T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AR-GE İŞ SÜREÇLERİNİ YÖNETMEDE ALTI SİGMA YÖNTEMİYLE ÜRÜN YAŞAM DÖNGÜSÜ ANALİZİ: OTOMOTİV FİRMASI ÖRNEĞİ

Sevecen ÜNAL

Enformatik Anabilim Dalı

Danışman

Prof. Dr. Zümrüt ECEVİT SATI

Ekim, 2024

İSTANBUL

Bu çalışma, 30.10.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Enformatik Anabilim Dalı, Enformatik Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof. Dr. Zümrüt Ecevit Satı (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Siyasal Bilimler Fakültesi

Prof. Dr. Sevinç Gülseçen
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakütesi

Doç. Dr. Büşra Özdenizci Köse
Gebze Teknik Üniversitesi
İşletme Fakültesi

İntihal Programı Beyanı

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi'nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

ÖNSÖZ

Çalışmam sırasında bana destek olan, canım aileme ve tez hocama çok teşekkür ediyorum.

Ekim, 2024 Sevecen ÜNAL

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **iv**
İÇİNDEKİLER ..... **v**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **viii**
TABLO LİSTESİ ..... **x**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **xi**
ÖZET ..... **xii**
SUMMARY ..... **xiii**
1. GİRİŞ **1**
2. İŞ SÜREÇ YÖNETİMİ **3**
2.1. İŞ SÜREÇ YÖNETİMİ TANIMI 3
2.2. BPM'NİN TARİHİ GELİŞİMİ 4
2.3. BPM'NİN AMACI 6
2.4. BPM METODOLOJİSİ 7
2.5. BPM İLE İLGİLİ YANLIŞ BİLİNENLER 11
2.6. BPM'NİN YARARLARI 12
2.7. BPM İYİLEŞTİRME ADIMLARI 14
2.7.1. Mevcut Süreçlerin Analizi 14
2.7.2. Problem Tanımı 15
2.7.3. Hedeflerin Belirlenmesi 15
2.7.4. Uygulama 15
2.7.5. İzleme ve Değerlendirme 15
2.7.6. Performans İzleme ve Değerlendirme 16
2.7.7. Sürdürülebilirlik ve Sürekli İyileştirme 16
2.7.8. Süreç İyileştirmede Kullanılan Araçlar 16
2.7.8.1. Akış Diyagramları 17
2.7.8.2. Beyin Fırtınası 17
2.7.8.3. Pareto Analizi 17
2.7.8.4. Sebep-Sonuç Diyagramları (Balık Kılçığı) 18
2.7.8.5. Histogram 18
2.7.8.6. Altı Sigma 18
2.8. ALTI SIGMA KAVRAMI VE SÜREÇ GELİŞİMİ 19

2.9. ALTI SİGMA TANIMI 21
2.10. ALTI SİGMA'NIN ÖNEMİ VE FAYDALARI 23
2.11. ALTI SİGMA PROJELERİNİN YÖNETİMİ 24
2.11.1. Altı Sigma Proje Aşamaları 25
2.11.1.1.1. Tanımlama Aşaması 25
2.11.1.1.2. Ölçme Aşaması 25
2.11.1.1.3. Analiz Aşaması 25
2.11.1.1.4. İyileştirme Aşaması 26
2.11.1.1.5. Kontrol Aşaması 26
2.11.1.1.6. Veri Toplama 26
3. BİR OTOMOTİV SEKTÖRÜ İŞLETMESİN'DE AR-GE İŞ SÜREÇLERİ YÖNETİMİNDE ÜRÜN YAŞAM DÖNGÜSÜ ARAŞTIRMA YÖNETİMİ UYGULAMASI 28
3.1. UYGULAMA YAPILAN İŞLETME HAKKINDA GENEL BILGI 32
3.2. METODOLOJİ 32
3.2.1. Araştırmanın Amacı 32
3.2.2. Araştırmanın Önemi 34
3.2.3. Araştırmanın Kapsamı 35
3.2.4. Araştırmanın Yöntemi 35
3.3. ALTI SIGMA'NIN İŞLETME UYGULAMASI 37
3.3.1. Altı Sigma Yöntemi: Problem Tanımı (Define) 38
3.3.2. Ölçme (Measure) 41
3.3.3. Analiz (Analysis) 42
3.3.3.1. Test ve Geliştirme (Test & Development-T&D) Süreci 43
3.3.3.2. Üretim Öncesi Araç Yapım Gereksinimi (Pre-Production Vehicle Build Requirement- PVBR) Süreci 44
3.3.3.3. Yapılandırılmış Dijital Araç Süreci- (Configured Digital Vehicle (CDV) Process) 44
3.3.3.4. Pareto Analizi 45
3.3.4. İyileştirme Aşaması (Improvement) 46
3.3.4.1. Analitik Prototipleme ve Dijital Platform Oluşturma Süreci 46
3.3.4.2. Geometrik Uygunluk Kontrolü (DPA Check) Süreci 48
3.3.4.3. CAE Süreci 49
3.3.5. Kontrol Aşaması (Control) 52
3.3.6. Proje Kazanımları (Replicate) 54
3.4. UYGULAMANIN LIMITLERI 57

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR 59
KAYNAKLAR 62
EKLER 69
ÖZGEÇMİŞ 71

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1	**:** BPM Prosesi (Komus, 2011) ……..	**8**
Şekil 2.2	**:** BPM'in 3 temel faydası ve çıktıları……..	**12**
Şekil 2.3	**:** BPM'in finansal sonuçları……	**13**
Şekil 3.1	**:** OECD ve non-OECD ülkeleri emülsiyon değerleri…….	**27**
Şekil 3.2	**:** İçten yanmalı motorlara ait araçların aşamalı olarak duruş yılı ve yeleri……	**28**
Şekil 3.3	: Türkiye'deki toplam yolcu kilometresi…….	**28**
Şekil 3.4	**:**10 yıllık Türkiye otomobil pazarında ithalatın payı……	**31**
Şekil 3.5	**:** İşletme GPDS zaman planı milestoneları ve süreçleri……	**35**
Şekil 3.6	: Ürün geliştirme yaşam döngüsü adımları ve kullanılan araçlar…….	**36**
Şekil 3.7	**:** ASO mühendislik ürün geliştirme ve test süreçleri…….	**37**
Şekil 3.8	**:** Araç programlarına ait, ASO süreçlerinin farklı program paydaşlarına ait rapor…….	**38**
Şekil 3.9	: M1/VP hataları sebep sonuç diyagramı……	**39**
Şekil 3.10	: ASO proses iş akışı……..	**41**
Şekil 3.11	: ASO proses T&D iş akışı…….	**41**
Şekil 3.12	: ASO proses PVBR iş içeriği……	**42**
Şekil 3.13	**:** ASO prosesi ürün yaşam döngüsü ağaç yapısı……	**43**
Şekil 3.14	: Araç prototipleme hatası Pareto diagramı……	**43**
Şekil 3.15	**:** Analitik prototipleme donör araç program node gösterimi……..	**44**
Şekil 3.16	: PLM sistemi içerisinde tanımlanan FDR revizyon gösterimi….	**44**
Şekil 3.17	**:** BOM üzerindeki parça bilgileri kesiti……	**45**
Şekil 3.18	**:** DPA Ön-işleme fazı iş akışı……	**46**
Şekil 3.19	**:** DPA Veri işleme fazı iş akışı……..	**47**

Şekil 3.20 **:** CAE Ön-işleme ve veri işleme iş akışları…… **48**

Şekil 3.21 **:** H476MCA program ASO haftalık gelişim grafiği……... **51**

Şekil 3.22 **:** H566MCA program ASO haftalık gelişim grafiği……... **51**

Şekil 3.23 **:** ASO zaman planı……. **53**

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1: H476MCA araç programı haftalık ASO verileri……... **51**

Tablo 3.2: H566MCA araç programı haftalık ASO verileri……... **52**

Tablo 3.3: Organizasyona yeni eklenen rol ve sorumluklar…… **54**

Tablo 3.4: M1/VP ASO proje kritik zamanları……. **56**

Tablo 3.5: ASO süreci uygulanan ve uygulanmayan süreçler arasındaki farklı araç türlerindeki maliyetlendirme tablosu……... **57**

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Kısaltmalar		Açıklama
AnP	**:**	Analytical Prototype Team
Ar-Ge	**:**	Araştırma ve Geliştirme
ASO	**:**	Analitik Süreç Onaylama
BOM	**:**	Bill of Material
BPM	**:**	Business Process Management
BPMN	**:**	Business Process Modelling Notation
BPMS	**:**	Business Process Management Software
BT	**:**	Bilişim Teknolojileri
C/O	**:**	Carry Over
CAE	**:**	Computer Added Engineering
CAGR	**:**	Compound Annual Growth Rate
CMMI	**:**	Capability Maturity Model Integration
DMAIC	**:**	Define, Measure, Analyse, Improve, Control
DPA	**:**	Digital Pre-Assembly
EV	**:**	Electrical Vehicle
FDJ	**:**	Final Data Judgement
GPDS	**:**	Global Product Development System
GZFT	**:**	Güçlü, Zayıf, Fırsat ve Tehdit Analizi
KPI	**:**	Key Performance Indicator
M1	**:**	Middle Prototype1
M1DJ	**:**	M1 Data Judgement
NTEI	**:**	New Tool End Item
OKTB	**:**	Okay to Bye
PLM	**:**	Product Life Cycle Management
PMT	**:**	Program Members Team
PPM	**:**	Pre-production Process Management
SWOT	**:**	Strong, Weakness, Opportunity and Tread
TKY	**:**	Toplam Kalite Yönetimi
TQM	**:**	Total Quality Management
UNVX	**:**	Underbody Virtual gateway X
UPVX	**:**	Upperbody Virtual gateway X
VP	**:**	Verification Prototype
WEF	**:**	World Economic Forum
WFM	**:**	Workflow management

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AR-GE İŞ SÜREÇLERİNİ YÖNETMEDE ALTI SİGMA YÖNTEMİYLE ÜRÜN YAŞAM DÖNGÜSÜ ANALİZİ: OTOMOTİV FİRMASI ÖRNEĞİ

Sevecen ÜNAL

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Enformatik Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Zümrüt ECEVİT SATI

Küreselleşen dünyada işletmeler, özellikle ürün geliştirme faaliyetleri yürüten kuruluşlar, İş Süreç Yönetiminin (Business Process Management- BPM) iyileştirilmesi ve süreç verimliliğinin artırılması konularında önemli kazanımlar elde etmektedir. Bu bağlamda, Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi (Product Lifecycle Management- PLM) araçları ile Altı Sigma metodolojisinin entegrasyonu, işletmelerin süreç yönetiminde verimliliği artırarak faaliyet gelirlerinde önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmanın amacı, Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) odaklı bir otomotiv firmasında Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi'nin iş süreçlerindeki kullanımına ilişkin etkileri araştırmaktır. Araştırma sürecinde, Altı Sigma metodolojisi ayrıntılı bir şekilde ele alınmış ve bu yöntemin iş süreçlerinin yönetimi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmada vaka analizi yöntemi kullanılarak, örneklemde yer alan otomotiv firmasında, Altı Sigmanın proje yönetiminde süreç iyileştirmeye olan katkısı incelenmiş; proje başlangıcından itibaren süreç iyileştirme gereksinimleri ele alınmıştır. Proje ilerledikçe elde edilen veriler analiz edilerek teknolojik iş süreçleri, paydaşlar, ürün yaşam döngüsü kaynakları, karşılaşılan engeller ve Bilişim Teknolojilerinin (BT) iş süreçlerindeki rolü ortaya konmuştur.

Bu çalışmada, Altı Sigma metodolojisinin otomotiv sektöründe Ar-Ge araç prototipleme sürecinde meydana gelen hataların azaltılmasına olan katkısı incelenmiştir. Altı Sigma, süreç iyileştirme ve verimlilik artırma odaklı bir yönetim sistemi olarak, iş süreçlerinin sürekli iyileştirilmesini ve maliyetlerin düşürülmesini hedeflemektedir. Çalışmada, Altı Sigma'nın uygulandığı süreçlerde hataların önemli ölçüde azaldığı ve maliyet tasarrufu sağlandığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, Altı Sigma ve PLM sistemleri aracılığıyla teknolojik inovasyon projelerine yönelik yeni bir süreç inovasyon modeli geliştirilmiştir. Bu model, inovasyon yönetimi alanına yeni bir bakış açısı sunmaktadır.

Ekim 2024, 84 sayfa

Anahtar kelimeler: İş Süreç Yönetimi, Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi, Ar-Ge**,** Altı Sigma

SUMMARY

POSTGRADUATED THESIS

THE R&D PRODUCT LIFE CYCLE ANALYSIS ON MANAGING BUSINESS PROCESSES WITH SIX SIGMA METHOD: A CASE OF THE AUTOMOTIVE COMPANY

Sevecen UNAL

Istanbul University

Graduate School of Science and Engineering

Informatics Department

Supervisor: Prof. Dr. Zümrüt ECEVIT SATI

In today's globalized world, businesses, particularly organizations involved in product development, achieve significant gains by improving Business Process Management (BPM) and enhancing process efficiency. In this context, the integration of Product Lifecycle Management (PLM) tools with Six Sigma methodology plays a crucial role in increasing efficiency in process management and contributing to operational revenues. The aim of this study is to investigate the impact of Product Lifecycle Management on business processes within a Research and Development (R&D)-focused automotive company. The research involves a detailed examination of the Six Sigma methodology and its effects on business process management. Through a case study method, the contribution of Six Sigma to process improvement in project management within the selected automotive company was analysed, with process improvement needs being addressed from the project's inception. As the project progressed, the data obtained were analysed to identify technological business processes, stakeholders, product lifecycle resources, encountered challenges, and the role of Information Technology (IT) in business processes.

This study specifically examines the contribution of the Six Sigma methodology to reducing errors in the R&D vehicle prototyping process within the automotive sector. As a management system focused on process improvement and efficiency, Six Sigma aims to continuously enhance business processes while reducing costs. The study observed that the application of Six Sigma led to a significant reduction in errors and cost savings. Furthermore, a new process innovation model was developed for technological innovation projects, using PLM systems and the Six Sigma approach. This model provides a novel perspective in the field of innovation management.

October 2024, 84 pages.

Keywords: Business Process Management, Product Life Cycle Management, Product Development, Six Sigma

1. GİRİŞ

Günümüzün rekabetçi ortamında hızla gelişip büyüyen işletmelerin, genellikle Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge), özellikle süreç içinde kullanılan bilgi teknolojilerinin entegrasyonu, sürekli gelişim ve yenilikçi iş süreci yönetimi yapabilme hedefini benimsemeleri, küresel anlamda da rekabetçiliklerini artırmaları açısından en önemli özelliklerindendir.

Bilgisayar teknolojisindeki ilerlemeler, işletmelerin çok miktardaki veriyi saklayabilmesi ve gerektiğinde veriyi anlamlı bilgiye dönüştürmesine olanak sağlamaktadır. İşletmeler arasından rakiplerine göre bilgiyi daha hızlı elde eden, edinilen bilgiyi daha etkin kullanabilenler ve var olan süreçleri iyileştirebilenler diğerlerine göre rekabet avantajı kazanmaktadırlar. Bu bağlamda, teknoloji ve süreç yönetimi konularında en çok kullanılan yöntemlerden biri İş Süreci Yönetimi (Business Process Management- BPM) sistemleridir (Ramachandran, 2004). Bu yönetim, süreç iyileştirme yöntemlerinin getirdiği tüm deneyim, düşünce ve iş yönetimi tarzlarını içinde barındıran bir konu olarak süre gelmektedir. En yalın hali ile BPM; operasyonel iş sürecini tasarlamak, analiz etmek, yürürlüğe koymak ve kontrol etmek için kullanılan araç, metot ve teknolojiler bütünüdür denebilir (Ko, Lee ve Lee, 2009; Verner, 2004). BPM, süreçlerin performanslarını geliştirmek için iş birimleri ile bilgi teknolojileri çalışanlarını bir araya getiren bir platform olarak da çözüm sunmaktadır. Bunun için süreç hedeflerinin belirlenmesi, gerçekleşen sonuçların düzenli olarak ölçümlenmesi, hedeflerle kıyaslanması ve yeni iyileştirme önerilerinin toplanması ve sonuçlandırılarak uygulamaya alınması gerekir.

Günümüzde sadece bilgiye sahip olmak yeterli değildir. Sahip olunan bilginin işletmeler tarafından, iş süreç performansını artıracak şekilde etkin yönetilebilmesi ihtiyaçtan daha çok zorunluluk haline gelmiştir. Bu doğrultuda kullanılan ürün yaşam döngüsü yönetimi (Product Life Cycle Management-PLM) var olan süreçlerin iyileştirilmesinde kullanılan yöntemlerden biridir (Ahmad, Yuqing ve Hamidullah, 2006). Ürün yaşam döngüsü yönetimi, tek bir alana hitap eden bir uygulama olmaktan

ziyade, mühendislik, pazarlama ve satış sonrası hizmetler gibi birçok iş sürecini destekleyen bir yönetim sistemi olarak kullanılmaktadır (Danesi, Gardan, ve Reimeringer, 2008). En yaygın uygulandığı alanlardan birisi olan mühendislik iş süreçleri yönetiminde, ürünün tasarım adımından başlayarak, yeni tasarlanan ürün ile ilgili teknik resim ve revizyonların yönetimini, imalat aşamalarında yapılan konfigürasyon değişiklik ve revizyonlarının kayıt altına alınmasını mümkün kılarak, müşteride ekonomik ömrünü yitirene kadar geçen tüm sürecinin takip edilebilmesine imkân verir. Bu gelişmelerin bir sonucu olarak da kurumsal enerjinin ve verimliliğin artırılmasına yardımcı çalışmaların, Ar-Ge yönelik alanlara harcanmasına yardımcı olmaktadır. BPM, işletmelerin süreçlerini yönetme ve iyileştirme konusunda farklı yaklaşımlar sunar. Bu yaklaşımlardan bir diğeri ise, Altı Sigma metodudur.

Global şirketler, özellikle de ürün geliştirme yapan kuruluşlar son yıllarda Altı Sigma metodunu süreçlerinde kullanarak faaliyet gelirlerinde önemli kazançlar elde etmektedir (Öztürk, 2010). Altı Sigma metodolojisi, süreç mükemmelliğini, uygulayan şirketlere karlılık, verimlilik ve pazar payı artışı sağlarken, sınıfının en iyisi olma fırsatını sunmaktadır. Bu yöntemi uygulayan projelerinin en temel dayanak noktası, yeniden yapılandırma veya süreçleri iyileştirme odaklı yönetimi ile, önemli süreç girdileri ve çıktıları arasındaki ilişkiyi, bilimsel araçlarla analiz ederek süreçlerden kazanç elde etmedir (Pakdil, 2024). Aynı zamanda Altı Sigma, Toplam Kalite Yönetimi'nin (TKY) önemli odak noktalarından biri olan süreçlerin kalitesinin ölçümü ve iyileştirilmesinde kullanılabilen bir yöntem, bir metodolojidir (Öztürk, Arıkan, Öztürk, 2011).

2. İŞ SÜREÇ YÖNETİMİ

2.1. İŞ SÜREÇ YÖNETİMİ TANIMI

Günümüzde kuruluşlar önemli iş zorlukları, yoğun rekabet ve hızla değişen pazarlarla karşı karşıyadır. Hem iç hem de dış iş çevreleri, teknolojideki ilerlemeler ve iş dünyasındaki değişimlerle birlikte hızlı bir şekilde gelişmektedir. Müşteri gereksinimleri, küresel pazarlar ve düzenlemeler, ayakta kalabilmek için kuruluşların yetkinliklerini geliştirmek ve iyileştirmek noktasında iş süreçlerini değişime zorlamaktadır. Bir kuruluş, ürünlerini veya hizmetlerini iş süreçleri yönetimi aracılığıyla sunar. Uluhan ve Aydın'a (2014) göre, İş süreçleri yönetiminin (BPM) geleneksel kavramsallaştırması şunu önermektedir; iş süreçleri, birbiriyle ilişkili, yapılandırılmış faaliyetler topluluğu olarak tanımlanabilir veya iç veya dış müşteriler için belirli bir hizmet veya ürün üreten görevler kavramlar bütünüdür.

Literatürde birçok BPM tanımı bulunmaktadır. En yalın hali ile BPM; operasyonel iş sürecini tasarlamak, analiz etmek, yürürlüğe koymak ve kontrol etmek için kullanılan araç metot ve teknolojiler bütünüdür denebilir (Can, 2010). BPM, verimliliği artırmak için bir araçtır ve kuruluşun iş süreçlerini otomatikleştirerek herhangi bir organizasyonun etkinliğinin artmasını sağlar (Güçlü, 2006). BPM çoklu, oldukça farklı bakış açılarının bir kavşağıdır. Yöneticiler, organizasyonel performansları, yasal uyum ve hizmet kalitesinde iyileştirmeler sunma becerisi gösterdiği için işletmeler tarafından BPM'ye çekilmektedirler. Öte yandan Gartner (2005), BPM performansına vurgu yaparak, BPM'nin bir süreç ortamının, yönetişimini, çevikliğini ve operasyonel performansını iyileştirmesi amacıyla kullanılan bir yönetim, uygulama yaklaşımı olduğunu belirtmiştir. Ko, Lee ve Lee (2009), bu görüşü destekler nitelikte iş süreci yönetimini, insanlara, kuruluşlara, uygulamalara, belgelere ve diğer kaynaklara, operasyonel süreç tasarımlarına, denetlemelere, analiz etmek için yöntemlere, tekniklere ve yazılım kullanmalarında iş süreçlerini desteklemelerine bir yol olarak tanımlamaktadır. Diğer bir deyişle, işin nasıl yürütüleceğine dair tutarlı sonuçlar sağlayan, iyileştirme fırsatları ve avantajları sağlamak için bir organizasyonda gerçekleştirilen bir bilimdir (Meidan, Garcia-Garcia, Escalona ve Ramos, 2017).

Öte yandan BPM, Glowalla ve Sunyaev'e (2012) göre, BPM, işin yinelemeli ve artımlı optimizasyonu ile ilgili olduğunu belirtmektedirler. İş süreçlerinin optimizasyonu sürekli bir yaşam döngüsünde temsil edilir. Yaşam döngüsü süreç analizini veya sırasıyla teşhis, süreç yürürlüğe koyma ve sürekli kontrolü kapsar (Uden, He ve diğ., 2017). BPM 2024, kongresinde de iş faaliyetlerinin modellenmesi, otomasyonun yürütülmesi, kontrolü, ölçümü ve optimizasyonunu içeren akışların bireysel uygulamaların üzerinde bir yönetim katmanı olarak adlandırıldığı (Santoro1, 2024) tarafından ifade edilerek bu görüş desteklenmiştir.

Antuanes ve Mourão (2010), BPM'yi BT iş süreçleri çerçevesinde değerlendirmiş ve iş süreci modellerini bilgisayar destekli etkinliklere çevreleyebilen, rutin yönetim ve denetim görevlerini organizasyonel ajanlardan ayıran, bir teknolojiler topluluğu bütünleşmesi olduğunu vurgulamıştır. BPM, teknik ya da değil her çeşit iş süreci yönetim için kullanılabilirken, iş süreç yönetimi sistemleri (Business Process Management Software–BPMS), işi uygulamalar kanalıyla yönetmeyi amaçlamıştır (Wetzstein, ve diğ., 2007). BPMS süreçlerini yönetmede en sık kullanılan iş akışı uygulamaları çalışanların belge üzerinde iş yaptığı süreçleri düzenlemek için geliştirilmiştir. Böylece bir çalışandan diğerine fiziksel olarak geçen evraklar elektronik olarak çalışanın masaüstü bilgisayarından sürecin sıradaki adımında dokümanda iş yapacak olan çalışana geçmeye başlamıştır (Can, 2010).

Literatürde yer alan BPM'ye ait tanımlara ve kavramsallaştırmaya dayanarak, süreçleri verimli ve etkin bir şekilde yönetmeyi temel alan operasyonların, performanslarını iyileştirmek, optimize etmek ve müşteri değeri yaratmak amacıyla, BT ve iş stratejisi organizasyon yönetimiyle uyumlu, iş süreçleri olarak tanımlayabiliriz.

2.2. BPM'NİN TARİHİ GELİŞİMİ

İşletmelerin yönetiminde, neden BPM'yi ele almaları gerektiği, bu iş yönetim şeklinin getirilerini daha iyi anlamak için, BMP'nin nasıl ortaya çıktığı ve geliştiğine dair bilgi paylaşmak gereklidir. Tarihsel bir süreçte, BPM disiplininin temel taşları ve perspektifleri incelendiğinde, fonksiyonel organizasyonların ortaya çıkmasıyla başlayan süreç BPM düşüncesinin tanıtımı, işin yenilik ve başarısızlıklarına doğru ilerleyen tersine mühendislikle devam etmektedir. Bu tartışma, süreç tanımın temelini oluşturmaktadır. Daha sonra BPM yaşam döngüsüne evrilmektedir.

Bu tarihsel gelişim içerisinde, üç evresi bulunmaktadır. İlk evre, uluslararası rekabette Amerikan işletmelerinin incelenmesiyle, ölçülebilir süreçlere odaklanmayı ve "tam zamanında" imalatta birleştirilebilecek hızı getirmiştir. 1970'lerde ve 80'lerde bilgisayar kullanımının artması, nükleer enerji gibi alanlarda teknolojik hassasiyete uygun prosedür uzmanlığı ile birleşti ve sonuçları ölçen, bir araya getiren ve yorumlayan niceliksel istatistik yazılımı ve ilgili veri toplama tekniklerine yol açtı (Lusk, Paley ve Spanyi, 2005).

İkinci evre dalgası, 1980'lerin sonlarından 1990'ların başlarına kadar uzanmıştır. Bu dönemde Amerikan şirketleri, uluslararası süreç uygulamalarından yararlanarak gelir artışını yeniden sağlamış ve bu süreçte odak, Toplam Kalite Yönetimi'ne (TKY) kaydırılmıştır. 1990'lardan sonraki dönemde ise istatistiksel analizlerin önemi artmış ve verilerin anlamlı bir şekilde yönetilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır (Owen ve Raj, 2003).

Üçüncü evre, 1990'ların ortasında başladı ve şu anda süreç merkezli işin "gelişi" olarak devam etmektedir. Teknoloji, bir süreç sürücüsü olmaktan bir süreç sağlayıcıya geçti. Müşterinin kimliği, özelleştirilmiş çözümlerle pazarlardan bireylere geçti (Garimella, Lees ve Williams, 2008). İlk dalganın tam zamanında üretimi, üçüncü dalganın tam zamanında tedarik zincirlerine yol açtı ve beraberinde birbirinden farklı işletmeler arasındaki süreçleri anlama ihtiyacı doğdu. Bir sistem olarak şirket, bireysel bölümlerinin incelenmesinden daha önemli hale geldi. İşletme uygulamalarının ve yaygın olarak kullanılan protokollerin ortaya çıkması, işletim sistemi veya iş istasyonu ne olursa olsun uygulamalardan yararlanılabilir konuma yükseltildi. Bu, "iş yönetimi" nin "sistem yönetimi" den ayrılmaya başlamasını ve "süreç yönetimi" nin sistemlerden ayrı olarak var olmasını sağladı (Cho ve Lee, 2010).

BPM'nin temelleri, ilk defa bir mühendislik işletmesinde, 1993'te Michael Hammer ve James Champy'in, "Reengineering the Corporation" (Harper Business, 1993) unvanıyla bir yayın yapmasıyla atıldı. Bu yayın ile birçok uzman, bir işletmeyi yönetmenin süreçleri yönetmek anlamına geldiğini düşünmeye başladı (Ramachandran, 2004). Ancak, Frederick Winslow Taylor (1856-1915) tarafından da ortaya atılan bu mühendislik yönetim düşüncesinin bir varsayımı vardı: bir süreç her değiştiğinde, ortamın kararlı kalması ile birlikte, iyileştirilmiş süreçlerin gerekli yatırımları kazandırma zamanı olacağıdır. Tabii ki günümüzde işletmelerinin, piyasanın ve çevrenin istikrarlı kalacağı,

çevrenin hızla değiştiği ve işletmelerin uyarlamalı olması, bu değişikliklere şiddetle tepki göstermesi beklenemez. Sadece bu davranışla işletmeler rekabetçi kalacaktır ve paydaşların beklentilerini karşılayacaktır (Ramachandran, 2004).

2002 yılına gelindiğinde mühendislik yönetiminde, bir grup yazılımcı ve yazılım sağlayıcı; internet, iş akışı çözümleri ve süreç modelleme araçlarının özelliklerini harmanlayan ve böylece iş süreçlerinin yürütülmesini sağlayan yeni bir yazılım çeşidinden bahsetmeye başladılar (Can, 2010). İş akışları süreçlerinin icrası sırasında uygulamaları ve veri tabanlarını yöneterek, tüm bunlar internet ve açık protokoller ile birbirine entegre olacaktır, bir vizyonla ortaya çıkmasına sebep olunmuştur. Bu yeni kavrama BPMS denilmeye başlandı (Everton ve Stafford, 2005).

Günümüzde ise, BPMS yöntemleri, bulut tabanlı iş uygulamaları başta olmak üzere, BPM çözümlerini her büyüklükteki kuruluş için daha erişilebilir ve ölçeklenebilir hale getirdi (Dumas ve diğ., 2018). Öte yandan, süreç madenciliği ile, gerçek süreçleri keşfetmek, izlemek ve iyileştirmek için BT sistemlerinden gelen olay günlüklerini analiz etme teknikleri sektörde iyi iş süreç yöntemlerinin gelişimine katkıda bulunmuştur. Çağımızın en yaygın kullanılan diğer bir iş yöntemi ise, robotik süreç otomasyon sistemleri, tekrarlayan, kural tabanlı görevlerin otomatikleştirilmesi, genellikle BPM sistemleri ile entegre edilir. Bu sistemler, "Akıllı İş Süreci Yönetimi" de adı verilen, akıllı otomasyon, tahmine dayalı analitik ve karar desteği için yapay zeka ve makine öğreniminin BPM'ye entegre edilmesine olanak sağlamıştır (Reijers,2021).

2.3. BPM'NİN AMACI

BPM temel amacı, iş süreçlerini keşfetmek, modellemek, analiz etmek, ölçmek, iyileştirmek ve optimize etmek için çeşitli yöntemler kullanmaktır. Bir iş süreci, bir iş stratejisini destekleyecek şekilde iş sonuçları üretmek amacıyla organizasyonun, sistemlerin, bilgilerin ve nesnelerin davranışlarını koordine eder. Süreçler yapılandırılmış ve tekrarlanabilir veya yapılandırılmamış ve değişken olabilir. İş süreçleri yönetimi (BPM), kullanmanın seçilmiş faydalı kavramları tanımlarken; kaliteyi, verimliliği, etkinliği artırdığı (Meidan, Garcia-Garcia, Escalona ve Ramos, 2017), değişime adapte edilebilir (Gazova, Papulova ve Papula, 2015) ve ana rolü süreçlerin müşterinin ihtiyaçlarına uygun hale getirmesi olduğu vurgulanmıştır (Kluza ve Nalepa, 2017). Tüm bu kavramlar kullanıcıların, organizasyonların BPM kullanım hedefine hizmet

edebilmesi amacıyla, farklı eylemlere erişebilmelerini sağlayan araçların desteği sayesinde etkinliği artırmaktadır.

BPM süreçlerinin, hedeflere uygun kullanımı, bilgi yönetimi kavramının bir kurumda uygulandığında ortaya çıkan sonuçları temsil etmektedir. Birçok şirket, kendi iş modeline özgü iş süreçlerine sahiptir. Bu süreçler, işletme piyasa koşullarına tepki verdikçe zaman içinde evrim geçirme eğilimindedirler. Seçilen BPM çözümü yeni koşullara kolayca uyarlanabilir olmalı ve şirket için mükemmel bir uyum ve verimlilik yaratmaya devam edebilmelidir. Young'a (2014) göre, bir kuruluşta iyi bir bilgi yönetimi yapıldığında, sonuçların olumlu yönde etkilendiği, maliyetlerin azaldığı, bilgi akış hızının artış gösterdiği ifade edilmiştir. Diğer yandan, bu sonuca bağlı olarak, ürünlerin kalitesinin de arttığı ve işletmenin ekiplerine ait süreçlerin değişime daha iyi uyum sağladığı ve verimli hale getirildiği görülmüştür (Uden ve He, 2017).

BPM'i etkin bir şekilde kullanabilmek için kuruluşlar yalnızca verilere odaklanmaktan ziyade süreçleri de içine alan bir yaklaşım benimsemelidir. BPM fikrinin en temel amaçlarından bir diğeri ise, süreçleri, insanları ve bilgiyi bir araya getirmektir. İş süreçlerini tanımlamak nispeten kolaydır ancak, iş süreçleri arasındaki bariyerleri yıkmak ve bu süreçlere sahip bulmak organizasyonlar içinde zordur. BPM, sadece işletme içindeki iş süreçlerinin yönetilmesini değil, aynı zamanda bir şirketin tedarikçileriyle yürüttüğü proje geliştirme süreçleriyle de gerçek zamanlı entegrasyona olanak sağlamalıdır. Projeler için BPM'nin geliştirilmesi özel araçlar ve metodolojiler aracılığıyla kullanılır.

2.4. BPM METODOLOJİSİ

İş süreçleri yönetimi metodolojisi, yönetim ve kontrol üzerine sistematik tasarımı dikkate alan entegre bir yaklaşım olarak anlaşılmaktadır, iş süreçlerinin daha da geliştirilmesine yardımcı olur (Chang, 2016). Bu nedenle BPM stratejik süreçleri de kapsayan yönetiminin yanı sıra; süreç analizi, süreç modellemesi, süreç tasarımı, süreç uygulaması, süreç izlemesi ve süreç optimizasyonu alanlarından oluşan altı farklı yönü içermektedir (Paschek, Ivascua ve Draghic,2018). BPM alanında önde gelen bir isim olan Wil van der Aalst'ın adını taşıyan Van der Aalst BPM yaşam döngüsüne (2003) göre, iş süreçlerinin yönetilmesi ve iyileştirilmesinde yer alan aşamaları özetleyen bir çerçevedir. Bu yaşam döngüsü genellikle döngüsel bir model olarak temsil edilir ve BPM'nin yinelemeli

doğasını vurgular. Van der Aalst BPM yaşam döngüsünün temel aşamaları şunlardır (Van der Aalst, Hofstede, Weske, 2003):

1. Süreç Analizi: Mevcut iş süreçlerinin anlaşılması, verimsizliklerin, darboğazların ve iyileştirme alanlarının belirlenmesini sağlar.

2. Süreç Modelleme: Akış şemaları, BPMN (Business Process Model and Notation) veya UML (Unified Modeling Language) gibi teknikler kullanarak mevcut veya önerilen iş süreçlerinin görsel temsillerinin (süreç modelleri) oluşturulmasıdır.

3. Süreç Tasarımı: Verimliliği, etkinliği ve iş hedefleriyle uyumu artırmak için süreçlerin yeniden tasarlanması. Bu, basitleştirme, otomasyon veya yeniden yapılandırmayı içerebilir.

4. Süreç Uygulaması: Yeniden tasarlanan süreçlerin uygun araç ve teknolojiler kullanılarak yürütülmesi. Bu, BPM yazılımının konuşlandırılmasını, sistemlerin bütünleştirilmesini, personelin eğitilmesini ve yönetişim yapılarının kurulmasını içerir.

5. Süreç İzleme: Önceden tanımlanmış anahtar performans göstergeleri (Key Performance Indicator-KPI) karşıladıklarından emin olmak için süreç performansının gerçek zamanlı olarak izlenmesi. Bu verilerin toplanmasını, metriklerin analiz edilmesini ve beklenen sonu

6. Süreç Optimizasyonu: Geri bildirim, veri analizi ve değişen iş gereksinimlerine dayalı olarak süreçlerin sürekli iyileştirilmesi. Bu yinelemeli döngü, sürekli verimlilik kazanımları ve uyarlanabilirlik sağlamayı amaçlar.

BPM, yazılım paketleri, iş akışı otomasyon araçları, iş kuralları motorları ve analitik platformlar dahil olmak üzere çeşitli teknolojiler ile kullanılabilir. Bu araçlar süreçleri düzene sokmaya, uyumluluğu sağlamaya ve karar alma süreçleri için içgörü sağlamaya yardımcı olur. Şekil1'de bu yöntemlerin işlevselliği gösterilmiştir.



1. Tasarım: Mevcut süreçler ve gelecek süreçler, paydaşlar arasında tartışılır ve süreç akışları da , roller, bildirimler ve tırmanmalar, hizmet seviyesi anlaşmaları dahil olmak üzere belgelenir.
2. Modelleme: Modelleme tasarımı alır ve sürecin farklı senaryolarda nasıl çalışabileceğini odaklanır.
3. Execution: Yeni iş süreçleri, süreç akışları oluşturarak, iş süreçlerinin uygulanması ve dağıtımı ile operasyonel hale getirilir. Ver haritalama, iş akış adımları için kullanıcı arayüzleri oluşturmak, kurumsal veri kaynakları ve sistemleri ile entegrasyonu, kullanıcı ve rolleri kurmak ve süreç adımlarını ilişkilendirmek, personel eğitimi ile yeni süreçlere uyum sağlamak için organizasyonel değişiklikler.
4. İzleme: Süreçler izlenir ve süreç metrikleri toplanır.
5. Optimizasyon: Süreç izleme verileri, sürecin gerçek iş koşullarına ne kadar iyi performans gösterdiğini belirlemek için analiz edilir.

Şekil 2.1: BPM Prosesi (Komus, 2011)

BPM'de iş süreçlerini yönetmek ve iyileştirmek için kullanılan çeşitli metodolojiler ve çerçeveler vardır. En yaygın kullanılan metodolojilerden bazıları şunlardır (Harmon, 2007);

1. Altı Sigma (Six Sigma): Altı Sigma, kusurları veya varyasyonları belirleyip ortadan kaldırarak süreçlerin kalitesini iyileştirmeyi amaçlayan veri odaklı bir metodolojidir. İstatistiksel yöntemler ve araçlar kullanarak süreç varyasyonunu azaltmaya ve süreç çıktılarını iyileştirmeye odaklanır.

2. Yalın (Lean Methodology): Yalın metodoloji, israfı en aza indirirken müşteri değerini en üst düzeye çıkarmayı amaçlar. Süreçlerdeki katma değeri olmayan faaliyetlerin (veya "atıkların") belirlenmesine ve ortadan kaldırılmasına odaklanır. Değer akışı haritalama, 5S ve Kanban gibi yalın araçlar, süreçleri düzene sokmak ve verimliliği artırmak için yaygın olarak kullanılır.

3. Toplam Kalite Yönetimi (Total Quality Management-TQM): TKY, kaliteyi ve müşteri memnuniyetini artırmak için süreçlerin sürekli iyileştirilmesine odaklanan bir yönetim yaklaşımıdır. Tüm çalışanların kalite iyileştirme çabalarına katılımını ve süreç sorunlarını belirlemek ve ele almak için kalite araçlarının ve tekniklerinin kullanımını vurgular.

4. İş Süreçlerinin Yeniden Yapılandırılması: İş süreçlerinin yeniden yapılandırılmasında maliyet azaltma, döngü süresini kısaltma veya kaliteyi artırma gibi önemli performans iyileştirmeleri elde etmek için mevcut süreçlerin

radikal bir şekilde yeniden tasarlanmasını içerir. Genellikle temiz bir sayfa ile başlamayı ve artımlı iyileştirmeler yapmak yerine süreçleri sıfırdan yeniden düşünmeyi içerir.

5. İş Süreci Modelleme Notasyonu (Business Prosess Modelling Notation-BPMN): BPMN, iş süreçlerini modellemek için kullanılan grafiksel bir gösterimdir. Süreç iş akışlarını, faaliyetleri, olayları ve kararları temsil etmek için standartlaştırılmış bir yol sağlar ve farklı paydaşlar arasında süreçleri iletmeyi ve analiz etmeyi kolaylaştırır.

6. Yetenek Olgunluk Model Entegrasyonu (Capability Maturity Model Integration-CMMI): CMMI, bir kuruluşun süreçlerinin olgunluğunu değerlendirmeye ve iyileştirmeye yönelik bir çerçevedir. Yazılım geliştirme, sistem mühendisliği ve hizmet sunumu dahil olmak üzere çeşitli disiplinlerde süreç iyileştirme için bir dizi en iyi uygulama ve kılavuz sağlar.

7. Çevik (Agile) BPM: Çevik BPM, hızlı ve esnek süreç iyileştirme sağlamak için Çevik yazılım geliştirme ilkelerini BPM uygulamalarıyla birleştirir. Yinelemeli geliştirme, iş birliği ve değişen gereksinimlere yanıt verebilirliği vurgular.

8. Tasarım Odaklı Düşünme (Design Thinking): Tasarım odaklı düşünme, kullanıcı ihtiyaçlarını anlamaya, yaratıcı çözümler üretmeye ve fikirleri yinelemeli olarak test etmeye odaklanan insan merkezli bir inovasyon yaklaşımıdır. Son kullanıcıların ve paydaşların ihtiyaçlarını daha iyi karşılayan süreçler tasarlamak için BPM'ye uygulanabilir.

Bu metodolojiler ve çerçeveler, kuruluşun belirli hedeflerine, zorluklarına ve bağlamına bağlı olarak ayrı ayrı veya kombinasyon halinde kullanılabilir. Metodoloji seçimi genellikle ele alınan süreçlerin doğası, kuruluşun kültürü ve BPM girişiminin istenen sonuçları gibi faktörlere bağlıdır (Plesaa ve Prostean, 2018).

2.5. BPM İLE İLGİLİ YANLIŞ BİLİNENLER

Ko, Lee ve Lee'ye (2009) göre, BPM ile ilgili literatür taramasında bir karışıklık söz konusudur; yeni başlayanlar, iş süreçlerinin yeniden yapılandırılması ve iş akışı yönetimi (Work Flow management-WFM) ve BPM arasında çoğu zaman karmaşa yaşayabileceklerini belirtmiştir.

1980'lerde Hammer ve James Champy "***Reengineering the Corporation"*** adlı bir kitap yazarak, iş süreçlerinin yeniden yapılandırılması ilkelerini ortaya koymuşlardır (Hill, 2007). Bununla birlikte, BPM ve BPR iki farklı yaklaşımdır. Ko, Lee ve Lee'ye (2009) göre BPR, "mevcut iş süreçleri yaklaşımların radikal bir şekilde ortadan kaldırılmasını" gerektirirken, BPM daha çok "pratik, yinelemeli ve artımlı iş süreçlerini" ifade etmektedir. Diğer bir karmaşada, BPM ile WFM olmaktadır. Gartner araştırma grubu (2011) aradaki farkı açıkça ortaya koymuştu; "BPM süreç odaklı bir yönetim disiplinidir ve bir teknoloji değildir. Açık iş dünyası yönetim paketleri olarak adlandıran BPMS'ler ile diğer ürün kategorileri ve BT arasında bir köprü oluşturma araştırmalarına (Fotou, 2011) göre WFM, iş süreçlerinde bulunabilen bir akış yönetimi teknolojisidir. (Ko, Lee, ve Lee, 2009). Yazarlara göre, BPM ve WFM arasındaki bir diğer fark da bu ikisinin "yaklaşımlar" son aşama olan teşhis aşamasında farklılık göstermektedir. Öte yandan bazı yazarlar haklı olarak farkın çok az olduğunu ve bazı satıcıların sadece isimleri değiştirdiğini iddia etmektedirler (Ko, Lee, ve Lee, 2009). Bu anlam karmaşalarına istinaden sektörde bazı yanlış bilinen BPM örnekleri ise şöyledir;

1. "BPM sadece otomasyondan ibarettir": Otomasyon BPM'nin önemli bir bileşeni olsa da tek odak noktası değildir. BPM, iş süreçlerinin analiz edilmesini, modellenmesini, optimize edilmesini ve sürekli olarak iyileştirilmesini içerir. Süreçleri yönetmek için insanları, teknolojiyi ve kurum kültürünü dikkate alan bütünsel bir yaklaşımı kapsar.

2. "BPM sadece büyük şirketler içindir": Bazıları BPM'in yalnızca karmaşık süreçlere sahip büyük şirketler için uygun olduğuna inanmaktadır. Ancak, her büyüklükteki işletme BPM'den faydalanabilir. Küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler) operasyonları kolaylaştırmak, müşteri deneyimlerini geliştirmek ve rekabet gücünü artırmak için BPM ilkelerinden yararlanabilir.

3. "BPM tek seferlik bir projedir": BPM genellikle sabit bir bitiş noktası olan tek seferlik bir proje olarak yanlış anlaşılır. Gerçekte, BPM sürekli bir süreç iyileştirme yolculuğudur. Sürekli izleme, analiz ve iş gereksinimleri, piyasa koşulları ve teknolojik gelişmelerdeki değişikliklere adaptasyonu içerir.

4. "BPM yalnızca BT odaklıdır": BT, BPM girişimlerini desteklemede çok önemli bir rol oynasa da BPM yalnızca bir BT işlevi değildir. Başarılı bir BPM, operasyonlar, finans, insan kaynakları ve müşteri hizmetleri dahil olmak üzere çeşitli departmanlar arasında iş birliği gerektirir. BPM girişimleri iş hedefleriyle uyumlu olmalı ve kuruluşun her yerinden paydaşları içermelidir.

5. "BPM anında sonuç almayı garanti eder": BPM girişimlerini uygulamak hemen sonuç almayı garanti etmez. Süreç iyileştirme zaman alır ve dikkatli planlama, yürütme ve izleme gerektirir. BPM zaman içinde önemli verimlilik kazanımları ve maliyet tasarrufları sağlayabilirken, kuruluşlar BPM girişimlerinin zaman çizelgesi ve sonuçlarına ilişkin gerçekçi beklentilere sahip olmalıdır.

6. "BPM sadece maliyetleri düşürmekle ilgilidir": Maliyet azaltma genellikle BPM girişimlerinin arkasındaki itici faktör olsa da tek hedef bu değildir. BPM ayrıca müşteri memnuniyetini artırmaya, çevikliği artırmaya, hataları azaltmaya ve inovasyonu teşvik etmeye yardımcı olabilir. Kuruluşlar süreçleri optimize ederken müşterilere ve paydaşlara değer sunmaya odaklanmalıdır.

Bu yanlış anlamaları ele almak, kuruluşların BPM ve potansiyel faydaları hakkında daha kapsamlı bir anlayış geliştirmelerine yardımcı olabilir. BPM'e uzun vadeli başarı için iş birliği, bağlılık ve sürekli iyileştirme gerektiren stratejik bir girişim olarak yaklaşmak çok önemlidir.

2.6. BPM'NİN YARARLARI

Gartner tarafından yapılan araştırmaya (2011) göre, BPM çözümlerinin, hata döngülerini azaltabileceğini ve maliyet düşüşüne yol açabileceğini paylaşılmıştır. Maliyet azaltmanın yanı sıra bir dizi fayda sağlayabilir bu özellikler (LLC, 2011);

- Zamanın azaltılması,
- Bir sürecin adım sayısının azaltılması,

- Hata döngülerini azaltılması,
- Kaynakların azaltmasıdır.

Genel olarak BPM, "etkinliği korurken aynı zamanda verimliliği artıran düzenlemeler içerir" (Larson ve Larson, 2011). Belirlenen süreçler yönetmeliklerle uyumluysa şirketin iş stratejisi, hedeflerine ulaşması için büyük olasılıklar vardır ve verimliliği artırmaktadır. Yazarlar (Pritchard ve Armistead, 1999; Meidan, Garcia-Garcia, Escalona, ve Ramos, 2017) BPM'nin üç temel faydası ve çıktıları şekil 2.2'de sunulmuştur.



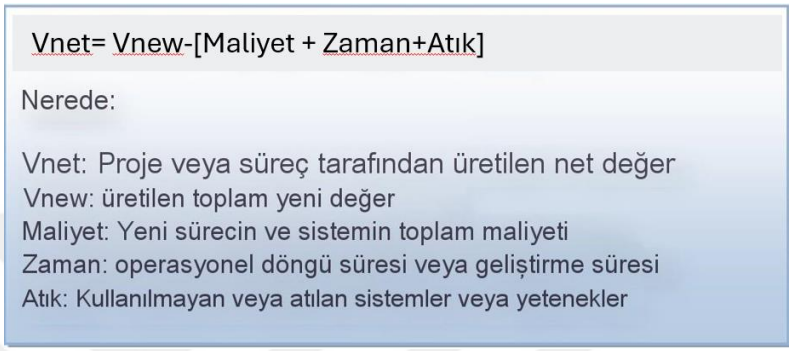
Şekil 2.2: BPM'in üç temel faydası ve çıktıları (Pritchard ve Armistead, 1999)

Yukarıda bahsedilen faydalar, işletmelerin BPM çözümlerine yönelmesinin nedenlerinden bazılarıdır. BPM'in faydalarının yanı sıra, bu ikliminin iş alanı üzerindeki etkisi, işletmelerde BPM'e istikrarsızlık nedeniyle yöneldiklerini göstermektedir. Başka bir araştırma grubu da (Ko, Lee ve Lee, 2009) bu görüşe katıldıklarını ifade etmektedirler. Daha spesifik olarak, küreselleşmenin ve dünyanın genişlemesinin hızlı bilgi aktarımı ve hızlı karar alma ihtiyacını doğurmuştur. Değişim adaptasyonunda ve ayırıcı yaşam döngülerinde bu bağlamda talepler hızlanmıştır. Yazarlar yukarıdaki hususları bir kuruluşun hayatta kalması ve karlılığını artırması için çok önemli faktörler olarak göz önünde bulundurmaktadırlar.

Dünyanın dört bir yanındaki şirketler, yüksek rekabetin yaşandığı değişken bir ortamla karşı karşıya kaldıkça, hızla büyüyen bir süreç yönetim şekli olan BPM çözümüne yönelmektedirler. Adam ve Doerr (2009), bir işletme rekabetçi kalmak istiyorsa, üç ana unsurun önemini vurgulayarak, iş dünyasındaki zaman, maliyet ve kalite gereksinimlerinin yerine getirilmesi gerektiğini belirtmiştir. BPM aracılığıyla süreç temelli felsefe ile sağlanan bu teknikler, Gartner BPM raporuna (2005) göre de, BPM

şirketlere iliştirilmesiyle, “tasarrufun 'Üçlü Tacı'nı kazandığı" iddia edilerek, bütçe, zaman tasarrufu ve değer ekseninde katkı sağladığı vurgulanmıştır.

BPM uygulamasının başarısı, finansal sonuçlar açısından ölçülmektedir (Garimella, Lees ve Williams, 2008). Daha önce de belirtildiği gibi, BPM maliyeti, zamanı ve israfı en aza indirir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: BPM’in Finansal Sonuçları (Garimella, Lees, ve Williams, 2008)

2.7. BPM İYİLEŞTİRME ADIMLARI

Süreç iyileştirme, otomotiv sektörü de dahil olmak üzere her alanda, aracın geliştirilmesinden üretimine ve satışına kadar tüm iş süreçlerinde verimliliği artırmayı, kaliteyi yükseltmeyi ve maliyetleri düşürmeyi hedeflemektedir (Morgan ve Shook, 2016). Otomotiv sektöründe süreç iyileştirmenin temel adımları Soydan (2006) tarafından şu şekilde sıralanmıştır:

2.7.1. Mevcut Süreçlerin Analizi

- **Veri Toplama:** Mevcut süreçlerin performansını anlamak için üretim hatları, tedarik zinciri, kalite kontrol ve diğer ilgili alanlardan veri toplanır.
- **Değer Akışı Haritalama (Value Stream Mapping):** Süreçlerin her bir adımının analiz edilmesi ve değer yaratan ile yaratmayan aktivitelerin belirlenmesi.
- **Performans Göstergeleri:** Mevcut süreçlerin performansını ölçmek için KPI'lar belirlenir.

2.7.2. Problem Tanımı

- **Kök Neden Analizi:** Belirlenen sorunların kök nedenlerini tespit etmek için beş neden (4 Whys) veya balık kılçığı diyagramı (Ishikawa) gibi araçlar kullanılır.
- **Güçlü, Zayıf, Fırsat ve Tehtit (GZFT) Analizi (Strong, Weakness, Opportunity and Tread-SWOT):** Güçlü, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditler analiz edilerek süreçlerin iyileştirilmesi gereken alanlar belirlenir.

2.7.3. Hedeflerin Belirlenmesi

- **SMART Hedefler:** Spesifik, ölçülebilir, ulaşılabilir, ilgili ve zamanlı (SMART) hedefler belirlenir. Bu hedefler, süreç iyileştirme çabalarının yönünü ve başarısını değerlendirmek için kullanılır.

2.7.4. Uygulama

- **Yalın Üretim (Lean):** İsrafı azaltma, 5S uygulamaları, Kaizen gibi yalın üretim teknikleri kullanılarak süreç iyileştirme stratejileri geliştirilir.
- **Altı Sigma (Six Sigma):** DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) döngüsü ile süreç varyasyonlarının ve hatalarının azaltılması.
- **Otomasyon ve Dijitalleşme:** Robotik süreç otomasyonu (RPA), IoT, büyük veri analitiği ve yapay zeka gibi teknolojilerin entegrasyonu ile süreçlerin optimize edilmesi.

2.7.5. İzleme ve Değerlendirme

- **Pilot Projeler:** İyileştirme stratejilerinin küçük ölçekli pilot projelerle test edilmesi ve elde edilen sonuçlara göre tam ölçekli uygulamaların planlanması.
- **Kaynak Tahsisi:** İyileştirme projeleri için gerekli olan insan, finansal ve teknolojik kaynakların belirlenmesi ve tahsis edilmesi.
- **Çalışan Eğitimi:** Süreç iyileştirme çalışmalarının başarılı olabilmesi için çalışanların eğitilmesi ve sürece dahil edilmesi.

2.7.6. Performans İzleme ve Değerlendirme

- **Sürekli İzleme:** İyileştirme çalışmalarının etkisinin sürekli olarak izlenmesi ve performansın değerlendirilmesi.
- **Düzenli Gözden Geçirme:** Belirli periyotlarla süreçlerin ve performans göstergelerinin gözden geçirilmesi.
- **Geri Bildirim Mekanizmaları:** Çalışanlardan ve diğer paydaşlardan geri bildirim alınarak iyileştirme çalışmalarının sürekli olarak güncellenmesi.

2.7.7. Sürdürülebilirlik ve Sürekli İyileştirme

- **Sürekli İyileştirme Kültürü:** Kaizen gibi sürekli iyileştirme felsefelerinin tüm organizasyona yayılması.
- **Standartlaştırma:** İyileştirilmiş süreçlerin standart hale getirilmesi ve bu standartların tüm organizasyonda uygulanması.
- **Denetim ve Kontrol:** Süreçlerin ve standartların düzenli olarak denetlenmesi ve gerekli kontrollerin yapılması.

Bu adımlar, otomotiv sektöründe süreç iyileştirmenin temel taşlarını oluştururken, bu problemleri geliştirmede Deste ve Berber'e (2018) göre, en çok kullanılan yöntemler;

- Akış Diyagramları,
- Beyin Fırtınası,
- Pareto Analizi,
- Sebep-Sonuç Diyagramları (Balık Kılçığı),
- Histogram,
- Altı Sigma olarak belirlenmiştir.

Bu araçları organizasyonların daha verimli, maliyet açısından etkin ve kaliteli üretim süreçlerine sahip olmalarını sağladığı Topal'ın (2000) araştırmalarıyla ortaya çıkarılmıştır.

2.7.8. Süreç İyileştirmede Kullanılan Araçlar

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, genel olarak beyin fırtınası aracı ile işletmelerin problemlerinin belirlendiği, balık kılçığı aracı ile belirlenen problemlerin

nedenlerinin saptandığı, önem sırasına göre değerlendirildiği görülmüştür. Flow chart olarak adlandırılanmış diyagramından yararlanılarak ise hem işletmelerin süreçleri belirlenmiş hem de süreçlerdeki eksiklikler görülerek giderilmiştir (Karapınar, 2006; Bezirci, 2006; Yağız, 2010; Tokcan, 2011; Berber, 2017). Ayrıca çözüm odağını koruyarak, problemlerin en önemli sebeplerine yönelmek amacıyla pareto analizleri yapılmıştır (Bezirci, 2006; Dengizler, Kayaalp ve Erdoğan, 2008; Yıldırım ve Karaca, 2013; Kara, 2018).

2.7.8.1. Akış Diyagramları

Bir sürecin veya sistemin adımlarını grafiksel olarak temsil eden diyagramlardır. Otomotiv sektöründe bu diyagramlar:

- **Sürecin Görselleştirilmesi:** Adım adım süreci gösterir, böylece sürecin tamamı anlaşılır hale gelir.
- **Darboğazların Tespiti:** Süreçteki verimsizlikleri ve darboğazları belirlemeye yardımcı olur.
- **İletişim ve Eğitim:** Ekip üyeleri arasında sürecin daha kolay anlaşılmasını sağlar ve eğitim amaçlı kullanılabilir.

2.7.8.2. Beyin Fırtınası

Yaratıcı fikirlerin serbestçe ortaya atıldığı bir grup çalışması yöntemidir. Otomotiv sektöründe süreç iyileştirme için:

- **Fikir Üretimi:** Çeşitli sorunlara yenilikçi ve yaratıcı çözümler bulunmasını sağlar.
- **Katılım Teşviki:** Tüm ekip üyelerinin sürece katılmasını ve katkıda bulunmasını teşvik eder.
- **Castilla ve Kapsamlılık:** Farklı bakış açıları ve uzmanlık alanlarından yararlanarak daha kapsamlı çözümler elde edilir.

2.7.8.3. Pareto Analizi

Yaratıcı fikirlerin serbestçe ortaya atıldığı bir grup çalışması yöntemidir. Otomotiv sektöründe süreç iyileştirme için:

- **Fikir Üretimi:** Çeşitli sorunlara yenilikçi ve yaratıcı çözümler bulunmasını sağlar.
- **Katılım Teşviki:** Tüm ekip üyelerinin sürece katılmasını ve katkıda bulunmasını teşvik eder.
- **Çeşitlilik ve Kapsamlılık:** Farklı bakış açıları ve uzmanlık alanlarından yararlanarak daha kapsamlı çözümler elde edilir.

2.7.8.4. Sebep-Sonuç Diyagramları (Balık Kılçığı)

Bir problemin olası tüm nedenlerini sistematik olarak listeleyen araçlardır. Otomotiv sektöründe:

- **Kök Neden Analizi:** Problemin temel nedenlerini belirlemeye yardımcı olur.
- **Organize Çözüm Arayışı:** Sorunları kategorilere ayırarak daha organize bir şekilde çözüm bulmayı sağlar.
- **Görsel temsil:** Problemin nedenlerini ve bunların ilişkilerini görsel olarak sunar.

2.7.8.5. Histogram

Verilerin dağılımını ve varyasyonlarını görselleştiren bir sütun grafik türüdür. Otomotiv sektöründe:

- **Veri Analizi:** Süreç performansını ve kalite kontrol verilerini analiz eder.
- **Dağılım Görselleştirme:** Verilerin frekans dağılımını ve normal dağılımdan sapmalarını gösterir.
- **Karar Verme:** Süreç iyileştirme kararları için veri tabanlı bir temel sağlar.

2.7.8.6. Altı Sigma

Süreçlerdeki hata oranlarını minimize etmek ve kaliteyi maksimize etmek için kullanılan metodolojidir. Otomotiv sektöründe:

- **DMAIC Süreci:** Define (Tanımlama), Measure (Ölçme), Analyze (Analiz), Improve (İyileştirme), Control (Kontrol) adımlarını izler.
- **İstatistiksel Araçlar:** Süreç değişkenliklerini ve hatalarını analiz etmek için istatistiksel yöntemler kullanır.
- **Kalite ve Verimlilik:** Süreçlerin kalite ve verimliliğini artırarak müşteri memnuniyetini sağlamak amacıyla önemli bir etken olarak öne çıkmaktadır (Kirkham, Garza-Reyes, Kumar, ve Antony, 2014). Rekabet gücünü artırmak isteyen işletmeler, seçmiş oldukları iyileştirme yöntemlerini ve hangi süreç iyileştirme yöntemi ile daha fazla başarıya ulaştıklarını incelemek amacıyla bir anket çalışması gerçekleştirmişlerdir. Anket sonuçları, en fazla başarı sağlayan yöntemin Altı Sigma olduğunu göstermektedir (Indrawati ve Ridvansyah, 2015). Bu bağlamda, hataların nedenlerini tespit etmek ve azaltmak, ayrıca performans ve verimliliği artırmak amacıyla Altı Sigma süreç iyileştirme yöntemi ile birçok alanda başarılı uygulamalar gerçekleştirilmiştir (Balcı, 2005; Engin, 2006; Çırkan, 2009; Gaga, 2009; Güner ve diğ., 2010; Öztürk, 2010; Tezsürücü ve Tunail, 2010; Özveri ve Dinçel, 2012; Sevinç, 2013; Sönmez, 2013; Akdamar, 2014; Gijo ve Scaria, 2014).

2.8. ALTI SİGMA KAVRAMI ve SÜREÇ GELİŞİMİ

Son yirmi yılda, Batı endüstriyel şirketlerinin rekabetçiliklerini artırmak amacıyla çeşitli yönetim süreçlerini kendi yapılarında entegre etmeye çalıştıkları gözlemlenmiştir. Bu yöntemlerden en çok tercih edilenlerden biri Altı Sigma'dır. Altı Sigma, tasarım süreçlerini iyileştirmeyi ve iş süreçlerini izlemeyi içermektedir. Dolayısıyla, Altı Sigma süreç iyileştirmeden proje yönetimine, değişim yönetimine, liderlik, kültürel dönüşüm, ödüllere, hata tanımlamasına, takım oluşturma ve problem çözümüne kadar gibi geniş bir yelpazeyi kapsayan çok yönlü bir yöntem haline gelmiştir (Goodman ve Theuerkauf, 2005). Bu bağlamda, Altı Sigma, değişkenliği azaltmaya odaklanan sürekli ve kapsamlı bir iyileştirme süreci olarak tanımlanabilir. Ürün ve hizmetlerdeki değişkenliğin temel amacı, müşteri memnuniyetini sağlamaktır. Altı Sigma'nın hedefi, on milyon müşteriden

9.999.966'sının memnun edilmesi ve geriye kalan, yalnızca 34 müşterinin memnun edilememesidir (Öztürk, Arıkan ve Öztürk, 2011).

Altı Sigma yöntemi, endüstri tarafından süreci iyileştirmek için kullanılan faydalı bir araçtır. İlk olarak 1986 yılında Motorola tarafından üretim süreçlerin kalitesinin artırılması için, önerilmiştir (Hoskin, Stuart ve Taylor,1988; Noguera ve Nielsen, 1992). Üretim süreci açısından, Altı Sigma yöntemi, üretim maliyeti ve üretim verilerinin yöntemi, süreç mühendislerinin tanımlamasına olanak tanır, DMAIC iyileştirme süreci olarak kısaltılan ölç, analiz et, iyileştir ve kontrol et süreç ve proses kalitesini artırmak için istatistiksel analizi birleştiren bir yöntemdir (Turtola, Rönnbäck ve Vanhatalo, 2022; Kregel, Stemann, Koch ve Coners, 2021). Motorola'dan sonra, Amerikan General Electric Şirketi (GE) de 1995 yılında bu yöntemi güçlü bir şekilde tanıtmaya başladı ve dikkate değer sonuçlar elde etti. Aynı zamanda işletme performansını iki katına çıkardı. Daha sonra, Ford Motor ABD'li şirket ve Tayvanlı ASUS da birbiri ardına takip etti ve bu yönetim modelini benimsemeye başladılar, böylece işletme ve yönetim performanslarını büyük ölçüde artırdılar (Yu, Tsun-Hung, Kuen-Suan ve Tsung-Yu, 2022)

Otomotiv'de Altı Sigma kavramı, ilk olarak Japonlar tarafından, üretim kanadında geliştirilmiştir. Japon ekonomisini yeniden inşa etme mücadelesi ile İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra, Toyota başta olmak üzere birçok otomotiv üreticisi, 1990'lara kadar, otomotiv endüstrisi üretim yalınlaşmasını benimsemişti (Bhaskaran, 2015). Ancak, Hendricks ve Singhal (1997) tarafından yapılan bir çalışmada Altı Sigma yönteminin etkin bir şekilde uygulanmasına ilişkin hipotezler Toplam Kalite Yönetimi (TKY) programları yürüten firmaların işletme performansını artırdığını göstermektedir. Metodoloji, süreçlerde ve ürünlerde iyileştirmeler aramak amacıyla istatistiksel disiplin oluşturur ve müşterilerin ihtiyaçlarını anlayarak projelerde Altı Sigmanın hatasızlık düzeyini sıfıra çekmeyi amaçlar (Arnheiter ve Maleyef, 2005; Silva, Cabeça, Barbosa ve Shiki, 2021). İstatistiksel mühendislik, hataları ortaya koyarak bunları gidermeye odaklanırken; Yalın Altı Sigma, israfların ortadan kaldırılması yoluyla hatasızlık sağlamayı ve Yöneylem Araştırması ise optimizasyona yönelmektedir (Chan ve diğ., 2019). Yalın yaklaşımlar, süreç optimizasyonu çerçevesinde maliyetin azaltılmasına odaklanmaktadır. Yalın, sürekli iyileştirme süreçlerinde müşteriye mükemmel bir ürün

akışı sağlamak amacıyla israfların tespit edilmesi ve ortadan kaldırılması için sistematik bir yaklaşım sunmaktadır (Anderson ve diğ., 2006; Öztürk, Arıkan ve Öztürk, 2011).

2.9. ALTI SİGMA TANIMI

"Sigma" istatistikten alınan bir kavramdır. Rastgele değişkenin standart sapması anlamına gelen ortalama değerdir. Dolayısıyla Altı Sigma, standart sapmanın altı katı mesafe anlamına gelmektedir (Moosa ve Sajid, 2010; Lei, 2015). Bu yöntem, üretimden işlemsel süreçlere, üründen hizmete kadar herhangi bir süreçte hataları ortadan kaldırmayı amaçlayan disiplinli, veri odaklı bir yaklaşım ve metodolojidir. Süreç iyileştirme çalışmalarında, milyon fırsat başına hata (Defects Per Million Opportunities-DPMO) veya milyon fırsat başına uygunsuzluk (Nonconformities Per Million Opportunities-NPMO), süreç performansının bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır. DPMO, şu formülle tanımlanır (Surange, 2015):

$$DPMO = \frac{1.000.000 \times \text{hata sayısı}}{\text{birim sayısı} \times \text{birim başına fırsat sayısı}}$$

Hata, bir kalite özelliğinin (örneğin, dayanıklılık, genişlik, yanıt süresi gibi) spesifikasyonlarına uygun olmaması olarak literatürde paylaşılmıştır (Banuelas ve Antony, 2002). DPMO, kolaylık sağlamak amacıyla milyon birim başına fırsat olarak ifade edilir: Yüksek kapasiteli süreçler (örneğin, Altı Sigma kalitesindeki süreçler), milyon birim başına yalnızca birkaç hata yaşar (veya sağlanan hizmetlerde). Altı Sigma düzeyine ulaşmak için, bir süreç milyon fırsat başına 3,4'ten fazla hata üretmemelidir. Altı Sigma fırsatı, hata için toplam olasılık sayısını ifade eder (Pande, Neuman, Cavanagh, 2003). TKY ilkeleri ile ayrılmaz bir şekilde bağlantılıdır. Dinamik karakteri nedeniyle, sürekli gelişim ve kalite ve mükemmellik arayışında en etkili araçlardan biri haline gelmiştir. Altı Sigma, maliyetleri düşürürken birçok istatistiksel iş aracını geliştirmiş ve sistematik hale getirmiştir. Hataları ve üretimin döngü süresini azaltmak ve aynı zamanda pazar payını artırmak, müşterileri korumak, ürün geliştirmek, programların/projelerin, üretim ve idari sürecin her aşamasında kullanılabilir (Zu ve diğ., 2008; Glasgow ve diğ., 2010).

Temel felsefesi, sürekli gelişim olan "Altı Sigma Yaklaşımı" aslında bir yönetim sistemidir (Akdogan, 2003). Bu sistem, işletmelere fire ve kaynak kullanımını en aza

indirmeye yönelik gerçekçi bir yaklaşım sunarken, kalite yönetiminin temel unsurlarından biri olan müşteri memnuniyetini artırmayı hedeflemektedir. Ayrıca, süreç aşamalarının gözden geçirilmesi ve iyileştirilmesini esas alarak, müşteri odaklı diğer yaklaşımların en etkin unsurlarını bir araya getirmektedir. Teorik değil, pratik uygulamalara olanak tanıyan bir yapıya sahip olan bu sistem, uygulandığı işletmelerde somut ve gözle görülür iyileştirmeler sağlamasıyla bu yönetim felsefesinin yaygınlaşmasına katkı sunmaktadır.

Altı Sigma metodolojisi, işletmelerde başarıyı sağlamak, sürdürmek ve en üst düzeye çıkarmak amacıyla uygulanan kapsamlı ve esnek bir sistem olarak tanımlanabilir. Bu metodolojinin temelini, müşteri ihtiyaçlarını derinlemesine anlama, gerçekleri, verileri ve istatistiksel analizleri disiplinli bir şekilde kullanma, iş süreçlerini yönetme, iyileştirme ve yeniden yapılandırma oluşturur (Pande ve diğ., 2004). Bir başka tanımda Altı Sigma, firmaların karşılaştıkları problemleri tanımlamak ve çözmek için verileri ve istatistiksel analizleri kullanan bir süreç iyileştirme yöntemi olarak ele alınmaktadır (Pande ve Holpp, 2001).

Altı Sigma, organizasyonel bir iyileştirme felsefesi olarak değişkenliğin temel nedenlerini, yani değişkenlik kaynaklarını anlamayı ve bunları azaltarak süreçlerdeki değişkenliği gidermeyi amaçlar. Metodoloji, süreci hatalar üzerinden ölçmeye dayanır. Bu istatistiksel konsept, milyon fırsat başına 3,4 hata oranıyla süreçlerin mükemmele yakın çalışmasını ifade eder (Brue ve Launsby, 2003). Altı Sigma, organizasyondaki süreçlerin veya ürünlerin sıfır hata hedefine ulaşmasını sağlayan, ürün veya hizmet kalitesini ölçen teorik bir istatistiksel ölçümdür. Ayrıca, sadece varyansı ölçmede kullanılan bir istatistiksel araç olmaktan öte, operasyonel mükemmelliği sağlamaya yönelik bir kültür ve süreçtir (Basu ve Wright, 2003).

Altı Sigma, sayısal teknikler ile yönetim yaklaşımlarının kesişim noktasında yer alan bir yaklaşım olarak, ürünlerin, hizmetlerin ve süreçlerin ne kadar iyi olduğuna dair sayısal bir gösterge sunar. Bu gösterge, mevcut sürecin sıfır hata hedefine ne kadar uzak olduğunu ölçer (Erdiller ve Orbak, 2005).

Bu tanımlamalardan hareketle, Altı Sigma'yı, işletmelerde hem iç hem de dış müşteri taleplerini karşılamayı hedefleyen; iş akışlarında oluşabilecek değişkenliği minimize

eden, kusur sayısını azaltarak maliyetleri düşüren ve verimliliği artırmayı amaçlayan istatistiksel bir yönetim felsefesi olarak tanımlamak mümkündür.

2.10. ALTI SİGMA'NIN ÖNEMİ VE FAYDALARI

Altı Sigma metodolojisinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için altı temel ilkeyi içeren bir liderlik sistemi geliştirilmiştir (Kasa, 2002). İlk ilke, müşteri odaklılıktır. İyileştirme süreçleri, müşteri memnuniyeti ve müşteri tarafından algılanan değerin artırılması üzerine kuruludur. İkinci ilke, verilere dayalı yönetimdir. Altı Sigma'nın disiplinli yaklaşımı, işletme performansını izlemek ve değerlendirmek için hangi metriklerin kritik olduğunu belirleyerek, yönetimin veri temelli ve rasyonel kararlar almasını sağlar.

Üçüncü ilke, süreç odaklılık ve süreç iyileştirmedir. Hizmet ve üretim süreçlerinin etkin bir şekilde kontrol edilmesi, müşteri memnuniyetinin sürdürülebilir bir şekilde artırılmasına katkı sağlar. Dördüncü ilke ise proaktif yönetim anlayışıdır. Bu ilke, işletmelerin karşılaştıkları sorunlara karşı hızlı ve yenilikçi çözümler üretmelerine imkân tanır. Beşinci ilke, sınırsız iş birliğini vurgular. Ekip çalışması, organizasyonun ortak hedeflerine ulaşmasını kolaylaştırır ve müşteriye sunulan değeri maksimize eder.

Son ilke ise mükemmeliyete ulaşma çabası ve başarısızlık karşısında hoşgörüdür. Altı Sigma'yı benimseyen işletmelerin, müşteri taleplerindeki değişikliklere hızlı yanıt verebilmeleri ve süreçlerinde meydana gelebilecek engellerle başa çıkabilmeleri için performanslarını sürekli olarak mükemmeliyete ulaştırmaları gerekmektedir (Haikonen ve diğ., 2004,).

Bu altı temel ilke, Altı Sigma metodolojisinin etkin bir şekilde uygulanmasını sağlayan önemli yapı taşları olup, işletmelerin müşteri odaklılık, veri temelli karar verme ve sürekli iyileştirme prensipleri doğrultusunda performanslarını optimize etmelerine olanak tanımaktadır.

Altı Sigma firmalara maliyet azalması, kalite düzeyinin iyileşmesi, gelir artışı, süreç hızında iyileşmeler ve müşteri ilişkilerinin iyileştirilmesi gibi çeşitli yararlar sağlamaktadır. Bunun yanı sıra (ADA ve diğ., 2004); firmaları kalıcı başarıya götürür, müşteriye sunulan değeri arttırır, iyileştirme oranını arttırır, öğrenmeyi ve bilginin yayılımını destekler, stratejik değişimi gerçekleştirir.

Altı Sigmayı başarılı bir şekilde uygulamanın ne denli önemli olduğunu açıklamak için ise şöyle bir örnek verilebilir. Elektrik üretimi yapan bir enerji tesisinde proses yeterliliğinin %99 seviyesinde olduğu kabul edilip ki bu 3,9 sigma seviyesine karşılık gelmektedir, bu tesiste kabul edilebilir aylık elektrik kesinti süresi 7,1 saat olursa, aynı tesiste Altı Sigma metodolojisi uygulanarak süreç yeterlilikleri 6 sigma seviyesine ulaştığında bu kesinti süresi 8,8 saniyeye inecektir. Çünkü Altı Sigma Metodu ile kontrol edilebilir ve iyileştirilebilir hale getirilen süreçlerdeki değişkenlikler azaldıkça istenmeyen çıktılar, yani süreçlerdeki hatalarda azalacaktır. Bu örnekte her iki yeterlilik seviyesi de görünürde %99'dur, ancak aradaki fark, hep göz ardı edilerek önemsenmeyen ayrıntılarda gizlidir. 3,9 sigma seviyesi tam olarak %99,1810 değerinde yeterliliğe eş gelmektedir, Altı Sigma seviyesi ise %99,99966 yeterlilik anlamına gelir ki, bu da Altı Sigma metodolojisinde neden her türlü durumu sayılarla ifade etmenin çok önemli olduğunu açıkça ortaya koyar (Cankurt, 2005).

2.11. ALTI SİGMA PROJELERİNİN YÖNETİMİ

Altı Sigma, işletmelerin çalışma hayatında ve iş üstünlüğünde zorunlu bir strateji olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu güçlü yönetim stratejisini General Electiric, Motorola, Honeywell, Bombardier, ABB, Sony, Toyota ve Ford Motor Company gibi birçok işletme tarafından kullanılmaktadır (Uslu, 2002). Bu işletmelerin uyguladıkları yöntem ile elde ettikleri başarılar aşikardır. Bu başarıyı gören ve Altı Sigma yöntemini işletmelerinde uygulamak isteyen işletmelerin sayısı da gün geçtikçe artmaktadır. Altı Sigma yöntemini uygulayan veya uygulayacak olan işletmelerin yöntemde başarılı olabilmeleri için bir yol haritası hazırlamaları ve yapılacak tüm işlem ve projeleri önceden planlamaları gerekmektedir. Uygulanacak yol haritası işletmelerde kalite gelişimine katkı sağlayacaktır.46 Hazırlanacak yol haritası şu bölümlerden oluşur:

- Temel süreçlerin ve kilit müşterilerin tanımlanması,
- Müşteri gereksinimlerinin belirlenmesi,
- Mevcut performansın ölçülmesi,
- İyileştirmelerin öncelik sırasına konulması, analizi ve yürütülmesi,
- Altı Sigma sisteminin genişletilmesi ve entegrasyonudur.

2.11.1. Altı Sigma Proje Aşamaları

Altı Sigmanın temel odak noktasını, işletmenin süreçlerinde veya üretim yapısında potansiyel değişkenliği azaltmak oluşturur. Altı Sigma yönetim sisteminin uygulama aşamaları; DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control) olarak bilinen Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol'den oluşmaktadır (Banuelas ve Jantony, 2004). Bu aşamaların tümü temelde süreçlerin etkin tasarım ve yönetimine dayanmaktadır. Altı Sigma ürün tasarımı ve üretimiyle ilgili olabileceği gibi siparişlerin izlenmesi veya finansal tabloların oluşturulması vb. her türlü süreçle ilgili olabilir (Gürsakal ve Oğuzlar, 2003). Altı Sigmanın proje uygulama aşamaları;

2.11.1.1.1. Tanımlama Aşaması

Projenin amaç ve kapsamının belirlendiği tanımlama aşamasında "problemin kaynağı nedir?" sorusuna cevap aranmaktadır. İşletmenin hedefleri ve bu hedefleri ulaşmayı zorlaştıran hatalar ayrıntılı bir şekilde tanımlanmaktadır. Süreç ve müşteri hakkında bilgi toplanarak, iyileştirmelerin ayrıntılı tanımı yapılmaktadır. Bu aşamada kullanılan araçlar ise, proje beyanı, proje iyileştirme planı, süreç haritaları, yakınlık diyagramı, sebep-sonuç diyagramı ve kalite fonksiyonlarıdır.

2.11.1.1.2. Ölçme Aşaması

Ölçme aşamasında mevcut durumu tüm yönleri ile açıklayan bilgiler toplanarak temel süreçlerin performansları ölçülmektedir. "Sürecin yeterliliği hangi seviyededir?" sorusuna cevap aranan ölçme aşaması Altı Sigma uygulamasının en önemli aşamalarından birisini oluşturmaktadır. Bu aşamada elde edilen hataların nerede ne zaman ve ne sıklıkla oluştuğu gibi bilgiler sayesinde analiz safhasında araştırmaya konu olacak nedenler daraltılarak, bu safhanın gerçekleştirilmesine yardımcı olunmaktadır. Bu aşamada kullanılan araçlar ise; veri toplama formu, kontrol kartları, histogram, pareto şeması ve süreç sigmasıdır.

2.11.1.1.3. Analiz Aşaması

Analiz aşamasında, "hatalar nerede ve ne zaman oluşur?" sorusuna cevap aranmaktadır ve Altı Sigma süreçlerini etkileyen tüm faktörler istatistiksel olarak ortaya konulmaktadır. Bu aşamanın amacı; problemlerin asıl nedenlerini tanımlayarak bu nedenleri doğrulamaktır. Doğrulanan nedenler bir sonraki aşmanın girdisini oluşturmaktadır.

Analiz aşamasında, regresyon, korelasyon, hipotez testleri, ki-kare testi, anova, t testi gibi istatistiki araçlar kullanılmaktadır.

2.11.1.1.4. İyileştirme Aşaması

İyileştirme aşamasında "süreç yeterliliği nasıl Altı Sigma olabilir?" sorusu yanıt bulmaktadır. Bu aşamada artık çözüm arayışı söz konusu olmaktadır. Problemin temel nedenlerini ortadan kaldıracağı düşünülen çözümler denenir ve uygulamaya konulur. İyileştirme aşamasında, deneysel tasarım ve proje yönetimi gibi araçlar çözümlemeye yardımcı olmaktadır.

2.11.1.1.5. Kontrol Aşaması

Son olarak kontrol aşamasında artık "kazancın sürekli olması için nasıl bir kontrol sağlanmalıdır?" sorusu ile karşılaşılmaktadır. Burada ilk dört aşama sonrasında elde edilen kazanımlar değerlendirilerek bunların sürdürülmesi ve arttırılması için neler yapılabileceği kararlaştırılmaktadır. İyileştirme yapılan sürecin eski durumuna dönmesine izin vermeden kontrol sağlama işlemi yapılmaktadır. Sürecin son durumu, kazanımlar ve elde edilen fırsatlar bu aşamanın çıktılarını oluşturmaktadır. Kontrol şemaları ve istatistiksel proses kontrolü bu aşamada kullanılan araçlardır.

2.11.1.1.6. Veri Toplama

"Ölçemezsen yönetemezsin" felsefesinin temelinde verilere dayalı yönetim yatmaktadır. İşletmelerin süreçlerini iyileştirebilmeleri ve mevcut performanslarını arttırabilmeleri için doğru ve güvenilir verilere ihtiyaçları vardır (Wilson, Dell, Anderson ve Gaylord, 1993). Çok fazla veri çok iyi yönetim olarak algılanmamalıdır; aksine verilerin kullanım dışı veya gereksiz olması işletmelere ek külfetler getirecektir. Bu nedenle işletmede elde edilecek verilerin fayda sağlayabilmesi için amacın açıkça belirlenmesi, belirli bir amaca hizmet etmesi, verilerin hangi örnekleme yöntemi ile veya nasıl saptanacağı belirlenmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra kim tarafından hangi tarihte toplandığı kaydedilerek verilere ait geçmiş bilgilere ulaşım kolaylaşmakta ve son olarak da verileri güvenilirliği açısından ölçü aletlerinin hassasiyetine dikkat edilmektedir. Veriler istatistiki açıdan ikiye ayrılırlar: Ölçülebilir (Kantitatif) Veriler: Bir ölçek dahilinde ölçülebilme özelliği taşıyan verilerdir. Sertlik, boyut, sıcaklık örnek oluşturabilir. Sayılabilir (Kalitatif) Veriler: Bir ölçek dahilinde ölçülemeyen ancak varlığı belirlenerek konumları tespit edilen,

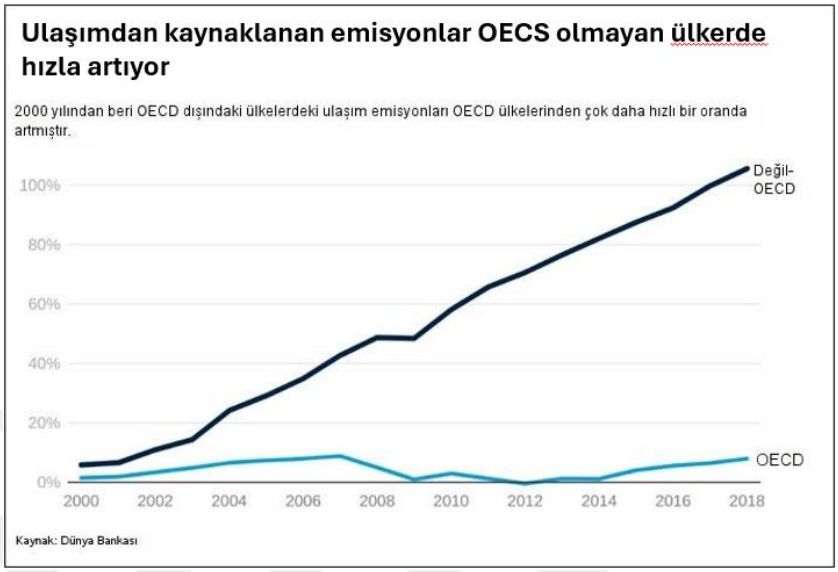
gözlemlenme sıklıkları tablolara kaydedilen verilerdir. Çalışmaya konu olan örnek olay çalışmasında her iki yöntem de Altı Sigma yöntemi çerçevesinde kullanılacaktır.

3. BİR OTOMOTİV SEKTÖRÜ İŞLETMESİN'DE AR-GE İŞ SÜREÇLERİ YÖNETİMİNDE ÜRÜN YAŞAM DÖNGÜSÜ ARAŞTIRMA YÖNETİMİ UYGULAMASI

Gelişen ve değişen dünyada, ekonomileri daha düşük çevresel etki modeline dönüştürmek için küresel bir arayış uzun süredir devam etmektedir. Otomotiv sektörü bu arayışın olağan etkilenenlerinden birisidir. Üretim tesislerinde verimliliği artırmak, motor hacimlerini sıkıştırmak ve kilometre başına tüketimi önemli ölçüde azaltmak, bu yolda her zaman araştırma konuları arasında yer almıştır. Ancak, karbon salınımını düşürmenin birincil unsuru, motorlu taşıtların fosil yakıt bağımlılığını azaltmaktır. Elektro mobilite (e-Mobility), araçların ve filoların elektrik aktarma organları teknolojilerini, araç içi bilgileri ve iletişim teknolojileri ile bağlantılı altyapı kullanma konseptini temsil eder. Aktarma organı teknolojileri, tam elektrikli araçlar ve plug-in hibritler ile hidrojeni elektriğe dönüştüren hidrojen yakıt hücreli araçları içermektedir. Çevrecilerin petrolle çalışan arabaları azaltmak için verdiği çağdaş mücadeleye rağmen, Elektrikli Araçlar'ın (Electrical Vehicle-EV) icadı çok eskilere dayanmaktadır. EV'lerin ilk versiyonları 1830'larda Macaristan, Hollanda ve ABD'de inşa edilmiştir. Yirminci yüzyılın ilk on yılının sonunda, ABD'deki tüm araçların neredeyse üçte biri elektrikli araçlar oluşmaktaydı. Dahası, 1901'de Ferdinand Porsche tarafından hibrit bir araba bile icat edildi. Ford Model T'nin uygun fiyatlı bir ulaşım çözümü olarak sadece birkaç yıl içinde otomotiv sektörüne hâkim olmasıyla EV dönemi sona erdi (ABD Enerji Bakanlığı, 2023). Bugün ise, kamu ve özel sektör paydaşları büyük ölçüde politika, altyapı ve iş modellerine dayalı mevcut hareketlilik ve araç sahipliği kalıpları üzerine EV'lerin alımını teşvik ediyor.

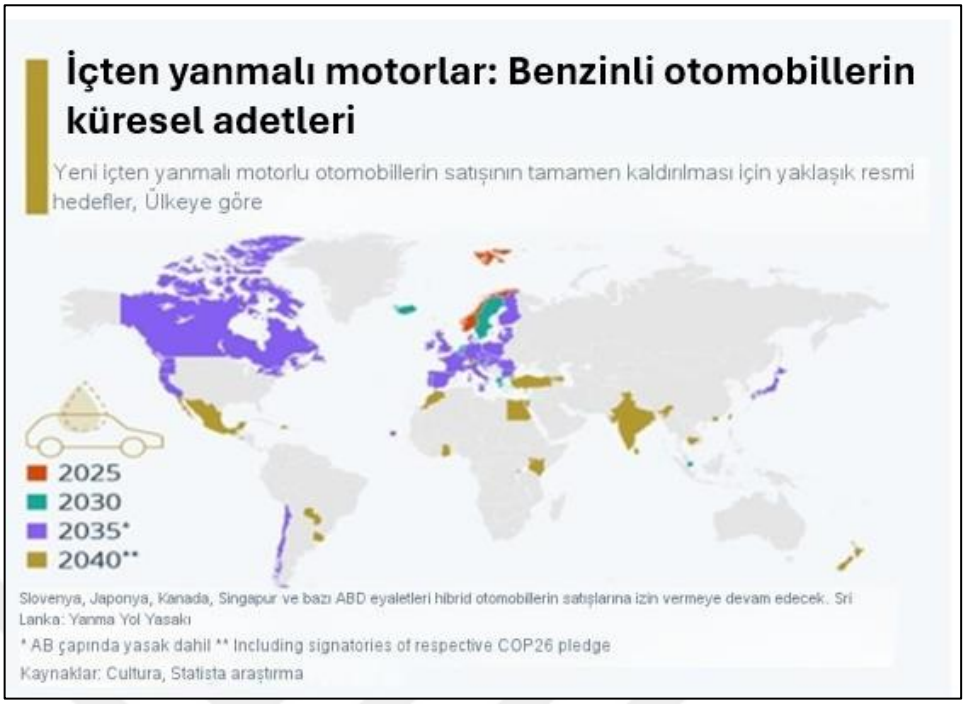
Dünya Ekonomik Formu (Word Economic Forum-WEF), 2018 yılında yayınlanan Akıllı şehirler raporuna göre, 2050 yılına kadar, dünya nüfusunun yaklaşık %70'i kentsel alanlarda yaşayacaktır. Bu sebeple, "Mobilite ve Enerji", sürdürülebilir yaşam koşullarını sağlayabilecek dönüşümün ikiz kulesi olarak anlaşılmaktadır. Bu iki unsur, şehirler için trafik problemlerini, hava kirliliğini artırmadan demografik ve ekonomik büyümeyi karşılamak için radikal uyarlamalar gerektirecektir. Fosil yakıtlı araçların (benzinli ve dizel), EV'lerle ikame edilmesi yoluyla ulaşımın elektrifikasyonu, daha temiz hareketlilik için ulusal ve yerel stratejilerinin ana temel taşıdır. Global olarak, 2019'da yayınlanan

OECD ve non-OECD ülkerine ait emisyon değerleri (Şekil 3.1), iklim değişikliğini önlemek için EV'lere geçişin önemini göstermektedir.



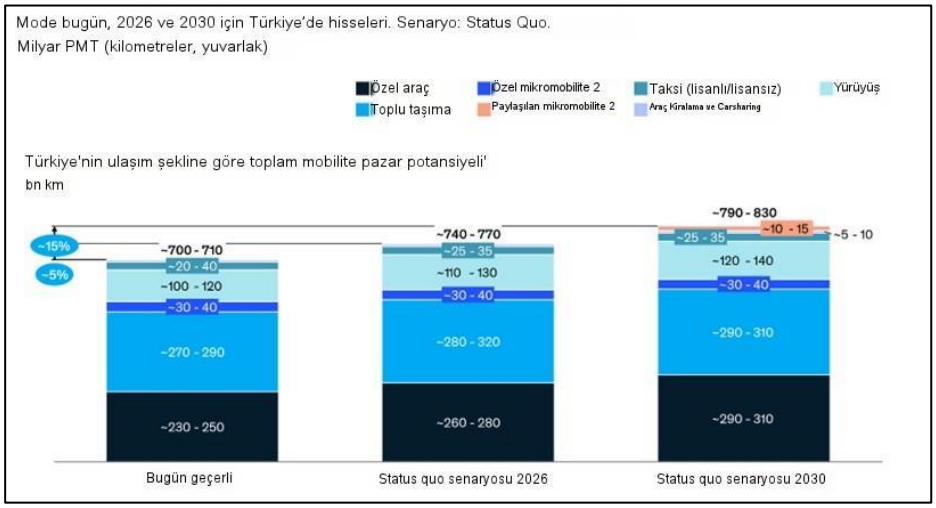
Şekil 3.1*:* OECD ve non-OECD Ülkeleri Emülsiyon Değerleri

Global olarak, yeşil ekonomi ve iklim değişikliği hedefleri doğrultusunda alınan kararlarla birlikte, EV'ler tüm dünyada, 2021'de bir önceki yılın iki katı olan 6 milyondan fazla satıldı. Bazı hükümet politikalarının son kullanıcıların lehine değişmesiyle, bu araçlar büyük küresel pazarlarda yeni normal haline geldi. Bu durum, %21,7'lik bileşik yıllık büyüme hızı (Compound Annual Growth Rate- CAGR) olarak göze çarpmaktadır (WEF, 2023). 2030 yılına kadar 8.1 milyon adetten 39.21 milyon adete çıkması bekleniyor (Outlookindia,2022). Avrupa Birliğine üye ülkelerde içten yanmalı motorlu araba satışının 2035'ten itibaren yasaklayacak bir yasa onaylandı. Ancak, Almanya ve İtalya gibi büyük Otomotiv OEM ve yan sanayi kuruluşlarının bulunduğu ülkeler, aşamalı geçişin zaman planı itibariyle riskli olduğunu da paylaşmaktadırlar. Amerika kıtasında özellikle Kaliforniya bölgesinde, yine 2035 yılı için aşamalı bir çıkış tarihi belirledi ve daha önce 17 eyalet, *"Federal Temiz Hava"* yasası uyarınca araç standartlarını Kaliforniya'ya bağladı. 2020'de elektrikli araç payını %50'yi aşan zengin İskandinav ülkesi olarak bilinen Norveç, geçtiğimiz yıl e-mobiliteye geçişini sürdürdü (Şekil 3.2).



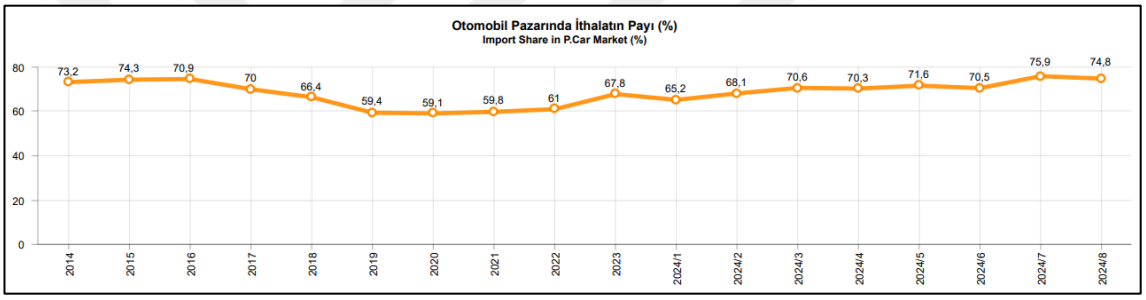
Şekil 3.2: İçten yanmalı motorlara ait araçların aşamalı olarak duruş yılı ve yeleri

McKinsey (Kasım, 2021) raporuna göre, Türkiye en gelişmiş mobilite ekosistemlerinden birisidir. Bu duruma neden olan en temel unsur; ülke nüfusunun büyük çoğunluğunun şehirlerde yaşaması. Yaklaşık 80 şehir ve kırsal alan, toplam kişi başına düşen seyahat kilometresi ülke nüfusunun ~%80'ini oluştururken, çevre şehirler ve kırsal alanlar en büyük paya sahiptir. Türkiye'deki toplam adreslenebilir mobilite pazarı, yaklaşık 55 ila 65 milyar dolar değerindedir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Türkiye'deki toplam yolcu kilometresi

Dünya araç üretim performansına göre Türkiye, Avrupa'da 4. (binek otomobil: 6; ticari araç: 2) ve dünyada 14. (binek otomobil: 15; ticari araç: 9) sırada bulunmaktadır (Mobility Industry Agenda, 2023). Özellikle bu durum araç satışlarına da yansımaktadır. Araştırmalara göre, Türkiye EV araçlarda, yıllık gelirin %19,22'lik bir büyüme hızı (CAGR 2023-2027) göstermesi ve bunun sonucunda 2027 yılına kadar tahmini pazar hacminin 502,20 milyon dolar olması bekleniyor. Otomotiv Sanayi Derneği (OSD), 2024 raporuna göre, son 10 yıllık süreçte dünya otomobil pazarının ortalama Türkiye ihracatı, %66 civarında olduğu göze çarpmaktadır (Şekil 3.4). Üretim ve Satış süreçlerini destekleyen en büyük unsur ise, Otomotiv'deki Ar-Ge ve yan sanayinin e-mobilite alanında yaptığı yatırımlar ve çalışmaların olduğu söylenebilir (Mckinsey The future of mobility is at our doorstep, 2023).



Şekil 3.4: 10 yıllık Türkiye otomobil pazarında ithalatın payı

EY 2021, "Mobility Industry Agenda" raporuna göre, otomotiv sektöründe e-mobilite Ar-Ge harcamaları 2010 yılından itibaren yıllık %19,6 oranında artış göstererek 2020 yılında 3,5 milyar TL'yi aşmıştır. Otomotiv sektörünün Ar-Ge harcamaları, imalat sanayi içerisindeki toplam Ar-Ge harcamalarının %17'sini, genel Ar-Ge harcamalarının ise %10'unu oluşturmaktadır (Mckinsey Automotive softwareve electronics 2030, 2023). Bu bağlamda, otomotivde geliştirme ve üretim alanında gelişen ve değişen teknolojileri kullanmak, zaman içinde şirketlerin kârlılığını etkileyen çeşitli üretim maliyetlerini ortaya çıkarmaktadır. Bu maliyetler, kalite, gelir maliyeti, işçilik, malzeme ve nakliye maliyetleri olarak sıralanabilir.

Kalite maliyetleri, işletmelerde hatalı veya kusurlu üretimin önlenmesi amacıyla yapılan harcamalar ile bu harcamaların alternatif maliyetlerini kapsayan; işletmenin tüm faaliyet süreçlerinde ortaya çıkabilecek soyut ve somut maliyetlerden oluşan kalite ve başarı ölçüm araçlarıdır (Yumuk ve İnan, 2005). Kalite maliyetlerinin sıfıra indirilmesi oldukça

güç olmakla birlikte, bu maliyetler minimize edilebilmektedir (Akın, 2010). Kaliteyi elde etmek amacıyla katlanılan maliyetler dikkatli bir şekilde izlendiğinde ve değerlendirildiğinde, bu sürecin işletme üzerindeki olumlu etkileri iş süreçlerini iyileştirme yöntemleriyle somutlaştırılmaktadır (Gomes, Correia, Marques ve Alves, 2023).

3.1. Uygulama Yapılan İşletme Hakkında Genel Bilgi

1959 yılında kurulan işletme, 2023 yılı itibarıyla yıllık 746.500 araç, 437.500 motor ve 140.000 aktarma organı üretim kapasitesi ile Avrupa'nın en büyük ticari araç üretim merkezi konumundadır. Kocaeli ve Eskişehir fabrikaları, Avrupa'nın "En İyi Araç Üretim Merkezleri" arasında yer almakta olup, Eskişehir Fabrikası Türkiye'de araç, dizel motor ve güç aktarma organlarını aynı tesiste üretebilen tek fabrikadır. İşletme, bayileri ile uzun yıllara dayanan köklü iş ortaklığı ilişkileri geliştirmiş ve Türkiye genelinde bu ortaklığı benimsemiş güçlü bayiler ve uzman yetkili servisler aracılığıyla bakım, onarım ve servis hizmetleri sunmaktadır. Ayrıca, tek bir ağır ticari araç markasının tasarım, mühendislik ve üretim süreçlerini üstlenmektedir.

Müşteri memnuniyetini ön planda tutan işletme, kaliteden ödün vermemek amacıyla tüm Ar-Ge ve üretim süreçlerinde yüksek standartları uygulamaktadır. Bu kapsamda, ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi ve ISO 10002 Müşteri Memnuniyeti Yönetim Sistemi gibi sertifikasyon programlarını tamamlayarak, verimli ve kaliteli üretim politikasını başarıyla sürdürmektedir.

3.2. METODOLOJİ

3.2.1. Araştırmanın Amacı

Küresel pazarda, Otomotiv endüstrisi sürekli olarak en rekabetçi sektörlerden biri olma konumunu korumuştur. Bununla birlikte, teknolojik ilerleme ve acil iyileştirme ihtiyacı ile pazara sunma süresi açısından kendilerini sürekli gelişen pazar taleplerine uyarlama koşulu ortaya çıkmıştır (Gažová ve Šufliarský, 2022). Bu durum, yüksek kaliteli ürün geliştirme gibi belirli hedefleri yerine getirme, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılama ve maliyetleri düşürme amacıyla tasarım süreç iyileştirme metodolojilerinin ortaya çıkmasına yol açmıştır (Anderson, Eriksson ve Torstensson, 2006).

Otomotiv sektöründe yaşamını idame ettiren bir işletmenin, yüksek performansları yakalayabilmesi, Ar-Ge ve üretim süreçlerinin yeterliliğine bağlı olmaktadır. Sürekliliği ölçülebilen, hatadan arındırılmış, kaliteli sonuçlandırılan BPM, yeterliliği ortaya koymakta, başka bir ifadeyle zamanında tamamlanan ve düşük maliyetle, kaliteli üretim sonuçlarına ulaşabilmektedirler. Bu sebeplerden dolayı, geliştirmeden, üretim aşamasına kadar tüm faaliyetlerde süreçlere odaklanmak, iş çıktı kalitesini arttıracaktır. İşletmelerin bu yönlü gelişimleri, yeni yöntem ve teknikler arayışı içerisine itmiş ve bu noktada, kaliteyi arttırmak, verimliliği yükseltmek ve maliyet optimizasyonu sağlayabilmek için, süreçlerin gelişimine rehberlik edecek "Altı Sigma" kavramını ortaya çıkarmıştır (Akın, 2010).

Literatür taramasında da ortaya konulduğu üzere Altı Sigma, geniş anlamda bir felsefe veya kavram olarak algılanmaktadır. Bu iş sürecini, sürekli iyileştirme kavramının stratejik temel taşı olarak ele almak, bir işletmenin dönüşümüne, değişimine yardımcı olur. Altı Sigma, odak noktası çoğunlukla şirketin karlılığının artmasına yol açan üretim süreçlerinin iyileştirilmesine odaklanır. Bu BPM yaklaşımı, rastgele değişkenin standart sapması anlamına gelir ve ortalama değerdir. Bu değere ulaşmak için süreç, milyon fırsat başına 3,4'ten fazla kusur üretemez. Kusur, standartların dışında kalan herhangi bir şey olarak tanımlanır (Moosa ve Sajid, 2010; Lei, 2015). Dolayısıyla Altı Sigma, standart sapmanın altı katı mesafeyi ölçümlemeyi sağlayan, ortalama anlamına gelen değerdir. Bu değer, neden ve sonuçların, maliyetlerin değerlendirilmesi, kuruluşların süreç değişkenliğinin nedenlerini anlamasına olanak sağlayan yöntem ve detaylı analizleri yapmak için kullanılan gerçek verilere ve olgulara dayanır. Bu olguların analiz edilmesinde, literatür taramasında bahsedildiği üzere, Altı Sigma yöntemlerinden biri olan DMAIC'in uygulanmasında ortaya çıkan değerler; toplam kalite ve maliyet sonrasında gerçekleştirilen süreçlerin verimliliği üzerinde sürekli kontrol sağlanmasını sağlar.

Altı Sigma konseptinde kullanılan sürekli iyileştirme, proaktif yönetim ve iş birliğinin yanı sıra kurumdaki işlevsel gelişimin tüm yönleri işletmenin her seviyesinde sınanır. Altını çizmek gerekir ki, bu sadece sorunları çözmeye yönelik bir yaklaşım değildir, üretimle ilgili sorunların yanı sıra iş süreçleriyle de ilgilidir (Taborski, 2010).

Çalışmada, bir otomotiv işletmesine ait Ar-Ge faaliyetinin, proje üretim hattındaki kaliteyi artırıp ve zaman kayıplarını azaltmak amacıyla, BPM çözümleriyle birlikte, Altı Sigma, İstatistiksel Mühendislik ve Yalın Altı Sigma arasındaki benzerlikler ve farklılıklar ile bunların kökeni, teorisi, sürece bakışı ve yaklaşımı, yöntemi, araçları ve sağladığı etkileri ortaya konularak, süreç geliştirme ve maliyet azaltma çalışmaları amaçlanmıştır.

3.2.2. Araştırmanın Önemi

Günümüzde, otomotiv endüstrisi giderek daha yüksek rekabet gücü standartlarını dikkate almaya çalışmaktadır. Türkiye'de Otomotiv sektörü 1960'lı yıllardan itibaren önemli gelişmeler kaydetmiştir. Sektör, 1990'lı yıllarda ihracata yönelik rekabetçi bir nitelik kazanmıştır (T.C. Sanayi Ticaret Bakanlığı Otomotiv Sektörü Raporu, 2020). Otomotiv sanayinde yaşanan büyük rekabet sonucunda azalan kâr oranları, Ar-Ge harcamalarının artması ve yeni teknolojilerin iş süreçlerinde kullanımına yönelik yüksek yatırım gerekliliğini ortaya çıkmıştır (Akarsoy, 2009). Bu sektör aynı zamanda, yüksek maliyetleri azaltacak, bir organizasyonda belirli bir sorunu çözmek için uygun bir yönetim metodolojisi aramaktadır (Bhaskaran, 2015). Bu anlamda, mükemmellik seviyelerine ulaşmak için gerekli koşulları sağlaması nedeniyle sürekli iyileştirme Otomotiv Ar-Ge ve üretim iş ortamı için gereklidir (Gomes, Correia, Marques ve Alves, 2023). Bu stratejiye dayalı olarak, Altı Sigma uygulanabilecek bir seçenek olarak ortaya çıkmaktadır.

Yalın üretim kavramı, otomotiv endüstrisinde ortaya çıkmış (Parsons ve Josefik, 2009) olmasına rağmen, bu endüstride Altı Sigma ile ilgili sistematik inceleme, metrikler, araçları ve yönleri dikkate alan bir araştırma ve uygulama eksikliğine sahiptir. Bu nedenle, çalışmanın iş süreç geliştirme alanlarında, Altı Sigma'nın uygulanmasına ilişkin bir literatür taraması ve örnek olay çalışmasının sonuçlarını barındırması ile, bu metodolojinin uygulanmasının otomotiv sektöründe sürekli iyileştirme sürecine, problem çözmeye katkıda bulunduğunu göstermesi sebebiyle önem taşımaktadır. Diğer yandan süreç geliştirme ve optimizasyonu sayesinde, önleyici hata kestirim faaliyetlerini ortadan çıkarmasıyla birlikte maliyet azalmasını da sağlamaktadır.

3.2.3. Araştırmanın Kapsamı

Çalışma kapsamında, iş süreç yönetiminde Altı Sigma ile AR-GE ürün yaşam döngüsü faaliyetlerinin, Otomotiv sürecindeki maliyet azaltma süreçlerine etkisi hakkında literatür bilgisi sunulmuştur. Otomotiv sektöründe yayınlanan, yerli ve yabancı kaynaklar taranarak, literatür yazımı gerçekleştirilmiştir. Ardından, Türkiye'de otomotive sektörünün gelişimi, yapısı, sorunları ele alınarak, örnek olay incelemesi yapılan işletme hakkında bilgi paylaşılmıştır. Çalışmaya konu olan örnek olay Ar-Ge çalışmalarından üretime kadar olan ürün yaşam döngüsü kapsamında, mevcut problem durumu tespiti yapılmıştır. Bu probleminin çözümünü sağlayan BPM analizi Altı Sigma yöntemiyle belirlendikten sonra, işletme maliyetlerine yansımalarını kontrol etmek amacıyla araştırma kapsamındaki işletmenin mevcut maliyet sistemiyle karşılaştırma yapılmış ve katkısı ortaya konmuştur. Ortaya çıkan mevcut maliyet durumu itibariyle, iş süreçlerindeki eksiklikleri iyileştirmek amacıyla işletmeye faaliyet tabanlı maliyetleme yöntemi uygulanmıştır. Bu doğrultuda uygun ve doğru bir ölçüm yapılarak daha verimli sonuçlar elde edilmeye çalışılmış, sürekli iyileştirme felsefesiyle sigma seviyesini artırması için uygulaması gereken yöntemler ve proseslerle ile ilgili tavsiyelerde bulunulmuştur.

3.2.4. Araştırmanın Yöntemi

Araştırma metodolojisinde, ele alınan örnek olay proje kapsamında kullanılan Vaka Çalışması (Case Study) araştırmasıdır. Bu çalışma ile araştırmacı, sahada gözlemlediği problemlere dayalı karmaşıklığı bu metodolojiyi kullanarak yakalamayı hedefler (Johansson, 2007). Vaka çalışması metodolojisine literatürde rehberlik eden, iki kilit yazar bulunmaktadır: Robert Stake (1995) ve Robert Yin (2003, 2006). İki yazarın da vurguladığı nokta, ilgi duyulan konunun, iyi araştırılmış ve olgunun özü ortaya çıkarılmış olmasıdır.

Bu metodoloji sadece sosyal bilimlerde değil fen bilimleri, mühendislik, mimarlık ve ekonomi gibi uygulamaya yönelik alanlarda da iş süreçlerinin analizine hizmet etmektedir (Yin 1994; Merriam, 1988; Stake, 1995 ve 1998; Miles ve Huberman, 1994; Gillham, 2001). Bu nitel vaka çalışması, araştırmanın keşfedilmesini kolaylaştıran bir yaklaşımdır. Çeşitli veri kaynakları (mutlak vaka olmalıdır, kendi içinde karmaşıklık içermelidir ve özgün olmalıdır) kullanarak bir olguyu kendi bağlamı içinde inceler (Baxter ve Jack,

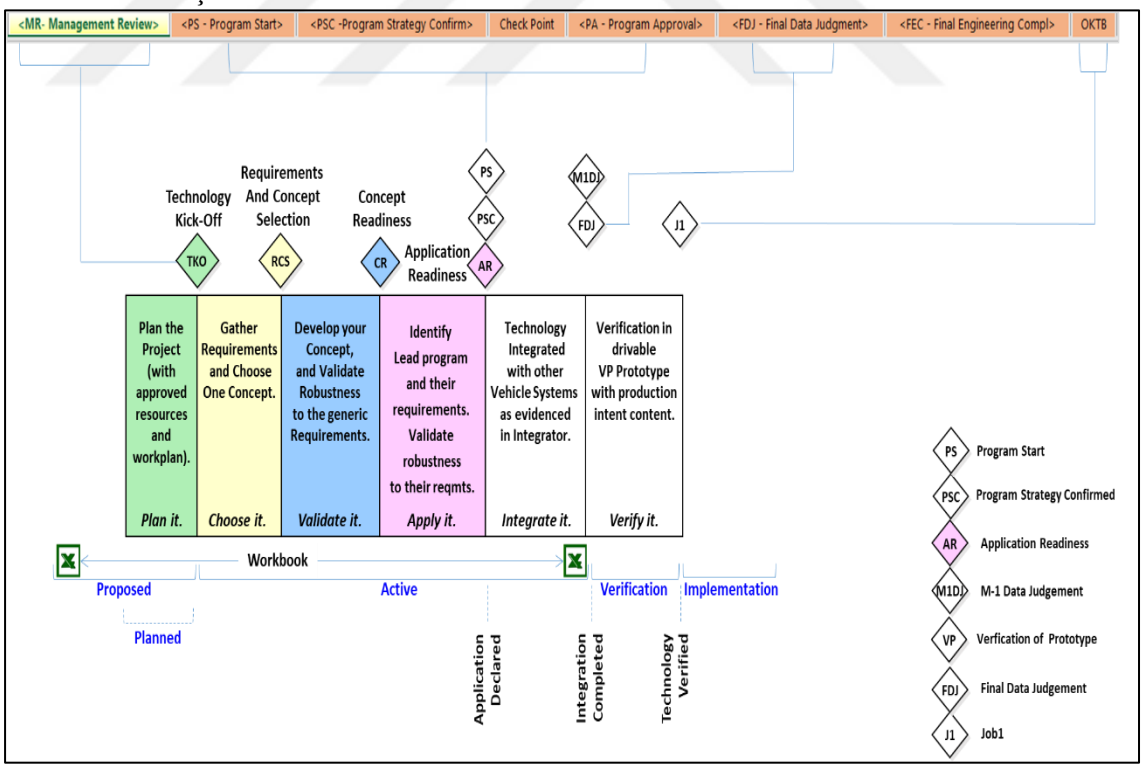
2008). Bu sürecin en yaygın kullanımlarından birisi de Altı Sigma yöntemidir. Bu metodoloji, mevcut sistemi iyileştirmek için DMAIC yöntemi ve iyileştirme projelerinden elde edilen getirilerin faydasını raporlamada DMAICR yöntemi kullanılır (Öztürk, Arıkan ve Öztürk, 2011). Susman ve Evered'e (1978) göre Altı Sigma ürün döngüsel süreç metodolojisinde beş aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar: 1) Teşhis (Define), 2) Ölçme (Measure), 3) Analiz et (Analysis), 4) Geliştirme (Improve) ve 5) Kontrol ve öğrenme (Control)'dir.

Uygulama yapılan projede, ilk aşama olan problem tespiti için, AR-GE çalışmaları kapsamında doğrudan katılımlı gözlem yöntemi kullanılarak, zamandan ve mekândan bağımsız ortaya çıkan güçlükler ve hatalar tespit edilmiş, kayıt altına alınmıştır. Sahip olunan, şirket iş süreçleri, akışları bilgisi, uygulamanın gerçekleştirmesine olanak sağlamayı artırmıştır. İkinci aşama olan ölçme yönteminin kullanılabilmek için, önceki araç projelerine ait AR-GE ve ara faz prototip hattı üretimi çalışmaları incelenmiş, süreçlere ayrılan zaman, çalışan eforları (adam/saat), süreçler ve kullanılan iş akışları, materyalleri incelendikten sonra üretilen ürünler incelenerek, üretim potansiyeli çıktıları ölçümlenmiştir. Üçüncü faz olan analiz aşaması kapsamında, ulaşılabilir ürün maliyetinin belirlenmesi için, son üç yıllık proje prototip fazı üretimleri farklı araç segmentasyonlarından (ağır ve hafif ticari araçlar, binek araçlar) incelenmiş ve yapılan hata çeşitleri ile hata sayıları belirlenerek süreçlerin sigma seviyesine ulaşılmıştır. Toplanan tüm verilerdeki sigma seviyesi ortaya konulduktan sonra, analiz sonuçları maliyet hesaplama ve iş süreçlerini yeniden şekillendirme noktaları belirlenerek, süreç akışlarının şekillenmesine karar verici işletme yöneticilerine, uzmanlarına sunulmuş ve görüşleri alınarak maliyet hesaplama sistemi ve süreç iyileştirmesi ortaya konulmuştur. Mevcut süreç yönetimi sistemleri prosesleri ve maliyetlendirme sisteminde yapılan hesaplamada Altı Sigma sistemi ile belirlenen hataların yok sayıldığı ve yine aynı sistemde tespit edilen bazı eksik hesaplamalar olduğu tespit edilmiştir. Literatür taramasında bahsedildiği üzere; Garimella, Lees ve Williams'n (2008) ortaya attığı projeler için, net değer hesaplaması yöntemiyle, maliyet ve zaman israfı en aza indirgenmiştir. Uygulanan bu yöntemlerle gerçekleştirilen çalışmada, geçerli ve güvenilir bir sonuca ulaşması sağlanmıştır.

3.3. Altı Sigma'nın İşletme Uygulaması

Altı Sigma sistemi, uygulamasını gerçekleştirdiğimiz işletmenin Ar-Ge geliştirme süreçlerinden ara faz prototipleme üretim süreçlerine kadar ortaya çıkan hataların tespit edilebilmesi ve mevcut durumu hakkında bilgi elde etmek amacıyla kullanılan BPM analiz araçları yardımıyla uygulanmıştır. Tüm uygulama, mühendislik süreçlerinin, projeler içindeki kilometre taşlarının (milestone) zamana, kaliteye ve maliyet azaltıcı değişkenlere etkisi göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir.

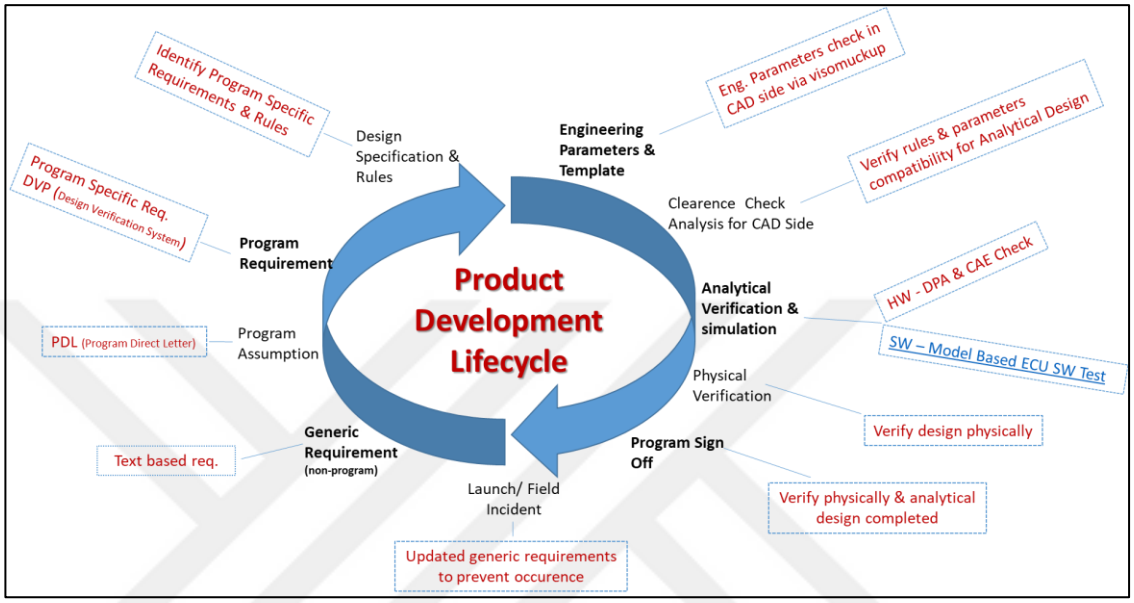
İşletme 'de birçok araca ait projeler yapılmaktadır. Bunlardan bir tanesi de ağır ticari araç segmentasyon projeleridir. Bu projelerdeki zaman planı gereksinimleri, işletmenin uluslararası bir şirket olması sebebiyle, Global Ürün Geliştirme Sistem (Global Product Development System-GPDS) olarak adlandırılan bir süreç ve sistem bileşeni tarafından yönetilmektedir. Bu sistem Ar-Ge çalışmalarından başlayıp, aracın müşteriye teslimine kadar tüm mühendislik adımları ve gereksinimleri, başarı kriterlerini boyutuyla ele alarak, zaman planı kapsamında bir proje yönetimi süreci sunmaktadır. Şekil 3.5'te bu süreç özet olarak sunulmuştur.



Şekil 3.5: İşletme GPDS zaman planı milestoneları ve süreçleri.

GPDS'e göre, proje zaman planları AR-GE süreçlerindeki ilk adım olan, analitik ortamı, üç boyutlu (3B) data (CAD), destekleyerek başlar ve araç gövde altı fiziksel prototipleme

fazı (Middle Prototype-M1) ve gövde üstü fiziksel prototipleme fazı (Verification Prototype-VP) ile validasyon fazlarına kadar devam ederek, aracın müşteri üretimine hazırlanmasını (Okay to Byte-OKTB) sağlar. Şekil 3.6'da Ürün yaşam döngüsüne ait uygulanan mühendislik adımları ve ilgili mühendislik araçları sunulmuştur.



Şekil 3.6: Ürün geliştirme yaşam döngüsü adımları ve kullanılan araçlar

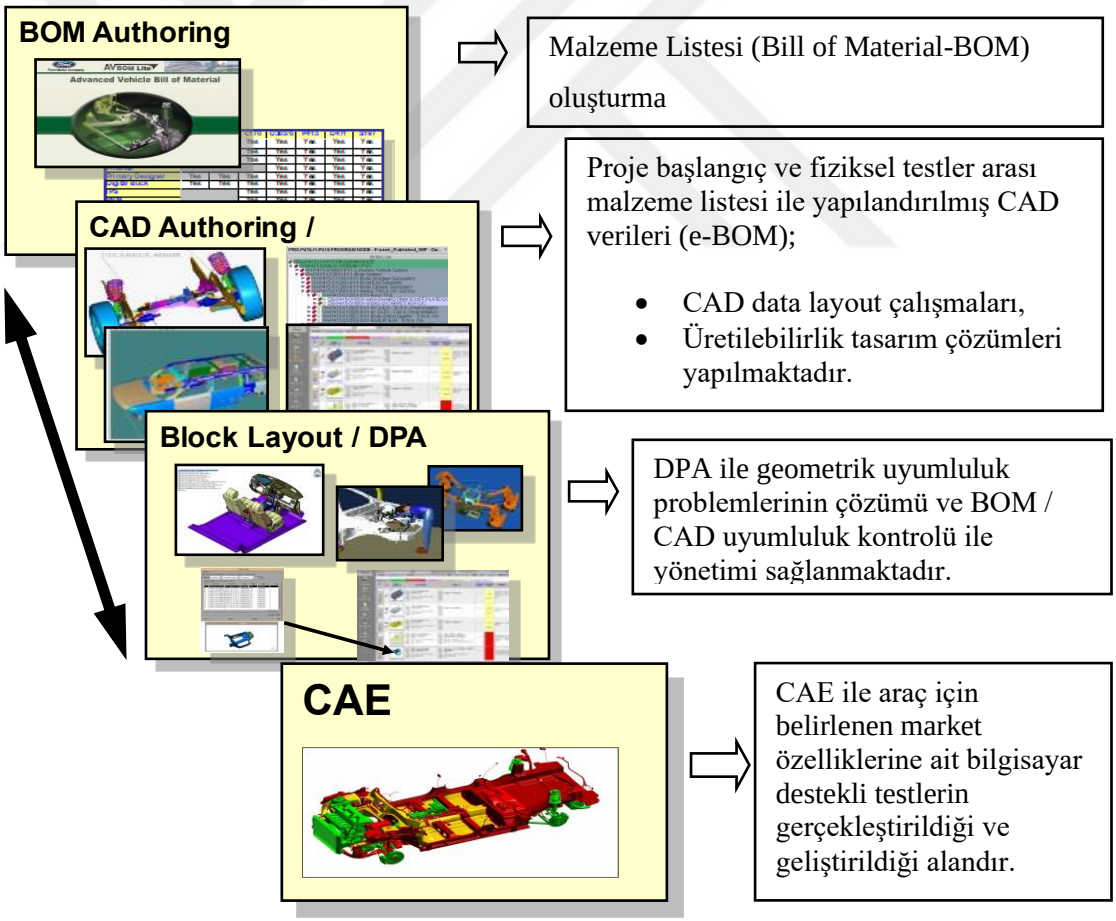
3.3.1. Altı Sigma Yöntemi: Problem Tanımı (Define)

AR-GE projelerinde, mevcut durumda, fiziksel testler için üretilecek parçaların tasarım seviyesi, müşteriye sunulmayıp yalnızca araç altı gövde sistemleri testlerinde kullanılacak olması sebebiyle, sanal olarak 3B verilerle takip edilememekte ve Analitik Protipleme (Anltical Prototype Team -AnP), Dijital montajlanabilirlik (Digital Pre-Assembly-DPA (0/1)) ve Bilgisayar destekli mühendislik (Computer Added Engineering – CAE) testleri mühendislik ekipleri tarafından onaylanamamaktadır. GPDS'e göre, Gövde altı (Underbody Virtual gateway X-UNVX) fazları, Gövde üstü mühendislik tasarım ve geliştirme çalışmaları olarak adlandırılan (Upperbody Virtual GatewayX-UPVX) aşamalarında tespit edilemeyen, 3B veri dizaynları arasındaki (M1 data judgement-M1DJ/Final data judgement-FDJ ve M1/VP) fazları arasında farklı revizyonlar nedeniyle uyumsuzluk ve fonksiyonel sorunlar yaşanmaktadır.

Proje fazlarının mihenk taşı olarak kabul edilen safhalardan birisi de Analitik Süreç Onaylama (Analytical Sign Off- ASO) fazıdır. Bu çalışmada, üç boyutlu (3B) data (CAD) ortamını destekleyerek, M1 ve VP fazları fiziksel prototipine kadar sürecek olan;

- Malzeme listesi oluşturma,
- Mühendislik CAD data kullanılabilirliği,
- Dijital montajlanabilirlik (DPA) kontrolleri,
- Bilgisayar destekli mühendislik (CAE) testleri,
- Araç parça satın alım listesi kullanılabilirliğini ve
- Araç parça sipariş durumu kontrol edebilirliğinin AR-GE ve prototip süreçlerine etkisinin iyileştirilmesi amacıyla oluşturulmuştur.

Daha öncesinde böyle bir süreç olmaması sebebiyle, bu süreçlerin yönetimini sağlamak amacıyla işletme organizasyon şemasında yer alan ekiplerin masa işlerine yeni bir iş kalemi eklenerek (DPA, CAE ve AnP ekipleri insan kaynakları sürece dahil edilmiştir) çalışanların gelişimine yeni bir motivasyon eklenmiştir.



Şekil 3.7: ASO mühendislik ürün geliştirme ve test süreçleri

Araç programına ait farklı alanlardan proje sorumluları (Program Members Team- PMT) tarafından sağlanan dondurulmuş araç parçaları (New Tool End Item-NTEI) parçalarını ve ütün yaşam döngüsü sistemi içerisinde M1/VP içerikli olarak, diğer araçlardan kullanılan parçaları içeren (carry over- c/o) yeni e-BOM ile raporlanmaktadır. Şekil10'da örnek olaya konu olan araç programlarına ait, ASO süreçlerinin farklı program paydaşlarına ait raporunda görünmektedir. Bu rapor (Şekil 3.8), mühendislik çalışmalarına ait 3B tasarım, geliştirme ve sanal ortam test aşamalarının yeterlilikleri CAD Avalibility min: %95 dışında, sağlamadığı (GPDS sistemine göre, KPI metrikleri min. değerleri; DAP0/1- %95 ve CAE- %90) görülmektedir.

H476MCA Analytical Signoff

	Total NTEI #	CAD Availability	Checked Items #	DPA 0/1	CAE	Order Status
Body	170	100%	124	73%	35%	0
Chassis	426	100%	275	65%	31%	0
Powertrain	418	99%	241	58%	NA	0
Electrical	136	100%	64	47%	NA	0
Overall	1150	100%	704	61%	33%	0

H566MCA Analytical Signoff

	Total NTEI #	CAD Availability	Checked Items #	DPA 0/1	CAE	Order Status
Body	107	97%	91	85%	21%	0
Chassis	78	100%	59	76%	41%	0
Powertrain	182	100%	143	79%	NA	0
Electrical	68	100%	35	51%	NA	0
Overall	435	99%	328	75%	25%	0

Şekil 3.8: Araç programlarına ait, ASO süreçlerinin farklı program paydaşlarına ait rapor

Bu raporun müşterisi olan M1/VP fazları araç prototipleme ekipleridir. Çalışmaya konu olan problem tanımının oluşturulmasında ve gereksinimlerin tanımlanmasından müşteriden ve iç paydaşlardan e-postalar ve toplantılar aracılığıyla geri bildirimleri alınmış, önceki projelerde yaşadıkları güçlükler ortaya konularak analiz çalışmalarına başlanmıştır.

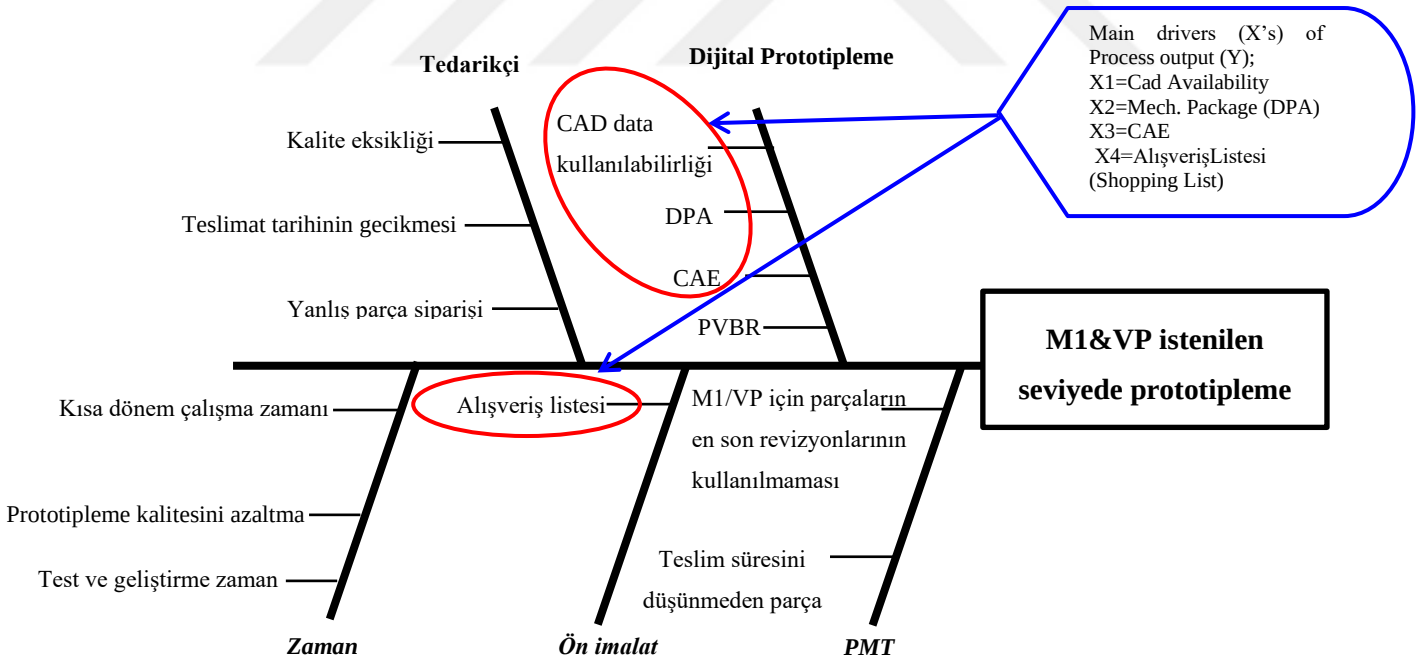
Bu sürecin geliştirilmesine olanak sağlayan diğer bir gereksinim ise, müşteri talebi de olan, tüm M1ve VP seviyesi parçalar CAE ve DPA ekibi tarafından onaylanmalı, ardından araç PMT'ler bu bileşenleri tedarikçiye zamanında sipariş etmelidir. Araca takılabilecek parçaların zamanında parça depolarından olmayışından kaynaklı, araç üretiminde zaman kayıplarının önüne geçilmesi beklenmektedir.

Diğer bir geliştirme noktası ise, tedarikçilerden kontrol edilmemiş parçaların sipariş edilmesi, M1ve VP üretimleri sırasında öngörülemeyen yeniden çalışmalara neden olmaktadır. Öngörülemeyen yeniden çalışmalar nedeniyle üretimlerin hedef tarihlerinin

kaçırılması, CAE tarafından kontrol edilmeyen parçalar nedeniyle potansiyel test başarısızlıkları da bu sürecin problem tanımına katkı sağlamıştır. Bu amaçla, M1ve VP içeren tüm yeni programlar için ekstra bir kontrol noktası olacak yeni bir süreç oluşturulması hedeflenmektedir.

3.3.2. Ölçme (Measure)

Sebep-Sonuç (Balık Kılçığı) Diyagramı en önemli kök neden analizi araçlarından biridir. Sorunu tanımlama, kök nedenini keşfetme ve hızlı bir şekilde düzeltmek için harekete geçme becerisine sahip olmak günümüz dünyasında çok önemlidir. Bu aracın kullanımı, büyük ölçekli hataların azaltılmasına, süreçlerin iyileştirilmesine ve hatta mali tasarruflara yol açabilir. Balık Kılçığı yöntemi kullanılması ile beş ana faktör (tedarikçi, dijital prototipleme, zaman, ön imalat (Pre-production Process Management – PPM) ve PMT) üzerine odaklanarak, bu faktörlerin altında yatan sebepleri neden-sonuç ilişkisi diyagramı ile açığa kavuşturmaktadır. M1/VP fiziksel prototipleme hatalarının nedenleri diyagramda gösterilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9: M1/VP Hataları Sebep Sonuç Diyagramı

Sürecin sigma seviyesinin belirlenmesi için, basit bir yöntem kullanılarak, iş yönetimi sürecine dahil olan tüm etmenlerin, ASO raporundaki başarı kriterlerine dayalı onay durumları göz önüne alınarak aşağıdaki gibi formül edilmiştir;

Y=IF(AND(X1="Match";2="Ok";OR(X3="Ok";X3="");OR(X4="Ordered";X4="Order NR"));"Ok";"Nok")

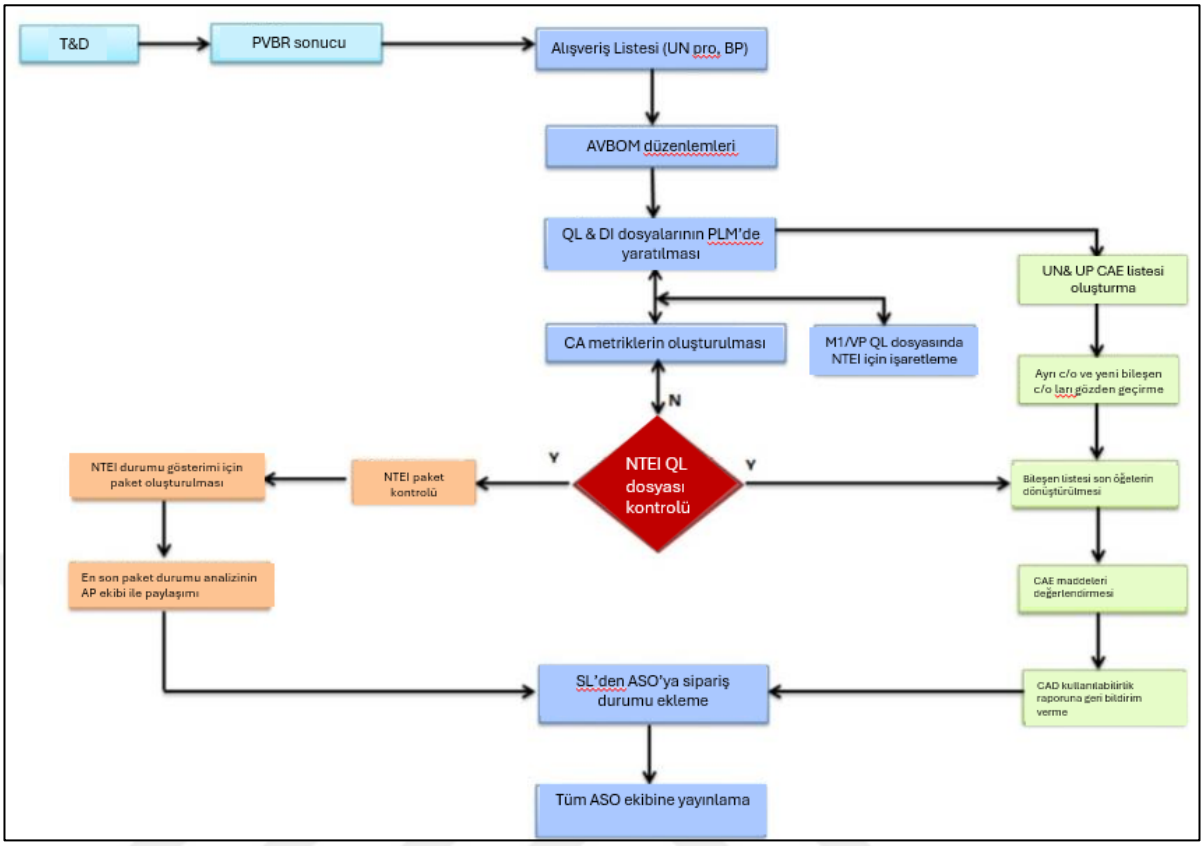
ASO total = (%) ∑"ok" /∑ w*

- w* = Parça sayısı (Item count)
- **X1**= Cad data kullanılabilirliği (CAD Availability)
- **X2**= DPA (Mech. Package)
- **X3**= CAE
- **X4**= Alışveriş Listesi (Shopping List)

Çalışma, işletme projelerinde bugüne kadar gerçekleştirilmediğinden, yepyeni bir sürecin devreye alınması anlamına gelmektedir. Bu sebeple de referans değer "%0" olarak belirlenmiştir.

3.3.3. Analiz (Analysis)

Hata ölçümüne etki eden proses iş akış haritası (Şekil 3.10'da gösterildiği gibi ilk olarak Test ve Geliştirme (Test & Development – TnD) sürecindeki araç adetlerinin incelenmesi ile başlar. Araç adetleri belirlendikten sonra, Ön imalat araç üretim gereksinimleri, Pre-Production Vehicle Build Requirement – PVBR olarak adlandırılan verilerle analiz edilir. Temin edilmesi gereken parçalar alışveriş listesinden (shopping list) kontrolü yapılır. e-BOM oluşturmak amacıyla, ürün yaşam döngüsü sisteminde bu parçalar ağaç dallanma yapısı içinde oluşturulur ve analiz edilecek olan araç analitik ortamı sağlanır.

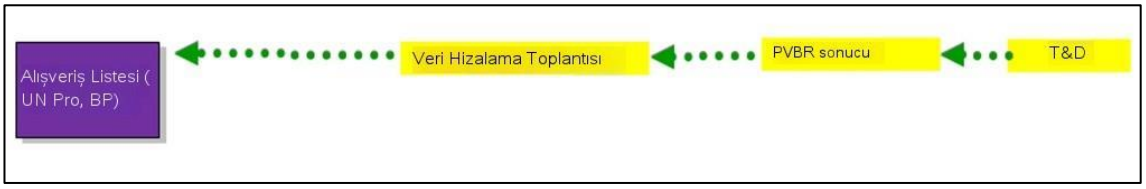


Şekil 3.10: ASO prosess iş akışı

İş akış yönetimine etki eden ana değişkenlere ait süreçlerin ve çalışılan paydaşların her biri aşağıdaki gibi analiz edilmiştir.

3.3.3.1. Test ve Geliştirme (Test & Development-T&D) Süreci

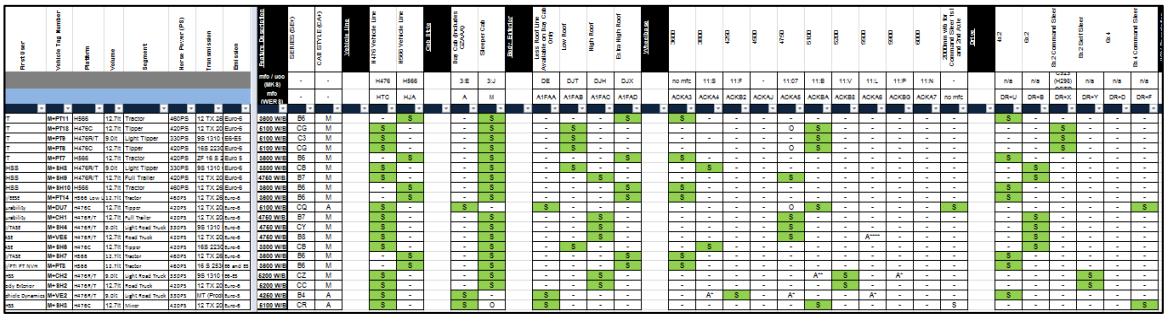
Doğrulama ve Test Planlama grubu, programlara ait özelliklerin araç üretimi sonrasındaki mühendislik onayını sağlamak için test ve geliştirme planlarının oluşturulması ve sürdürülmesinden sorumludur. Aynı zamanda, gerçekleştirilen proje ve programlara araç prototipi sağlamaktan sorumludurlar. ASO sürecinin ilk ana temel AR-GE çalışma alanını oluşturmaktadırlar. Ardından gelen, Ön imalat araç yapım gereksinimlerine (PVBR), proje ve program hedefleri doğrultusunda, araç adedi ve yüksek seviyedeki gereksinimlerin girdisini oluşturmaktadırlar (Şekil 3.11).



Şekil 3.11: ASO proses T&D iş akışı

3.3.3.2. Üretim Öncesi Araç Yapım Gereksinimi (Pre-Production Vehicle Build Requirement- PVBR) Süreci

M1/VP milestonuna ait program T&D planının amacı, temel test gereksinimlerini yakalamak ve sürücü güvenliğini sağlamak için araç bileşenlerinin gereksinim ve fonksiyonlara uygun çalıştığını doğrulamak için en aza indirilerek sağlanmasıdır. Tüm araç minör özellikleri ve kodları PVBR'de M1/VP fiziksel faz aşaması için tanımlanmıştır. Bu özellikler araç varyantları ve araç özelliklerinin tamamını kapsamaktadır. Şekil 3.12'de çalışmaya konu olan programa ait küçük bir kesit yer almaktadır. Yeşil ile boyalı sütunlar özelliği barındırma zorunluluğunu "S -standart" ve "O-opsiyonel" özellikleri göstermektedir. Bu özellikler araca ait ürün yaşam döngüsü sistemi içerisinde (Product Lifecycle Management – PLM), oluşturulacak olan e-BOM (engineering Bill of Materyal) ve dijital araç varyantı oluşturma noktasında ürün ağacı olarak, sürece hizmet edecektir.

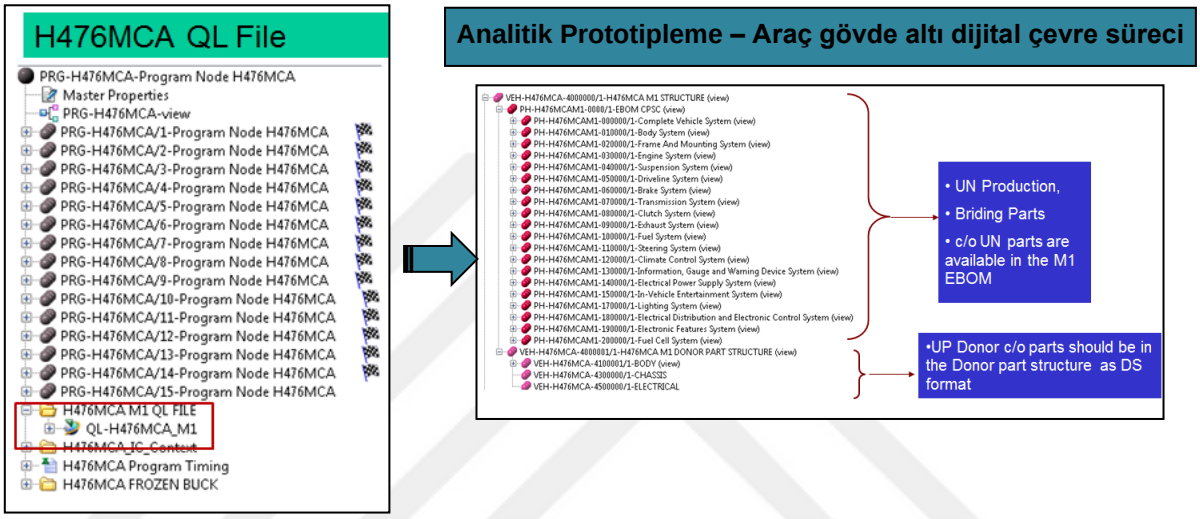


Şekil 3.12: ASO proses PVBR iş içeriği

3.3.3.3. Yapılandırılmış Dijital Araç Süreci- (Configured Digital Vehicle (CDV) Process)

CAD'in ürün ağacı ile hizalandığı bir aracın son öğe yapılandırmasını kolaylaştırmak için Yapılandırılmış Dijital Araç (CDV) Programları, PLM platformu üzerinde "Super Node" olarak adlandırılan, birden fazla Projeyi bir node içerisinde barındıran olarak yönetecektir. Araç geliştirme süreci olgunlaştıkça, farklı Program içerikleri tanıtılır. Bir

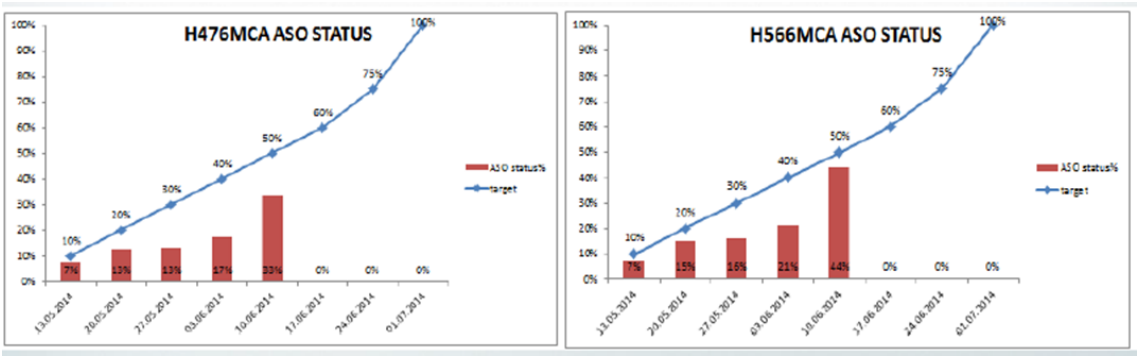
Program özellikleri içeriği yalnızca bir Program Direct Letter (PDL)'i temsil eder, ancak birden fazla Projeyi barındırabilir. Bu yönüyle, analize konu olan PLM üzerinde yapılan çalışmalar temel data hattının oluşturulması noktasında büyük önem taşımaktadır. Şekil14'te işletme tarafından kullanılan PLM sisteminden bir kesit bulunmaktadır. "H476MCA QL File" olarak adlandırılan araç kodlu e-BOM yapısı ile ASO araç gövde altı analitik prototipleme ve test ortamı için oluşturulan ürün ağacı yapısı gösterilmektedir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13: ASO prosesi ürün yaşam döngüsü ağaç yapısı

3.3.3.4. Pareto Analizi

Pareto diyagramını her iki araç programını da içerecek şekilde bir bütün olarak analiz etmek mümkün olduğu gibi her hatanın, araç programlarında oluşan hataların ayrı ayrı yorumlanacağı sonuçları almakta mümkündür. Hatalı parça miktarlarına ve bütünsel pareto diyagramına bakıldığında en fazla hatanın, H476MCA programında olduğu gözlemlenmekte, bu nedenle iki araç programına ait haftalık araç protipleme durumu pareto diyagramı karşılaştırmalı olarak verilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14: Araç prototipleme hatası Pareto diagramı

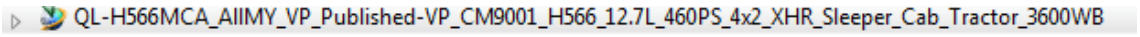
3.3.4. İyileştirme Aşaması (Improvement)

Yapılan analiz sonuçları göstermiştir ki, global olarak konu alan uzmanları tarafından, işletmenin küresel olarak tüm dünyadaki mühendislik merkezlerinde kullanılan, GPDS program ve proje süreçleri tasarımına ait, ara faz üretimlerinin zamanında, kaliteli ve doğru araç özelliklerinin ölçülemediğidir. Bu durum hataların artmasına ve prototip üretiminde zaman kaybına sebebiyet verdiği ortaya çıkmıştır. Bu süreci iyileştirmek için öncelikli olarak PLM ortamında doğru 3B data yapısının kurulması gerekmektedir. Bu ortamdaki proses adımları aşağıdaki gibi iyileştirilmiştir.

3.3.4.1. Analitik Prototipleme ve Dijital Platform Oluşturma Süreci

Malzeme listesi ve 3B data revizyon kuralları, M1-VP etkin giriş/çıkış tarihlerini içeren özellikler PLM platformu üzerinde tanımlanmalıdır. Daha sonra, geometrik entegrasyon ekibi (DPA) tarafından tanımlanan süreç, Kontrol Modelleri (CMs) Analitik Prototip Ekibi (AnP) tarafından PLM üzerinde oluşturulur.

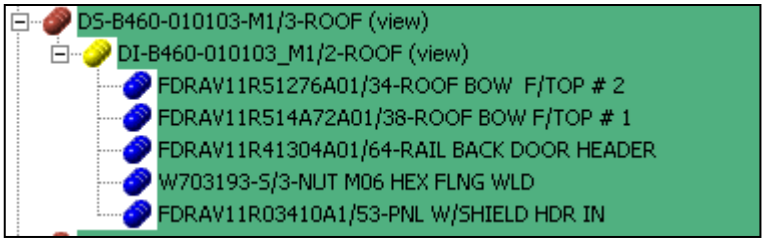
Aşağıda yer alan kesit (Şekil 3.15), işletme PLM sistemi üzerinde oluşturulan bir araç varyantına ait VP prototiplerine ait sanal ortam nodenu göstermektedir.



Şekil 3.15: Analitik prototipleme donör araç program node gösterimi

AnP tarafından alışveriş listesi hazırlanırken, PMT'lerden parça revizyonları toplanır. Parça revizyonları bilgisine göre, tüm parçalar Ford Tasarım Temsilcileri (FDR) PLM üzerinde revizyon kuralı ile işaretlenir (Şekil 3.16). Böylece CM'ler uygun CAD'ler ile görüntülenebilir. Prototip fazı için hazırlanan program parçalarından farklı olarak (benzersiz- unique) için parça listesi hazırlanır ve DPA ekibi ile paylaşılır. Bu ekibin

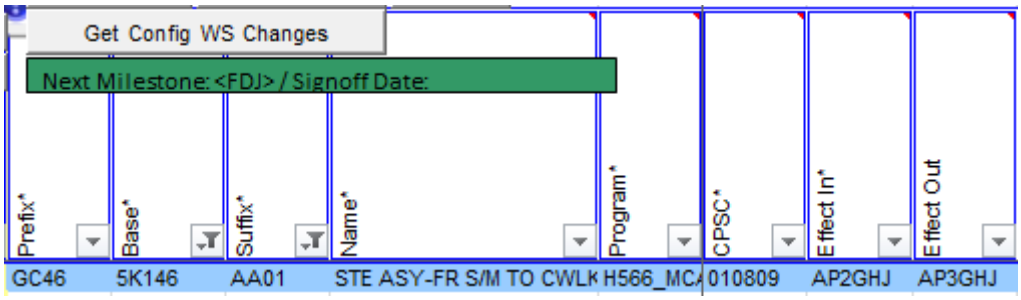
kontrollerinden sonra “DPA: OK” olarak işaretlenen parçalar, CAE ekibi ile paylaşılarak, analitik testlere hazırlıklar başlatılır.



Şekil 3.16: PLM sistemi içerisinde tanımlanan FDR revizyonlama gösterimi

CAE ekibi araç programı parçaları yerine, özel olarak oluşturulan sanal ortam program nodu ile PLM sistemi üzerindeki bileşen parçalarla çalışır. Dolayısıyla CAE geri bildirimleri, geliştirme süreç değerlendirmeleri, bileşen parçalar üzerinden gelir ve sağlıklı prototipleme için bu öğelerin dondurulması gerekmektedir. Bu amaçla, AnP ekibi her bir parçayı, tasarım örneği öğelerine (Design Instance-DI) dönüştüren bir makro kullanır. Parça siparişinden önce, CAD kullanılabilirliği, DPA 0/1, CAE'nin konsolide durumu için “NOK” olan parçalar, AnP ekibi tarafından yayınlanır. PMT'lerden gelen geri bildirimlere göre DPA ve CAE ekipleri parçaları kontrol eder. Sonuçlar ekibe tekrar ekibe yayınlanır ve haftalık olarak tüm programa raporlanır.

M1 fazı etkinlikleri için gerekli olan ASO, köprüleme parçaları (bridging parts) içerir. Bu parçalar, kaplamasız UP parçaları yerine ve bağlantı parçaları olarak kullanılır. Bu tür parçalar, parça yayın beyanı ile BOM'da mevcuttur. Bu parçaların UP tasarımlarının dondurulup, fiziksel prototipleme fazı olan VP'ye kadar kullanılacağını tanımlayan etkin giriş ve etkin çıkış tarihleri ile belirtilir (Şekil 3.17).

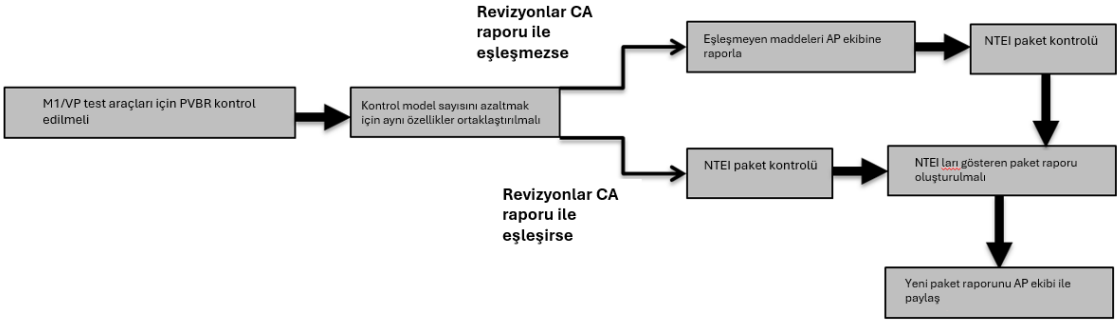


Şekil 3.17: BOM üzerindeki parça bilgileri kesiti

3.3.4.2. Geometrik Uygunluk Kontrolü (DPA Check) Süreci

DPA ekibinin süreç başlamadan önce Ön-İşleme olarak adlandırılabilecek ve süreç aşamasında sorumlulukları vardır. Bu nedenle sorumluluklar proses öncesi ve veriyi işleme olarak iki başlık altında ele alınır.

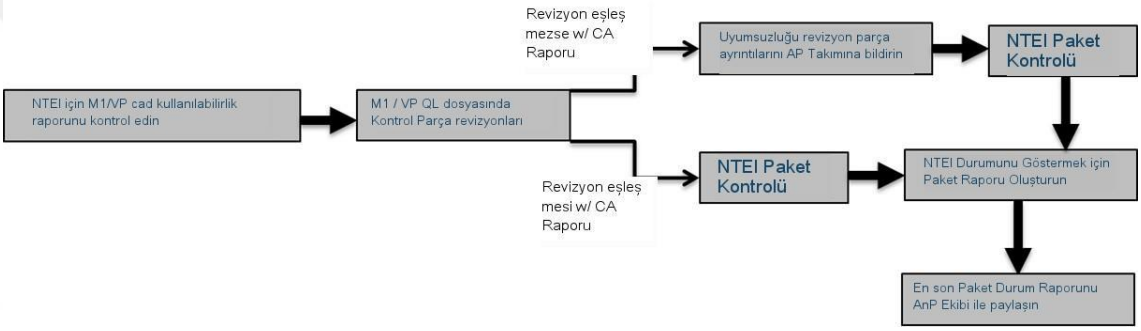
- **Ön-işleme fazı:** Bu aşamada DPA ekibinin sorumluluğu CAE ve geometrik entegrasyon uyumlulukları için, kontrol modelleri (Control Model – CM) istenilen prototip araç özelliklerine göre, PLM üzerinde tanımlamaktır. Bu kontrol modelleri tanımlamak için öncelikli olarak PVBR, M1/VP'de test edilecek olan prototip araçların özelliklerini anlamak için ana dosya olarak alınır. Farklı ekiplerin sürece dahil olmasıyla, artan kontrol modeli sayısını azaltmak, yani iş yükünü azaltmak için DPA ekibi, araç paketini ve dolaylı olarak CAE çalışmalarını etkileyen aracın ortak özelliklerini kontrol etmektedir. DPA ekibi, CAE ekibi ile iş birliği içinde çalışarak ihtiyaca uygun, sanal araç prototiplemesinin ürün ağaç CAD datasını oluşturur. Kontrol model spesifikasyon çalışmasını tamamladıktan sonra, bu çalışmaları PLM üzerindeki sanal prototipleme için özel oluşturulmuş program node yansıtmak için gerekli kontrol modeli bilgilerini AnP ekibi ile paylaşılır. Şekil 3.18'de bu sürece ait akış diyagramı bulunmaktadır.



Şekil 3.18: DPA Ön-işleme fazı iş akışı

- **Veri işleme fazı:** Ön-işleme fazı sonrasında, DPA ekibi, geometrik sorunları vurgulamak ve bu sorunları PMT ile toplantılar düzenleyerek çözmek için parçaları mekanik paket (diğer araç parçaları ile uyumluluk) açısından kontrol etmektir. Geometrik kontrol sürecini başlatmak için, AnP ekibi tarafından CAD

kullanılabilirlik raporunun oluşturulması gerekir. CAD kullanılabilirlik raporu (CA) oluşturulduktan sonra, DAP ekibi mekanik paket gereksinimlerine göre CAD data kontrollerini başlatır ve ASO raporuna girdi sağlamak amacıyla geometrik uyumluluk durum raporunu PMT'ler ve AnP ekibiyle paylaşır. Raporlanan sorunları çözmek için DPA ekibi, PMT'ler ve PPE ekibi dahil olmak üzere haftalık / yarı haftalık toplantılar düzenlenir. Bu toplantıların, genel yaklaşımı, diyazn edilmiş parçalarda, herhangi bir yeniden işleme olmadan düzeltmektir. Ancak, yeniden işleme olmadan parça modifikasyonu için herhangi bir zamanlama riski varsa, geometrik sorunları çözmek için PMT tarafından yeniden işleme çalışması talep edilir (Şekil 3.19).



Şekil 3.19: DPA Veri işleme fazı iş akışı

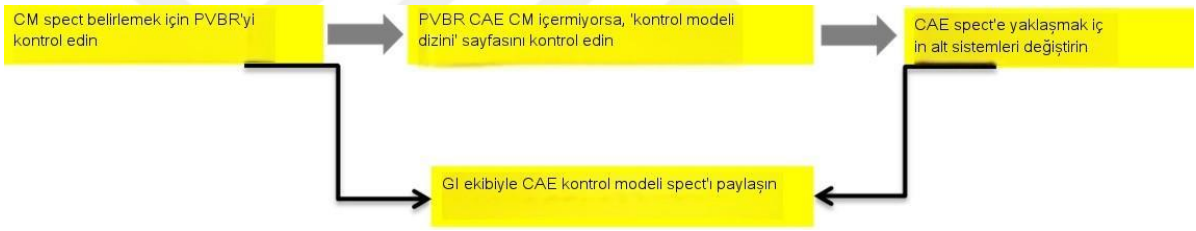
3.3.4.3. CAE Süreci

ASO kontrol süreci başlamadan yaklaşık iki hafta önce CAE entegrasyonu, yeni bileşenler açısından Alt Gövde ve Üst Gövde fazları için 'tüm araç ister özelliklerle ilgili bileşen listesini' PVBR'ı AnP ekibiyle paylaşır. Diğer araçlardan aktarılacak olan c/o parçalar göz ardı edilecektir. AnP ekibi, CAE bileşen listesini son öğe formatına dönüştürmek için makro (CDV) kullanır. Bu dönüşümün amacı, CAE listesini CAD kullanılabilirlik listesi ile hizalamaktır. Sürecin ilk haftasından itibaren, AnP ekibi her hafta CAE entegrasyonuna cad kullanılabilirlik raporu gönderir. Bu rapora ek olarak, AnP her program node için CAE ile ilgili DI listesini sağlamaktan sorumludur (örneğin, H566MCA ve H476MCA araç programları için ayrı ayrı DI listeleri paylaşılır).

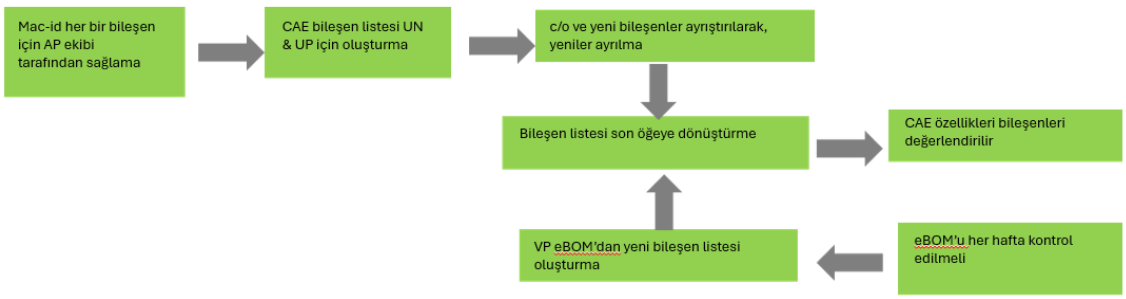
İkinci adım olarak, CAE entegrasyonu ekibi, DPA kontrollerinde yer alan "NOK" durumlu parçaların tamamını filtreler ve yok sayar; işleme almaz. Geometrik uygunluğu olan tüm DI'lar kontrol modelleriyle eşleştirilir. CAE entegrasyonu, sonraki haftalar için

önceki haftanın “OK” durumlu DI'ları, test çalışmaları doğrultusunda, herhangi bir risk durumu oluşturması sebebiyle analiz çalışmalarına dahil etmeme ve yeni parça önerme inisiyatifini de almaktadır (Şekil 3.20). Bu insiyatif alma sorumluluğu araç özellikleri (termal, gürültü, güvenlik, araç dayanım özellikleri) ekipleriyle görüşülerek gerçekleştirilir. CAE ekibi, her hafta revizyon bilgisini kaydetmez ve izlemez çünkü M1 veya VP buck'ın her hafta için bileşenin gerçek revizyonunu yansıtacağını varsayar. DI’ların tüm kontrolü bir hafta içinde sonuçlandırılır ve CAE olarak, trafik ışıkları raporlama yöntemi kullanılarak, yeterliliği sağlayamayan parçalar “kırmızı” ve yeterliliği olan parçalar “yeşil” olarak raporlanır. “Sarı” durum alarmı prototip aşaması için kabul edilemez olduğundan, raporlamaya dahil edilmemiştir.

CAE Ön-işleme fazı iş akışı



CAE Veri işleme fazı iş akışı



Şekil 3.20: CAE Ön-işleme ve veri işleme iş akışları

Proses tasarımı gerçekleştirilerek, örnek olaya konulan, AR-GE mühendislik çalışmaları, CAD datanın E-Bom’da uygun şekilde konuşlandırılması (CAD Avability), DPA ve CAE kontrolleri için, PLM sistemi üzerinde oluşturulan sanal program node yapısına ait iki ayrı araç modeli üzerinde toplanan veriler aşağıdaki gibidir (Tablo 3.1: H476MCA ve Tablo 3.2: H566MCA). Bu verilere, ek olarak, zincirin son süreç halkası olan, parça

siparişlerinin durumu (order status) eklenerek, ASO durumu haftalık olarak takip edilmiştir. Data toplama süreci göstermiştir ki (Tablo 3.1'in ve Tablo 3.2'nin gösterdiği gibi), araç özellikleri farklı olarak tasarlanan iki aynı segmentasyon ağır ticari araç, farklı modellerde olmasına rağmen, 14 haftada %0 'dan %95 oranında, hedeflenen ASO durumuna kavuşmuştur.

H476MCA ASO Verileri					
Tarih	**CAD Availability**	**DPA**	**CAE**	**Order Status**	**Overall Status**
04.04.2019	100%	61%	33%	0%	0%
11.04.2019	100%	95%	83%	4%	0%
18.04.2019	100%	98%	94%	7%	2%
25.04.2019	99%	96%	94%	12%	6%
02.05.2019	99%	96%	94%	12%	6%
09.05.2019	99%	100%	94%	12%	6%
16.05.2019	100%	94%	94%	100%	6%
20.05.2019	99%	93%	93%	99%	13%
28.05.2019	99%	100%	92%	99%	13%
04.06.2019	99%	93%	91%	100%	17%
11.06.2019	99%	89%	95%	100%	33%
18.06.2019	99%	92%	87%	100%	70%
25.06.2019	99%	93%	84%	100%	91%
02.07.2019	100%	96%	94%	100%	96%

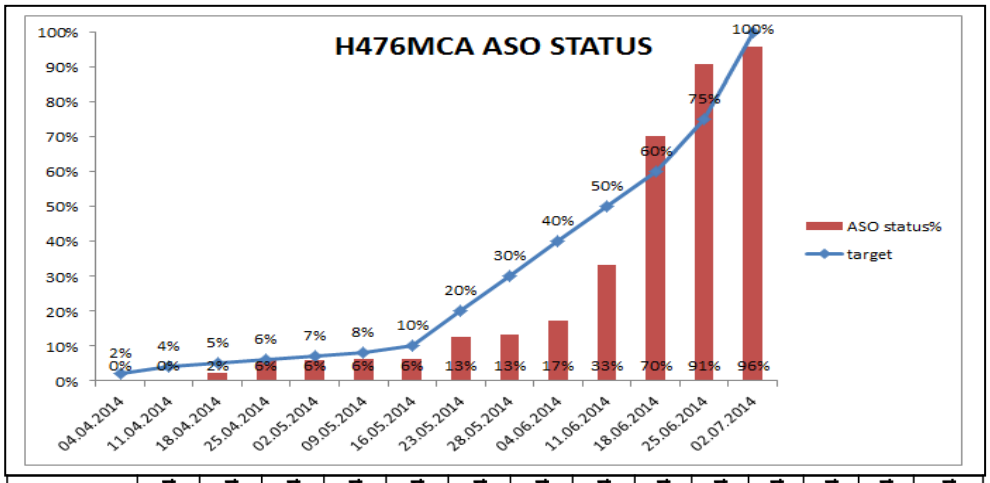
Tablo 3.1: H476MCA araç programı haftalık ASO verileri

H566MCA ASO verileri					
Tarih	**CAD Availability**	**DPA**	**CAE**	**Order Status**	**Overall Status**
04.04.2019	99%	75%	25%	0%	0%
11.04.2019	100%	99%	58%	6%	1%
18.04.2019	99%	99%	73%	7%	2%
25.04.2019	100%	96%	74%	11%	5%
02.05.2019	100%	96%	74%	11%	5%
09.05.2019	100%	100%	74%	11%	8%
16.05.2019	100%	97%	72%	100%	5%
23.05. 2019	100%	94%	80%	100%	15%
28.05.2019	100%	93%	79%	100%	16%
04.06. 2019	100%	93%	78%	100%	21%
11.06. 2019	100%	92%	84%	100%	44%
18.06. 2019	100%	93%	76%	100%	72%
25.06.2019	100%	88%	66%	100%	86%
02.07.2019	100%	95%	85%	100%	95%

Tablo 3.2: H566MCA araç programı haftalık ASO verileri

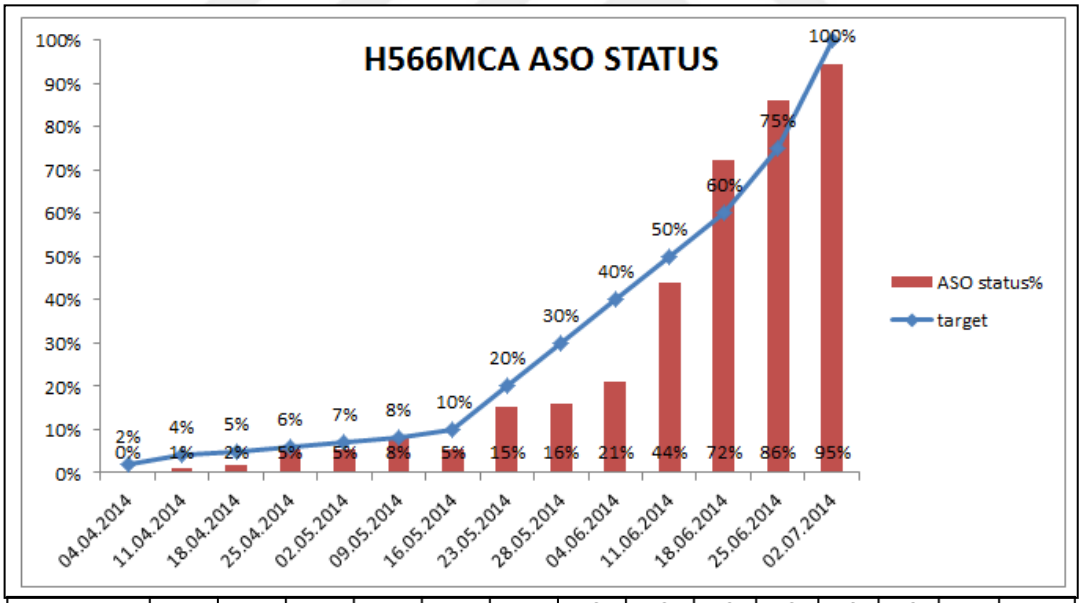
3.3.5. Kontrol Aşaması (Control)

Süreç iyileştirme adımında belirtilen prosesler uygulanıp, toplanan datalarla oluşturulan sonuç araç bazında süreç gelişimi grafiğinde görüldüğü gibi, proje zaman planında yer alan proses adımları uygulandığında ve doğru insan kaynağı gücü işe koşullandırıldığında, dikkate alındığında zamanında prototipleme çalışmalarına başlana bilinmektedir. Şekil 3.21 ve Şekil 3.22'de 14 haftalık trend ve hedef gerçekleştirme durumu detaylı biçimde sunulmuştur.



H476MCA	04.04.2014	11.04.2014	18.04.2014	25.04.2014	02.05.2014	09.05.2014	16.05.2014	23.05.2014	28.05.2014	04.06.2014	11.06.2014	18.06.2014	25.06.2014	02.07.2014
Match (#)	0	6	23	60	60	61	61	123	128	166	323	682	855	902
Total (#)	1150	999	984	983	983	983	983	970	970	969	969	969	941	940

Şekil 3.21: H476MCA program ASO haftalık gelişim grafiği



H566MCA	04.04.2014	11.04.2014	18.04.2014	25.04.2014	02.05.2014	09.05.2014	16.05.2014	23.05.2014	28.05.2014	04.06.2014	11.06.2014	18.06.2014	25.06.2014	02.07.2014
Match (#)	0	5	11	26	26	41	27	73	78	102	213	351	412	450
Total (#)	541	568	592	492	492	492	492	485	485	485	485	485	479	476

Şekil 3.22: H566MCA program ASO haftalık gelişim grafiği

3.3.6. Proje Kazanımları (Replicate)

İşletme'de ASO süreç optimizasyonu ve geliştirmesi sayesinde;

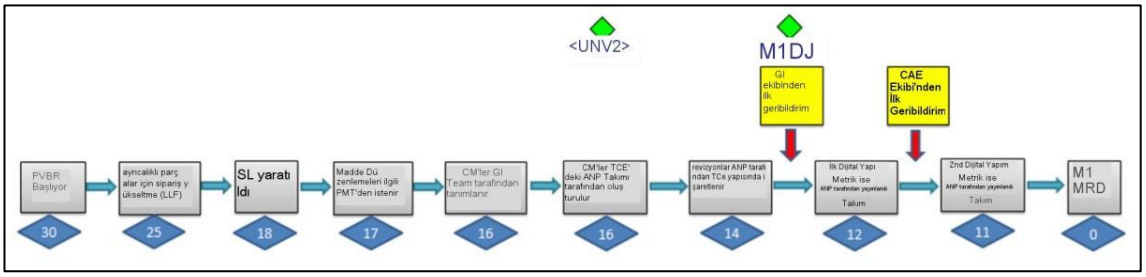
- Global ölçekli bir şirket olunmasına rağmen, proje ve programlarda sürdürülen iş süreç açıkları kapatılmıştır.
- Süreçlerin geçerliliğinin program yönetimi ekiplerince de denetlenebilinmesi için, raporlama sistemleri oluşturulmuştur (Ek1: Dijital Prototipleme haftalık raporu ve Ek2: Rapor detayı)
- AR-GE çalışmalarını gerçekleştiren ekiplerin (AnP, DAP ve CAE, Ön İmalat yönetimi), iş yüklerinin dengeli bir yapıya oturtulması sağlanmıştır.
- Çalışılan organizasyon yapısı genişletilerek, yeni rol ve sorumluluklar eklenmiş, çalışanların motivasyonları ve iş güçlerini daha verimli kullanmaları sağlanmıştır (Tablo 3.3).

Rol	Sorumluluk
Project Şampiyonu	• Prototip geliştirme proje planını izler ve onaylar. • Sorunların çözülmesine yardımcı olur ve/veya çözülmesini destekler
Project Lideri	• İş hedeflerini ve amaçlarını ifade eder. • Proje için nihai sorumluluğu üstlenir. • Proje üzerinde nihai yetkiye sahiptir. • Kapsamda değişiklikler sağlama ve gerekli ek değişimleri yönetir. • Bağlılık göstererek Project ownerı ve ekibi motive eder. • Projenin önceliklendirilmesini ve zamanlamasını paydaşlarla konuşulasını destekleyerek müzakere eder.
Project Owner	• Proje Lideri ve ekibi oluşturur. • Sorunların çözülmesine ve onaylanmasına yardımcı olur. • Kapsam değişikliği taleplerini ve ertelenmiş değişiklikleri onaylar. • Proje entegrasyonunu yönetir ve projenin tamamlanmasını onaylar. • Operasyon incelemelerine öncülük eder/yürütür.

Rol	Sorumluluk
Proje Takımı	• Çözüm alternatiflerini belirlemek. • Proje planlama ve takibine destek vermek. • Gereksinimleri analiz etmek. • Çözüm tasarımının geliştirme ve test etmek. • Çözümü uygulamak.
Proje Müşterisi	• ASO sonuçlarını alır ve prototipleme çalışmalarındaki süreç ve uygulamalar bazında gelişim için, analitik ortam proje takımına geri bildirimlerde bulunur.

Tablo 3.3: Organizasyona yeni eklenen rol ve sorumluklar

- Proje ve programlarda M1/VP prototipleme süreçlerindeki zaman planlarında kayıplar elimine edilmiştir.
    - GPDS'e göre yapılan protipleme çalışmaları <M1MRD – 12 hafta> ile başlarken, çalışılan ekiplerin farkındalığının artmasıyla, <M1-MRD – 30> hafta ile süreçler başlatılarak, mevcut ürün tasarımlarına paralel iş çıktıları sağlanmıştır (Şekil 3.23).



Şekil 3.23: ASO zaman planı

- **M1/VP ASO Proje Kritik Zamanları**

Milestone gereksinimleri	**MRD – Hafta zamanı**
PVBR çalışmalarının başlanması	30
Ayrıcalıklı parçalar için siparişlerin hazırlanması	25
Tüm parçalar için alışveriş listesinin hazırlanması	18
E-BOM oluşturma için, DI revizyonlarının PMT'lerden istenmesi	17
DPA ekibi tarafından, kontrol modellerin oluşturulması	16
AnP ekibi tarafından kontrol modellerin PLM sisteminde yaratılması	16
Prototipleme için revizyon seviyelerinin PLM üzerinde kontrolünün AnP ekibi tarafından sağlanması	14
İlk Dijital prototipleme metriğinin AnP ekibi tarafından PMO iletilmesi	12
İkinci Dijital prototipleme metriğinin AnP ekibi tarafından PMO iletilmesi	11
M1/VP MRD	0

Tablo 3.4: M1/VP ASO Proje Kritik Zamanları

- Proje kapsamında AR-GE süreçlerinin ve zaman planlarının gelişimi ile, doğru iş çıktılarının sağlanıp sağlanmadığının kontrolü amacıyla, çalışmaya konu olan, Ağır ticari araç segmentasyonundan olan H476MCA ve H566MCA araçlarının prototip, parça ve mühendislik harcamaları, Hafif ticari araç segmentasyonu olan aynı işletme içerisindeki başka araç projesi ile karşılaştırılmıştır.

Araç Proje Kodu	VP NTEI #	Yeniden tamir edilen #	Yeni araç #	Araç başına harcanan efor	Araç başına harcanan bütçe
Ağır Ticati Araç					
***Cargo 2016MY (H566MCA, H476MCA)**	1275	35	9	23,33	154,00 €
Cargo 2016MY (H566MCA, H476MCA)	1275	328	9	218,67	1.443,20 €
Hafif Ticari araç					
***B460**	1071	86	77	3,35	22,11 €
B460	1071	118	77	4,60	30,34 €

**Tablo 3.5: ***ASO süreci uygulanan ve uygulanmayan süreçler arasındaki farklı araç türlerindeki maliyetlendirme tablosu

Tablo 3.5'te yer alan maliyetlendirme tablosu verileri göstermiştir ki;

- Parça kontrollerine VP seviyesinde DAP ve CAE, araç özellikleri ekipleri desteği sağlanmıştır.
- Parça siparişlerindeki hatalar ön kestirimci yaklaşımla süreç diyagramları önceden düzenlenmiştir.
- Tekrarlayan işler ortadan kaldırılmış ve zaman, iş gücü kayıpları önlenmiştir.
    - H56MCA ve H476MCA araç programlarının ASO süreci ile birlikte <VP> 4 ay erken tamamlanabildi <20 Temmuz-19 Aralık 2011>.
- Araç üretimi sırasında tasarım kaynaklı yeniden işleme sorunları azaltıldı.
- Prototip ekiplerindeki teknisyen ve mühendis sayılarında ücreti 6,5 kat azalma görünmektedir.

3.4. Uygulamanın Limitleri

Çalışmaya konu olan iş süreç geliştirme ve maliyet azaltma aktivitelerini gerçekleştirecek ekiplerin iş gücü ve mevcut yükleri sebebiyle, önceliklendirmemesi, proje başlangıcında gereksinimlerin analiz edilmesi, kontrolünün uzun zaman aldığı ve çalışan ekibin farkındalığın arıtılamaması noktasında limitlemiştir. Bu durum H476MCA ve H566MCA metriklerine de yansımıştır. Tablo 1 ve Tablo 2 verilerine bakıldığında, sürecin uygulanma noktasında, ilk 7 hafta da ancak, %6 gelişme kaydedilebilinmiştir.

Diğer yandan sürece dahil olan sürece yardımcı paydaşlardan (PMT'ler) gelen 3B dataların istenilen kalite seviyesinde olamaması, prototip isterlerini tam olarak destekleyememesi sebebiyle de proje iş süreçleri sınırlandırılmıştır. Ana proje zaman planları çerçevesinde gerçekleştirilmesi gereken işlerin, data dondurma ve release çalışmaları, ASO süreç işleriyle aynı zamanda, aynı ekip yetenekleri kullanılarak gerçekleştirilmesi sürecin limitlerinden birisi olmuştur.

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Günümüz dünyasında işletmelerin sürdürülebilirliklerini sağlamaları ve sektörde başarılı olabilmeleri için verimli çalışmaları ve maliyetleri düşürücü BPM (İş Süreçleri Yönetimi) uygulamalarını hayata geçirmeleri büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, Altı Sigma, işletmelerin verimlilik ve karlılığını önemli ölçüde artırmayı hedefleyen etkili bir yönetim sistemi olarak öne çıkar. Altı Sigma metodolojisi, kaynak kullanımını en aza indirirken, müşteri memnuniyeti ve sadakatini artırmak amacıyla iş süreçlerinin gözden geçirilmesini ve sürekli iyileştirilmesini esas alır. Altı Sigma metodolojisinin üstün yönlerinden birisi süreçten elde edilen gerçek verilerin ve bilgilerin kullanılıyor olmasıdır. Bilgi yönetimi modeli, organizasyonun zaman bilgisini kodlayan bir modeldir. Örtük bilgi, bir kuruluşun sahip olduğu bilginin yüzde kırkını temsil eder (Rollo, 2001; Hamza, 2008) ve bu bilgi çalışanlar tarafından sahiplenilerek açık bilgiye Altı Sigma metodu ile dönüştürüle bilinir. Bu şekilde daha gerçekçi sonuçlar elde edilmiş olur. Altı Sigma, geniş bir yelpazede istatistiksel teknikleri bünyesinde barındıran bir yönetim yaklaşımıdır ve süreç verilerinin analizinde bu tekniklerden etkin bir şekilde faydalanmaktadır. Verilerin istatistiksel analizine dayalı olarak, süreçlerdeki problemler daha açık ve net bir biçimde tespit edilebilmektedir. Bu sayede, yapılacak değerlendirmeler ve önerilen çözümler, daha rasyonel ve kanıta dayalı olmaktadır. Altı Sigma'nın uygulandığı süreçlerde, sağlanan iyileştirmeler ile bu iyileştirmeler sonucunda elde edilen finansal kazanımlar, somut bir şekilde gözlemlenebilir. Ayrıca, hedeflenen performans seviyelerine ulaşılıp ulaşılmadığı da açık bir şekilde ortaya konmaktadır.

Diğer yandan, yapılan vaka analizi çalışmaları göstermiştir ki, kapsamda ele alınan BPM yöntemlerinin etkili, başarılı olarak yönetilmesini sağlayan ana nedenlerinden biri kültür faktörüdür. İş süreçleri, şirket kültürü ile uyumlandığında başarının kaçınılmaz olduğu bildirilmiştir (Zelt, Recker, Schmiedel, Vom Brocke, 2019). Tipik argüman şöyledir: BPM kullanılmalı ve beklenen sonuçları vermelidir, kültürel değerlerin ve inançların temelinde yatan inançlara zıt olduğu durumda etkili bir şekilde uygulanabileceği verimli bir zemin sağlayamaz (Kummer, Schmiedel, 2016). Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar, argümanla uyumludur, çalışmalar tipik olarak kültürü kısıtlayan verili bir olgu olarak rapor ederek, yöntemlerin uygulanması ve kurumsal performansın belirlenmesinde rol oynamıştır. Daha yakın zamanda, karşıt bir argüman sunan araştırmalar ortaya

çıkmıştır ve BPM kültürü kavramını bir tür örgütsel kültür olarak kavramsallaştırır; “BPM'yi destekleyen kültür” (Schmiedel, Vom Brocke, Recker, 2014). Bu argüman doğrultusunda, kurum kültürü verili bir olgu olarak görülmez ve yöntem uygulamaları için bir kısıtlama olarak değil, bunun yerine performans kazanımları için bir kaynak olarak bilinçli bir şekilde şekillendirilebilir (Weber, Dacin, 2021). Yani, bu görüş, kuruluşların aktif olarak performanslarını tasarlayabilmelerini gerektirir. BPM kültürünün destekleyen değerleri benimsemesini sağlar ve bu da iş süreçlerinin performans çıktılarını oluşturduğu çalışma kapsamında da gözlenmiştir.

Bu çalışmada, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin Ar-Ge araç prototipleme sürecinde meydana gelen hataların ortadan kaldırılması amacıyla Altı Sigma metodolojisi uygulanmıştır. Sürecin detaylı incelemesi sonucunda, çeşitli aşamalarda tespit edilen sorunlar arasında Ar-Ge sürecindeki hataların giderilmesinin öncelikli olduğu belirlenmiştir. Ar-Ge süreçlerine tahsis edilen iş gücünün sınırlı olması ve prototipleme hatalarının hangi süreç ve BPMS ile yönetileceğine dair mevcut bir BPM sisteminin bulunmaması, hata maliyet oranlarını altı katına kadar artırdığı tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, Ar-Ge sürecine bağlı hataların azaltılmasına yönelik bir proje seçilmiş ve Altı Sigma araçları bu projede uygulamaya konulmuştur. Proje seçimi sonrasında, ASO süreci kapsamında ele alınarak, projede hedeflenen iyileştirme sağlanmaya çalışılmıştır. ASO döngüsünün tamamlanmasıyla birlikte, projenin başlangıcında belirlenen iyileştirme hedefi gerçekleştirilmiş ve hata oranlarında önemli ölçüde azalma sağlanmıştır. Analiz sonuçları, projenin uygulanmasının ardından hata oranlarında ciddi düşüşler olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, projenin uygulanmasıyla sigma seviyelerinde artış meydana gelmiş ve başlangıçta %0 olan ASO süreç oranı düzeyi, projenin tamamlanmasıyla %95’e yükselmiştir. Bunun yanı sıra, yeniden işleme sürelerinin azalması sonucu üretilen her araç başına 1289 €’luk maliyet tasarrufu elde edilmiştir.

Bu çalışma ile Altı Sigma yöntemi kullanılarak, PLM sistemleri aracılığıyla teknolojik inovasyon projelerine katkı sağlanmış, bu süreçlerin etkin bir şekilde yönetilmesine ve iyileştirilmesine olanak tanıyacak yeni bir teknolojik süreç inovasyon modeli geliştirilmiştir. Söz konusu model, bu tez kapsamında literatüre kazandırılarak, inovasyon

yönetimi alanına yeni bir bakış açısı sunulmuştur. İleride yapılacak çalışmalar için aşağıdaki öneriler getirilmiştir:

- Farklı BPM yöntemlerinin uygulanarak otomotiv sektöründe fiziksel prototipleme dışındaki zaman ve maliyet kayıplarına yol açan sorunların tespitine yönelik araştırmaların gerçekleştirilmesi ve Altı Sigma yöntemlerinin Ürün Yaşam Döngüsü (PLM) süreci ile entegrasyonuna dair literatüre katkı sağlayabilir.
- Bu tez çalışmasında gerçekleştirilen süreç modellemesi sonucunda elde edilen bulgulardan biri, organizasyon kültürünün yeni inovasyonlara ve değişimlere adaptasyonu ile bu süreçte başarı elde edilmesi arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır. Tablo 3.21 ve Tablo 3.22'deki veri durumu, bu bulguyu desteklemektedir. Kurumsal kültürün BPM uygulamaları üzerindeki etkilerini anlamak, işletmelerin daha etkili süreç yönetimi stratejileri geliştirmesine yardımcı olabilir.
- Araştırma sonuçları, özellikle otomotiv sektörü başta olmak üzere, diğer sektörlerde BPM ve Altı Sigma uygulamalarının geliştirilmesine yönelik rehberlik sağlayabilir.

Bu öneriler, okuyuculara BPM uygulamalarının etkinliğini artırmak amacıyla kültürel faktörleri göz önünde bulundurarak yeni araştırma alanları keşfetmeleri için bir çerçeve sunmaktadır. Bu çerçeve sayesinde, BPM uygulamalarının başarı oranı artırılabilir ve sektörel farklılıklar daha iyi anlaşılabilir.

KAYNAKLAR

ABD Enerji Bakanlığı, 2023, *Automotive Future*, https://www.energy.gov/, [Ziyaret tarihi: 06.10.2023]

Ada, E., ve diğ., 2004, Türk İşletmelerinde Verimlilik Artışı İçin Altı Sigma Yönetim Sistemi Modeli, *Yöneylem Araştırması Endüstri Mühendisliği Kongresi*, 15-18 Haziran

Adam, S. and Doerr, J., 2009, How to better align BPM and SOA - Ideas on improving the transition between process design and deployment. *14th International Conference (EMMSAD).*

Akarsoy, A.T., 2009, *Türkiye'de Taşıt teknolojileri*, https://www.inovasyon.org/, [Ziyaret tarihi: 07.10.2023]

Anderson, R., Eriksson, H., Torstensson, H., 2006, Similarities and Differences Between TQM, Six Sigma and Lean, *The TQM Magazine*, Vol. 18(3).

Antunes, P., and Mourão, H., 2010, *Resilient Business Process Management: Framework and services. Expert Systems with Applications*, Elsevier

Arnheiter E. D., Maleyef J, 2005, *The integration of lean management and Six Sigma*. TQM Mag 17(1), 5–18

Baxter, P. and Jack, S., 2008, Qualitative Case Study Methodology: Study Design and Implementation for Novice Researchers. *The Qualitative Report* Volume 13(4), December. McMaster University, West Hamilton, Ontario, Canada.

Banuelas, R., Antony, J., 2002, Critical success factors for the successful implementation of Six Sigma projects in organisations. TQM Mag. 14, 92

Can, F. Ç., 2010, *İş süreçleri yönetim sistemlerinin güncel durumu ve kurulumu*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Cankurt, Ö., 2005, *Altı Sigmanın Üretim Sektörlerinde Uygulanması*, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İzmir

Chan, C. Y. P. ve diğ, 2019, *The US Automotive Industry and Major Developments of QFD.*

Chang, J. F., 2016, *Business Process Management Systems: Strategy and Implementation*. ISBN: 9780429119880

Cho, C., and Lee, S., 2010, A study on process evaluation and selection model for business process management. *Expert Systems with Applications*, Elsevier.

Da Silva, I. B., Cabeça, M. G., Barbosa, G. F., Shiki, S. B., 2021, *Lean Six Sigma for the automotive industry through the tools and aspects within metrics: a literature review.* Springer-Verlag London Ltd., part of Springer Nature 2021.

Danesi, F., Gardan, N., Gardan, Y., and Reimeringer, M., 2008, *P4LM: A methodology for product lifecycle management.* Computers in Industry, 59(2-3), 304-317.

Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., Reijers, H.A., 2018. Fundamentals of BusinessProcess Management. *Springer*.

Dünya Ekonomik Formu (WEF) raporu, *Electric for Smart Cities*,2018, https://www3.weforum.org/docs/WEF_2018_%20Electric_For_Smarter_Cities.pdf, [Ziyaret tarihi:12.01.2024]

Dünya Ekonomik Forum (WEF), *How electric vehicles can help the developing world*, 2022, https://www.weforum.org/agenda/2022/12/electric-vehicles-developing-world-cities/, [Ziyaret tarihi: 23.04.2023]

Dünya Ekonomik Forum (WEF), 2022, *5 Reasons Why Electric Vehicles Are The Future Of Driving In 2022*, https://www.outlookindia.com/business/top-5-reasons-why-electric-vehicles-are-the-future-of-driving-in-2022-news-201722, [Ziyaret tarihi: 14.10.2023]

Eker, B., Akdogan A., 2003, Makina İmalat İşletmelerinde 6 Sigma Yaklaşımı, *MakinaTek Aylık İmalat ve Teknoloji Kültürü Dergisi*, Sayı:73, Kasım, İstanbul.

Everton, J.G., and Stafford, R.D., 2005, Using Workflow Business Process Tools in Simulation Modeling. *Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference*

Fotou, S., 2011, Business Process Management Investigation on Creating a Bridge between Business and IT, *A Master's Thesis Submitted For the Award of Msc. Information Technology (Business),* Degreeatheroit-Watt University, UK.

Garimella, K., Lees, M., ve Williams, B., 2008, BPM basics for Dummies. *Wiley Publishing, Inc*

Gartner, 2005, *BPM report* [https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/business-process-management, [Ziyaret tarihi:19.10.2023]

Gartner, 2011, *BPM report*, https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/business-process-management, [Ziyaret tarihi:10.10.2023]

Gillham, B., 2001, Case Study Research Methods, *Continuum*, London, Great Britain.

Glowalla, P. and Sunyaev, A., 2012, *A Process Management Perspective on Future ERP System Development in the Financial Service Sector*. AIS Transactions on Enterprise Systems, Vol. 3(18)

Gomes, M., Correia, M., Marques, F., Alves, A. C., 2023, *Lean Product and Process Development in an Automotive Company*. doi: 10.20944/preprints202311. 0303.v1

Güçlü, T.K., 2006, *An infrastructure and a methodology for business process management.* Işık Üniversitesi, Yüksek Lisans tezi, Istanbul.

Gürsakal, N., Oğuzlar, A., 2003, *Altı Sigma*, Vipaş Yayınları, Bursa.

Hendricks, K. B., Singhal, V. R., 1997, Does implementing an effective TQM program actually improve operating performance*? Empirical evidence from firms that have won quality awards*. Management Science, 43(9).

Hill, J., B., 2007, *BPM Institute.org*. BPM Institute.org: http://www.bpminstitute.org/articles/article/article/bpmgisgnotgthegsamegasgbpr .html., [Ziyaret tarihi: 8.03.2023]

Hoskin, J., Stuart, B., Taylor, J. A., 1988, *Motorola Commitment: A Six Sigma Mandate, The Motorola Guide to Statistical Process Control for Continuous Improvement Towards Six Sigma Quality; Morotola*, Co., Schaumburg, IL, USA.

Johansson, R., 2007, On case study methodology. *Open house international*, Vol 32(3), September.

Kasa H., 2002, Toplam Kalite Yönetim ve Altı Sigma Buluşması, *Kalder Forum* Yıl.2 Sayı 6, 2002.

Kırkham, L., Garza-Reyes, J. A., Kumar, V. and Antony, J., 2014, Prioritisation of Operations Improvement Projects in the European Manufacturing Industry. *International Journal of Production Research*, 52(18), 5323-5345.

Ko, R. K., Lee, S. S., and Lee, E. W., 2009, Business process management (BPM) standards: asurvey. *Business Process Management Emerald*, 744-791.

Komus, A., 2011, *BPM Best Practice Wie führende Unternehmen ihre Geschäftsprozesse managen,* Springer, Heidelberg

Kregel, I., Stemann, D., Koch, J., 2021, *Coners, A. Process mining for six sigma: Utilising digital traces*. Comput. Ind. Eng., 153, 107083.

Kumar, P., Singh, D., Bhamu, J., 2021, Development and validation of DMAIC based framework for process improvement: A case study of indian manufacturing organization. *Int. J. Qual. Reliab. Manag*., 38, 1964–1991.

Kummer, T.-F., Schmiedel, T., 2016, *Reviewing the role of culture in strategic information systems research: a call for prescriptive theorizing on culture management*, Commun. Assoc. Inf. Syst. 38 (5), 122–144.

Larsson T., S., Rönnbäck, A., 2022, Integrating mixture experiments and six sigma methodology to improve fibre-reinforced polymer composites. *Qual. Reliab. Eng. Int*., in press.

Lusk, S., Paley, S. and Spanyi A., 2005, *The Evolution of Business Process Management as a Professional Discipline*. BPTrends,

Meidan, A., Garcia-Garcia, J. A., Escalona, M. J. C., and Ramos, I. R., 2017, A survey on business processes management suites. *Computer Standards and Interfaces*, 71-86.

Merrıam, S. B., 1988, Case Study Research in Education. *Jossey-Bass Inc. Publ.*, San Fransico

Mckinsey, 2023, *2030 Automotive Software and Electronics*, https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/mapping-the-automotive-software-and-electronics-landscape-through-2030, [Ziyaret tarihi:12.11.2023]

Mckinsey, 2023, *The future of mobility is at our doorstep*, [https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-future-of-mobility-is-at-our-doorstep], [Ziyaret tarihi: 13.04.2024]

Miles, M. B. and Huberman, A., M., 1994, Qualitative Data Analysis. *Page publ*.,.Thousand Oaks, USA.

Moosa, K., and Sajid, A., 2010, Critical analysis of Six Sigma implementation. *Total Quality Management*, 21(7), 745-759.

Noguera, J., Nielsen, T., 1992, Implement six sigma for interconnect technology. In Proceedings of the ASQC Quality Congress Transactions, Nashville, TN, USA, 18–20 May, 538–544.

O'Brien, R., 2008, An Overview of the Methodological Approach of Action Research.

Owen, M., Raj, J., 2003, BPMN and Business Process Management: Introduction to the New Business Process Modeling Standard. *In BPMN and Business Process Management: Introduction to the New Business Process Modeling Standard*. Popkin Software.

Öztürk, A., Arıkan, V. S., ve Öztürk, M. S., 2011, Süreç iyileştirme yöntemleri ve yöneylem araştırması. *Atatürk Ü. İİBF Dergisi, 10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı*, 391.

Pakdil F., 2004, Kalite Kültürünü Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Derleme, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt.6, Sayı.3, 168.

Papilloma, Z., Gažová, A. and Šufliarský, L., 2022, Implementation of Automation Technologies of Industry 4.0 in Automotive Manufacturing Companies. *Procedia Comput Sci* 200, 1488–1497

Parsons, M. J., Josefik, N. M., 2010, Accelerating Production Readiness Using Lean Product Development. *Proceedings of the 7th International Conference on Fuel Cell Science, Engineering, and Technology* 2009, 813–817

Pande, P. S, Neuman, R. P., and Cavanagh, R. R., 2003, The Six Sigma Way. New Delhi: Tata. *McGraw- Hill Publishing Company Ltd*., 379–82

Paschek, D, Ivascu L., and Draghici A., 2018, Knowledge management–the foundation for a successful business process management. *ProcediaSocial and Behavioral Sciences*, 238, 182-191.

Harmon, P., 2007, *Business Process Change: A Guide for Business Managers and BPM and Six Sigma Professionals*. ISBN 978-0-12-374152-3

Pritchard, J-P., Armistead, C., 1999, Business process management – lessons from European business. *Bus Process Manage* J 5(1):10–32

Ramachandran, R., 2004, Business Process Management: A Balance Between Process Efficiency and Business Agility. *Tata consultancy services*

Riaz, A., Fan Y., Hamidullah, H., 2006, Managing Product Data and Design flow Process. IEE: *Proceedings of the Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications* (ISDA'06), 0-7695-2528-8/06

Reijersa, A., H., 2021, Business Process Management: The evolution of a discipline: *Computers in Industry. Published* by Elsevier Ltd.

Ricardo, B., Jiju A., 2004, Six Sigma or Design for Six Sigma, *The TQM Magazine*, Volume 16, Number 4, 250

Robert, K. Yin., 2014, *Case Study Research Design and Methods (5th ed.).* Thousand Oaks, CA: Sage.

Robert, S., 1995 and 2014, The Art of Case Study Research, *IIM Bangalore internal*

Schmiedel, T., Vom Brocke, J., Recker, J., 2014, Development and validation of an instrument to measure organizational cultures' support of business process management, *Inf. Manag*. 51 (1), 43–56.

Smętkowska, M., Mrugalska, B., 2018, *Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study.* Published by Elsevier Ltd.

Santorol, F., 2024, Proceeding BPM, *22nd International Conference Krakow*, Poland, September 1–6.

Stake, R., 1998, "Case Studies" in: Norman Denzin ve Yvonna Lincoln (eds.): *Strategies of Qualitative Inquiry*. Sage publ., Thousand Oaks, USA.

Susman, G. I., Evered, R. D., 1978, An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Adm Sci* Q 23, 582.

T.C. Sanayi Ticaret Bakanlığı, 2020, *Otomotiv Sektörü raporu*, https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/plan-program/OtomotivSektorRaporu2020.pdf, [Ziyaret tarihi: 08.02.2024]

T.C. Yatırım Ofisi, 2022, *Mobility Industry Agenda*, https://www.invest.gov.tr/en/library/publications/lists/investpublications/mobility-industry-agenda.pdf, [Ziyaret Tarihi: 23.11.2023]

Otomotiv Sanayi Derneği (OSD), 2024, Otomotiv Sektörü Aylık Değerlendirme Raporu-Ağustos, https://www.osd.org.tr/osd-yayinlari/otomotiv-sektoru-aylik-degerlendirme-raporlari, [Ziyaret tarihi: 11.09.2024]

Uden, L. and He, W., 2017, How the Internet of Things can help knowledge management: a case study from the automotive domain. *Journal of Knowledge Management*, Vol. 21, Iss 1, 57 – 70.

Uslu, L., 2002, *Altı Sigma ve Sanayi Uygulamaları*, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Van der Aalst, W., Ter Hofstede, A. and Weske, M., 2003, Business Process Management*: International Conference, BPM 2003*, Eindhoven, The Netherlands, June 26-27, 2003, Proceedings, Springer Science ve Business Media.

Verner, L., 2004, BPM: *The process and the Challenge*. Queue, March.

Weber, K., Dacin, M.T., 2011, *The cultural construction of organizational life: introductionto the special issue*, Organ. Sci. 22 (2), 287–298.

Wetzstein, B., Ma, Z., Filipowska, A., Kaczmarek, M., Bhiri, S., Losada, S., et al, 2007, Semac. Business Process Management:A Lifecycle Based Requirements Analysis. *3rd European Semantic Web Conference*

Wil van der Aalst, Wil M. P., 2011, *Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes*, ISBN 978-3-642-19345-3

Wilson, Paul F., Dell, Larry D., Anderson, Gaylord F., 1993, *Root Cause Analysis: A Tool for Total Quality Management*. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press. ISBN 0-87389-163-5.

YIN, R., 1984 and 1994, *Case Study Research: Design and Methods*. Sage publ., Thousand Oaks, USA.

Yu, C.-M., Huang, T.-H., Chen, K.-S., Huang, T.-Y., 2022, *Construct Six Sigma DMAIC Improvement Model for Manufacturing Process Quality of Multi-Characteristic Products*. Mathematics, 10, 814.

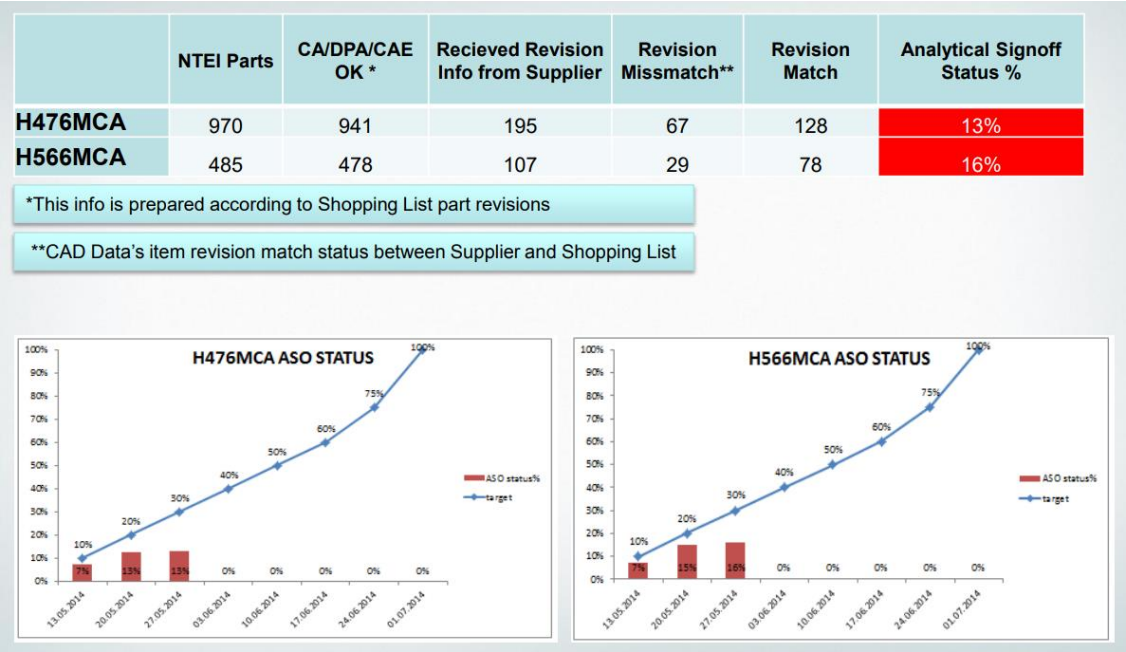
Yumuk G., İnan İ., 2005, Trakya Bölgesindeki İmalat Sanayi İşletmelerinin Kalite Maliyetlerinin Swot Analizi ile Değerlendirilmesi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, Sayı. 2, 179.

Zelt, S., Recker, J., Schmiedel, T., vom Brocke, J., 2019, A theory of contingent business process management, *Bus. Process. Management Journal*, https://doi.org/10.1108/BPMJ-1105-2018-0129.

Zu, X., Fredendall, L. D., and T. J. Douglas., 2008, The evolving theory of quality management: The role of Six Sigma. *Journal of Operations Management* 26:630-650

EKLER

Ek1: Dijital Prototipleme haftalık raporu



	NTEI Parts	CA/DPA/CAE OK *	Recieved Revision Info from Supplier	Revision Missmatch**	Revision Match	Analytical Signoff Status %
H476MCA	970	941	195	67	128	13%
H566MCA	485	478	107	29	78	16%

*This info is prepared according to Shopping List part revisions

**CAD Data's item revision match status between Supplier and Shopping List

Ek2: Rapor detayı örneği

Prefix	Base	Suffix	CP SC	Prefix-Base_suffix	PAF	Name	D&R Engineer	PMT	UN/UP	Item Revision from SL	Recieved Revision From Supplier	Cad Availability Status	DPA STATUS	CAE STATUS	overall	ORDER STATUS
GC46	00358	B	020202	GC46-00358-B	4Q1QN	BRACKET ASY-BODY LIFT PUMP MTG	TYILMAZE	03	UN	5		MATCH	OK			Ordered
GC46	00358	D	020202	GC46-00358-D	4Q1QN	BRKT-CAB TLT SW	TYILMAZE	03	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	00358	E	020202	GC46-00358-E	4Q1QN	BRKT-CAB TLT SW	TYILMAZE	03	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	10762	A	020101	GC46-10762-A	8HGN6	BAT TRY SUP-FRONT	MKALAOGL	03	UN	18		MATCH	OK			Ordered
GC46	10762	B	020101	GC46-10762-B	8HGN6	BATTERY TRAY SUPPORT BRACKET	MKALAOGL	03	UN	12		MATCH	OK	OK		Ordered
GC46	10762	C	020101	GC46-10762-C	8HGN6	BAT TRY SUP-REAR	MKALAOGL	03	UN	13		MATCH	OK			Ordered
GC46	10762	D	020101	GC46-10762-D	8HGN6	BAT TRY SUP-REAR CONST VERTICAL	MKALAOGL	03	UN	4		MATCH	OK			
GC46	10764	A	020101	GC46-10764-A	8HGN6	BATTERY TRAY CARRIER CSTR	MKALAOGL	03	UN	45	46	MATCH	NOK	NOK	NOK	Ordered
GC46	10764	B	020101	GC46-10764-B	8HGN6	BATTERY TRAY CARRIER RT	MKALAOGL	03	UN	23	24	MATCH	NOK	NOK	NOK	Ordered
GC46	10764	C	020101	GC46-10764-C	8HGN6	BATTERY TRAY CARRIER CONS SSTR	MKALAOGL	03	UN	18	19	MATCH	NOK		NOK	Ordered
GC46	10764	D	020101	GC46-10764-D	8HGN6	BOX TRAY BRACKET - BATTERY TO FULL FRA	MKALAOGL	03	UN	4		MATCH	OK			
GC46	10849	A	130101	GC46-10849-A	O6Y4K	CLUS ASY INSTR	HTEMIZER	05	UP	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	10A659	A	010605	GC46-10A659-A	CRO1L	CVR BAT UPR		01	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	10B838	A	011218	GC46-10B838-A	6VR9K	PNL SW	BAYDIN4	02	UP	Last Version		MATCH	OK			Not Ordere
GC46	10B838	B	011218	GC46-10B838-B	6VR9K	PNL SW	BAYDIN4	02	UP	Last Version		MATCH	OK			Not Ordere
GC46	10B853	A	011220	GC46-10B853-A	STTJ2	SWITCH ASSY-DIFFERANTIAL LOCK	CONER	05	UP	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	10B853	B	011220	GC46-10B853-B	STTJ2	SWITCH ASY-1ST DIFF.LOCK	CONER	05	UP	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	10B853	C	011220	GC46-10B853-C	STTJ2	SWITCH ASY-2ST DIFF.LOCK	GEVGIN	05	UP	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	10B853	D	011220	GC46-10B853-D	STTJ2	SWITCH ASY-INTERLOCK	GEVGIN	05	UP	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	10C679	A	140101	GC46-10C679-A	HZ2PV	SNS.ASY.BAT.MNTR		05	UN	Last Version		MATCH	OK			Not Ordere
GC46	10K691	A	180110	GC46-10K691-A	32KC2	CA ASY BAT D/CONN SW	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	10K691	B	180110	GC46-10K691-B	32KC2	CA ASY BAT D/CONN SW	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	10K701	A	180110	GC46-10K701-A	UF3AX	CA ASY BAT D/CONN SW	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	10K701	B	180110	GC46-10K701-B	UF3AX	CA ASY BAT D/CONN SW	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	10K701	C	180110	GC46-10K701-C	UF3AX	CA ASY BAT D/CONN SW	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	10K701	D	180110	GC46-10K701-D	UF3AX	CA ASY BAT D/CONN SW	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	10N743	A	020101	GC46-10N743-A	YYCGI	BRACKET-BAT LOCATOR	MKALAOGL	03	UN	6	7	MATCH	NOK		NOK	Ordered
GC46	10N743	B	020101	GC46-10N743-B	YYCGI	BRACKET-BAT LOCATOR	MKALAOGL	03	UN	6	7	MATCH	NOK		NOK	Ordered
GC46	10N743	C	020101	GC46-10N743-C	YYCGI	BRACKET-BAT LOCATOR	MKALAOGL	03	UN	5	6	MATCH	NOK		NOK	Ordered
GC46	10N743	D	020101	GC46-10N743-D	YYCGI	Bracket - Battery Clamp-down	MKALAOGL	03	UN	3	4	MATCH	NOK		NOK	Ordered
GC46	10N743	E	020101	GC46-10N743-E	YYCGI	Bracket - Battery Clamp-down	MKALAOGL	03	UN	6	7	MATCH	NOK		NOK	Ordered
GC46	10N743	F	020101	GC46-10N743-F	YYCGI	Bracket - Battery Clamp-down	MKALAOGL	03	UN	6	7	MATCH	NOK		NOK	Ordered
GC46	12A690	A	180113	GC46-12A690-A	SSQN9	WIR ASY ENG CONTR SNS EXT SLEEPER CAB	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	12A690	B	180113	GC46-12A690-B	SSQN9	WIR ASY ENG CONTR SNS EXT SLEEPER CAB	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	12A690	C	180113	GC46-12A690-C	SSQN9	WIR ASY ENG CONTR SNS EXT DAY CAB	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	12A690	D	180113	GC46-12A690-D	SSQN9	WIR ASY ENG CONTR SNS EXT SLEEPER CAB	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	12B591	B	031403	GC46-12B591-B	TAI3W	SNS ASY ENG EXH TEMP THRML		04	UN	Last Version		MATCH	OK			
GC46	12K510	A	180101	GC46-12K510-A	RDZNA	WIR ASY ENG CONTR MOD	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	12K510	B	180101	GC46-12K510-B	RDZNA	WIR ASY ENG CONTR MOD	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	12K510	C	180101	GC46-12K510-C	RDZNA	WIR ASY ENG CONTR MOD	SUNAL	05	UN	Last Version		NON-MATCH	OK		NOK	Ordered
GC46	12K510	D	180101	GC46-12K510-D	RDZNA	WIR ASY ENG CONTR MOD	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	12K510	E	180101	GC46-12K510-E	RDZNA	WIR ASY ENG CONTR MOD	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	12K510	F	180101	GC46-12K510-F	RDZNA	WIR ASY ENG CONTR MOD	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	12K510	G	180101	GC46-12K510-G	RDZNA	WIR ASY ENG CONTR MOD	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	12K510	H	180101	GC46-12K510-H	RDZNA	WIR ASY ENG CONTR MOD	SUNAL	05	UN	Last Version		NON-MATCH	OK		NOK	Ordered
GC46	12K510	J	180101	GC46-12K510-J	RDZNA	WIR ASY ENG CONTR MOD	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	12K510	L	180101	GC46-12K510-L	RDZNA	WIR ASY ENG CONTR MOD	SUNAL	05	UN	Last Version		MATCH	OK			Ordered
GC46	13005	A	170101	GC46-13005-A	TGD2Q_LH	HD/LP ASY(LESS CONS)	STAVUKCU	01	UP	Last Version	2	MATCH	OK		OK	Ordered

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Sevecen Ünal
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	☑ T.C. ❒ Diğer:
E-Posta Adresi	
Web Adresi	

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Başkent Üniversitesi
Fakülte	Eğitim Fakültesi
Bölümü	Bilgisayar Bilimleri- BÖTE
Mezuniyet Yılı	20.06.2008

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Enformatik Ana Bilim Dalı
Programı	Enformatik

Doktora	
Üniversite	-
Enstitü Adı	-
Anabilim Dalı	-
Programı	Program Adı

Makale ve Bildiriler
• Ok, K., Ayhan, K., Ünal, S., and Gürsul, F., 2012, A Colleger's Best Friend: Mobile Phone or PC?. *4th International Future-Learning Conference on Innovations in Learning for the Future 2012: e-Learning*, Istanbul, Turkey. • Ünal, S., Daş, F. and Gülbahar, Y., 2008, Analysis Of Traditional Education Environment's Ability To Carry To Web Based Environment. *8th International Educational Technology Conference*, Eskisehir, Turkey.