojinin yaygınlaşmasıyla birlikte, üretim sistemlerinin daha akıllı ve sürdürülebilir hale gelmesi beklenmektedir

3.9 IOT'nin Farklı Sektörlerdeki Kullanım Alanları

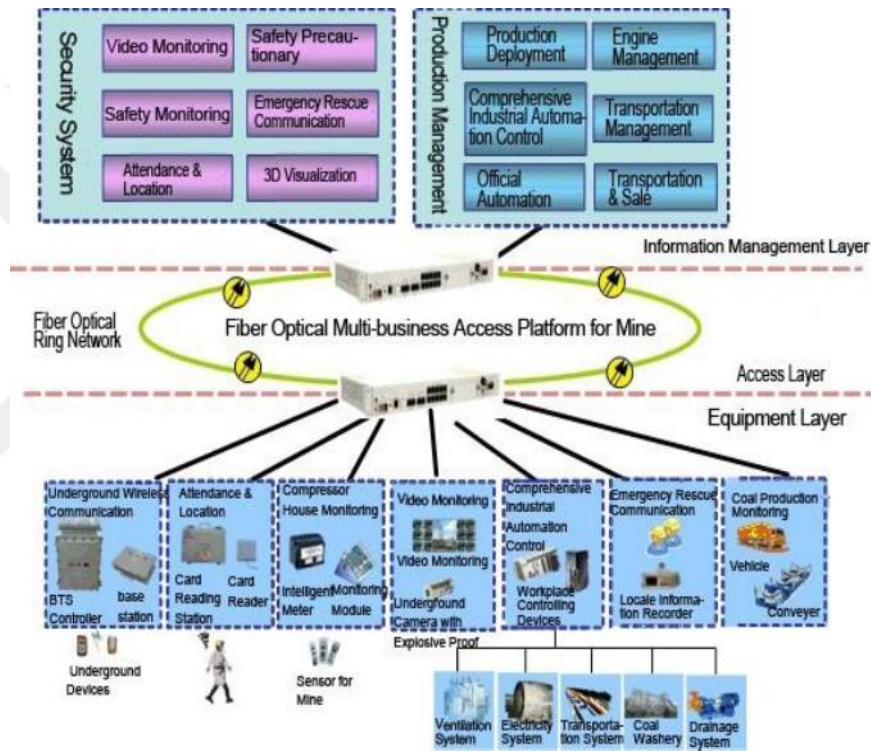
Akıllı Ev Sistemleri ve Akıllı Fabrika Uygulamaları: Ev ortamında kullanılan tüm algılayıcılar ve cihazlara ait kontrol verileri, uygun bir iletişim ağı üzerinden merkeze aktarılabilir. Bu veriler analiz edilerek ev güvenliği artırılabilir, enerji yönetimi daha verimli hâle getirilebilir veya farklı amaçlarla değerlendirilebilir. Benzer şekilde, fabrika ortamında da üretim veri terminallerinden, enerji tüketim seviyelerinden ya da sıcaklık, nem, hava durumu ve yangın alarmı gibi kablosuz protokollerle çalışan sensörlerden elde edilen bilgiler, tüm fabrikanın bir akıllı telefon uygulaması aracılığıyla uzaktan izlenmesini ve yönetilmesini mümkün kılar (Hsiao et al, 2016).

Akıllı Sağlık Teknolojileri: Sağlık sektörü, IoT teknolojilerinin hızla yaygınlaştığı önemli alanlardan biridir. IoT cihazları, hastaların hayati bulgularını (örneğin kan şekeri, tansiyon, kalp atışı, vücut sıcaklığı ve adım sayısı gibi) gerçek zamanlı ya da periyodik olarak izleyerek sağlık verilerini aile bireyleri ve doktorlarla paylaşmaya imkân tanır. Bu sayede sağlık hizmeti sağlayıcıları olası sağlık sorunlarını erken aşamada tespit ederek, hastalığın önlenmesi veya yönetimi için proaktif tedbirler alabilir. Ayrıca, ilaç kullanımı takibi, ilaç hatırlatma ve hasta programlama gibi rutin işlemlerin otomatikleştirilmesi, hem sağlık personelinin iş yükünü azaltmakta hem de genel hizmet verimliliğini artırmaktadır. Günümüzde kronik hastalığı olan veya bakım ihtiyacı bulunan yaşlı bireylerin sağlık durumlarının kesintisiz izlenebilmesi, yalnızca Nesnelerin İnterneti tabanlı bilgi sistemlerinin sunduğu altyapı sayesinde mümkün olabilmektedir. Bu sistemler, elde edilen sağlık verilerinin analizini sağlayarak kritik durumlarda hızlı müdahale imkânı sunar. Gelecekte bu alandaki farklı seviyelerdeki çözümlerin daha yaygın hâle gelmesi, birlikte çalışabilirliğin artırılması ve resmi sağlık kuruluşlarına sorunsuz bir şekilde entegre edilebilmesi için kapsamlı bir e-sağlık altyapısının geliştirilmesi gerekmektedir. Böyle bir sistem, aynı zamanda yeni ortaya çıkabilecek uygulama ve protokolleri de esnek biçimde destekleyebilmelidir.

IoT Destekli Tarım Uygulamaları: IoT teknolojisi, tarım alanında da yaygın şekilde kullanılmaktadır. Özellikle seralar gibi kapalı ve çevre koşullarının kısmen kontrol edilebildiği ortamlarda, farklı bitki türleri için en uygun yetiştirme şartlarının çift yönlü olarak sağlanması, başarılı bir Nesnelerin İnterneti uygulamasına örnektir. Seralarda izlenmesi gereken sıcaklık, nem ve toprak değerleri gibi kritik parametreler, IoT sistemine entegre makineler arası iletişim sayesinde merkezi bir bilgisayarda ya da bulut tabanlı ortamlarda kaydedilir ve analiz edilir. Bu veriler, mobil cihazlar ya da web tabanlı platformlar üzerinden kullanıcılar tarafından uzaktan izlenebilir ve yönetilebilir.

Yeraltı Madenciliğinde IoT ile Güvenlik İyileştirme Çözümleri: Yeraltı madenciliği, insanlar açısından en riskli çalışma alanlarından biridir. Madenlerde meydana gelen kazalar çoğunlukla yanıcı gazların patlaması sonucu oluşan göçükler veya zehirli gazların solunması gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Endüstriyel Nesnelerin İnterneti bu tür kazaların önlenmesi, erken uyarı sağlanması, olası bir kaza anında

Çalışanların konumlarının tespiti ve kurtarılması gibi konularda önemli katkılar sunmaktadır. Maden sahalarına yerleştirilen sensörler, RFID veya diğerk telsiz iletişim sistemleri aracılığıyla yüzeydeki izleme ve kontrol merkezine sürekli veri iletmektedir. Yer altındaki çalışma ortamlarının sıcaklık, nem ve zararlı gaz seviyeleri anlık olarak izlenebilmekte; herhangi bir tehlike durumunda erken uyarı mekanizması devreye girerek çalışanların yüzeye tahliyesi sağlanmaktadır. Olası bir kaza durumunda ise mahsur kalan işçilerin konumu hızlıca belirlenerek kurtarma çalışmaları etkin şekilde yrtlelebilmektedir. Kömür madenlerinde IoT uygulamasına yönelik bir örnek şekil 3.12’de sunulmuştur.



şekil 3.12. Kömür madeninde IIoT uygulaması (Int Kyn. 4).

3.10 IoT’nin Fayda Sağladığı Sektörler

Üretim: Üreticiler sensörler yardımıyla üretim çıktısının risk zamanlarını ölçebilir. Sensörleri uyarıları ile üreticiler ekipman onarılmasından önce ekipmanın doğruluğuna ve gerekliliğini hızlıca kontrol edebilir. Bu sayede üreticiler işletme maliyetlerini düşürmesi daha verimli çalışma süreleri elde etmesi performans yönetiminin geliştirilmesi sağlanır.

Taşımacılık ve Lojistik: Envanteri taşıyan tüm taşıtlar IoT sensör verileri sayesinde hava koşullarına araç kullanılabilirliğine, sürücü müsaitliğine göre yönlendirilebilirler. Ayrıca takip ve izleme sıcaklık kontrolü izleme için sensörler ile donatılabilmektedir.

Perakende: Örnek olarak otomatik ödemeler, kişiye özel indirimler, robot çalışanlar, optimize edilmiş tedarik zinciri yönetimi alanlarında kullanılmaktadır. Amazon gibi büyük firmalar çevrim içi ve fiziksel mağazalar arasındaki boşluğu doldurması IoT örneğidir.

Kamu Sektörü: Devlet kamu hizmetleri elektrik su hizmet kesintileri gibi alanlarda destek sağlamaktadır.

İletişim Sektörü: Turkcell IoT Platformu ile şirketiniz, altyapı yatırımı gerektirmeden cihaz ve makinelerinizi bulut tabanlı sistemler üzerinden uzaktan yönetme imkânına sahip olmaktadır.

İş süreçlerinizde zaman ve maliyet tasarrufu sağlarken yeni iş modellerinin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Endüstri, tarım, finans, otomotiv, lojistik ve enerji gibi çeşitli sektörlerde verimlilik artışı hedefleyen işletmeler için esnek ve ihtiyaç odaklı IoT çözümleri sunmaktadır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışma kapsamında otomotiv yan sanayinde kullanılan farklı IoT tabanlı üretim uygulamaları gerçek üretim ortamında değerlendirilmiş ve performans sonuçları, literatürdeki benzer araştırmalarla karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Üretim hattında yer alan sekiz adet IoT sensörlü lazer kaynak robotu, kaynak sırasında sıcaklık, odak pozisyonu ve enerji seviyesi gibi kritik parametreleri gerçek zamanlı izleyerek sapmaları anında tespit etmiş, bu sayede uygunsuz kaynak oranı %3'ün altına düşmüştür. Hava tanklarında gerçekleştirilen basınç ve sızdırmazlık testlerinde, optik ve basınç sensörleri aracılığıyla en küçük sızıntılar dahi algılanmış, IoT tabanlı sınıflandırma sistemi ile hatalı ürünler otomatik olarak ayrılmış ve %100 tespit başarısı sağlanmıştır. Boyama öncesi yüzey hazırlıkta kullanılan kimyasal havuzlarda pH, sıcaklık ve iletkenlik değerleri sürekli izlenmiş, limit dışı durumlarda otomatik dozajlama devreye girerek kimyasal denge korunmuş ve sarfiyatta yaklaşık %8 tasarruf elde edilmiştir. Boyama hattında kullanılan “Continue Çerçeve Sistemi” sayesinde ürünlerin konum ve işlem süreleri anlık takip edilerek üretim parametreleri doğrultusunda optimize edilmiş, hat içi akışta %5'lik hızlanma sağlanmıştır.

Görüntü işleme uygulamalarında ise toplam 35 ürün üzerinde yapılan testlerde her ürün, 5 farklı açıdan fotoğraflanarak referans (dijital reçete) görüntüleriyle karşılaştırılmış; 5 üründe eksiklik veya montaj hatası (toz tapa eksikliği, yanlış konumlandırma, uyumsuz parça vb.) tespit edilmiş, kalan 30 ürün uygun bulunmuş, yanlış alarm gözlemlenmemiş ve ortalama analiz süresi 6 saniye olarak ölçülmüştür.

Elde edilen bu sonuçlar, literatürde yer alan birçok çalışmadan farklı olarak sistemin gerçek üretim hattına entegre edilerek test edildiğini, hata tespitinde yalnızca tek tip kusura odaklanmak yerine farklı hata türlerini kapsayacak şekilde tasarlandığını göstermektedir. Daha önceki araştırmaların önemli bir kısmı simülasyon ortamlarında veya sınırlı veri setleri ile çalışırken, bu çalışmada kullanılan veriler doğrudan endüstriyel ortamdan toplanmış ve farklı ışık/pozisyon koşullarında değerlendirilmiştir. Ayrıca, lazer kaynak, basınç testi, kimyasal havuz takibi ve continue çerçeve sistemi gibi farklı IoT uygulamalarının aynı kapsamda bütüncül olarak incelenmesi, literatürde nadiren görülen bir yaklaşım olarak çalışmanın özgünlüğünü artırmaktadır. Yanlış alarm oranının sıfıra yakın olması ve düşük analiz süresi, sistemin üretim sürekliliğini olumsuz etkilemeden yüksek doğrulukla

çalışabildiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, testlerin yalnızca belirli bir ürün grubu üzerinde yapılmış olması, farklı ürün tipleri ve değişken üretim koşullarında ek çalışmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Bu açıdan, ilerleyen çalışmalarda sistemin farklı üretim hatlarında, değişken çevresel koşullarda ve daha geniş ürün yelpazesi üzerinde test edilmesi, performansın genellenebilirliğini artıracak ve IoT tabanlı kalite kontrol teknolojilerinin otomotiv sanayisindeki kullanım alanlarını daha da genişletecektir.

Nesnelerin İnterneti alanında yapılan literatür incelemeleri ve bu çalışmaların odaklandığı hedefler Çizelge 4.1’de detaylı olarak yer almaktadır.

Çizelge 4.1. Iot literatür çalışmaları.

Çalışma Adı	Alıntı referansı	Vurgulanan / ele alınan konu
The Internet of Things: A survey	(Atzori vd., 2010)	IoT uygulamalarla birlikte etkinleştiren teknolojileri ve IoT alanında karşılaşılan açık sorunları ele almıştır.
A survey on Internet of Things	(Agrawal ve Vieira 2013)	Daha geniş bir IoT bağlamında bir makale sundu ve temel olarak çeşitli teknolojilerdeki bütünleşme faktörlerini etkinleştirmiştir. Ayrıca, IoT'nin uygulanmasında yer alan temel teknolojiler ve ana uygulama alanı tartışılmıştır.
Çalışma Adı	Alıntı referansı	Vurgulanan / ele alınan konu
Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions	(Gubbi vd., 2013)	Teknolojik araştırma topluluğuna yönelik WSN, dağıtılmış bilgi işlem ve İnternet'in yakınsama gereksinimini artırarak IoT vizyonunu sunmuştur.
Towards internet of things: Survey and future vision	(Said ve Masud 2013)	Vurgulanan mimariler, yeniçağ uygulamaları ve IoT'nin karşılaştığı zorluklar tanımlanmıştır.
Context aware computing for the internet of things: A survey	(Perera vd., 2014)	IoT alanında son on yılda sensör dağıtımlarının önemli artışını tartışmıştır.

Çizelge 4.1 (devam). İot literatür çalışmaları.

Internet of Things (IoT): A Literature Review	(Madakam vd., 2015)	İoT'nin temel gereksinimlerini, özelliklerini ve takma adlarını vurgulanmıştır. Çalışma ayrıca İoT'nin günlük hayatımızdaki kullanımlarını da vurgulanmıştır.
Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications	(Al-Fuqaha vd., 2015)	İoT alanındaki protokoller, etkinleştirme teknolojileri ve çok sayıda uygulama sorunu üzerinde durulmuştur. Çalışma ayrıca İoT'nin mimarisini çeşitli unsurlar ve iletişim teknikleriyle birlikte tasvir etmektedir. Son olarak, çalışma ayrıca İoT alanında karşılaşılan zorlukları da vurgulanmıştır.
The Internet of Things A survey of topics and trends	(Whitmore vd., 2015)	İoT'nin tanımlama tekniklerini, algılama teknolojilerini, ağ oluşturma ve işleme yeteneklerini vurgulanmıştır.
Internet of Flying Things (İoFT): A Survey	Internet of Flying Things (İoFT): A survey	İoT kavramı ve İnsansız Hava Araçları (İHA) üzerine daha özel bir araştırma yapılmıştır.
A survey on privacy and security of Internet of Things	(Ogonji vd., 2020)	Makale, İoT gizliliği ve güvenliğindeki en son gelişmeleri özetler, açık sorunları vurgular ve daha fazla araştırma yapılması gereken alanları belirler.
Internet of Things in arable farming: Implementation, applications, challenges and potential	(Villa-Henriksen vd., 2020)	Bu inceleme, ekilebilir tarımda Nesnelerin İnternetinin mevcut ve potansiyel uygulamasının analitik bir incelemesini ele almaktadır. İnceleme, kullanılan en son teknolojilere genel bir bakış sağlar. Mevcut ve potansiyel uygulamaların bir taslağını sağlar ve zorlukları ve olası çözümleri ve uygulamaları tartışır. Son olarak, ekilebilir tarımda Nesnelerin İnterneti için bazı gelecek yönergeleri sunar.

4.1 IoT'nin Bu Kadar Önemli Olmasının Temel Nedeni Nedir?

Nesnelerin İnterneti (IoT), fiziksel cihazların internet aracılığıyla birbirine bağlanması ve bu cihazların sürekli veri üretip paylaşabilmesi sayesinde, günümüzün en kritik teknoloji alanlarından biri haline gelmiştir. IoT'nin bu denli önemli olmasının temelinde, gerçek zamanlı veri toplama, analiz etme ve buna göre karar verme kapasitesinin, geleneksel süreçlere kıyasla çok daha hızlı ve verimli sonuçlar doğurması yatmaktadır. Özellikle otomotiv sektöründe IoT, üretim hatlarının optimizasyonundan tedarik zinciri yönetimine, araç içi sistemlerin geliştirilmesinden müşteri deneyiminin iyileştirilmesine kadar çok geniş bir yelpazede kullanılmaktadır.

Bu önem, yalnızca operasyonel verimliliğin artmasından değil, aynı zamanda stratejik rekabet avantajı sağlamasından kaynaklanmaktadır. IoT sayesinde üreticiler, makinelerden gelen sensör verilerini analiz ederek olası arızaları önceden tespit edebilmekte, bakım süreçlerini proaktif olarak yönetebilmekte ve üretim kalitesini sürekli olarak kontrol altında tutabilmektedir. Bunun yanı sıra, IoT sistemleri enerji tüketimini optimize ederek maliyetleri düşürmekte ve sürdürülebilir üretim hedeflerine katkı sağlamaktadır.

Özetle, IoT'nin temel önemi; iş süreçlerini dijitalleştirme, verimliliği artırma, maliyetleri düşürme, müşteri memnuniyetini yükseltme ve inovasyonu teşvik etme yeteneğinde yatmaktadır. Bu nedenle, IoT'nin benimsenmesi günümüzde yalnızca bir teknoloji tercihi değil, aynı zamanda işletmelerin uzun vadeli başarısı için stratejik bir zorunluluk haline gelmiştir.

Son yıllarda IoT, 21. yüzyılın en önemli teknolojik gelişmelerinden biri olarak öne çıkmıştır. Artık mutfak aletleri, otomobiller, termostatlar veya bebek monitörleri gibi gündelik eşyalar gömülü sistemler sayesinde internete bağlanabilmektedir. Bu durum, insanlar, süreçler ve nesneler arasında kesintisiz bir iletişim ağı kurulmasını mümkün kılmaktadır.

4.2 IoT'yi Mümkün Kılan Teknolojiler Nelerdir?

Otomotiv sektöründe Nesnelerin İnterneti (IoT) uygulamalarının hayata geçirilmesini mümkün kılan teknolojiler, birbirini tamamlayan ve entegre çalışan çok sayıda bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler, üretim hatlarından araç içi sistemlere kadar

geniş bir alanda verimliliği artırmak, maliyetleri düşürmek ve kalite standartlarını yükseltmek amacıyla kullanılmaktadır.

Düşük Maliyetli ve Enerji Verimli Sensör Teknolojisi: IoT sisteminin temel yapı taşlarından biri sensörlerdir. Otomotiv sektöründe sıcaklık, basınç, titreşim, konum ve nem gibi parametreleri ölçen sensörler hem üretim hatlarında hem de araçların kendisinde kritik rol oynamaktadır. Son yıllarda sensör maliyetlerindeki düşüş ve enerji verimliliğindeki artış, bu teknolojilerin daha yaygın kullanılmasını sağlamıştır. Enerji verimli sensörler, özellikle üretim hattında kesintisiz veri akışının gerektiği durumlarda uzun süreli çalışma imkânı sunarak bakım ihtiyacını azaltmakta ve operasyonel sürekliliği desteklemektedir.

Bağlantı Teknolojileri: Sensörlerden elde edilen verilerin iletilmesi, güçlü ve güvenilir bağlantı teknolojileri sayesinde mümkün olmaktadır.. Bu teknolojiler, üretim tesislerinde gerçek zamanlı makine-makine iletişimi sağlarken; araç içi uygulamalarda da sürücü destek sistemlerinden otonom sürüşe kadar birçok kritik işlevin güvenilir şekilde çalışmasına olanak tanımaktadır.

Bulut Bilişim Platformları: Otomotiv üretiminde her gün milyonlarca veri noktası üretilmektedir. Bulut bilişim platformları, bu verilerin merkezi olarak depolanmasını, yüksek işlem gücü ile analiz edilmesini ve farklı lokasyonlardaki paydaşlarla güvenli biçimde paylaşılmasını sağlar. Bulut altyapısı, özellikle çoklu üretim tesisi bulunan otomotiv firmaları için süreçlerin standartlaşması, uzaktan erişim ve merkezi yönetim açısından büyük avantaj sunmaktadır.

Makine Öğrenimi ve Veri Analitiği: IoT sistemleri tarafından toplanan büyük veri kümeleri, ancak etkili veri analitiği ile anlamlı hale gelir. Makine öğrenimi algoritmaları, üretim hattındaki potansiyel arızaları önceden tahmin edebilir, kalite kontrol süreçlerinde anormallikleri tespit edebilir ve üretim planlamasını optimize edebilir. Otomotiv sektöründe bu teknolojiler hem üretim maliyetlerinin düşürülmesine hem de ürün kalitesinin istikrarlı bir şekilde yüksek tutulmasına katkı sağlamaktadır.

Yapay Zekâ (AI): Yapay zekâ, IoT sistemlerinin otomotivdeki en kritik tamamlayıcı teknolojilerinden biridir. AI tabanlı analizler, üretim sürecinde karar verme

mekanizmalarını hızlandırır, otonom araçların çevresel verileri yorumlayarak güvenli sürüş kararları almasını sağlar ve müşteri deneyimini kişiselleştirir. Ayrıca yapay zekâ destekli sistemler, veri yoğun senaryolarda insan gözüyle tespit edilemeyecek mikroskobik hataları bile belirleyebilir.

4.3 IoT'nin Avantajları, Dezavantajları ve Açık Konular

4.3.1 IoT'nin avantajları

Verimlilik: Makineler arasındaki akıllı etkileşimler, operasyon süreçlerinde genel verimliliği artırırken çalışanların daha kritik işlere odaklanabilmesini ve böylece zamandan önemli ölçüde tasarruf edilmesini mümkün kılar. Örneğin, üretim hatlarında IoT cihazları sayesinde makineler arızaları önceden tespit ederek bakım süreçlerini otomatik başlatabilir; bu da insan kaynağının diğer stratejik işlere yönlendirilmesine olanak tanır.

Otomasyon: Otomasyon sistemleri, süreçlerde standartlaşmayı sağlayarak hizmet kalitesini istikrarlı bir şekilde yükseltebilir ve böylece insan müdahalesi gereksinimini en aza indirebilir. Örneğin, IoT tabanlı otomasyon çözümleri, tekrarlayan rutin işleri makineler aracılığıyla otomatik hale getirerek hataları azaltır ve iş gücünün daha değer katan görevlere yönlendirilmesini sağlar.

Maliyetten Tasarruf: Artan verimlilik ve otomasyon düzeyi sayesinde hem atık miktarı hem de iş gücü maliyetleri düşerken, ürünlerin üretimden teslimata kadar olan süreçleri daha ekonomik bir şekilde yönetilebilir hale gelir. Örneğin, IoT tabanlı izleme sistemleri enerji tüketimini optimize ederek gereksiz kaynak kullanımını azaltır ve bu da işletmelerin operasyonel giderlerini önemli ölçüde düşürür.

Kalite Kontrol: IoT teknolojileri, cihazlar arasındaki veri akışını ve iletişimi kesintisiz hale getirerek üretim süreçlerinde daha etkin bir kalite kontrol mekanizması oluşturulmasına imkân tanır. Örneğin, sensörler aracılığıyla gerçek zamanlı veri toplama sayesinde hatalı ürünler anında tespit edilebilir ve böylece üretim hatlarında insan gözetimine duyulan ihtiyaç minimuma indirilebilir.

Artan Şeffaflık: Verilere herhangi bir yerden ve zaman diliminden farklı cihazlar aracılığıyla erişim imkânı sunan IoT, karar alma süreçlerini hızlandırır ve

işletmelerde daha yüksek seviyede şeffaflık sağlar. Örneğin, retim hattındaki veriler geręek zamanlı olarak izlenip analiz edilerek, sorunlar erkenden tespit edilir ve yöneticiler sreğlerle ilgili anlık bilgilere kolaylıkla ulaşabilir.

4.3.2 IoT'nin dezavantajları

Uyumluluk: Farklı üreticilere ait cihazlar arasında ortak ve uluslararası standartların bulunmaması, cihazların birbirleriyle sorunsuz iletişim kurmasını engelleyebilir ve bu durum sistem entegrasyonunda önemli zorluklara yol ağabilir.

İş Gücü Azalması: IoT teknolojilerinin otomasyonu artırması, bazı iş kollarında özellikle nitelikli iş gücüne olan talebin azalmasına ve bu nedenle iş imkânlarının kısıtlanmasına sebep olabilir.

Sistem Karmaşıklığı: Çok sayıda cihazın bağlı olduğu IoT ağlarında, yazılım veya donanım kaynaklı meydana gelebilecek herhangi bir arıza, sistemin genel işleyişinde önemli aksamalara ve kritik sonuçlara neden olabilir.

Gizlilik ve Güvenlik: İnternete bağlı çok sayıda günlük cihazın oluşturduğu geniş veri hacmi, bilgi gizliliği ve güvenliği açısından önemli riskler taşımaktadır. Bu riskler, IoT sistemlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte artmakta olup, ilerleyen bölümlerde daha detaylı olarak ele alınacaktır.

4.3.3 IoT'de açık konular

Veri Ayıklama ve Bilgiye Dönüştürme: Günümüzde önemli bir araştırma alanı olan veri madenciliği ve akıllı hesaplama yöntemleri, IoT kapsamında milyarlarca cihazın ürettiği büyük veri hacmi düşünüldüğünde giderek daha kritik bir hale gelmektedir (Tsai vd., 2014).

İsimlendirme ve Kimlik Yönetimi: IoT ortamında milyarlarca sensör ve akıllı cihazın birbirleriyle iletişim kurması beklenmektedir. Bu nedenle, her nesneye benzersiz bir isim veya kimlik atanması zorunludur. Bu sorunu çözmek için etkin yönetim sistemlerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Uyumlu alışma ve Standartlaştırma: IoT sisteminde birçok farklı firma tarafından algılayıcılar ve akıllı cihazlar üretilmektedir. Her retici kendi teknolojisini

kullanarak cihazlarını geliştirirken, bu durum farklı markalara ait cihazların birlikte çalışmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, uyumluluk sorunlarının giderilmesi ve ortak standartların oluşturulması IoT'nin başarılı entegrasyonu için kritik öneme sahiptir.

Bilgi Gizliliğinin Korunması: IoT sistemleri, internet aracılığıyla dünyanın herhangi bir yerinden gelebilecek siber saldırılara karşı savunmasızdır. Bu nedenle, nesnelere yetkisiz erişimin önlenmesi için gerekli güvenlik önlemlerinin alınması büyük önem taşımaktadır.

Ağ Güvenliği: IoT ortamında çok sayıda algılayıcı ve akıllı cihaz geniş coğrafi alanlarda faaliyet göstermektedir. Bu durum, nesnelere yönelik fiziksel ve ağ tabanlı saldırılara karşı korunmayı zorlaştırmakta; mevcut koruma yöntemleri ve şifreleme teknikleri çoğu zaman yetersiz kalabilmektedir.

Frekans Kaynaklı Sorunlar: IoT sistemlerinde algılayıcı ağların kablosuz ağlarla iletişim kurabilmesi için ayrılan frekans bandı sınırlıdır. Bu nedenle, mevcut kapasitenin etkin kullanılabilmesi amacıyla dinamik bilişsel iletişim tekniklerinin geliştirilmesi önemli bir gereklilik haline gelmiştir.

IoT'de Enerji Verimliliği: IoT teknolojilerinin gelişimi ve yaygınlaşması, kullanılan akıllı cihazların sayısında önemli bir artışı beraberinde getirmektedir. Bu durum, toplam enerji tüketiminin de yükselmesine yol açmaktadır. Bu nedenle, IoT sistemlerinde kullanılan cihazların mümkün olduğunca enerji verimli tasarlanması, enerji tüketiminin kontrol altında tutulması açısından büyük önem taşımaktadır.

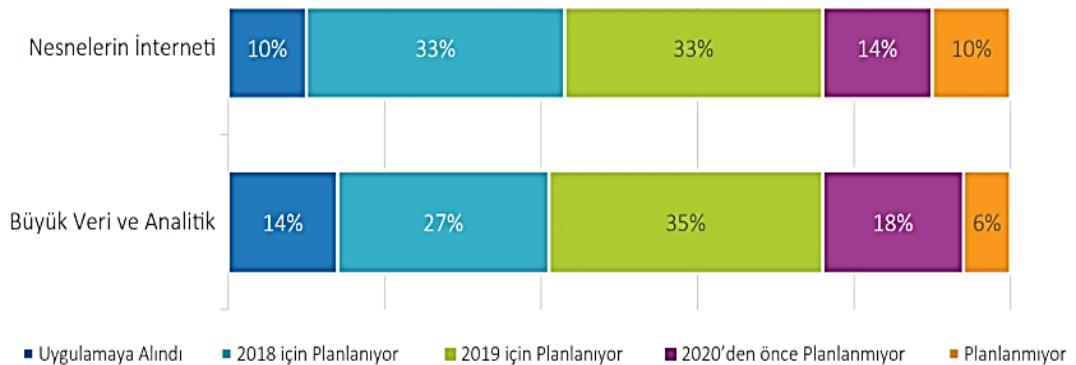
4.3.4 IOT teknolojisi otomotiv sektörüne katkıları

Dijitalleşmeye başlarken doğru teknoloji seçimi büyük önem taşır ve IoT teknolojisi bu alanda en doğru tercihtir. IoT'yi ihtiyaçlara yönelik çözümlerle bir araya getirmek ise deneyim ve uygun iş ortaklıklarıyla gerçekleşir. Nesnelerin İnterneti teknolojisini ve uygun iş ortaklığı modellerini benimseyen otomotiv firmaları, bu sayede elde ettikleri verilerle tasarruf, verimlilik ve kaliteyi arttırabilmektedir. Şirketlerin mevcut süreçlerine IoT teknolojilerini entegre ederek elde ettikleri faydalar, otomotiv sektöründeki dijital dönüşümün kaçınılmaz olduğu açıkça göstermektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. IOT'nin otomotiv sektörü üzerindeki beklenen etkileri.

Grafik incelendiğinde, IoT' nin otomotiv sektörüne etkileri stratejik, dönüşümsel ve taktiksel düzeylerde ele alındığı görülmektedir. Stratejik etkinin payı yüzde 49 olup, bu genel etkinin hemen hemen yarısını kapsamaktadır. Yüzde 37'lik oranıyla dönüşümsel etki, otomotiv sektörü üzerindeki toplam etkinin önemli bir kısmı ile stratejik etkinin ardından gelmektedir. Aynı zamanda, otomotiv endüstrisindeki birçok firma, IOT ve büyük veri çözümlerine yönelik yatırımlarını sürekli olarak büyötmektedir. Bu nedenle otomotiv sektörü dijital dönüşümü hem yerel hem de küresel pazarlarda rekabet avantajını sürdürebilmek için altyapılarını ve operasyonlarını yenileme ve güncelleme fırsatı olarak değerlendirilmelidir. Aşağıda yer alan grafik, otomotiv üreticilerinin IoT teknolojisi, büyük veri ve Analitik alanlarındaki başlıca yatırım girişimlerini göstermektedir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. IOT teknolojisi büyük veri ve analitik alanlarındaki uygulamaları.

IoT teknolojilerinin özellikle üretim süreçleri üzerindeki etkileri, verimliliği önemli ölçüde artırmaktadır. Üretim hattındaki operasyonların anlık takibi, otomotiv sektörü dahil birçok sektöre önemli avantajlar getirmektedir. IoT, RTLS ve AI tabanlı ileri teknolojilerin entegrasyonu, işletmelerin üretim süreçlerini hızlandırmakta ve verimliliklerini arttırılabilmektedir. Örneğin, RTLS teknolojisi, üretim aşamalarında klasik barkod tarama yönteminin yerine geçmiştir. IoT ile entegre çalışan RTLS teknolojisi, otomotiv sektöründe aşağıdaki avantajları sağlamaktadır;

- Ürün ve cihazların hızlı ve kolay bir şekilde bulunabilmesi,
- Gereksiz işlemlerin gerçek zamanlı tespit edilip ortadan kaldırılması,
- Görev sıralamasına göre malzeme akışının optimize edilmesi,
- Çalışma alanlarının etkin kullanımı ve gereksiz hareketlerin azaltılması,
- Hataları önlemek ve çalışan güvenliğinin sağlanması gibi avantajlar sunulmaktadır.

Herhangi bir aksaklık durumunda üretim hattının istem dışı durmasına yol açmamak için geliştirilen bu çözümler; otomatik çağrılar, iş emirleri düzenlemeleri ve anlık bilgilendirmeler yoluyla veri kaybını önlemeye yönelik tasarlanmıştır. Otomotiv sektörü gibi otomatik halde çalışmaya ihtiyaç duyan ve herhangi bir veri kaybına izi verilmeyen sektörlerde bu teknolojiler oldukça önemlidir.

4.4 Otomotiv Üretimin Süreçlerinde Dijitalleşme ile Akıllı Teknolojiler

Otomotiv endüstrisinde dijitalleşmenin önem kazanmasıyla birlikte bu alandaki “otomatik üretim, stok planlama, gerçek zamanlı izlenebilirlik ve veri temelli ileri tahminleme” gibi akıllı üretim işlevleri de giderek daha kritik roller üstlenmeye başlamıştır. Dijital dönüşümün getirdiği akıllı üretim, otomotiv sektöründeki üretici firmalara özellikle şu alanlarda katkı sunmaktadır:

- Üretim bilgi sistemleri sayesinde üretimin süreçlerinin takibi ve montaj yönetimi; RTLS teknolojisi ile üretim alanlarının tüm aşamasında araçların takip edilmesini ve barkodla manuel işleyen süreçlerin RTLS ile dijitalleşmesi,
- Üretim hatlarında hammadde seviyeleri düştüğünde, en yakındaki forklifte otomatik iş emri gönderilerek hammadde bekleme kaynaklı duruşların önüne geçilebilmesi ve üretimin devamlılığının sağlanması,

- İç lojistik için tanımlanan KPI'lar doğrultusunda ürün sevkiyatı yapılmadığında ilgili departmanlara bilgilendirme yapılarak sevkiyatların doğru bir şekilde yürütülmesinin sağlanması,
- IOT teknolojisi yardımıyla fabrikaların fiziksel nesnelere ait dijital verileri oluşturulması veya toplaması ile bu verileri derin analizler yaparak kalitenin, tasarrufun ve verimliliğin artırılmasını sağlayan dijital ikizlerinin oluşturulması,
- Sistemde kesintisiz değişiklikler veya güncellemeler yaparak sürecin geliştirmeye olanak tanıyan hata takipli dijital kalite sistemlerinin devreye alınması ve potansiyel hatalardan kaynaklanacak olan kayıpların minimuma indirilmesi,
- Müşteri ihtiyaçlarını derinlemesine analiz ederek beklentilerin ötesine geçen ürün ve servisler tasarlamaya olanak tanıyan test ve prototip yönetim sistemi sayesinde yeni ürün geliştirme süreçlerinin dijital dönüşümü ve verimliliğinin yükseltilmesi,
- Akıllı algoritmalar yardımıyla üretim vardiyalarının maksimum verim için düzenlenip kontrol edilmesi.

Yukarıda belirtilen uygulamalar, otomotiv sektöründe dijitalleşmenin ve IoT teknolojilerinin üretim süreçlerine entegrasyonunun önemini açıkça ortaya koymaktadır. Bu sayede firmalar, operasyonel verimliliklerini artırmakla kalmayıp, kaliteyi yükseltmek, maliyetleri düşürmek ve müşteri beklentilerini aşan ürünler geliştirmek için güçlü bir altyapı oluşturmuş olmaktadır. Akıllı üretim sistemleri ve dijital dönüşüm, sektörün rekabet gücünü artırmak ve sürdürülebilir büyümeyi desteklemek adına kritik bir rol oynamaktadır.

Bu tez kapsamında, gelişen teknolojinin otomotiv sektörüne olan etkileri, özellikle IoT (Nesnelerin İnterneti) uygulamaları çerçevesinde detaylı olarak ele alınmıştır. İlk aşamada, IoT teknolojisinin kavramsal temelleri ve bileşenleri açıklanmış, ardından bu teknolojinin endüstriyel uygulama alanları incelenmiştir. Otomotiv sektöründeki dijitalleşme süreci, akıllı üretim sistemleri, görüntü işleme destekli kalite kontrol mekanizmaları ve siber-fiziksel sistemlerin kullanımı örneklerle desteklenerek değerlendirilmiştir. Ayrıca, fren körüğü üretimi yapan bir endüstri tesisinde IoT destekli kamera sistemlerinin kalite kontrol süreçlerine nasıl entegre edildiği incelenmiştir. Bu süreçte yüksek çözünürlüklü kameralar ve yapay zekâ algoritmaları ile desteklenen denetim sistemlerinin, insan müdahalesini azaltarak hata oranını önemli ölçüde düşürdüğü gözlemlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, IoT

teknolojisinin operasyonel verimlilik, izlenebilirlik ve ürün kalitesi açısından otomotiv üretim süreçlerine anlamlı katkılar sunduğu tespit edilmiştir.

4.5. Tartışma

IoT destekli lazer kaynak uygulamasında sekiz adet IoT sensörlü lazer kaynak robotu, kaynak sırasında sıcaklık, odak ve enerji değerlerini anlık olarak izlemiştir. Bu sayede hatalı kaynak oranı %3'ün altına inmiştir. Literatürde yalnızca kamera tabanlı denetim kullanılan çalışmalarda hata oranının %5 civarında olduğu görülmektedir (Koç ve Özkan, 2021). Bu fark, sensör verilerinin gerçek zamanlı izlenmesinin kaliteyi önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Hava tanklarında yapılan IoT tabanlı testlerde %100 tespit başarıları sağlanmıştır. Bu, tüm hatalı ürünlerin doğru şekilde belirlenip üretimden ayrıldığı anlamına gelir. Literatüre göre, helyum kütle spektrometreli kaçak testi (HMSLD) yöntemi, klasik basınç düşümü veya suya batırma testlerine kıyasla en az 100 kat daha hassastır. Helyum gazının çok küçük kaçaklarını bile algılayabilmesi, bu yüksek başarı oranını teknik olarak açıklamaktadır. Boyama öncesi kimyasal havuzlarda pH, sıcaklık ve iletkenlik değerleri sürekli izlenmiş; değerler limit dışına çıktığında otomatik dozajlama devreye girmiştir. Böylece kimyasal kullanımında %8 tasarruf sağlanmıştır. Literatürde benzer sistemlerin %5–10 aralığında tasarruf sağladığı rapor edilmektedir (Hsiao vd., 2016). Bu sonuç, çalışmadaki sistemin etkili şekilde çalıştığını göstermektedir. Continue çerçeve sisteminde ürünlerin üretim hattında konum ve işlem süreleri gerçek zamanlı takip edilerek akış %5 hızlanmıştır. Benzer teknolojilerin kullanıldığı diğer sektörlerde %4–6 civarında verimlilik artışı sağlandığı belirtilmektedir (Villa vd., 2020). Bu bulgu, sistemin akışı iyileştirme potansiyelini ortaya koymaktadır. Iot Destekli Görüntü işleme uygulamalarında toplam 35 ürün 5 farklı açıdan fotoğraflanarak referans görüntülerle karşılaştırılmıştır. 5 üründe hata tespit edilirken 30 ürün hatasız bulunmuş, yanlış alarm oluşmamış ve analizler ortalama 6 saniyede tamamlanmıştır. Literatürde yapay zekâ destekli görüntü işleme sistemlerinin hata tespitini saniyeler içinde yapabildiği ve yanlış alarm oranlarını büyük ölçüde düşürdüğü belirtilmektedir (Meltek ve Çetişli, 2012). Çalışmanın sonuçları bu bulgularla uyumludur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojilerinin otomotiv sektöründeki kullanım alanları detaylı biçimde incelenmiş ve özellikle üretim süreçlerine entegrasyonu üzerine odaklanılmıştır. Yapılan analizlerde, IoT sistemlerinin üretim hattında kalite kontrol, hata tespiti ve süreç izlenebilirliği gibi kritik alanlarda yüksek performans sağladığı gözlemlenmiştir.

Çalışma kapsamında örnek olarak ele alınan bir sanayi kuruluşunda, görüntü işleme tabanlı kalite kontrol sistemleri incelenmiştir. Bu sistemde, yüksek çözünürlüklü kameralarla ürünlerin görüntüsü alınmakta ve yapay zekâ destekli yazılımlar aracılığıyla yüzeysel hatalar, montaj eksiklikleri ve form bozuklukları gerçek zamanlı olarak tespit edilmektedir. Sistem, insan müdahalesine ihtiyaç duymadan hatalı ürünleri otomatik olarak ayırarak üretim hattının durdurulmasını engellemekte ve böylece verimlilik artışı sağlamaktadır. Bu örnek, IoT destekli akıllı sistemlerin geleneksel kalite kontrol yöntemlerine kıyasla daha hızlı, daha doğru ve daha az maliyetli olduğunu ortaya koymuştur.

- IoT destekli kontrol sistemleri, üretim hattındaki ürünlerin hatasız ve hızlı bir şekilde denetlenmesini sağlayarak maliyetleri düşürmektedir. Bu sistemlerin yalnızca son kontrol noktalarında değil, üretim hattının farklı aşamalarında da uygulanması, hataların daha erken tespit edilmesini sağlayacaktır.
- IoT cihazlarından elde edilen üretim verileri, büyük veri analitiği kullanılarak detaylı şekilde analiz edilmelidir. Bu analizler sayesinde yalnızca kalite kontrol değil, aynı zamanda iş gücü planlaması, stok takibi ve üretim süresi optimizasyonu gibi alanlarda da iyileştirmeler yapılabilir.
- Üretim tesislerinde kullanılan IoT altyapıları, enerji yönetimi açısından da değerlendirilmeli ve gereksiz enerji tüketimlerinin önüne geçilmelidir. Bu sayede hem maliyetler düşürülür hem de sürdürülebilir üretim hedeflerine katkı sağlanır.
- Fren körüğü örneğinde olduğu gibi, kritik güvenlik parçası üretimlerinde IoT sistemlerinin kullanım oranı artırılmalı; özellikle otomotiv sektöründe can güvenliğini etkileyen parçalarda bu teknoloji standart haline getirilmelidir.
- IoT sistemlerinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için, firmalar bünyesinde çalışanların bu teknolojileri tanınması ve kullanabilmesi büyük önem taşır. Bu

nedenle, üretim ve bakım ekiplerine yönelik düzenli eğitim programları oluşturulmalı, teknik personelin IoT okuryazarlığı artırılmalıdır.

- Tüm sistemlerin bulut tabanlı platformlarda toplanması, siber güvenlik açıklarını beraberinde getirebilmektedir. Bu nedenle, işletmeler yalnızca veri toplayan değil, aynı zamanda bu verileri güvenli şekilde işleyen siber güvenlik sistemlerine de yatırım yapmalıdır.



KAYNAKLAR

- Abou-Zahra, S., Judy, B. ve Michael, C., 2017. “Web Standards to Enable an Accessible and Inclusive Internet of Things (IoT).” Pp. 1–4 in Proceedings of the 14th Web for All Conference on The Future of Accessible Work - W4A '17. New York, New York, USA: ACM Press.
- Armentia, J. C., Mansilla, D. ve Ipiña, D. L. 2012., Fighting against Vampire Appliances through Eco-aware Things. Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services, Ubiquitous Computing.
- Ashton, K., 2009. That 'Internet of Things' Thing. RFID Journal, 22, 7, 97-114.
- Bedir, A., 2002. Türkiye'de otomotiv sanayii gelişme perspektifi (Vol. 2660). DPT.
- Carceres, A. ve Friday, A., 2011. Ubicomp systems at 20: Progress, opportunities and challenges. IEEE Pervasive Computing, 11, 14-21.
- Chui, M., Löffler, M. ve Roberts, R., 2010. The Internet of Things, McKinsey Quarterly, <http://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/the-internet-of-things>, Erişim tarihi: 23.05.2018.
- Ercan, T. ve Kutay, M., 2016. Endüstride nesnelerin interneti (IoT) uygulamaları. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16, 3, 599-607.
- Erdal, E. ve Ergüzen, A., 2020. Nesnelerin İnterneti (IoT). Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 12, 3, 24-34.
- Erturan, İ. E. ve Ergin, E., 2017. “Muhasebe Denetiminde Nesnelerin İnterneti; Stok Döngüsü”, Muhasebe ve Finansman Dergisi, 75, 13-30.
- González, G. R., Mario M. O. ve Carlos D. K., 2008. “Early Infrastructure of an Internet of Things in Spaces for Learning.” Pp. 381–83 in 2008 Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. IEEE.
- Gündüz, K. A. ve Akyüz, E. T., 2017. “Nesnelerin İnterneti ve Hayvancılık Alanındaki Uygulamalar”, Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi, 14, 232-246.
- Horn, G., Eliassen, F., Salvatore Venticinque, S., Martino, B. D., Bücher, M. ve Wood, L., 2016. An Architecture for Using Commodity Devices and Smart Phones in Health Systems. IEEE Workshop on ICT solutions for eHealth, 255-260.
- Hsiao, S. J., Lian, K. Y. ve Sung, W. T., 2016. Employing Cross-Platform Smart Home Control System with IOT Technology Based. International Symposium on Computer, Consumer and Control, 264-267.

- Khanna, A. ve Sanmeet, K., 2020. "Internet of Things (IoT), Applications and Challenges: A Comprehensive Review." *Wireless Personal Communications* 114, 2, 1687–1762.
- Koç, Y. ve Özkan, D., 2021. Otomotiv Sektöründe Kullanılan Parçaların Robot ve Kamera Yardımı ile Ölçümü Yapılarak, Manuel Hatanın Azaltılması. *Journal of Materials and Mechatronics: A*, 2, 2, 112-126.
- Lino, A. C. L., Sanches, J. ve Fabbro, I. M. D., 2008. Image processing techniques for lemons and tomatoes classification *Bragantia*, Campinas, 67, 3, 785-789.
- Medeiros, E. S. ve Taylor F., 2003. "China's New Diplomacy." *Foreign Affairs* 82, 6, 22.
- Meddeb, A., 2016. "Internet of Things Standards: Who Stands out from the Crowd?" *IEEE Communications Magazine* 54, 7, 40–47.
- Medeiros, E. S. ve Taylor F., 2003. "China's New Diplomacy." *Foreign Affairs* 82, 6, 22.
- Meltek, S. ve Çetişli, B., 2012. Gerçek Zamanlı Endüstriyel Nesne Tanımda Kameraların Kullanılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16, 2, 212-217.
- Miorandi, D., Sicari, S., Pellegrini, F. D. ve Chlamtac, I., 2012. Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Journal of Ad Hoc Networks*, 10, 1497-1516.
- Öğünç, H., 2018. Nesnelerin İnterneti Uygulamalarının Tam Zamanında Üretim Sistemi Üzerindeki Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23, 1651-1673.
- Santucci, G., 2010. The internet of things: Between the revolution of the internet and the metamorphosis of objects. *Vision and Challenges for Realising the Internet of Things*, 1, 11-24.
- Shajahan, A. H. ve Anand, A. 2013. "Data Acquisition and Control Using Arduino-Android Platform: Smart Plug." Pp. 241–44 in 2013 International Conference on Energy Efficient Technologies for Sustainability. IEEE.
- Turkyılmaz, S., 2024. Endüstri 4.0 Ve Endüstriyel Nesnelerin İnterneti: Uygulama, Fırsat Ve Zorluklar-Literatür Taraması. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 25, 2, 153-172.
- Tsai, C. W., Lai, C. F. ve Vasilakos, A. V., 2014. Future Internet of Things: open issues and challenges. *Wireless Networks*, 20, 2201-2217.
- Weber, R. H. ve Romana, W., 2010. *Internet of Things*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Weiser, M., 1993. Some computer science issues in ubiquitous computing. ACM Communications Magazine, 36, 75-84.

Wilkinson, G., 2014. "Digital Terrestrial Tracking: The Future of Surveillance." in DefCon22.

Xu, L. D., He, W. ve Li, S., 2014. Internet of things in industries: A survey. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 10, 2233-2243.

URL-1 <<https://tr.linkedin.com/pulse>>, Erişim tarihi: 20.12.2022.

URL-2 <<https://www.hedefoto.com/otomotivdunyasi>>, Erişim tarihi: 27.10.2024.



ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Minel CAN

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lisans : Aksaray Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği, 2017-2021

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Yönetimi A.B.D., 2023-2025

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. Obial Çelik Silo Sistemleri – 2021/2023
2. Orsan Araç Sistemleri – 2023/2024
3. Lc Waikiki Mağazacılık Hizmetleri Ticaret Anonim Şirketi – 2024/Halen

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Kongrelerde Sunulan

Can, M. ve Bilgin, M., 2025. Gelişen Teknolojinin Otomotiv Sektörüne Etkisi-IoT Uygulamaları, 21. Uluslararası İstanbul Fen Mühendislik, Mimarlık ve Matematik Bilimleri Araştırmalar Kongresi, p853-854.