

T.C.  
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ROBOTİK SÜREÇ OTOMASYONUNUN OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE  
VERİMLİLİK ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEHMET ÖZBEK

TEZ DANIŞMANI  
DR. ÖĞR. ÜYESİ SALİM CEYHAN

BİLECİK, 2024

10659810

T.C.  
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ROBOTİK SÜREÇ OTOMASYONUNUN OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE  
VERİMLİLİK ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEHMET ÖZBEK

TEZ DANIŞMANI  
DR. ÖĞR. ÜYESİ SALİM CEYHAN

BİLECİK, 2024

10659810

## BEYAN

Robotik Süreç Otomasyonunun Otomotiv Sektöründe Verimlilik Etkisi adlı yüksek lisans tezinin hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel ahlak kurallarına uyduğumu, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmını Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

Bu çalışmanın, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), TÜBİTAK veya benzeri kuruluşlarca desteklenmesi durumunda; projenin ve destekleyen kurumun adı proje numarası ile birlikte, ETİK KURUL onayı alınması durumunda ise ETİK KURUL tarih karar ve sayı bilgilerinin beyan edilmesi gerekmektedir.			
<b>DESTEK ALINMIŞTIR</b>	<input type="checkbox"/>	<b>DESTEK ALINMAMIŞTIR</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Destek alındı ise;</b>			
<b>Destekleyen kurum;</b>			
<b>Desteğin Türü</b>		<b>Proje Numarası</b>	
1- BAP (Bilimsel Araştırma Projesi)			
2- TÜBİTAK			
Diğer:..... .....			
<b>ETİK KURUL onayı var ise;</b>			
<b>ETİK KURUL karar tarih/sayı:</b>		...../..... .....	

Mehmet ÖZBEK

...../...../2024

İmza

## ÖNSÖZ

Tez çalışmamda planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Salim Ceyhan'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Savunma sınavı sunumu sırasında çalışmamın son haline gelmesindeki değerli katkıları adına değerli jüri üyelerine ayrı ayrı teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak bugünlere ulaşmamda büyük katkı ve destekleri olan eşim Senem ÖZBEK, annem Hatice ÖZBEK ve babam Osman ÖZBEK'e sonsuz teşekkür ederim.

**Mehmet ÖZBEK**

**2024**

## ÖZET

### ROBOTİK SÜREÇ OTOMASYONUNUN OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE VERİMLİLİK ETKİSİ

İnsan gücüne başvurularak tamamlanmakta olan işlerin robotlar aracılığıyla yapılması verimlilik oranına olumlu şekilde yansımaktadır. Robotik Süreç Otomasyonu (RPA) yalnızca bir mekanizma olmakla sınırlı kalmamaktadır. Özellikle otomotiv alanında giderek daha da önemli gelişmeler kaydedilmektedir. RPA çalışma süreçlerini bünyesindeki mekanizmalarla otomatik hale getiren yararlı bir otomasyon yazılımı şeklinde ifade edilse dahi sınırlılıklarının bulunduğu noktalar bulunmaktadır. Yalnızca kural temelli olarak inşa edilen çalışma aşamalarında kullanılabilmesi, veri anlamlandırma ve yorumlama, genellikle insani bir çabaya ihtiyaç duyması bu sınırlılıklardan bazıları olmaktadır ve yapılan çalışma kapsamında RPA'nın otomotiv sektöründeki verimlilik etkisi gözlemlenmektedir.

Otomotiv sektörü, karmaşık üretim süreçleri ve yüksek hacimli veri yönetimi gerektiren bir endüstri olarak, RPA'nın potansiyel faydalarından büyük ölçüde yararlanabilir.

Bu çalışmada otomotiv sektöründe araç enerji tüketimini hesaplayan ve oldukça karmaşık bir akışa sahip olan Araç Enerji Tüketimi Hesaplama Aracı (VECTO) simülasyonunun RPA ile kullanımından bahsedilecektir. Bu simülasyon, aracın teknik özellikleri ve bilgileriyle aracın yakıt tüketimini CO<sub>2</sub> emisyonlarını hesaplamaktadır. Hesaplanan değerler sonrasında AB Komisyonu sistemine yüklenmektedir. Çalışmada bu işlemlerin RPA ile nasıl yapıldığı, verimliliği ve diğer faktörleri nasıl etkilediği ele alınmıştır.

Süreç öncelikle analiz edilerek dokümantasyonları hazırlanmıştır. Daha sonra sürece ait tüm kurallar netleştirilerek RPA ürünü olan UiPath Studio'da geliştirilmiştir. Süreç için manuel insan eforu 1 işlem için ortalama 180 dakika sürerken robot ile bu işlem 8 dakikaya düşmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** RPA, VECTO, verimlilik, otomotiv, robot.

## **ABSTRACT**

### **THE EFFICIENCY IMPACT OF ROBOTIC PROCESS AUTOMATION IN THE AUTOMOTIVE SECTOR**

The fact that jobs that are being completed by resorting to human power are being done by robots has a positive impact on the efficiency rate. Robotic Process Automation (RPA) is not limited to being just a mechanism. Especially in the automotive sector, more and more important developments are being made. Even though RPA is expressed as a useful automation software that automates working processes with the mechanisms it contains, there are points where it has limitations. Some of these limitations are that it can only be used in rule-based work stages, data interpretation and interpretation, and generally require human effort, and the efficiency effect of RPA in the automotive sector is observed within the scope of the study.

The automotive sector, as an industry that requires complex production processes and high-volume data management, can greatly benefit from the potential benefits of RPA.

In this study, the use of the Vehicle Energy Consumption Calculation Tool (VECTO) simulation, which calculates vehicle energy consumption in the automotive sector and has a very complex flow, will be discussed with RPA. This simulation calculates the vehicle's fuel consumption and CO2 emissions with the technical features and information of the vehicle. The calculated values are then uploaded to the EU Commission system. The study addresses how these processes are performed with RPA, how they affect efficiency and other factors. The process was first analyzed and its documentation was prepared. Then, all the rules of the process were clarified and developed in UiPath Studio, an RPA product. While manual human effort for the process takes an average of 180 minutes for 1 process, this process was reduced to 8 minutes with the robot.

**Key Words:** RPA, Vecto, productivity, automotive, robot.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ROBOTİK SÜREÇ OTOMASYONUNUN OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE VERİMLİLİK ETKİSİ.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	3
3. MATERYAL VE METOD.....	7
3.1 Metod.....	7
3.2 Veri Toplama ve Analizi.....	7
3.3 Veri Kaynakları.....	7
3.4 Veri Analizi Süreçleri.....	8
3.5 Karşılaşılan Zorluklar ve Çözümler.....	8
4. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	9
4.1. RPA.....	9
4.1.1. Robotik Teknolojilere Giriş ve Temel Kavramlar.....	11
4.1.2. RPA'nın Tarihsel Gelişimi.....	12
4.1.3. RPA'nın Özellikleri.....	14
4.1.4. RPA'nın Genel Çalışma Prensipleri.....	16
4.1.5. RPA Kullanım Alanları.....	18
4.1.6. RPA'nın Bileşenleri.....	21
4.1.7. RPA'nın Avantajları.....	22
4.1.8. RPA'nın Çeşitleri.....	22
4.1.9. RPA'nın Geleceği.....	23
4.2. Otomotiv Sektörü.....	26
4.2.1. Otomotiv Sektörünün Tanımı ve Kapsamı.....	26
4.2.2. Otomotiv Sektörünün Tarihsel Gelişimi.....	28
4.2.3. Otomotiv Sektörünün Yapısı.....	31

4.2.4. Otomotiv Sektöründe Enerji Verimliliği .....	32
Otomotiv Sektöründe Enerji Yönetiminin Önemi.....	32
4.2.5. Dünyada Otomotiv Sektörü .....	41
4.2.6. Otomotiv Sektörünün Türkiye'deki Gelişimi .....	43
4.2.7. Otomotiv Sektörünün Türkiye Ekonomisindeki Yeri ve Önemi.....	51
4.3. RPA ve Otomotiv Sektörü.....	55
5. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE RPA ÜZERİNE BİR UYGULAMA: VECTO .....	64
5.1 Vecto'nun Tanımı ve Temel Özellikleri .....	64
5.2 Vecto'nun Avrupa Birliği Tarafından Getirilen Düzenlemelerle İlişkisi.....	64
5.3 Vecto'nun Otomotiv Endüstrisindeki Rolü ve Önemi .....	64
5.4 Vecto'nun Otomotiv Sektöründeki Kullanımıyla İlgili Örnek Vakalar .....	65
5.5 Vecto'nun RPA ile Birlikte Otomotiv Endüstrisindeki Uygulaması.....	66
5. SONUÇ .....	69
KAYNAKÇA .....	73

## TABLULAR LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 2.1.</b> Katılımlı ve Katılımsız Otomasyon.....	<b>23</b>
<b>Tablo 2.2.</b> G.T.İ.P. Kodlarına Göre Otomotiv Ana Sanayi Kapsamı .....	<b>27</b>
<b>Tablo 2.3.</b> 1900-2001 Yılları Arasında Dünyada Motorlu Araç Üretimi (Bin Adet).....	<b>30</b>
<b>Tablo 2.4.</b> Otomotiv Ana Sanayide İstihdam Sağlanan Personel Sayısı (2015-2019) .....	<b>52</b>
<b>Tablo 2.5.</b> Vecto Sürecinin FTE Kazancı .....	<b>68</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Dijitalleşen Müşteri Etkileşimlerinin Ortalama Payı (%) 2.....	13
Şekil 2.2. RPA Genel Uygulama Seviyeleri .....	16
Şekil 2.3. RPA Uygulama Örneği.....	18
Şekil 2.4. RPA'nın Bileşenleri .....	21
Şekil 2.5. İcat Edilen İlk Motorlu Taşıt .....	28
Şekil 2.6. Araç Üretim Süreci Genel Şema.....	34
Şekil 2.7. Pres İşlemi Tamamlanmış Kaporta Parçaları.....	35
Şekil 2.8. Punta Kaynak Robotları.....	36
Şekil 2.9. Boya Robotları .....	37
Şekil 2.10. Boya Süreçlerinin Enerji Maliyetleri .....	38
Şekil 2.11. Örnek Olarak Verilen Bir Boyahane HVAC Ünitesi Şematik Resmi .....	39
Şekil 2.12. Montaj Hattı.....	41
Şekil 2.13. Dünyada Toplam Araç Üretiminin Gelişimi .....	42
Şekil 2.14. Türkiye Otomotiv Sektörü Üretim 1963-1969 .....	44
Şekil 2.15. Türkiye Otomotiv Sektörü 1970-1979.....	46
Şekil 2.16. Türkiye Otomotiv Sanayi Üretim Düzeyi 1980-2010 .....	48
Şekil 2.17. Türkiye Otomotiv Sektörü Üretim 2010-2019 .....	49
Şekil 2.18. Türk Otomotiv Sanayii'nin Gelişimi Genel Bakış 1970-2019.....	50
Şekil 2.19. Otomotiv Sanayii ve Diğer Sektörler ile İlgili İlişkisi.....	51
Şekil 2.20. Türkiye'nin Toplam İhracatı İçerisinde Otomotiv İhracatının Payı .....	53
Şekil 2.21. Otomotiv Sektörünün Dış Ticaret Verileri (Milyon \$).....	54
Şekil 2.22. Otomotiv Sektöründe Teknolojik Devrim .....	56
Şekil 2.23. Gartner Hype Döngüsü .....	57
Şekil 2.24. Endüstri 4.0 Terminolojisinin Unsurları .....	59
Şekil 2.25. BTYK'nın 2016/101 No.'lu Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmaların Yapılması Kararı .....	63
Şekil 2.26. RPA ve Vecto Entegrasyonu Süreç Diyagramı .....	67

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>AI</b>	: Yapay Zekâ
<b>BIW</b>	: Gövde Sacı
<b>BPA</b>	: İş Süreç Otomasyonu
<b>BPM</b>	: İş Süreçleri Yönetimi
<b>BT</b>	: Bilişim Teknolojileri
<b>CO2</b>	: Karbondioksit
<b>CRM</b>	: Müşteri İlişkileri Yönetimi
<b>Fiat</b>	: Otomobil Markası
<b>FTE</b>	: Tam Zamanlı Eşdeğerlik
<b>HVAC</b>	: Isıtma, Havalandırma ve İklimlerendirme
<b>IDP</b>	: Akıllı Belge İşleme
<b>IRPA/IPA</b>	: Akıllı Süreç Otomasyonu
<b>İK</b>	: İnsan Kaynakları
<b>ML</b>	: Makine Öğrenimi
<b>OCR</b>	: Optik Karakter Tanıma
<b>OEM</b>	: Orijinal Ürün Üreticisi
<b>RPA</b>	: Robotik Süreç Otomasyonu
<b>SaaS</b>	: Yazılım Servis Hizmeti
<b>TEPAV</b>	: Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı
<b>Vecto</b>	: Araç Enerji Tüketimi Hesaplama Aracı

## 1. GİRİŞ

Dünyada son hızla devam eden küreselleşme ve teknolojik gelişmelerin varlığı otomotiv sektörünü de daha kullanışlı ve etkili olmasına yöneltmiştir. Otomotiv sektörü yarattığı iş alanları ve bağlantılı bulunduğu diğer sektörler sayesinde gezegendeki sanayi faaliyetlerinin büyük çoğunluğunu kapsamaktadır. 1900'lerden beridir dünyada daha hızlı yürütülmekte olan otomotiv sektörü teknolojik gelişmeler ışığında yeni evrelerine doğru yol almaktadır. Teknolojik yeniliklerden yararlanma konusunda otomotiv sektörü etkili bir rol üstlenir. Otomotiv sektörünün yön vericileri seneler boyunca yazılımsal yenilikler, robotlaşma süreci, veri analizi gibi araştırma ve geliştirme çalışmalarını yakından takip edip yatırımlarını bu yönde değerlendirmektedir.

Otomotiv pazarında yaşanan rekabet dolayısıyla üreticiler ekonomik, vakit, nitelik gibi parametrelerde ayakta kalmak için teknolojiye yararlanmayı çözüm olarak geliştirmişlerdir. Üreticiler rakiplerine karşı ayakta kalabilmek adına sektörde en ucuz şekilde en iyi üretim artışını hedeflemektedir. Bu yüzden de üretim değerlerindeki nitelikli artış, sektörde hem rekabet piyasasında hem de sektörel bazdaki olumlu değerlemede etkisini gösterecektir. Ekonomik masraflar ve ürün niteliği arasındaki dengenin kurulabilmesi otomotiv gibi kompleks yapıların üretildiği sektör de dahil olmak üzere tüm alanlarda yadsınamaz bir ihtiyaç olgusudur. Ürün niteliğini artırmak için çaba sarf edilmesi verimliliği azaltırken sadece maliyetlerin azaltılmasına yönelik çalışmalarda bulunmak ürünün kalitesiz olmasından kaynaklı yeniden tamir edilmesiyle verimsizliği ve yeni ekonomik masrafları da ortaya çıkaracaktır. İşte bu yüzden otomotiv sektörü üreticileri üretim aşamalarında eksiklikleri giderme, üretim sürecinin her aşaması için katma değer olarak yüksek ve kazançlı bir strateji izlemeyi tercih etmektedir. Teknolojik gelişmelerin bir adımı olarak üretim birimlerinde niteliksiz çalışanlar yerine robotik faaliyetler kullanılacaktır.

Teknoloji ile çevrelenmiş dünyamızda hız, ekonomik masraf, nitelik sanayinin vazgeçilmez faktörleri olmuştur. RPA sanayicilerin bu noktadaki gereksinimlerine cevap veren teknolojinin yeni bir ürünü olmuştur. Verim bakımından firmalara kazandırdığı avantajlar ile bilinen, son dönemde farklı sektörlerde kullanılmaya başlanan RPA sanayiciler için üretim aşamalarının en önemli unsuru haline gelmiştir. Robot kavramı ilk olarak akıllara fabrikalarda faaliyet gösteren fiziksel robotları getirirse de RPA aslında yazılımsal ve sanal bir ürün olan robot faaliyetlerini kapsamaktadır. RPA yalnızca kendisine verilen bilgileri işlemekte,

sürdürülebilir ve ilerleme özelliği sayesinde yapay zekanın bir niteliği olan makine öğrenmesi kavramını da içinde bulundurmaktadır.

Araştırmanın konusunu bu bilgilerden yola çıkılarak RPA ile otomotiv sektöründe sağlanabilecek hız, verim, maliyet gibi önemli parametrelerde yaşanacak olumlu gelişmeleri incelemek ve değerlendirmek oluşturacaktır. Çalışmanın kavramsal çerçevedeki ilk bölümünü RPA tanımı, özellikleri, faydaları, dünden bugüne nasıl ortaya çıktığı, nasıl çalıştığı, bu teknolojinin gelecekteki beklenen konumu gibi başlıklar meydana getirecektir. Sonrasında otomotiv sektörüne genel bir bakış gerçekleştirdikten sonra otomotiv sektöründe RPA kullanımıyla beklenen verimlilik ele alınacaktır. Yine çalışmada otomotiv sektöründe araç enerji tüketimini hesaplayan VECTO simülasyonunun RPA ile kullanımından bahsedilecektir. Bu simülasyon, aracın teknik özellikleri ve bilgileriyle aracın yakıt tüketimini CO2 emisyonlarını hesaplamaktadır. Hesaplanan değerler sonrasında AB Komisyonu sistemine yüklenmektedir. Çalışmada bu işlemlerin RPA ile nasıl yapıldığı, verimliliği ve diğer faktörleri nasıl etkilediği ele alınacaktır.

Çalışmanın amacını RPA teknolojisinin otomotiv sanayisinde kullanılabilmesiyle yaşanacak olumlu gelişmeler ışığında üretim fazında yaşanacak verimlilik oluşturacaktır. Verimin artmasıyla hem ürün niteliğinde artış hem de masraflar bakımından azalmalar yaşanarak daha sürdürülebilir bir sektör inşası hedeflenmektedir. Yapılan çalışma sayesinde otomotiv sektöründeki bu yeni teknolojik ürünün kullanımının değerlendirilip sektöre sağlayacağı katkılar sebebiyle önem arz etmektedir. Sektörün önde gelenleri araştırmamızdan yararlanarak üretim süreçlerini daha nitelikli hale getirebileceği tahmin edilmektedir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Chen'in yapmış olduğu çalışmada, VECTO'nun otomotiv endüstrisinde çevresel sürdürülebilirlik açısından önemi üzerine bir değerlendirme yapılmıştır. Araçların enerji tüketimi ve emisyonlarının hesaplanması için kullanılan VECTO'nun rolü ve etkileri ele alınmıştır (Chen, L. et al. 2020).

Smith'in yaptığı araştırmada, RPA teknolojisinin otomotiv endüstrisindeki kullanımının fırsatları ve karşılaşılan zorlukları incelenmiştir. Üretim süreçlerinden tedarik zinciri yönetimine kadar çeşitli alanlarda RPA'nın potansiyeli ele alınmıştır (Smith, J. et al. 2021).

Kanakov ve Prokhorov'un araştırmasında, AI ve RPA'nın etkileşiminin çeşitli iş alanlarındaki tekrarlayan süreçlerin potansiyel otomasyonunda oynadığı rolü mevcut ve gelecek örneklerle açıklamışlardır. Özellikle UiPath çözümünün RPA mimarisinin özelliklerine odaklanmışlardır. Araştırma, yapay zekanın öğrenme ve işleme yeteneklerinin getirdiği sesli komut algılama, konuşmayı metne dönüştürme, görüntü tanıma, sohbet robotları, OCR, IDP gibi yardımcı araçların, RPA'daki boşlukları doldurarak monotonlaşmış veya rutine dönüşmüş iş süreçlerini desteklediği ve kolaylaştırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Araştırma ayrıca, muhasebe, insan kaynakları, satış, satın alma, lojistik gibi insanlar tarafından da gerçekleştirilebilen bilgi toplama ve işleme ile ilgili departmanlarda, uzun süren monotonluktan uzaklaşma eğiliminde olmayan robotların yardımcı olabileceğini öne sürmüşlerdir (Kanakov ve Prokhorov, 2022).

Çalışkan ve Kıran'ın araştırmasında, bir otomobil şirketindeki "tedarikçilere fatura kesme" uygulamasıyla RPA'nın avantajlarını vurgulamaya çalışmışlardır. RPA'nın faydalarını, çalışanlara yönelik yapılan anketler ve mülakatlar yoluyla ortaya koymuşlardır. Anket sonuçlarına göre RPA çalışması %61,9 oranında başarı sağlarken, mülakat sonuçlarına göre bu oran %71,4 olarak belirlenmiştir (Çalışkan ve Kıran, 2020).

Shidaganti ve ekibinin (2021) çalışması, iş süreçlerindeki rutin görevlerin otomatikleştirilmesine odaklanmaktadır. RPA'nın genellikle kural tabanlı görevlere uygulandığı ve sınırlamaları olduğu belirtilmektedir. Ancak, RPA'nın doğrudan değişikliklere ihtiyaç duyduğu ve bu değişikliklerin uygulanması için zaman alıcı bir yazılım geliştirme modeline ihtiyaç duyduğu vurgulanmaktadır. Makalede, yapay zeka kavramının insan zekasını taklit etme yeteneği olarak tanımlandığı ve AI'nın deneyimden öğrendiği, önemli kararları insan müdahalesi olmadan alabildiği açıklanmıştır. Bu bağlamda, RPA uygulamalarına AI'nın entegre edilmesinin IPA olarak adlandırıldığı ifade edilmiştir. OCR ise metni resimlerden

anlamak için kullanılan rutin bir teknoloji olarak tanımlanmıştır. Makale, AI ve OCR'ın BPA geliştirmek için nasıl kullanılabileceğini araştırmaktadır. RPA'nın organizasyonlardaki etkisi ve AI ile OCR'ın BPA'da nasıl kullanılabileceği detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Sonuç bölümünde ise RPA'nın organizasyonlardaki etkisi ve AI ile OCR'ın BPA'da nasıl kullanılabileceği özetlenmiştir. Makale, AI'nın RPA uygulamalarındaki rolünü açıklarken, bu iki teknolojinin birleşiminden doğan olanaklara vurgu yapmıştır. RPA'nın bir tür beden olarak düşünüldüğü ve AI'nın bir tür beyin olarak ele alındığı bir metafor kullanılarak, bu iki teknolojinin bir araya gelmesinin gelişmiş görevleri tamamlayabileceği ifade edilmiştir.

Ling ve ekibinin (2020) çalışmasında, iş dokümanlarının otomatik işlenmesi üzerine araştırma yapılmıştır. İnsan-bilgisayar etkileşimiyle bir model önerisi sunularak otomatik belge işleme konusunda bir çözüm önerilmiştir. Otomasyon ile belge işleme sürecinin verimliliğinin %200'ün üzerine çıkarıldığı ve hata oranının %0,05'e indirilebilir bir seviyeye getirildiği belirtilmektedir. Önerilen model, RPA kullanarak belge işleme sürecini yapay zekâ algoritmalarıyla birleştirerek çalışanların belge işleme süreçlerini önemli ölçüde azaltmıştır. RPA robotları, yüksek hacimli ve tekrarlı işleri optimize etmek ve ardından otomatikleştirmek için kullanılan bir araçtır. Araştırmada, RPA teknolojisi ile OCR teknolojisinin etkin bir şekilde kullanıldığı belirtilmektedir. RPA, önceden tanımlanmış ve bilgisayar üzerinde insan aktivitesini simüle etmektedir. RPA teknolojisi, adaptasyon yeteneği, invaziv olmama, uyumluluk ve yüksek verimlilik gibi özelliklere sahiptir. Çalışmada, otomatik belge işleme belirli adımlarla başarıyla gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, PDF veya resim formatındaki belgelerin deşifre edilmesi ve ilgili bilgilerin belgelerden çıkarılması için OCR teknolojisinden yararlanılmaktadır. Belge numaraları, başlıklar ve kaynaklar belirlenmektedir. İkinci adımda, doğal dil işleme teknolojisi kullanılarak metin özellikleri belgelerden alınmaktadır. Doğal dil işleme adımı altında, metin segmentasyonu ile metin özellikleri çıkarılmaktadır. Çalışmada toplamda 9653 belge incelenmiştir. Model eğitimi için toplam veri setinin %80'i eğitim, %20'si ise test verisi olarak kullanılmıştır. Sınıflandırma doğruluğu açısından, Bayes yöntemiyle %91 oranında doğruluk elde edilmiştir.

Özdem ve Bora'nın çalışmasında, RPA'nın şu anki konumu, gelişimi ve gelecekteki tahmin edilen yetenekleri araştırılmıştır. Araştırmaya göre RPA, finansal sektörlerin ardından sigorta, bilgi teknolojileri, ilaç, haberleşme ve telekomünikasyon, perakende, kamu hizmetleri, insan kaynakları, sağlık, gayrimenkul ve lojistik gibi çeşitli sektörlerde faaliyet göstermektedir. Bu sektörlerin %70'ini bankacılık ve sigortacılık sektörleri oluşturmaktadır. 2025 yılında, insan çalışanlar ile işçi robotlar arasındaki sayısal denge sağlanacaktır (Özdem ve Bora, 2022).

Reijers'in çalışmasında, BPM içinde bulunan yöntemler, teknikler ve araçlar ayrı ayrı başlıklar altında incelenmiştir. Bu çalışmada, birçok kuruluşun uçtan uca süreç yönetimi oluşturmamasından kaynaklanan müşterilerin ilgilendiği konulardaki ayrılığın, yalnızca entegre ve koordineli iş süreçleriyle oluşturulan ürün ve hizmetlerin giderilebileceği öne sürülmüştür (Reijers, 2021).

Otomotiv Sanayisinde VECTO ve Çevresel Etkileri adlı çalışmada, VECTO'nun Türk otomotiv endüstrisindeki kullanımını ve çevresel etkilerini ele almaktadır. Araçların emisyonlarının ve enerji tüketiminin değerlendirilmesinde VECTO'nun önemi üzerinde durulmuştur (Demir, A. ve Ark. (2019).

Flechsig ve ekibinin yaptığı çalışmada, kamu ve özel sektörlerde 19 farklı endüstride gözlemlenen bir satın alma ve ödeme süreci incelenmiştir. Bu çalışmada, şirketlerin maliyet azaltımından iş gücü kazancına kadar çeşitli parametreler analiz edilmiştir. Tedarik zinciri ve yönetim süreçleri detaylı olarak incelenmiştir. Araştırmaya göre, özel sektördeki şirketler, kamu kuruluşlarına kıyasla bu teknolojiye daha açıktır. Ortak bir sonuç olarak, tedarik işlemleri sadece bir alanı etkilemez, şirketlerin yöneticileri ve departmanları aynı anda hareket etmelidir. Bulgular, teknolojiyi benimsemenin kuruluşların dijital satın alma hazırlığına ve olgunluğuna bağlı olduğunu göstermiştir (Flechsig ve diğerleri, 2021).

Doğuş'un çalışmasında, Türkiye'deki RPA kullanan şirketler ve bu şirketlerin çeşitli muhasebesel uygulamaları incelenmiştir. Finans alanında aktif olarak faaliyet gösteren şirketlerin, diğer şirketlere göre RPA ile daha önce tanıştığı belirtilmektedir. Bu şirketler, ödemelerini ve faturalandırma işlemlerinin büyük bir kısmını RPA aracılığıyla gerçekleştirmektedir. Ayrıca, yüksek hacimli ve sık tekrar eden çeyrek sonu raporu ve bilanço tablosu oluşturma gibi süreçlerde bu şirketlerde RPA kullanılmaktadır (Doğuş, 2021).

Gazova ve ekibinin çalışmasında, BPM'in Endüstri 4.0 çerçevesinde otomotiv şirketlerine sağladığı faydalar incelenmiştir. BPM ve Endüstri 4.0 kavramları açıklanmıştır ve çalışmada Slovakya'da faaliyet gösteren 53 farklı otomotiv şirketi ele alınmıştır. Araştırmada, incelenen şirketlerdeki dijital süreçlerin BPM yaklaşımıyla yönetilmesinin işlerin verimliliğini artırdığı belirlenmiştir (Gazova ve diğerleri, 2022).

Salmen tarafından yapılan çalışmada, yapay zekâ ve RPA uygulamalarının küçük ve orta ölçekli işletmelerde süreç verimliliğine etkisi incelenmiştir. Salgın sonrasında şirketlerin dijitalleşme ihtiyacının arttığı ve bu nedenle KOBİ'lerde bu tür yatırımların öneminin sorgulandığı ifade edilmiştir. Araştırmada, KOBİ'lerdeki sipariş giriş süreçlerinin manuel ve

RPA ile gerçekleştirilmesi karşılaştırılmıştır. RPA'nın süreçteki zaman tasarrufunun %50'den az olması beklenirken, yapılan çalışmalar sonucunda sipariş aktarımlarında geleneksel yöntemlere göre %64,55 oranında zaman tasarrufu sağlandığı belirlenmiştir. (Salmen,2022)

### **3. MATERYAL VE METOD**

#### **3.1 Metod**

Bu çalışma, RPA teknolojisinin otomotiv sektöründeki uygulamalarını incelemek ve bu teknolojinin sektördeki verimlilik, maliyet tasarrufu ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini değerlendirmektedir. Otomotiv endüstrisi, yoğun rekabet ve çevresel baskılar altında sürekli olarak yenilikçi çözümler aramaktadır. Bu bağlamda, RPA teknolojisi, iş süreçlerinin otomatikleştirilmesi yoluyla operasyonel verimliliği artırma ve maliyetleri düşürme potansiyeli sunmaktadır.

Bu çalışmada RPA'nın Otomotiv Sektöründeki Verimlilik Etkisinin göstergesi olarak vaka analizleri yoluyla RPA ve Vecto teknolojilerinin otomotiv endüstrisindeki uygulamalarını anlamaya yönelik veri analizi yöntemleri kullanılmıştır. Vaka analizleri, belirli bir araç modelinin veya üretim hattının RPA ve Vecto teknolojileriyle nasıl optimize edildiğini ve bu optimizasyonun sonuçlarını incelemeyi amaçlamaktadır. Bu yöntemler, RPA ve Vecto'nun üretim süreçlerinde sağladığı verimlilik artışlarını ve maliyet düşüşlerini detaylandırmak için kullanılmıştır.

Bu yöntem, RPA ve Vecto teknolojilerinin otomotiv endüstrisindeki çevresel ve operasyonel etkilerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için kullanılmıştır. Bu sayede, bu teknolojilerin sektördeki sürdürülebilirlik hedeflerine katkıları daha net bir şekilde ortaya konulmuştur.

#### **3.2 Veri Toplama ve Analizi**

Bu bölümde, araştırma için kullanılan veri toplama yöntemleri ve analiz süreçleri detaylı bir şekilde açıklanmaktadır. Veri kaynakları, verilerin toplanma süreçleri ve analiz yöntemleri aşağıda belirtilmiştir.

#### **3.3 Veri Kaynakları**

Araştırma kapsamında çeşitli veri kaynakları kullanılmıştır. Bu kaynaklar arasında otomotiv üreticilerinin sağladığı üretim verileri, yakıt tüketimi ve CO2 emisyon raporları, RPA ve Vecto teknolojilerine dair kullanım verileri bulunmaktadır. Ayrıca, sektörde yapılan bağımsız testler ve raporlar da veri kaynakları arasında yer almaktadır.

### 3.4 Veri Analizi Süreçleri

Toplanan verilerin analizi için çeşitli istatistiksel ve analitik yöntemler kullanılmıştır. Verilerin analizi sırasında aşağıdaki yazılımlar ve araçlar kullanılmıştır:

- **UiPath:** Yapılan manuel işlemleri otomatize etmek için kullanılmıştır.
- **Vecto Tool:** Araçların enerji tüketimini tahmin etmek ve analiz etmek için kullanılmıştır.
- **Excel:** Temel veri manipülasyonu ve analizleri için kullanılmıştır.
- **XML:** Veri modellemesi ve işlemesi için kullanılmıştır.
- **JSON:** Web servisleri ile veri alışverişi için kullanılmıştır.

### 3.5 Karşılaşılan Zorluklar ve Çözümler

Veri analizi sırasında çeşitli zorluklarla karşılaşılmıştır. Bu zorluklar arasında verilerin eksik veya düzensiz olması, farklı kaynaklardan gelen verilerin uyumsuzluğu ve büyük veri setlerinin işlenmesi yer almaktadır. Bu zorluklar aşağıdaki yöntemlerle aşılmıştır:

- **Veri Temizleme:** Eksik ve düzensiz veriler, veri temizleme teknikleri kullanılarak düzenlenmiştir.
- **Veri Birleştirme:** Farklı kaynaklardan gelen veriler, ortak bir formatta birleştirilmiştir.
- **Veri İşleme:** Büyük veri setlerinin işlenmesi için yüksek performanslı bilgisayarlar ve paralel işlem teknikleri kullanılmıştır.

Bu süreçler sonucunda elde edilen veriler, RPA ve Vecto'nun otomotiv endüstrisindeki etkinliğini değerlendirmek için kullanılmıştır. Analizler, bu teknolojilerin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymaktadır

## 4. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

### 4.1. RPA

Otomasyon, geçmişi çok eski zamanlara ulaşan bir terimdir. Homeros'un İlyada kitabında geçen bir metne göre Yunan Tanrısı Hephaestus'un güçlü ve özel kılıçlar meydana getirmek için kullandığı robotlar olduğu tasvir edilir. Bahsi geçen robotlar Hephaestus'a bu amacına hizmet etmek için analitik şekilde kendilerine verilen görevleri sırasıyla yerine getirmekle sorumluydu fakat bu robotların kendilerine ait bir akli bulunmasından dolayı silah üretirken problemler meydana gelmiştir. Bunun nedeni robotlar Hephaestus'un verdiği görevleri gerçekleştirmek yerine kendi arzuları doğrultusunda hareket etmeleri olmuştur (Yavuz vd., 2006).

Otomasyon makineleri pazarda oluşan ihtiyacın artması ve çalışan sayısındaki kısıtlılık sebebiyle üretimdeki verimin artırılması için ortaya çıkmıştır. Örnek verecek olursak buğdaya olan ihtiyacın artmasıyla hasadının bir an önce tamamlanması için döver biçer makinesi, giyim sektöründeki ihtiyaçların artmasıyla dokuma makineleri gibi otomasyon makineleri hayatımıza girmiştir.

Otomasyon tanımı ilk kez Ford Motor Company şirketinin bünyesinde mühendislik hizmeti veren D. S. Harder tarafından 1946'da yapılmıştır (Seyman, 2019). Bugüne dek teknolojiadaki çeşitlilikle alakalı olarak farklı otomasyon çeşitleri mevcuttur. Bilgisayarların ilk yaygınlaştığı zamanlarda müşteri kayıtları ve bordro düzenlemelerini kontrol etmek maksadıyla faydalı şekilde kullanılan otomasyon ürünü kullanılmaktadır. Dönemin şartlarına bağlı olarak maliyet bakımından pahalı görünen bu otomasyon sadece IBM ve benzeri büyük firmalar tarafından tercih edilmektedir. Microsoft'un hizmete sunduğu işletim sistemleri ve Intel firmasının hayata geçirdiği işlemcilerin başlattığı bilgisayarlarda yeni dönem dalgası günümüze dek ulaşmıştır. Bu devrimle birlikte kayıt ve hesap işlemlerini yapan firmalar işlerini daha da otomatik bir hale gelmesiyle rahatlığa kavuşmuştur (Smith vd., 1993).

Otonom kavramı bir mekanizmanın dışarıdan etkilere ihtiyaç duymadan kendi kararlarını alabilmesi ve yönetim yeteneğine sahip olmasıdır. Bu kavram bağımlı olmadan, değiştirilebilir ve uyum sağlama özelliklerine sahip sistemlerin tanımlanmasında kullanılır.

Otonom sistemler etrafında yaşadığı değişimlere karşı çözüm geliştirebilir, değişimlere yönelik kararlar alabilir ve bu kararları uygulayabilir. Otonom sistemleri çoğunlukla yapay zeka yazılımları, geliştirilmiş farklı algoritmalar ve algılayıcı düzeneklerle güçlendirilir. Bu

sistemler bir amacı yerine getirmek veya görevi tamamlamak maksadıyla yapılacak işlemleri kendisi tespit edebilir, düzenleyebilir veya işlemleri yerine getirebilir.

Otonom sistemler uzay araştırmaları, yapay zekâ ürünleri, robotik çalışmalar, otomotiv sektörü, endüstriyel sanayi faaliyetleri, akıllı teknolojik ürünler gibi pek çok sektörde yer almaktadır. Otonom sistemleri insanlara gereksinim olmaksızın kompleks görevleri tamamlayabilir, hataları minimuma indirebilir, verim konusunda gelişmeler sağlayabilir.

Dünyada yaşanan ekonomik krizlerin etkisiyle şirketler masrafları düşürmeyi hedeflemek, ürünlerde daha yüksek karlar sağlamak için otomasyona yönelmiştir. 21. yüzyılın başında ekrandaki işlemleri otomatikleştirerek fazlar arasında bilgi aktarımını hızlandırarak verim konusunda önemli gelişmeler görülmüştür (Taulli, 2020).

RPA kavramı ilk ortaya çıkarıldığı dönemde yazılımsal sanal robotların insanların yapması gereken basit işleri öğrenip otomasyon sürecinin hızlandırılması ve yaşama entegre edilmesi planlanmış ancak teknolojide yaşanan değişimlerle beraber RPA farklı anlamlara da hizmet etmeye başlamıştır (Willcocks ve Craig, 2015).

İnsan gücüyle yerine getirilen işlerin robotlar tarafından yapılması eskiden beri var olan bir teknolojik gelişmedir. RPA kavramı sade bir otomasyon sistemini değil, işleri otonom duruma getiren, basit işlerle yüksek nitelik kazandıran, merkezi olmayan karar süreçlerini otonom olarak işleyen durumdur. RPA'nın birinci basamağında otonom hale gelmesi istenen işler tespit edilir, teknolojik gelişmeler sayesinde hazırda bulunan otomasyon sistemleri üzerinde geliştirmeler yapılır. Bu sayede işlerin mekanik düzen yerine otomatikleştirilmiş olarak gerçekleştirilmesi sağlanır (Czarnecki ve Fettke, 2021).

RPA ile şirketlerde hız, nitelik, verim olarak olumlu gelişmeler gözlemlenmektedir (Aguirre ve Rodriguez, 2017). Başlangıçta iş ve üretim süreçlerinin otomatik hale getirilmesiyle üretimdeki aksaklıkların ve hata oranlarının azaltılması sağlanmaktadır. Ayrıca RPA sayesinde üretim fazlarındaki masraflar azalır çünkü insan gücüne duyulan ihtiyaçta azalma olur. Tekrardan onarım veya ürünün hatalı olup yeniden yapımı gibi durumlar da minimize edilir. Otomatik hale getirilmiş işlemlerin sağladığı avantajla şirketler kazandığı zamanla daha fazla ürün tedariki sunabilecektir. RPA firmaların uyumluluk çerçevesinde daha düzenli hareket etmesine olanak sağlar. Otomatik hale gelen zamanlamalar önceden tespit edilmiş kriterlere ve işleyişlere uyum esnasında kullanılabilir. Dolayısıyla firmaların denetleme kurumlarınca uyması istenen kurallara uyması kolaylaşır ve uyumsuzluk konusu devre dışı kalmış olur. RPA teknolojisinden yararlanan işletmeler müşterilerine karşı daha yüksek olumlu

geri dönüşler almaktadır. Müşterilere sunulan hizmetlerin niteliği artmakta, karşı karşıya kalınan sorunlarda da etkili ve çözüm odaklı sonuçlar alınabilmektedir. Talebi hızlı ve kaliteli şekilde yerine getirilen müşteriler şirketten duyduğu memnuniyeti yansıtmaktadır.

Bütün bu etmenler göz önünde bulundurulduğunda RPA teknolojisi ile sektördeki üreticiler kendi adına yararlı işler gerçekleştirerek ürün niteliği, ürün üretim hızı, verim ve uyum parametrelerinde önemli yol kat etmiştir.

#### **4.1.1. Robotik Teknolojilere Giriş ve Temel Kavramlar**

Robotlar enerji kaynakları bulunan, kontrolü kendisine ait, mekanik ve yazılımsal anlamda parçalara sahip önceden belirlenmiş iş veya görevleri yerine getiren sistemlere verilen genel bir tanımlamadır. Diğer bir tanımlamaya göre ise farklı fonksiyonlara ait aygıtlar bulunan bir işi yerine getirmek veya hareket sağlamak amacıyla dizayn edilmiş sistemler bütünüdür. Robot kelimesi ilk defa Çek tiyatro yazarı Capek'in kaleme aldığı, sanayileşmenin ve teknolojik gelişmelerin kişileri yabancılaştırdığı konusunu işleyen "Rossum'un Evrensel Robotları" adlı oyununda kullanılmıştır (Anonim, 2024).

Robot teknolojisi önemli bilimler olan fizik, matematikten yararlanarak bilgisayarın elektronik, makine ve malzeme mühendisliği ile birleşmesiyle üretilmektedir. Dizayn etme, program oluşturma ve düzenleme, yaratma ve deneme gibi faaliyetleri olan robotların özellikleri şu şekilde sıralanabilmektedir:

**Algılama:** Robot makinelerin büyük çoğunluğu çevresini algılayıp tanıma ve kontrol etme özelliğine sahiptir. İnsanlardaki çevre algısından farklı olarak insanın dahi yapamadığı sıcaklık ölçümü, ses ölçümü, ışısız ortamda hareket algılama, sıcaklık ölçümü, kimyasal değerlerin tespiti gibi pek çok işlemi yapabilmektedir.

**Hareketlilik:** Robotların hareket etme özelliği de genel olarak mevcut bir özelliktir. Hareketini gerçekleştirebilmek için enerji veya güç kaynağından sağladığı güçle mekanizması üzerinde yer alan tekerlek, mekanik eklem, mekanik ayak yardımıyla hareketini sağlar.

**Enerji Tedariki:** Robot makinesinin kendisine atanmış görevleri yerine getirebilmesi için doğrudan elektrikten, güneş enerjisinden veya dahili güç depolama biriminden güç alması gerekmektedir. Robotların enerji tedarikinin şekli yapacak olduğu görevin türüne, zorluğuna ve görev süresine bağlı olarak değişebilmektedir.

**Beyin:** Robotların kendisinden beklenen işleri otomatik ve hatasız şekilde ortaya çıkarabilmesi için verileri analiz edebilen bir beyne gereksinim duyar. Robotun istenen

işlemleri yapması için önceden robota ait bu beyne programlama vasıtasıyla verileri kaydeden ve işleyebilen bir sistem hazırlanmalıdır (Anonim, 2024).

#### **4.1.2. RPA'nın Tarihsel Gelişimi**

Teknolojinin yenileşmesi ve gelişmesi ile kontrol edilmekte olan küresel ekonomi bağlamında farklılık göstermekte olan unsurlar, alıcıların talebi doğrultusunda gereksinim ve istekleri yanıtlamaktadır. Bu durumda işyerleri açısından kuvvetli bir pozisyona dönüşmesi gelecekte fazlasıyla önem teşkil etmektedir. İleri bir teknoloji şeklinde meydana gelmekte olan uygulamalardan biri de RPA olarak karşımıza çıkmaktadır. Devamlılığı olan görevler sırasında çalışmakta olan bir kişinin bütün sorumluluklarını kendine yüklemekte olan ve bu süreci otomatikleştiren teknoloji, iş esnasında çalışanların fazlasıyla karmaşık aşamalarına katılmalarına yardımcı olmaktadır. Global anlamdaki işletmelerin çıkarmış olduğu rapora bakıldığında işletme gereksinimlerini karşılamakta olan, yararlı ve ilerleme gösteren teknolojik faaliyet şeklinde kabul görmektedir (Everest Group, 2018).

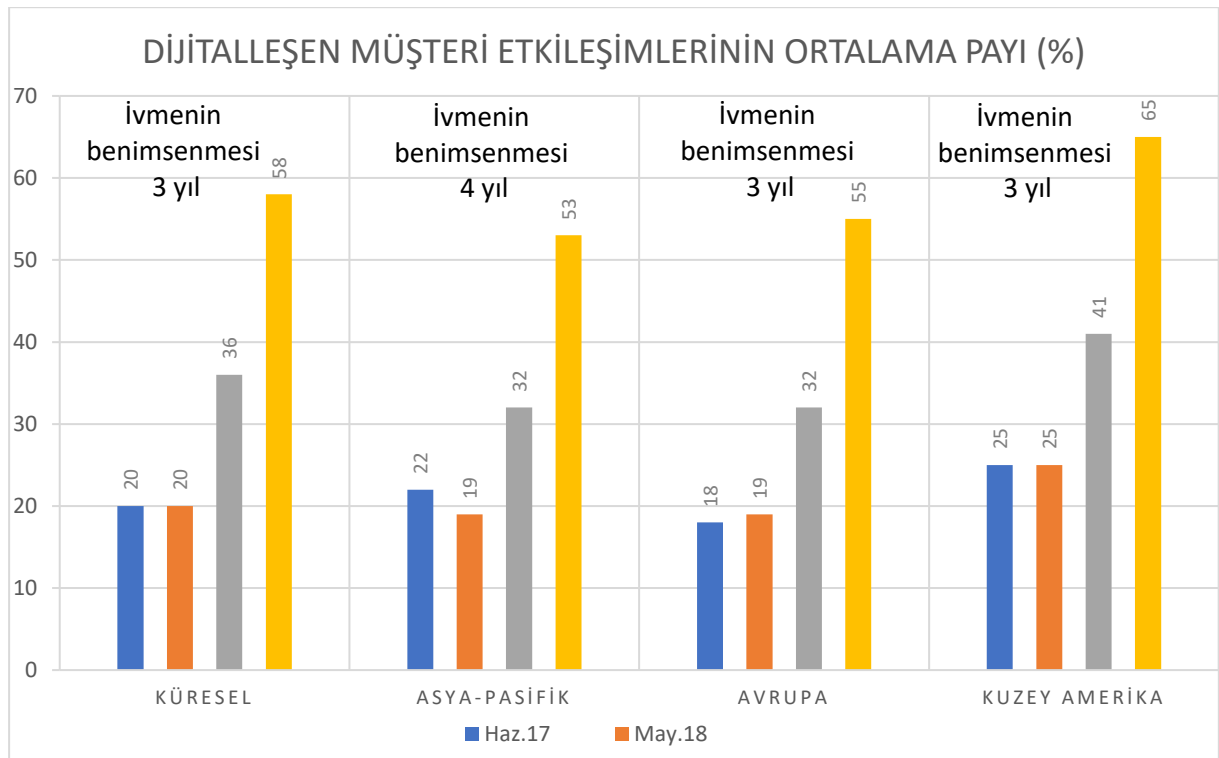
Endüstri devriminin 18. yüzyılda getirmiş olduğu yenileşme faaliyetleriyle birlikte robotlaşma uygulamalarının da temeli atılmaktadır. Sonrasında bilgisayarların yardımları sayesinde iş gücüne yoğunlaşmaya başlayarak çeşitli sektörlerde insan gücü sahasında uygulamaya geçmesinin ardından hızla yaygınlaşmaya başlamıştır (Alberth ve Mattern, 2017).

Robot devrinin başlangıcının ardından insanların bu devrin etrafında gelişen olayları yakından takip ettikleri bilinmektedir. İnsanların bir kısmı robotlara ürpertiyle yaklaştığı öne sürülürken bir kısmının da işlerinden olma korkusu boy gösterdiği varsayılmaktadır. (Wallén, 2008).

Robotların fiziksel nitelikte olması, çeşitli sektörlerde yaygınlaşmasının önünü açmaktadır. Ardından gelen süreçlerde ise işletmelerin zamandan tasarruf ederek gider miktarını azaltmaya yarar sağladığı söylenmektedir. Amerika merkezli yapılmış olan bir çalışmada ATM'ler 1970 senesinde tanıtılmaktadır. 1995 yılına dek incelendiğinde ise sayısının artış göstererek 1995-2010 seneleriyle 4000.000'i aşan bir sayıya ulaşmış olduğu gözlemlenmektedir. Tarihler 1970 yılını gösterdiğinde bankaların her birinin memur ihtiyacı fazlayken, 1970 yılı sonrası gereksinim üçte bir oranda düşüş yaşayarak hafızalara kazınmaktadır. İleriye dönük bir perspektifte incelemek gerekirse üretkenlikte bir artış meydana gelmektedir. Bununla beraber üretimde beklenenden büyük bir artış söz konusu olmaktadır (AI Multiple, 2020).

Yakın zamanda dijital ortama adım atan işletmeler ileri görüşlülüklerini sergileyerek bu ortama uyum sağlamak için arayışa geçmektedirler. Bu süre zarfında fiziksel nitelikte olmasa dahi isminin bir bölümünü vermiş oldukları RPA'ya katılım göstermişlerdir. Dikkatle incelendiğinde son birkaç yılı içinde barındıran süreçte bu sektörde varlığını sürdürmek isteyen veya bu sektöre alaka duymalar artış göstermektedir. Avrupalı şirketlerin ise 2018 senesinde %54'ü kapsayan RPA'nın işletmelerinde uygulamaya geçtikleri gözlemlenmektedir. Bu işletmeler minimum 10 iş prosesini otomatik olarak faaliyete geçirmektedir. İlerleyen süreçlerde iş basamaklarını yüksek seviyelere çıkarmak amacıyla bu yolu izlemektedirler (Bichler vd., 2018).

Ülkemize bakıldığında bu paydan daha az seviyede olsa dahi dijital dönüşüm, tüm işletmeleri etkilemektedir. Bu sebepten daha yakın bir zamanda teknolojiye geçişin yaygın olarak sürdürülmesi beklenmektedir. 1970'lerden şimdiye devam etmekte olan RPA'nın tarihsel süreci alttaki şekildedir. RPA yakın zamanlı olduğundan genç araştırma sahası olarak karşımıza çıkmaktadır (Tripathi, 2018).



**Şekil 2.1.** Dijitalleşen Müşteri Etkileşimlerinin Ortalama Payı (%) 2

**Kaynak:** (Mckinsey ve Company, 2020)

Şekil 2.1'de yer alan grafiğe bakıldığında korona salgını beraberinde dijital çağa geçiş gösterilmektedir. Önceki yıllara oranla üç kat daha yükselişe geçmektedir. Bu artış şirketler açısından büyük iş avantajları ortaya çıkarmaktadır.

Şirketlerden bazıları erken davranarak çalışma stratejilerine yenilerini eklemekteyken bazıları ise çalışma evrelerini tekrar kontrol ederek verimi arttırmaya yönelik çalışmalarda bulunmaktadır. RPA, yaygınlaşmasının vermiş olduğu popülerlik bakımından pek çok şirketi harekete geçirerek iş süreçlerine katılım sağlamaktadır. Özel bir şirket Polonya’da bir araştırma başlamaktadır. Bu çalışmada çalışma evrelerinin tamamı ya da belirli bir bölümünü RPA’ya bırakmakta olan 110 işletmeyi kapsamakta olan bir değerlendirme yapılmaktadır. Yapılan bu değerlendirme sonuçlarına baktığımızda işçilerin yüzde 60 oranının iş verimliliği bağlamında fayda sağlayarak işlerini sistemli olarak sürdürdüğünü gözlemlemektedirler. İşletmeyi kapsayan ölçüm sonuçlarında da çalışma süreçlerinin hızının artmakta olduğu ayrıca gelmekte olan ihtiyaç ve isteklerin çözümünün de çok çabuk gerçekleştiği açıklanmaktadır. Yapılan araştırmaların ardından çalışma sürecini barındırmayan işletmeler için ışık tutmuş ayrıca olumlu dönüşler olarak kapsamını genişleteceği öngörülmektedir. Kregel’i teknolojiye ayak uydurarak dijitalleşme yolunda emin adımlar atmanın otomasyon sektöründe olan artışla gerçekleşeceği iddiasını vurgulamaktadır (Siderska, 2021).

#### **4.1.3. RPA’nın Özellikleri**

RPA bakıldığında robotlar insanların davranışlarının taklidini yaparak tekrarlı işe koyulmaktadır. Taklit etme robotların öğrendiği bir motor becerisi olmamaktadır aksine tamamen kurallarla çerçeveselendirilmiştir. İlk olarak kurallar tanımlanmaktadır. Sonra katedilmesi gereken aşamalar sırasıyla koşullara bağlı biçimde robota aktarılmaktadır. Kural bazlı ve tekrarı gerçekleşmekte olan eylemleri otomatize etmektedir. Mekanizmalar uygulamaların uyumluluğunda yararlı olmaktadır. Yalnızca bir mekanizma ile yapılan işler, farklı mekanizmalar, uygulamalar ve aşamalar bağlamında uyumluluğu sağlayabilmektedirler. Mekanizmaların bütünlüğünü koruması, robotik süreç bakımından önem teşkil etmektedir. Özellikle vurgulamak gerekirse operasyon evreleri esnasında, farklı sistemler ile iş yapma ve veri akışını sürdürmek verimlilik oranını düşürmekle beraber, işlem zamanını da arttırmaktadır. Devamlı süregelen bir işlemi yapmaya çalışmakta olan işçinin motivasyonunun azalmasına neden olmaktadır. İşlem evrelerinin gereksiz biçimde uzun sürmesi, negatif müşteri deneyimlerine ve alıcıların verilen hizmetten memnun olmaması gibi sorunları da beraberinde getirmektedir. Farklı mekanizmalarla beraber yürütülmekte olan evrelere çözüm niteliğinde bir ipucu verilmektedir. İki uygulamayı uyumlama bunlardan biridir. Entegrasyon evresi, yazılım ve analiz için uzmanlık gerektirmektedir. Ayrıca gider miktarı da yüksektir. RPA’da mekanizmalar arası entegrasyon gider miktarı minimize edilmektedir. Mekanizmalar arasında ortaya çıkan otomasyona, değişime hızlıca entegre olmaktadır. RPA verileri/bilgileri

okumaktadır ayrıca işlemektedir. Robot, dizayn evresine geçtiğinde verilerden hangilerine nasıl erişeceği ya da eriştikten sonra hangi işlemleri yapacağı ve son olarak kaydını nereye yapacağını tanımladığı bilinmektedir. Sonrasında kontrol aşamasına geçmektedir ve son olarak raporlama yapmaktadır.

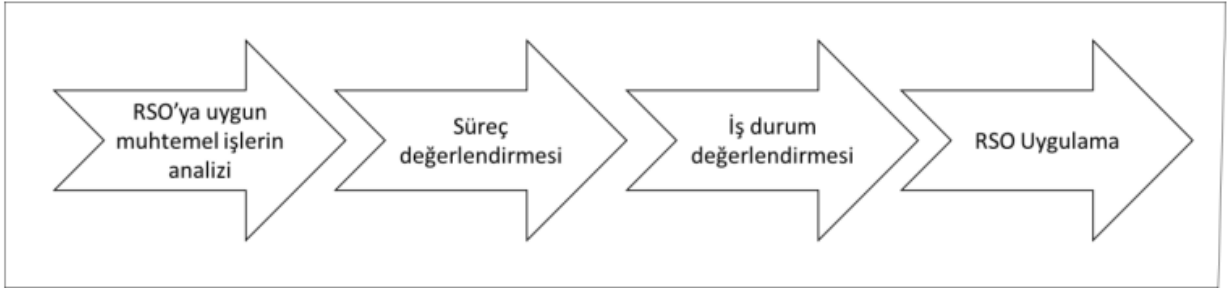
Çalışanların ya da farklı mekanizmaların bitirmiş olduğu çalışmaların çıktılarını kontrol etmektedir. Kontrol ettiği çalışmalarda hatayı tanımladığında rapor etmektedir. Raporlar talep edilen dosya şekline dönüştürülmektedir. Çalışma bulgularını analiz etmektedir. Bazı felaketler robotlar sayesinde engellenmektedir. İlerleyen yarım asır süresince hataları bulmamıza yardımcı olan, iletişim kuran sistemlerin gelişmesinin yanında felaketlerin öngörülebilmesi de beklenmektedir. RPA'nın kullanımına pek çok sektörde başvurulmaktadır. Bankacılık sektöründe de RPA'ya başvurulmaktadır. Bilgi güvenliği bağlamında değerlendirildiğinde, işlem yaptığı birçok sektörde tıpkı gerçek çalışanmışçasına güvenlik aşamalarından geçtiği söylenmektedir. Bu aşamalar şunlardır:

- Robotların her biri için farklı bir kullanıcı adı ya da numarası aktarılmaktadır. Böylelikle hangi evreler için hangi robotun kullanıldığı anlaşılmaktadır.
- Numarası veya kullanıcı kimliği tanımlanan robotlar aplikasyonlara tanımlanmış oldukları numara, ad ve şifreler aracılığıyla girmektedir.
- Bankacılık ekranında işlem yapan robotun hangisi olacağına dair otorizasyon yapılmaktadır.
- Gerçek bir çalışandan farkı olmaksızın kısıtlı seviyedeki ekran tanımlaması sayesinde kendisine aktarılmakta olan çalışmaları bitirmesi beklenmektedir.
- İlave ekran evresinde yetki verilmesi amacıyla gerekte olan prosedürler uygulanmaktadır.
- Robotik otomasyonların sürdürmüş olduğu tüm yöntemler kayıtlara geçirilmektedir. Robotlardan hangilerinin uygulamaların her biri için hangi icraati göstermiş oldukları gözlemlenmektedir.
- Yetki verilmemiş olan hiçbir uygulama ya da ekranda işlem yapmaları mümkün olmamaktadır.
- Banka sunucularına RPA kurularak, gerekli bulunan güncelleme eyelemleri yine bankacılık güvenlik önlemleri bağlamında oluşturulmaktadır. Güvenlik en önem teşkil eden nitelik olduğundan uygulama kurulumunun banka bünyesinde yapılması daha makul görülmektedir.

- RPA uygulamaları yetki verilen banka kullanıcılarının kullanmış olduğu bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır.
- RPA oluşturulan güvenlik önlemleri çerçevesinde ayrıca belirlenen prosedürler aracılığıyla banka dışı bir uygulama yardımıyla da kullanılabilir.
- Banka sunucularında iş yaptıkları gerekçesiyle banka bünyesinde kontrol edilemeyen fiber saldırıları bertaraf etmek için uygulanmakta olan güvenlik önlemleri alınmaktadır.
- Robotun kullanım süresi tüketildiğinde kullanıcı isminde aktarılan kullanımların ve yetkilerin tümü iptal olabilmektedir.

#### 4.1.4. RPA'nın Genel Çalışma Prensipleri

RPA araçları temel nitelikte iş görenin işlerini taklit etme yoluyla çalışma göstermektedirler. Bu robotlar başka mekanizmaların veya ekranların entegrasyonu sayesinde ekran kazıma yöntemi yardımıyla belirli bir çalışanın yaptığı ekran verilerini çekme, alanları doldurma, dosyaları kapatma-açma şeklindeki görevlerde bulunmaktadır. RPA tarafından gerçekleştirilmekte olduğu bu görevler sistem geliştirici birimlerin yazılımlarının da üst düzeyinde performans sergileyen programlar aracılığıyla uygulama ara yüzünde çalışmalarını gerçekleştirmektedir. Firmalar oluşturulmakta olan RPA yazılımları için başka tasarımlardan yardım almaktadırlar (Schuster, 2020).



**Şekil 2.2.** RPA Genel Uygulama Seviyeleri

**Kaynak:** (Asatiani ve Penttinen, 2016)

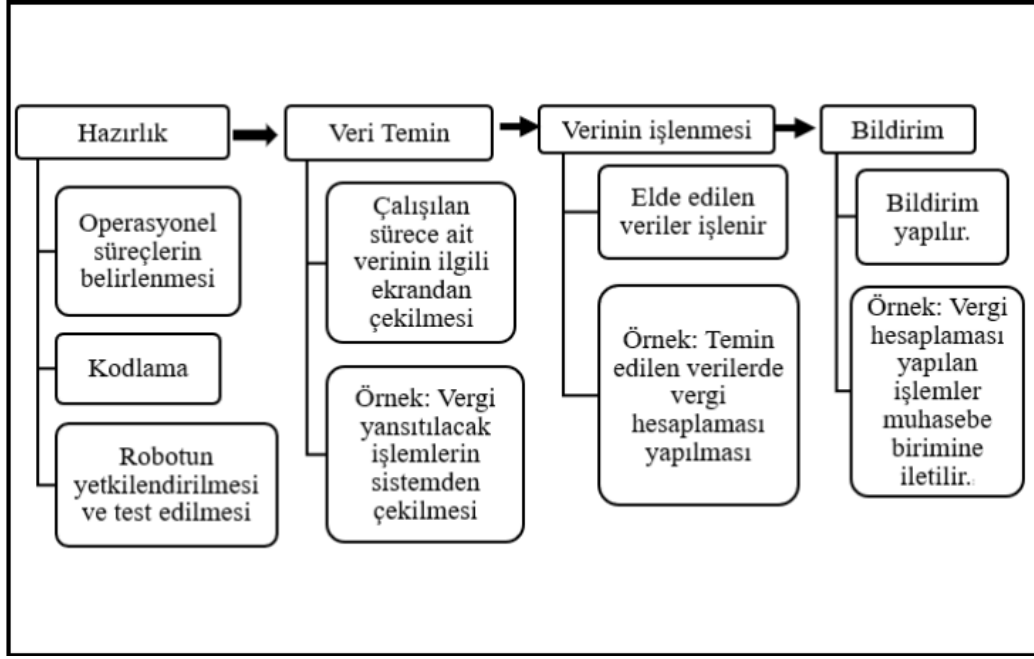
Şekil 2.2’de belirtildiği gibi RPA 4 genel uygulama aşamasını kapsamaktadır (Asatiani ve Penttinen, 2016).

- Çalışmaların analizi,
- Süreç değerlendirmesi,
- İş-durum değerlendirmesi,
- RPA'nın uygulanması

Birinci aşamayı kapsayan temel nitelik RPA'nın işletmeye olan uygunluğunu kontrol etmek ve bu süreçleri oluşturmak şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Bu düzeyde halihazırda bulunan farklı işlemler bulunmaktadır. Devamlı tekrar eden, yorum barındırmayan ayrıca standart ve kural bazlı işlemler denetlenmektedir. RPA uygulamasının kullanımı için doğru olan ya da olmayan eylemler denetlenmektedir (Lacity, 2016).

Belirlenmekte olan bu eylemlerin zaman ya da maliyet bazında hesaplama kriterleri oluşturulduğu bilinmektedir. Yapılan değerlendirmelerin yanında hesaplama işlemlerine ek olarak sonuç kısmından hareketle RPA uygulamasının faaliyete geçirilip geçirilmeyeceği belirlenmektedir. Diğer bir evre olan değerlendirme aşamasında işçilerin onayladıkları işlemler belirledikleri sonuçlar kayda geçerek robotik sürecin ilk kısmında hangi verinin birinci olarak kullanılacağına kararlaştırılması konusu ortaya çıkmaktadır. Robot dostu şeklinde açıklanan kural temelli olarak bu kısımda bazı süreç ve kriterler oluşturulmaktadır. Üçüncü aşamayı kapsamakta olan evre için ikinci aşamanın devamı olarak bilgi ve veriler bir araya getirilmektedir. Robotlardan kaçının faaliyete geçeceği kararlaştırılmaktadır. Bu karar aşamasında önem arz eden fonksiyon insan-robot çalışma gider miktarı işlemlerinin sonucu olarak ifade edilmektedir. RPA açısından önem arz eden kısımlar bunlardır. Son aşama olan programlama, uygulama ve test aşamalarını açıklamaktadır. İlk üç aşamada uygulanacak kararlarla bağlantılı olarak elde edilen sonuçlar zaferle taçlanmaktadır (Willcocks vd., 2015).

RPA, operasyon evresinde robotun içerisinde bulunmakta olan bir kullanıcı tanımlanmaktadır. Robot bu kullanıcı yetkileriyle faaliyet göstereceği sırada ara yüzlerde işlem yapmaya başlamaktadır. Birinci kısımda robot kendisine aktarılmakta olan bu yetki sayesinde orada bulunan işçilerin yapacağı şekilde bilgi bulacağı ekrana erişerek veriyi almaktadır. Sonrasında erişilen veriler doğru biçimde kullanılarak işleme aşamasına geçmektedir. Son evrede işlenmekte olan veriler alakalı birimlere iletilmek üzere gönderilmektedir. Ek olarak bu aşamalar esnasında ansızın bir durum ya da bir hata ile karşılaşıldığında sistem ya bekletilmektedir veya başka bir duruma atlanılmasına karar verilerek bu durum dışındaki diğer işlemler tamamlanmaktadır.



**Şekil 2.3.** RPA Uygulama Örneği

Bu şekle göre, hazırlık şunu ifade etmektedir: Bu evre uygulamayı faaliyete geçirmeden önceki hazırlık aşamasıdır. Bu aşamada birinci olarak hangi aşamanın otomasyona ekleneceği belirlenmektedir. Aşamanın belirlenmesinin ardından BluePrism, Uipath veya KPMG gibi işletmelerden sağlanmakta olan RPA desteği de oluşturulmaktadır. Bu destek ile süreç kodlanmakta ve tanımlanmaktadır. İhtiyaç duyulan test uygulamalarının sonrasında robota başvurularak faaliyete geçmesi amacıyla isim tanımlanmaktadır sonrasında bu isim yapılan işlemin kayda geçirilmesi ayrıca ilgili ekranlarda erişimi sağlamaktadır.

#### 4.1.5. RPA Kullanım Alanları

RPA kullanım alanlarına bakıldığında kurumsal yazılım vaat ettiğini tam olarak oluşturarak çok sayıda güçlü çözüme karıştırmak için iş süresince durmadan çalışmaktadır. RPA, tekrar etmekte olan manuel işlemleri otomatikleştirmek amacıyla yazılım robotlarına gereksinim duymaktadır. Devam eden ve genel olarak sıradan projeleri sürdürmek amacıyla web siteleri iş, masaüstü uygulamalarına benzer olan veri tabanları ve kişilerle etkileşime geçerek çalışmakta olan tüm işçilerin çalışmalarının ilerleme kaydetmesine fayda sağlamaktadır (Aguirre ve Rodriguez, 2017).

Otomasyon avantajlarına her yerde rastlanmaktadır. Yüksek değer, yüksek hacim ve yüksek olasılık için önem arz eden unsurlar şunlardır:

Devamlı tekrar eden, yüksek hacime sahip olan süreçler, insan eylemleri kontrolünde (empati, düşünme) harcanması muhtemel zamanları aldıklarından otomasyon kolay bir amaç

olarak gözükmektedir. Bu esnada herhangi bir duraklama ya da yavaşlama işletmelerin büyüme kabiliyetini tehlikeye atabilmektedir. (Willcocks vd., 2015).

Satış ücretleri ya da müşteri deneyimi açısından iyi bir hizmet sunan ayrıca karışıklıkları önleyenler, parasal konular gibi önemli süreçler açısından oldukça önem arz etmektedir (Agguirre ve Rodriguez, 2017).

RPA sayesinde kademeler arasında otomatikleştirmeyi uygulayabilecek 10 değişik işleme rastlanmaktadır;

**Bayi, Çalışan ve Müşterilerin Katılımı:** Ne olursa olsun bu süreçler finans ve muhasebe yeni hesaplar/satış ya da İK bünyesinde bulundurmuş olsalar da genel olarak doküman ve devamlılık isteyen faaliyetler içerdiğinden dolayı otomasyon gelişmektedir. RPA ile etkili durum iletişimi haricinde verilerin iç mekanizmalara bütünüyle entegrasyonunu da kapsayan ayrıca tamamıyla sistematik bir çalışma süreci dizayn edilmektedir (Asatiani ve Penttinen, 2016).

**Tedarikçi, Çalışan, Müşteri Bakımı:** Bu aşamada ikametgâh değişimi için form göndermekte olan bir çalışan da olsa müşteri de olsa sürekli şekilde güncel bilgilerini aktarması gerekmektedir. RPA, bir faaliyet kapsamında (yıldönümü), tarih kapsamında (ortaklık sözleşmelerinin süresi) ya da görev ve işlem kapsamında (çalışanın adres değişikliğini aktarması) oluşmakta olan eylemleri otomatikleştirmede, sistemleştirme mekanizmalarına sahip olmaktadır. RPA bünyesinde barındırdığı veri ve bilgilerin eş zamanlı bir biçimde güncellenmesini sağlamaktadır (Willcocks vd., 2015).

**Rapor Toplama:** Muhasebe ve finans konularını kapsamakta olan sektörlerde genel olarak bu süreç kullanılmaktadır. RPA, sürecin bir evresinde bilgi ve verilerin toplanmasını otomatik biçime getirmektedir. Bu şekilde bant hacmini ya da beyin gücünü verileri kullanmaya hazırlamaktadır (Willcocks vd., 2015).

**Bordro İşleme:** Sürekli değişmekte olan vergi kanunları, raporlama zorunluluğu adı altında birbiriyle uyumsuz mekanizmalarla iş yapmak, bordro işlenmesi kapsamında ayın en zor çalışma zamanlarına denk gelmektedir. Ayrıca RPA'nın erişim sağladığı bu verileri/bilgileri İK, süre takibi ve çalışan yönetimi, defteri kebir ve ödenecek hesaplar gibi birden fazla mekanizma arasında bağlama ve toplama hizmeti sunmaktadır (Asatiani ve Penttinen, 2016).

**Müşteri Durum Tespiti:** Herhangi bir içerden ya da dışarıdan olan kaynak ile uyulması zorunlu olan verileri otomatik şekilde almakta, sunmakta ve geliştirmektedir. Kullanıcı

açısından daha geniş bir analiz sağlamak amacıyla kısa zamanda yüksek miktarda veri noktası kontrol edebilmektedir (Aguirre ve Rodriguez, 2017).

**Rekabetçi Fiyatlandırma ve İzleme:** Tüketici anketi yapmakta olan Retail Dive'a göre alışveriş yapan kişilerin yaklaşık %60'ı mağazalarda cep telefonuna başvurmaktaiken ürün bilgilerini ve fiyatlarını da incelemektedir. Çevrimiçi olarak karşılaştırmalı sitelere bakmaktadırlar. Alıcıların ve rakiplerin böyle bir güce sahip olması rekabet kavramı açısından önem arz etmektedir. RPA, niteliklere göre eş zamanlı şekilde uyarabilir ve gözlem yapabilmektedir. Bunun yanında yanıt verme özelliği de taşımaktadır (Asatiani ve Penttinen, 2016).

**CRM Güncellemeleri:** Bu işlemi yapmak hiçbir kuruluş açısından uygunluk taşımamaktadır. Çünkü CRM güncellendiğinde veri girişi olduğundan robotta tıkanıklık oluşturmaktadır. Fakat bu bilgiler işletmeler için stratejik bir süreçte karar alma bağlamında kritik bir önem arz etmektedir. Potansiyel alıcılar ile ilgili bilgileri bir araya getirmekte olan RPA'nın, CRM'de yararlı alanlara aktarması otomatik yapılan güncellemeleri halletmesi işlemleri basitleştirerek hızlandırmaktadır (Willcocks vd., 2015).

**Sipariş Düzenleme:** Fatura, veri girişi, adresi doğrulama, gönderim etiketini kaydetme gibi sipariş sürecine bağlı olan bu aşamaları güncelleme ya da stok azlığı olduğu taktirde yeniden sıralama bazında zaman alan fonksiyonları kolayca halletmekte olan görevleri barındırmaktadır. RPA kolayca işlemleri düzenler ve otomatikleştirmektedir (Wilcocks vd.,2015).

**Gönderi Çizelgeleme ve Takip Etme:** Portallar ve dahili sistemler arasındaki taşımacılık durumunun planlaması, güncellenmesi ve raporlanması manuel çalışmalardır. Ücret kısmı alıcıya ait olmaktadır. RPA siparişlerini almak için e-posta gibi uygulamalardan faydalanmaktadır. İleride yapılacak olan çalışmaların planlanması sistemlere kaydedilerel operatör ya da müşterilere iletmek için zaman tanımaktadır (Asatiani ve Penttinen, 2016).

**Kullanıcı Kurulumu ve Yapılandırması:** İşe yeni başlamakta olan kimselerin ağlarına, e-postalarına, bilgisayarlarına girişi sağlayabilmek için başka bir kullanıcının katılımının sağlanması ve yapılandırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. RPA, otomatik olarak bu işlemi yapmaktadır. Bu kolaylıktan dolayı işçiler, işletmelerde daha farklı mecralarda performans artışıyla çalışmaktadırlar.

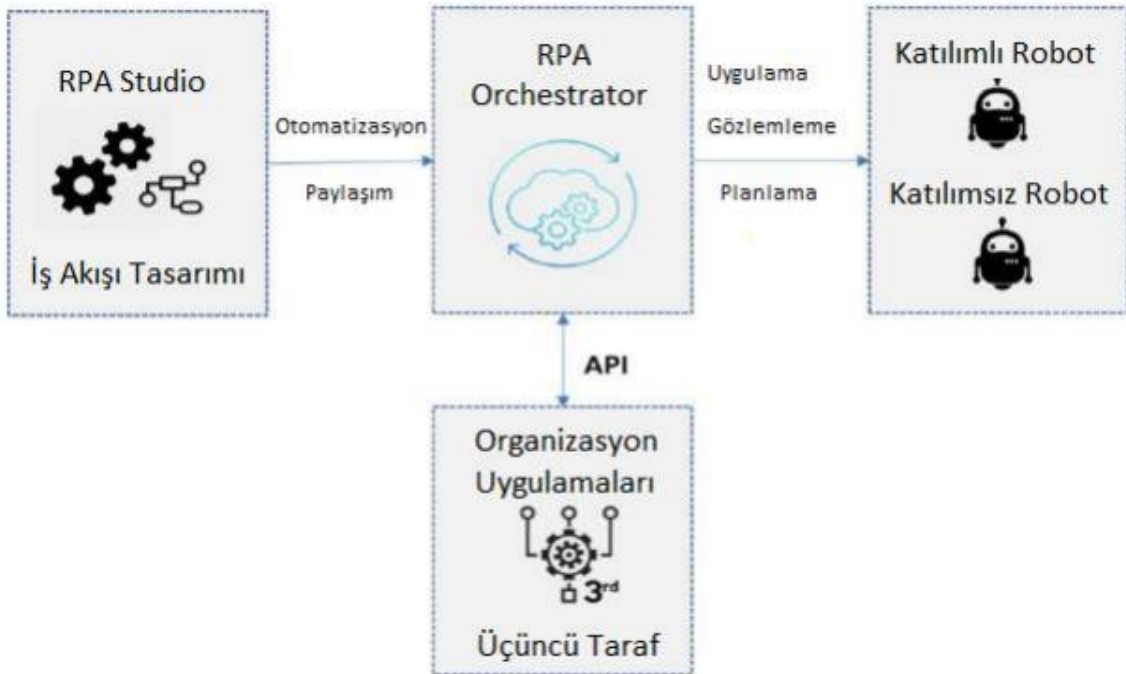
#### 4.1.6. RPA'nın Bileşenleri

Kontrol paneli, robotların denetlenmesi, planlanması, test edilmesi ve yönetiminden sorumlu olmaktadır. Bu panel, büyük oranda yönetim sunucu platformu ve çizelge kontrol şeklinde kabul edilmektedir. Robot tiplerini, sunucu kimlik bilgileri ve uygulama bilgilerini içermektedir. Bu faaliyetleri denetledikten sonra bulgular kontrol panelinde gösterilmektedir (Choi vd., 2021).

Kontrol paneli, RPA kullanan birinin önceliğine göre SaaS ya da on-premise şeklinde kullanılabilir. Kullanıcı bu paneli, on-premise bazında kullanılmaktaysa, RPA mekanizmasının bütün ayarları ve bakımı ile kullanıcı ilgilenmektedir. Bu panel SaaS şeklinde kullanıldığında ise, RPA gider miktarını arttırmaktadır (Kaba, 2022).

RPA bileşenleri diğer satıcıların ürünleri için değişen isimler kullanmaktadır. Kontrol paneli sözcüğü, Automation Anywhere, Blue Prism, UiPath ve Orchestrator tarafından "Kontrol Odası" ismiyle anılmaktadır.

İş sürecinde bulunan ve yürütücü öge olarak tanımlanan kavram, Automation Anywhere için "Bot Runner", UiPath için "Robot" ve Blue Prism için "Robot (Runtime Resource)" şeklinde isimlendirilmektedir (Kaba, 2022).



Şekil 2.4. RPA'nın Bileşenleri

#### 4.1.7. RPA'nın Avantajları

RPA tarafından sağlanan avantajlar şu şekildedir:

- RPA'nın temel hedefi insanların yapmış olduğu hataları bertaraf etmektir. İnsanlar standart çalışmalarına devam etmekten dikkat kaybının vermiş olduğu ihmaller sonucunda hatalar meydana gelmektedir. RPA sayesinde bu hatalar en düşük seviyeye indirilmiştir (Çalışkan ve Kıran, 2020).
- Yoğun tempolu koşullarda çalışmakta olan çalışanların iş yükünü azaltmaya yardımcı olmaktadır (Parsehyan, 2020).
- İnsan bilgisi gerektirmeyen işler için RPA kullanılması nedeniyle çalışan kimselerin şirket için daha önem arz eden işlere vakit ayırdığı gözlemlenmektedir. Bu durum çalışanların motivasyonlarının artması açısından olumlu tepkiler doğurmaktadır (Çalışkan ve Kıran, 2020).
- RPA için öngörülmekte olan yararlarından biri olarak, iş gücü gider miktarı açısından mali olarak tasarruf sağlaması olmaktadır.
- RPA'da tanımlanan robot işçinin yapmış olduğu işlemleri hem daha hızlı bitirmektedir hem de çalışandan daha fazla zaman harcamaktadır (Lacity vd., 2015).

#### 4.1.8. RPA'nın Çeşitleri

RPA, bilgisayar kodlu bir yazılım olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsanların yerine, devamlı olarak tekrarlamakta olan görevleri başarıyla tamamlayan programlardır. RPA denildiğinde akıllara, konuşan robotlar gelmektedir, bu yanlıştır. RPA yapay zeka ya da ses tanıma ve yanıtıma için geliştirilmiş olan bir yazılım olmamaktadır.

Üç nitelikli RPA çeşidi vardır.

- Katılımlı (Attended) Otomasyon
- Katılımsız (Unattended) Otomasyon
- Hibrit Otomasyon

##### 4.1.8.1 Katılımlı (Attended) Otomasyon

Bu otomasyon çeşidi, kullanıcı makinesinde varlığını sürdürmektedir. Genel olarak kullanıcı aracılığıyla göreve çağrılmaktadır. Katılımlı otomasyon, programlanan ve kontrolünün yapılması zor olan bölgelerde tetiklenen görevler açısından en uygun otomasyon çeşididir. Mesela, müşteri hizmetleri ya da insan kaynakları işlemlerini tamamlamak için standartlar gereği 3 ekran için 5 manuel aşamayı bitirmesine gereksinim duyduğu ihtimaline

karşın, temsilciler bunların hepsine uzun bir vakit ayırmaktansa bir otomasyon kodu ile hepsini başlatabilmektedir. RPA robotları da tıpkı bir temsilci görevindedir. İhtiyaç duyulduğu taktirde temsilciden rehberlik amacıyla yardım istemektedir. Müşterilerle iletişim halinde olan fakat buna rağmen manuel işi bitirmesi gerekmekte olan çalışanlar için görev sayılarını kolaylıkla arttırmak amacıyla bu mekanizma devreye sokulabilmektedir.

#### 4.1.8.2. Katılımsız (Unattended) Otomasyon

Bu çeşitteki robotlar daha çok buluttaki toplama işlemini çağrıştırmaktadır. Veri işleme gibi görevleri ise arka planda bitirmektedir. Back-Office (şirketin idare departmanları) işçilerinin iş yüklerini hafifletmek amacıyla katılımsız otomasyona başvurulmaktadır. Belirlenen bir bölgede veri girişi, robot tarafından başlatılan bilgi girişi, belirtilen zamanlarda yapılmakta olan işlemlerde katılımsız otomasyona başvurulmaktadır.

**Tablo 2.1.** Katılımlı ve Katılımsız Otomasyon

<b>Katılımlı (Attended) Otomasyon</b>	<b>Katılımsız (Unattended) Otomasyon</b>
Çalışan kimseler diğer ekip arkadaşları ile iş birliği içerisinde girerek front-office görevlerine destek sağlamaktadır.	Back-office için yaptığı işlemleri uyumlu ölçüde otomatikleştirmektedir.
Görevi gereği sanal asistan niteliğinde olabilmektedir. Bireysel bazlı bir çalışana görevleri için yardımcı olmaktadır.	Kendiliğinden çalışmakta olan otomasyonu aktif hale getirmektedir. Robotların süreç içerisinde bütün aşamaları bağımsız ve sorunsuz yürütmesini sağlamaktadır.
İş istasyonlarında, bulutta ya da özel sunucularda çalışabilmektedirler.	İş istasyonlarında, bulutta ya da özel sunucularda çalışabilmektedirler.
Sürece dahil olmak amacıyla herhangi bir gereksinim duyulduğu zamanda çalışanların başlatması gerekmektedir.	Programın kurulumu önceden yapıldığından dolayı akışta tetiklendiği zaman çalışmaktadır,

#### 4.1.8.3. Hibrit Otomasyon

Bu RPA çeşidinde, front-office (ön büro) bölümü de back-office bölümü de yapılmakta olan eylemlerde otomasyona başvurmak amacıyla katılımlı RPA robotunu ve katılımsız RPA robotunu birleştirmektedir. Süreç bu şekilde gerçekleşmektedir.

#### 4.1.9. RPA'nın Geleceği

RPA'nın temeline bakıldığında süreci iyileştirme mekanizması şeklinde yorumlandığı görülmektedir. Süreci iyileştirme faaliyetinin bütünüyle yerine getirilmesi 3 fonksiyon niteliğinde gerçekleşmektedir. Bu fonksiyonlar; makine öğrenmesi, yapay zekâ şeklinde ortaya atılmaktadır (Karabacak, 2019).

RPA; kurala dayalı olan, yapılandırılmış ve tek bir doğru sonuca ulaşan süreçlerin otomatikleştirilmesini sağlamak amacıyla tek ya da birçok yazılım sistemiyle görevlerin, işlemlerin fonksiyonlarını sürdürmekte olan geçmişte yapılmış olan yazılım örneği olarak karşımıza çıkmaktadır (Lacity ve Willcocks, 2017).

RPA çalışma süreçlerini bünyesindeki mekanizmalarla otomatik hale getiren yararlı bir otomasyon yazılımı şeklinde ifade edilse dahi sınırlılıklarının bulunduğu noktalar bulunmaktadır. Yalnızca kural temelli olarak inşa edilen çalışma aşamalarında kullanılabilmesi, veri anlamlandırma ve yorumlama, genellikle insani bir çabaya ihtiyaç duyması bu sınırlılıklardan bazıları olarak açıklanmaktadır. RPA tüm bunlara karşın yazılımının aynı çalışmayı insana oranla daha az bir sürede ve hızla yaptığı sonucuna ulaşılmaktadır.

2018 senesinde Deloitte'inin ortaya atıldığı RPA faaliyetlerinde yapılmış olan anket sonuçlarına göre RPA tarafından hizmet kalitesinin yükseltildiği belirlenmiştir. Aynı şekilde verimlilik açısından olumlu tepkiler almaktadır. Gider miktarları ise düşürülmüştür. Ankete katılım sağlayan işletmelerin yüzde 78'lik oranı üç yıl kapsamında RPA için yatırım yapmak istediklerini açıklamışlardır (Deloitte, 2018).

RPA'nın sağlamış olduğu faydalar faaliyetleri fazlasıyla çalışma süreci bakımından otomatikleştirmeye teşvik etmektedir. Bu teşviklerden dolayı RPA'nın daha sistematik bir duruma getirilmek için çalışmalar başlamaktadır.

Bugünlerde RPA'nın daha sistemli, daha akıllı ve esnek bir durumda çalışmalar sürdürülmektedir. Bu aşamalarda ise makine öğrenimi ve AI gibi teknolojilerden yararlanılmaktadır. Resmi bakımından ilk olarak Darmouth Yapay Zekâ Konferansı'nda kullanılmış olan AI kavramı "*insanın eylemlerinin zihinsel olanlarını ayrıca davranışlarını canlı olan bir madde desteği olmaksızın sunabilen makineleri tasarlama, ilerletme ve sürdürme teknolojisi*" olarak ifade edilmektedir. AI ile zihinle oluşturulabilecek bütün işlemleri sunabilen programlar tasarlama amacı gütmektedir. Karar alma-verme bağlamındaki işlemler için zekaya başvurulması gerekirken, görme duyusunu algılamak gibi işlemler için çeşitli programlar kullanılmaktadır. Buna rağmen yapılan bütün işlemler, hayvan ve insan amaçlarına erişim sağlamasına yardım eden algı, tahmin, motor kontrolü ve planlama gibi yetenekleri bünyesinde barındırmaktadır (Ünal ve Kılınç, 2020).

Makine öğrenimi konusu ise, AI kapsamında değerlendirilen bir sistem olarak bilinmektedir. "Bilgisayar mekanizmasının, bir olay karşısında bilgilere erişim sağlayarak

konuyu tecrübeleriyle ele alarak gelecekte olan olayları öngörmesi bu doğrultuda çözümler sunması” olarak açıklanmaktadır.

Kısaca bahsetmek gerekirse makine öğrenimi kavramı “*oluşan bir sorunu aynı sorunun bünyesinde bulunan veriye bakarak modelleyen bilgisayar algoritmalarına verilen isimdir*” şeklinde ifade edilmektedir. Hali hazırda kullanılan prosedür ve veri seti sayesinde oluşturulan model, maksimum performansını oluşturmak amacıyla uygulanmaktadır. Bundan ötürü pek çok makine öğrenmesi metodu geliştirilmektedir. Metotlardan bazıları şunlardır: k-en yakın komşu algoritması, karar ağaçları, yapay sinir ağları, k-ortalamalar algoritması, destek vektör makineleri ve lojistik regresyon analizleridir (Atalay ve Çelik, 2017).

RPA robotlarının geliştirilmesi bağlamında AI uygulamaları tipik bir robotik süreçte anlaşılabilen verilerin hakkında yorum yapılması amacıyla kullanılmaktadır. Makine öğrenimi uygulamaları ise insani müdahaleye başvurulacak durumları en düşük seviyeye getirmek ve fazlasıyla karmaşık olan verileri algılayan botlar için kullanılmaktadır. Böylelikle RPA doğru kararlar verebilen, doğrusal olmayan, karmaşık ve devamlı tekrarlanma özelliğine sahip işlemleri tamamlamayı başarmakta olan akıllı yazılım sistemlerine dönüşmektedir.

Özellikle son zamanlarda gelişmekte olan bu yazılım IRPA/IPA şeklinde açıklanmaktadır. RPA niteliklerini AI ve ML desteğine başvurularak geliştirilmekte olan IPA, dinamik adaptasyon perspektifiyle oluşturulmuş bilişsel otomasyon teknolojisidir. IRPA şeklinde de isimlendirilmekte olan IPA, karmaşık biçimde, sürekli tekrar eden işlemleri doğru kararlar vererek bitirmektedir.

IRPA'nın RPA'dan farklı olan en temel niteliği yapılandırılması henüz gerçekleşmeyen verileri tanımlaması olarak bilinmektedir. Yapılandırılmamış içerik için tasarlanamayan bu sistemler, belge, metin, görüntü bazında modern kaynaklar aracılığıyla ulaşılmış oldukları verileri OCR niteliğinde araçlardan faydalanarak oluşturulmaktadır. IRPA robotları tanımlamış oldukları veri isteklerini otomatik şekilde bir araya getirerek yorumlamakta ardından belirtilen işlemleri yapmaktadır. Fakat IRPA robotlarının da RPA robotlarına benzer olarak ilk etapta insan yazılımcı tarafından programlanmaktadır (Tuttle, 2019).

IRPA'nın sergilemiş olduğu kolaylıklar bütün organizasyon çeşitlerine göre değişiklik barındırmaktadır. Sağlık sektöründe kullanılmakta olan bir organizasyon oluşturmak amacıyla IRPA'nın faaliyete geçmesi hasta bakımı uygulamasını üç sistemden tek sistem ile kontrol etmek anlamı taşımaktadır. Başka bir organizasyonda faaliyet göstermekte olan müşteri temsilcisi için, alıcılar doğrultusunda ulaşılmakta olan taleplerin rutin şekilde sınıflandırılması

olarak açıklanmaktadır. Fakat RPA kullanmakta olan herhangi bir işletme için iş süreçlerine zekâ ekleyerek ciddi boyutlarda operasyonel faydayı sağlamaktadır (McDermott, 2020).

Tanınan pek çok fırsata karşın IRPA henüz gelişimine yeni başlamakta olan bir teknoloji olarak bilinmektedir. IRPA'nın kaynağı RPA teknolojisine dayanmaktadır.

RPA'nın Kullanım Alanları:

- Muhasebe
- Finansal Hizmetler
- İnsan Kaynakları
- Müşteri Hizmetleri
- Tedarik Zinciri Yönetimi
- Otomotiv Sektörü

## **4.2. Otomotiv Sektörü**

### **4.2.1. Otomotiv Sektörünün Tanımı ve Kapsamı**

İstihdam oluşturma hacmi, üretim faaliyetleri ve küresel ticaret açısından bakıldığında dünyada önem arz eden finansal organizasyon kollarından biri de otomotiv sektörü olmaktadır. Bütün endüstrileşmiş ülkelerde, üstünmiş olduğu yüksek oranlı katma değer ve ekonominin başka alanları ile sağlanmakta olan yakın ilişkilerinden ötürü otomotiv sektörü lokomotif sektörler (inşaat, turizm ve tekstil) arasına girmektedir. Başta alıcısı olduğu petro-kimya, demir-çelik ve lastik sanayinin ilerleme kaydetmesine yardımcı olmakta, öte taraftan turizm, inşaat, altyapı, ulaştırma ve tarım gibi sektörlerin gereksinim duyduğu türlerdeki motorlu araçları temin etmektedir. Bunların yanında teknolojik gelişmelere yol göstermesi bakımından imalat endüstrisi ve başka sektörlerin gelişimi için yararlı fonksiyonlara ulaşmaktadır.

Otomotiv sözcüğünü anlamı bakımından açıklamak gerekirse en basit şekliyle Türk Dil Kurumu tarafından yayımlanmış olan Genel Türkçe Sözlük kısmında “motorlu taşıt yapımında faaliyet göstermekte olan endüstri kolu” şeklinde açıklanmaktadır. Türk Dil Kurumu motorlu taşıt sözcüğünü “*yük ve insan taşıyan, iki ya da daha fazla dingilli, motor gücü sayesinde harekete etmekte olan araçları tanımlamak için kullanılan genel isim*” şeklinde tanımlanmaktadır. Motorlu karayolu araçları, patlamalı ya da yanmalı motor ile teşvik edilmekte olan, yolcu ya da yük taşımak ayrıca karayolu sirkülasyonunda seyir halinde gitmek amacıyla oluşturulmuş olan teknik mevzuat kapsamında üretimi yapılmış olan dört ya da daha fazlası bulunmakta olan lastik tekerlekli taşıtlar şeklinde ifade edilmektedir. Bu taşıtların imalatını yapmakta olan endüstri ana sanayi şeklinde isimlendirilmektedir. Hem taşıtların

üretiminde aktif rol alan şirketlere hem parktaki taşıtların parça temini talebi doğrultusunda otomotiv ana sanayi bağlamında belirlenmekte olan belgelere uyumlu mekanizma ve modül imalatını yapmakta olan sanayi kolu olduğu bilinmektedir.

“Otomotiv Sanayi” söylemi bahsedilmekte olan iki alt endüstrinin bütününe kapsamaktadır. Otomotiv sektörü temel endüstri bağlamında ağır ticari taşıt ve otomobil olmak üzere üç kategoriye ayrılmaktadır. Sektörde imalatı yapılmakta olan taşıtların büyük ölçeğini otomobiller kapsamaktadır. Alt kategoriler tarafından oluşturulmuş olan otomobili baştan sona hafif ticari taşıtlar (kamyonet, minibüs) sonrasında ağır ticari taşıtlar izlemektedir.

Bunun yanında bütün dünyayı kapsamakta olan uluslararası ticarete de değinmekte olan ürünler için resmi ismi “*Armonize Mal Tanımı ve Kodlama Sistemi*” şeklinde açıklaman global bir ticari mekanizma olarak faaliyet göstermektedir. Bu sistemde bütün eşya kategorileri kendilerinin belirlemiş olduğu G.T.İ.P. Gümrük Tarife İstatistik Pozisyon kodlamaları bağlamında gösterilmektedir. Bununla beraber Armonize Siteme bakıldığında bu kodları kullanarak tasarlanmış olan yan sanayi ve ana sanayi tanımları aşağıdaki Tablo 2.2’de belirtilmiştir.

**Tablo 2.2.** G.T.İ.P. Kodlarına Göre Otomotiv Ana Sanayi Kapsamı

<b>8701:</b> Traktör çeşitleri
<b>8702:</b> Midibüs, minibüs, otomobil
<b>8703:</b> Binek otomobiller ve insan taşımak üzere üretimi yapılmış olan diğer motorlu taşıtlar
<b>8704:</b> Eşya taşımaya yönelik olan motorlu taşıtlar
<b>8705:</b> Özel amaçlı motorlu taşıtlar (örneğin vinçli taşıtlar, itfaiye taşıtları, kurtarıcılar)

Kaynak: <https://uygulama.gtb.gov.tr/Tara/>

Otomotiv sektörü olarak bilinen geniş kapsamlı alan havacılık endüstrisinin ardından önem arz eden mühendislik sektörlerini içermekte olan karmaşık ayrıca pek çok disiplini bünyesinde barındırmakta olan bir teknolojiye ihtiyaç duymaktadır. Motorlu bir araç özelliği bakımından; yapısı, üretim yeri, teknolojisi ile diğerlerinden ayrılan yaklaşık olarak 5.000 parçanın özgün olarak belirlenmekte olan yöntemlerle bir araya toplanmasından oluşturulmaktadır. Bahsi geçmekte olan parçaların fazlasıyla büyük bir bölümüne bakacak olursak yan sanayi aracılığıyla üretilmekte ve ana sanayi aracılığıyla da montaj ile yapıştirilmektedir. Bununla beraber kuvvetli bir ana sanayinin oluşturulması, yine kuvvetli bir yan sanayinin var olmasını zorunlu kılmaktadır. Öte yandan global pazarda canlanmakta olan geniş rekabet yelpazesi şartlarıyla beraber değişim göstermekte olan alıcı talepleri yalnızca

gelişen teknoloji aracılığıyla oluşturulmaktadır. Bu durumda da otomotiv sanayisi sıklıkla teknolojik ilerlemeler ve Ar-Ge kullanımının gerekli olduğu sektör olarak kalmasını sağlamaktadır. Bu yaşanmakta olan olaylar otomotiv ana sanayinin global rekabet şartlarının oluşumu etrafında devamlı olarak değişim göstermekte olan üretim teknikleri ve dijitalleşmelere adaptasyon sağlayarak varlığını idame ettirebilmesi için yan sanayiyle birlikte güçlü bir iş birliği yapmasının zorunlu kılınmasına neden olmaktadır.

#### 4.2.2. Otomotiv Sektörünün Tarihsel Gelişimi

16. yüzyıla gelindiğinde Sanayi Devriminin oluşması kapsamında otomotiv sektörü alanında da ilk adımlar kendini göstermektedir. Endüstri Devrimi'nin sonucu olarak ortaya çıkmakta olan buharlı makineler teknolojik araçlarla beraber kullanılmıştır. Bu olay sonucunda da motorlu taşıtlar meydana gelmektedir (Batman, 2014).

Otomotiv sektörü 18. yüzyılın son dönemlerinde Avrupa'da meydana gelen sektörlerin ilerlemesindeki asıl faktör olan ülke ABD'dir (Ayaz, 2010). Diğer bir söyleyişle otomotiv endüstrisi, Fransa ve Almanya öncülüğünde Avrupa'da meydana gelerek ABD konumunda gelişerek ilerleme kaydetmektedir. Şekil 2.5'te görülen tarihte ilk defa motorla üretilen otomobili, 1862'de Etienne Lenoir icat etmiştir. Bu çağda atla sürülen arabalar ve posta arabalarının bertaraf edilmesi öngörülmektedir. Bu icat, geçmişe bakıldığında buhar gücü vasıtasıyla çalışmakta olan otomobillerin varlığı sebebiyle ilk niteliğinde olmasa da bir silindirin içerisinde benzinin yanması suretiyle iş yapmakta olan içten yanmalı küçük motorun buluşunun yapılması tarihte ilk olma niteliğindedir. Bu buluş yapıldıktan birkaç sene sonra benzin vasıtasıyla çalışmakta olan motorlar ve sonrasında motorlu taşıtların imalatı yapılmaktadır (Ulukut, 2007).



Şekil 2.5. İcat Edilen İlk Motorlu Taşıtlar

Gottlieb Daimler ve Karl Benz, günümüzde kullanımı devam etmekte olan içten yanmalı motoru bünyesinde barındırmakta olan otomobilleri ilk kez 1886 senesinde üretmişlerdir. Otomotiv sanayisinde kaydedilmekte olan ilk gelişmeler 1900'li yılların ilk yarısında Henry Ford tarafından "T" modelini seri olarak üretmeye başlamaktadırlar. Bu tarihin ardından ABD'de sürat kazanan bu sektör, İkinci Dünya savaşından itibaren ilk defa Avrupa'da sonrasında ise Uzak Doğu'da önem arz eden bir bölge durumundadır. Nitelikli olarak tarihler 1990'lı yılları gösterdiğinde ürün çeşitliliğinin artması, kalitesi, modellerinin ve markasının ilerleme kaydetmesi gibi faktörler karşımıza çıkmaktadır. Rekabet koşulları da hem bahsedilen hem de hava kirliliği ya da enerji tasarrufunu barındırmakta olan global sorunlar sebebiyle rekabet şartları kızışmış ve üretim sahalarının gelişim düzeyleri yüksek olarak tanımlanan ülkelerden tarafa kaydığı gözlemlenmektedir. Bu süreç 2000'li yıllarda da devam etmektedir. 2008'de ekonomik krizin de gerçekleşmesiyle beraber hız kazanarak dünya çapında otomotiv sektörü üretim oranları değişim göstermektedir.

Kanada, ABD, Japonya gibi ülkelerin üretimdeki pay oranları düşmüştür. Almanya'da ise herhangi bir değişime rastlanılmamaktadır. Hindistan ve Çin'in üretim oranları ise artış göstermektedir (Yılmaz vd., 2017).

Avrupa'da ortaya çıkmasına rağmen otomotiv sektörünün gelişim sürecine II. Dünya Savaşı sonrasında rastlanmaktadır. II. Dünya Savaşı sonrasında bakıldığında otomotiv endüstrisi, ekonomiyi tekrardan canlandırmak amacıyla Avrupa ülkeleri vasıtasıyla önem teşkil eden bir ihracat aracı niteliğinde sayılmaktadır. İngiltere, dönem içerisine bakıldığında otomotiv endüstrisindeki çıktının bir kısmını ihracata ayırarak savaşın bitişinden sonraki yıllarda yurt içi ticareti kontrollü hale getirmektedir. Bunun yanında ABD'nin bu alanda kurmuş olduğu egemenliğe karşı çıkmak amacıyla İngiliz otomotiv endüstrisi, hükümetin desteklemiş olduğu işletme birleşmelerine tanık olduğu bilinmektedir. Bir İngiliz firması olan Leyland'ın, ekonomik zorluklarla karşılaşmış olması sonucunda hükümet devreye girerek şirket için satın alma işlemlerini başlattığı açıklanmaktadır. Almanya'da ise II. Dünya Savaşı sonrası ekonominin çöküşüne geçmesi, başta Volkswagen gelmek üzere Opel ve BMW gibi markalar yardımıyla tekrardan yükseldiği tarihlere geçmiştir. Fiat 1899 senesinde İtalya'da kurulmuştur. Kurulduğu andan itibaren otomotiv endüstrisinin temelini atmaktadır. Renault, Citroen, Simca, Peugeot gibi markalar da Fransa'da otomotiv sanayisine yön vermektedir (Bakan ve Selci, 2019).

1960'lı tarihlerde Japonya'nın üretim alanındaki dikkat çeken başarısı, ihracat seviyesini arttırmaya yetmektedir. İkinci petrol şoku 1979 yılında oluşarak ekonomide bir

durgunluğa sebep olduğu ifade edilmektedir. Otomotiv endüstrisindeki negatif yansımanın da birkaç yıl boyunca sürmesine neden olduğu bilinmektedir. Motorlu taşıt imalatı durgunluk öncesinde 1979 senesinde 41,6 milyon, durgunluk sonrasında ise 1982 senesinde 36,1 milyon olduğu ifade edilmektedir. Açıkça belirtmek gerekirse 3 yılı dolduran bir süreç içinde motorlu taşıt imalatının globalde yüzde 10 oranını aşan bir düşüş sergilediği gözlemlenmektedir.

**Tablo 2.3.** 1900-2001 Yılları Arasında Dünyada Motorlu Araç Üretimi (Bin Adet)

	Almanya	Fransa	İtalya	İngiltere	ABD	Japonya	Diğer	Toplam
1900	2	3	0	0	4	0	0	9
1905	16	22	0	0	25	0	0	63
1910	13	38	0	14	187	0	3	255
1915	0	0	15	0	970	0	30	1.015
1920	0	40	21	0	2.227	0	94	2.383
1930	71	230	46	237	3.363	1	186	4.133
1940	72	0	0	134	4.513	51	172	4.492
1950	306	358	128	784	8.006	82	914	10.577
1960	2.055	1.370	645	1.811	7.905	814	1.889	16.488
1970	3.842	2.750	1.854	2.099	8.284	5.289	5.301	29.419
1980	3.879	3.378	1.612	1.313	8.010	11.043	9.330	38.565
1990	4.977	3.769	2.121	1.566	9.783	13.487	12.852	48.554
1991	5.035	3.611	1.878	1.454	8.811	13.245	12.895	46.928
1992	5.194	3.768	1.687	1.540	9.072	12.499	13.699	48.088
1993	4.032	3.156	1.277	1.569	10.898	11.228	14.626	46.785
1994	4.356	3.558	1.535	1.695	12.263	10.554	15.540	49.500
1995	4.667	3.475	1.667	1.765	11.986	10.196	16.227	49.983
1996	4.843	3.589	1.545	1.924	11.799	10.346	17.286	51.332
1997	5.023	2.577	1.815	1.940	12.131	10.975	20.544	55.005
1998	5.727	2.954	1.693	1.981	12.003	10.050	19.191	53.599
1999	5.688	3.180	1.701	1.976	13.019	9.985	20.986	56.535
2000	5.198	3.351	1.738	1.867	12.810	10.145	22.479	57.539
2001	5.692	3.629	1.580	1.685	11.425	9.777	22.602	56.390

**Kaynak:** (Aksu, 2011)

Tablo incelendiğinde Almanya, ABD ve Fransa'nın 1900'lü yılların ilk yarısında otomotiv piyasası için önem teşkil ettiği gözlemlenmekteyken, 2000'li yıllara gelindiğinde ABD ve Japonya'nın üstünlük kurduğu rahatlıkla ifade edilmektedir. 1900 yılları sonrasında İngiltere, Almanya, İtalya ve Fransa'nın taşıt imalat miktarlarının stabil olarak yol katettiği bilinmektedir. Diğer taraftan 2000'lerin ilk yarısında motorlu araç imalatındaki küçük azalmaların bazı ülkelere tesir ettiği anlaşılmaktadır. 2000'li yıllardan başlayarak motorlu taşıt imalatında Avrupa ülkelerinin ardından gelen ülke ABD olmaktadır. 2003 yılından sonra ise motorlu taşıt imalatında Asya ülkelerine liderliğin devredildiği açıklanmaktadır. Motorlu taşıt

imalatı toplamına bakıldığında 2001 senesinde yüzde 3.6 gerilemeye rastlanırken bundan sonraki senelerde artışa rastlanmaktadır. 2005 yılı itibariyle imalat 66.5 milyona ulaşmaktadır. Bu üretim artışının sebebi Asya ülkeleri olarak açıklanmaktadır (Görener ve Görener, 2008).

#### 4.2.3. Otomotiv Sektörünün Yapısı

Otomotiv sektörü, ana sanayi segmenti, yan sanayi segmenti, pazarlama ve satış ağı, bakım ve onarım ağı sayesinde pek çok kişiye de istihdam sağlamaktadır. Otomotiv sektörü ele alındığında istihdamın yüksek olduğu alan otomobil bakım, onarım ve tamir alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Araç onarım ve bakımı önem teşkil eden bir sektördür. Yollarda bulunan araç sayısı 20 milyona ulaşmaktadır. Bakımın operasyonel stratejisi, amaçların uygulanması doğrultusunda ilerlemektedir. Bu bakım sistemi, ekipman arıza süresinin yoğunluğu ve gider miktarını düşürmesi doğrultusunda kalite gelişimi ve üretkenlik endeksini iyileştirmesini sağlamaktadır. Çalışmakta olan ekibin kabiliyet sahibi olma ve başka fırsatlar bakımından doğru olan seçimi başarı için nitelikli bir adım şeklinde yorumlanmaktadır. Yapılmakta olan bakımın kalitesizliği sonucunda arızaların çoğalmasına neden olduğundan cezalara yol açmaktadır. Sektörde çalışan kimselerin karşılaşılabileceği negatif durumlar şu şekildedir:

- **Bakım ekibindeki çalışanlar arasında yaşanan anlaşmazlıklar:** Bakım alanında çalışanlar ile ilgili daimi olarak başlamakta olan anlaşmazlık gerginliğe dönüşmektedir. Bunun devamında kavga çıkabilmektedir. Çalışma ilişkisinin zayıflığını sergilemekte olan bu olayların meydana gelmemesi için işçilerin ilgili kurslara yönlendirilmesi gerekmektedir.
- **Uygunsuz servis:** Müşteri tarafından oluşturulmakta olan baskıları da içine almak üzere şartlara bağlı hataları ya da ihtimalleri anlatmak istemektir.
- **Onaylanmayan yedek parça kullanımı:** Yetki verme, özellikle yedek parça kullanımı için üst merciden onay beklemesinden ötürü bakım hizmeti faaliyetlerini kullanmak amacıyla izinsiz davranmak. Bu bakım çeşidi mekanik zayıflıklar ayrıca gelişme aşamasındaki bakım değerlendirme mekanizması için uygulanmaktadır.
- **Yedek parça hasarları:** Maliyeti yüksek parçalardan bazı bileşenleri, vakum pompaları ve üfleyciler doğru zamanda çalışmayabilmektedir. Kritik parçalar için bu çeşitteki sunulmakta olan model dikkat gerektirmektedir. Bu çeşitte önem teşkil eden unsur, satın alımı gerçekleştiren üretici konumdaki şirketin, satıcı

firmanın garanti sürecinden faydalanma imkanına erişmesi ancak bunu kullanamamasıdır.

- **Yedek parça bulunabilirliği:** Eski bir parçanın yenisiyle değiştirilmesi şeklinde açıklanmaktadır. Sıklıkla yedekte bulunan eski parçaların bozulması sonucunda parçaların bulunabilirlik sıklıkları fazla bulunan bakımın değerlendirilmesi açısından iyi bir tamirat kriteri olmaktadır.

#### **4.2.4. Otomotiv Sektöründe Enerji Verimliliği**

##### **Otomotiv Sektöründe Enerji Yönetiminin Önemi**

Bütün alanlarda olduğu gibi enerji yönetimi otomotiv endüstrisi için de ayrı bir öneme sahip olmaktadır. Bu sektörün içerisinde bulundurduğu işlemler sebebiyle sıklıkla enerji gereksinimi taşıdığı belirtilmektedir. Enerji gider miktarlarının yükselmesi ayrıca her geçen gün enerji tüketimi seviyesinin yüksek olması yönetim tesislerini ve birimlerini verimli olarak kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bunun sebebi, son zamanlarda ortaya çıkmakta olan enerji gider miktarı ve çevresel faktörlerdeki yükselişin getirisi olan genel araç imalatında yaşanmakta olan artıştır. Otomotiv imalatı, karmaşık aynı zamanda yoğun enerji sarf ettirmeyi gerektirmekte olan bir süreç olduğu için, önemli ölçekte ham madde ve su tüketimi yapmaktadır.

##### **Otomotiv Tesislerinde Yapılabilecek Olan Enerji Verimliliği Çalışmaları**

Sanayileşen ülkelerin bütününe kapsayan alanda ekonominin nitelikli lokomotifleri arasında otomotiv sektörü de bulunmaktadır. Motorlu karayolları araçlarının imalatının yapıldığı ana sanayi ve bunun belirlemekte olduğu teknik belgelere uygun olan orijinal ya da eşit olan sistemlerin imalatını sürdürmekte olan yan sanayinin bütününe ele alan bir sanayi kolu şeklinde açıklanmaktadır (Kılınç, 2019).

Ülkemizdeki otomotiv endüstrisi 1960'lı yıllardan itibaren önemli ilerlemeler sürdürerek 1990'larda ihracat kapsamında rekabetçi bir özellik kazandığı gözlemlenmektedir. Dünyada ön sırada bulunmakta olan otomotiv markaları, Türk işbirlikçiler ile kurulmuş oldukları tesisler sayesinde Türkiye'nin yabancı ihracat işletmesine dönüşmesinde katkıda buldukları bilinmektedir. Otomotiv sanayi hemen hemen her ülke için önem teşkil etmektedir. Ancak otomotiv sanayinin pek çok alt dalı bulunduğundan otomotiv montaj fabrikalarını gözlemleyerek enerji verimliliği konusunda net bir kanıya varmak oldukça güçtür.

Motorlu taşıt sanayisinde enerji verimliliği sürecindeki araştırma alanları en çok iki konu üzerinde durmaktadır (Pardo Martinez, 2011):

- Otomobil kullanımı sırasında yakıt verimliliği ve karbondioksit emisyonlarının düşüşe geçmesi
- Ulaşımında alternatif yakıt kaynakları

Bu sebeplerden ötürü, motorlu taşıt üretim endüstrisi bağlamında enerji tüketimi ve enerji verimliliği ile alakalı araştırmalar sınırlı olmaktadır.

Enerji verimliliği sistemi üretim sahasında enerji tüketim oranını düşürme açısından önem arz etmektedir (Fysikopoulos vd., 2012)

Otomotiv üretiminde enerji tüketimi, imalatı yapılan araba ya da parçaların boyutu benzerinde farklı fonksiyonlara bağlı olarak değişim göstermektedir. Üretim alanında talep edilen enerjinin otomobil başına 1,39 ile 3,42 MWh arasında ortalama olarak 2,5 MWh olduğu varsayılmaktadır. Üretim mekanizmalarının doğrusal zamanlı kontrolü, sistemsel verimliliği ve yanıt verilebilirliği artırma kapsamında kritik bir hal almaktadır.

Mouzan (2007) tarafından enerji verimliliği artırılması kapsamında bireysel aşamalara odaklanmakta olan çok amaçlı olan matematiksel programlama modeli önermekte olan bir araştırma yapmıştır. Çalışma esnasında yük altında bulunmamakta olan makineler boştaiken fazla miktarda enerji tüketilmiş olduğu; makinelerin yük altında olmadığı takdirde büyük oranda düşüreceği kanısına varılmaktadır. Üretim esnasında makinelerin çalıştırılmaya başlanması bu sebeple de enerji miktarının fazla olması gerekmektedir. Toyota markası incelendiğinde enerjinin yüzde 85'i makineler rölantide olduğunda tüketilmiş olduğu ayrıca enerjinin sadece yüzde 15'inin işleme görevleri amacıyla kullanıldığı da bilinmektedir.

### **Üretim Süreçlerinde Enerji Verimliliği**

Taşıt üretim süreçlerine bakıldığında otomotiv fabrikalarında fazlasıyla karmaşık yapıda olması bağlamında dört ana bölüm etrafında gelişmektedir (Kılınç, 2019).

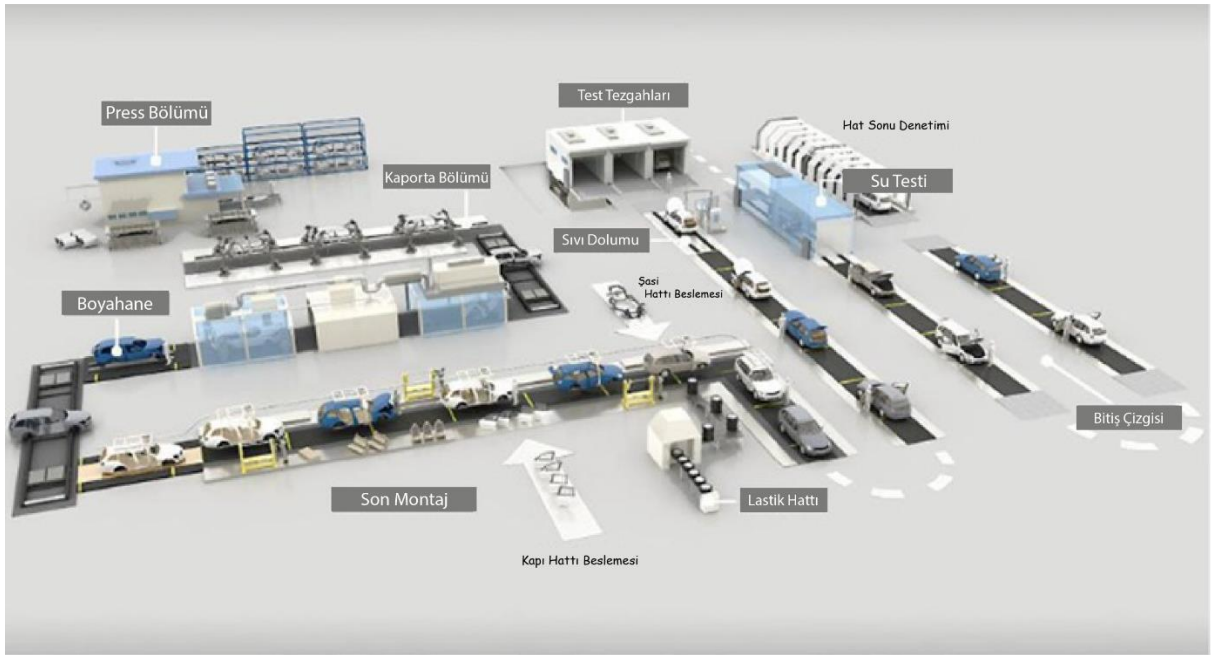
- Pres Bölümü
- Kaynak (Gövde) Bölümü
- Boyahane Bölümü
- Montaj Bölümü

Montaj işlemlerinden sonra test işlemleri uygulanmakta olan taşıt parçaları stok alanına gönderilmektedir (Rexnord, 2022).

Bütün tesis altyapısını kapsamakta olan mekanizmalar için elektrik tüketimi kategorilere ayrılmaktadır. Bu kategoriler şunlardır (Galitsky ve Worrell, 2008):

- Boyama (yüzde 27-50)
- Isıtma, iklimlendirme ve havalandırma (yüzde 11-20)
- Aydınlatma (yüzde 14-15)
- Basınçlı hava (yüzde 9-14)
- Kaynak (yüzde 9-11)
- Malzeme taşıma ve aletler (yüzde 7-8)

Yapılmış olan bu analiz, otomotiv orijinal takım imalatı yapanların arasında genel olarak değişik olan bir araç üretimi ile yakın ilişkili olsa da bazı ortak özellikleri açıklanmaktadır.



**Şekil 2.6.** Araç Üretim Süreci Genel Şema

**Kaynak:** (Tenorda, 2022)

### **Pres Bölümü**

Araç üretiminin başlangıcı bu bölümden oluşmaktadır. Bu kısımda araç gövdesini BIW oluşturmak amacıyla gerek duyulmakta olan parçalar işlenmektedir. Bahsedilen kısımda üretilmekte olan taşıt modeli için belirli kalıplar kullanılmaktadır. Bu kalıplar ve çelik saçlar kullanılmaktadır. Üretim aşamasında bahsi geçmekte olan kalıpların yukarı ve aşağı yönlü hareketini sağlamak için güçlü mekanizma motor ile preslerin arasında parçaların transferini yapmakta olan robotlar bulunmaktadır. Diğer yandan değişen modellerin taşıt parçalarının

imalatı için presler içerisinde bulunmakta olan kalıplar kuvvetli olan taşıyıcı vinçlerin desteğini alarak belirlenen sürelerde değiştirilmektedir. Üretim yapılan bu alanda fazlasıyla büyük hacimli hidrolik preslerin yaygın olarak kullanılmakta olduğu bilinmektedir.



**Şekil 2.7.** Pres İşlemi Tamamlanmış Kaporta Parçaları

**Kaynak:** (Clean Technica, 2019)

### **Gövde Bölümü**

Bu kısımda pres aşamasında şekillendirilmiş olan parçalar birleştirilerek bütün haline çevrilme amacıyla taşıtın iç cephesinin hazırlandığı bilinmektedir. Bu bölümün birinci evresinde, parçalar kendi buldukları istasyonlarında tek parça haline getirilerek aracın iskeletinin oluşturulması için birleştirilir. Araçların şase kuvvetinin artırılması için sonraki istasyonlarda bakarak taşıtın eksik olan parçaları tanımlanmaktadır. Bunun yanında parçaların bir araya getirilmesi esnasında su ve ses yalıtımını sağlamak amacıyla parçalar arasında farklı çeşitlerde yalıtım malzemeleri de eklenmektedir. Yalıtım ve kaynak süreçleri tamamlanan araçların kalite kontrol yapılır ve boyahaneye gönderilme işlemi yapılmaktadır (Kılınç, 2019).

Gövde bölümünde, taşıtların hazırlanma aşamasında parçaları ve diğer aşamalara geçmekte olan robotlar kullanılmaktadır. Taşıt iskeletinin yapılması prosesinden önce parçaları birleştirmeye destek veren çok sayıda aktif makine ve ekipman bulunduğu bilinmektedir. Taşıtların ayrı parçaları ve diğer proseslere ve hatlara transferiyse elektrik motorları tarafından getirilmekte olan taşıyıcılar ve asansörler sayesinde sağlanmaktadır. Bunun üzerine robotların parça çenelerinin soğutulması amacıyla yüksek kuvvet kapasitesine sahip pompalar da görev almaktadır (Rexnord, 2022).

Kaynak işlemi bant hızının az olmuş olduğu traktör, kamyon veya otobüs çeşitli bakımından üretim alanlarında genel olarak insan gücü bağlamında yapılmaktadır. Bantların hızlı işlediği otomobil ya da motosiklet taşıtlarının imalatının yapılmakta olduğu fabrikalarda otomasyon bağımlılığı oranları genel olarak artış göstermektedir.



**Şekil 2.8.** Punta Kaynak Robotları

**Kaynak:** KG Robotics, 2022

### **Yüksek Verimli Kaynak**

İlerleme kaydetmiş olan bir güç fonksiyonu ve artış gösteren bir elektrik verimliliğini güç kaynakları oluşturmaktadır. Yüksek verimli kaynak bağlamında sistem rölantine geçtiği zaman trafoya giden güç durdurulmaktadır ve soğutma fanları yalnızca gereksinim olduğu zaman çalışarak devamlı tekrarlanmakta olan elektrik tüketiminin bertaraf edilmesinin sağlandığı anlaşılmaktadır.

### **Boyahane Bölümü**

Bu bölüm BIW araçlar boyahaneye geldiklerinde ilk olarak yüzeylere etkili biçimde tutunmasına yardımcı olmak amacıyla ön temizlik müdahalesi yapılmaktadır. Yüzeyleri temizlenmekte olan araçlar için ED hattı kısmına taşıt üzerine negatif elektrik verilmektedir. Boyanın homojen bir şekilde yayılmasını sağladığı için korozyona karşı bir direnç oluşturmaktadır. Taşıtlar, boya kuruması için fırınlarda beklemeye alınmaktadır. Taşıt boyalarının ultraviyole güneş ışınlarına dayanımlarını yükseltmek amacıyla bir sonraki aşama için ilk kat boyaları sürülmektedir. Fırınlara gönderilmekte olan araçlar, son kat boya sürülme

işlemi sonrasında da fırınlara gönderilir ve kurutma ile boyama sürecinin bitişi gerçekleşmektedir. (Kılınç, 2019).

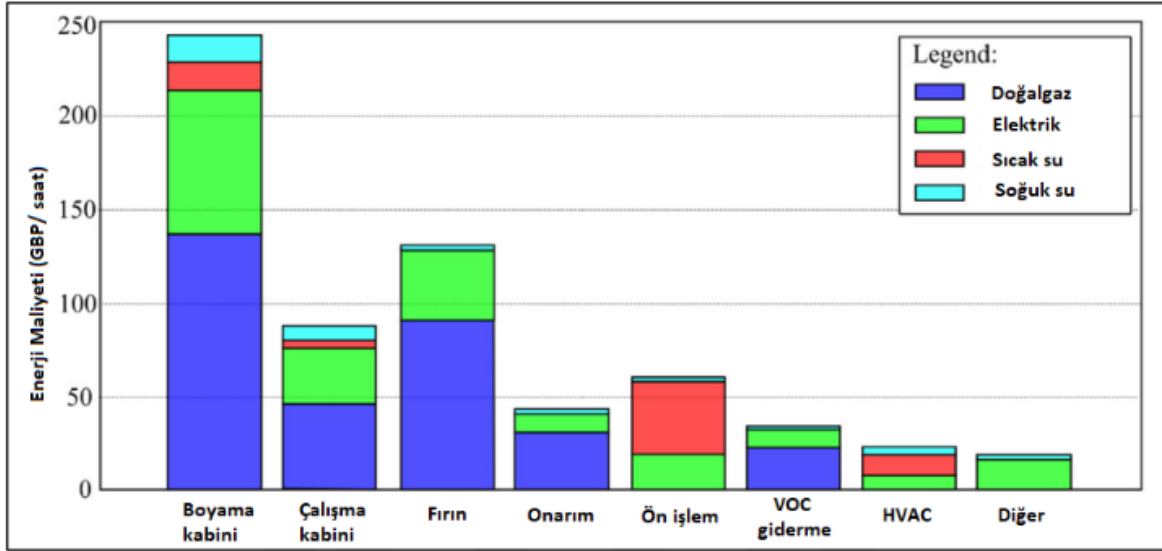


**Şekil 2.9.** Boya Robotları

**Kaynak:** (MBusi, 2022)

Kürleme ve boyama aşamaları, farklı görev adımlarını, bileşenleri (fırınlara, boy kabinleri, yıkayıcılar) ciddi düzeyde yakıt, basınçlı hava, elektrik tüketimi buldurmaktadır. Süreç karışık olduğundan dolayı boyahane yönetimini özel firmalar üstlenmektedir.

Fan motorlarına güç sağlamak ayrıca boyama işlemi sırasında ikincil enerji kaynakları üretimini yapmak amacıyla elektrik kullanılmaktadır (Gerini Romagnoli, 2016). Boya kabinleri çalışma alanları ve fırınların gerektirmiş olduğu yüksek hava debisi, boyahanedeki en yüksek olan elektrik tüketiminden sorumlu olmaktadır. Ön arıtma açısından önem arz eden sıcak su üretimi için de boyama işlemi sırasında doğal gaz kullanılmaktadır. Boya parçacıkları atomizör yardımıyla atomize edilmektedir. Ayrıca bu boyaları araç gövdesine püskürtmek amacıyla basınçlı veya yüksek miktarda kullanılmaktadır. Boyahane alanında basınçlı hava kullanılarak yapılmakta olan ek işlemler tamir, VOC giderme, temizlik, fazla püskürtülen boyayı sökme gibi aşamalardan geçmektedir (Giamperi, 2020).



**Şekil 2.10.** Boya Süreçlerinin Enerji Maliyetleri

**Kaynak:** (Gerini Romagnoli, 2016)

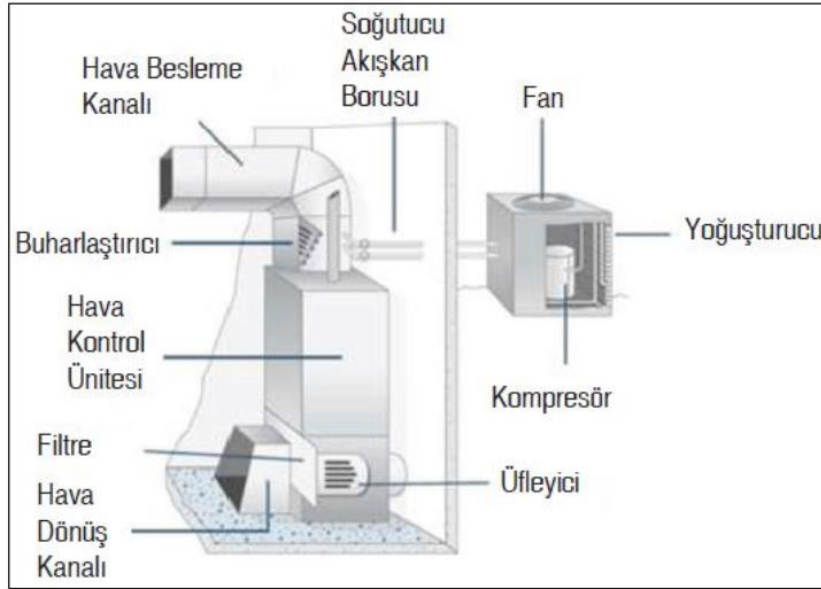
### Isıtma ve Soğutma Sistemleri

Ortam sıcaklığını talep edilen nem ve sıcaklık değerlerinde kalması için imkân sunan HVAC üniteleridir. Soğutma, ısıtma ve havalandırma işlemi fanlar, klimalar, konveksiyonel ısıtıcılar gibi cihazlardan yapılmaktadır. Söz konusu olan cihazlar, ortamın havasını değiştirme amacıyla devamlı kullanıldıklarından enerji tüketimleri oldukça fazladır. Bundan dolayı cihazlarda bulunmakta olan enerji tasarrufu çalışmaları oldukça önem teşkil etmektedir. Bu sistemler kurulmuş oldukları alanlardan basınç, nem ve sıcaklık bazındaki verileri alarak ortama uygun şekilde havalandırma yapmaktadırlar.

HVAC mekanizmalarında otomatik kumanda ile basınç kontrol edilmektedir. Sistemin en temel özelliği, en fazla verimlilik için en düşük enerjiyle erişmesi için şartları uygunlaştırma kabiliyeti olmaktadır (Akbaş vd., 2018).

HVAC sistemleri otomotiv sektöründe pek çok alanda kullanılmaktadır ancak sıklıkla boyahanedeki faaliyet göstermektedir. Bu sektörde iklimlendirmeden sorumlu fonksiyon HVAC üniteleri olmaktadır. Dışarıdan getirilmekte olan temiz havanın fanlar aracılığıyla üstünden sirküle edilmesini ayrıca ortamdaki minik parçaları boya kabini alanından uzaklaştırmasına fayda sağlamaktadır. Fanlar üzerinden içeri getirilmekte olan temiz hava filtrelenmektedir. Filtreleme işlemi tamamlandıktan sonra ihtiyaca uygun olarak kontrol bölümleri aracılığıyla ön ısıtma ya da ön soğutma yapabilmektedir. Kabin içerisindeki nemlendirme faaliyeti suyun atomize duruma gelmesini sağlamakta olan su püskürtücüleri yardımıyla gerçekleşmektedir (Kılınç, 2019).

Boyanın taşıyıcı gövdesine etkin biçimde nüfuz etmesi ayrıca boyamanın talep edilen kalite doğrultusunda gerçekleşmesi gerektiği açıklanmaktadır. Bu işlemi gerçekleştirmek için HVAC ünitelerinden destek beklenmektedir. Bu fanlar, boyama işlemi içerisindeyken havaya karışmış olan boya partiküllerini uzağa itme ve atmosfer aracılığıyla ulaşılan temiz havanın iklimlendirmesi amacıyla boya kabinlerine aktarımı için kullanılmaktadır.



**Şekil 2.11.** Örnek Olarak Verilen Bir Boyahane HVAC Ünitesi Şematik Resmi

**Kaynak:** (Standart Heating ve Air Conditioning, 2017)

Hava akışı ve basınç farkı denetimini yapmakta olan, sıcak havanın ve soğuk havanın eşit miktarda dağılmasını sağlamakta olan fanların verimliliğinin artırarak seçilmesi, enerji tasarrufu bağlamında dikkat çeken bir unsur olmaktadır. Tüm bunların yanında ortamda hissedilen havanın anlık olarak kontrolünün sağlanması ile motor ve fan devrelerinin frekans kontrollü olan aygıtlar aracılığıyla idaresinin yapılması ciddi düzeylerde verimlilik sağlanmasına yarar sağlamaktadır. Kabin içlerinde oluşmakta olan nemlendirme amacıyla kullanılmakta olan su püskürtücülerinin etkili şekilde suyun atomizesini yapacak biçimde talep edilmesi, su vermekte olan aygıtların (pompa) motor devirlerini düşüren bir etkisi olmaktadır. Pompa verimliliği açısından da olumlu etkilerde bulunmaktadır (Kılınç, 2019).

Girmekte olan hava miktarının belirlenen değer seviyesinin üzerine çıkması durumunda boyama kalitesinin de zarar görmesi gibi olayların oluşmasını engellemek amacıyla havanın devamlı olarak soğutulması talep edilmektedir. Soğutma aygıtında bulunmakta olan kompresörlerin kaliteli olması da enerji verimliliğini değiştirmekte olan etkenler arasında olarak ifade edilmektedir. Soğutulması amaçlanan taşıyıcı alanına uygun olarak vidalı, santrifüj,

hermetik tipli olarak adlandırılan kompresörlerin kullanılması verimliliği olumlu şekilde etkileyerek artış sağlamaktadır (Akbaş vd., 2018).

Chiller ünitelerinde verimliliği arttıracak olan fonksiyonlar arasında; soğutma alanlarının seçiminin doğru biçimde yapılması, yoğunlaştırıcı olan ve buharlaştırıcı olan mekanizmalarının zamanında ve uygun biçimde yapılması, soğurucu akışının süratının arttırılması gibi görevler bulunmaktadır. Bahsedilmekte olan ünitelerde bulunan kompresörlerin değişik yüklerde uygulanması durumunda frekans kontrollü sürücülerin içerisinde hız ayarını devreye sokabilmektedir ve verimi arttırmış olmaktadır.

Roelent (2004) tarafından bahsedildiği gibi, mevcut bulunan elektrik kullanımı ve fosil yakıt aracılığıyla kullanılmakta olan soğutma, ısıtma, boya kurutma, işlemlerinin gider miktarını ciddi düzeyde azaltmak amacıyla ısı geri kazanım üniteleri kurarak ekonomik, çevresel yararların yansira enerji tüketimi de hedeflenen düzeyin altına düşürülmüş olmaktadır.

Vaka çalışması için tasarlanan model sayesinde enerji tüketimi açısından yüzde 16'lık bir azalma kazanılmıştır.

### **Montaj Bölümü**

Üretimin son aşaması olarak bilinmekte olan montaj bölümünde ise boyama aşamaları tamamlanmış olan taşıtların gövdelerinin üstüne güç mekanizmaları, motorlu taşıtların dış ve iç takımlarının montajı, süspansiyon montaj işlemleri halledilmektedir. Tüm iç ve dış takımlara yapılmakta olan montaj işlemleri tamamlandığında, taşıtlar test aşamalarından geçirilerek stoklama sahasına aktarımı sağlanmaktadır (Kılınç, 2019).

Montaj aşamasında taşıtların aktarımları genel olarak araç taşıyıcı ünitelerinin bulunmuş olduğu konveyörlerin desteği ile gerçekleştirilmektedir. Genel olarak manipülatör ismi verilmekte olan yardımcı alanların desteği ile taşıt parça ve aksesuarlarının montaj işlemi halledilmektedir. Örnek vermek gerekirse ana bantta sürmekte olan taşıtın ön konsoluna yapılacak olan montajın eş zamanlı olarak ön konsol hazırlama bandı bulunmaktadır. Bu bant içerisinde taşıtta bulunan gösterge paneli, multimedya mekanizması, hava yastığı ve direksiyonu için ara montaj yapılmaktadır. Bir araya getirilmekte olan ürünler ana bant aracılığıyla akış kısmında hazırlanmaktadır. Benzer olan yan montaj aşamaları fren, motor ve süspansiyon gibi mekanizmalar için de uygulanabilmektedir. Alakalı olan yan bantlar ana akışa uyumlu ve daha küçük boyutta olan süreçler şeklinde dikkat çekmektedirler (Habir, 2019).



**Şekil 2.12.** Montaj Hattı

**Kaynak:** (Blog CDN, 2022)

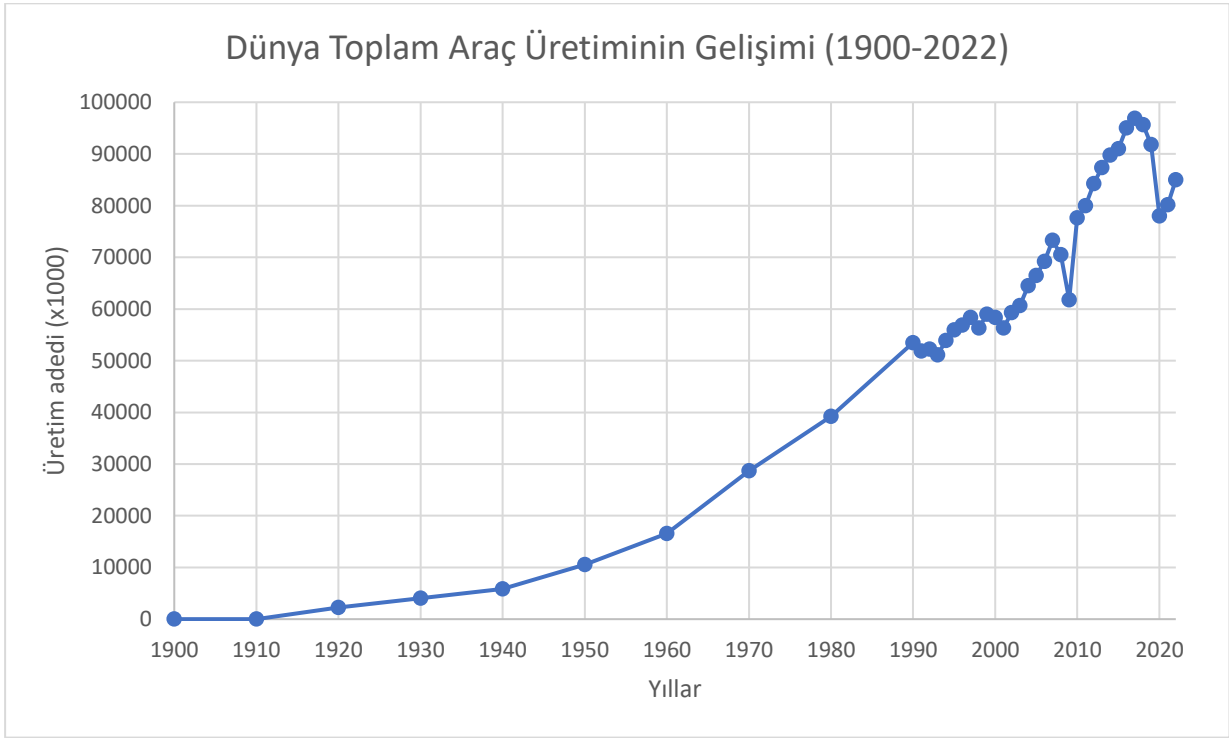
Montaj ünitelerinde, fabrika alanında bulunan başka iç tesislerden ayrıca yan sanayi bağlamında gelmekte olan parça akışı gibi etkenler üzerinden esas alınmaktadır. Taşıtın son biçimi karşılması için tüm parçalar ait oldukları noktaya sabitlenmektedir. Bu sebepten ötürü montaj süreci bağlamında önem teşkil eden enerji yerleri, ortamı şartlandırma türünden başlayarak genel tüketim yerlerindeki faktörlere ek olarak hareket ve taşıma benzeri eylemlerle alakalı olmaktadır. Taşıma bölümü için konveyörler, raylı mekanizmalar, kaldırma ekipmanları, bantlar ve tekerlekli taşıtlara başvurulmaktadır. Harekete başvurulması gereken görevlerde genel olarak vidalama aygıtları montaj yapma işlemi gereğince sabitleme faktörleri olmaktadır. Ama insan eylemleri, çalışma alanı sınırında kabul görmektedir.

#### **4.2.5. Dünyada Otomotiv Sektörü**

Endüstri devrimi başlangıcı ile Dünya'yı kapsamakta olan sanayileşmeye hız ve önem verilmektedir. İlk bulunan buharlı makineler ile tekerlekli taşıtların bir araya getirilmesi sonucunda meydana gelmektedir. 18. yüzyılın son zamanlarında otomotiv endüstrisi Avrupa'da kurulmuştur. Bugün hala kullanılmakta olan motorlar ile benzer özellikte çalışma kriterlerine sahip motorlu taşıtları da 1886 senesine gelindiğinde Almanya'da Gottlieb Daimler ve Karl Benz geliştirmektedir. Bu gelişmeler Avrupa'da yeni gündemler oluşturmaktayken ABD'de ise Henry Ford'un kitlesel üretim metodu kullanarak geliştirmiş olduğu "Model T" 1908 senesinde seri üretime geçtiği bilinmektedir. Avrupa kıtasında İkinci Dünya Savaşı ardından otomotiv sektörü düşüşe geçmiştir. Otomotiv sektörü ekonomilerinin tekrardan canlandırılması amacıyla

stratejik olarak önem kazanmaktadır. Yaşanılan döneme bakılacak olursa Almanya’da Volkswagen, Opel, Audi, BMW markaları yükselişe geçmek adına emin adımlar atmaktaydılar. Fiat markası incelendiğinde İtalya stabil süreci izlemektedir. İngiltere de bu uluslararası gündeme dahil olarak, hükümetin destek verdiği şirketlerle süreci takip etmektedir. Japonya Asya kıtasında bu sektördeki yegâne ülke olarak üretim miktarı bakımından özellikle 1960’lı senelerde artış kazanarak ihracatın artması yönünde ülke ekonomisine büyük oranda yarar sağlamaktadırlar. Süregelen yıllarda hükümetler bu gündemlere katılmayı seçmektedirler. Hükümetlerin sağlamış oldukları teşvikler sayesinde otomotiv sanayisi geniş pazarlarda önem kazanan bir sektör konumuna gelmiştir.

Aşağıda verilen şekilde üretim miktarlarının yıl yıl gelişim oranları sergilenmektedir.



**Şekil 2.13.** Dünyada Toplam Araç Üretiminin Gelişimi

**Kaynak:** (OSD, 2022)

1979 senesinde ortaya çıkan petrol krizi otomotiv sanayisi sektörünü bir bakıma olumsuz şekilde etkilense dahi sonraki yıllarda devam eden süreçlerde bu sektör ayağa kalkmayı başarmaktadır. Sonraki zamanlarda teknolojik gelişmeler ve dünyaya bakıldığında görülmekte olan ihtiyaç fazlalığından dolayı imalat miktarlarında bir yükseliş süreci kaydedilmektedir. Kayda geçmekte olan bu ilerlemeler genel tabloya bakıldığında artış göstermesine rağmen bazı süreçlerde durma noktasına da gelmektedir. ABD’de 2008 senesinde

baş göstermekte olan ekonomik kriz ayrıca 2020 senesinde dünyaya yayılmış olan virüs salgını dönemleri itibariyle üretim de hasar görmüştür.

2008 senesinde başlayan mali kriz incelendiğinde verilerden anlaşıldığı üzere otomobil üretim sektöründe ciddi bir etki bırakmaktadır. ABD, Almanya ve Japonya gibi ülkelerde üretimde azalma yaşanmaktadır. Daha sonra ise bu sektörün görmüş olduğu yoğun istek ile üretim miktarları hızla toparlanma etabına geçmektedir.

Çin, 2022 ve 2005 seneleri arasında küresel otomobil imalatındaki gelişmenin en nitelikli itici gücü olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünya imalat kapasitesi bakımından en büyük oran yüzde 19, yüzde 21, yüzde 59, yüzde 1; 2022 senesinde Avrupa, Asya, Afrika, Amerika üretim miktarı sahibi olmaktadır.

#### **4.2.6. Otomotiv Sektörünün Türkiye'deki Gelişimi**

Otomotiv sanayi ülkemizde başka sektörler gibi ekonomik ve siyasal gibi içsel unsurların yanı sıra dış fonksiyonlar ile de gelişim aşamasını şekillendirmektedir. Bu gelişim kısımlarında direkt olarak yabancı sermaye yatırımları açısından dış unsurlar kapsamında belirli bir etki sahasına sahip olmaktadır. Türk Otomotiv Endüstrisi'nin ilerleme kaydetmesine yabancı ve yerli yatırımların bütünü göz önünde bulundurulduğunda dış sermaye hissedarlıklarının imalat organizasyonları çerçevesinde devamlılık sergilemeleri bakımından da büyük bir çıkış yakaladıkları söylenmektedir. Yabancı sermaye ele alındığında yerli üretim ekonomisine işlemesi bakımından geçmişten günümüze doğru dış ekonomik ve siyasal unsurlar ile devamlı bağlantılı olarak şekillenmektedir. Yerel siyasal ve ekonomik proseslerin oluşturulması açısından ciddi bakımdan bir değer etkisi olmaktadır. 1923 yılından sonra ülkemizde ilk kamyon, traktör ve otomobil imalatını kapsamakta olan girişim faaliyeti Ford Motor Şirketi'nin 1929 senesinde temin ettiği montaj bazlı imalat yapmakta olan fabrika bağlamında başlamaktadır. Fakat, Büyük Buhran senelerine gelmesi ve global ekonomik krizin başlamasıyla beraber talep edilen başarıya ulaşılmamaktadır. Bu da faaliyetlerini yitirmelerine sebep olmaktadır. Süregelen aşamalarda askeri gereksinimlerin karşılanması gayreti sebebiyle sermayeyi de bu aşamaya dahil ederek 1954 senesinde *Türk Willys Overland Ltd. Şti.* kurulmuştur. Böylelikle Türkiye'de üretim faaliyetleri tekrardan canlılık göstermeye başlamıştır. Aradan uzun süre geçmeden yeniden ikinci bir girişim maksadıyla *İstanbul Otobüs Karoseri Sanayi A.Ş.*'in çalışma hayatına adım attığı bilinmektedir (Taysad, 2019).

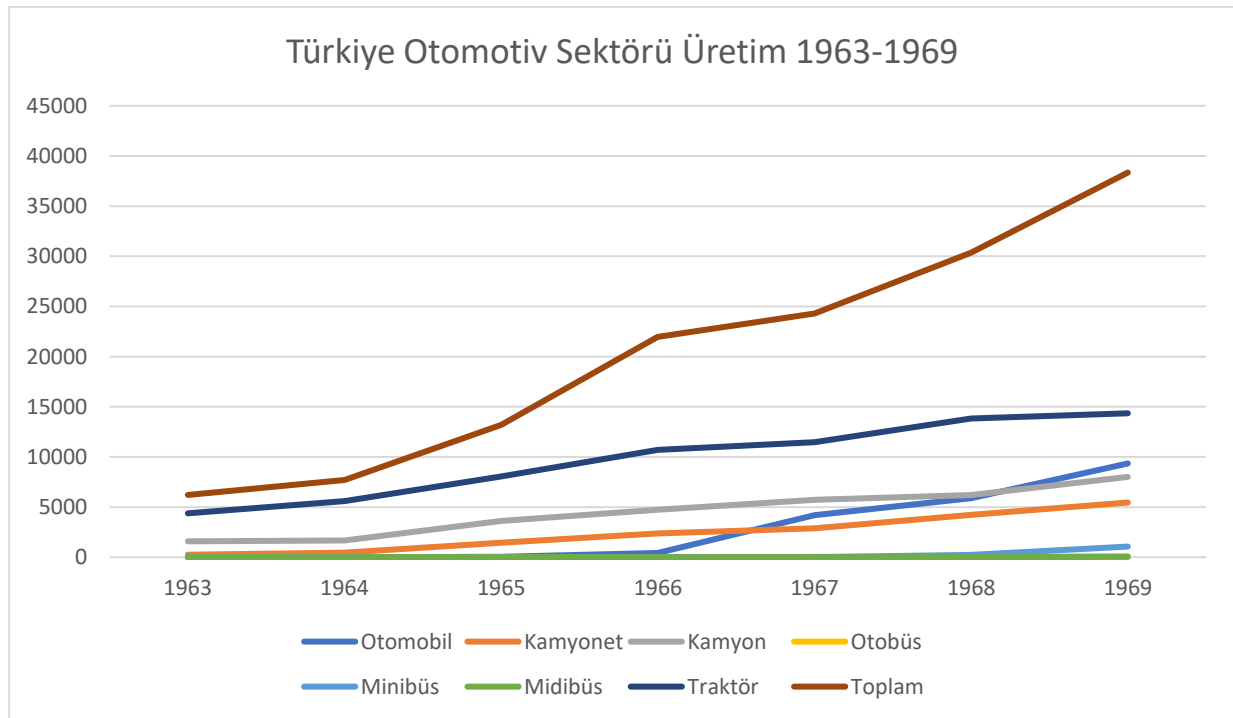
Bu anlamda yerli olan otomobil imalatı da Eskişehir Devlet Demir Yolları imalat alanlarında denenmektedir. Teknisyen ve mühendis ile Cumhuriyet Bayramı öncesinde (129

gün) başlamakta olan üretim organizasyonlarının sonucunda iki adet 1100-1200 santimetreküp silindir hacmi bulunan orta boylu taşıtın tamamlandığı bilinmektedir. Fakat yaşanmakta olan dış siyasi sıkıntılar ve istek öngörülerindeki yetersiz durumlardan ötürü imalat son bulmaktadır (Aydın, 2019).

Türk Otomotiv Endüstrisi bağlamında iç ve dış sermayelerin birlikteliği kapsamında gelişim göstermekte olan başka bir yatırım ise Koç grubu ile Ford firması beraberliğinde gerçekleşmekte olan Otosan meydana gelmektedir. Otomotiv ana endüstrisi bağlamında önemli bir evre şeklinde kabul gören bu girişim 1959 senesinde montaj fabrikası olarak kayıtlara geçmektedir.

1960 senesinde kamyon ve otomobil kurumu bağlamında üretim faaliyetine geçen firma, ürün portföyünü genişleterek sürdürmektedir. 1966 senesine bakıldığında ise Anadolu taşıtlarının üretim eylemine geçerek, Devrim arabaları sonrasında ilk Türk otomobili ortaya koymaktadır. Bu modelin üretim süresi 1984'e dek süregelmektedir. 1967 senesi ile hafif ticari taşıt üretimini başlatarak, Ford markasının Transit adı verilmekte olan tasarımı piyasaya açılmaktadır (Ford Otosan, 2021).

OSD verileri kapsamında, 1960'lı yıllara bakıldığında Türk Otomotiv Endüstrisi içerisinde üretim miktarlarında ve kuruluşlar kapsamında artışlara rastlanmaktadır.



Şekil 2.14. Türkiye Otomotiv Sektörü Üretim 1963-1969

Kaynak: (OSD İstatistikler, 2020. Web: <https://www.osd.org.tr/osd-yayinlari/istatistikler> )

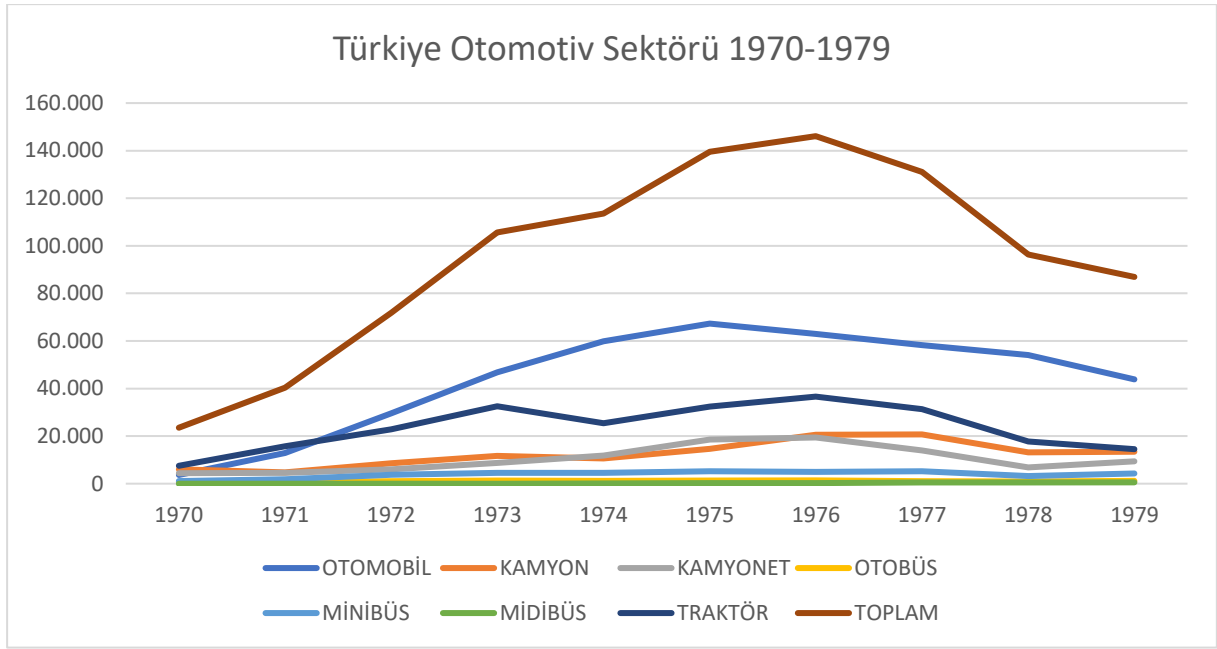
Şekil 2.14'e bakıldığında Ford Otosan gibi dış sermaye ile hissedarlık yaparak sektöre tesir eden marakaların imalatını yaptıkları taşıtların (kamyon, minibüs, kamyonet, otomobil) miktarında kayda değer bir yükselme olduğu fark edilmektedir. Bu miktarlar Türkiye geneli otomotiv endüstrisinin barındırdığı imalata da yükselme şeklinde yansımaktadır.

Süregelen süreç içerisindeki Oyak-Renault Türk (yüzde 43)-Fransız (yüzde 44) ve Yapı Kredi (yüzde 13) birlikteliğinden oluşan ortaklık ile 1969 senesinde kurulmaktadır. Marka 1971 senesinde Bursa'da üretim faaliyetlerine başlamıştır. 1973 senesine giriş yapıldığında marka bünyesinde Renault tasarımı ile 14.793 taşıt üretilmektedir. Koç grubu ile ortaklık yapan Fiat Grubu 1968 senesinde kuruluşunu gerçekleştirmektedir. Koç Grubu'nun direkt dış sermaye bağlamında ikinci yatırımı kapsamında bulunmakta olan bu girişim modeli, Fiat (yüzde 38), Tofaş (yüzde 38) ve halka arz oranı yüzde 24 şeklinde olan Türk Otomotiv Endüstrisi'ne ciddi katkılarda bulunmaktadır.

1970'li senelere saç malzemeden üretilmiş olan arabaların girişinin önde gelen ismi bağlamında değerlendirilmekte olan İtalyan Fiat 124 markasının muadili olan Murat 124 modeli doğrultusunda Türk Otomotiv Pazarı içerisinde faaliyet gösterdiği görülmektedir (Pekin, 2018).

1960'lı yılların ilk yarısında yaşanmakta olan diğer bir sektörel gelişme de Mercedes Benz Türk A.Ş'nin kuruluşu şeklinde yorumlanmaktadır. 1967 senesinde Daimler AG'nin yüzde 36 hisse payında Otosan adı ile kurulmuş olan marka 1968 senesinde O302 model olarak otobüs üretimine İstanbul fabrikası kapsamında başlamaktadır (Mercedes Benz- Türk A.Ş.: 2021).

1987 senesinde Adana'da otobüs fabrikası bağlamında TEMSA faaliyete geçmektedir. TEMSA, Mercedes Benz Türk A.Ş'nin İstanbul fabrikasından ilham alarak toplu taşıma kategorisinde taşıtlar üretmeyi amaçlamıştır. Sektörel olan bu gelişmelerin devamı olarak 1970'li senelerde Koç Grubu da Ford Otosan adı altında Türkiye tarihinde ilk kez motor üretme lisansı alan firma olarak anılmaktadır. Tarihler 1972'yi gösterdiğinde yerli motor üretimi kapsamında ilk adımların atıldığı ifade edilmektedir. Dönemin aynı zamanlarında Renault ise üretim miktarını 45.000 taşıta çıkarmayı başararak Renault 12 modelinin ihracatı için kolları sıvamış olduğu bilinmektedir.



**Şekil 2.15.** Türkiye Otomotiv Sektörü 1970-1979

**Kaynak:** (OSD İstatistikler, 2020. Web: <https://www.osd.org.tr/osd-yayinlari/istatistikler> )

Şekil 2.15'te 1960'lı yılların sonunda kurulmakta olan yeni otomotiv şirketlerinin üretime olan katkıları da 1970'li tarihlerde açıkça gözlemlenmektedir. Özellikle otomobil imalatı yapmakta olan firmalara Tofaş ve Oyak-Renault markaları da eklendiğinde otomobil üretimi sayıları bakımından hissedilmekte olan bir artışın farkı açıkça ortaya çıkmaktadır. Ayrıca Mercedes Benz Türk A.Ş.'nin de sektörde kendisini, otobüs üretimi sektöründe göstermesi ile bu alanda gözle görülür olan üretim miktarı ve girişim sayısı devamlı artış göstermektedir. 1950 yılından 1980'li senelere dek devam eden süreçte bütün sektörlerde artış yaşandığı gibi ithal olan ikame politikası kapsamında dış sermayeye olan teşvikin artması ile otomotiv sektöründe yaşanmakta olan yatırım miktarları doğrusal biçimde artış göstermektedir. Diğer bir taraftan, 1980 öncesinde uygulanmakta olan ithal ikame politikalarının otomotiv sektöründeki sonucuna bakılarak başka markaların aynı esnada üretim eylemine geçtiği ama yalnızca ülke içerisindeki piyasaya üretimi yapmakta olan ve dış sermaye bağlantısı olmayan bir sektör şeklinde yorumlanmaktadır. (Bedir, 2002).

Otomotiv alanında üretim alanının yükselme göstermesine karşın, 1965-1975 yılları arasında yatırım oranlarının azalma gösterdiği bilinmektedir. Yaşanmakta olan bu durumun nedeni iç ve dış olayların gelişmesi sebebiyle risk barındıran unsurlar ekonomik ve siyasi istikrarsızlığın bir sonucu olarak yorumlanmaktadır.

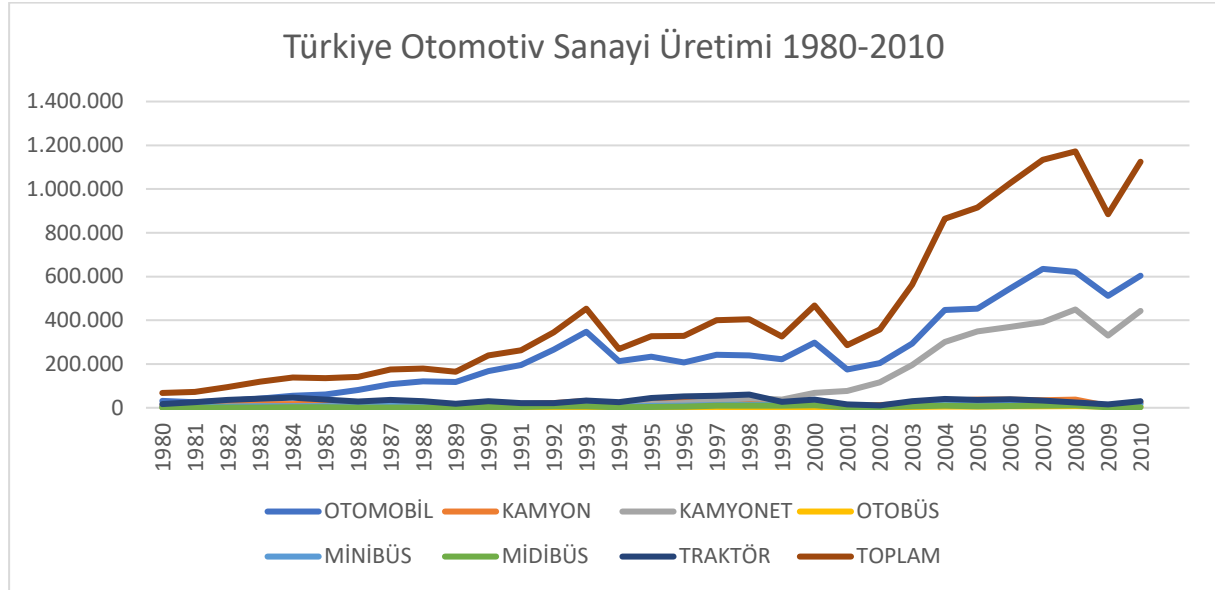
1980'li senelerde başlamakta olan ve ekonomik yaklaşım sebebiyle liberal olan bir anlayış kazanmaktadır. Liberal bir hal alma doğrultusunda ilerlemekte olan Türk ekonomisi

otomotiv sektörü alanında değişmekte olan istihdam düzeyine geçen tesislerin oluşturulmasının yeniden önünü açmıştır. Ayrıca dış sermaye pazarlarında da ilgi çekme konusunda başarılı olduğu bilinmektedir. 1982 senesinde Ford Otosan firması Eskişehir’de kamyon fabrikası kurmayı başararak üretimde yeni bir çığır açmaya başlamış olmaktadır.1986 senesinde İstanbul’da otobüs fabrikası ölçeğinde üretim faaliyetlerini sürdürmekte olan Mercedes Benz Türk A.Ş., Aksaray şehrinde ikinci yerleşke kapsamında Mercedes Benz Türk A.Ş. Kamyon Fabrikası2nı açarak faaliyet göstermeye başlamaktadır. Bu fabrika alanında ağır ve orta sınıf kamyon üretimi alanında çalışmalara başlanmış olarak ifade edilmektedir. Daha öncesinde “Küreselleşme ve Finansal Serbesti Dönem” adı altında bahsedilmekte olan olaylar kapsamında 1980 yılları sonrasında sağlanmakta olan finansal serbesti ciddi ölçüde artmaktadır. Bu durumun neticesi olarak 1990’lı senelere bakıldığında ana sanayi fabrikalarının miktarları otomotiv endüstrisinde yükselmeye devam etmektedir. 1990 senesinde Toyota firmasının Sakarya merkezli biçimde Toyota Otomotiv Sanayi Türkiye A.Ş. adı ile binek taşıt üretim tesisi açılmıştır. Faaliyete geçen fabrika 1994 senesine gelindiğinde ilk olarak Corolla ve sonrasında Verso tasarımlarının imalatını bu tesise taşıyarak, 2002 senesinde ihracat alanında da eylemlerine başlamaktadırlar. 1992 senesinde eşit olarak verilmekte olan hisselerle yabancı sermaye ortaklı biçimde kurulmakta olan Anadolu Honda Otomobilcilik A.Ş. 1997 senesi itibariyle binek taşıt ve motosiklet sektöründe de üretim faaliyetlerini Gebze’de göstermektedir.

2003 senesine bakıldığında Honda’nın hisselerinin tümüne sahip olması açısından dış sermayenin iyi bir örneği haline gelmektedir.

Bütün bu gelişmekte olan yatırımlar bağlamında bir dönüm noktası niteliğinde olarak, 1996 senesine gelindiği zaman ekonomik ve siyasi taraftan bakıldığında önemli bir anlam içermekte olan AB ile oluşturulmuş olan gümrük birliği sayesinde gümrük bariyerleri bertaraf edilmiştir. Yeni oluşmakta olan gündemler sebebiyle otomotiv sektöründe üretim yapmakta olan firmalar etrafında kuvvetli bir rekabetin başlaması anlamına gelmektedir. Söz konusu olan yeni gelişmelerin devamı niteliğinde, 1997 senesinde içinde üretim alanında faaliyet göstermekte olan ve uzak doğu merkezli olarak karşımıza çıkan diğer bir dış sermaye ortaklı olan Hyundai yatırımı, İzmit fabrikasında binek taşıt imalatı yapmaktadır. Devam etmekte olan bu süreçte, liberal ekonomi alanında izlenmekte olan politikalar ve ekonomik kriz durumlarının hala devam etmekte olduğu 2001 senesinde Gümrük Birliği’nin rekabet paydası oluşturduğu ivme ile Ford Otosan markası hafif ticari kontenjanında tasarlanan modellerinin imalatı için kolları sıvayarak Kocaeli Fabrikasını açarak adından bahsettirmektedir (Ford Otosan: 2021).

1980-2010 arası otomotiv sanayinin gelişim performans düzeyi aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



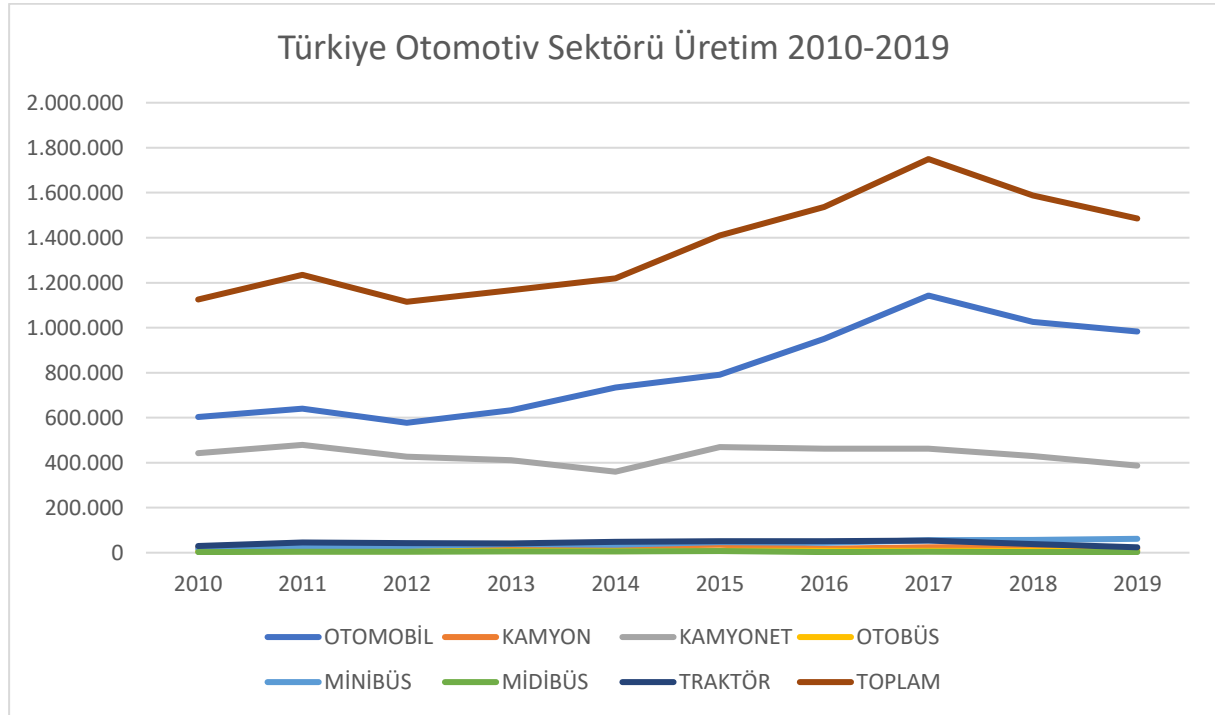
Şekil 2.16. Türkiye Otomotiv Sanayi Üretim Düzeyi 1980-2010

**Kaynak:** (OSD İstatistikler, 2020. Web: <http://www.osd.org.tr/osd-yayinlari/istatistikler/>)

OSD istatistikleri incelenecek olursa şekle bakılarak 1980 senesi ve ardından gelen yıllarda Türkiye pazarı çerçevesinde sektöre olan alaka düzeyli olarak artmaktadır. Özellikle değinilmek gerekirse her 10 yılı kapsamakta olan süre içerisinde ana sanayi bağlamında yeni açılan üretim fabrikalarının meydana geldiği görülmektedir. Şekil 2.16’da yıllık bazlı artmakta olan üretim miktarının doğrudan bir şekilde dış sermaye yatırımları sonucu olarak yeni kurulmuş olan fabrikalarda istihdam konusunda pozitif dönüşler aldığı direkt olarak düşünülmektedir. Özellikle oluşturulmakta olan Gümrük Birliği serbest ticaret alanı ile otomotiv endüstrisinde artış göstermekte olan rekabet sahasının 1996 senesi ardından üretim miktarlarında oluşturduğu etki yalnızca 1999 senesinde oluşum gösteren ekonomik kriz nedeni ile şeklide baskılanmaktadır. Bu durum sonrasında dahi yatırımlar kaldığı yerden yenilenmiştir.

10 yılda yeniden toparlanma ivmesine kavuşulan Türk otomotiv sanayi 2009 senesine gelindiği zamanda yaşanmakta olan Euro krizi sebebinden ötürü belirli bir ivme kapsamında değerlendirilmek durumunda kalmıştır. 2008 yılında yaşanan son çeyrek dönemde kendisini belli etmeye başlamakta olan ekonomik kriz, 2009 senesinin sonuna gelindiği zaman otomotiv sektöründe yüzde 60’lı bir oran yakalayarak daralmaya giderek açığa çıkmaktadır. Bunun haricinde iç pazarda hareketlilik talebinin sağlanabilmesi için ÖTV payının aşağıya çekilmesi, iç Pazar alanında yüzde 19 oranını yakalamakta olan bir artışı da devam ettirmektedir. Tüketici

tarafli bir yaklaşımla oluşturulan bu fırsatı en sonunda yeni olan bir üretim girişimi sağlamamakla birlikte, üretimi yapılmış olan fizikçi taşıt envanterinin tüketici ile buluşması bağlamında uygun bir alanda faaliyet göstermektedir (Engin&Polat,2010).



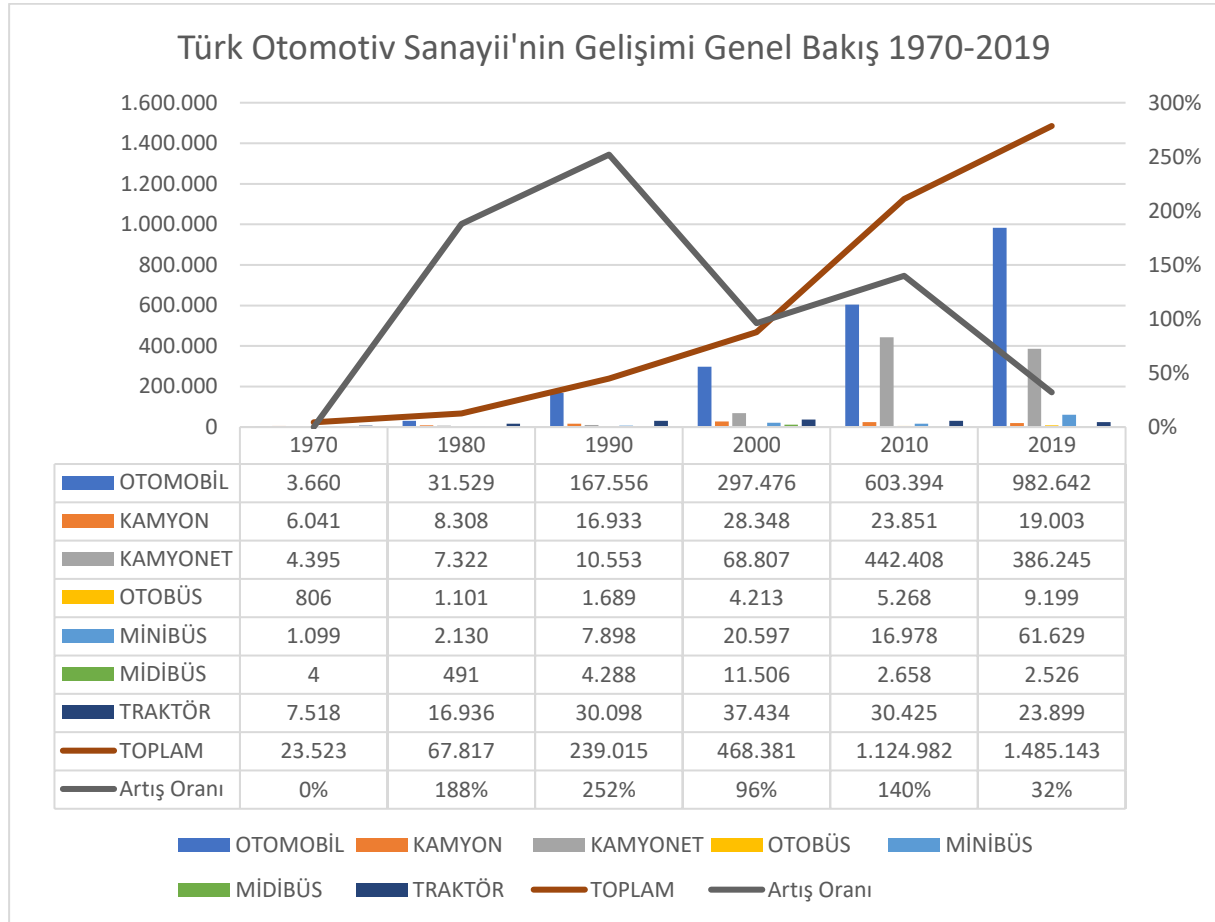
**Şekil 2.17.** Türkiye Otomotiv Sektörü Üretim 2010-2019

**Kaynak:** (OSD İstatistikler, 2020. Web: <http://www.osd.org.tr/osd-yayinlari/istatistikler/> )

2011 senesi sonrası krizin biraz daha az hissedilmeye başlandığı edinilen bilgiler arasında olmaktadır. Krizin daha az hissedilmesi otomotiv endüstrisinde yeniden pozitif bir merakın oluşmasına neden olmaktadır. Bu sürecin devamlılığı ise 2017 senesine dek üretim miktarları bazında devamlı bir artışa ev sahipliği yaparak devam etmektedir. Türkiye açısından bakıldığında çeşitli zorluklar bulunan 2016 senesi ardından dış sermayenin üstün yatırım talebini baskılamasını sağlayacak çeşitli ekonomik ve siyasi olan negatif gündemler sonucunda otomotiv sektöründe de ekonomik durumun gelişmesine paralel şekilde mutsuz bir tablo sergilenmektedir.

Tüketim eğiliminin geçmiş canlılığı yakalayamaması doğrudan bir şekilde üretim miktarlarında olan azalmaya da tesir ettiği gözlemlenmektedir. 2016 yılı itibariyle ekonomide talep edilen büyümenin yüzde 4,5 oranı aksine yalnızca yüzde 2,2 oranında olduğu açıklanmaktadır (TÜSİAD, 2017).

2019 yılına ayrı olarak değinilmek gerekirse ekonomik ve siyasi dengesizliklerden dolayı üretim miktarlarındaki ayrıca yatırım alanındaki olumsuz olan oranın devam ettiği gözlemlenmektedir.



**Şekil 2.18.** Türk Otomotiv Sanayii'nin Gelişimi Genel Bakış 1970-2019

**Kaynak:** (OSD İstatistikler, 2020. Web: <http://www.osd.org.tr/osd-yayinlari/istatistikler/> )

Şekil 2.18'de görüldüğü gibi 1970 yılı ardından her 10 yıllık dönem incelendiğinde Türk Otomotiv Sektörünün sergilemiş olduğu performans oranını açıklamaktadır. İthal ikameci stratejilerinin sürdürüldüğü yıllarda dış sermaye birlikteliğiyle oluşturulmakta olan esneklik ayrıca bu sayede ilerleme kaydetmekte olan yatırımların sonucunda kendin, gösteren artışın direkt olarak yabancı sermaye sayesinde olarak belirtilmektedir. Dış sermaye sayesinde oluşan paydaşlıklar ile 1980 yılı süresince Ford Otosan, Oyak-Renault, Mercedes Benz Türk A.Ş., Tofaş gibi markaların üretim bağlamında yarar sağlamaları tekelinde otobüs ve otomobil imalatı ciddi olarak ön planda olmaktadır.

1990'lı yılları kapsayan dönemde uzak doğu merkezli olan dış sermaye gibi bir fonksiyonla otomotiv sektöründe karşılaşılması ve 1996 senesinde Gümrük Birliği anlaşmasını oluşması, sektörde bulunan artışları başlatmaktadır. 1999 senesinde yaşanmakta olan ekonomik

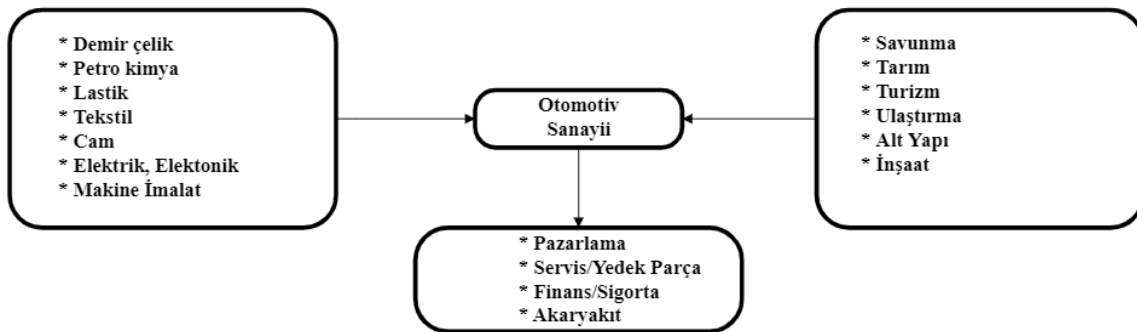
kriz ve beraberinde getirmiş olduğu süreçte bu sektör 1980'li ve 1990'lı yıllarla karşılaştırıldığında daha az yatırım alanına sahip olmaktadır. Buna rağmen halihazırda bulunan imalat kapasitesi devamlılığında gerçekleşmekte olan üretim miktarları artış göstermektedir.

2009 Küresel krizinin beraberinde getirdiği sektördeki daralma ile ÖTV indirim fırsatı ile yurtiçi esaslı olan satışlar az da olsa canlılık göstermiştir. Fakat ihracat alanında talep ettiği istikrarda sınıfta kaldığı belirtilmektedir.

Tarihler 2010'u gösterdiğinde art arda gündeme düşmekte olan sosyal, siyasi ve ekonomik güçlükler sonucunda dış sermayenin otomotiv sektörüne yapılan yatırımları düşüşe geçerek 2017'den sonra üretim miktarlarında ve istihdam alanında da güçlükler devamlılığını sürdürmektedir. Türk Otomotiv Sanayi alanına dışarıdan bakılması gerekirse 2017'den sonrası dahil edilmeyerek yükselişe geçtiği ve ilgi gördüğü devamlılığı kapsamında direkt olarak dış sermaye yatırımlarının bu alanda gösterdiği faaliyetlerinin belirleyici etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Ayrıca gelişmekte olan dış sermaye yapmış olduğu yatırımların hükümet teşviki ile sınırlı alanlarda kurulan fabrikalar ve halka sağlamış olduğu istihdam fırsatları bu profilin yerel alanda biçim kazanmasını direkt olarak sağlamaktadır.

#### 4.2.7. Otomotiv Sektörünün Türkiye Ekonomisindeki Yeri ve Önemi

Bahsedilen otomotiv sektörü pek çok farklı olan sektör ile ilişki kurduğu için ekonomiye vergi gelirleri, istihdam, dış ticaret, ihracat eksikliğinin dengede kalması gibi makroekonomik konularda fayda sağlamaktadır. Petrol, demir çelik, tekstil, cam ve makine imalatı gibi pek çok sektörün ürünlerine talep sağlayarak satın aldıkları ürünleri işlemekte olarak bilinmektedir. Üretim sonucunda tarım, savunma, ulaştırma, turizm ve inşaat benzeri pek çok alanında kullanımına başvurulmak üzere lokomotif olarak görev aldığı düşünülmektedir (Tezer, 1995).



Şekil 2.19. Otomotiv Sanayii ve Diğer Sektörler ile İlgili İlişkisi

Kaynak: (DPT, 2007)

“Otomotiv Sektörünün Tanımı ve Kapsamı” kısmında bahsedildiği üzere otomotiv sektörü de artık lokomotif sektörler arasına girmektedir. Lokomotif sektör olduğu için en fazla istihdam alanı sağlama konusunda en önde anılmakta olan sektörlerin de arasında bulunmaktadır. Ana sanayi ve yan sanayinin de sağlamış olduğu istihdam payı önemli rakamlarla incelenen sektörlerdendir. Bununla beraber vasıflı işgücüne gereksinim duymakta olan sektörlerin de başında sayılmaktadır. Bu nedenle işçilerini devamlı olarak eğitim alanında dönüşüme tabii tutmaktadır. Bu sektördeki şirketlerin işçilerine yapmış buldukları yatırımlar, gider miktarı gibi faktörlerin sebebiyle diğer sektörlerle kıyaslandığında vasıflı olan işgücü devamlılığı açısından vurgulanmakta olan önemden bahsetmektedir. Özellikle değinilecek olursa ekonomik durgunluğun yaşanmış olduğu dönemlerde bile istihdamın korunması bakımından özenli davranılması gerekmektedir.

**Tablo 2.4.** Otomotiv Ana Sanayide İstihdam Sağlanan Personel Sayısı (2015-2019)

	2015	2016	2017	2018	2019
İŞÇİ	37.554	41.860	42.772	40.259	38.673
BÜRO PERSONELİ	4.210	4.320	4.340	4.484	3.792
İDARECİ	1.355	1.094	1.081	1.069	1.115
MÜHENDİS	4.198	4.578	4.853	4.745	4.974
İDARECİ MÜHENDİS	1.431	1.525	1.549	1.509	1.550
<b>TOPLAM</b>	<b>48.748</b>	<b>53.377</b>	<b>54.595</b>	<b>52.066</b>	<b>50.104</b>

**Kaynak:** (Otomotiv Sanayi Genel ve İstatistik Bülteni, 2020)

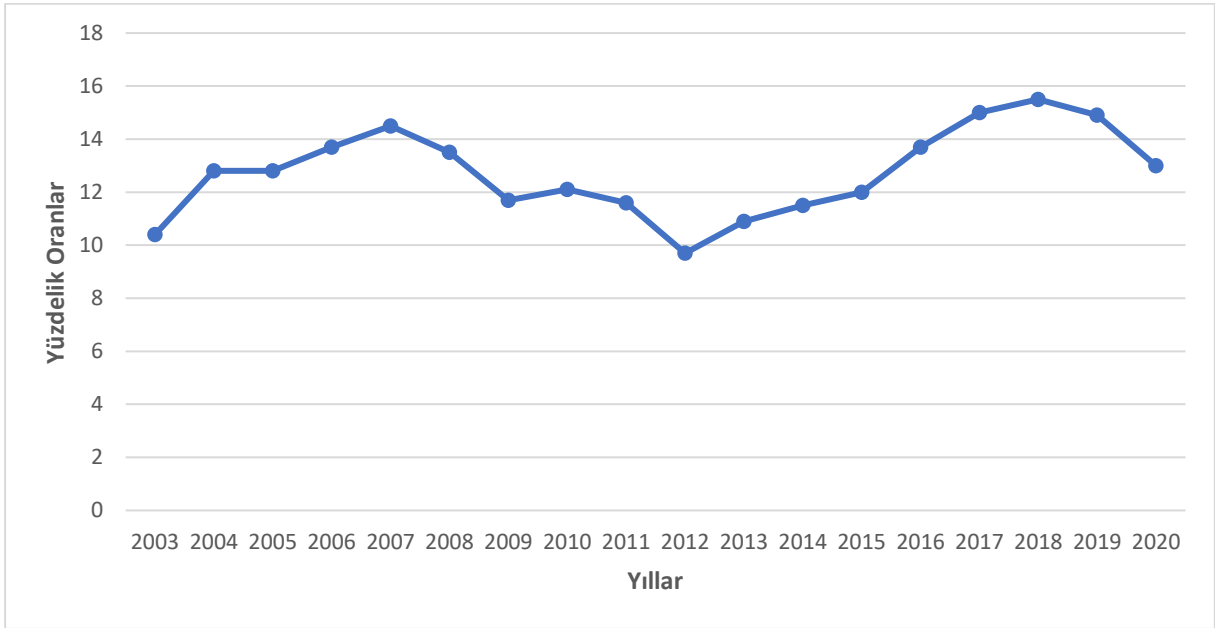
2015-2019 senelerinde otomotiv ana sanayi alanında istihdamın sağlandığı personel sayıları sergilenmektedir. 2019’da istihdam edilmekte olan insan sayısı 50.104 kişiye ulaşmaktadır. 2020 senesinde ise istihdam edilen kişi sayısı 53.293’e ulaşmaktadır.

Türkiye’de 1980’li senelerde uygulanmakta olan liberal stratejiler sayesinde ithalat paydalarında yaşanan artış dikkat çekmektedir. Bu yıllarda baş göstermekte olan bu durum, ihracat miktarlarına da olumsuz olarak yansiyarak dış ticaret açığının oluşmasına neden olmaktadır. Dış ticaret açığının oluşmuş olduğu sektörler şu şekildedir:

- Petro kimya
- Demir çelik
- Tekstil
- Lastik
- Cam
- Elektrik Elektronik
- Pazarlama
- Makine İmalat

- Servis/Yedek Parça
- Akaryakıt Otomotiv Sanayi
- Savunma
- Finans/Sigorta
- Turizm
- Ulaştırma
- Alt Yapı
- İnşaat

Fakat 1996 senesinde Avrupa Birliği beraberinde yapılmış olan Gümrük Birliği Anlaşması kapsamında temel olarak otomotiv sektörü alanı için ciddi bir büyüklükte devrim yapmaktadır. Bu anlaşma, Avrupalı üretim merkezlerinin pek çok kısmının Türkiye’de üretime başlamasına katkı sunmaktadır. Türkiye otomotiv alanında en fazla Fransa, Almanya, İngiltere, İspanya ve İtalya ülkeleri ile ihracat gerçekleştirmektedir (OSD, 2020).



**Şekil 2.20.** Türkiye'nin Toplam İhracatı İçerisinde Otomotiv İhracatının Payı

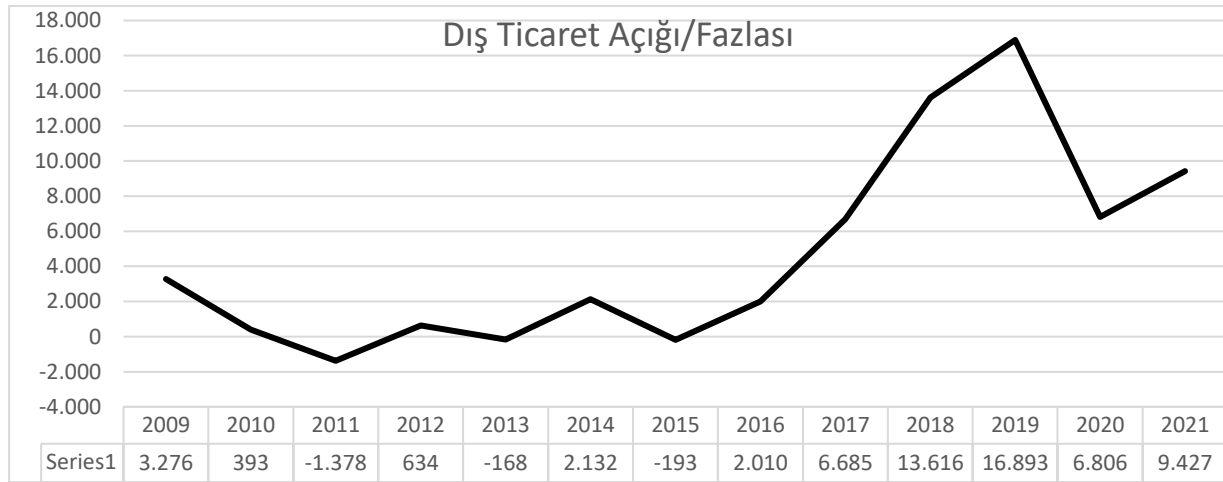
**Kaynak:** (OSD, 2020 ve OSD, 2015)

Şekil 2.20’de 2004 yılından başlayarak 2020 yılına dek Türkiye’nin toplam ihracatı bünyesinde otomotiv ihracat oranları yüzdelerle ifade edilmektedir.

Türkiye İhracatçıları Meclisi’nin yapmış olduğu çalışmalardan ulaşılan veriler kapsamında 2020 yılı için otomotiv sektörünün toplam ihracat içerisinde bulunmuş olduğu pay

oranı yüzde 13 şeklindedir. Başka sektörler ile kıyaslandığı zaman en fazla ihracat payına sahip sektör olarak otomotiv konuşulmaktadır (OSD, 2021).

Dış sermaye açığının denge içerisinde kalması ülkeler açısından önem teşkil etmektedir. Bunun en nitelikli sebebi, dış ticaret açığı oranının sabit olması ülkeleri dışarıya bağımlı halde olmaktan uzaklaştırmaktadır. Bahsedilen bu durumda milli gelir payının artış göstermesi ve halkın refah seviyesinin yükselmesi beklenmektedir. Otomotiv sektörünün yüksek paydalı ihracat oranlarına sahip olması dış ticaret dengesinin sabit kalması açısından önem teşkil etmektedir.



**Şekil 2.21.** Otomotiv Sektörünün Dış Ticaret Verileri (Milyon \$)

**Kaynak:** (OSD Dış Ticaret Raporu, 2021)

Şekil 2.21'e bakıldığında otomotiv sektörünün bünyesinde barındırdığı dış ticaret veri bilgileri milyon dolarları bulmaktadır. Kullanılan verilere bakıldığında 2011- 2015 seneleri arasında dalgalı bulunmasına karşın, 2015 yılı itibariyle istikrarlı olarak yükselişe geçmektedir. 2020 senesinde virüs salgını nedeninden dolayı düşüş yaşamaktadır. Yapısı bakımından değerlendirildiğinde otomotiv sektörü hem yatırım alanı hem de tüketim alanını kapsamakta olan bir sektördür (Akbulut, 2016).

1990 senesinin başında otomotiv endüstrisinde, esas olarak otomobil üretimine olan tercihin artması sebebiyle yan sanayide ve ana sanayide sıklıkla yatırımlar oluşturulması yönünde adımlar atılmaktadır.

Özellikle farklı sektörler ile kıyaslandığı zaman otomotiv sektörü daha baskın gelmektedir. Çünkü otomotiv sektörü için yapılmakta olan dış yatırımların payı oldukça önem arz etmektedir. Doğrudan oluşan bu alandaki yatırımların katkısıyla yabancı yatırımcılar Türkiye'deki düşük maliyetli işgücü ayrıca sektöre verilmekte olan teşviklerden

yararlanmaktadır. Türkiye ekonomisi de sektörde bulunmakta olan teknolojik bilginin fazlalaşması, global rekabet ve AR-GE harcamalarının artması, ihracata ve istihdamda sunmuş olduğu katkılardan yararlandığı bilinmektedir (Başbuğ ve Evlimoğlu, 2020).

Otomotiv sektörünün dinamik yapıda olması ve teknoloji güncellemeleri sebebiyle yeni tasarlanan model yatırımlarına devamlı olarak gereksinim duymaktadır. Bu sebeple, diğer yıllarda pazarlarda artışa rastlanan elektrikli taşıtların üretimi için yatırım oranlarının fazlalaşacağı beklenmektedir (Başbuğ ve Evlimoğlu, 2020).

### **4.3. RPA ve Otomotiv Sektörü**

Otomotiv sektörü büyük güçlüklerle karşılaşmaktadır ve ürün temini devamlı olarak çeşitlenmekte ve değişmektedir. Bu üretim sırasında esnekliğin bu alanda devamlı olarak önem edinmesinin sebeplerinden olarak bilinmektedir.

Yan sanayindeki ve otomotiv alanındaki büyük oranlarda olan üretimler esnasında başvurulan robot teknolojisi operatörler ve makineler bağlamında daha çok iş birliği esaslı çalışma alanları, daha fazla üretkenlik, kazanç ve verimlilik demektir.

Sanayi bazlı robotlarının faaliyete geçirilmesiyle otomotive entegrasyonu ile kazanılmakta olan bu gelişmeler, yalnızca son ürün için değil üretim evreleri kapsamında büyük bir katma değer oranı sunmaktadır. Robot kollarının etkisinin hafif olması, montaj güzergahına kolay kurulumuna benzer özellikler taşıması otomotiv sanayisi için en iyi taşıt durumuna getirmektedir.

Otomotiv sanayisinde robot teknolojisinin potansiyel varlığını açıklamaya çalışan başka bir avantaj ise birçok görev içerisinde bulunan hassasiyet başarısı olmaktadır. Bu da robot dallarının kalite faaliyetlerinde ve süreçlerinde, kontrole başarılı bir şekilde cevaplaması anlamında olarak yorumlanmaktadır. Ayrıca kaynak, parça kesimi ve kalıplama ile alakalı hassas ve tehlikeli olan işlevleri de başarıyla tamamlamaktadır. Yan sanayi ve otomotiv sektöründe maliyet yüksek olduğundan ve üretkenlik ile karlılık rekabetin artması noktasında önem teşkil eden bir sanayi organizasyonu olmaktadır.

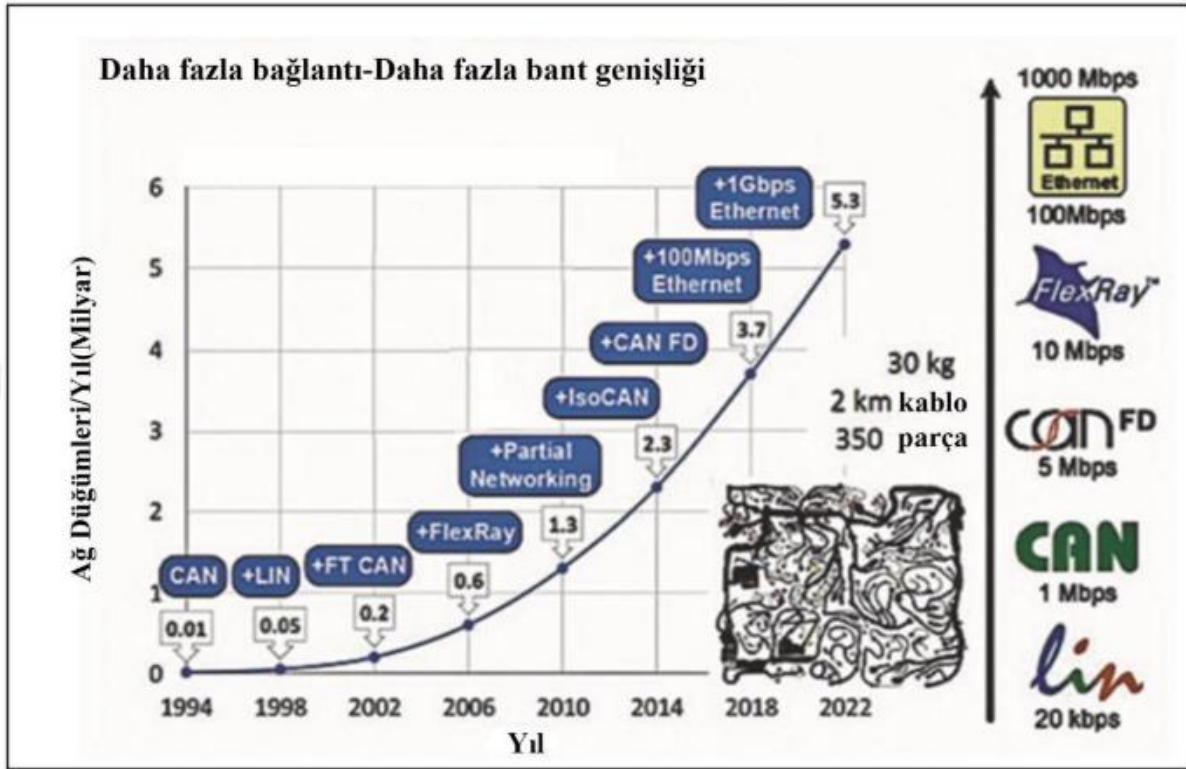
Çıkmakta olan ürünün kalite ya da montaj hattının kuvvetine etki etmeksizin gider miktarlarını düşürmek genel olarak bütün otomotiv şirketi için bir amaç niteliğinde olmaktadır. Üretim zamanlarını azaltmak için, montaj kısmını üretim gereksinim ve taleplerine bakıldığında daha uyarlanabilir ve esnek biçime getirmek amacıyla karlı bir duruma gelmesi anlamını taşımaktadır. Bütün bu sebeplerden dolayı araştırmacı kişiler, güçlükleri bertaraf etmek ayrıca

2030 yılına yönelik öngörülen durumlara hazırlıklı yakalanmak amacıyla en başarılı çözüm niteliğinde olarak robotlar akla gelmektedir.

### Teknolojinin Otomotiv Sektöründeki Yeri

BT gücü ve verimliliği bakımından süratli bir biçimde artış göstermesiyle beraber çağın gereksinimi olarak sayılmakta olan dijitalleşme ile teknolojinin hayatımızı kapsamakta olduğu alan gittikçe genişlik kazanmaktadır. Bilişim Teknolojileri alanında elde edilen güçteki artış seviyesinin sinonimi olarak açıklanan Moore yasası kapsamında yarım asır öncesinde entegre olan devrelerdeki transistör miktarının 18 ayda çarpı iki şeklinde katlandığına rastlayarak işlemci gücünün eksponansiyel bir yükselmeye geçtiği anlaşılmaktadır.

Otomotiv sektöründe kullanılmakta olan teknolojinin oluşmasına yardımcı olan etkenler çokça karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 2.22. Otomotiv Sektöründe Teknolojik Devrim

**Kaynak:** (Winkelhake, 2017)

BT gücünü çalışma modelleri bünyesinde verimli bir biçimde kullanabilen OEM'ler teknolojik fırsatlardan yararlanarak dijital çağa uyum sağlamaktadırlar. Otomotiv sanayisinde gelişmekte olan dijitalleşme ve teknolojik kullanım yolunu izleyecek olursak, VW, Audi, BMW

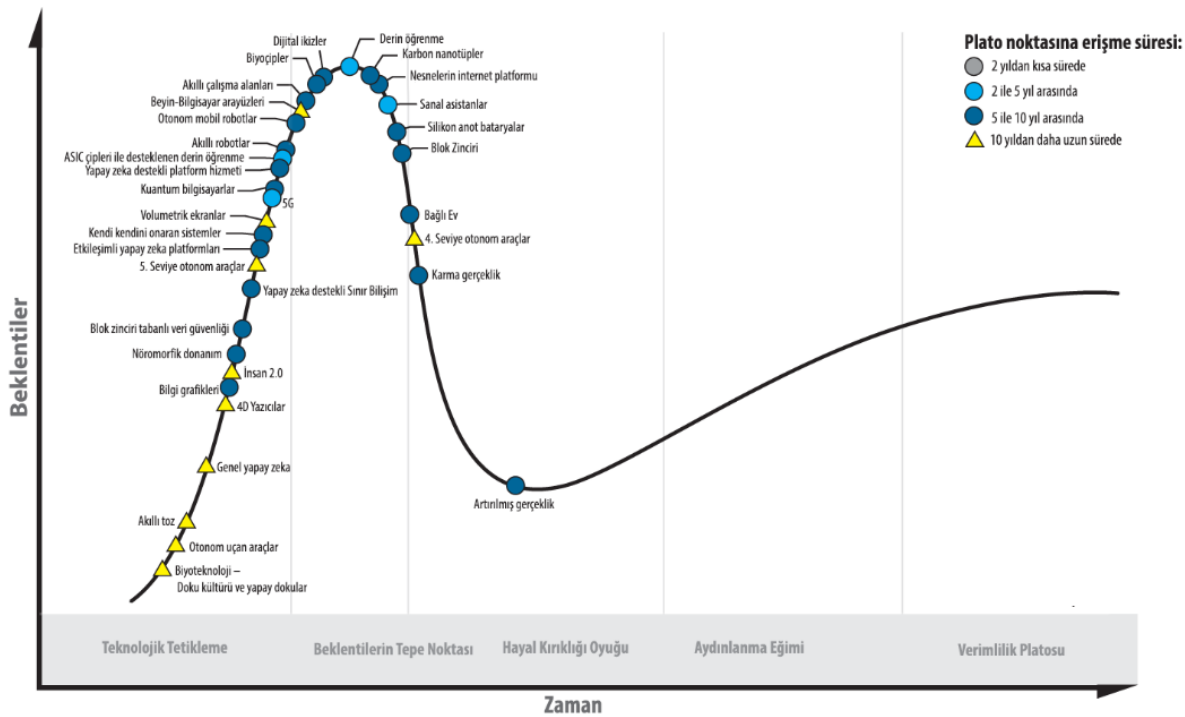
benzerinde geleneksel OEM'ler piyasaya henüz giriş yapmakta olan Tesla tarafından girmektedir.

Elektronik araç panosuna bakılarak, taşıtların yazılımına bulut aracılığıyla güncelleme bağlamında inovatif satış kanalları ve güncelleme hizmeti sayesinde teknolojik alanda dijital bir benchmark görevi görmektedir.

Otomotiv sanayisine yön verecek teknolojileri anlamlandırmak, daha iyi bir biçimde anlamak ve analizini yapmak için Gartner'ın inovasyon Hype Döngüsüne başvurulmaktadır. Gartner'ın tasarlamış olduğu modelde teknolojilerin gelişme evrelerini şirketlerin talebi doğrultusunda teknolojiden yararlanma durumlarını yansıtmaktadır.

Bu teknolojilerin hepsi daha otomotiv sektöründe dikkat çekmese dahi bu alanda yapılmış olan literatür çalışmaları bağlamında ilk pratik referanslara sahip koşullara bakarak bir perspektife sahip olunmaktadır.

## Gartner Teknoloji İlerleme Döngüsü, 2018



Şekil 2.23. Gartner Hype Döngüsü

Kaynak: (Gartner, 2019)

Sahip olunan teknolojilerin otomotiv sektöründeki yerini genel bir perspektifle anlamak üzere bilinen teknolojiler şunlardır:

- **Bulut Servisi:** Tedarik zincirinin kuvvetli olması için en büyük etkenlerin başında gelen bulut üstünden verilmekte olan hizmetler otomotiv şirketlerine BT donanım gider miktarını yüksek oranda düşürmelerine yardımcı olmaktadır. Hızlı bir değişkenliğe sahip olan alıcı isteklerine esnek biçimde yanıtlar vermek amacıyla bu hizmetlere başvurulmaktadır. Winhelhake (2017) 2030'da bulut servislerin otomotiv alanında kullanım biçiminin öngörüsünü dile getirmektedir. Bu öngörüye bakıldığında bilgisayar hafızası yüze 80 şeklinde olarak bulut sistemler çevresinden bulunmaktadır.
- **Nesnelerin İnterneti:** Bilişim teknolojilerinin maliyeti uygun sayılan ve şimdiden daha verimli duruma gelmesi durumunda sensör teknolojilerinde uygulama sahaları artmaktadır. IoT sözcüğü farklı nesnelere aracılığıyla elde edilmekte olan nesnelere elde edilmekte olan verileri web temelli olan uygulamalar üstünden entegrasyon yapmasının açıklamasıdır. Çeşitli alanlarda kullanılmakta olan bu teknoloji, otomotiv işletmelerinde imalat durumuna anlık olarak saydamlık getirerek müdahale etme olayını mümkün kılmaktadır.
- **Makine Öğrenimi:** AI sahasını kapsamakta olan bu teknoloji kolu farklı algoritmalarla faydalanarak verilerdeki tanımlanmış olan kalıpları bularak varsayım yapmasıdır. Tedarik zincirinde pek çok alanda faaliyet göstermekte olan makine öğrenimi, özellikle esneklik ve çevikliği sağlamak amacıyla yarar sağlamaktadır. Otomotiv parça isteği varsayımını keskin biçimde oluşturularak stok seviyesini kontrol etme bakımından üstünlük kurmaktadır.
- **Big Data ve Analitik:** Big data tanımlanması genellikle birçok kaynaklar aracılığıyla edinilmekte olan düzensiz ve yüksek düzenli veri tabanı olarak anılmaktadır. Bu kelime yükselmekte olan veri akımının oluşmasıyla ortaya çıkmaktadır. İki senede bir ikiye katlanmasıyla beraber 2021 senesinde 79 zeta byte'a ulaşmaktadır (Statista, 2022).
- **Blok Zinciri:** Finans sektöründe varlığını yeni oluşturan bu kavram faaliyetleri, bugüne baktığımızda otomotiv sektöründe pilot uygulamalara girmektedir.

## Endüstri 4.0'ın Yenilikçi Teknolojileri

Endüstri 4.0 sayesinde adı geçmekte olan on teknoloji faktörünün endüstri geleceğine yön vermesi beklenen durumlar arasına girmektedir. Bu faktörler şunlardır:

- i. Üç Boyutlu(3D) Yazıcılar
- ii. Nesnelerin İnterneti
- iii. Büyük Veri
- iv. Otonom Robotlar
- v. Simülasyon
- vi. Sistem Entegrasyonu
- vii. Bulut Bilişim Sistemi
- viii. Arttırılmış Gerçeklik
- ix. Akıllı Fabrikalar
- x. Siber Fiziksel Sistemler



**Şekil 2.24.** Endüstri 4.0 Terminolojisinin Unsurları

**Kaynak:** EBSO, “Sanayi 4.0” (Araştırma Müdürlüğü, Ekim-2015)

**Üç Boyutlu Yazıcılar:** Dijital üç boyutlu olan üç boyutlu bilgisayar verisini elle tutulabilir olan somut nesne biçimine çevirmekte olan makinelerdir. Çeşitli teknik ve türde baskı yapabilme alanı tanıyan 3D yazıcılar, otomotiv sektöründe ciddi bir yere sahiptir. Bahsi geçen yazıcılar ile elektronik motorlar ve parçalar haricinde bütün sistematik parçaların basımı olağan bir şekilde oluşmaktadır. Bakıldığında; önem arz eden bir gider miktarı avantajı sağlamakta olan yazıcılar vasıtasıyla dünya genelinde oranı her yıl yüzde 25-30 olan bir

büyüme sağlanmaktadır. Bu olayların haricinde otomotiv sektörü bakımından problem niteliği taşıyan unsurlardan birisi de kapasite sorunu olmaktadır.

**Nesnelerin İnterneti:** Endüstri 4.0'la birlikte gelmekte olan kapsamlı bir kavramdır. Dijital ağ ve internet gibi unsurlara erişebilmekte olan nesnelerin, sanal açıdan bir kimlik oluşturmasıyla sosyal ve fiziksel açıdan iletişim kurmaları literatürde pek çok kez kullanılmaktadır. İnternet kullanımı sayesinde nesnelere iletişim halinde olarak ve akıllı fabrika görevlerindeki işlerini başarıyla halledebilmektedirler. IoT teknolojisinin otomotiv sektöründe en çok bilinmekte olan örneği ise internet bağlantılı araçlar şeklinde ifade edilmektedir. IoT kullanımının dolaylı olarak ya da doğrudan kazandırmış olduğu avantajlar şu şekildedir:

- Fabrikalarda oluşmakta olan yönetim ve üretim sürecini gerçekleştirilmekte olan akıllı robotlardır.
- İstenmeyen olaylar ile karşılaşıldığı zaman üretimin otomatik olarak durması sağlanmaktadır.
- Tedarik zincirleri daha akıllı kıvamda faaliyetlerini sürdürmektedirler. Üzerlerine yerleştirilmekte olan sensörler ya da akıllı etiketler ürünlerin kendi yönetimini yine kendilerinin yapmasına olanak sağlamaktadır.
- Akıllı ölçüm cihazları ile optimum bir seviye belirlenerek gereksiz enerji kullanımı ve altyapı gider miktarının önü alınacaktır.
- Akıllı fabrikalarda üretim sürecinin robotik teknoloji ile faaliyete geçirmesi açısından insan kaynağına duyulmakta olan gereksinim de azalma yoluna gitmektedir.
- Bu gelişmelerin sonucu olarak gider miktarında oluşmakta olan azalma ile gelir ve kar düzeyi de artış gösterecektir.

**Büyük Veri:** Teknolojide beklenmekte olan muhtemel artışlar, internet ve farklı kaynakların günümüzde bakıldığı zaman önemli bir bölgede faaliyet göstermesi bilgiye ulaşma alanında kolaylık sağlamaktadır. Bunun sonucu olarak da bilgi paylaşımının yaygınlaşması dolayısıyla yanlış bilgi sorunu da ortaya çıkmıştır. Bundan sebeple yığılan bu bilgiler bilgi çöplüğü olarak açıklanmaktadır. Büyük veri; web sayfalarının internet istatistikleri, logoları sosyal medyaya yayınları, bloglar, mikrobloggerler GSM operatörleri vasıtasıyla elde edilmekte olan bilgilerin tümünü kapsamaktadır. Başka kaynaklardan elde edilmekte olan bilgilerin bir araya getirilmesi ayrıca doğru analiz çıkarmaları doğrultusunda şirketin stratejik kararlarını doğru biçimde almalarına ya da riskleri doğru şekilde yönetmeleri bakımından olanak sağlamaktadır. Bu nedenle markalar için önemli bir etkidir.

**Otonom Robotlar:** Robotlar genellikle eskiden programlanan işlevlerini yerine getirmekte olan cihazlar (elektro-magnetik) şeklinde açıklanmaktadır. Söz konusu olan akıllı robotlar, direkt olarak bir operatör denetimiyle çalıştıkları için bilgisayar programı vasıtasıyla çalışmaları da mümkündür. Gelişmiş literatürde “mekatronik” ya da “robotik” şeklinde de adlandırılmakta olan robot teknolojileri otomotiv endüstrisinde de geniş bir alanı kapsamaktadır (Alçın, 2016).

**Simülasyon:** Malzemelerin, ürünlerin ve üretim süreçlerinin teknolojik bir ortamda üç boyutlu şekilde doğrusal zamanlı verilerden faydalanarak taklit edilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Simülasyon teknolojileri sayesinde bu makineler, insanlarla birlikte fiziksel dünyanın sanal gerçekliği olarak yorumlanmaktadır.

**Sistem Entegrasyonu:** Birden çok mekanizmanın toplanması ve bu toplanan mekanizmaların tek bir sistem gibi faaliyet göstermelerini sağlamaktadır. Sistemlerin görevlerini arttırmak için alt sistemlerin entegrasyonunun sağlanması gerekmektedir. Böylece üretim daha verimli ve sorunsuz olmaktadır.

**Bulut Bilişim Sistemi:** Diğer isminin çevrimiçi bilgi dağıtımı olduğu bilinmektedir. Ortak bilgi aktarımına ulaşımı sağlamaktadır. Başka bir şekilde ifade edilecek olursa bulut bilişim bir hizmet unsurudur. Bu uygulama ana kaynakta bulunmakta olan yazılım bilgisi ile oluşan veriler sanal bir sunucuda toplanarak internet aktarımı yapılan her cihazda mevcut bilişim hizmetini sunmaktadır. Bilgisayar hard-diskleri benzerinde kullanılmayı hedeflemekte olan bu mekanizma ile veri depolama ve toplama özelliğinden ayrı olarak analiz yapmayı da mümkün kılmaktadır. Bu sistem sayesinde CRM daha ileri seviyelere giderek sektörde bulunmakta olan üreticilerin sürdürülebilir rekabet alanında da öncü olmaları beklenmektedir.

**Arttırılmış Gerçeklik:** Somut dünya anlamında çevredekilerin ve içindekilerin bilgisayar tarafından üretilmekte olan ses, grafik, görüntü ve GPS verileri ile çeşitlendirilerek ortaya çıkan canlı ve doğrudan gerçeklik olarak açıklanmaktadır. Başka bir yorumla doğruluğun bilgisayar paydasında değiştirilmesi ve arttırılması şeklinde ifade edilmektedir. Örnek verilmesi gerekirse otomobillerde ön camların birer arttırılmış gerçeklik ekranına dönüştürülmesiyle sürücülerin daha dikkatli olmalarına fayda sağlarken; acil durumlarda da daha hızlı ve kolay bir şekilde önlem alınması/ müdahale edilmesi sağlanmaktadır.

**Akıllı Fabrikalar:** Üretim aşamalarını sorunsuz, basit ve hızlı şekilde yönetmekte olan, çıkan ürünlerin daha kaliteli, daha sorunsuz ve daha uzun ömürlü sayıldığı otonom robotlar vasıtasıyla çıkan araçların daha kalitesiz ve daha uzun ömürlü şeklinde tanımlanmaktadır. Bu

fabrikalarda çalışanlar, otonom robotlar, birbirini denetleyen makineler ve başka üretim fonksiyonları ile etkileşim içerisinde olmaktadır. Akıllı fabrikalarda faaliyette olan üretim çalışmaları beden gücüne ihtiyaç duymaksızın üretimin sağlanması ekonomik alanda olumlu etkiler bırakmaktadır.

**Siber-Fiziksel Sistemler:** Gözleme, koordinasyon ve kontrol gibi üretim aşamalarında temel konseptlerin iletişim ve hesaplama bileşkesinden meydana gelen karma teknolojinin karma teknoloji ile yönetilmekte olan mekanizmalardır.

### **Endüstri 4.0'ın Türkiye Otomotiv Sektörüne Etkileri**

Endüstri 4.0'la doğrusal olarak birçok ülke ortaya çıkmakta olan gelişmelere ayak uydurma çabasına girmektedir. Bu ülkelerden biri de Türkiye'dir. Fakat Türkiye'nin gelir artışına sahip ekonomik ülkeler arasına girebilmesi için sanayi faaliyetlerini dikkatle gözlemleyerek global rekabette bulunması gerekmektedir. Bununla birlikte yüksek katma değerli sektörler arasında bulunmak doğru bir tercih olacaktır. "Akıllı Üretim Mekanizmalarına Hizmet Eden Öncü ve Kilit Teknolojileri" bulmak amacıyla TÜBİTAK söz konusu olan sektörlerde Ar-Ge tarafından desteklenmekte olan 1000 civarında özel kuruluş üzerinde bir anket çalışması uygulamaktadır. Ulaşılan bulgularda Türkiye'nin bulunduğu dijital uygunluk seviyesinin Endüstri 2.0 ve Endüstri 3,0 arasında olduğu bilinmektedir.

Sektörel alanda bakıldığında, otomotiv endüstrisinin olgunluk açısından ilerleme kaydettiği görülmektedir. Bundan ötürü otomotiv sanayisinin Endüstri 4.0'da daha çabuk entegrasyon sağlayacağı düşünülmektedir (Alçın, 2016).

Dünya genelinde bulunmakta olan pek çok ülkede Endüstri 4.0 sahasında ortaya çıkmakta olan gelişmeler endüstri sanayisindeki dijital dönüşüm bakımından hız kazandırmaktadır. Uyum sürecinde yapılmış olan çalışmalar şunlardır (Genç, 2017); Türkiye'ye ait olan yüksek teknolojili üretim sahasında uluslararası rekabetin çoğalmasına yardımcı olacak akıllı mekanizmalara geçiş hususundaki ilk adım 2016 senesinde Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu bünyesinde gerçekleştirilmiştir. Bu sırada birtakım kararlar alınmıştır. Alınan kararlar konusundaki çalışmalar, TÜBİTAK ve Sanayi Bakanlığı, Teknoloji Bakanlığı'nca yürütülmektedir. Bu şekilde gösterilmektedir (TÜBİTAK, 2016).



**Şekil 2.25.** BTYK'nın 2016/101 No.'lu Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmaların Yapılması Kararı

**Kaynak:** (TÜBİTAK, Bilim Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı)

Şekilde görüldüğü üzere TÜBİTAK ve BSTB sanayisindeki dijital dönüşüme sahip çıktığı bilinmektedir. Yapılmakta olan çalışmalarda Türkiye'nin sanayisinin global pazarlarda rekabet avantajı elde edilmesi hedeflenmektedir.

Endüstri 4.0 konusunda yapılmış olan diğer bir çalışma; TEPAV ve TOBB katılımıyla yapılmıştır. Çalışma iki evreden oluşmaktadır. İlk evrede farkındalık yaratmak ve mevcut kapasiteyi belirlemek esas alınmıştır. Bu çalışmayla Türkiye'nin Endüstri 4.0'a uyum sağlaması için Endüstri 4.0 kavramını tanımlamak, açıklamak, farkındalık yaratmak ve öğretmek çabası baş göstermektedir.

Konuyla alakalı süregelen çalışmalardan diğeri de EBSO katılımı sayesinde gerçekleştirilmektedir. Endüstri 4.0'ın amaçladığı unsurlara ulaşmak amacıyla sektörlerden hangisine yoğunlaşacağı belirlenmeli ve o yönde bir yola çıkılması gerekmektedir.

## 5. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE RPA ÜZERİNE BİR UYGULAMA: VECTO

### 5.1 Vecto'nun Tanımı ve Temel Özellikleri

Vecto, Avrupa Birliği'nin ağır ticari araçların enerji tüketimini ve CO2 emisyonlarını hesaplamak için geliştirdiği bir araçtır. Bu araç, araçların türüne, ağırlığına, aerodinamik yapısına ve diğer özelliklerine dayanarak, belirli bir aracın enerji tüketimini ve emisyonlarını tahmin etmek için karmaşık bir model kullanır.

Vecto'nun temel özellikleri arasında şunlar bulunur:

- **Araç özelliklerine dayalı tahminler:** Vecto, aracın teknik özellikleri (örneğin, motor tipi, ağırlık, lastiklerin özellikleri) gibi faktörlere dayanarak aracın enerji tüketimini ve CO2 emisyonlarını tahmin eder.
- **Standart bir test prosedürü:** Vecto, standart bir test prosedürü kullanarak araçların enerji tüketimini ve emisyonlarını hesaplar. Bu prosedür, araçların farklı hızlarda, farklı yük durumlarında ve farklı yol şartlarında nasıl performans göstereceğini tahmin etmek için tasarlanmıştır.
- **Güncellenebilir veri tabanı:** Vecto, güncellenebilir bir veri tabanına sahiptir ve araç üreticileri tarafından sağlanan en son verileri kullanarak tahminlerini güncel tutar.

### 5.2 Vecto'nun Avrupa Birliği Tarafından Getirilen Düzenlemelerle İlişkisi

Vecto, Avrupa Birliği tarafından ağır ticari araçların enerji verimliliğini artırmak ve CO2 emisyonlarını azaltmak için getirilen düzenlemelerle yakından ilişkilidir. AB, ağır ticari araçların enerji verimliliği ve emisyonları konusunda hedefler belirlemiş ve Vecto gibi araçları kullanarak bu hedeflerin izlenmesini ve değerlendirilmesini sağlamıştır. Vecto'nun kullanımı, AB'nin sürdürülebilir ulaşım politikalarını desteklemekte ve araç üreticilerini daha çevre dostu araçlar geliştirmeye teşvik etmektedir.

### 5.3 Vecto'nun Otomotiv Endüstrisindeki Rolü ve Önemi

Vecto, otomotiv endüstrisinde çevresel sürdürülebilirliği artırmak için kritik bir rol oynamaktadır. Araç üreticileri, Vecto'nun sağladığı verileri kullanarak araçlarını daha verimli hale getirebilirler. VECTO sadece AB'nin Paris Anlaşması'ndaki taahhütlerine daha yakınlaşmasını sağlamakla kalmıyor, aynı zamanda nakliye şirketlerinin kendi CO2 azaltma hedeflerini karşılamalarına ve yakıt maliyetlerinden tasarruf etmelerine de yardımcı olmaktadır.

Ayrıca, Vecto'nun kullanımıyla, araç üreticileri sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma ve çevre dostu araçlar geliştirme konusunda daha bilinçli kararlar alabilirler (ICCT, 2023).

#### **5.4 Vecto'nun Otomotiv Sektöründeki Kullanımıyla İlgili Örnek Vakalar**

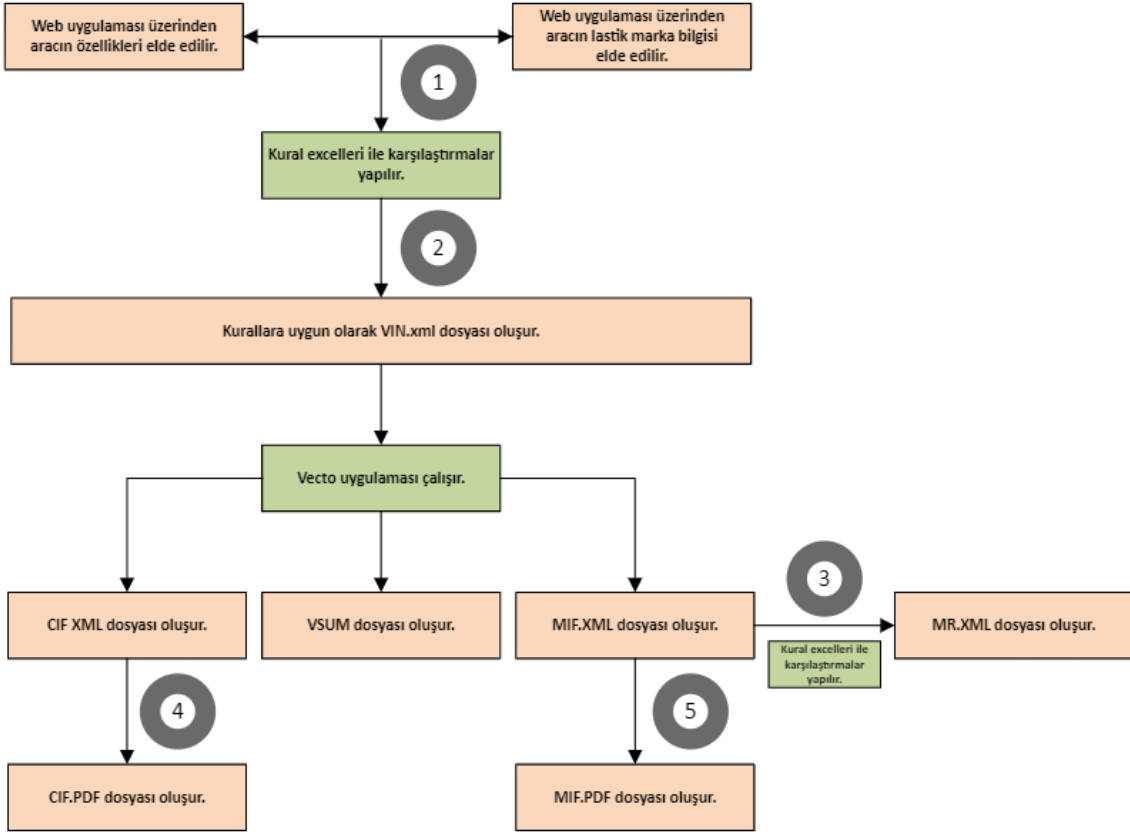
- Araç üreticileri, Vecto'nun verilerini kullanarak mevcut araçlarının enerji tüketimini ve emisyonlarını değerlendirir ve daha çevre dostu modeller geliştirmek için tasarım değişiklikleri yapar.
- Otomotiv şirketleri, Vecto'nun sunduğu analitik ve simülasyon araçlarını kullanarak araç tasarımı sürecini optimize edebilirler. Örneğin, aerodinamik simülasyonlarla aracın yakıt verimliliğini artırabilir veya çarpışma testleriyle aracın güvenlik performansını değerlendirebilirler.
- Otomotiv üreticileri, Vecto'nun veri analizi ve AI yeteneklerini kullanarak üretim süreçlerini iyileştirebilirler. Örneğin, üretim hatlarında AI destekli robotlarla işgücü verimliliğini artırabilir veya veri analiziyle arıza ve bakım süreçlerini optimize edebilirler.
- Otomotiv şirketleri, Vecto'nun tedarik zinciri yönetimi için sunduğu analitik araçları kullanarak tedarikçi performansını izleyebilir, stok seviyelerini optimize edebilir ve lojistik süreçlerini iyileştirebilirler. Örneğin, talep tahmini modelleriyle tedarikçi siparişlerini optimize edebilir veya lojistik rotalarını optimize ederek maliyetleri azaltabilirler.
- Lojistik şirketleri, araç filosunun enerji verimliliğini artırmak için Vecto'nun tahminlerini kullanarak rotalarını optimize eder ve daha verimli araçları tercih eder.
- Kamu kuruluşları, Vecto'nun sağladığı verileri kullanarak toplu taşıma araçlarının enerji tüketimini ve emisyonlarını izler ve sürdürülebilirlik hedeflerini izler.

Bu örnek vakalar, Vecto'nun otomotiv endüstrisinde nasıl kullanılabileceğini ve çevresel sürdürülebilirliği nasıl destekleyebileceğini göstermektedir.

## 5.5 Vecto'nun RPA ile Birlikte Otomotiv Endüstrisindeki Uygulaması

Robot her gün belirlenen saatinde sürecin çalışması için gerekli olan şablon dosyalarını belge yönetim sistemi uygulamasından web servis aracılığıyla indirir. Sürecin çalışması için gerekli XML şablonları sürece ait oluşturulan ortak alanındaki AirDrag, Axle, Engine, Gearbox, Retarder, TorqueLimits, Tyre dizinlerine indirilir. Bu XML dosyaları ortak alanda tarih bazlı kırılımlarla tutulmaktadır. Yaklaşık 200'den fazla dosya bulunmaktadır. Her bir araca ait Weight dosyaları belge yönetim sistemi uygulamasından web servis aracılığıyla indirir.

Günlük çalışacak olan VIN kodları VIN klasörüne indirilir. İlgili araca ait tüm özelliklerin olduğu Feature List kodları ve lastik bilgileri web uygulaması üzerinden indirilir. Aracın her bir özelliğinin belirtildiği kural exceli bulunmaktadır. Robot kural exceli ile Feature List'i karşılaştırıp doğru componentleri birleştirerek Vehicle XML dosyasını oluşturur. Bu XML oluşturulurken aracın üretim tarihi dikkate alınır. Üretim tarihinden önce oluşturulan kural ile eşleşen xml seçilir. Bu xml içerisinde robot gerekli ayıklama işlemlerini yapar ve ihtiyacı olan alanları alır. Eğer kural ile eşleşen xml olmaması durumunda robot ilgili kişilere mail, teams gibi iletişim kanallarından otomatik uyarılar gönderir. Başarılı şekilde oluşan bu Vehicle XML'in Vecto uygulamasında çalışmasını sağlar. Vecto uygulamasında çalıştıktan sonra CIF XML, MIF XML ve VSUM dosyaları oluşur. Robot bunların raporlanabilir olması adına CIF ve MIF XML'lerinden ilgili kuralları uygulayarak CIF\_PDF ve MIF\_PDF'i elde eder. MIF PDF'te oluşan Hash kodunu her bir araç için Avrupa Komisyonu sistemine yüklemek üzere elde eder. MIF XML'den ilgili kural exceline göre MR XML robot tarafından oluşturulup Avrupa Komisyonu sistemine yüklenmek üzere hazır hale getirilir. İşlem sonucunda her bir araç için oluşan 7 dokümanı belge yönetim sistemine yükler. Şekil 2.26'da RPA ve Vecto entegrasyonu için süreç diyagramı verilmiştir.



**Şekil 2.26.** RPA ve Vecto Entegrasyonu Süreç Diyagramı

Bu uygulama analiziyle, Vecto'nun otomotiv endüstrisinde enerji verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik konusundaki kritik rolü detaylı bir şekilde incelenmiştir. Vecto, Avrupa Birliği'nin ağır ticari araçların enerji tüketimini ve CO2 emisyonlarını hesaplamak için geliştirdiği bir araç olarak, araç üreticilerine ve lojistik şirketlerine önemli faydalar sağlamaktadır. Vecto'nun sağladığı veriler, araç üreticilerinin daha çevre dostu ve verimli modeller geliştirmelerine olanak tanırken, lojistik şirketleri için de yakıt maliyetlerini düşürme ve çevresel hedeflere ulaşma konusunda değerli bir rehber sunmaktadır.

Vecto'nun, RPA ile entegrasyonu, otomotiv endüstrisinde önemli bir yenilik olarak öne çıkmaktadır. RPA ile Vecto'nun birleşimi, manuel olarak gerçekleştirilen işlemleri otomatikleştirerek zaman ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Bu entegrasyon, hatasız bir şekilde çalışarak, üretim süreçlerinin daha verimli hale gelmesine ve teknik belgelerdeki hataların en aza indirilmesine katkıda bulunur. RPA, insan eforunu önemli ölçüde azaltarak, işletmelerin iş gücü verimliliğini artırmakta ve ciddi cezai yaptırımların önüne geçmektedir. Bu işlemlerin tamamını manuel olarak insan eforu yaklaşık 180 dakika iken robot tüm bu işleri hatasız şekilde ortalama 8 dakikada yapmaktadır. Zaman, maliyet tasarrufu ve 0 hata ile çalışması açısından RPA için çok katma değerli bir projedir. İşlem sonunda yüzlerce sayfa

üretilen teknik belgelerde en ufak bir hatanın şirkete çok ciddi cezai yaptırımları olacağı aşikardır. Bu sebeple robotun sağladığı katma değer çok kritiktir. Tam Zamanlı Eşdeğerlik (FTE) Kazancı şu şekilde hesaplanır;

$$1 \text{ insanın yıllık süreç eforu} = \text{Ortalama Yıllık İşlem Adedi} \times \text{Manuel İşlem Süresi}$$

$$1 \text{ insanın yıllık süreç eforu} = 6000 \times 180 = 1.080.000 \text{ dakika}$$

$$1 \text{ insanın yıllık çalışma vakti} = \text{Haftalık Çalışma Süresi (dk)} \times \text{Hafta Sayısı}$$

$$1 \text{ insanın yıllık çalışma vakti} = 45 \times 60 \times 52 = 140.400$$

$$\text{Kazanç} = 1.080.000 / 140.400 = 7.7$$

Tablo 2.5'te görüleceği üzere robot yaklaşık 8 personelin yaptığı işi yaparak bir kazanç sağlamıştır.

Ortalama Yıllık İşlem Adedi	Manuel 1 adet İşlem Süresi (dk)	Robot 1 adet İşlem Süresi (dk)	FTE Kazancı
6000	180	8	7,7

**Tablo 2.5.** Vecto Sürecinin FTE Kazancı

Vecto ve RPA'nın birlikte kullanımı, otomotiv endüstrisinde sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için güçlü bir araçtır. Bu entegrasyon sayesinde, enerji verimliliği artırılabilir, karbon ayak izi azaltılabilir ve çevresel etkilerin izlenmesi ve değerlendirilmesi için daha iyi analiz araçları sağlanabilir. Sonuç olarak, otomotiv endüstrisi, Vecto ve RPA'nın sunduğu avantajları kullanarak daha çevre dostu üretim süreçlerine geçiş yapabilir ve sürdürülebilirlik hedeflerine daha etkili bir şekilde ulaşabilir. Bu sonuçlara bakarak, dijital dönüşümün ve teknolojik yeniliklerin işletmelerin çevresel sürdürülebilirlik konusundaki çabalarına nasıl katkı sağlayabileceğini görülmektedir.

## 5. SONUÇ

Otomotiv endüstrisi, çevresel sürdürülebilirliği artırma ve çevresel etkileri azaltma konusunda giderek daha fazla baskı altındadır. Artan düzenleyici gereksinimler ve toplumun sürdürülebilirlik konusundaki farkındalığının yükselmesi, endüstriyi daha çevre dostu uygulamalara yönlendirmektedir. Bu bağlamda, RPA ve Vecto gibi teknolojik çözümler, otomotiv sektöründe önemli bir potansiyele sahiptir.

Bu çalışma, RPA ve Vecto'nun otomotiv endüstrisinde sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada nasıl önemli bir rol oynayabileceğini detaylı bir şekilde inceledi. Bu teknolojilerin endüstriyel uygulamalardaki avantajları, karşılaştığı zorluklar ve gelecekteki potansiyeli üzerinde duruldu. Araştırma, bu teknolojilerin iş verimliliğini artırma, maliyetleri düşürme ve çevresel etkileri azaltma konularında önemli katkılar sağlayabileceğini göstermektedir.

RPA, otomotiv sektöründe iş süreçlerini otomatikleştirerek verimliliği artırma ve maliyetleri düşürme potansiyeline sahiptir. Üretim hatlarında tekrarlayan görevlerin otomatikleştirilmesi, insan hatalarının azaltılması ve iş süreçlerinin hızlandırılması gibi faydalar sağlamaktadır. Ayrıca, tedarik zinciri yönetimi, satış ve müşteri hizmetleri gibi alanlarda da RPA uygulamaları ile önemli iyileştirmeler yapılabilmektedir.

RPA teknolojisi, üretim hatlarında tekrarlayan ve manuel olarak gerçekleştirilen görevlerin otomatikleştirilmesine olanak tanır. Bu, üretim süreçlerinde verimliliği artırırken, işçilik maliyetlerini düşürür ve insan hatalarını en aza indirir. Özellikle, parça montajı, kalite kontrol ve envanter yönetimi gibi süreçlerde RPA'nın kullanımı, işletmelerin üretim kapasitesini ve performansını önemli ölçüde artırabilir.

Tedarik zinciri yönetimi, otomotiv endüstrisinde kritik bir rol oynamaktadır. RPA, tedarik zinciri süreçlerini otomatikleştirerek, sipariş takibi, stok yönetimi ve tedarikçi iletişimi gibi görevleri daha etkin ve verimli hale getirir. Bu, tedarik zinciri operasyonlarının daha hızlı ve hatasız bir şekilde yürütülmesini sağlar, bu da genel tedarik zinciri performansını iyileştirir.

RPA, otomotiv sektöründe satış ve müşteri hizmetleri süreçlerini de önemli ölçüde iyileştirebilir. Sipariş işleme, fatura oluşturma, müşteri taleplerini yönetme ve satış sonrası destek gibi görevler, RPA ile otomatikleştirilerek, müşteri memnuniyetini artırır ve operasyonel maliyetleri düşürür. Ayrıca, RPA'nın analitik yetenekleri, müşteri davranışlarını ve taleplerini daha iyi anlamak için kullanılabilir.

Vecto, araçların enerji tüketimini ve emisyonlarını daha doğru bir şekilde hesaplayarak çevresel sürdürülebilirliğe önemli katkılar sağlamaktadır. Bu araç, otomotiv üreticilerinin araç tasarımında daha bilinçli kararlar almasına yardımcı olurken, aynı zamanda düzenleyici gereksinimlere uyum sağlamalarını kolaylaştırmaktadır. Vecto'nun kullanımı ile yakıt verimliliğinin artırılması ve CO2 emisyonlarının azaltılması hedeflenmektedir.

Vecto, araçların enerji tüketimi ve emisyonlarını modelleyerek, üreticilere bu konularda değerli bilgiler sağlar. Bu bilgiler, araçların tasarım sürecinde daha enerji verimli ve düşük emisyonlu araçlar geliştirmek için kullanılabilir. Özellikle, aerodinamik tasarım, motor verimliliği ve hafif malzemelerin kullanımı gibi alanlarda yapılan iyileştirmeler, yakıt tüketimini azaltarak, CO2 emisyonlarını düşürür.

Avrupa Birliği gibi düzenleyici kurumlar, araçların enerji verimliliği ve emisyonları konusunda katı kurallar koymaktadır. Vecto, bu düzenleyici gereksinimlere uyumu sağlamak için kullanılır. Araç üreticileri, Vecto'nun sağladığı verileri kullanarak, düzenleyici gereksinimlere uyum sağlamak için gerekli değişiklikleri yapabilirler. Bu, hem yasal uyumluluğu sağlamak hem de çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak açısından önemlidir.

Ancak, RPA ve Vecto'nun otomotiv endüstrisinde tam olarak kullanılabilmesi için bazı engellerin aşılması gerekmektedir. Entegrasyon zorlukları, veri güvenliği endişeleri ve kültürel değişim gibi faktörler, bu teknolojilerin yaygın olarak benimsenmesini engelleyebilir. Örneğin, RPA uygulamalarının mevcut sistemlerle entegrasyonu teknik zorluklar yaratabilirken, veri güvenliği konusundaki endişeler de önemli bir engel oluşturmaktadır. Ayrıca, bu teknolojilerin benimsenmesi sürecinde organizasyonel kültürdeki değişiklikler ve çalışanların yeni teknolojilere adaptasyonu da dikkate alınması gereken önemli unsurlardır.

Bu engellerin üstesinden gelmek için, uygun stratejilerin ve politikaların geliştirilmesi ve organizasyonel değişim yönetiminin dikkatlice planlanması gerekmektedir. Gelecekteki araştırma ve uygulama için öneriler şunları içerebilir:

### ➤ **Kapsamlı İncelemeler**

RPA ve Vecto'nun otomotiv endüstrisindeki kullanımının daha kapsamlı bir şekilde incelenmesi ve gerçek dünya uygulamalarının değerlendirilmesi. Bu, teknolojilerin etkilerini daha iyi anlamak ve optimize etmek için önemlidir. Özellikle, farklı üreticiler ve süreçler üzerindeki etkilerin detaylı bir şekilde analiz edilmesi, genel geçer sonuçlara ulaşmayı sağlar.

### ➤ **Teknolojik Gelişmelerin İzlenmesi**

Teknolojik gelişmelerin izlenmesi ve RPA ile Vecto'nun yeni özelliklerinin ve entegrasyonların keşfedilmesi. Yeni teknolojik gelişmeler, bu çözümlerin etkinliğini artırabilir ve yeni uygulama alanları ortaya çıkarabilir. Örneğin, yapay zekâ ve makine öğrenimi gibi ileri teknolojilerin RPA ve Vecto ile entegrasyonu, daha akıllı ve verimli süreçlerin geliştirilmesine olanak tanır.

### ➤ **Teşvik Edici Politikalar**

İşletmelerin ve endüstri liderlerinin RPA ve Vecto gibi teknolojik çözümleri benimsemesi ve bu teknolojilere yatırım yapması için teşvik edici politikaların oluşturulması. Bu, teknolojilerin yaygınlaşmasını ve benimsenmesini hızlandırabilir. Devlet teşvikleri, vergi indirimleri ve destek programları, işletmelerin bu teknolojilere yatırım yapmalarını teşvik edebilir.

### ➤ **Uzun Vadeli Etkilerin Analizi**

RPA ve Vecto'nun otomotiv endüstrisindeki etkilerinin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki uzun vadeli etkilerinin analiz edilmesi ve değerlendirilmesi. Uzun vadeli analizler, bu teknolojilerin sürdürülebilirlik hedeflerine nasıl katkı sağladığını daha net bir şekilde ortaya koyabilir. Bu analizler, gelecekteki stratejilerin ve politikaların şekillendirilmesine de yardımcı olabilir.

Sonuç olarak, RPA ve Vecto gibi teknolojik çözümler, otomotiv endüstrisinin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasına önemli bir katkıda bulunabilir. Ancak, bu teknolojilerin tam potansiyelini gerçekleştirmek için, endüstri liderlerinin ve politika yapıcıların bu teknolojilere yatırım yapması ve uygun stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu, sadece çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmayı kolaylaştırmakla kalmayacak, aynı zamanda otomotiv endüstrisinin rekabet gücünü artıracak ve gelecekte daha sürdürülebilir bir endüstri yapısının oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

RPA ve Vecto'nun başarılı bir şekilde entegrasyonu ve kullanımı, otomotiv endüstrisinde hem ekonomik hem de çevresel faydalar sağlayacaktır. Bu teknolojiler, üretim süreçlerinde verimliliği artırırken, enerji tüketimini ve karbon emisyonlarını azaltarak çevresel sürdürülebilirliği destekleyecektir. Endüstrinin bu teknolojilere uyum sağlaması ve benimsemesi, gelecekte daha yeşil ve verimli bir otomotiv sektörü için kritik bir adım olacaktır.

Bu çalışma, RPA ve Vecto'nun otomotiv endüstrisinde sunduğu fırsatları ve karşılaştığı zorlukları detaylı bir şekilde ele alarak, bu teknolojilerin endüstrideki potansiyelini ve sürdürülebilirlik hedeflerine katkılarını vurgulamaktadır. Endüstri liderlerinin, politika yapıcıların ve araştırmacıların bu bulgular ışığında hareket etmeleri, otomotiv sektörünün gelecekte daha sürdürülebilir ve rekabetçi olmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

- Aguirre, S., & Rodriguez, A.** (2017). Automation of a Business Process Using Robotic Process Automation (RPA): A Case Study. In *Applied Computer Sciences in Engineering*
- AI Multiple** (2020). "What is RSO, How it works, top RSO tools pf 2020", <https://blog.aimultiple.com/RSO/#use-cases> market adresinden erişildi.
- Akbaş, M., & Küçükdeniz, T.** (2018). Türkiye’de Hizmet Veren Otomotiv Firmalarının Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Performanslarının Değerlendirilmesi.
- Akbulut, İ.** (2016). *Gri İlişkisel Analiz ile Tedarik Zinciri Performansının Değerlendirilmesi Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Aksu, S.** (2011) Türkiye’de *Otomotiv Sektörüne Yönelik Vergi Uygulamalarının Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kırıkkale
- Alberth, M., & Mattern, M.** (2017). Understanding robotic process automation (RPA). *Journal of Financial Transformation*, 46, 54-61.
- Alçın, S.** (2016). "Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0". *Journal Of Life Economics*,
- Asatiani, A., & Penttinen, E.** (2016). Turning robotic process automation into commercial success – Case OpusCapita. *Journal of Information Technology Teaching Cases*, 6(2), 67-74.
- Atalay, M. & Çelik, E.** (2017). Büyük Veri Analizinde Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi Uygulamaları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(22), 155-172.
- Ayaz, T.** (2010). *Otomotiv Endüstrisinde Stratejik Yönetim*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Turkey.
- Aydın, H.** (2019, Ocak). Makine Yüksek Mühendisi: "İnandık ve Başardık ama Sebat Etmediler, *Mühendis ve Makina*, 16-22.
- Bağcı E.** (2018). Endüstri 4.0: Yeni üretim tarzını anlamak, *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi* 9 (24), 122-146.
- Bakan, S., & Selci, H.** (2019). Türkiye’nin seçilmiş beş Avrupa Birliği ülkesiyle otomotiv sektöründe endüstri içi ticaretinin incelenmesi (2008-2017). *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 6(13), 31-54.

**Başbuğ, A. K., & Evlimoğlu, U.** (2020). Otomotiv sektörünün Türkiye ekonomisini makroekonomik olarak etkileme mekanizmaları ve sektöre yönelik bir analiz. *Third Sector Social Economic Review*, 55(1), 134-154.

**Bedir, A.** (2002). Türkiye'de otomotiv sanayii gelişme perspektifi (Vol. 2660). DPT

**Bedir, Atilla** (2002). *Türkiye'de Otomotiv Sanayi Gelişme Perspektifi*, Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı Yayınları.

**Blue Prism** (2018), Understanding RPA Scalability: The Blue Prism Example, [Erişim:16.05.2024, <https://www.blueprism.com/uploads/resources/white-papers/Understanding-RPA-ScalabilityThe-Blue-Prism-Example-1.0.pdf>]

**Chen, L., ve diğerleri.** (2020). "VECTO'nun Otomotiv Endüstrisinde Çevresel Sürdürülebilirlik Açısından Önemi Üzerine Bir Değerlendirme". *Otomotiv Teknolojileri ve Çevre Dergisi*, Cilt 10, Sayı 2, 50-65.

**Choi, D., R'bigui, H., Cho, C.** (2020), "Robotic Process Automation Implementation Challenges", Pattnaik, P.K. (Ed.), Sain, M. (Ed.), Al-Absi, A.A. (Ed.), Kumar, P. (Ed.), *Proceedings of International Conference on Smart Computing and Cyber Security*, Singapore: Springer: 297–304.

**Czarnecki, C., & Fettke, P.** (2021). *Robotic Process Automation: Management, Technology, Applications*.

**Çalışkan, L. S., & Kıran, S.** (2020). İş Süreçlerinin Otomasyonunda Rso'nin Faydaları. *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*, 1-13.

**Çentik, G.** (2013). *Makine Öğrenmesi Yöntemlerinin Polisomnografik Verilere Uygulanması*. (Doktora tezi).

**Çetin, A. K.** (2006). Türkiye'de Ekonomi Politikalarının Etkinliği, *Uluslararası Ekonomi Konferansı*, 11-13 Eylül, Sheraton Kongre Merkezi, Ankara.

**Davutoğlu, N. Atalay, B. Akgül, Erşan Y.** (2017) "İşletme Yönetiminde sanayi 4.0 Kavramı ile Farkındalık Oluşturarak Etkin Bir Şekilde Değişimi Sağlamak" (*ASOS JOURNAL-Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, s.52).

**Deloitte.** (2019). *Automation with Intelligence: Reimagining the Organisation in the 'Age of With'*.

**Demir, A., ve diğeri.** (2019). "Otomotiv Sanayisinde Araç Enerji Tüketimi Hesaplama Aracı (VECTO) ve Çevresel Etkileri". *Otomotiv Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 45-58.

**Deniz C., & Cakir M.** (2018). In-line stereo-camera assisted robotic spot-welding quality control system. *Industrial Robot* 45 (1), 54-63, 2018.

**Doğuş, Ö.** (2021). Robotic process automation (RPA) applications in COVID-19. In *Management Strategies to Survive in a Competitive Environment: How to Improve Company Performance* (pp. 233-247). Cham: Springer International Publishing.

**Ekstrom M. P.,** (2012). *Digital image processing techniques*. Academic Press, Second Edition, 2, 372, 2012

**Engin.C & Polat.E.** (2010). Türk Otomotiv Sektörü ve Küresel Finansal Krizin Sektöre Etkileri (1996 – 2009). *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 2(1), 35-

**Everest Group: Robotic Process Automation Annual Report**(2018).

**Faheem M., Shah S. B. H., Butt R. A., Raza B., Anwar M., Ashraf, M. W., Gungor, V. C.,** Smart grid communication and information technologies in the perspective of Industry 4.0: Opportunities and challenges. *Computer Science Review* 30, 1-30, 2018.

**Flehsig, C., Anslinger, F., & Lasch, R.,** (2022). Robotic process automation in purchasing and supply management: a multiple case study on potentials, barriers, and implementation. *ScienceDirect*.

[Erişim:10.05.2024, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1478409221000522>]

**Fysikopoulos, A., Anagnostakis, D., Salonitis, K., & Chryssolouris, G.** (2012). An empirical study of the energy consumption in automotive assembly. *Procedia Cirp*, 3, 477-482.

**Gartner,** (2019). 5 Trends emerge in the gartner hype cycle for emerging technologies.

**Gazova, A., Papulova, Z., & Smolka., D.,** (2022). Effect of business process management on level of automation and technologies connected to industry 4.0. *ScienceDirect*. [Erişim: 15.05.2024, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705092200360X>]

**Giampieri, A., Ling-Chin, J., Taylor, W., Smallbone, A., and Roskilly, A. P.** (2019). Moving towards low-carbon manufacturing in the UK automotive industry. *Energy Procedia*, 158, 3381-3386.

**Godlevskaja, O., Iwardeen, J. & Wiele, T.** (2011). Moving from product-based to service-based business strategies: Services categorisation schemes for the automotive industry.

*International Journal of Quality & Reliability Management*, 28(1), 62-94. [Erişim: 15.05.2024, <https://doi.org/10.1108/02656711111097553>]

**Görener, Ö., & Görener, A.** (2008). Otomotiv Endüstrisinin Türkiye Ekonomisindeki Yeri: Sektörel Bir İnceleme. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(26), 306-319.

**Habir, İ.** (2019). *Sanayide sıfır karbondioksit salınımı için model geliştirilmesi ve otomotiv üretim endüstrisine uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, İstanbul, 52-66.

### **Introduction to Robots (2024).**

[Erişim: 03.05.2024, <https://www.galileo.org/robotics/intro.html>]

**Kaba, S. S.** (2022). Der einsatz von der RPA technologie in den unternehmen und die bewertung der RPA tchnologie aus der mitarbeiter perspektive.

**Kanakov, F., Prokhorov, I.** (2022). Analysis and applicability of articial intelligence technologies in the field of RPA software robots for automating business processes. ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922017616>

**Karabacak, P.** (2019). *Farklı Sektörlerde Robotik Süreç Otomasyon Potansiyellerinin İstatistiksel İncelenmesi*. (Yüksek lisans tezi).

**Katchasuwanmanee, K., Bateman, R., & Cheng, K.** (2017). An Integrated approach to energy efficiency in automotive manufacturing systems: quantitative analysis and optimisation. *Production & Manufacturing Research*, 5(1), 90-98.

**Kılınç, G.** (2019). *Otomotiv fabrikalarında enerji verimliliği uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 72-78.

**Köse F.** (2015). Dişli çark hatalarının görüntü işleme yöntemleri ile ölçümü. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans (Basılmış).

**Kukreja, M., & Singh Nervaiya, A.** (2016). Study of robotic process automation (rpa). *International Journal on Recent and innovation trends in computing and communication*, 6, 434-437.

**Kurtulan S.** (2003). *PLC ile endüstriyel otomasyon*. Birsen Yayınevi, 3. Baskı, 1, İstanbul.

**Küçükataı O., Köse E., Yıldız Z.** (2021). PLC Kontrollü Kurutucu Konveyör Tasarımı. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi* 36 (1), 249-260, 2021.

**Lacity, M.** (2016), Paper 16/01 Robotic Process Automation: The Next Transformation Lever for Shared Services, *The Outsourcing Unit Working Research Paper Series*,16(1), 1-35.

**Lacity, M., Willcocks, L., & Craig, A.** (2015). Robotic Process Automation: Mature Capabilities in The Energy Sector. *The Outsourcing Unit Working Research Paper Series*, 1-19.

**Ling, X., Gao, M., Wang, D.** (2020). Intelligent document processing based on RPA and machine learning. *Proceedings - 2020 Chinese Automation Congress, CAC 2020*, 1349–1353. [Erişim: 05.04.2024, <https://doi.org/10.1109/CAC51589.2020.9326579>]

**Li, J., E. Blumenfeld, D., Huang, N., & Alden, J.** (2009). Throughput analysis of production systems: recent advances and future topics. *International Journal of Production Research*, 47(14), 3823-3851.

**Moore, K. G.** (2002). Six sigma: Driving supply chain success at Ford. *Supply Chain Management Review*, (1), 38-43.

**ODD**, 2009 Aralık Otomobil ve Hafif Ticari Araç Pazar Değerlendirmesi, [Erişim:20.05.2022,<https://www.odd.org.tr/folders/2837/categorial1docs/373/PAZARDEGERLENDIRMEARALIK2009.pdf>]

**Otomotiv Sanayi Derneği** (2020), “Otomotiv Sanayi Genel ve İstatistik Bülteni 2020”, [Erişim:20.05.2022, [https://www.osd.org.tr/saved-files/PDF/2022/02/02/YILLIK\\_2020.pdf](https://www.osd.org.tr/saved-files/PDF/2022/02/02/YILLIK_2020.pdf)]

**Otosan, F.** (2021). Sürdürülebilirlik Raporu.

**Oyak Renault Otomobil Fabrikaları.** (2022) [Erişim:20.05.2022,<https://www.oyak-renault.com/tarihce/>]

**Özdem, H., & Bora, M. P.** Türkiye’de Robotik Süreç Otomasyonu. *Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi*, 3(1), 1-9.

**Özmucur, S., & Pamuk, ř.** (20029. Real Wages and Standards of Living in The Ottoman Empire, 1489-1914. *The Journal of Economic History*, 62(2), 293-321.

**Paksın, B.** (2020). *Görsel Sanatlarda Yapay Zeka ve Yaratıcılık İlişkisi* (Yüksek lisans tezi).

**Pamuk, ř.** (2017). *Osmanlı-Türkiye İktisadi Tarihi 1500-1914*. İletişim Yayınları.

**Pardo Martínez, C. I.** (2011). Energy efficiency in the automotive industry evidence from Germany and Colombia. *Environment, Development and Sustainability*, 13(2), 367- 383.

- Parsehyan, B. G.** (2020). İnsan kaynakları yönetiminde dijital dönüşüm: İık 4.0. *Turkish Studies*, 15(2), 211-224.
- Polat, M. A.** (2020). Türk otomotiv sektörünün ekonomik büyümeye etkisi: Karşılaştırmalı bir ekonometrik analiz. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(73), 504-521.
- Salmen, A.** (2022). Employing rpa and ai to automatize order entry process with individual and small-sized structures: a sme business case study. *Acta Academica Karviniensia*, 22(2): 78–96. [Erişim: 20.06.2022, <https://doi.org/10.25142/aak.2022.017>]
- Schuster, A. S.** (2020). Robotic Process Automation in Human Resource Management: Ein Anwendungsfall. *Smart Human Resource Management: Analytics, Automatisierung und Agilität in der Personalarbeit*, 149-159.
- Seyman, M. A.** (2019). Üretimde Otomasyon ve Robot Kullanımının Artmasının İstihdam ve Vergi Gelirleri Üzerindeki Etkisi.
- Shidaganti, G., Salil, S., Anand, P., Jadhav, V.** (2021b). Robotic Process Automation with AI and OCR to Improve Business Process: Review. *Proceedings of the 2nd International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems, ICESC 2021*, 1612–1618. [Erişim: 04.05.2021, <https://doi.org/10.1109/ICESC51422.2021.9532902>]
- Siderska, J.** (2021). The adoption of robotic process automation technology to ensure business processes during the COVID-19 pandemic. *Sustainability*, 13(14), 8020.
- Smith, A., Powley, M., Huxford, D., & Davey, S.** (1993). Metrics collection in code and unit test as part of continuous quality improvement. *Journal of Software: Testing, Verification and Reliability*
- Smith, J.** (2021). "The Role of Robotic Process Automation in Automotive Manufacturing." *Journa*
- Statista.** (2022). Tesla's revenue from FY 2008 to FY 2021, Ford's revenue from FY 2008 to FY 2021, Toyota's net revenue from FY 2012 to FY 2021, General Motors Company's sales and revenue streams between FY 2013 and FY 2021. [Erişim: 04.04.2023, <https://www.statista.com/statistics/225349/revenue-of-general-motors/>]
- Taulli, T.** (2020). *The Robotic Process Automation Handbook*
- Tezer, E.** (1995), "Gümrük Birliği ve Otomotiv Sanayii", (ESBANK), No.6.

**Tripathi, A. M.** (2018). *Learning Robotic Process Automation: Create Software robots and automate business processes with the leading RPA tool—UiPath*. Packt Publishing Ltd.

**Tsiamitros, D., Stimoniaris, D., Poulakis, N., Zehir, M. A., Batman, A., Bagriyanik, M., ... & Dialynas, E.** (2014, October). Advanced energy storage and demand-side management in smart grids using buildings energy efficiency technologies. In *IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies, Europe* (pp. 1-6). IEEE.

**Tuttle, D.** (2019). *The Transformation of RPA to IPA: Intelligent Process Automation*.

**Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB) Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS)** (2020). *Ticari ve Tüketici Kredileri*. [Erişim: 31.01.2020, <https://evds2.tcmb.gov.tr/>]

**UiPath** (2023). “What is robotic process automation?” [Erişim: 04.04.2024, <https://www.uipath.com/rpa/robotic-process-automation>]

**Ünal, A., & Kılınç, İ.** (2020). Yapay zekâ işletme yönetimi ilişkisi üzerine bir değerlendirme. *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*, 6(1), 51-78.

**Van der Aalst, W. M., Bichler, M., & Heinzl, A.** (2018). Robotic process automation. *Business & information systems engineering*, 60, 269-272.

**Wallén, J.** (2008). *The history of the industrial robot*. Linköping University Electronic Press.  
**Wang, W., Jian, S., Tan, Y., Wu, Q., Huang, C.** (2022). Representation learning-based network intrusion detection system by capturing explicit and implicit feature 51 interactions. *Computers and Security*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2021>.

**Willcocks, L., & Craig, A.** (2015). *The IT Function and Robotic Process Automation*. [Erişim: 14.08.2017, [www.lse.ac.uk/management/research/outsourcingunit](http://www.lse.ac.uk/management/research/outsourcingunit)]

**Willcocks, L., Lacity, M., & Craig, A.** (2015). Paper 15/03 Robotic Process Automation at Xchanging. *The Outsourcing Unit Working Research Paper Series*, 1–26

**Willcocks, L., Lacity, M., Craig, A.** (2015), *The IT Function and Robotic Process Automation*, *The Outsourcing Unit Working Research Paper Series*, 15(5), 1-39

**Winkelhake, U.** (2017). *Die digitale transformation der automobilindustrie*. Hannover: Springer.

**Worrell, E., Galitsky, C., & Price, L.** (2008). Energy efficiency improvement and cost saving opportunities for cement making. *LBNL-54036-Revision*. *Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, March*.

**Yavuz, S., Beken, A., & Öztürk, N.** (2006). Robotik Sistemlerde Engel Tanıma ve Yön Belirleme.

**Yılmaz, S., Taştan, K., Ecek, N., & Çınar, E.** (2017). Otomotiv sektörünün dünyadaki ve Türkiye'deki değişimi. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 7(3), 685-695.