



**T.C. İSTANBUL TİCARET  
ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AS 9100 KALİTE YÖNETİM SİSTEMİNİN  
SAVUNMA ve HAVACILIK SANAYİSİ  
FİRMALARININ PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ  
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**Muhteşem Gökhan YÜCEL**

**Danışman**

**Doç. Dr. Berk AYVAZ**

**DOKTORA TEZİ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
İSTANBUL - 2019**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Muhteşem Gökhan YÜCEL tarafından hazırlanan "AS 9100 Kalite Yönetim Sisteminin Savunma ve Havacılık Sanayisi Firmalarının Performansı Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi" adlı tez çalışması 04/10/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde başarı ile savunularak, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman

**Doç. Dr. Berk AYVAZ**  
İstanbul Ticaret Üniversitesi



Jüri Üyesi

**Prof. Dr. Selim ZAIM**  
İstanbul Şehir Üniversitesi



Jüri Üyesi

**Prof. Dr. Osman YAZICIOĞLU**  
İstanbul Ticaret Üniversitesi



Jüri Üyesi

**Prof. Dr. Mustafa KÖKSAL**  
İstanbul Ticaret Üniversitesi



Jüri Üyesi

**Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÖZTÜRK**  
İstanbul Medeniyet Üniversitesi



Onay Tarihi : 09 / 10 / 2019



**Prof. Dr. Necip ŞİMŞEK**  
Enstitü Müdürü

## AKADEMİK VE ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

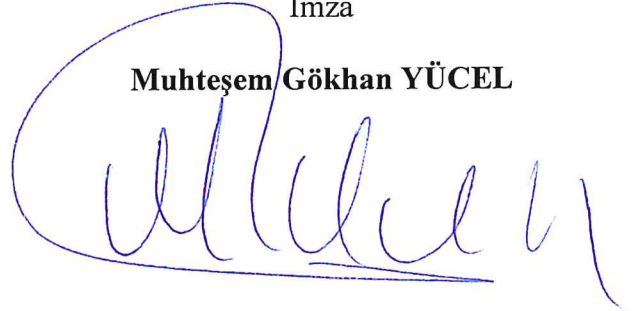
- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,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

beyan ederim.

Tarih 09.10.2019

İmza

**Muhteşem Gökhan YÜCEL**



# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	10
2.1. Kalite ve Kalite Yönetim Sistemleri.....	10
2.2. Sistem Dinamiği.....	15
2.3. Veri Zarflama Analizi.....	17
2.4. Literatür Taraması Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	25
3. AS 9100 HAVACILIK VE UZAY KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ.....	26
3.1. Kalite Yönetim Sistemlerinin Tarihçesi.....	26
3.2. AS 9100 Kalite Yönetim Sistemi.....	28
3.2.1. AS 9100:2016 standardı ilkeleri.....	30
3.2.2. AS 9100:2016 standardı gereksinimleri.....	32
3.2.3. AS 9100 standardına ilişkin bazı önemli kavramlar.....	40
3.3. Uluslararası Havacılık ve Uzay Kalite Grubu (IAQG).....	86
3.4. IAQG Tarafından Sektöre Sağlanan Bilgiler.....	88
3.5. Endüstri Kontrolünde Üçüncü Taraf Denetim Sistemi (ICOP).....	94
3.6. AS 9100 Üçüncü Taraf Denetim ve Belgelendirme Süreci.....	97
3.7. AS 9100 Denetimlerinin Raporlanması.....	101
4. METODOLOJİ.....	105
4.1. Sistem Dinamiği.....	107
4.2. Veri Zarflama Analizi.....	113
5. PROBLEM TANIMI VE UYGULAMA.....	120
5.1. Problem Tanımı.....	120
5.2. Sistem Dinamiği Modelinin Oluşturulması (1. Aşama).....	120
5.2.1. Değişkenlerin AS 9100 ile ilişkileri.....	122
5.2.2. Nedensel döngü modelinin oluşturulması.....	142
5.2.3. Modelin Doğrulanması.....	148
5.3. Veri Zarflama Analizi (2. Aşama).....	150
6. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	161
6.1. Genel.....	161
6.2. İnsan Kaynakları.....	167
6.3. Tedarik ve Satın Alma.....	169
6.4. Tasarım Yeteneği.....	170
6.5. Küme Yapısı, Kapasite Kullanımının İyileştirilmesi.....	171
6.6. Test, Analiz ve Kalite Kontrol Altyapısı.....	172
6.7. Destekler.....	172
6.8. Diğer Sertifikasyon İhtiyaçları.....	175
6.9. Çalışmanın Kısıtları ve Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler.....	177
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	179
KAYNAKLAR.....	181



EKLER.....	193
EK A. Şekiller.....	194
EK B. DEAP Yazılımı CCR Girdi Odaklı Model ile Analiz Sonuçları .....	196
EK C. 1. Aşama Anket Formu.....	216
EK D. 2. Aşama Anket Formu .....	229
ÖZGEÇMİŞ.....	233



# ÖZET

## Doktora Tezi

### AS 9100 KALİTE YÖNETİM SİSTEMİNİN SAVUNMA ve HAVACILIK SANAYİSİ FİRMALARININ PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

**Muhteşem Gökhan YÜCEL**

**İstanbul Ticaret Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Berk AYVAZ**

**2019, 233 sayfa**

Bu tez çalışmasında savunma ve havacılık sanayisi firmalarının uyguladıkları AS 9100 kalite yönetim sistemi ile ilgili bir araştırma yapılmıştır. AS 9100 tarihçesi, uygulama esasları, kritik kavramları araştırılmış ve literatür ile ilişkilendirilmiştir. Organizasyon bağlamı, konfigürasyon yönetimi, risk esaslı düşünme, sahte parçalar ve benzeri önemli kavramlar derinlemesine incelenmiştir. Buna ilave olarak müşteri memnuniyeti performansını analiz etmek üzere iki aşamalı bir model kullanılmıştır. Sistem dinamiği araçlarından olan nedensel döngü diyagramı ve veri zarflama analizi yöntemleri bu alanda ilk kez birlikte uygulanmıştır.

Savunma ve havacılık sektöründe faaliyet gösteren tedarikçilerin, yönetim sistemlerini AS 9100 havacılık ve savunma kalite yönetim sistemi şartlarına göre kurup uygulamaları sonucunda zamanında teslimat, ürün uygunluğu ve kabul edilebilir fiyat seviyesini sağlanmaları beklenmektedir. Teorik olarak bu şekilde tedarikçilerin müşteri memnuniyetine ulaşmaları beklenmektedir. Bununla birlikte, sistemdeki bileşenlerin geri bildirim etkilerini belirleyen ve analiz eden sistem dinamiği, tüm sistemler için dikkate alınmalıdır. Bu çalışma, Türk savunma ve havacılık sanayisinde AS 9100 kalite yönetim sisteminin uygulanması sırasında kuruluşların karşılaştığı bu dinamik etkileri araştırmıştır. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar ve saha çalışmaları yoluyla toplanan bilgiler sistem dinamiği bileşenlerinden olan nedensel döngü diyagramını geliştirmek için kullanılmıştır. AS 9100 standardının gereksinimleri, saha çalışmalarından gelen bilgiler birleştirilerek iyileştirme fırsatları önermek üzere yorumlanmıştır. Bilimsel bir yöntem kullanılarak doğrulanan nedensel döngü modelinden elde edilen bilgiler, literatürden elde edilen girdi ve çıktı örnekleri ile birlikte değerlendirilmiş ve veri zarflama analizi çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sonucunda AS 9100 sistemi uygulayan firmaların uygulamayan firmalara göre müşteri memnuniyeti açısından verimli oldukları değerlendirilmiş ve gevşekliklere ilişkin ilave çalışma yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** AS 9100, müşteri memnuniyeti, nedensel döngü, kalite yönetimi, savunma ve havacılık, sistem dinamiği, veri zarflama analizi.

## **ABSTRACT**

**PhD. Thesis**

### **ANALYSIS ON THE EFFECT OF AS 9100 QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS ON DEFENSE and AVIATION INDUSTRY FIRM PERFORMANCE**

**Muhteşem Gökhan YÜCEL**

**İstanbul Commerce University  
Graduate School of Applied and Natural Sciences  
Department of Industrial Engineering**

**Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Berk AYVAZ**

**2019, 233 pages**

In this study AS 9100 quality management system used in aviation, space and defense industry sector is subject to research. History of AS 9100, implementation principles, and critical concepts and their interrelations with literature is evaluated. Context of organization, configuration management, risk based thinking, counterfeit parts and other relevant concepts are examined in detail. Additional two stage model is used to analyze customer satisfaction effect of the standard. Data envelopment analysis method and causal loop analysis which is a system dynamics tool are used to analyze customer satisfaction performance of aerospace and defense industry firms. This approach is first in this research area.

Implementing aerospace quality management system in an organization will achieve on-time delivery, product conformity and acceptable price, which will result in customer satisfaction. However, system dynamics has to be considered for all systems. This determines and analyses feedback effects of components in the system. This study investigates these dynamic effects arising from various aspects that organizations are facing during implementation of the aerospace quality management system in Turkish AS&D industry. Results achieved, and information collected through site activity is used to develop causal loop diagram. Requirements of the AS 9100 standard are interpreted to propose improvement opportunities. Causal loop diagram is validated by using a scientific method. Outputs of the causal loop analysis and results of the literature review are used as inputs for additional analysis using data envelopment analysis method. Data envelopment analysis is used to benchmark performances of suppliers implementing aerospace quality management system and other suppliers that do not implement this system. Result of this analysis determined that companies implementing AS 9100 system are effective in achieving customer satisfaction. Slack analysis is also conducted in this study for suppliers.

**Keywords:** AS 9100, customer satisfaction, causal loop, quality management, aerospace and defense, system dynamics, data envelopment analysis.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Berk Ayvaz'a teşekkürlerimi sunarım. Araştırmalarımnda yardımcı olan değerli hocalarım Prof. Dr. Selim Zaim, Prof. Dr. Osman Yazıcıoğlu ve Doç. Dr. Ali Osman Kuşakçı'ya teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan kıymetli eşime ve aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Muhteşem Gökhan YÜCEL  
İSTANBUL, 2019



## ŞEKİLLER

	Sayfa
Şekil 1.1. Türkiye'nin savunma ve havacılık cirosu (Milyon USD).....	2
Şekil 1.2. Türkiye'nin savunma projelerinin sayısı.....	2
Şekil 1.3. Dünya GSMH ile havayolu yolcu trafiği artış hızları.....	4
Şekil 1.4. Türkiye geneli havalimanları yolcu trafiği 2007-2018.....	6
Şekil 1.5. Savunma, havacılık ve uzay alanında bazı projeler.....	9
Şekil 3.1. ISO 9001 standardı temelli bazı sektörel standartlar.....	27
Şekil 3.2. AS 9100/ISO 9001 sistemi ilkeleri.....	31
Şekil 3.3. PUKÖ döngüsünde standart yapısının temsili.....	33
Şekil 3.4. Bir prosese ait elementlerin şematik gösterimi.....	41
Şekil 3.5. Proses analiz araçlarından kaplumbağa şeması.....	42
Şekil 3.6. Proses analiz araçlarından SIPOC modeli.....	43
Şekil 3.7. Risk yönetim süreci.....	48
Şekil 3.8. Risk modeli.....	49
Şekil 3.9. Yabancı madde hasarı önleme programı.....	64
Şekil 3.10. Yabancı madde hasarı programı.....	65
Şekil 3.11. Ürün kalite planlaması zaman planı.....	67
Şekil 3.12. Ürün geliştirme süreci ve APQP.....	68
Şekil 3.13. Konfigürasyon temel çizgisi.....	73
Şekil 3.14. Değişiklik yönetim süreci.....	76
Şekil 3.15. Konfigürasyon yönetim süreci.....	77
Şekil 3.16. Kuruluşta AS 9100 doküman yapısı.....	82
Şekil 3.17. Tedarik zinciri yaşam döngüsü.....	90
Şekil 3.18. Akreditasyon ve sertifikasyon ilişkisi.....	98
Şekil 3.19. Denetim ve belgelendirme akış şeması.....	100
Şekil 4.1. Tez çalışması işlem adımları.....	106
Şekil 4.2. Açık döngü yapısı.....	108
Şekil 4.3. Kapalı döngü yapısı.....	108
Şekil 4.4. En basit geri besleme döngü yapısı.....	109
Şekil 4.5. Yinelemeli sistem dinamiği modellemesi.....	110
Şekil 4.6. Gerçek hayat geri bildirim etkileri ile modelleme.....	110
Şekil 4.7. CRS ve VRS modellerinde etkinlik sınırı.....	119
Şekil 5.1. AS 9100/9110/9120 belgeli tedarikçilerin coğrafi dağılımı.....	135
Şekil 5.2. Zamanında teslimat nedensel döngü diyagramı (a).....	143
Şekil 5.3. Kalite nedensel döngü diyagramı (a).....	143
Şekil 5.4. Fiyat nedensel döngü diyagramı (a).....	143
Şekil 5.5. Kalite nedensel döngü diyagramı (b).....	144
Şekil 5.6. Zamanında teslimat nedensel döngüsü diyagramı (b).....	144
Şekil 5.7. Fiyat nedensel döngü diyagramı (b).....	145
Şekil 5.8. Genel nedensel döngü modeli.....	148
Şekil 5.9. AS 9100-9110-9120 belgeli firmaların belge türleri.....	152
Şekil 5.10. AS 9100-9110-9120 belgeli firmaların sektörel dağılımı.....	152
Şekil 5.11. Vensim programından elde edilen neden ağacı.....	153

Şekil 5.12. Birleştirilmiş neden ağaçlarına göre VZA girdi ve çıktıları .....	154
Şekil 6.1. CCR girdiye yönelik model ile VZA sonuçları.....	162
Şekil 6.2. Türkiye ithalatının kullanılan sistemlere göre dağılımı.....	171
Şekil 6.3. Müşteri Memnuniyeti Modeli .....	178
Şekil A.1. AS 9100 kalite yönetim sistemi maddeleri.....	194
Şekil A.2. Talaşlı imalat gerçekleştiren bir tedarikçi için ana prosesler.....	195



## ÇİZELGELER

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 1.1. On birinci kalkınma planı savunma sanayi 2023 hedefleri .....	7
Çizelge 3.1. İlgili tarafların ihtiyaçları ve beklentileri.....	28
Çizelge 3.2. AS 9100 serisi standartlar ve uygulama alanları.....	29
Çizelge 3.3. AS 9100 standardının revizyonları .....	29
Çizelge 3.4. AS 9100/9110/9120 gereksinimleri ve ISO 9001 ile mukayesesi .....	34
Çizelge 3.5. Risk analizinde olasılık ve etkinin derecelendirilmesi .....	50
Çizelge 3.6. Risk seviyesine göre sınıflandırma.....	51
Çizelge 3.7. Proje riski ve uygun olan risk işlemi.....	52
Çizelge 3.8. Sahte parça probleminin altında yatan unsurlar.....	54
Çizelge 3.9. Uygunsuzluk sebepleri olarak insan faktörleri.....	59
Çizelge 3.10. Hatalara katkıda bulunan faktörler .....	59
Çizelge 3.11. İnsan faktörü prensiplerinin kaliteye uyarlanması .....	60
Çizelge 3.12. Bakım hataları insan faktörü ilişkisi .....	61
Çizelge 3.13. Bakım hatası kategorileri.....	63
Çizelge 3.14. Yabancı madde hasarı programı.....	65
Çizelge 3.15. Proje yönetiminde kullanılacak teknikler.....	81
Çizelge 3.16. Zorunlu dokümanite edilmiş bilgi gereksinimleri.....	83
Çizelge 3.17. IAQG bazı üye şirketleri .....	88
Çizelge 3.18. IAQG tarafından yayımlanan bazı standart ve rehberler .....	89
Çizelge 3.19. OASIS veritabanında yer alan bazı paydaşlar .....	96
Çizelge 3.20. Firmaların tesislerine göre tanımlanması .....	99
Çizelge 3.21. Proses etkinliği değerlendirme matrisi .....	102
Çizelge 4.1. Veri zarflama analizinin toplu taşıma operasyonları kapsamındaki avantaj ve dezavantajları .....	115
Çizelge 5.1. Model değişkenleri .....	121
Çizelge 5.2. 7'li Likert ölçeği açıklamaları.....	122
Çizelge 5.3. Anket sonuçları ve etkilerin açıklanması.....	123
Çizelge 5.4. Müşteri memnuniyeti üzerindeki etkiler.....	125
Çizelge 5.5. Sipariş miktarı üzerindeki etkiler .....	126
Çizelge 5.6. Zamanında teslimat üzerindeki etkiler .....	127
Çizelge 5.7. Fiyat üzerindeki etkiler .....	128
Çizelge 5.8. Ürün kalitesi için etkiler.....	129
Çizelge 5.9. İthal hammaddeye ilişkin etkiler.....	130
Çizelge 5.10. Planlama yeteneğine ilişkin .....	130
Çizelge 5.11. Finansal yeterliliğe ilişkin etkiler.....	131
Çizelge 5.12. Makine, ekipman ve test yeteneğine ilişkin etkiler .....	132
Çizelge 5.13. Nitelikli kadroya ilişkin etkiler.....	133
Çizelge 5.14. Coğrafi konum avantajına ilişkin etkiler .....	134
Çizelge 5.15. Tedarikçi ve taşeron geliştirmeye ilişkin etkiler .....	136
Çizelge 5.16. Üretim kalitesine ilişkin etkiler.....	137
Çizelge 5.17. Liderlik ve politikalara ilişkin etkiler .....	137
Çizelge 5.18. Uygun ürüne ilişkin etkiler.....	138
Çizelge 5.19. Offset sağlanmasına ilişkin etkiler .....	139
Çizelge 5.20. Personel kaybı için etkiler .....	140
Çizelge 5.21. Tasarım yeteneği için etkiler .....	141

Çizelge 5.22. Üretim miktarına ilişkin etkiler.....	141
Çizelge 5.23. İki safhalı validasyon yöntemi ile soru ve değerlendirmeleri.	150
Çizelge 5.24. Vensim'den elde edilen girdi ve çıktılar yorumlanması .....	155
Çizelge 5.25. Örnek çalışmalarda belirlenen girdi ve çıktılar .....	157
Çizelge 5.26. Veri zarflama model girdi ve çıktıları .....	158
Çizelge 5.27. DEAP analiz sonuçlarına göre verimlilik çizelgesi .....	160
Çizelge 6.1. En çok kıyaslanan tedarikçi bilgileri.....	161
Çizelge 6.2. AS 9100 uygulayan ve uygulamayan firmaların mukayesesi....	165
Çizelge 6.3. Veri zarflama analizi gevşeklik değerlendirmesi .....	165
Çizelge 6.4. Savunma sanayisine teşvik/destek veren kurum/kuruluşlar...	173
Çizelge 6.5. SSB'ye Offset yükümlülüğü bulunan yabancı firmalar.....	174
Çizelge 6.6. Türkiye'de EASA onaylarına sahip firmalar .....	176





## SİMGELER VE KISALTMALAR

AAQG	Americas Aerospace Quality Group
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AHP	Analytic Hierarchy Process
APAQG	Asia/Pacific Aerospace Quality Group
APQP	Advanced Product Quality Planning
AQMS	Aerospace Quality Management System
AS	Aerospace
ASD	European Association of Aerospace Industries
AS&D	Aerospace and Defense (Havacılık, Uzay ve Savunma)
ASQ	American Society for Quality
BCC	Banker, Charnes and Cooper
BOA	Basic Order Agreement
BRC	British Retail Consortium
CCR	Charnes, Cooper, and Rhodes
CDR	Critical Design Review
CLD	Causal Loop Diagram
CMM	Coordinate Measurement Machine
CNC	Computer Numerical Control
CofC	Certificate of Conformance
CPM	Critical Path Method
CRS	Constant Return to Scale
DEA	Data Envelopment Analysis
DFMEA	Design Failure Mode and Effect Analysis
DHMİ	Devlet Hava Meydanları İşletmesi
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve and Control
DMU	Decision Making Unit
DOA	Design Organization Approval
EA	European co-operation for Accreditation
EAQG	Europe Aerospace Quality Group
EASA	European Aviation Safety Administration
EDA	European Defense Agency
EMAR	European Military Airworthiness Requirement
ETSO	European Technical Standard Order
EVM	Earned Value Management
EYDEP	Endüstriyel Yetkinlik Değerlendirme ve Destekleme Programı
FAA	Federal Aviation Administration
FAHP	Fuzzy Analytic Hierarchy Process

FAI	First Article Inspection
FAIR	First Article Inspection Report
FAVÖK	Faiz Amortisman Vergi Öncesi Kar
FOD	Foreign Object Damage
GDP	Gross Domestic Product
GERT	Graphic Evaluation and Review Technique
HKYS	Havacılık ve Uzay Kalite Yönetim Sistemi
IAF	International Accreditation Forum
IAQG	International Aerospace Quality Group
IATA	International Air Transport Association
ICOP	Industry Controlled Other Party
ILAC	International Laboratory Accreditation Cooperation
ISO	International Standards Organization
KGF	Kredi Garanti Fonu
KVB	Karar Verme Birimi
KYS	Kalite Yönetim Sistemi
LCA	Life Cycle Assessment
MAWA	Military Airworthiness Authorities
MEDA	Maintenance Error Decision Aid
MİLGEM	Milli Gemi
MLA	Multi Lateral Agreement
MMU	Milli Muharip Uçak
MPM	Metra Potential Method
MRO	Maintenance Repair Organization
MSA	Measurement System Analysis
NACE	Nomenclature des Activités Économiques dans la Communauté Européenne
NOC	Notice of Change
OASIS	Online Aerospace Supplier Information System
OEM	Original Equipment Manufacturer
OPMT	Other Party Management Team
PBS	Product Breakdown Structure
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PDR	Preliminary Design Review
PEAR	Process Effectiveness Assessment Report
PERT	Program Evaluation and Review Technique
PFMEA	Process Failure Mode and Effect Analysis
POA	Production Organization Approval
PPAP	Production Part Approval Process
PPDAC	Product Performance Detailed Assessment Checklist
PUKÖ	Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem Al

QMS	Quality Management System
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability, Safety
RiBS	Risk Breakdown Structure
SAE	Society of Automotive Engineers
SCI-(e)	Science Citation Index - Expanded
SCMH	Supply Chain Management Handbook
SFA	Stochastic Frontier Analysis
SHGM	Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
SIPOC	Supplier Input Process Output Customer
SIPRI	Stockholm International Peace Research Institute
SJAC	Society of Japanese Aerospace Companies
SPC	Statistical Process Control
SQMB	Supplier Quality Management Basics
SSB	Savunma Sanayii Başkanlığı
SSCA	Supplier Selection and Capabilities Assessment
STC	Supplemental Type Certificate
TAI	Turkish Aerospace Industry
TC	Type Certification
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
TTGV	Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
TUSAŞ	Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜRKAK	Türk Akreditasyon Kurumu
UDH	T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı
VRS	Variable Returns to Scale
VSM	Value Stream Mapping
VZA	Veri Zarflama Analizi
WBS	Work Breakdown Structure

## 1. GİRİŞ

Bu çalışma, Türkiye’de faaliyet gösteren savunma ve havacılık sanayisi tedarikçilerinin iyileştirme gerektiren alanlarını tespit ederek ve sistem üzerindeki geri besleme etkilerini araştırmakta ve bir nedensel döngü modeli önermektedir. Sistemin nedensel döngü modelinin elde edilmesini takiben, AS 9100 standart gereksinimlerin organizasyonların bu geri besleme etkilerinin üstesinden gelmesine nasıl etki edeceği değerlendirilmiştir.

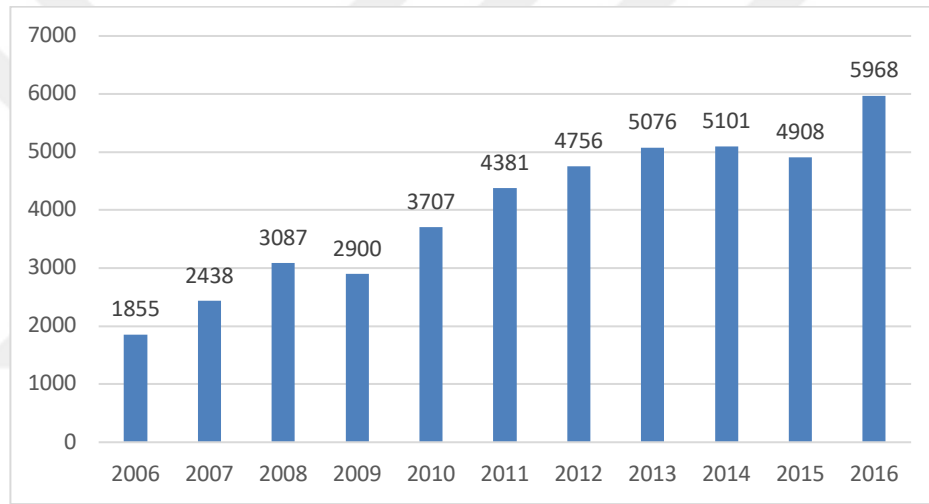
Bu çalışmanın amaçlarından birisi de savunma ve havacılık sanayisinde AS 9100 standardını uygulayan firmaların müşteri memnuniyetini sağlama konusunda sistemi uygulamayan firmalardan daha başarılı olup olmadıklarını tespit etmektir. Bu amaçla bir veri zarflama analizi gerçekleştirilmiş ve sonuçları sunulmuştur.

Çalışma için günden güne kabiliyet ve kapasitesini geliştirerek hem milli ihtiyaçları karşılayan hem de ihracat yapar konuma gelen Türkiye savunma ve havacılık sektörü seçilmiştir. Türkiye savunma ve havacılık sanayisi son yıllarda önemli büyüme göstermekte ve atılımlar gerçekleştirmektedir. Havacılık sektörü büyümesi, havacılık ve hava taşımacılığında artan yerel ve küresel taleple aynı doğrudur. Savunma sektörü büyümesi, ağırlıklı olarak jeopolitik durum ve bölgedeki çatışmalar nedeniyle Türkiye'nin artan savunma ihtiyacının bir sonucudur. Türk sivil havacılık otoritesi raporlarına göre toplam yolcu uçak sayısı 2003'ten 2016'ya kadar 162'den 540'a yükselmiştir. Aynı dönemde koltuk kapasitesi 27.599'dan 100.365'e, kargo kapasitesi ise 302.732 kg'dan 1.821.600 kg'a yükselmiştir (SHGM, 2016).

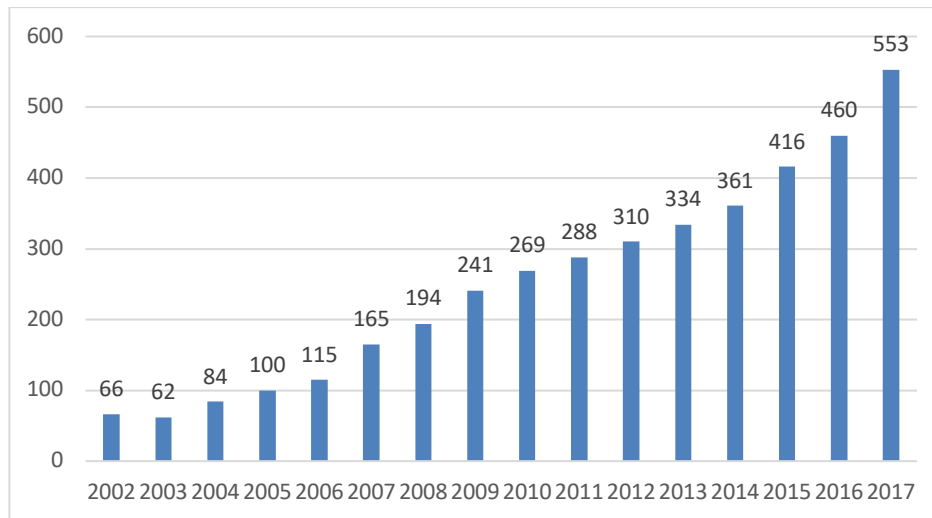
Türkiye savunma ve havacılık alanında çeşitli projeler üzerinde çalışmaktadır. Ana muharebe tankı, milli muharip uçak, eğitim, hafif taarruz ve keşif amaçlı uçak bölgesel yolcu uçağı, taarruz helikopteri, milli gemi, insansız silahlı ve silahsız hava aracı, milli uydu, ulusal piyade tüfeği ve çeşitli füze geliştirme projeleri bu projeler arasında sayılabilir. Bu projeler Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB) koordinasyonunda kamu ve özel sektör tarafından yürütölmekte olup,

Türkiye'nin savunma ihtiyaçlarını karşılamak için tedarik zincirini geliştirmektedir. Bu amaçla SSB tarafından yürütülen "Endüstriyel Yetkinlik Değerlendirme ve Destekleme Programı - EYDEP" savunma sektörü firmalarının endüstriyel yetkinlik envanterinin çıkarılmasını, yetkinlik seviyelerinin saptanmasını ve geliştirilmesini hedeflemektedir.

EYDEP ayrıca tedarik piramidinde denge, kalite, kurumsallaşma, sürdürülebilir gelişim, yerlilik oranı artışı, teknoloji geliştirme ve stratejik hedeflere odaklılık amaçlarını da taşımaktadır. Şekil 1.1 ve Şekil 1.2'de Türkiye'nin savunma ve havacılık toplam cirosu ve proje sayısı yıllara bağlı olarak verilmiştir (SSB, 2019).



Şekil 1.1. Türkiye'nin savunma ve havacılık cirosu (Milyon USD) (SSB, 2019)



Şekil 1.2. Türkiye'nin savunma projelerinin sayısı (SSB, 2019)

Düzenli büyüme gösteren savunma ve havacılık sektörü, hedeflerine ulaşmak, emniyet, güvenilirlik, karlılık ve sürdürülebilirliğe yol açan politikaları devam ettirmek için tedarik zincirinden önemli ölçüde desteğe ihtiyaç duymaktadır.

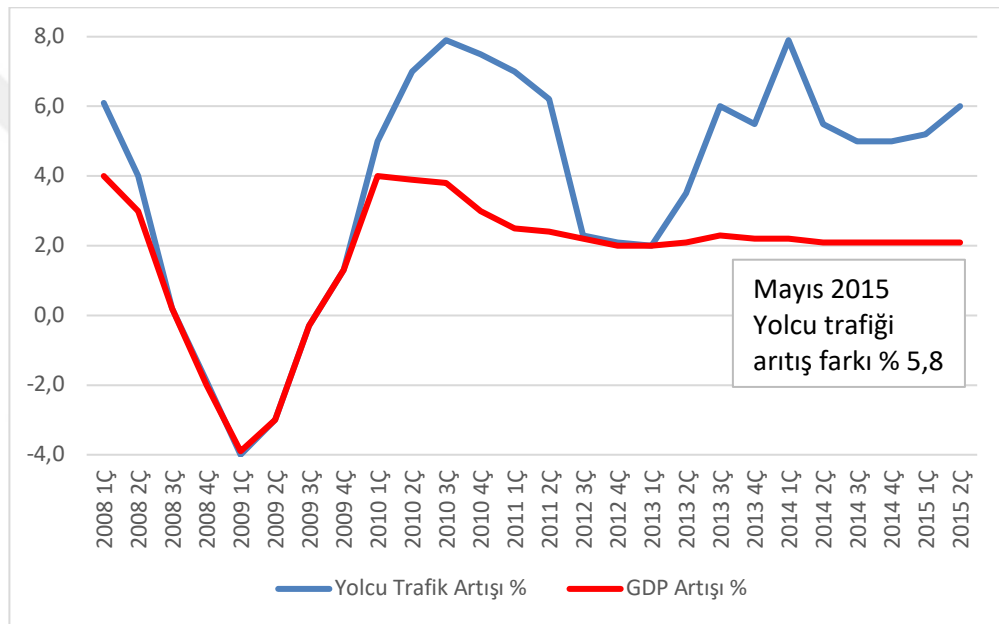
Savunma ve havacılık sektörleri tedarik zinciri performansının iyileştirilmesi için bir kalite yönetim sistemi referansı olarak AS 9100 serisi standartlarını kullanmaktadır. Bu standartlar dünya çapında katılım sağlayan sektör uzmanları tarafından hazırlanmaktadır. Söz konusu uzmanlar Uluslararası Havacılık ve Uzay Kalite Grubu IAQG çatısı altında faaliyet göstermektedir. IAQG üyeleri (Boeing, Airbus, Lockheed vb.) sektörün önde gelen üreticileri ve oyuncularını konumundadır.

Tedarik zincirinin iyileştirilmesi, bu üyeleri de kapsayan müşterilerin kalite yönetim sisteminin uygulanmasından temel beklentisidir. Tedarikçilerden sürekli iyileştirilen kalite ve zamanında teslimat performansı beklenmektedir. Tüm seviyedeki tedarikçiler, doğru ürünü, doğru teslimat noktasına, zamanında ve kabul edilebilir bir fiyat seviyesinde sağlayacaktır (ISO 9004, 2009). Bu üç bileşen (kalite, zamanında teslimat ve fiyat) müşteri memnuniyeti için ana faktörlerdir. Teorik olarak, kalite yönetim sisteminin etkin bir şekilde uygulanması beklenen müşteri memnuniyetini sağlayacaktır. Simhçi-Levi vd. (2003), bir tedarikçinin güvenilirlik metrikleri arasında zamanında teslimat ve siparişin mükemmel bir biçimde yerine getirilmesini belirlemişlerdir. Bu açıdan standart beklentileri ile uyumlu bir yaklaşım önermiştir.

Milli bir politika olarak yerel tedarik zincirinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesine yatırım yapan Türkiye'nin savunma ve havacılık projeleri için yerel kaynakların kullanımını iyileştirme hedefleri vardır. Milli Gemi Projesi MİLGEM'de silah sistemleri ve ekipmanları için %65 yerel kaynak kullanımı sağlanmıştır (Örnek, 2016).

Buna karşılık "11. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Şûrası" raporunda; yerel kaynakların ve tedarik zincirinin, sektörün zayıf yönlerinden ve sınırlarından biri olduğu belirtilmektedir. (UDH, 2013).

Hava ulaşımına olan talep de gün geçtikçe artmaktadır. Bu talebin artış hızı Airbus verilerine göre Gayrisafi Milli Hasıla artışını aşmaktadır ve Mayıs 2015 verilerine göre %5,8 olmuştur (Airbus, 2015). Yine bu rapora göre bu artışta ülkemizin de içinde bulunduğu gelişmekte olan ülkeler başı çekmekte ve hava ulaşımı talep artışı ABD, AB ve Japonya'dan beklenen %3,8 büyümenin ötesine geçmektedir. Bu talebin artışına bağlı olarak sektörün ana oyuncularından olan hava aracı üreticileri ön almakta ve sektörün lideri durumunda yer alan üreticiler, dünyanın en büyük şirketleri arasında bulunmaktadır.



Şekil 1.3. Dünya GSMH ile havayolu yolcu trafiği artış hızları (Airbus 2015)<sup>1</sup>

Şekil 1.3'te "Dünya Gayrisafi Milli Hasılası" ile "Havayolu Yolcu Trafiği Artış Hızları" mukayese edilmektedir. Şekilden de anlaşıldığı üzere Dünya hava ulaşım talep artışı, GSMH artışından %5,8 daha fazla gerçekleşmektedir.

Değişim çağı havacılık endüstrisini de değiştirmiş, daha yalın, daha yeşil, daha emniyetli daha güçlü havayolları ortaya çıkmıştır. Endüstri 2001 yılına göre 2011 yılına gelindiğinde hava taşımacılığı her yıl bir milyar insanın erişimine açılmıştır. 2011'de 2.8 Milyar yolcu tarafında kullanılan hava yolu taşımacılığı

<sup>1</sup> Grafik referansa uyumlu olarak tekrar hazırlanmıştır

2050 yılında ise on altı milyar yolcu ve dört yüz milyon ton kargo taşımayı hedeflemektedir (IATA, 2011).

Yine bu rapora göre uçak üreticileri, üretim süreçlerinde verimliliklerini artırmak ve rekabetçi kalma yönünde zorlanmaktadırlar. Bu üreticilerin tedarikçileri ile birlikte yaşama zorunlulukları düşünüldüğünde; bu tedarikçilerin doğru ürünü tam zamanında temin edebilen kalite yönetim sistemlerini oluşturmuş olmaları gereklidir. Önümüzdeki 20 sene içerisinde üretilmesi beklenen yaklaşık 32.500 yeni uçak için yerli üreticilerimizin tedarik zincirindeki paylarının artırılması temel hedef olmalıdır (Airbus, 2015).

Sektör istatistiklerine ve küresel havacılık gerçekleştirmelerine ve tahminlere baktığımızda 2016 yılı için küresel yolcu trafiği sonuçları, 2015 yılına göre gelir yolcu kilometresinde %6,3'lük bir artış göstermiştir. 2030 yılına kadar hava taşımacılığının büyümekte olan yapıyı sürdürmesi beklenmektedir (Airbus, 2015).

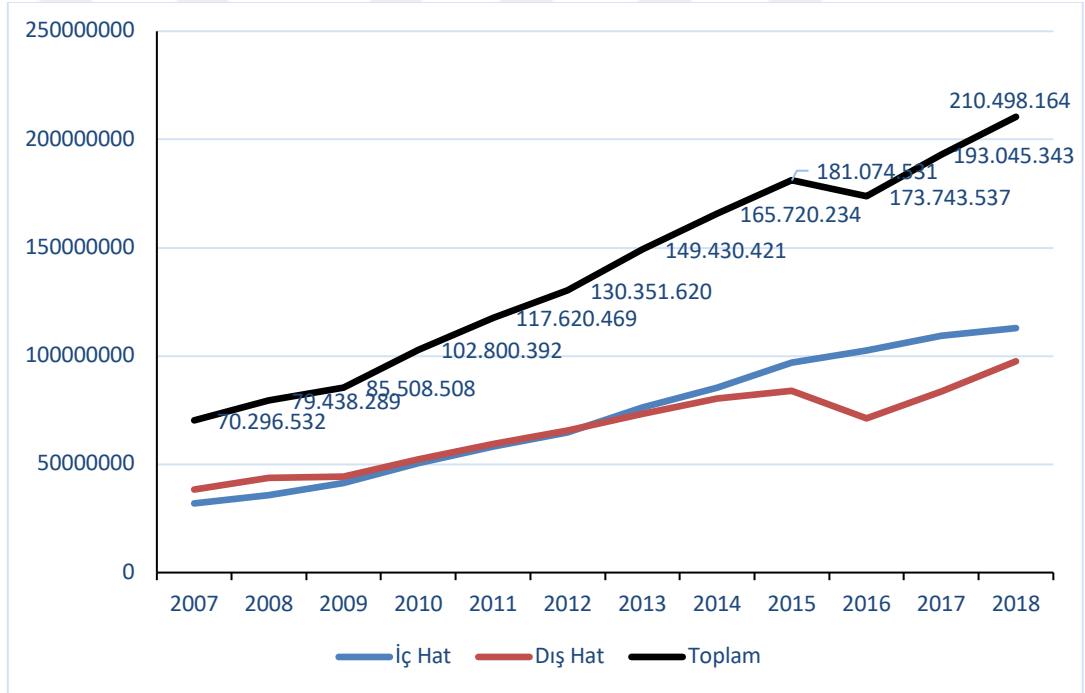
Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği IATA'nın "Vizyon 2050" raporunda havacılık endüstrisi için uçak üreticileri ve motor üreticileri gibi ana sanayi tedarikçilerinden bahsetmektedir. Yeni uçaklar, genellikle sipariş ve teslimat arasında gecikme ile üreticilerden satın alınabilmektedir. Üreticiler dünya çapında faaliyet göstermekte ve farklı gövde tiplerinde uçaklara yoğunlaşmaktadır. Daha uzun mesafeler için geniş gövdeli uçakların yanı sıra daha kısa mesafelerde çalışan daha dar gövdeli uçaklar, sınırlı sayıda üretici tarafından üretilmektedir. Motor üreticileri de uçak üreticileri gibi dünya çapında faaliyet göstermektedir. Airbus, bu dev üretim kapasitesini 30 ülkede 1500'den fazla tedarikçi ile yönetmektedir. Boeing tedarik ağı, 28.000'den fazla tedarikçiden oluşmaktadır (IATA, 2011).

Airbus tarafından yapılan tahmin çalışmasına göre, 2034 yılına kadar 32.585 yeni uçak üreticilere teslim edilecektir. Bu sayı, mevcut yolcu filosunu yaklaşık 17.354'ten 35.749 uçağa çıkaracaktır. Sektörün büyük üreticilerden Boeing ve Airbus 2004-2008 yılları arasında teslim ettikleri uçaklardan daha fazlası için



sözleşme yapmışlardır. 2008 ve 2009 yıllarında küresel kriz nedeniyle siparişler azalsa da 2011 krizi aşıldıktan sonra siparişler tekrar artmaktadır (Airbus, 2015).

Türkiye'deki durum incelendiğinde ise benzer bir tablo önümüze gelmektedir. 2003-2013 yılları arasında ticari uçuş sayısı %168, taşınan yolcu sayısı %233 ve taşınan kargo miktarı %126 artış göstermiştir. 2012 yılında 131.029.516 olan iç hat-dış hat toplam yolcu sayısı %14,5 artış ile 2013 yılında 149.995.868'e yükselmiştir. İç hatların toplam yolcu içindeki payı %50,8 olarak gerçekleşmiştir (TOBB, 2013). Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMİ) istatistiklerine göre 2018 yılında bu rakam 210.498.164 yolcu olarak gerçekleşmiştir. Şekil 1.4'te 2007-2018 yılları arasındaki artış grafik olarak gösterilmektedir (DHMİ, 2019).



Şekil 1.4. Türkiye geneli havalimanları yolcu trafiği 2007-2018 (DHMİ, 2019)

Ülkemizin 2023 vizyonu ve ilişkili ulaştırma plan ve programlarının tamamında yer alan hava ulaşımının geliştirilmesi, yaygın ve daha güvenli hale getirilmesi konusunda altyapı yatırımları sürerken bir yandan da yerli sivil uçak üretimi konusunda hedefler belirgin hale gelmiş, çalışmalar başlatılmıştır. Yerli işletmeci şirketlerimizin uçak satın almaları da söz konusudur. Tüketimden kaynaklanan gücümüzün ortaya çıkardığı bu satın almalara bağlı, offset yükümlülükleri, bakım sırasında kullanılacak yerli onaylı parça üretimi ve bunların bütünü

destekleyecek bir havacılık yan sanayisinin oluşturulması umu ve geliştirilmesi ülkemiz için çok önemlidir.

Savunma, havacılık ve uzay sanayisi alanlarında, küresel düzeyde ülke çıkarlarının korunmasını gözeterek ve ulusal güvenlik gereksinimlerini karşılayan sistem ve teknolojileri özgün olarak araştırıp, geliştirerek ve üreterek, bu sistem ve teknoloji alanlarında dünya ölçeğinde rekabet, işbirliği veya karşılıklı bağımlılık gücü yaratmak; ülkenin bilim ve teknoloji düzeyinin gelişmesinde öncü rol oynayan; toplumsal refaha katkısı tartışılmaz bir ulusal savunma, havacılık ve uzay sanayisine sahip olmak politika olarak belirlenmiş durumdadır (TÜBİTAK, 2003).

2013 yılında yapılan 11. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Şurası sonuç raporunda yer alan havacılık ve uzay teknolojileri sektörü kararlarından birisi de 2023 yılında tamamen özgün yerli bölgesel uçak yapımının gerçekleştirilmesidir. Havacılık alanında 2023 için ortaya konan hedeflerden birisi havalimanlarının yolcu kapasitelerinin yıllık toplam 450 milyon yolcuya yükseltilmesidir. Her iki hedeften de anlaşılabilir olduğu üzere Türkiye havacılık alanındaki vizyonunu tanımlanmış durumdadır.

Yakın zamanda yayımlanan on birinci kalkınma planı çerçevesinde de savunma sanayisi öncelikli gelişme alanlarından birisi olarak belirlenmiştir. Plana göre Milli teknolojiler ve yerli imkânlarla savunma sanayisinde dışa bağımlılığı asgari seviyeye indirecek projeler hayata geçirilecektir. Planda yer alan savunma sanayisi hedefleri Çizelge 1.1'de verilmektedir. SSB tarafından yürütülen bazı projeler ve görselleri ise Şekil 1.5'te verilmektedir.

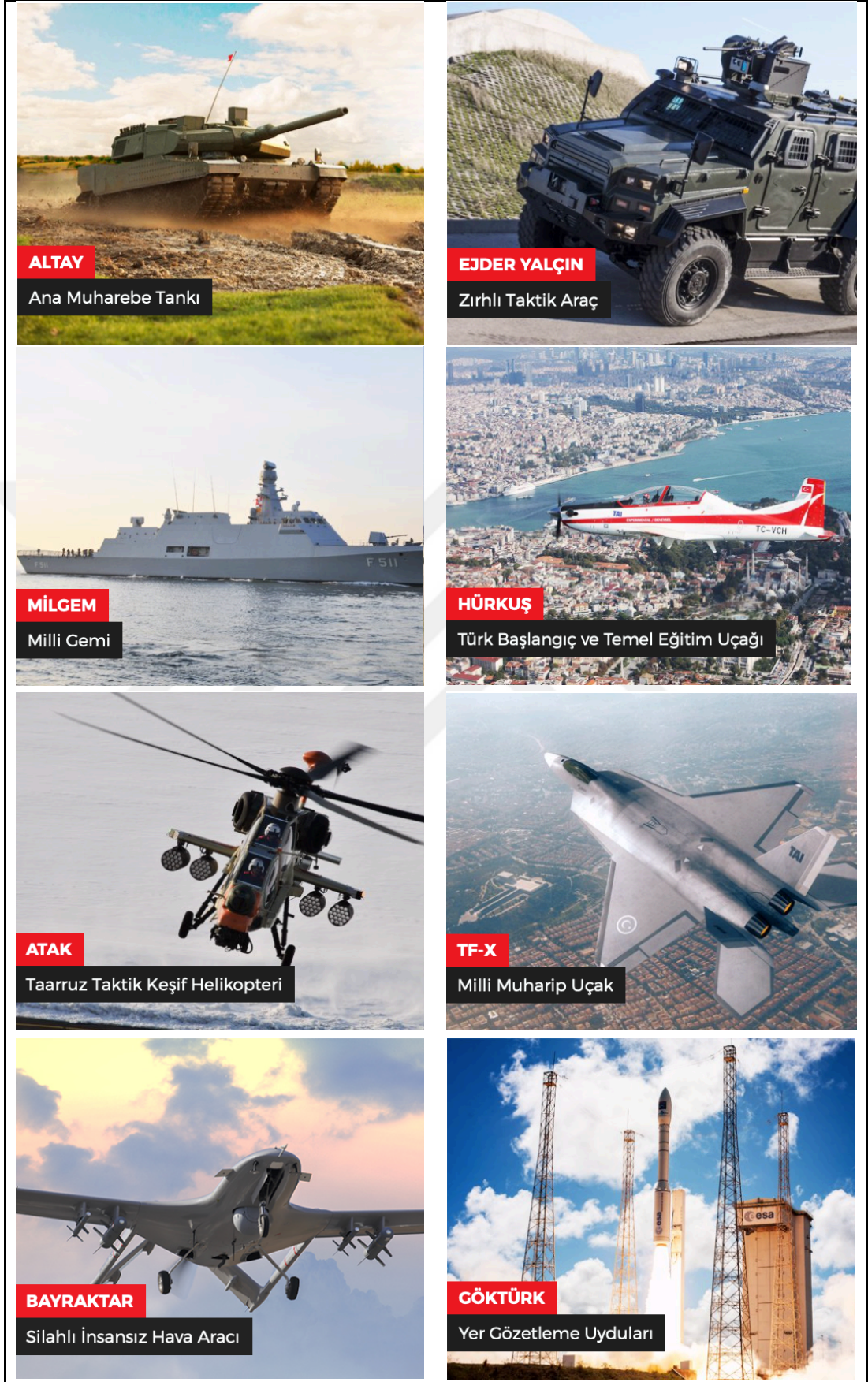
Çizelge 1.1. On birinci kalkınma planı savunma sanayi 2023 hedefleri

Savunma ve Havacılık Sanayi Hedefleri	2018	2023
Ciro (Milyar USD)	6,7	26,9
İhracat (Milyar USD)	2	10.2
İstihdam (Bin kişi)	44,7	79,3
Yerlilik Oranı (%)	65	75

Yukarıda sayılan politika ve stratejiler savunma ve havacılık endüstrisinde etkin bir tedarikçi yapısının oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır. Tedarikçi taahhütlerinin zamanında ve doğru bir biçimde gerçekleşmemesi müşteri memnuniyetsizliği ile sonuçlanacaktır. Aynı zamanda parasal ceza ve yaptırımlarla da sonuçlanabilecektir.

Bu tez çalışması sektörün iyileştirme alanları üzerinde önerilerde bulunurken, sistem dinamiği ve veri zarflama analizi modellerini sunmakta ve buna ilaveten daha ileri çalışmalar (diğer havacılık ve savunma düzenlemelerine yönelik çalışmalar, stokastik sınır analizi, stok akış diyagramları vb.) için temeller sunmaktadır.





Şekil 1.5. Savunma, havacılık ve uzay alanında bazı projeler (SSB, 2019)

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Tez çalışmasının bu bölümünde tedarik zinciri ve kalite, sistem dinamiği ve veri zarflama analizi konularında yapılan makale ve tez çalışmaları incelenmiş ve sırasıyla 2.1, 2.2 ve 2.3 başlıkları altında sonuçlar verilmiştir.

### 2.1 Kalite ve Kalite Yönetim Sistemleri

Robinson ve Malhotra (2004), çalışmalarında kalite ve tedarik zinciri yönetimi konularında inceleme gerçekleştirmişlerdir. Önerdikleri tedarik zinciri operasyon referans modeli ile tedarik yönetim zinciri hareketinin kalite yönetim çalışmaları içine alınacağını öngörmüşlerdir.

Bobrek ve Sokovic (2005), çalışmada yönetime sistem yaklaşımının kuruluşlar için önemini vurgulamışlardır. Bu husus ISO 9000 standartlarının ilkelerinden birisi olarak ortaya çıkmıştır. Sistem yaklaşımının yönetim sistemi tasarım prosesine katkısı sayesinde mühendisin tasarım mantığı ile mühendislik tasarım yöntem ve araçları bir platforma yerleştirilebilmiştir. Organizasyonel alanda sistem tanımının doğru anlaşılması ve tam olarak uygulanması ile artan sayıda başarılı yönetim örnekleri meydana gelecektir.

Çizmecı (2005), çalışmasında havacılık ve savunma sektörü tedarik zincirinin yapısında önemli değişikliklerin olduğu yönünde değerlendirmelerde bulunmaktadır. Bu değişiklikler verimlilik artışı, tedarikçi ağlarının yeniden yapılandırılması ve daha etkin entegrasyonunu talep etmektedir. Stratejik tedarikçi ortaklıkları aracılığıyla tasarım ve üretim süreçlerinin sorumluluğunu tedarikçilerle paylaşmak, önemli tedarikçi ve alt sistem entegrasyon kabiliyetlerini geliştirerek, ürün ve sistemlerin maliyetlerini düşürmek ve müşteri memnuniyetini sağlamak hedeflenmektedir. Uzun vadeli müşteri sadakatini korumak için bakım ve satış sonrası lojistik hizmetlerini destekleyen yeni bir stratejik itici güç olarak tedarik zinciri kapasitelerinin oluşturulması bu yaklaşımın parçalarıdır.

Sroufe ve Curkovic (2007), çalışmalarında tedarikçi kalite düzeyinin artırılması ve kalite yönetim sisteminin etkisini problem olarak almışlardır. Vaka çalışması muhtelif yöntemlerle çalışmada yer almıştır. Veri indirgemedeki kategorizasyon yöntemi kullanılmıştır. "Birçok organizasyon için kabul edilebilir kalite düzeyinin sağlanması, ancak kendisi ve tedarikçilerinin belgelendirilmiş kalite yönetim sistemi ile sağlanmaktadır" sonucuna varılmıştır.

Kull ve Wacker (2009), çalışmalarında küresel imalat ve kültürel verileri kullanarak Asya ve Asya dışı ülkelerde kalite yönetim uygulamalarının kalite performansının iyileştirilmesi üzerindeki etkileri problemini istatistik yöntemler ile incelemişlerdir. Anket yöntemi kullanılmış ve hiyerarşik doğrusal modelleme tercih edilmiştir. Bu çalışma sonucunda spesifik kültürel boyutların kalite yönetim etkinliği ile istatistik olarak anlamlı düzeyde ilişkili olduğu değerlendirilmiştir.

Tomic vd. (2010), çalışmalarında AS 9100 standardının uygulanmasının teknik uygulama problemleri ve müşteri beklentileri üzerinde durmuşlardır. AS 9100 standardının uygulanmasının anahtar görev ve sorumluluklarının da tanımlanması ile personeli motive edeceği sonucuna varmışlardır.

Singh vd. (2010), ISO 9000 standardı ile bu standardın firmalarda uygulanmasına etki eden iç ve dış faktörler arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için yapısal eşitlik modelini kullanmışlardır. Çalışmada gerekli veriler anket yöntemi ile alınmış, faktör analizi ile iç ve dış faktörler belirlenmiştir.

Rebolledo ve Nollet (2010), çalışmalarında bilgi tabanlı bakış kullanarak havacılık tedarik zincirinde firmalar arası öğrenmeyi etkinleştiren koşulları tanımlamış ve test etmişlerdir. Hipotezler tedarikçi ve ana sanayi ile yapılan çapraz anket çalışmaları ile araştırılmıştır. Faktör analizi, korelasyon ve regresyon analizleri çalışma sırasında teknik olarak kullanılmıştır.

Valdes ve Comendador (2011), çalışmalarında kaza soruşturma ve önleme problemini değerlendirmek üzere geçmiş olayların istatistik ve teknik

analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Histogramlar ve diğer grafik araçlar kullanılarak problemler ve çözüm yollarını ortaya koymuşlardır.

Zakuan vd. (2012), çalışmalarında toplam kalite yönetimi, sertifikasyon çalışmaları ile organizasyon performansı arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Bu amaçla 150 firma üzerinde anket çalışması gerçekleştirmişlerdir. Anket sonuçları açımlayıcı faktör analizi ile incelenmiştir. Sonuçların değerlendirilmesinde "Yapısal Eşitlik Modellemesi" kullanılmıştır. Bu analiz sonucunda ISO TS/16949 standart uygulamalarının toplam kalite yönetimine geçişte moderatör etkisi olmadığı sonucuna varmışlardır.

Chen ve Cheng (2012), çalışmalarında hastane yönetim sistemlerinde ISO 9001 süreç yaklaşımının uygulanmasını araştırmışlardır. Tayvan hastanelerinde yapılan çalışmada sekiz adet performans kriteri ile değerlendirme yapılmıştır. Yönetim gözden geçirmesi, düzeltici önleyici faaliyetleri vb. yönetim sistemi süreçleri de dâhil olmak üzere hastane süreçlerini görsel hale getirmişlerdir.

Ali ve Kidd (2012), çalışmalarında standardın AS 9100 standardı alt başlıklarından birisi olan konfigürasyon yönetimi önündeki engelleri tespit etmek için anket çalışması yapmışlardır. Faktör analizi tekniklerinden temel bileşenler analizi tekniği kullanılarak bileşenler azaltılmış varimaks döndürme tekniği ile sonuçlar üzerinde yorumlama yapılmıştır.

Chopra ve Meindl (2013), tedarik kalitesini sağlanan ürünün kalite düzeyi olarak belirtmişler ve bu metriğin tedarik ile ilişkili metrikler arasında yer alarak tedarikçi seçimi ve satınalma kararlarında yer almasını önermişlerdir.

Shan vd. (2013), çalışmalarında kalite yönetim uygulamalarının bilgi üretim süreçlerine olan etkisini; Çin havacılık firmaları için anket kullanarak değerlendirmişlerdir. Sonuçların analizinde temel bileşenler analizi ve yapısal eşitlik modellemesi kullanılmıştır. Bu çalışma ile kalite yönetim uygulamalarının bilgi üretime olan ve olmayan etkilerinin başlıkları tespit edilmiştir.

Xu vd. (2013), konfigürasyon yönetimi konusunu ele alarak, süreci baştan sona aşamaları ile analiz etmişlerdir Bir hipotez ya da test yaklaşımı kullanmaksızın sektörün bu konudaki stratejik aksiyonlarının özetini çıkarmışlardır.

Öztürk (2014), çalışmasında demiryolu sektöründe kullanılan bir kalite yönetim sistemi standardı olan IRIS<sup>2</sup> uygulamalarını araştırmış ve belgeli firma sayısının günden güne arttığını değerlendirmiştir. Bu çalışmada IRIS standardı kapsamında yapılan RAMS (güvenilirlik, emre amadelik, bakım yapılabilirlik ve emniyet) analiz çalışması ile ilgili teknik detaylar sunulmuş ve firmaların önündeki zorluklar değerlendirilmiştir.

Peces vd. (2014), çalışmalarında anket yöntemlerini kullanarak AS 9100 standardının uygulanmasının olumlu sonuçlarından elde edilen tatmin düzeyinin hangi faktörlerden etkilendiğini incelemişlerdir. Yöntem olarak çoklu doğrusal regresyon modeli uygulanmıştır. Buna ek olarak anket sonuçlarının analiz edilmesinde korelasyon yöntemi de kullanılmıştır.

Song vd. (2014), çalışmalarında Boeing ve Airbus'un tedarik yönetim usullerini süreç analizi yöntemleri ile incelemiş ve bu çalışma ile tedarikçi yönetiminin uçuşa elverişlilik problemlerine etkilerini analiz etmişlerdir.

Niu ve Fan (2014), çalışmalarında Çin imalat firmalarındaki kalite yönetim uygulamalarının temel unsurları ve organizasyonel özelliklerini derinlemesine mülakat teknikleri kullanarak analiz etmişlerdir. Sonuçların etkin değerlendirilmesi için niteliksel gömülü teori tekniği kullanılmıştır.

Dimas vd. (2015), Brezilya otomotiv endüstrisinde süreç hata türü ve etki analizi uygulaması için ISO 9001 esaslı bir yaklaşım konusunda çalışma yapmışlardır. AS 9100 benzeri bir sektörel standart olan TS 16949 standardı zorunluluklarından olan bu analiz yönteminin organizasyonlar tarafından etkin uygulanmadığı problemi üzerinde çalışan yazarlar, konvansiyonel ve süreç yaklaşımı esaslı

---

<sup>2</sup> Günümüzde ISO/TS 22163



uygulamaları mukayese etmişlerdir. ISO 9001 esaslı yaklaşımın hata türü ve etki analizi uygulamasında daha faydalı olduğunu değerlendirmişlerdir.

Pop ve Elod (2015), çalışmalarında otomotiv endüstrisinde faaliyet gösteren kuruluşların ana sanayiye ürün vermek istemeleri halinde ISO/TS 16949<sup>3</sup> sertifikasyonuna sahip olmaları gerektiğini belirtmişlerdir. Bu aynı zamanda ana sanayi tarafından bir sözleşme şartı olarak ortaya konmaktadır. Standardın amacı tedarik zincirinde sürekli iyileşmeyi temin etmek ve uygunsuz ürünleri, değişkenlikleri ve hurdaları azaltmaktır.

Maarof ve Mahmud (2016), kalite yönetim sistemlerinin esaslarından olan sürekli iyileştirme modeli Kaizen'i incelemişlerdir. Kaizen sürekli uygulanan çabalar sonucunda yapılan küçük iyileştirmeleri destekleyen bir Japon felsefesidir. Bu küçük iyileştirmeler, üst düzey yönetimden alt düzey çalışanlara kadar organizasyondaki herkesin katılımını içerir. Uzun vadeli iyileştirme, çalışanların daha yüksek çalışma standartlarına doğru kademeli olarak çalışarak elde edilmesi ile sağlanır.

Gębczyńska ve Bujak (2017), kalite sistemleri uygulamasında 2000 yılı revizyonundan bu yana kabul edilen proses yaklaşımının Polonya'da üretim, hizmet ve ticaret sektörlerinde uygulama düzeyini makale konusu yaparak literatüre katkı sağlamışlardır. Çalışma sonucunda analiz edilen firmaların %34'ünün süreç yaklaşımını yüksek düzeyde uygulayarak, süreçlerini ölçtükleri ve yönettikleri anlaşılmıştır. AS 9100 uygulayan firmaların da proses yaklaşımı uygulama zorunluluğu açısından çalışmamızı destekler niteliktedir.

Bu kısımda incelenen çalışmalar, kalite sistemleri, toplam kalite yönetimi vb. uygulamaların sektörlere yönelik uygulamalarının bir süredir çalışmalara konu olduğunu göstermiştir. Buna karşılık savunma ve havacılık sektörü nispeten daha sınırlı ele alınan bir sektör olup, AS 9100 sistemi üzerinde çok sınırlı inceleme yapılmıştır.

---

<sup>3</sup> Güncel versiyonu IATF 16949'dur

## 2.2 Sistem Dinamiği

Sistem dinamiği, çeşitli konularda ve sektörlerde çeşitli problemlere uygulanabilecek bir yöntemdir. Bu konuda yapılan çalışmalara ilişkin literatür araştırma sonuçları bu bölümde yer almaktadır.

Thurlby ve Chang (1995), problem olarak 'satış maliyetlerinin' bilgisayarların satış sürecinde beklenenden çok daha yüksek olduğunun belirlenmesi ardından, satış maliyetinin, kuruluşun hedeflerine ulaşacağı bir düzeye indirilmesi amacıyla sistem dinamiği kullanmış ve bu model sürecin yeniden yapılandırılmasına uygulanmıştır.

Jambekar (2000), üretim tesislerindeki bakım faaliyetlerinin dinamik yapısını, bakım yönetimi sürecinin iyileştirilmesi için bu sistem dinamiği ile analiz etmiştir.

Khanna vd. (2002), toplam kalite yönetim sisteminin uygulama sonuçları analizi ile geliştirilen nedensel ilişkilere dayalı bir toplam kalite yönetimi indeksi oluşturmuşlardır.

Khanna vd. (2003), kalite sistemlerinin sistem dinamikleriyle de ara yüz oluşturduğunu değerlendirmişlerdir. Uzmanlar toplam kalite yönetimine bağlantı ile bu ara yüzünü araştırma konusu yapmışlardır. Örnek çalışmalarda toplam kalite yönetiminin alt sistemleri arasında dinamik etkileşimler tespit edilmiş ve bu etkileşim nedensel ilişkiye dayanan sistem dinamiği modeli ile araştırılmıştır.

Khanna vd. (2003), yazılım desteği ile önceden tanımlanmış senaryoları değerlendirmek için toplam kalite yönetimi ilişkilerine yönelik politika deneyleri yapmışlardır.

Mavroeidis vd. (2009), iş mükemmelliği modeli uygulayan bir işletmenin objektif değerlendirmesine katkıda bulunmak için dinamik sistem ilkelerini

kullanmışlardır. Statik iş mükemmelliği modellerinin şu anki uygulaması, sistem değişkenlerinin (kriterler, nedenler-sonuçlar vb.) etkileşimini tanımlayan dinamik sistemler ile karşılaştırılarak, sürekli gelişim alanlarına ilişkin olarak daha objektif karar verme imkânı araştırılmıştır.

Behdad vd. (2009), çalışmalarında beklenen kalite düzeyine ulaşmak için maliyet faktörünü analiz etmişler ve maliyet faktörlerinin etkisini gösteren bir model geliştirilmiştir. Kalite maliyetlerinin sistem dinamikleri kullanımı aracılığıyla değerlendirilmesi sonucunda artan önleme maliyetleri ve azalan arıza maliyetlerinin müşteri memnuniyeti seviyesini doğrudan iyileştirebileceği kanıtlanmıştır.

Kiani vd. (2009), çalışmalarında nedensel döngü diyagramını, bir e-iş modelinin daha iyi anlaşılmasını sağlamak için, e-iş sistemlerinin yapısını edinmek adına yararlı bir araç olarak kullanmışlardır.

Suryani vd. (2010), hava yolcu trafiği tahmin problemini ele almışlardır. Bu problemi sistem dinamiği çerçevesi ile inceleyerek modellemişlerdir. Bu modele bağlı olarak havalimanı ve pist genişletme konularında karar almanın üstünlüklerini belirlemişlerdir.

Manataki ve Zografos (2010), havalimanı terminallerine ilişkin stratejik karar verme süreçlerini problem olarak tespit etmiş ve konuyu sistem dinamiği modeli ile incelemişlerdir. Bu model ile karar vericilere destek sağlanmıştır.

Jafari vd. (2012), çevrimiçi soru ve cevap pazarlarının dinamik yapısını (arama motorları dâhil) sistem dinamiğinin nedensel döngü diyagramı ile modellemişlerdir.

Tako ve Robinson (2012), sistem dinamiğini karar destek sistemleri olarak, lojistik ve tedarik zinciri bağlamında simülasyonu birlikte kullanmışlardır.

Simchi-Levi vd. (2013), sistem dinamiği ile doğrudan çalışma yapmamış olmalarına rağmen tedarik zincirini zaman içinde evrilen dinamik bir sistem olarak tanımlamışlardır. Tedarik zinciri ilişkilerinin zamana bağlı değişimlerini tespitleri sistem dinamiği kavramını destekler olarak değerlendirilmiştir.

Liu vd. (2015), çalışmalarında Çin'in 2020 yılına kadarki geleneksel enerji ve alternatif enerji tüketime ile CO<sub>2</sub> emisyon performansını analiz etmek için bir sistem dinamiği modeli kullanılmışlardır. Gelecekte farklı ekonomik büyüme oranlarının ve politikalarının farklı enerji kullanımı kombinasyonları ve CO<sub>2</sub> emisyonları üzerindeki etkisini incelemek için bir dizi senaryo ile benzetim çalışmaları yapılmıştır.

Dinçer (2015) dinamik ve karmaşık bir sistem olan eğitimi analiz etmek için sistem dinamiği kullanmıştır. Eğitim sistemlerinde birçok parametre birbiriyle bağlantılıdır ve öğrenci akademik başarısı önemli bir sonuç olduğunda sistem dinamiği bu araştırma için uygun bulunmuş eğitim sisteminin çok döngülu karakterini göstermektedir.

Bu bölümde incelenen çalışmalar, sistem dinamiğinin geniş bir uygulama alanına sahip olduğunu göstermekte ve birçok problem için geçerli olduğu bilgisini üretmektedir. Sistem dinamiği karmaşık sistemler için gelecekteki tahminleri yapabilen güçlü bir araç olarak değerlendirilmiştir.

### **2.3 Veri Zarflama Analizi**

Veri zarflama analizi ile ilgili olarak geerleştirilen literatür araştırma sonuçları bu kısımda verilmiştir.

Farrell (1957), sanayide üretim verimliliğinin ölçülmesinin ekonomide politika yapıcılar için önemli bir konu olduğunu belirlemiştir. Farklı ekonomik sistemlerin bağlı verimlilikleri ile teorik tartışmaların test edilmesi halinde geçer bazı verimlilik ölçümlerinin zorunlu olacağını değerlendiren çalışmaya göre ekonomik planlama yapılırken, daha fazla kaynak kullanmaksızın verimlilik

arttığında üretimin ne kadar artacağı da bilinmelidir. Bu problemin çözülmesi muhtelif girişimlerde bulunulmasına rağmen, girdi ve çıktılar için yapılan ölçümlerin tatmin edici bir verimlilik ölçütü üretmekte yetersiz kaldığı değerlendirilmiştir. Farrell (1957) modeli Amerika Birleşik Devletleri'nde tarım üretimi konusunda uygulamıştır.

Boles (1966), çalışmasında üretimde teknik ve ekonomik verimlilik üzerinde durmuş, tek bir üründe belirli bir miktar üretirken kullanılan girdileri değerlendiren bir doğrusal programlama modeli öngörmüş ve bilgisayar destekli çözümlerin daha hızlı elde edilmesini sağlamayı hedeflemiştir.

Charnes vd. (1978), kamu programlarına katılan ve kar amacı gütmeyen organizasyonların faaliyetlerini değerlendirmek üzere bir verimlilik modeli sunmuştur. Bu faaliyetleri karakterize eden çoklu girdi ve çoklu çıktılar kullanan model, yönetsel kararları desteklemek üzere yeni bir yaklaşım sunmaktadır. Bu çalışmada karar verme birimi olarak değerlendirilen kar amacı gütmeyen kurumlarda girdi olarak öngörülen bazı kaynakların, daha fazla karlılık için başka karar verme birimlerine aktarılamaması çalışmanın bir kısıtı olarak değerlendirilmiştir.

Banker (1984), veri zarflama analizini en verimli ölçeği tahmin etmek üzere kullanmıştır. Banker çalışmasında hastane ve enerji santralleri üzerinde çalışmıştır. Bu çalışmasında en üretken ölçek boyutu kavramını getirmiştir. Bu çalışmalar ölçeğe göre değişken getiri modeli için taban oluşturmuştur.

Lynde ve Richmond (1999), Birleşik Krallık imalat sektörü için bir üretkenlik ve verimlilik çalışması gerçekleştirmişlerdir. Özel sermaye yatırımı, kamu sermaye yatırımı ve çalışan sayısı girdileri ile üretim miktarı çıktısı kullanılarak yıllara göre değerlendirme yapılmıştır. Yıllara bağlı değerlendirme sırasında kritik yasal düzenlemelerin, performans üzerindeki etkisi gözlemlenebilmiştir.

Vitner vd. (2006), çalışmalarında çoklu proje ortamında proje verimliliklerini mukayese etmek üzere veri zarflama analizini kullanmışlardır. Dört girdi ve beş

çıktılı modelde onbir adet karar verme biriminin analiz edildiği çalışma sonucunda sekiz numaralı projenin verimli olduğu sonucuna varılmıştır. Değerlendirme neticesinde düşük bütçeli küçük projenin daha verimli bir şekilde sonuç verdiği ortaya çıkmıştır.

Ayan ve Perçin (2008), çalışmalarında bulanık VZA modeli kullanarak Türkiye otomotiv firmalarının verimliliklerini ölçümlemişlerdir. Otuz yedi adet otomotiv firmasının karar verme birimi olarak ele alındığı çalışmada gerçek veriler kullanılmıştır. Çalışma sonucunda bulanık VZA modelinin diğer modellerden daha gerçekçi sonuçlar verdiği sonucuna varılmıştır.

Sastry (2009), çalışmasında Amerikan telefon şirketlerinin değerlendirmesini veri zarflama analizi kullanarak gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada çalışan sayısı ve hat uzunluğu dâhil altyapı girdi olarak ele alınırken, sınırlı olmamakla birlikte hat bağlama taahhütlerinin yerine getirilmesi ve arıza durumları çıktı olarak ele alınmıştır.

Toloo ve Nalchigar (2009), çalışmalarında tesis yerleşimleri arasında verimlilik analizi gerçekleştirmişlerdir. On dokuz farklı tesis yerleşimini mukayese eden çalışmalarında iki girdili, dört çıktılı ve bir girdi odaklı BCC modeli oluşturan yazarlar, onbir adet tesis yerleşim tekniğinin verimli olacağı sonucuna ulaşmışlardır.

Qazi ve Yulin (2012), çalışmalarında Çin yüksek teknoloji endüstrisi için bir verimlilik analizi gerçekleştirmişlerdir. Çalışma kapsamında araştırma-geliştirme personeli ve harcamaları girdi, finansal çıktı ve patent sayısı ise çıktı olarak ele alınmıştır.

Çelen ve Yalçın (2012), çalışmalarında elektrik dağıtım organizasyonlarındaki hizmet kalitesini FAHP/TOPSIS/DEA yöntemlerini birleştirerek araştırmışlardır. Hizmet kalitesi parametreleri olarak güvenilirlik ve kayıp kaçak parametrelerini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda kayıp kaçak oranlarının bölgeselliğine

dikkat çekmişler ve elektrik dağıtım şebekelerinde güvenilirlik ve sürekliliğin önemine vurgu yapmışlardır.

Veni vd. (2012), çalışmalarındaki tedarikçi seçiminde AHP ve VZA yöntemlerini entegre bir şekilde kullanarak bir model ortaya koymuşlardır. Ortaya konan tedarikçi seçim modelinin DEA aşaması AHP yöntemini takiben uygulanmış olup, DEA aşamasında CCR yaklaşımı kullanılmıştır.

Lu ve Bai (2012), üniversitelerdeki öğretim kalitesini ve fayda değerlendirmesini konu alan çalışmalarında veri zarflama analizini kullanmışlardır. On adet öğretmenin karar verme birimi olarak ele alındığı çalışmada CCR modeli kullanılmıştır. Çalışma sonucunda verimli bulunan beş adet karar verme biriminin iş tecrübeleri, haftalık iş yükleri gibi başkaca parametreleri değerlendirilerek analiz edilmiştir. Çalışma bu yapısı itibarı ile tez çalışmamıza benzerlik göstermiştir.

Matthews (2013), çalışmasında dördü yabancı olmak üzere toplam on dokuz banka üzerine veri zarflama analizi uygulamıştır. Risk yönetim uygulamaları ve risk yönetim organizasyonunun girdi olarak ele alındığı çalışma kapsamında geri dönmeyen banka kredi ise çıktı olarak kabul edilmiştir. Girdi ve çıktıların birlikte analiz edildiği çalışmada üç aşamalı bir yaklaşım kullanılmıştır.

Lee ve Kim (2014), çalışmalarında hizmet kalitesini veri zarflama analizi yöntemi ile değerlendirmiş ve saf çıktı modeli kullanarak değerlendirme yapmıştır. Ölçülebilir değerler, güvenilirlik, cevap verme hızı ve empati ise çıktılar olarak ele alınmıştır.

Yang vd. (2014), ticaret sektöründe web sitesi kalitesini değerlendirirken iki aşamalı VZA tekniği kullanmışlardır. Bu çalışmada maliyet, varlıklar ve işgücü girdi olarak değerlendirilmiştir. Çıktılar için ilk aşamada kalite odaklı değerlendirme, web sitesi, kullanıcı tecrübesi, hızı ve marka bilinirliği dâhil toplam beş kalite parametresi kullanılmıştır. İkinci aşamada ise finansallara odaklanılmış gelir ve kar çalışmaya eklenmiştir. Bu yapısı ile söz konusu tez;

ileride çalışmamıza karlılık ve gelir değerlendirmelerini ekleyerek yeni bir boyut kazandırabileceğimiz konusunda yol göstermektedir.

Oral vd. (2014), çalışmalarında fakülte akademik performansını veri zarflama analizi kullanarak değerlendirmişlerdir. Tek girdi ve beş çıktılı bir model oluşturulan çalışmada otuz iki karar verme birimi analiz edilmiştir. Profesör, Doçent ve Asistan olarak alt bölümlere ayrılan karar verme birimleri mukayese edilmiş ve akademik verimlilikleri makale üretme, kendini geliştirme, öğretme kabiliyeti, fon üretme ve komitelere katılım parametreleri ile değerlendirilmiştir.

Dong vd. (2014), çalışmalarında Çin bankacılık sektöründeki maliyet etkinliğini araştırmışlardır. Stokastik sınır analizi ve veri zarflama analizi kullanılan çalışmada 1994-2007 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır. Parametrik ve parametrik olmayan iki yöntemin sonuçlarının mukayese edildiği çalışmada Dünya Ticaret Örgütü iş birliği öncesi (1994-2001) ve sonrası (2001-2007) dönemleri arasında anlamlı bir maliyet etkinliği farkı tespit edilememiştir.

Kumar vd. (2014), çalışmalarındaki tedarikçi seçiminde çevre dostu bir model oluşturmak üzere veri zarflama analizi kullanmışlardır. Dört girdi ve dört çıktılı modelde karbon ayak izi dual rol üstlenmiştir. On sekiz karar verme biriminin analiz edildiği çalışma sonucunda üç adet tedarikçinin çevre dostu tedarikçi olarak verimli oldukları tespit edilmiştir. Bu çalışma tedarikçilere uygulanması açısından çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Rajasekar ve Deo (2014), Hindistan önemli limanlarının verimlilik araştırmasını gerçekleştirmiştir. Girdi ve çıktı odaklı modellerin farkı üzerinde incelemeler yapılmıştır. Dört girdi ve iki çıktılı model kurularak 1993-2003 yılları arasında analizleri gerçekleştirilen limanlardan dördü verimli bulunmuştur. Girdi ve çıktı odaklı modeller arasında bir sonuç farkı tespit edilmemiştir. Verimsiz görülen limanlar için teknoloji ve altyapı yatırımı öngörülmüştür.

Dong vd. (2015), çalışmalarında ABD'nin Wisconsin eyaletindeki böğürtlen üretimini ele alarak, tarlalarda sürdürülebilirliği veri zarflama analizi ile



incelemişlerdir. Çalışmada tam verimlilik gösteren bir bölge görülememiştir. Sürdürülebilirlik parametreleri açısından önemli sayılabilecek eksikler bu çalışma ile tespit edilmiştir.

Khalili vd. (2015), gelişen pazarların değerlendirilmesi ve seçimi kararlarında bulanık veri zarflama analizi kullanmışlardır. Yirmi dört ülkenin karar verme birimi olarak ele alındığı çalışmada istenen ve istenmeyen faktörler ayrı ayrı değerlendirilmiştir. On iki adet girdi ve yedi adet çıktı ile yapılan değerlendirme sonucunda Çin Halk Cumhuriyeti verimli olarak tespit edilmiştir.

Azadi vd. (2015), tedarik zinciri yönetimi bağlamında etkinlik ve verimlilik değerlendirmesi için veri zarflama analizini kullanmışlardır. Çalışma ekonomik, sosyal ve çevre kriterlerinin gruplandırılması açısından çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Ekonomik göstergeler arasında çalışmamızla uyumlu olarak "KALİTE" parametresi yer almaktadır. Dört girdi ve iki çıktı model ile yirmi altı karar verme birimi karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda üç ve on altı numaralı karar verme birimleri verimli olarak tespit edilmiştir. Çalışma duyarlılık analizi ile desteklenmiştir.

Sudhaman ve Thangavel (2015), çalışmalarında adam/ay cinsinden proje için harcanan zamanı girdi, ERP projesinin büyüklüğü ve projede oluşan hata sayısını ise çıktı olarak ele aldığı bir analiz gerçekleştirmiştir.

Merkert ve Assaf (2015), havalimanları arasında kıyaslama çalışması yürütmüşlerdir. Bu çalışmalarında pist uzunluğu, terminal büyüklüğü ve çalışan sayısı girdi olarak ele alınırken, müşteri memnuniyeti ve müşteri algısı ise çıktı olarak ele alınmıştır. İlave çıktılar olarak; hava trafiği, yolcu sayısı, kargo miktarı ve karlılık diğer çıktılardır. Girdi ve çıktıların kaynaklar ve müşteri memnuniyeti olması sebebi ile söz konusu çalışma, çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Pournader vd. (2016), çalışmalarında tedarik zincirinin kalite performansını değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada personel sayısı ve dağıtım hattının

uzunluğunu girdi olarak ele alırken, teslim edilen ürün sayısı, müşteri sayısı ve kalite seviyesini çıktı olarak incelemişlerdir.

Albores vd. (2016), Çin Halk Cumhuriyeti'ndeki atık ve enerji sistemlerinin verimliliğini analiz etmişlerdir. Çalışmada girdi odaklı CRS ve VRS hesaplamalarını ayrı ayrı yapmıştır. Bu kapsamda belediye atık yönetimi çerçevesinde veri zarflama analizi kullanılmıştır. Kapasite ve yatırım kontrol edilebilen, yakılamayan ve düşük ısı değerli (LHV) atıklar ise kontrol edilemeyen girdiler olarak belirlenmiştir. Üretilen elektrik miktarı ise çıktı olarak belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda; yirmi adet yakma tesisinden dördü etkin bulunmuştur.

Özdemir (2016), doktora tez çalışmasında, Türkiye'de bulunan 22 rüzgâr enerjisi santralinin 2013, 2014 ve 2015 yıllarındaki göreceli etkinliklerini VZA modeli yardımıyla hesaplamıştır. Çalışma kapsamında üç girdi ve bir çıktıdan yararlanılmıştır.

Keskin (2017), doktora tez çalışmasında özel ve kamu havalimanı işletmelerini karşılaştırmak üzere veri zarflama analizini kullanmıştır. Kırkbir kamu ve yedi özel havalimanı işletmesinin mukayesesi yapılırken beş girdi, dört çıktı model VRS yöntemi ile analiz edilmiştir.

Jauhar ve Pant (2017), sürdürülebilir tedarikçi seçimi konusunda bir analiz gerçekleştirirken girdi olarak kalite, fiyat ve temin süresini ele alırken, çıktı olarak hizmet kalitesi ve CO<sub>2</sub> emisyonunu ele almışlardır. Söz konusu çalışma hem tedarik zincirinin incelenmesi hem de kullanılan parametreler (kalite, fiyat, teslimat) yönünden çalışmamızla yakınlık göstermektedir.

Wolszczak-Derlacz (2017), iki aşamalı yarı parametrik veri zarflama analizi kullanarak Avrupa ve Amerika Birleşik Devletlerinde yüksek öğretim kurumlarının verimliliklerini analiz etmişlerdir. Kurulan üç girdi ve iki çıktı model ile on iki adet ülkede yer alan üniversitelerin performansı mukayese edilmiştir.

Laso vd. (2018), hayat döngüsü değerlendirmesi (LCA) ve veri zarflama analizini birlikte kullanarak, ekolojik verimliliği tespit eden ve çevresel etkilerini azaltan bir model öngörmüşlerdir. Bu model çevresel etkileri değerlendirmek için ana akım kültürel perspektifler çerçevesinden geliştirilmiştir. Dört girdi ve dört çıktılı olarak girdi odaklı CRS ve VRS modelleri olarak uygulanmıştır. Yakıt tüketimi bakımından, kullanımdan ve yapımdan kaynaklı çevre etkileri girdi olarak ele alınmıştır. Biyokütle, enerji ve yakalanan balık miktarı çıktı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada otuz iki karar verme birimi sonuçlar, DEA solver pro programı kullanılarak elde edilmiştir.

Sakthidharan ve Sivaraman (2018), Hindistan'da havayolu verimliliğini araştırırken veri zarflama analizi tekniğini kullanmıştır. İşletme maliyetlerinin verimlilik üzerindeki etkisinin değerlendirildiği çalışmada; iki girdili olarak yapılan modelleme sırasıyla iki, üç ve beş çıktılı alternatiflerle incelenmiştir. Beş havayolunun ele alındığı çalışma sonucunda girdi odaklı CRS modelinde bir, VRS modelinde ise üç şirket verimli olarak tespit edilmiştir.

Ramón vd. (2018), çalışmalarında iki aşamalı bir kıyaslama modeli kullanmışlardır. İki girdili ve üç çıktılı model kullanılan çalışmada İspanya'da yer alan kırk altı kamu üniversitenin performansları analiz edilmiştir. Personel ve bütçenin girdi, buna karşılık yayımlanan makaleler, araştırma ve geliştirme projelerinden elde edilen gelirler ve sunulan tez sayısının çıktı olarak analiz edilmesi sonucunda on üç adet üniversite teknik olarak verimli bulunmuştur.

Bağcı (2018), doktora tez çalışmasında kamu hastanelerinin hizmet performansını veri zarflama ve malmquist indeksi yöntemleri ile değerlendirmiştir. Veri zarflama analizi çalışmasında CRS ve VRS modelleri kullanılarak hastaneler değerlendirilmiş ve sınıflandırılmıştır.

Koç (2018), doktora tez çalışmasında büyükşehir su ve atıksu idarelerinin verimliliklerini veri zarflama analizi ile değerlendirmiştir. Mali veriler kullanılarak finansal verimlilikleri değerlendirilen idarelerin onaltı adedi KVB

(karar verme birimi) olarak seçilmiştir. Üç girdi ve üç çıktılı model ile yapılan girdi ve çıktı odaklı değerlendirme sonucunda yıllara göre verimlilikler tespit edilmiştir.

Ayrancı (2018), doktora tez çalışmasında yükseköğretim sistemleri için veri analizi modeli geliştirmiştir. 20 ülkenin karar verme birimi olarak ele alındığı çalışmada yıllara göre ülkelerin verimlilikleri de değerlendirilmiştir. Tez çalışmasında üç girdili ve dört çıktılı model kullanılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda veri zarflama analizinin son derece geniş bir uygulama alanı olduğu ve çalışmamızda da kullanılabileceği değerlendirilmiştir.

#### **2.4 Literatür Taraması Sonuçlarının Değerlendirmesi**

Literatür araştırması her biri başlı başına bir araştırma konusu olan “Kalite ve kalite yönetim sistemleri”, “Sistem dinamiği” ve “Veri zarflama analizi” konularında çalışmaların varlığını teyit etmiştir. Bununla birlikte, literatür taraması, havacılık kalite yönetim sistemleri alanında bir sistem dinamiği çalışmasının yokluğuna işaret etmektedir. Yönetim sistemlerine ilişkin sistem dinamiği modellemesinin uygulanması hakkında araştırma var olmasına rağmen, AS 9100 sistemi için özel bir çalışma yoktur.

Veri zarflama analiz çalışmaları birçok sektörde uygulanmış olmasına rağmen, savunma ve havacılık sektöründe çalışmaya rastlanmamış olması dikkat çekicidir (Liu vd., 2013).

Tedarikçiler üzerinde yapılan çalışmalar mevcut olmakla birlikte müşteri memnuniyetinin daha sınırlı ele alındığı, finansal performans, operasyonel performans ve çevre performansı vb. konularının daha sık analiz edildiği görülmüştür. Bu bilgilere ek olarak her üç konunun (kalite yönetimi, sistem dinamiği, veri zarflama analizi) bir arada ele alındığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle yapılan bu tez çalışmasının belirtilen üç konuyu birlikte ele alınması sebebiyle diğer çalışmalardan farklılık göstereceği ve literatüre ciddi katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

### 3. AS 9100 Havacılık ve Uzay Kalite Yönetim Sistemi

#### 3.1 Kalite Yönetim Sistemlerinin Tarihçesi

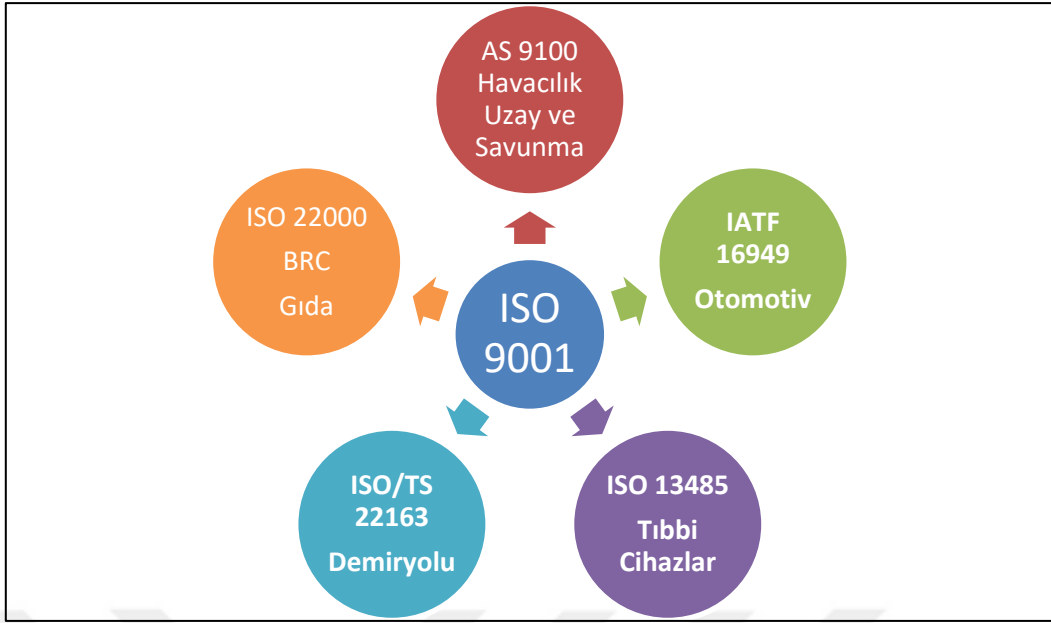
Kalite yönetim sistemleri askeri alanda yürütülen kalite çalışmalarının sonucu olarak ilk kez bir askeri gereksinim olarak MIL-Q-9858A Kalite Program Gereksinimleri adıyla 9 Nisan 1959'da yayımlanmıştır.

Bu doküman 16 Aralık 1963 tarihinde revize edilmiş ve ISO 9001 standardı ile diğer tüm kalite yönetim sistemi standart, düzenlemelerinin esasını teşkil etmiştir. 1996 yılında endüstri tarafından mutabık olunan diğer standartları desteklemek üzere yürürlükten kaldırılmıştır (ASQ, 2019).

ISO 9001 standardı 1987 yılında ilk kez kabul edilerek yayımlanmış ve uluslararası standart olarak kabul edilmiştir. Bu standart 1994, 2000, 2008 ve 2015 yıllarında revizyona uğramış ve güncelleştirilmiştir. Kalite yönetim sistemleri ilk kez askeri alanda ortaya çıktıkları günden bu yana birçok uygulama alanı bulmuştur.

ISO 9000 serisi ile birlikte dünya ticaretinde daha çok kullanılan bu standartlar zamanla muhtelif sektörler (otomotiv, gıda, medikal cihazlar, savunma ve havacılık vb.) tarafından kendi ihtiyaçlarına yönelik olarak adapte edilmiştir. Gereksinimlerin uygulanması için denetim mekanizmaları da sektör sahipliğinde yürütülen programlar ile bu standartlar sektör tedarikçilerinin kalite seviyesinin artırılması için ön plana çıkan bir araç olmuşlardır.

ISO 9001 standardının sektör adaptasyonuna yönelik örnekler Şekil 3.1'de verilmektedir.



Şekil 3.1. ISO 9001 standardı temelli bazı sektörel standartlar

ISO 9001'in havacılık, uzay ve savunma sektörü için adapte edilmiş şekli olan AS 9100 Havacılık ve Uzay Kalite Yönetim Sistemi (AQMS), yasal ve diğer (müşteri, otorite vb.) gerekliliklere uygun olarak, bir kuruluşun hedeflerine ulaşmak için bir dizi politika, prosedür ve bunların uygulanmasının bileşimi olarak tanımlanır ve gereksinimleri ISO 9001 standardına ilave şartlar tanımlanması yolu ile oluşturulmuştur. AS 9100 standardının temel amaçlarından birisi müşteri memnuniyetini artırmaktır. Müşteri memnuniyeti, ürün uygunluğu, zamanında teslimat ve kabul edilebilir fiyat seviyesi ile sağlanır. Bu ilişki uluslararası standartlara dayanmaktadır (ISO 9004, 2009). Çizelge 3.1 kalite yönetim sistemi rehber standardında belirtilen ve ilgili tarafların kalite yönetim standartlarının uygulanmasındaki ihtiyaç ve beklentilerini tanımlamaktadır (ISO 9004,2009).

Çizelge 3.1. İlgili tarafların ihtiyaçları ve beklentileri

İlgili Taraf	İhtiyaç ve Beklentiler
Müşteriler	Kalite, fiyat ve teslimat performansı
Hissedarlar	Sürdürülebilir karlılık, şeffaflık
Çalışanlar	İyi bir iş ortamı, iş güvencesi, tanınma ve ödüllendirme
Tedarikçiler	Karşılıklı fayda ve süreklilik
Toplum	Çevre koruma, etik davranış, yasa ve düzenlemelere uyum

ISO 9004 standardının 2018 yılında revize edilen şeklinde de inceleme yapılmış ve Çizelge 3.1’de verilen bilgilerde kayda değer bir farklılığa rastlanmamıştır (ISO 9004, 2018).

### 3.2 AS 9100 Kalite Yönetim Sistemi

AS 9100 kalite yönetim sistemi ilk kez 1999 yılında IAQG tarafından yayımlanmıştır. Sektörün yapısı ve farklı ihtiyaçları karşılamak amacıyla üç farklı uygulama standardı geliştirilmiştir. Bu standartlar; AS 9100, AS 9110 ve AS 9120’dir. Çizelge 3.2’de bu standartların uygulama alanları verilmiş olup aşağıda açıklanmıştır.

AS 9100 standardı havacılık, uzay ve savunma sektörüne yönelik tasarım geliştirme ve/veya üretim gerçekleştiren firmaların kullanımı için oluşturulmuştur. Satış sonrası destek sağlayan firmalar ve kendi ürettikleri ürünler için bakım, yedek parça ve malzeme temin eden firmalar yine bu standardı uygulayabilmektedirler.

AS 9110 standardı ana faaliyet alanı havacılık, uzay ve savunma sektörü ürünlerine tamir ve bakım hizmeti vermek olan kuruluşlar için tasarlanmıştır. Ulusal uçuşa elverişlilik otoritelerinin bakım istasyonlarına yönelik beklentilerine göre düzenlenmiş olsa da, AS 9110 standardı otorite tarafından belgelenmemiş kuruluşlar ve askeri havacılık ürünlerine de uygulanabilir. Bu

standart aynı zamanda üretim proseslerinden bağımsız olarak bakım ve tamir gerçekleştiren kuruluşların kullanımı için de uygundur.

AS 9120 standardı, parça, malzeme ve alt montaj ve sistemleri satınalan ve bunları havacılık, savunma ve uzay sanayine satan kuruluşları hedeflemektedir. Bu kuruluşlar ürünleri satınalarak daha küçük miktarlara bölüp satabilirler buna karşılık ürünlerin yeniden işlenmesi ya da bakımı konularında yer almazlar. Ürün özelliklerine etki eden operasyonların gerçekleştirilmemesi önem arz etmektedir.

Çizelge 3.2. AS 9100 serisi standartlar ve uygulama alanları

AS 9100	AS 9110	AS 9120
Tasarım ve Geliştirme	Tamir	Satış
Üretim	Bakım	Depolama
Satış sonrası destek	-	Dağıtım

AS 9100 serisi standartlar sistemin uygulanması ile elde edilen geri beslemeler ve tecrübeler esas alınarak muhtelif revizyonlara uğramıştır. Bu revizyonların bir sebebi de temel aldığı ISO 9001 standardında meydana gelen revizyonlardır. Son revizyonu 2016 yılında gerçekleşen AS 9100 standardının geçmiş revizyon bilgileri Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. AS 9100 standardının revizyonları

Standart ve Revizyon Harfi	AS 9100	AS 9100 (A)	AS 9100 (B)	AS 9100 (C)	AS 9100 (D)
Revizyon Tarihi	01.11.1999	01.08.2001	06.01.2004	15.01.2009	20.09.2016



### 3.2.1 AS 9100:2016 standardı ilkeleri

AS 9100 standardı savunma, havacılık ve uzay firmalarından, bir kalite yönetim sistemi kurmalarını, uygulamalarını, sürdürmelerini ve sürekli iyileştirmelerini talep etmektedir. Kalite yönetim sistemleri bir faaliyetler bütününi teşkil eder. Organizasyon tarafından belirlenen hedefler, prosesler ve kaynaklar bu faaliyetler bütününi çerçevesinde istenilen sonuçlara ulaşmayı sağlayacaktır.

Kalite yönetim sistemi aşağıda sayılan ilkeler esas alınarak oluşturulur:

- **Müşteri odaklılık:** Kalite yönetim sisteminin odak noktası müşteri gereksinimlerinin karşılanması ve müşteri beklentilerin aşılması yönünde çaba gösterilmediir. Bu ilkenin uygulanması sonucunda müşteri için üretilen değerin artırılması, müşteri memnuniyeti ve sadakatini artırılması sonucunda ciro ve pazar payının artırılması mümkün olabilir.
- **Liderlik:** Kuruluşun her seviyesindeki liderler amaç ve istikamet birliğı sağlamalıdır. Buna ek olarak kuruluşun kalite hedeflerine ulaşması için çalışanlara uygun ortam liderler tarafından sağlanmalıdır. Bu ilkenin uygulanması ile etkinlik, verimlilik, koordinasyon ve iletişim sağlanacaktır. Bu şekilde kuruluşun istenilen sonuçları üretme kabiliyeti artacaktır. Misyon, vizyon, politika ve stratejilerin üretilmesi ile güven ortamı oluşturulması ve çalışanlara ilham veren davranışlar liderlik kapsamında yer alan bazı faaliyetlerdir.
- **Çalışanların katılımı:** Her seviyede yetkin, yetkilendirilmiş ve bağlı bir biçimde çalışan personel, kuruluşun değer üretme kabiliyetinin iyileştirilmesi için gereklidir. Bu ilkenin uygulanması ile kuruluştta güven ortamı oluşur, personel tatmini sağlanır ve kurum kültürü oluşturulur. Bu şekilde kuruluşun hedeflere ulaşması kolaylaşacaktır.
- **Proses yaklaşımı:** Uyumlu bir sistem şeklinde fonksiyon gösteren ve ilişkili prosesler halinde yönetilen faaliyetler sayesinde tutarlı ve tahmin edilebilir sonuçlar daha verimli ve etkin bir biçimde elde edilecektir. Bu ilkenin uygulanması ile kritik prosesler üzerinde odaklanma ve proseslerin optimal sonuçlar üretmesinin takibi mümkündür. Proses yaklaşımı Bölüm 3.2.3'te detaylı açıklanmıştır.

- **İyileştirme:** Başarılı organizasyonlar iyileştirme üzerine sürekli odaklanırlar. Bu ilkenin uygulanması ile proses performansı, kurumsal yetkinlik ve müşteri memnuniyeti sürekli iyileştirilir.
- **Kanıtlara dayalı karar verme:** Beklenen sonuçların elde edilmesi için veri ve bilginin değerlendirilmesi sonucunda verilen kararlar daha etkilidir. Karar verme karmaşık bir süreçtir ve her zaman bir miktar belirsizlik içerir. Nesnel kanıt, bilgi ve veriye dayalı karar verme sonucunda karar verme süreçleri iyileştirilir.
- **İlişkilerin yönetimi:** Sürdürülebilir başarı için tedarikçiler ve benzeri ilgili taraflarla olan ilişkilerini yönetmelidir. Etkin bir tedarik zinciri yönetimi ürün ve hizmetlerin düzenli ve kararlı bir biçimde teminini sağlayacaktır. Bu ilke tüm ilgili tarafların sınır, risk ve fırsatları çerçevesinde uygulanarak kuruluşun performansını artıracaktır.

ISO 9000:2015'den adapte edilerek oluşturulan kalite yönetim sisteminin ilkeleri Şekil 3.2'de görsel olarak verilmektedir.



Şekil 3.2. AS 9100/ISO 9001 sistemi ilkeleri (ISO 9000:2015)

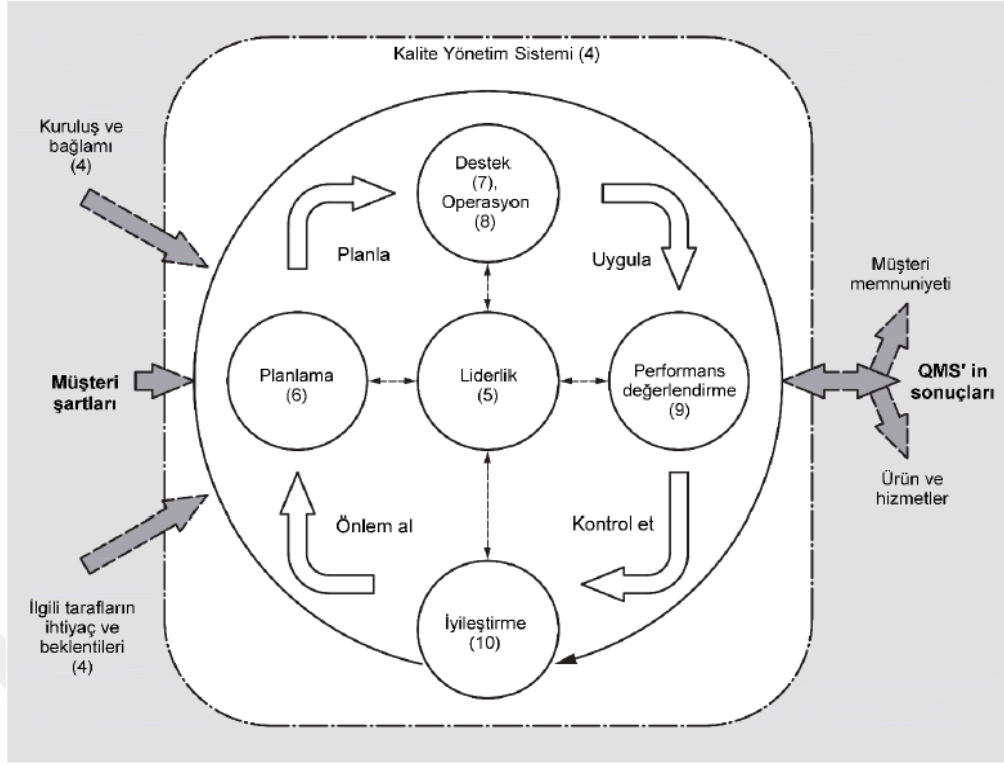
### 3.2.2 AS 9100:2016 standardı gereksinimleri

Kalite yönetim sistemi etkileşim içinde olan prosesleri ve kaynakları yönetir. Bu şekilde ilgili taraflar için değer üretilmesi ve arzu edilen sonuçlara ulaşılması hedeflenmektedir. Kalite yönetim sistemleri zamana bağlı olarak gelişen dinamik sistemlerdir. Kalite yönetim sistemlerinin karmaşık olmaları zorunlu değildir, aksine kuruluşların ihtiyaçlarını doğru bir şekilde yansıtmaları önem taşır (ISO 9000:2015).

AS 9100 sistemi de sürekli iyileştirme konusunda Kaizen modelini esas almış ve bunu standart gereksinimleri ile uyarlamıştır. Şekil 3.3'te 1960'larda Kaizen ya da sürekli iyileştirme modeli olarak bilinen ve ilk olarak Dr. J. Edward Deming tarafından tanımlanan "Planla - Uygula - Kontrol Et - Önlem Al" (PDCA-Plan-Do-Check-Act) modeline dayanan yönetim sisteminin yapısı gösterilmektedir.

Bu modelin adımlarına ilişkin açıklamalar aşağıda verilmektedir:

- **Planla:** Kalite yönetim sisteminin hedeflerinin ve proseslerinin oluşturulmasıdır. Müşteri gereksinimleri ile kuruluş politikalarına uygun sonuçlara ulaşmayı temin edecek kaynakların sağlanması da bu kapsamda yer alır. Bu kapsamda sistemin risk ve fırsatları da ele alınır.
- **Uygula:** Planlanan faaliyetleri gerçekleştirmeye işaret eder.
- **Kontrol Et:** Proseslerin ve sonucunda elde edilen ürün ve hizmetlerin izlenmesi ve imkân oldukça ölçülmesi bu çerçevede ele alınır. Bu izleme ve ölçüm faaliyetleri politika, hedefler, gereksinimler ve planlanan faaliyetler esas alınarak yapılır ve sonuçları raporlanır.
- **Önlem Al:** Gerekli oldukça performansın iyileştirilmesi için faaliyetler yürütmeyi kapsar. (ISO 9001, 2015)



Şekil 3.3. PUKÖ döngüsünde standart yapısının temsili (AS 9100, 2016)

Standarda uygun çalışmayı taahhüt eden bir organizasyon, organizasyon bağlamı içerisinde aşağıda belirtilen yönetim sistemi modüllerini oluşturmak, bunlarla ilgili politikaları, operasyonel süreçleri belirlemek, prosedürleri uygulamak ve bu faaliyetlerin kayıtlarını tutmak durumundadır.

- Liderlik,
- Planlama,
- Destek,
- Operasyon,
- Performans değerlendirmesi
- İyileştirme

AS 9100 standardının tüm gereksinimlerinin yanı sıra ISO 9001 standardı ile mukayesesi ve temel farkları Çizelge 3.4 aracılığı ile verilmektedir. Kalite yönetim sistemi uygulanabilir yasal ve düzenleyici şartları da kapsmalıdır.

Çizelge 3.4. AS 9100/9110/9120 gereksinimleri ve ISO 9001 ile mukayesesi

ISO 9001:2015		AS 9100 - AS 9110 - AS 9120: 2016	
Madde No	Başlık	Madde No	Başlık (Düz metin) Açıklama (İtalik metin)
1	Kapsam	1	Kapsam
2	Atıf yapılan standart ve/veya dokümanlar	2	Atıf yapılan standart ve/veya dokümanlar
3	Terimler ve tarifler	3	Terimler ve tarifler
<b>4 Kuruluşun bağlamı</b>			
4.1	Kuruluş ve bağlamının anlaşılması	4.1	Aynı
4.2	İlgili tarafların ihtiyaç ve beklentilerinin anlaşılması	4.2	Aynı
4.3	Kalite yönetim sisteminin kapsamının belirlenmesi	4.3	Aynı
4.4	Kalite yönetim sistemi ve prosesleri	4.4	<i>Yasal ve düzenleyici şartlara atıf ve uyum ile ilgili ek şartlar. Kapsam ve proseslerin tanımlanması ile ilgili ek şartlar.</i> <i>AS 9110 yetki ve lisanslarla ilgili ek şartlar ve her bir kaleme yapılacak bakım detayları ile ilgili ek şartlar</i>
<b>5 Liderlik</b>			
5.1	Liderlik ve taahhüt	5.1	Aynı <i>AS 9110 emniyet politikası ve hedefler</i>
5.1.1	Genel	5.1.1	Aynı
5.1.2	Müşteri odağı	5.1.2	<i>Ürün uygunluğu ve zamanında teslimat ile ilgili ek şartlar.</i>
5.2	Politika	5.2	Aynı
5.2.1	Kalite politikasının oluşturulması	5.2.1	Aynı
5.2.2	Kalite politikasının duyurulması	5.2.2	Aynı
-	-	5.2.3	<i>AS 9110 Emniyet politikasının oluşturulması ve duyurulması</i>

ISO 9001:2015		AS 9100 – AS 9110 – AS 9120: 2016	
Madde No	Başlık	Madde No	Başlık (Düz metin) Açıklama (İtalik metin)
5.3	Kurumsal görev, yetki ve sorumluluklar	5.3	Yönetim temsilcisi ile ilgili ek şartlar
-	-	5.3.1	AS 9110 Sorumlu Müdür
-	-	5.3.2	AS 9110 Kalite Müdürü
-	-	5.3.3	AS 9110 Diğer Atanmış Müdürler
<b>6 Planlama</b>			
6.1	Risk ve fırsatları belirleme faaliyetleri	6.1	Aynı
6.2	Kalite hedefleri ve bunlara erişmek için planlama	6.2	Aynı
6.3	Değişikliklerin planlanması	6.3	Aynı
<b>7 Destek</b>			
7.1	Kaynaklar	7.1	Aynı
7.1.1	Genel	7.1.1	Aynı – AS 9110 alet ekipman bakım verileri ile ilgili ek şartlar
7.1.2	Kişiler	7.1.2	Aynı
7.1.3	Altyapı	7.1.3	Aynı - AS 9110 faal, gayri faal parça alanları ilgili ek şartlar
7.1.4	Proseslerin işletimi için çevre	7.1.4	Aynı
7.1.5	İzleme ve ölçme kaynakları	7.1.5	Geri çağırma ve ölçümlerin izlenebilirliği ile ilgili ek şartlar
7.1.6	Kurumsal bilgi	7.1.6	Aynı
7.2	Yeterlilik	7.2	Yeterliğin düzenli gözden geçirilmesi ilgili açıklamalar AS 9110 bakım personeli vasıflandırma ilgili ek şartlar
7.3	Farkındalık	7.3	Etik davranış ve ürün emniyeti ilgili ek şartlar AS 9110 emniyet politikası, hedefleri ve insan faktörü ilgili ek şartlar

ISO 9001:2015		AS 9100 – AS 9110 – AS 9120: 2016	
Madde No	Başlık	Madde No	Başlık (Düz metin) Açıklama (İtalik metin)
7.4	İletişim	7.4	<i>İç ve dış geri besleme ile ilgili açıklamalar</i>
7.5	Dokümante edilmiş bilgi	7.5	Aynı
7.5.1	Genel	7.5.1	Aynı
7.5.2	Oluşturma ve güncelleme	7.5.2	<i>Onay yöntemleri ile ilgili açıklamaları</i>
7.5.3	Dokümante edilmiş bilginin kontrolü	7.5.3	<i>Geçersiz ve elektronik dokümante edilmiş bilgi ile ilgili ek şartlar</i>
<b>8 Operasyon</b>			
8.1	Operasyonel planlama ve kontrol	8.1	<i>Güvenilirlik, bakım yapılabilirlik, yazılım vb. ilişkin açıklamalar. İş transferi ile ilgili ek şartlar vb.</i> <b>AS 9110 bakım operasyonları ile ilgili ek şartlar</b>
-	-	8.1.1	Operasyonel risk yönetimi <b>AS 9120’de uygulanmaz</b>
-	-	8.1.2	Konfigürasyon yönetimi
-	-	8.1.3	Ürün emniyeti <b>AS 9120’de uygulanmaz</b>
-	-	8.1.4	Taklit / Sahte parça önlenmesi
-	-	8.1.5	<b>Şüpheli onaysız parçaların önlenmesi (Sadece AS 9110)</b>
-	-	8.1.6	<b>Onaylı parçaları montajı (Sadece AS 9110)</b>
8.2	Ürün ve hizmetler için şartlar	8.2	Aynı
8.2.1	Müşteri ile iletişim	8.2.1	Aynı
8.2.2	Ürün ve hizmetler için şartların tayin edilmesi	8.2.2	<i>Özel gereksinimler ve operasyonel risklerle ilgili ek şartlar</i>
8.2.3	Ürün ve hizmetler için şartların gözden geçirilmesi	8.2.3	<i>Gözden geçirmeye katılım ile ilgili ek şartlar – AS 9110 kapsam dışı kusurlarla ilgili ek şartlar</i>

ISO 9001:2015		AS 9100 - AS 9110 - AS 9120: 2016	
Madde No	Başlık	Madde No	Başlık (Düz metin) Açıklama (İtalik metin)
8.2.4	Ürün ve hizmetler için şartların değişmesi	8.2.4	Aynı
8.3	Ürün ve hizmetlerin tasarımı ve geliştirilmesi	8.3	Aynı
8.3.1	Genel	8.3.1	Aynı - <i>AS 9110 uçak bakım programları ile ilgili ek şartlar</i>
8.3.2	Tasarım ve geliştirmenin planlanması	8.3.2	<i>Tasarım ekipleri ile ilgili ek şartlar</i>
8.3.3	Tasarım ve geliştirme girdileri	8.3.3	<i>Geçersiz hale gelmiş malzeme, proses ile ilgili ek şartlar. Kıyaslama ve hizmet verisi ile ilgili ek şartlar AS 9110 sürekli uçuşa elverişlilikle ilgili ek şartlar</i>
8.3.4	Tasarım ve geliştirmenin kontrolü	8.3.4	<i>Kontrol silsilesi ile ilgili ek şartlar</i>
-	-	8.3.4.1	Test ve muayene ile ilgili ek şartlar
8.3.5	Tasarım ve geliştirme çıktıları	8.3.5	<i>Kritik hususlar ve anahtar özellikler ile ilgili ek şartlar Ürünle birlikte sağlanacak veri setleri ile ilgili ek şartlar AS 9110 uçak bakım programları ile ilgili ek şartlar</i>
8.3.6	Tasarım ve geliştirme değişiklikleri	8.3.6	<i>Konfigürasyon yönetimi ile ilgili ek şartlar</i>
8.4	Dışarıdan tedarik edilen proses, ürün ve hizmetlerin kontrolü	8.4	Aynı
8.4.1	Genel	8.4.1	<i>Tedarik sorumluluğu ile ilgili ek şartlar</i>
-	-	8.4.1.1	Tedarikçi değerlendirme ile ilgili ek şartlar
8.4.2	Kontrolün tipi ve boyutu	8.4.2	<i>Girdi kontrol ile ilgili ek şartlar</i>
8.4.3	Dış tedarikçi için bilgi	8.4.3	<i>Bilgi paketi ve tedarikçi taahhütleri ile ilgili ek şartlar AS 9110 uçuşa elverişsiz durumlar ile ilgili ek şartlar</i>



ISO 9001:2015		AS 9100 - AS 9110 - AS 9120: 2016	
Madde No	Başlık	Madde No	Başlık (Düz metin) Açıklama (İtalik metin)
8.5	Üretim ve hizmetin sunumu	8.5	Aynı
8.5.1	Üretim ve hizmet sunumunun kontrolü	8.5.1	Üretim kontrol altyapısı, proses ve dokümanite edilmiş bilgi ile ilgili ek şartlar.
-	-	8.5.1.1	Ekipman, araç ve yazılım kontrolü
-	-	8.5.1.2	Özel proseslerin geçerliliği <i>AS 9120'de uygulanmaz</i>
-	-	8.5.1.3	Üretim proseslerinin doğrulanması (FAI) (Sadece AS 9100)
-	-	8.5.1.4	<i>Yeni kabiliyetlerin değerlendirilmesi (Sadece AS 9110)</i>
8.5.2	Tanımlama ve izlenebilirlik	8.5.2	<i>İzlenebilirlik ile ilgili ek şartlar (ürün ömrü boyunca vb.)</i>
8.5.3	Müşteri veya dış tedarikçiye ait mülkiyet	8.5.3	Aynı
8.5.4	Muhafaza	8.5.4	<i>Yabancı madde hasarı, hassas ürünler ile ilgili ek şartlar vb.</i>
8.5.5	Teslimat sonrası faaliyetler	8.5.5	<i>Hizmet verisi temini, dokümantasyon sağlanması vb. ek şartlar</i>
8.5.6	Değişikliklerin kontrolü	8.5.6	<i>Sorumluluklar ve proseslere etkisi ile ilgili ek şartlar</i>
8.6	Ürün ve hizmet sunumu	8.6	<i>Sağlanacak dokümantasyon ile ilgili ek şartlar</i>
8.7	Uygun olmayan çıktının kontrolü	8.7	<i>Ortadan kaldırma ve sorumlulukların tanımlanması ile ilgili ek şartlar. Taklit parça ile ilgili ek şartlar.</i>
<b>9 Performans değerlendirme</b>			
9.1	İzleme, ölçme, analiz ve değerlendirme	9.1	Aynı
9.1.1	Genel	9.1.1	Aynı - <i>AS 9110 emniyet performansının analizi</i>
9.1.2	Müşteri memnuniyeti	9.1.2	<i>Zamanında teslimat ve ürün uygunluğu ile ilgili ek şartlar</i>

ISO 9001:2015		AS 9100 - AS 9110 - AS 9120: 2016	
Madde No	Başlık	Madde No	Başlık (Düz metin) Açıklama (İtalik metin)
9.1.3	Analiz ve değerlendirme	9.1.3	<i>Hizmet verisinin değerlendirilmesi ile ilgili açıklamalar - AS 9110 bakım hatalarının analizi</i>
9.2	İç tetkik	9.2	<i>Yasal ve düzenleyici şartların ve performans göstergelerinin denetlenmesi ile ilgili açıklamalar</i>
9.3	Yönetimin gözden geçirmesi	9.3	Aynı
9.3.1	Genel	9.3.1	<i>Aynı - AS 9110 emniyet politikası ve emniyet hedefleri</i>
9.3.2	Yönetimin gözden geçirmesi girdileri	9.3.2	<i>Zamanında teslimat ile ilgili ek şartlar, ürün emniyeti, eğitim programı, otorite şartlarındaki değişiklikler ile ilgili ek şartlar</i>
9.3.3	Yönetimin gözden geçirmesi çıktıları	9.3.3	<i>Risk yönetimi ile ilgili ek şartlar</i>
<b>10 İyileştirme</b>			
10.1	Genel	10.1	<i>Aynı - AS 9110 emniyet yönetimi iyileştirilmesi ile ilgili ek şartlar</i>
10.2	Uygunsuzluk ve düzeltici faaliyet	10.2	<i>İnsan faktörü ve tedarikçi düzeltici faaliyetleri ile ilgili ek şartlar</i>
10.3	Sürekli iyileştirme	10.3	<i>Faaliyetlerin etkinliğinin değerlendirilmesi ile ilgili ek şartlar</i>

AS 9100:2016 standardının önemli kavramları ile savunma ve havacılık sektörüne yönelik bazı gereksinimleri Bölüm 3.2.3'te açıklanmıştır.

### 3.2.3 AS 9100 standardına ilişkin bazı önemli kavramlar

#### a. Proses yaklaşımı

AS 9100 standardı firmaların kalite yönetim sistemlerini kurarken, uygularken ve verimlilik açısından iyileştirirken proses yaklaşımı uygulamalarını teşvik etmektedir. Proses yaklaşımı uygulanırken prosesler tanımlanmalı ve birbirleriyle etkileşimleri belirlenmelidir.

Bu çerçevede firmalardan:

- Proseslerin girdi ve çıktılarını belirlemeleri,
- Proseslerin sırası ve etkileşimlerini belirlemeleri,
- Proseslerin etkin bir biçimde yürütüldüğünden emin olmak için izleme ve ölçme amaçlı performans kriterlerini belirlemeleri,
- Proseslerin ihtiyaç duyduğu kaynakları belirlemeleri ve sağlamaları,
- Prosesler için yetki ve sorumlulukları belirleyerek görevlendirme yapmaları,
- Proseslerin risk ve fırsatlarını değerlendirmeleri,
- Prosesleri değerlendirmeleri ve hedeflerine ulaşmaları için varsa gerekli değişiklikleri yapmaları,
- Prosesleri ve kalite yönetim sistemini sürekli iyileştirmeleri beklenmektedir. (AS 9100, 2016).

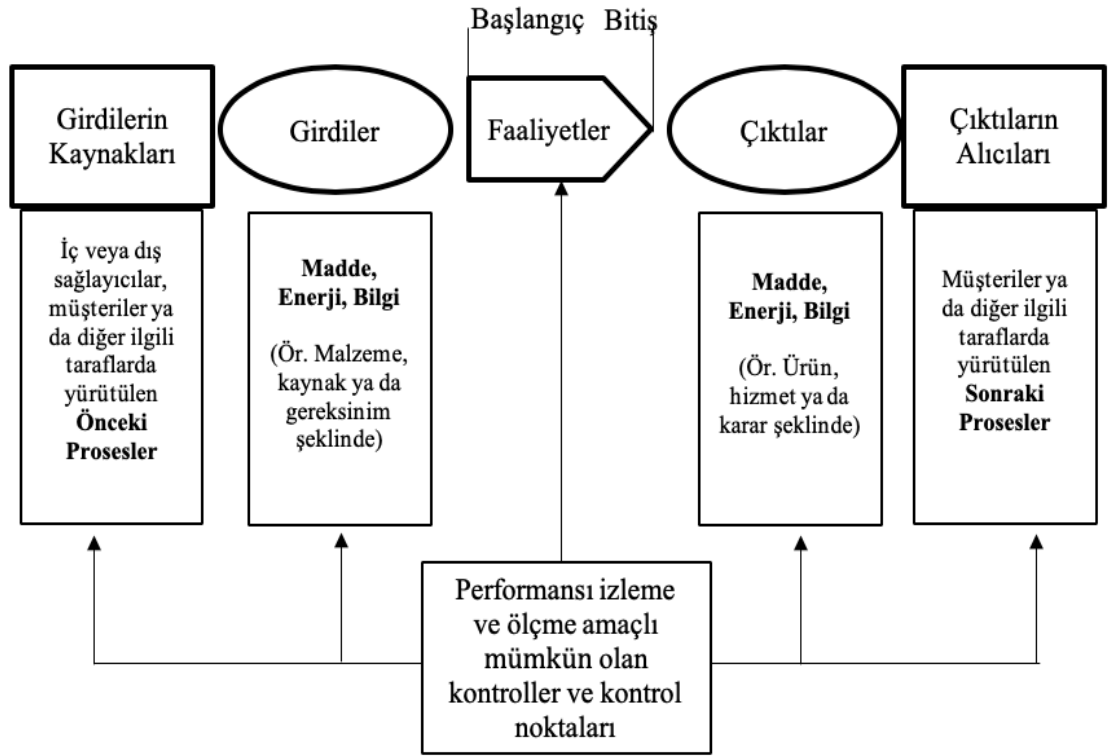
Birbirleriyle ilişki içerisinde olan proseslerin bir sistem olarak anlaşılması ve yönetilmesi, organizasyonun etkinlik ve verimlilik sağlayarak hedeflerine ulaşmasına katkıda bulunacaktır. Bu yaklaşım, organizasyonun prosesler arasında ilişkilerin ve bağımlılıkların kontrol edilmesine imkân vererek organizasyonun bütünsel performansını iyileştirmesini sağlar.

Proses yaklaşımı, proseslerin sistematik olarak tanımlanmasını ve yönetimini talep etmektedir. Bu şekilde organizasyon politika ve stratejik hedeflerine uyumlu bir biçimde hareket edecektir.

Kalite yönetim sistemi kapsamında proses yaklaşımının uygulanması ile:

- a) Gereksinimlerin anlaşılması ve karşılanmasında tutarlılık sağlanması,
- b) Proseslerin katma değer açısından ele alınması,
- c) Proses performansı ile etkinlik sağlanması,
- d) Değerlendirilen veri ve bilgi çerçevesinde prosesin iyileştirilmesi sağlanacaktır.

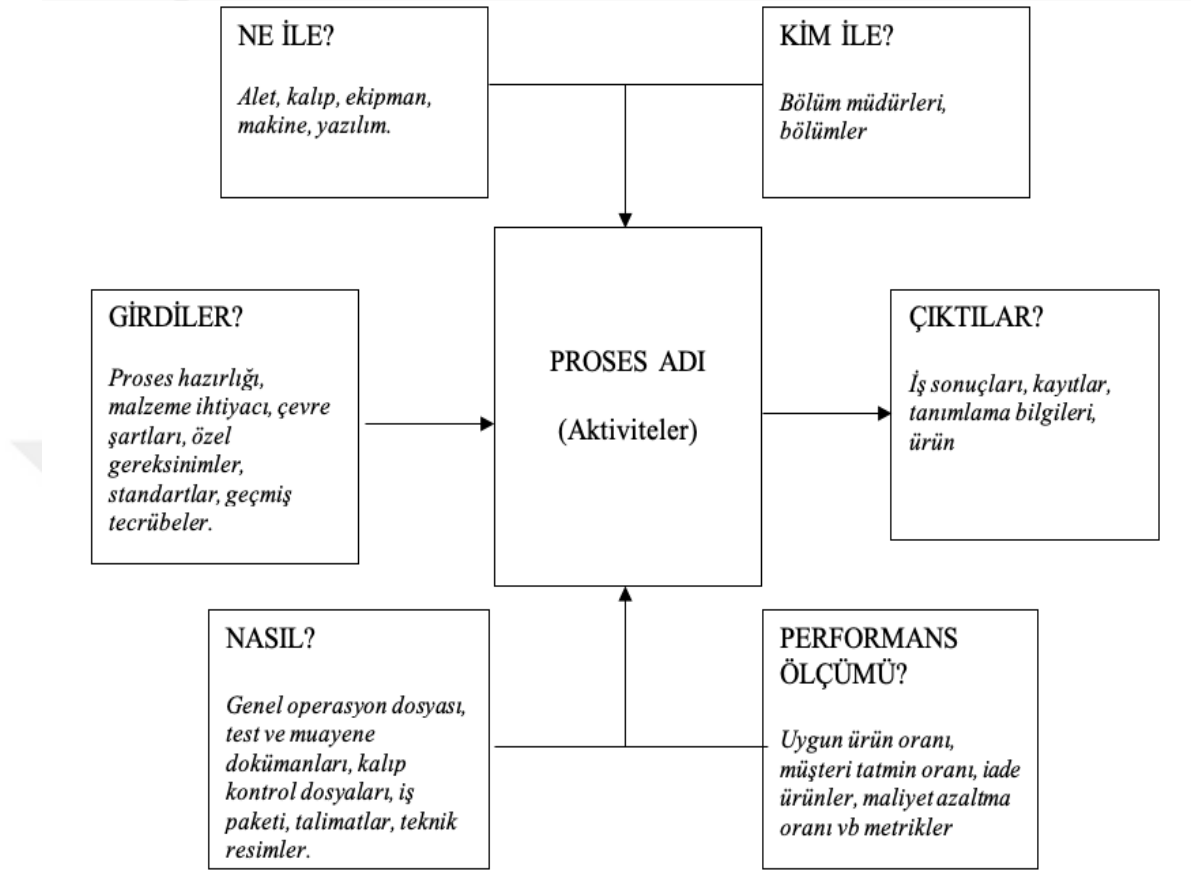
Şekil 3.4'te herhangi bir prosesin şematik gösterimi ve elementlerinin etkileşimi verilmektedir. Kontrol için gerekli olan izleme ve ölçüm kontrol noktaları, her bir proses için özeldir ve prosesin risklerine bağlı olarak değişkenlik gösterir (AS 9100, 2016).



Şekil 3.4. Bir prosesin elementlerinin şematik gösterimi (AS 9100, 2016)

AS 9100'ün talep ettiği şekli ile proseslerin tanımlanması ve analiz edilmesinde muhtelif araçlar kullanılmaktadır. Guo vd. (2019), proses metot analizi teorisine göre kalite kontrol prosesinde kaplumbağa diyagramını bir proses analiz aracı olarak kullanmışlardır. Çalışmalarında girdi ve çıktıları bu modele göre belirlemiş, kaynak ihtiyaçları, sorumlu ve yöntemleri tanımlamış ve nihayetinde

proses performans göstergeleri ile modeli tamamlamışlardır. Şekil 3.5'te proses analiz araçlarından kaplumbağa diyagramının yapısı görsel olarak verilmektedir.



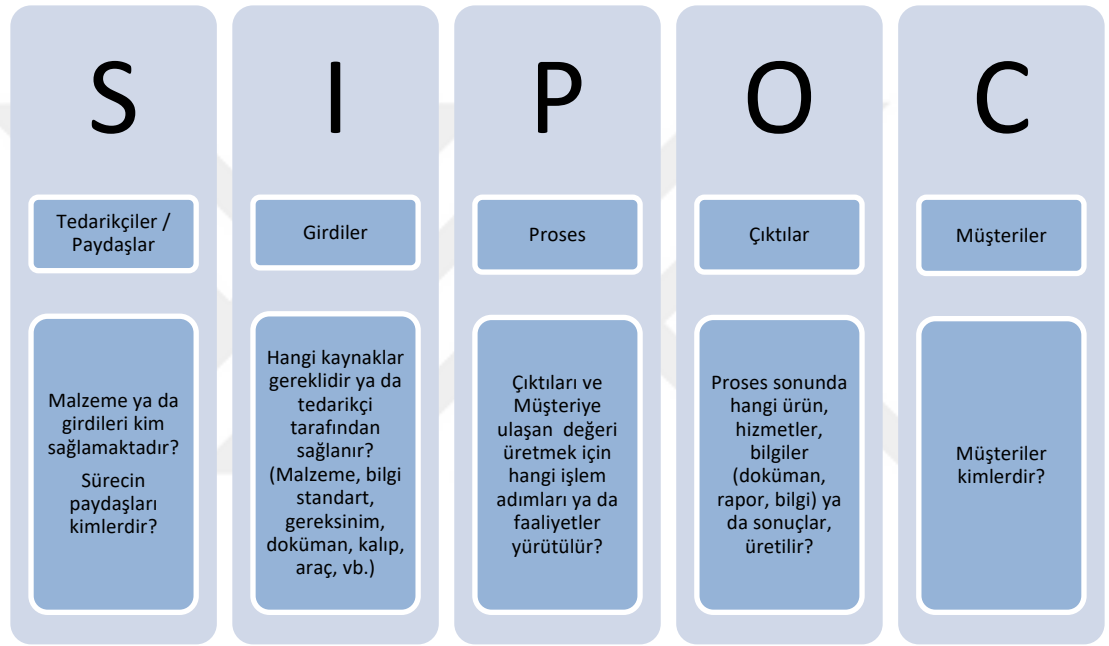
Şekil 3.5. Proses analiz araçlarından kaplumbağa şeması (Guo vd., 2019)

Todd ve Doucette (2013), proses analiz araçlarından SIPOC modelini kullandıkları çalışmalarında telekomünikasyon sektörünü ele almışlardır. Uzun dönemli şebeke planlama faaliyeti sırasında etkileyen faktörleri araştırmak ve kaynakları doğru tahsis etmek üzere planlama kararlarına ışık tutmak amacıyla SIPOC analizi yapılmıştır. SIPOC (Tedarikçi/Paydaş, Girdiler, Proses, Çıktılar, Müşteri) olarak uygulanan model ile sistemin en geniş anlamda bağlamının belirlenmesi ve şebeke planlamasının kapsamının tespiti yapılmıştır.

Mishra ve Sharma (2014), tedarik zinciri yönetimini geliştirmek ve proses boyutlarını belirlemek için SIPOC modeli ile altı sigma DMAIC (tanımla, ölç, analiz et, geliştir ve kontrol et) bileşik modelini kullanmışlardır. Çalışma sonunda iki

modelin entegrasyonu ile imalat proseslerinin geliştirilmesi için kazançlı bir model ortaya koymuşlardır.

Parkash ve Kaushik (2011), SIPOC aracını kullanarak bir analiz gerçekleştirmiş ve mevcut tedarikçi performansını revize ederek iyileştirmek üzere bir çalışma yapmışlardır. Tedarikçi performansı izleme ve geliştirme sürecine planla-uygula-kontrol et-önlem al yöntemi ile ISO 9001 kalite yönetim sistemi birer problem tanımlama aracı olarak kullanılmıştır. Şekil 3.6'da SIPOC modeli verilmektedir.



Şekil 3.6. Proses analiz araçlarından SIPOC modeli

Çalışma boyunca etkileşimde bulunan firmaların proses tanımlamaları konusunda muhtelif yöntemler kullandıkları görülmüştür. Proses tanımlarının firmalara özeldir, değişkenlik göstermekle beraber genellikle aşağıda sayılan proseslerin kapsamda yer aldığı görülmüştür:

**Ana Prosesler:**

- Satış, pazarlama, teklif, sözleşme yönetimi
- Tasarım ve geliştirme
- Satınalma

- Üretim, imalat

### **Destek Prosesler:**

- Üretim planlama
- Kalite planlama
- Kalite kontrol
- Uygunsuzlukların yönetimi
- Depolama, sevkiyat
- Kalibrasyon
- Bakım
- İnsan kaynakları (işe alım, vasıflandırma, performans izleme)
- Eğitim
- Dokümante edilmiş bilgi kontrolü

### **Yönetim Prosesleri:**

- Misyon, vizyon, politika ve hedeflerin yönetimi
- Yönetim gözden geçirmesi
- İç denetimler
- Düzeltici faaliyetler
- Müşteri memnuniyeti ve şikayetlerin yönetimi
- Sürekli iyileştirme
- Veri analizi

### **Dış kaynaklı prosesler:**

- Özel prosesler (firmanın özel proses sağlayıcısı olmadığı hallerde)
  - o Boya
  - o Kaplama
  - o Kaynak
  - o Tahribatsız muayene vb.
- Kalıp, aparat yapımı

Firmalar bu proseslerin sırası ve etkileşimini belirlemekte, yönetmektedir.

## **b. Organizasyon bağlamı**

İç ve dış kaynaklı proseslerini belirleyen kuruluşlardan aynı zamanda hedefleri ve stratejik yönleri ile ilişkili olan ve kalite yönetim sisteminin istenen sonuçları vermesi için önem taşıyan iç ve dış hususları tespit etmesi beklenir. (AS 9100:2016)

Kuruluşların bağlamının anlaşılması bir süreçtir. Bu süreç içerisinde kuruluşun amaç hedef ve sürdürülebilirliğine etki eden faktörler ele alınır. Değerler, kültür, bilgi, kuruluşun performansı gibi iç faktörlerin yanı sıra yasal, teknolojik, rekabet unsurları ile pazar, kültürel sosyal ve ekonomik çevre gibi dış faktörler incelenmelidir (ISO 9000:2015).

Kuruluşların bu tespiti ve analizini gerçekleştirebilmeleri için birçok yol ve destekleyici yöntemler mevcuttur. Bu analizin sonuçlarından risk ve fırsat değerlendirme sürecine girdi sağlaması beklenir.

Bu süreçte fayda sağlaması beklenen bazı bilgiler aşağıda verilmiştir:

- İş planları
- Stratejik planların incelenmesi
- Rakip analizleri
- Kuruluşun sektörüne ait ekonomik raporlar
- SWOT analizleri
- Zihin haritaları
- Danışmanların hazırladıkları raporlar

Üst yönetim iç ve dış hususların kalite yönetim sistemine olan etkilerini anlamalı ve yukarıda sayılan çalışmalardan istifade ederek sistemini şekillendirmelidir (ISO 9001 APGG, 2016).

## **c. İlgili taraflar ve beklentilerinin anlaşılması**

Kuruluşların, kalite yönetim sistemlerini ilgili tarafların beklentilerine uygun oluşturmaları beklenir. İlgili taraf kavramı, kuruluşları sadece müşteriye



odaklanmanın ötesine taşımaktadır. İlgili taraf, bir faaliyet ya da karar kapsamında etkilenen, etkileyen ya da etkilendiği düşünülen kuruluş, kişi ya da paydaş olarak tanımlanmıştır. Müşteriler, kuruluşun sahipleri, çalışanlar, tedarikçiler, bankalar, düzenleyici kurumlar, sendikalar, birlikler, rakipler hatta diğer baskı grupları ilgili taraf olarak değerlendirilebilir. Organizasyon bağlamını belirlenmesi sürecinin bir parçası da ilgili tarafların belirlenmesidir. İlgili taraflar, beklentilerinin karşılanmaması durumunda kuruluşun sürdürülebilirliği üzerinde risk oluşturan taraflardır. Kuruluş bu riski ortadan kaldırmak üzere kendisinden beklenen sonuçları tanımlamak durumundadır. Kuruluşlar, başarıları için gerekli olan ilgili tarafların desteğini sürekli kılmak için faaliyetler yürütür (ISO 9000:2015).

#### **d. Risk esaslı düşünme**

Risk esaslı düşünme etkin bir kalite yönetim sistemi için önemlidir. Standardın daha önceki versiyonlarında bu kavram önleyici faaliyetler, uygunsuzlukların tekrarının önlenmesi ve benzeri kavramlar içinde gömülü iken bu versiyonda muhtelif başlıklarda ilişkilendirilmiş ve madde 6.1'de planlama için risklerin belirlenmesi kapsamında detaylı olarak ele alınmıştır. Bu çalışmalar sayesinde kalite yönetim sistemi proseslerinin planlanması ve uygulanmasında risk unsuru dikkate alınacak, hatta gereken dokümanite edilmiş bilgi seviyesinin belirlenmesi için destek olacaktır (AS 9100, 2016).

Kalite yönetim sisteminin temel amaçlarından biri de önleyici bir araç olarak faaliyet göstermesidir. AS 9100:2016 önleyici faaliyet maddesini kaldırmış, buna karşılık risk esaslı düşünme kavramını getirmiştir.

Kot ve Dragon (2015), kurumsal riskleri üç kategoride değerlendirmektedir:

- Stratejik riskler
- Finansal riskler
- Operasyonel riskler

Bu sınıflandırma, AS 9100'ün 6.1 (stratejik, finansal riskler) ve 8.1.1 (operasyonel riskler) maddeleri kapsamındaki sınıflandırma ile uyumludur.

Her ne kadar AS 9100 kuruluşun risklere yönelik faaliyetleri planlamasını talep etse de formal yöntemler ya da dokümente edilmiş bir prosesi zorunlu tutmamıştır. Kuruluş daha kapsamlı risk yönetim metodolojilerinin kullanılması hususunda kararlar verebilir.

Aven (2016), risk alanında iki önemli görev tanımlamaktadır. (I), risk değerlendirme ve risk yönetimi kullanarak belirli bir alanda yürütülen faaliyetlere ilişkin risklerin çalışılması ve müdahale edilmesi (örn. yeni bir yatırım) ve (II) genel risk araştırma ve geliştirmesi yürüterek kavramlar, teoriler, çerçeveler, yaklaşımlar, ilkeler, yöntemler ve modelleri anlamak, karakterize etmek, iletmek ve bu şekilde riski yönetmek.

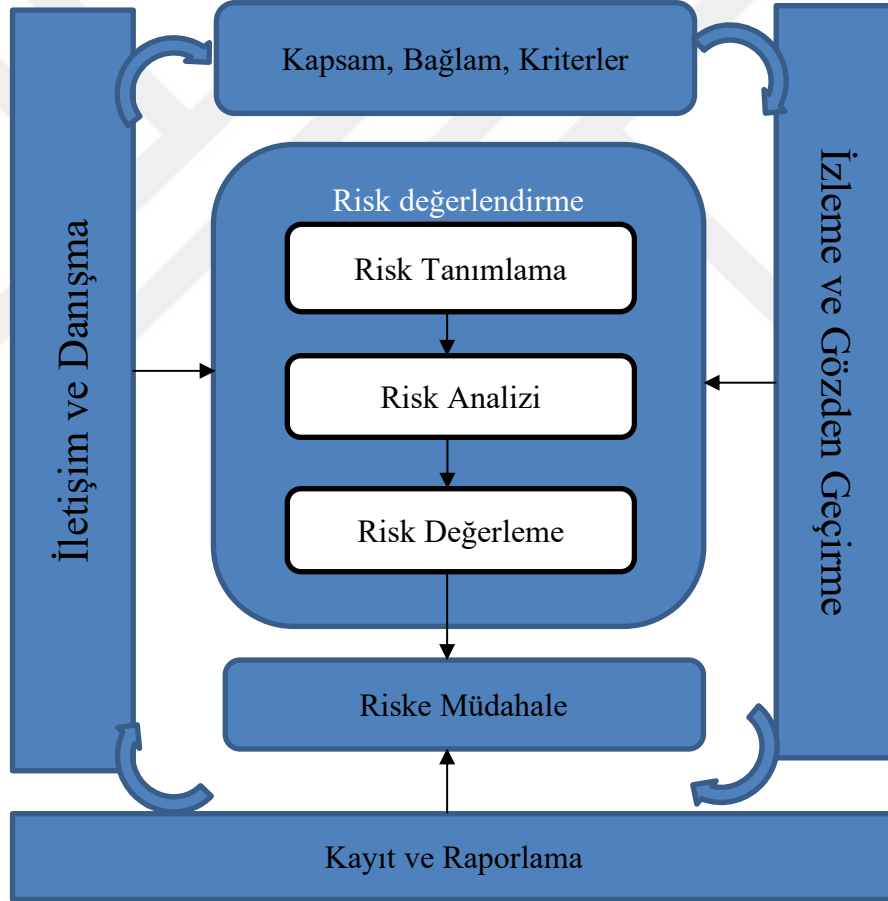
AS 9100 kapsamında risk esaslı yaklaşım sektör firmalarının (II) no'lu yaklaşım sonucunda elde edilen yöntemleri kullanarak kendi kurumsal ve operasyonel risklerine, (I) no'lu yaklaşımı uygulamalarını önermektedir. Bunu yaparken spesifik olarak bir yöntem tavsiye etmezken, genel kabul gören standart ve uygulamaları da göz ardı etmemektedir.

Standart gereksinimlerinin karşılanması için kuruluştan sadece risklere değil, fırsatlara yönelik bir çalışma yapması da beklenmektedir. Hem risk hem de fırsatların ele alınması kalite yönetim sisteminin etkinliğini artırmakta ve olumlu sonuçların yanı sıra olumsuz etkilerin önlenmesine de fırsat vermektedir. Fırsatlar kapsamında yeni ürün ve hizmetlerin geliştirilmesi, atıkların azaltılması, yeni müşteri sağlanacak ortamların oluşması ele alınabilir. Fırsatlara yönelik faaliyetler ilgili riskleri de barındırmalıdır. Risk belirsizliğin etkisidir ve belirsizliklerin olumlu ya da olumsuz etkileri olabilir.

Organizasyonun her bir prosesi hedeflere ulaşım konusunda aynı seviyede belirsizlik ve risk oluşturmaz. Havacılık, uzay ve savunma alanında risk, olasılık ve şiddet kombinasyonu olarak ele alınır ve proses, ürün, hizmet, müşteri ya da son kullanıcı açısından potansiyel negatif bir etkiye işaret eder. Bu sektörün karmaşıklığı ve hataların muhtemel sonuçları dikkate alındığında Madde 8.1.1

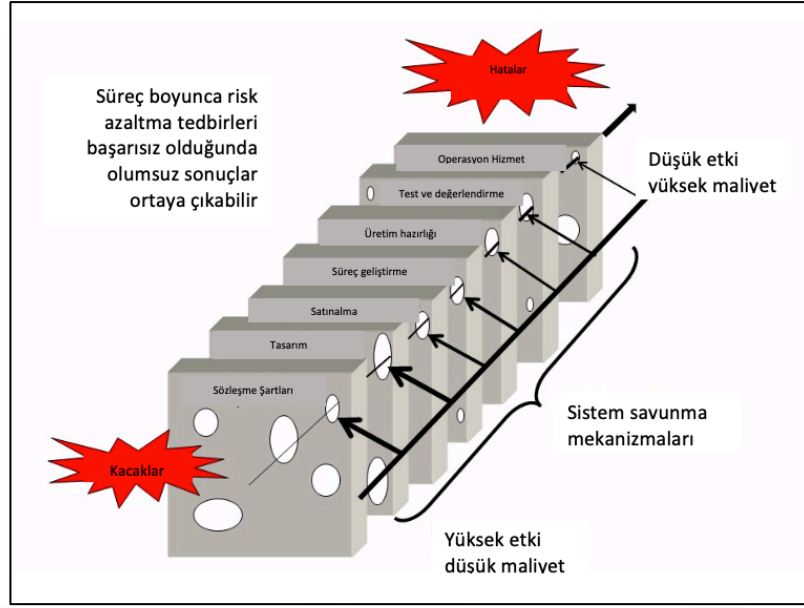
altında operasyonel risklerin ele alınması için formal bir yöntem gerekli kılınmıştır (AS 9100:2016).

Formal yöntemler söz konusu olduğunda ISO 31000:2018 standardı kuruluşlar için önemli bir rehber niteliğindedir. ISO 31000 standardı risk yönetim sürecinin üst yönetim karar verme sürecinin entegre bir parçası olduğundan bahsetmektedir. Bu standart risk yönetiminin kuruluşların proseslerine, yapı ve organizasyonlarına entegre olmasını önermektedir. Risk yönetimi stratejik, operasyonel, program ve proje seviyelerinin tamamına uygulanabilir. ISO 31000:2018 risk yönetim süreci Şekil 3.7 aracılığı ile verilmektedir.



Şekil 3.7. Risk yönetim süreci (ISO 31000, 2018)

Sözleşme aşamasından operasyon aşamasına kadar muhtelif süreçlerde yer alan risklere ilişkin görsel Şekil 3.8’de verilmektedir.



Şekil 3.8. Risk modeli (SCMH, 2014)

Amundrud ve Aven (2015), risk değerlendirme faaliyetlerinin çoğunlukla bilgi ve gerekçelendirilen inançlar doğrultusunda yürütülen bir çalışma olduğunu ve özellikle riski tanımaya ve anlamaya özel önem verilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Riskin özellikle geniş belirsizlikler içerdiği durumlarda kesin hesaplamalar yaparak sayısal analiz gerçekleştirmek zorluklar içermektedir. Riski tanıma bilgi çerçevesinde mümkün iken riski anlamak ise riski kabul etmek, gerekli sonuçları çıkararak tedbir ve faaliyetleri yürütmek olarak değerlendirilmiştir.

Bu çerçevede, riski anlamak ve kabul etmek, riski tanımaktan ötede bir çalışma gerektirmektedir. Firmalar standardın talep ettiği bu çalışmalarını yürütürken kendilerine uygun yöntemler seçmeli ve özellikle risk gerçekleştirmeleri durumunda risk analizi yöntemlerinin bu gerçekleştirmeleri ne kadar sağlıklı bir biçimde öngördüğüne dikkat etmelidirler. Bu durumda gerekirse yeni yöntemler belirlemek kaçınılmaz olabilir.

Kot ve Dragon (2015), kurumsal risklere yönelik yapılabilecek analiz çalışması için olasılık ve şiddet çarpanından oluşan bir risk skoru ilişkili bir değerlendirme yapmışlardır. Bu çalışmanın özeti Çizelge 3.5'te verilmektedir. Etki (şiddet) için

şirket FAVÖK değeri ile ilişki kurulması verimli bir uygulama olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.5. Risk analizinde olasılık ve etkinin derecelendirilmesi (Kot ve Dragon, 2015)

Skor	Olasılık	Açıklama	Etki /Şiddet	Açıklama (Yıllık FAVÖK %'si)
0	İstisna	< %1 (yüz yılda birden az gerçekleşmiş olay)	Minör	< %1
1	Nadir	%1-%5 (Küçük de olsa ihmal edilemez)	Düşük	%1-%2
2	Beklenmez	%5-%20 (Risk gerçekleşme olasılığı vardır)	Orta	%2-%5
3	Mümkün	%20-%50 (Risk gerçekleşme olasılığı açıktır)	Önemli	%5-%12
4	Muhtemel	%50-%80 (Risk gerçekleşme olasılığı)	Ciddi	%12-%30
5	Nerdeyse kesin	> %80 (Risk gerçekleşmesi ciddi olarak beklenir)	Felaket	> %30

Kuruluşlardan risk değerlendirme süreci sonunda belirlemiş oldukları muhtelif proseslerindeki risklere ilişkin olarak:

- Riske müdahale seçeneklerini belirlemeleri ve seçmeleri,
- Riske müdahale planlarını oluşturmaları ve uygulamaları,
- Müdahale işleminin etkinliğini değerlendirmeleri,
- Müdahale sonunda elde kalan artık riskin kabul edilebilirliğine karar vermeleri ve
- Kabul edilebilir bulunmayan artık riskler için ilave tedbirler almaları beklenir.

Riske müdahale seçenekleri oluşturulurken risk öncelik hesaplaması (etki x olasılık) ve firmaya özel kabul kriteri önemlidir. Projeler için bir risk değerlendirme metodolojisi önerilen bir çalışmada şiddet ve olasılık çarpım değeri esas alınmış ve kabul kriterlerine göre belirlenen renk kodlarına göre önleme, riski almama, riski azaltma ve riski kabul etme seçeneklerini değerlendirilmiştir (Peixoto vd., 2014).

Bu çalışmaya özel olarak etki ve olasılık çarpımı sonucu:

- 0 ila 0,05 arasında olduğunda yeşil
- 0,06 ila 0,14 arasında olduğunda sarı
- 0,15 ila 1 arasında olduğunda kırmızı

olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmaya ilişkin tablolar ise Çizelge 3.6 ve Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.6. Risk seviyesine göre sınıflandırma (Peixoto vd., 2014)

Olasılık	Etki				
	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Çok Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Yüksek	Düşük	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek
Orta	Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Yüksek
Düşük	Düşük	Düşük	Orta	Orta	Yüksek
Çok Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Orta

Çizelge 3.7. Proje riski ve uygun olan risk işlemi (Peixoto vd., 2014)

Etki x Olasılık	Proje riski	İzleme	İşlem
	Yüksek	Acil ilgilenilmeli	Önleyici: Riski alma
	Orta	Düzenli risk güncelleme	Acil: Riski hafiflet /azalt
	Düşük	Kontrol	Düzeltilici: Riski hafiflet / al, kabul et

Riske müdahale seçenekleri değerlendirilirken potansiyel faydalar ile seçeneğin maliyeti, gerekli çabaların büyüklüğü ve uygulama dezavantajları da mukayese edilir.

Bu çerçevede kullanılabilecek riske müdahale seçenekleri şunlar olabilir:

- Riski oluşturan faaliyete hiç girişmemek ya da devam etmemek
- Bir fırsatı kovalamak üzere riski almak ya da artırmak
- Risk kaynağını ortadan kaldırmak
- Olasılıkları değiştirmek
- Şiddeti değiştirmek
- Riski bölüşmek
- Bildirimleri gerçekleştirerek riski muhafaza etmek

Risk yönetiminin amacı değeri korumak ve ilave değer üretmektir. Risk yönetimi ile artan performans ve inovasyon kuruluşların hedeflerine ulaşmasını sağlayacaktır (ISO 31000:2018).

#### **e. Sahte parçalar**

Sahte parça, orijinal ya da yetkili imalatçı ürünüymüş gibi kasıt ile sunulan yetkisiz kopya ya da imitasyon, yedek veya modifiye edilmiş parçadır (malzeme, parça ya da komponent). Sahte parça örnekleri arasında etiket ya da marka

taklidi, seri numarası, ürün sınıfı, tarih kodu, dokümantasyon ya da performans karakteristiklerinin yanlış tanımlanması yer alır (AS 9100:2016).

Tanımlara bakıldığında sahte ya da taklit ürün fikri mülkiyet haklarının ihlali yolu ile orijinal bir ürünün kopyalanması ya da imitasyon üretimi iken, sahtecilik ise ürünün müşteriye gereksinimlerini karşılar nitelikte olduğuna dair sunulmasıdır. Kullanılmış bir ürünün yeni ya da hükmü geçmiş bir ürünün güncel gibi satılması bu kapsamda ele alınır. Sahte parça ürün, şüpheli üründen de ayrılmalıdır. Şüpheli ürün sahte olduğu kesin olmayan üzerinde bu çerçevede şüphe bulunan ürün demektir.

Bodner (2014), çalışmasında savunma sistemlerinde sahte parçalar için bir çerçeve modeli ortaya koymuştur ve askeri sistemlerde sahte parçaların olabildiğini belirtmektedir. Geçmiş yıllarda aralarında uçaklar, helikopterler, denizaltılar dâhil muhtelif sistemlerde taklit parçaların varlığı raporlanmıştır. Bu parçalar çoğu kez orijinal imalat aşamasında değil, ancak sistemin operasyonu sırasında iade için gerekli olan parça değişimlerinde tedarik zinciri vasıtasıyla sisteme girmektedirler. Savunma tedarik zinciri oldukça karmaşıktır. Binlerce tedarikçi muhtelif kademelerde muhtelif ilişkilerle sistemde yer almaktadır.

Bir minör alt sistem üreticisi başkaca bir tedarikçiden malzeme almakta, bu minör sistem ise başka bir tedarikçide majör alt sistemin parçası haline gelmektedir. Sahte parça ticaretinin altında yatan unsurlar Çizelge 3.8'de özetlenmiştir:



Çizelge 3.8. Sahte parça probleminin altında yatan unsurlar (Bodner, 2014)

Kategori	Unsurlar
Operasyonel sistemler & unsurlar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- İşin kırılımlı yapısı (major &amp; minor alt sistemler, komponentler vb.)</li> <li>- Sistem tasarımlarının sahte parçalara imkân vermesi</li> <li>- Görev profilleri</li> <li>- Sistem performans kriterleri (teknik performans, emre amadelik, yaşam döngüsü maliyeti, güvenilirlik ve güvenlik)</li> <li>- Nominal sistem performansı ve sahte parça etkisindeki performansı</li> <li>- Bakım ve tamir takvimleri, teknoloji yükseltme politika ve takvimleri;</li> <li>- Yaşam döngüsü boyunca sistem özellikleri</li> <li>- Sahte parçalar</li> </ul>
Tedarik Zinciri	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Savunma Bakanlığı tedarik zincirinin küresel yapısı</li> <li>- Program ve tedarikçi ağı</li> <li>- Güvenilir dökümhane ağı</li> <li>- Yaşam döngüsü boyunca parça akışının evrimi</li> <li>- Sahte parça ağları</li> </ul>
Kurumsal Davranış	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kurumsal aktörler, programlar ve tedarikçiler</li> <li>- Tedarikçi davranışı ve adaptasyon</li> <li>- Tedarikçi azaltma</li> <li>- Savunma Bakanlığı kurumları (system mühendisliği, lojistik ve malzeme hazırlığı, politikalar)</li> <li>- Yasal yaptırım</li> <li>- Sahte parça tedarikçisi motivasyonu ve kabiliyetleri</li> <li>- Sahte parça tedarikçisi risk ve teşvik davranışı</li> <li>- Sahte parça tedarikçisi adaptasyonu</li> </ul>
Politika	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kritiklik seviyesi analizi</li> <li>- Test yaygınlığı</li> <li>- İzleme/izlenebilirlik kullanımı</li> <li>- Tedarikçi vasıflandırma</li> <li>- Cezalar ve izin verilmeyen maliyetler</li> <li>- Geçersiz, miadı dolmuş parça yönetimi</li> <li>- Yasal yaptırım yaklaşımı</li> </ul>
Exojen ortam	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Program yaşam döngüsü boyunca teknolojik ilerlemeler</li> <li>- Teknolojik off-shore</li> <li>- Tehdit profilleri</li> </ul>

Son yıllarda özellikle elektronik ürünler (Entegre çipler ve dirençler) sahte parça olarak yoğunluk göstermektedir. Bazı firmaların kırım sahaları ya da bertaraf tesislerinden aldıkları ürünleri yeniden paketledikleri ve yeni ürün olarak pazara soktukları görülmektedir. İnternet satışları bu alandaki riski arttırmaktadır. Buna karşılık sahte parça kavramı sadece bu kapsamda değerlendirilmemelidir. Her türlü komponent, malzeme için bu riskin var olduğu bilinmelidir. Bodner (2014), benzer görüş vermekte ve sahte parçaların çoğunlukla elektronik komponentlerde görüldüğünü teyit etmektedir. Bu parçaların sisteme girdikten sonra tespit edilmeleri zordur.

Elektronik parçaların savunma, havacılık ve uzay sanayisinde uygulama alanları diğer sektörlerle mukayese edildiğinde sayısal olarak düşük olduğundan etkisi sınırlı kalmaktadır. Yarı iletkenlerin savunma havacılık sektörüne satış oranı toplam satışların %1'i civarındadır. Aynı oran telekomünikasyon ve bilişim sektöründe %65'leri bulmaktadır. Savunma havacılık sektörünün kalite, güvenilirlik ve performans gereksinimleri diğer sektörlerden çok daha yüksek olduğundan sahte ürün etkisi çok daha büyük olmaktadır (SCMH, 2014).

Sahte parçalar sektörün performans, güvenilirlik ve emniyetini tehlikeye sokmaktadır. Sistemler çok uzun süreler kullanılmak üzere tasarlandığından sahte parçalara çok duyarlıdır. Sektör kısa yaşam döngüsüne sahip elektronik komponentler ile uzun yaşam döngüsüne sahip sistemleri desteklemekte zorluk çekmektedir. Bir üreticinin ortadan kalkması orta uzun vadede sektörü sahte ürün tehdidine açık bırakmaktadır.

Oriero ve Hasan (2019), çalışmalarında entegre devrelerdeki sahte parça üzerine bu kapsamda bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmaya göre bu parçalar bir şekilde elektronik bir cihaz içerisine girdiklerinde azalan kalite, performans ve güvenilirlik durumu ortaya çıkmaktadır. Örneğin sahte bir entegre devre kritik askeri bir misyon gerçekleştiren sistemde yer alırsa sonuçlar ölümcül olabilir. Askeri elektronik sistemin güvenlik ve güvenilirliği potansiyel olarak olumsuz etkilenir.

Oriero ve Hasan (2019), bazı elektronik sahte parça türlerini tanımlamışlardır.

Buna göre elektronik sahte parça türleri şunlardır;

- Geri dönüşüm parçalar
- Yeniden etiketlenmiş ya da yeniden paketlenmiş parça
- Yasal olmayan üretim (Örn. fazla sayıda olması)
- Düşük spesifikasyonlara sahip parça karıştırma
- Klonlama, tersine mühendislik
- Evrakta usulsüzlük
- Yapısal modifikasyonlar

Elektrik, elektronik ve elektromekanik ürünlere yönelik olarak sahte parça tespit, azaltma ve ortadan kaldırma amaçlı olarak AS 5553:2019 standardı yayımlanmıştır. Bu standardın ilk yayım tarihi 2009 yılına dayanmaktadır (SAE, 2019).

Sektördeki potansiyel risklerle ilişkili olarak düzenleyici kurumlar hatalı ve yanlış yönlendirici beyanlara yönelik yasal düzenlemeleri uygulamaya koymuşlardır. Cezalar ve lisans iptali vb. uygulamaların yanı sıra sahte parça ticaretine yönelik cezalar yasalara yerleşmeye başlamıştır. Bilerek sahte parça temin etmenin cezaları çok yüksek olabilir.

Örneğin ABD hava aracı emniyeti yasası madde 38, her bir ihlal için 10 yıl ile müebbet hapis cezası ile 250.000 Amerikan Doları ile 1.000.000 Amerikan Doları arası cezalar öngörmektedir. Kuruluşlar için 20.000.000 Amerikan Dolarına varan cezalar söz konusudur. Buna karşılık ABD dışında ülkelerde var olmayan ya da cüzi cezalar bu suçların soruşturulmasını zorlaştırmaktadır (SCMH, 2014).

Sahtecilik ya da sahte parça tanımının ülkeden ülkeye farklılık göstermesi de sektörün yaşadığı zorluklardan birisidir. İş ortamlarının global hale gelmesi ve uzun tedarik zincirlerinin yer aldığı muhtelif ülkeler yasal tedbirlerin alınması konusunda eksikliklere sebep olmaktadır.

AS 9100 standardı kuruluşlardan sahte ve şüpheli ürünlerin kullanımının ve müşteriye teslimlerinin önlenmesine yönelik olarak kuruluş ve ürün şartlarına uygun prosesleri planlamasını, uygulamasını ve kontrol etmesini talep etmektedir. Bu proses kapsamında:

- Gerekli personelin sahte parçaların önlenmesi konusunda bilinç kazanmak üzere eğitilmesi,
- Parçaların geçersiz hale gelmesi (miat vb.) ile ilgili bir izleme programı uygulanması,
- Satın alınan ürünlerin orijinal, yetkili imalatçı ya da dağıtıcı veya diğer onaylı kaynaklardan temin edilmesi için kontrollerin bulunması,
- Parça ya da komponentlerin orijinal ya da yetkili imalatçılara kadar izlenebilirliğinin temin edilmesi için gereksinimlerin belirlenmesi,
- Sahte parçaların tespit edilebilmesi için doğrulama ve test yöntemlerinin var olması,
- Dış kaynaklar tarafından yayımlanan raporların izlenmesi,
- Şüpheli ya da tespit edilmiş sahte parçaların karantinaya alınması ve raporlanması yer almaktadır (AS 9100:2016).

Oriero ve Hasan (2019), çalışmalarında elektronik tedarik zincirinde yer alan sahte parçaları incelerken, aynı zamanda bu parçaların tespit edilmesine yönelik teknikleri de incelemişlerdir. Bu yöntemlerin uygulanması ile sahte parçalara karşı proaktif tedbirler almak mümkün olabilir, lakin yine de verimli, düşük maliyetli başkaca mekanizmalara da ihtiyaç olduğu teyit edilmiştir.

Sahte parçalar için risk azaltma stratejileri şunlardır:

- a. Program ya da ürün yaşam döngüsünün anlaşılması
- b. Tedarik zinciri hiyerarşisi
- c. Tedarik zinciri yönetimi – satınalma
- d. Satın alınan ürünün doğrulanması
- e. Malzeme kontrolü – uygun olmayan ürün yönetimi
- f. Soruşturma
- g. Raporlama

Amerikan havacılık otoritesi (FAA) tarafından oluşturulan bir raporlama ve sahte parça yayımlama altyapısı mevcuttur (FAA, 2019). Özellikle elektronik sektörü sahte parça bilincini artırmak ve izlenebilirliği sağlamak üzere girişimlerde bulunmaktadır. Bu amaçla eğitim programları ve bildirim sistemleri işletilmektedir (ERAI, 2019).

#### **f. İnsan faktörü**

Havacılık emniyeti yüksek oranda bakım faaliyetlerine dayanır. Bakım olmaksızın sistemler geriye gidecek ve performansları düşecektir. Hava araçları için bakım emniyetli operasyonu sürdürmek için çok kritiktir. Havacılık teknolojisi ve hava trafik emniyeti sorumluluk alanına düşen kazalarda azalma olmasına rağmen, bakım kaynaklı kazalarda son elli yılda bir azalma olmamıştır. Bakım kaynaklı kaza ya da olayların sebeplerini araştıran çalışmalar faktörleri iki grupta değerlendirmektedir: (1) birey ile ilişkili faktörlerden kaynaklı bakım hataları, (2) bakım hatasına sebebiyet veren yönetim ile ilişkili faktörler (Bao ve Ding, 2014).

Bakım onarım kuruluşları için uygulanan AS 9110 standardı kapsamında daha büyük önem arz eden insan faktörü kavramı, AS 9100 standardı kapsamında da uygunsuzlukların muhtemel sebeplerinden biri olarak değerlendirilir. Kalite yönetim sistemi bağlamında insan faktörü, insan hatalarının altında yatan sebepleri açıklayan bir disiplindir. İnsan faktörü özellikle uygunsuzluklar için gerçekleştirilen düzeltici faaliyetler ve bu kapsamda yürütülen kök sebep analizleri için önem taşımaktadır.

AS 9100 standardı kapsamında sistemde tespit edilen uygunsuzluklar için talep edilen düzeltici faaliyet sistemi kök sebep analizini zorunlu tutmaktadır. Bu çerçevede kök sebeplerden birisi olarak talep edilen insan faktörü ilişkili sebepler Çizelge 3.9'da verilen başlıklarla değerlendirilmesi zorunlu tutulmuştur.

Çizelge 3.9. Uygunsuzluk sebepleri olarak insan faktörleri (AS 9101, 2016)

Hata Kodu	Açıklaması	Detaylar
RE3	Uygun olmayan işletme ortamı	Sıcak, nem, ışık, gürültü temizlik vb. unsurların çalışma ortamını destekleyecek uygunlukta olmaması
HF1	Dikkat ve konsantrasyon eksikliği	Göreve odaklanma ve ilgi duyma eksikliği
HF2	Baskı ve stres	Aşırı yüklü olma durumu. Acil, değişen ve çelişen talepler. İş için yeterli zaman olmaması
HF3	Dikkat dağınıklığı	İş ortamında diğer personel ya da başkaca sebeplerle ilginin dağılması
HF4	Yorgunluk	İş ortamı ergonomisi, iş yükü, çalışma saatleri ya da kişisel durumdan kaynaklı fiziksel ya da zihinsel yorgunluk hali.

Bakım hataları karar desteği (MEDA) bakım ve/veya muayene elemanı kaynaklı olayları araştırmak için kullanılan yapısal bir süreçtir. Boeing tarafından geliştirilen ve FAA ile diğer endüstri ortakları tarafından geliştirilmiştir (Bao ve Ding, 2014). MEDA (Maintenance Error Decision Aid) sektörde kullanılan bir yöntem olarak sekiz tür hata ve hatalara katkıda bulun on faktörün tanımlamasını yapmıştır. Katkıda bulunan faktörler Çizelge 3.10'da verilmektedir (MEDA, 2013).

Çizelge 3.10. Hatalara katkıda bulunan faktörler (MEDA, 2013)

Harf Tanımı	Faktör Açıklaması
A	Bilgi
B	Ekipman / Alet / Emniyet Ekipmanı
C	Uçak tasarımı / Konfigürasyon / Parça
D	İş / Görev
E	Teknik Bilgi / Beceri
F	Bireysel Faktörleri
G	Çevre / Tesisler
H	Organizasyonel Faktörler
I	Liderlik / Nezaret
J	İletişim

İnsan faktörü prensipleri kazaların önlenmesi açısından dört adettir. Bu dört prensibi kaliteye adapte ettiğimizde elde edilen prensipler Çizelge 3.11'de verilmektedir.

Çizelge 3.11. İnsan faktörü prensiplerinin kaliteye uyarlanması (SCMH, 2014)

İnsan Faktörü Prensipleri	
Kaza ve Olay Önleme Açısından	Kalite Açısından
Sıfır Kaza	Sıfır Hata
Olay Raporlama	Uygunsuzluk Raporlama
İnsan Faktörlerinin Yönetimi	İnsan Faktörlerinin Yönetimi
Emniyetli İş Yapma	Doğru İş Yapma

İmalat sektöründe hatalara sebep olabilecek insan faktörleri altı ana kategoride değerlendirilmektedir (SCMH, 2014):

1. Ergonomi: Makine tasarımı, kalıp tasarımı, malzeme akışı, herşeyin eline gelmesi, sezgisel kullanım, operasyonların karmaşıklığı.
2. Ekipman: Uygun ekipman, uygun kıyafet, ekipmana erişim, hammadde.
3. Kültür: Yönetim davranışı, yapar/yapamaz, ürün/hizmet ile gurur duyma, yerel kültür, müşteri değerleri, ödül ve tanınma, ticari baskılar, kaynakların sağlanması.
4. Yetkinlik: Bilgi, yetenek, tecrübe, prosedür, doküman, talimat, eğitim, koçluk, yardım ve destek.
5. Çevre: Çalışma saati, sıcaklık, ışık, gürültü, dikkat dağıtıcı unsurlar, emniyet, dinlenme tesisleri
6. Duygular: Zihinsel durum, fiziksel sağlık, değerlilik algısı, güven, arkadaşlarla ilişkiler, yetkili davranışı.

Bu çerçevede yapılan değerlendirme ile MEDA (2013), kapsamında ele alınan hataların insan faktörü ile ilişkili bulunanları Çizelge 3.12'de verilmektedir.

Çizelge 3.12. Bakım hataları insan faktörü ilişkisi (MEDA, 2013)

Ana Faktör	Açıklama
Bireysel Faktörler	Fiziksel sağlık
	Yorgunluk
	Zaman baskısı
	Ortam baskısı
	Kayıtsızlık
	Vücut ebatları / Güç
	Kişisel olaylar
	Dikkat dağınıklığı
	Unutma
	Görsel algı
	Görüş beyan edememe
	Stres
	Durumsal farkındalık
İş ve görev doygunluğu	
Diğer (ör: devamsızlık)	
Çevre / Tesisler	Gürültü
	Aşırı sıcak
	Aşırı soğuk
	Nem
	Yağmur
	Kar
	Işık
	Rüzgâr
	Titreşim
	Temizlik
	Zehirli tehlikeli maddeler
	Güç kaynakları
	Yetersiz havalandırma
İşaretleme	
Etiketleme/Plakard	
Kapalı alanlar	
Diğer (ör: organize olmayan alan)	

İnsan faktörleri anlaşıldığında doğru kültürün kuruluşlarda oluşturulması ve hataların önlenmesi artacaktır. Yönetim destekli hata önleme programlarının bu sayede uygulanması ve azalan uygunsuz ürünlerle birlikte müşteri memnuniyetinin artırılması ve ürün emniyetinin sağlanması mümkün olacaktır (SCMH, 2014).



### **g. Yabancı madde hasarı (FOD)**

AS 9100 standardı, 8.1.1 operasyonel planlama ve kontrol, 8.5.1 üretim gerçekleştirmenin kontrolü ve 8.5.4 koruma başlıkları altında yabancı maddeye işaret etmektedir. Bu noktada yabancı madde hasarı (FOD) kavramı karşımıza çıkmaktadır. Yabancı madde hasarı ürünün beklenen emniyet ve/veya performans gereksinimlerini etkilesin ya da etkilemesin fiziksel veya ekonomik olarak ifade edilebilen yabancı madde kaynaklı hasar ya da olaydır (SCMH, 2014).

Yabancı maddelere örnek olarak el aletleri, montaj parçaları, talaş ve hurdalar verilebildiği gibi kişisel malzemeler, mücevher, düğme ya da kalem dahi yabancı maddedir. Yabancı maddeler sektörün yapısı gereği felakete yol açabilir ve makine, proses, çevre ya da insan tarafından oluşturulabilir. Yabancı madde kaynaklı olarak tam yapılamayan bir sızdırmazlık işlemi sızıntılara sebep olabilir. Bu sızıntıya bağlı olarak iniş takımı açılmayabilir (SCMH, 2014).

Zhu vd. (2019), uçak motorlarında kullanılan titanyum malzemenin yabancı madde hasarı kaynaklı yorulmasına yönelik deneysel bir araştırma yaparak, sektör açısından önemli olan bu riski malzeme açısından değerlendirmişlerdir. Yabancı madde hasarı kaynaklı çatlakların büyüme formları mikro yapısal olarak bu çalışmada analiz edilmiştir.

Bakım kapsamında yer alan hatalar araştırıldığında bakım hataları kategorilerinden birisi de yabancı madde (FOD)'dir. Bakım hatası kategorileri Çizelge 3.13'te verilmektedir. Beşinci kategori başlı başına yabancı maddeye ayrılmıştır.

Çizelge 3.13. Bakım hatası kategorileri (MEDA, 2013)

No	Faktör Açıklaması
1	Montaj
2	Servis
3	Bakım
4	Muayene
5	Yabancı Madde Hasarı (FOD)
6	Uçak/Ekipman hasarı
7	Kişisel yaralanmalar
8	Diğer

Bu sebeple yabancı madde hasarı önleme uygulamaları üretim, bakım ve işletme süreçlerinin tamamında gerçekleştirilmelidir. Bakım ve tesis yönetimi gibi destek süreçler de uygulamalara katılmalıdır. Başarılı bir yabancı madde önleme programı her seviyede çalışanın katılımı ve desteği ile mümkündür. Program herkesin sorumluluğudur.

Marandi vd. (2013), sonlu elemanlar analizi kullanarak yorulma analizi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında yabancı madde kaynaklı hasarların her seferinde ağır sonuçlar vermese de fan, kompresör ve palelerde yorgunluğa bağlı olarak ürün ömrünü azalttılarını ve bu sebeple tamir bakım ihtiyacının erkene çekildiğini değerlendirmişlerdir.

Bu çerçevede IAQG tarafından yabancı madde hasarı önleme programı için proaktif olarak FOD olaylarına engel olabilecek bir sürekli iyileştirme modeli önerilmektedir. Model Şekil 3.9'da görsel olarak verilmiştir.

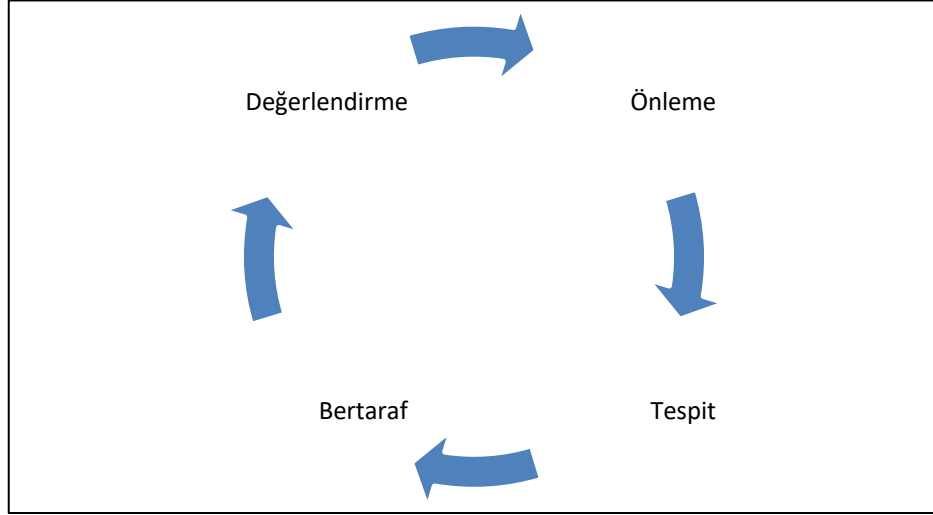


Şekil 3.9. Yabancı madde hasarı önleme programı (SCMH, 2014)

Bir yabancı madde hasarı programı ürün kalitesi ve proses bütünlüğü açısından şu bileşenlerden oluşur (SCMH, 2014):

- FOD bilincinin sağlanması eğitimleri
- FOD önleme alanlarının tespiti ve işaretlenmesi
- Parçaların korunması /malzemelerin taşınması
- Genel temizlik
- Raporlama / Soruşturma
- FOD yönetimi ve liderlik
- Montaj, imalat ve tesis yönetim süreçleri
- El aletleri sorumluluğu
- Performans ölçümü metrikler
- İletişim, geri besleme
- Sarf malzemesi sorumluluğu
- Donanım kontrolü
- Personel kontrolü
- Tasarım aşamasında dikkate alınan hususlar

ABD sivil havacılık otoritesinin (FAA) havalimanları için öngördüğü FOD programı rehberinde de benzer bir model öngörülmektedir. Model görseli Şekil 3.10, adımları ise Çizelge 3.14 aracılığı ile verilmektedir (FAA, 2010).



Şekil 3.10. Yabancı madde hasarı programı (FAA, 2010)

Çizelge 3.14. Yabancı madde hasarı programı (FAA, 2010)

Yabancı Madde Hasarı Yönetim Programı Adımları	
Önleme	Bilinç (FOD programı varlığı ve yönetim desteği) Eğitim Bakım
Tespit	Operasyon (İnsan ve ekipman ile yapılan kontroller) Ekipman
Bertaraf	Ekipman Operasyon
Değerlendirme	Veri toplama ve analiz Sürekli iyileştirme

IAQG, bu amaçla ilave bir standart geliştirmiştir. AS 9146:2017 standardı, yabancı madde hasarı önleme programının oluşturulması ile ilgili olarak şu gereksinimleri tanımlamakta ve uygulayan kuruluşlardan talep etmektedir:

- Program yönetimi (planlama, risk analizi, sorumluluklar, dokümantasyon)
- Operasyonlar (operasyon tipine uygun kontrollerin geliştirilmesi)
- Alan tanımlama
- Eğitim ve personel erişimi
- Ürün koruma
- Temizlik ve sürekli temizleyerek ilerleme (clean-as-you-go)

- g. Sarf malzemesi, donanım ve kişisel malzeme sorumluluğu ve kontrolü
- h. Takım sorumluluğu ve kontrolü

Program uygulama sürecinde muhtelif aşamalarda dokümante edilmiş bilgi oluşturulmasını ve saklanmasını talep eder (AS 9146, 2017).

Yabancı madde hasarı ürün yaşam döngüsü boyunca savunma ve havacılık sektöründe dikkate değer bir risk unsuru olarak etkin yönetim ve kontrol gereklidir.

#### **h. İleri Ürün Kalite Planlaması (APQP)**

Genel sistem teorisi muhtelif sistemlerin çalışılması ve tasarlanması için prensipleri ortaya koymaktadır. Bu bakış açısından teknik ve yönetim sistemlerinin temel tasarım prensiplerini belirlemek mümkündür. Ürün kalite planlamasının tasarlanması ve anlaşılması için “İleri Ürün Kalite Planlaması (APQP)” kavramı genel olarak uygulanır. Bu kavram otomotiv sektörü tarafından geliştirilmiştir (Bobrek ve Sokovic, 2005).

AS 9100 kalite yönetim sistemi, 8.1 maddesi çerçevesinde operasyonel planlama ve kontrol şartlarını tanımlarken bu planlamanın bir çıktısı olarak “Spesifik bir ürüne, hizmete, projeye ya da sözleşmeye ait kalite yönetim proses detayları ve gerekli kaynakları tanımlayan dokümante edilmiş bilgiye kalite planı denebilir.” demektedir.

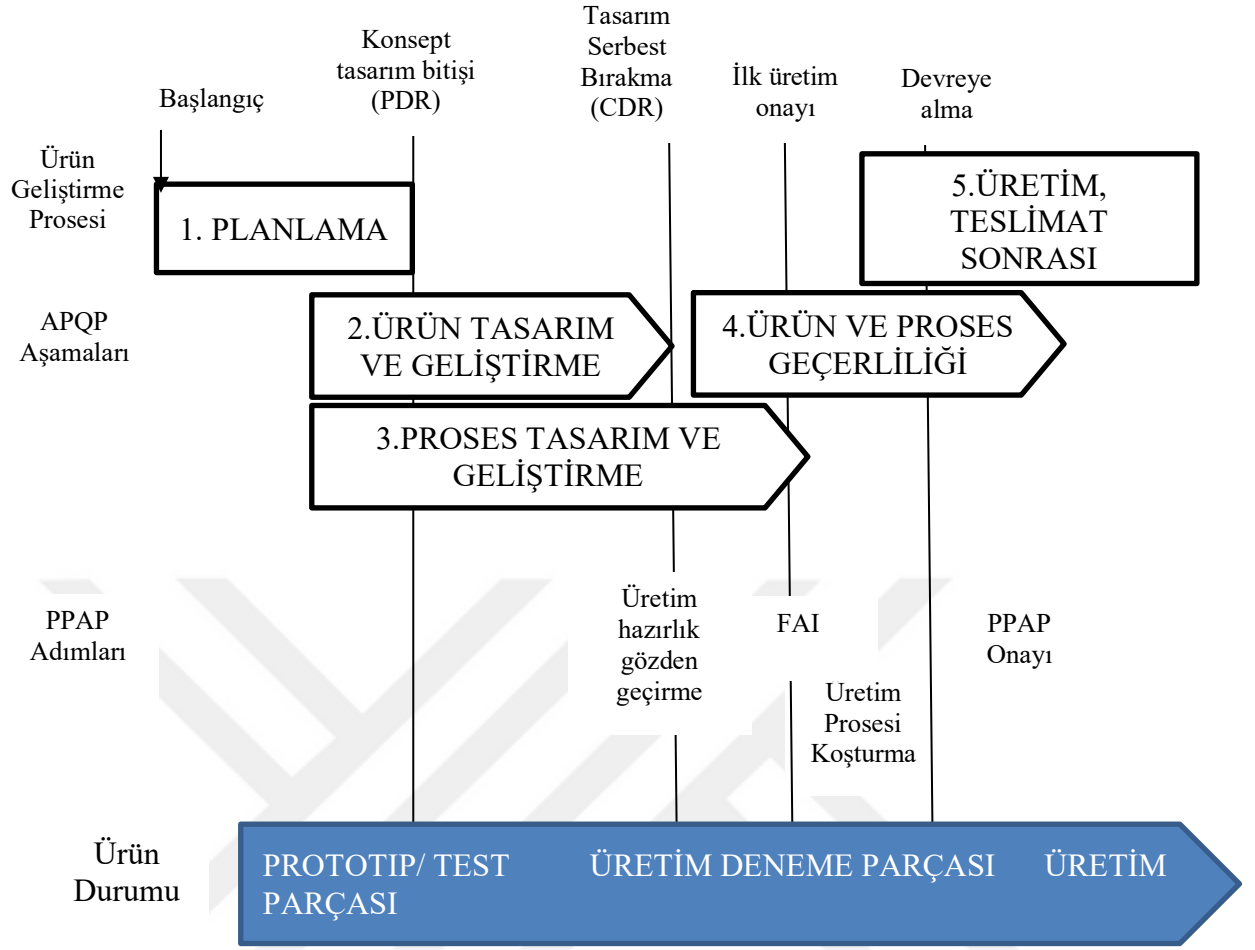
Otomotiv sektörü tarafından başlatılan ileri ürün kalite planlaması, son dönemde oluşturulan savunma, havacılık ve uzay sektörü için hem ileri ürün kalite planlaması (APQP) hem de üretim parçası onay prosesi (PPAP) gereksinimlerini tanımlayan AS 9145:2016 standardı vesilesiyle daha etkin uygulanabilir hale gelmiştir. Bir ürün kalite planlaması için zaman planı Şekil 3.11’de verilmektedir.



Şekil 3.11. Ürün kalite planlaması zaman planı (Bobrek ve Sokovic, 2005)

Peter vd. (2016), ürün geliştirme karar süreçlerinde ileri ürün kalite planlamasının yer aldığını değerlendirmişlerdir. APQP geliştirme için bir rehberdir. Bu şekilde sonuçlar tedarikçiler ve otomotiv şirketleri ile paylaşılır. Geliştirme, endüstriyel hale getirme ve ürün devreye alma aşamalarında tanımlanan yirmi üç başlık bu kapsamda henüz daha üretim başlamadan değerlendirilmiş olur ve beklenmedik durumların önüne geçilmiş olur.

Şekil 3.11’de verilen modelin AS 9145 standardında PDR, CDR, FAI gibi havacılık terminolojisi ilave edilmiş hali ise Şekil 3.12’de verilmektedir.



Şekil 3.12. Ürün geliştirme süreci ve APQP (AS 9145,2016)

APQP kapsamında üretim faaliyetlerine esas olacak bir PPAP (üretim parçası onay prosesi) dosyasında aşağıdaki bilgi ve dokümanlar yer alacaktır (AS 9145, 2016):

1. Tasarım kayıtları
2. Tasarım risk analizi (örn. DFMEA) sadece tasarım sorumlusu firmalar için
3. Proses akış şeması
4. Proses hata türü ve etki analizi (PFMEA)
5. Kontrol planı
6. Ölçüm sistemleri analizi (MSA)
7. İlk proses kabiliyeti çalışmaları
8. Paketleme, koruma ve etiketleme onayları
9. İlk numune onay raporu (FAIR)

10. Müşteri PPAP gereksinimleri

11. PPAP onay formu ya da eşdeğeri

Pop ve Elod (2015) otomotiv sektöründe kalite yönetim sistemi uygulamalarının ürün kalitesini artıracığını vurgularken istatistik proses kontrol (SPC), ölçüm sistemleri analizi (MSA), ileri ürün kalite planlaması (APQP) ve üretim parçası onay prosesi (PPAP) çalışmalarının zorunlu olduğunu belirtmektedirler. Her ne kadar bir uygulama standardı olarak AS 9145 yayımlanmış olsa da müşteri özel şartı olmaması durumunda henüz savunma ve havacılık sektörü için zorunlu değildir.

### **i. İlk ürün kontrolü (FAI)**

AS 9100 standardı 8.5.1.3 maddesi kapsamında üretim prosesinin doğrulanmasını bir gereksinim olarak tanımlamaktadır. Bu şekilde üretim prosesinin gereksinimlere uygun ürün üretmesi garanti altına alınacaktır. Risk değerlendirme, kapasite etütleri vb. çalışmalar yanı sıra kuruluşlar yeni bir parça ya da montajın ilkinin üretim prosesini, üretim dokümantasyonunu ve kalıp, aparatı doğrulamak için kullanır. Bu faaliyet proste meydana gelen değişiklikler (mühendislik değişiklikleri, üretim prosesi değişiklikleri, kalıp değişiklikleri vb.) durumunda yenilenir. Bu faaliyete genel olarak ilk ürün kontrolü (FAI) adı verilmekte ve kayıtları tutulmaktadır (AS 9100, 2016). FAI uygulamasına yönelik olarak AS 9102 standardı IAQG tarafından yayımlanmıştır. Standart en son 2014 yılında revize edilmiştir.

Etkin bir biçimde yürütülen FAI süreci sonucunda:

- Üretim prosesinin uygun ürün çıkaracağına dair güven kazanılır.
- İmalatçıların ürün gereksinimlerini anladıklarından emin olunulur.
- Proses kabiliyeti ile ilgili nesnel kanıt elde edilir.
- Üretim başlangıcı ve proses değişikliklerinden kaynaklanan riskler azaltılır.
- Ürün uygunluğu ile ilgili güvence elde edilir.



FAI sürecinin temel amaçları şunlardır:

- Müşteriye ulaşan uygun olmayan ürünlerin, risk ve maliyetlerin azaltılması,
- Uçuş emniyetinin sağlanması,
- Kalite ve zamanında teslimat seviyesi ile müşteri memnuniyetinin artırılması,
- Ürün uygunsuzluklarına bağlı gecikmeler ve maliyetlerin azaltılması,
- Uygun ürün çıkaramayan üretim proseslerini tespit ederek düzeltici faaliyetlerin başlatılması.

FAI süreci adımları verilen sıra ile uygulanır ve kayıt altına alınır:

1. Üretim prosesleri ile ilgili dokümanların incelenmesi (rota kartı, operasyon ya da kalite planı, iş talimatları) ile tüm operasyonların planlandığı şekilde gerçekleştirildiği ve doğru spesifikasyonlar, malzeme ve şartlar ile onay noktalarına işaret ettiğinin doğrulanması.
2. Destek dokümanların bütünlük açısından incelenmesi (muayene verileri, test verileri, kabul testlerine ilişkin veriler, özel proses onayları).
3. Hammadde ve özel proses kalifikasyonlarının doğru spesifikasyonlar, malzeme tipi, şartlar ve onaylar açısından doğrulanması.
4. Müşteri onaylı kaynakların kullanıldığının doğrulanması.
5. FAI raporunda var olan uygunsuzluk dokümantasyonunun incelenmesi.
6. Tanımlanan kalıp, aparatın kullanıldığının doğrulanması ve Form 3 üzerine kaydedilmesi.
7. Her bir tasarım karakteristiğinin başlı başına tanımlandığı ve buna ilişkin ölçümlerin izlenebilir biçimde kaydedildiğinin doğrulanması.
8. Üretim prosesinin çıktıları olan tasarım karakteristiklerinin uygunluğu gösterecek şekilde ölçüldüğü, muayene edildiği, test edildiğinin doğrulanması. Bu kapsamda varsa dijital ürün tanımları da yer alır.
9. Ürün işaretlemesinin okunaklı ve doğru boyutta, uygun biçimde yapıldığının doğrulanması ve doğru yerde işaretlendiğinin teyit edilmesi (AS 9102, 2014).

FAI raporlanırken AS 9102 eklerinde verilen formlar kullanılabilir. Form üzerinde yer alan harf tanımlamaları şunlardır:

R: Zorunlu

CR: Şarta bağlı zorunlu (örn. Seri numarası varsa mutlaka yazılmalıdır)

O: Opsiyonel

FAI raporu AS 9102 kapsamında üç adet formdan oluşur:

Form 1: Parça numarası ve alt montajların (varsa) parça numaralarını

Form 2: Ürün detayları malzeme, özel prosesler ve fonksiyonel testleri

Form 3: Özellikler, doğrulama ve uyumluluk değerlendirmesini kapsar.

FAI raporunda müşteri onayı yer alır ve tercihen müşteri tarafından onaylanır.

#### **j. Ürün emniyeti**

Bir ürünün tasarım ya da kullanım amacına uygun performansı insan ya da mülkiyete zarar vermeden gösterebilme durumu ürün emniyeti olarak tanımlanır. Bu kapsamda kuruluşlar ürün emniyetinin ürün yaşam döngüsü boyunca sağlanabilmesini temin etmek üzere prosesleri planlamalı, uygulamalı ve kontrol etmelidir. Bu prosesler arasında:

- Tehlikelerin analizi ve ilgili risklerin yönetilmesi
- Emniyet kritik parçaların yönetilmesi
- Emniyeti etkileyen gerçekleşmiş olayların analizi ve raporlanması
- Bu olaylarla ilgili gerekli iletişimin sağlanması ve kişilerin eğitimi yer alır (AS 9100, 2016).

#### **k. Konfigürasyon yönetimi**

AS 9100 standardı, kuruluşların konfigürasyon yönetimi ile ilgili bir prosesi planlamalarını, uygulamalarını ve kontrol etmelerini talep etmektedir. Bu proses kuruluşun ürün ve hizmetlerine uygun olmalı, fiziksel ve fonksiyonel özelliklerin ürün yaşam döngüsü boyunca tanımlanmasına ve kontrolüne imkan sağlamalıdır (AS 9100:2016).

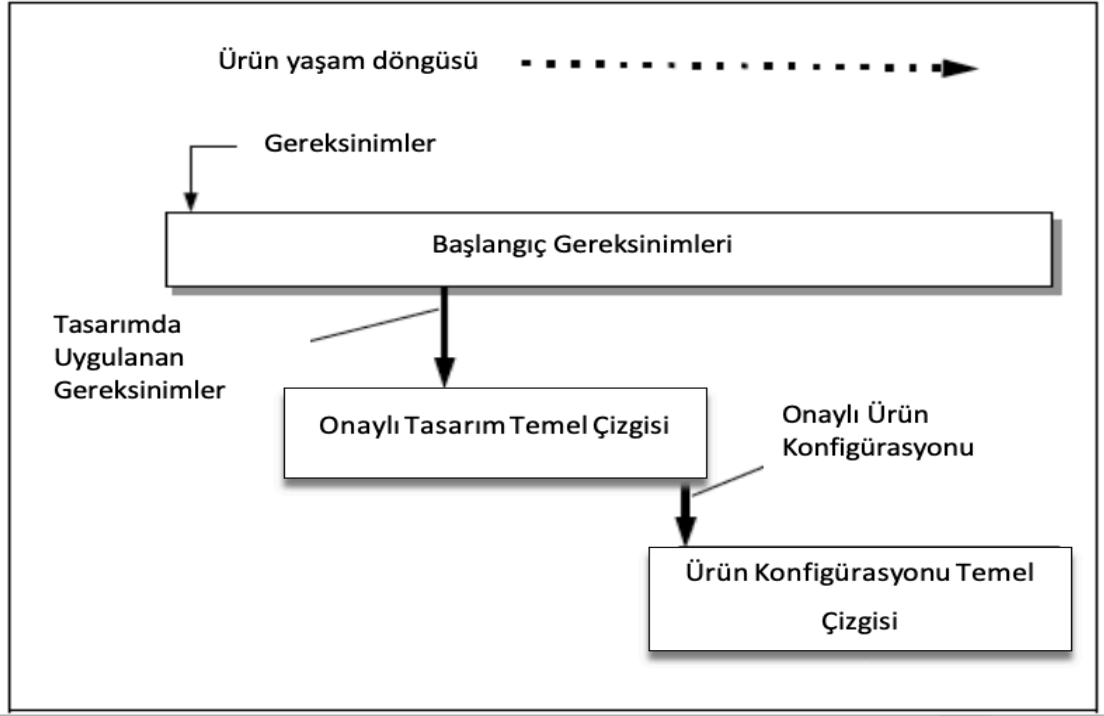
Konfigürasyon bir ürünün, ürün konfigürasyon bilgilerinde tarif edilen, birbiriyle ilişkili fonksiyonel ve fiziksel özellikleridir. Konfigürasyon yönetimi konfigürasyon faaliyetlerini yönlendirmek ve kontrol etmek için yapılan koordineli faaliyetler olarak tanımlanır. Konfigürasyon yönetimi genellikle bir ürünün yaşam döngüsü boyunca, o ürünün ve ürün konfigürasyon bilgilerinin kontrolünü sağlayan ve devam ettiren teknik faaliyetler ve organizasyon faaliyetleri üzerine odaklanır (ISO 10007, 2017).

Xu vd. (2013), konfigürasyon yönetimini bir konfigürasyon kaleminin teknik ve idari yönlerine uygulanan bir yönetim disiplini olarak tanımlamıştır. Bu disiplin tasarım, üretim ve satış sonrası destek dahil ürün yaşam döngüsünün tamamına uygulanır ve bu açıdan yaşam döngüsü yönetiminin entegre bir parçasıdır.

Konfigürasyon yönetimi prensipleri sektör tarafından kabul görmüş temel esaslara ve uygulamalara dayanmaktadır. Bu şekilde:

- Ürünlerin fonksiyonel, performans ve fiziksel özelliklerinin düzenli bir biçimde oluşturulması, dokümente edilmesi ve sürdürülmesi,
- Özelliklerde meydana gelen değişikliklerin yönetilmesi,
- Ürün geliştirme, fabrikasyon, üretim, kullanım, bakım, satınalma ve bertaraf için gerekli olan doğru bilgiye erişimin sağlanması hedeflenmektedir (ANSI/EIA-649, 1998).

Ürün tipi ve yaşam döngüsündeki yerine bakılmaksızın ürünle ilgili her değişiklik, sistematik ve ölçülebilir bir süreç kullanılarak yürütülmelidir. Bu süreç, değişiklik ihtiyacının belirlenmesinden, değişiklik etkilerinin dokümente edilmesine, teklif edilen değişikliğin koordine edilmesine (onaylama ya da reddetme), onaylanan değişikliğin ürüne ve ilgili dokümanlara uygulanmasına ve ürün tanımının uygunluğunun doğrulanmasına kadar sürer. Buna ek olarak temel konfigürasyonda meydana gelen değişikliklerin tanımlanması, dokümente edilmesi, onaylanması ve uygulanması bu çerçevede ele alınır. Temel konfigürasyonun görsel açıklaması Şekil 3.13 aracılığı ile verilmektedir (ANSI/EIA-649, 1998).



Şekil 3.13. Konfigürasyon temel çizgisi (ANSI/EIA-649,1998)

Konfigürasyon yönetimi aşamaları ve bu aşamalara ait bazı kritik faaliyetler şunlardır (ANSI-EIA- 649, 1998):<sup>4</sup>

- Konfigürasyon yönetimi planlaması (*seçim, özelleştirme, rehberlik, değerlendirme*):
  - Uygulama ortamının belirlenmesi
  - Araç, teknik ve yöntemlerin seçilmesi
  - Uygulama planlanması
  - Kuruluş proseslerine entegrasyon
  - Prosedürlerin hazırlanması, eğitimler, performans ölçümü
- Konfigürasyonun tanımlanması (*özellikler, tanımlayıcılar, temel çizgiler*):
  - Ürün yapısı ve alt parçaların belirlenmesi
  - Her bir parça için eşsiz bir numara belirlenmesi
  - Konfigürasyon doküman türleri ve formatlarının seçilmesi

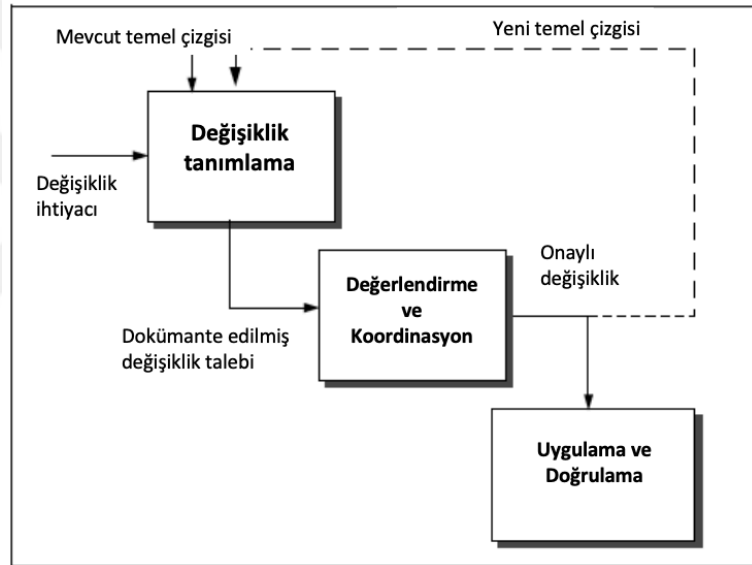
<sup>4</sup> Her aktivite her uygulama ortamı için geçerli olmayabilir.

- Konfigürasyon dokümantasyonu gözden geçirilmesi ve koordinasyonu, gerekli ise müşteri onayı alınması
- Serbest bırakma prosesinin oluşturulması (Konfigürasyon dokümanlarının serbest bırakılması ve kullanım onayı)
- İç tasarım kontrolü ve gerekli ise müşteri konfigürasyon değişiklik yönetimi için temel konfigürasyon dokümantasyonu
- Seri ya da lot numaralarının verilmesi
- Ürünlerin bu tanımlayıcılarla işaretlenmesi ya da etiketlenmesi
- Ürün, konfigürasyon verileri ve ilişkili veriler arasında korelasyon sağlanması
- Konfigürasyon değişiklik yönetimi:
  - Değişiklik ihtiyacının belirlenmesi
  - Her bir değişiklik talebinin dokümante edilmesi ve tanımlanması
  - Her bir değişiklik talebinin etkilenen bölüm sorumluları ile değerlendirilmesi
  - Talebin açıklığa kavuşturulması ve verimlilikten emin olunması
  - Gerekli onayların alınması
  - Uygulama planının oluşturulması
  - Değişikliğin uygulanması ve ürünün, dokümantasyonun, operasyon ve bakım bilgisinin yeniden tutarlılığı sağladığından emin olunması
  - Hizmet ve eğitimlerin verilmesi
- Konfigürasyon durumu sorumluluğu:
  - Bilgi gereksinimlerinin belirlenmesi ve özelleştirilmesi
  - Bilgi sistemine aktarımın yapılması
  - Aşağıdaki konularda bilgi edinme ve raporlama:
    - Ürün konfigürasyon durumu
    - Konfigürasyon dokümantasyonu
    - Mevcut temel çizgisi
    - Tarihçede yer alan temel çizgileri
    - Değişiklik istekleri

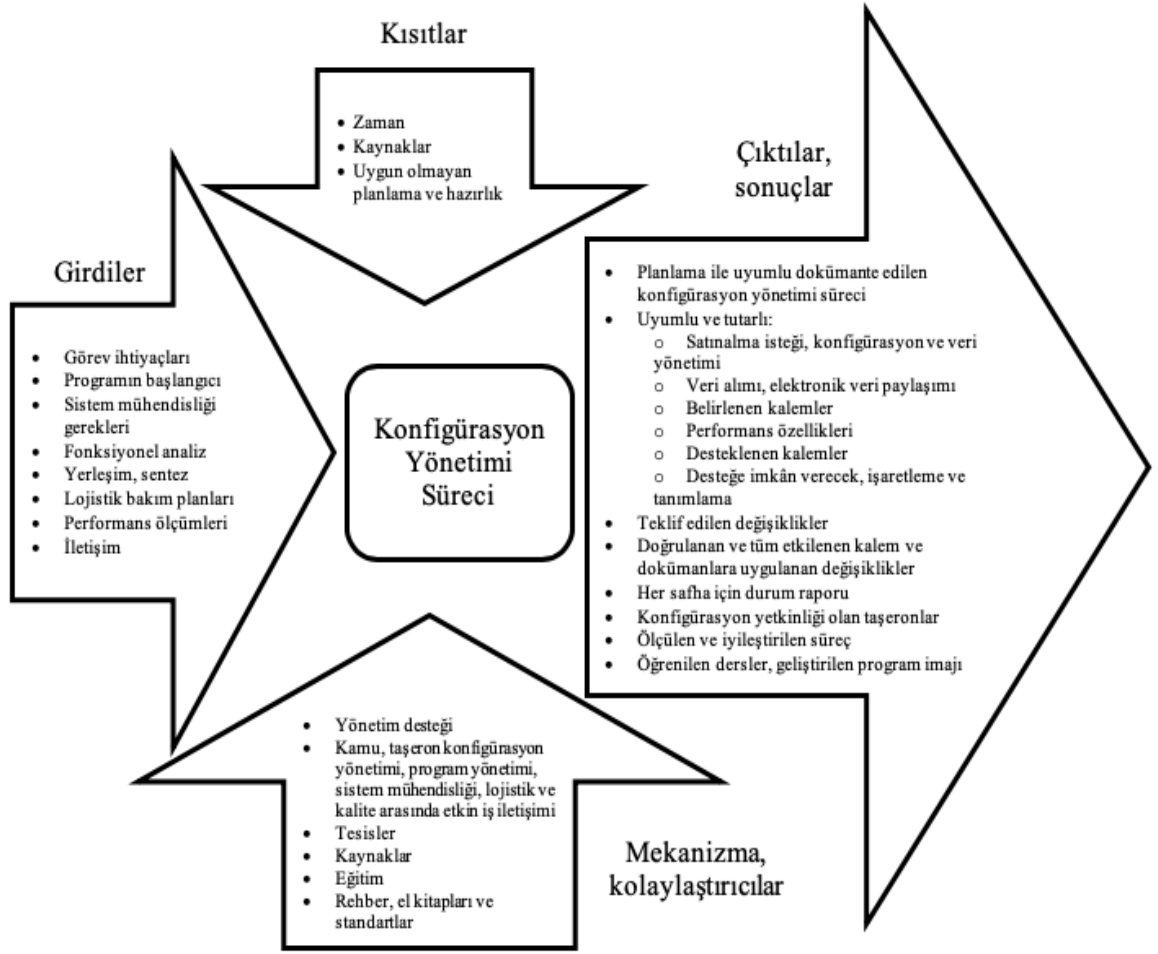
- Değişiklik teklifleri
- Değişiklik bildirimleri
- Değişiklikler
- Garanti verileri, tarihçesi
- Bakım süreci ile uygulanacak değişiklikler
- Konfigürasyon doğrulama ve denetim durumu, işlem maddelerinin kapatılması
- Muhtelif kullanıcıların ihtiyaçlarına yönelik verinin mevcudiyeti ve kullanılabilirliğinin sağlanması
- Konfigürasyonun doğrulanması ve denetimi (*performans doğrulama ve tutarlılık*):
  - Sürecin normal akışında ürünün doğrulanması
  - Üretim modifikasyon bilgisi ile onaylı konfigürasyon bilgisinin aynı olduğunun doğrulanması
  - Gerekirse yazılı, formal denetim yapılması
  - Performans gereksinimlerinin, test planları, sonuçlarının gözden geçirilmesi, ürünün belirlenen, garanti edilen ve sunulan performansı verdiği ile ilgili diğer nesnel kanıtların temini.
  - Ürün ve tasarım bilgisinin fiziksel denetimi, kabul edilebilir uygulama ile tutarlılık, doğruluk ve uygunluğun sağlanması
  - Farklılıkların ve işlem maddelerinin belirlenmesi ve kayıt edilmesi
  - İşlem maddelerinin takibi ve kapatılması
- Dijital verinin konfigürasyon yönetimi (*Veri bütünlüğünün sağlanması*):
  - Tanımlama kurallarının doküman ve dosyalara aktarılması
  - Veri arşivleme ve değişiklik yönetimi için veri durumu esaslı kurumsal kuralların kullanılması
  - Veri – ürün ilişkisinin sağlanması
  - Versiyon kontrolünün uygulanması
  - Güvenilir şekilde veri aktarımının yapılması
  - Kontrollü erişim sağlanması

Bu süreçlerin tamamlanması ardından hayat geçen yeni konfigürasyon temel çizgisine (Şekil 3.14) erişilmiş olur. Şekil 3.15'te ise ABD'de kullanılan askeri standart MIL-HDBK-61A'da tanımlanan model görülmektedir.

Müller (2013), Almanya'da bakım tamir organizasyonları açısından konfigürasyon yönetimini incelediği çalışmasının sonucunda karmaşık sistemler altında çok sayıda bakım onarım faaliyeti gerçekleştiğine değinmiş ve tüm bu sistemlerin konfigürasyonunu yönetmenin ve izlemenin ne denli zor bir işlem olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmasında etkin bir konfigürasyon yönetimi için veri yönetim çözümlerinin gerekli olduğuna vurgu yapmıştır.



Şekil 3.14. Değişiklik yönetim süreci (ANSI/EIA-649, 1998)



Şekil 3.15. Konfigürasyon yönetim süreci (MIL-HDBK-61A, 2001)

Konfigürasyon yönetimi savunma ve havacılık sektörü için zorlu bir konudur. Geliştirilen ürünler çoğunlukla büyük sayılarda komponent, alt montaj içerir ve oldukça karmaşıktırlar. Sektör firmaları düzenleyici kurumlar denetiminde çalışmakta ve müşteri gereksinimlerini karşılamak için yoğun personel istihdamı yapmaktadırlar. Müşteri isteklerine uygun ürün teslim etmek ve maliyet açısından verimli bir biçimde üretim takvimini yürütmek ve ürün kalitesini temin etmek için sektörde konfigürasyon yönetimi uygulanmak durumundadır (Xu vd., 2013).



## I. Proje yönetimi

AS 9100 standardı operasyonel planlama ve kontrol faaliyetlerini zorunlu tutmaktadır. Buna göre ürün ve hizmetlerle ilgili gereksinimler, kabul kriterleri belirlenecek, kaynaklar sağlanacak, gerekli kontroller yapılacak ve kayıtlar tutulacaktır. Bu koşullara ek olarak anahtar özellikler içeren kritik kalemler (hususlar) kontrol altında tutulacak, ürün ve hizmetlerin kullanımı ve bakımını desteklemek için kaynaklar sağlanacak, dışarıdan temin edilecek ürün ile hizmetler belirlenecek ve müşteriye uygunsuz ürünün ulaşmasını önleyecek kontroller oluşturulacaktır (AS 9100, 2016).

Rutin faaliyetlere işaret eden bu gereksinimin dışında kuruluşun kaynak ve bütçe kısıtları altında, kabul edilebilir risk düzeyinde planlı ve takvime bağlı aktiviteler yürüterek iş yapabileceği de değerlendirilmektedir. Bu tür faaliyetlere; proje planlama, proje yönetimi ya da program yönetimi adı verilmektedir.

Öztürk (2015), demiryolu sektöründe proje bazlı işlerin önemine işaret ederken IRIS<sup>5</sup> proje yönetimi kurallarının yön gösterici olacağını belirtmektedir. Proje yönetimi bir prosesin başından sonuna kadar disiplinler arası katkı sağlayacak şekilde uzmanların katılımını gerektirmektedir. Bu ekiplerde yer alan tedarikçi hatta müşteri personeli katkısı artırır niteliktedir. Proje yönetimi sırasında bir proses oluşturulmalı ve ürün yaşam döngüleri de dikkate alınmalıdır.

---

<sup>5</sup> Demiryolu sektörü için AS 9100 muadili standart olup, günümüzde ISO/TS 22163 olarak yürürlüktedir.

Proje, belirlenen zaman, maliyet ve kalite kısıtları altında teslim edilmesi gereken sonuçların üretilebilmesi için tek seferlik çabalar bütünü olarak tanımlanmaktadır.

Projeler standart işlerin operasyonel faaliyetlerinden aşağıdaki sebeplerle ayrılırlar:

- Proje tek seferlik bir süreçtir. Tekrarlı prosesler içermezler. Her proje bir önceki projeden farklıdır. Buna karşılık operasyonel faaliyetler genellikle tekrar eden birbirinin aynı prosesleri gerçekleştirirler.
- Tanımlı bir bitiş zamanı vardır. Projelerin tanımlanmış bir başlangıç ve bitiş zamanı vardır. Bu dönemde müşteri gereksinimlerinde belirlenen sonuçlar üretilmelidir.
- Onaylı bir bütçesi vardır. Proje başlangıcında finansal harcamaların seviyesi belirlenmiştir.
- Kıt kaynaklar ile hareket eder. Proje başlangıcında üzerinde anlaşılan işgücü, ekipman ve malzeme proje için kullanıma sunulur.
- Risk barındırır. Projeler içerdikleri belirsizlikler sebebiyle iş riskleri barındırırlar.
- Faydalı bir değişim üretir. Projenin amacı organizasyonları iş değişimleri vasıtasıyla iyileştirmektir.

Proje yönetimi bir projenin tüm boyutlarının planlanması, organize edilmesi, izlenmesi ve kontrol edilmesidir. Proje yönetiminin hedefleri emniyetli bir biçimde, takvime, bütçeye ve tanımlanan diğer performans kriterlerine uygun bir biçimde proje hedeflerine ulaşılmasıdır (Radujković ve Sjekavica, 2017).

Proje yönetimi amaçlı olarak çok sayıda yöntem geliştirilmiş olup başlangıçtan bitişine kadar bir süreç olarak tüm boyutlarını kapsamaktadır. Bütün bu çalışmalara rağmen, proje yönetimi halen problemlili bir alan olarak yoğun çaba gerektirmektedir. Birçok proje bütçelerini aşmakta, gecikmekte ve hedeflerine ulaşma konusunda başarısız olmaktadır.

Projelerin başarı kriterleri şunlardır (White ve Fortune, 2002):

- Müşteri beklentilerinin karşılanması
- Projenin zamanında tamamlanması
- Projenin bütçe içerisinde kalarak tamamlanması
- Organizasyonel hedeflerin karşılanması
- İş ve diğer faydaların temin edilmesi
- Rutin iş süreçlerini en az oranda olumsuz etkilemesi
- Kalite ve emniyet standartlarına uygun çalışma yapılmış olması

Proje safhaları ile ilgili muhtelif tanımlamalar bulunmakla birlikte proje yaşam döngüsünde safhalar aşağıdaki şekilde açıklanabilir (ISO 10006, 2017):

- Başlangıç (Konsept)
- Geliştirme (Planlama)
- Gerçekleştirme
- Kapanış

Kostalova vd. (2015) çalışmalarında tanımladıkları proje safhalarında kullanılabilecek olan proje yönetim tekniklerini araştırmışlar ve önerilerde

bulunmuşlardır. Proje safhalarında kullanılabilirler üzere önerdikleri bazı proje yönetim teknikleri Çizelge 3.15 aracılığı ile verilmiştir.

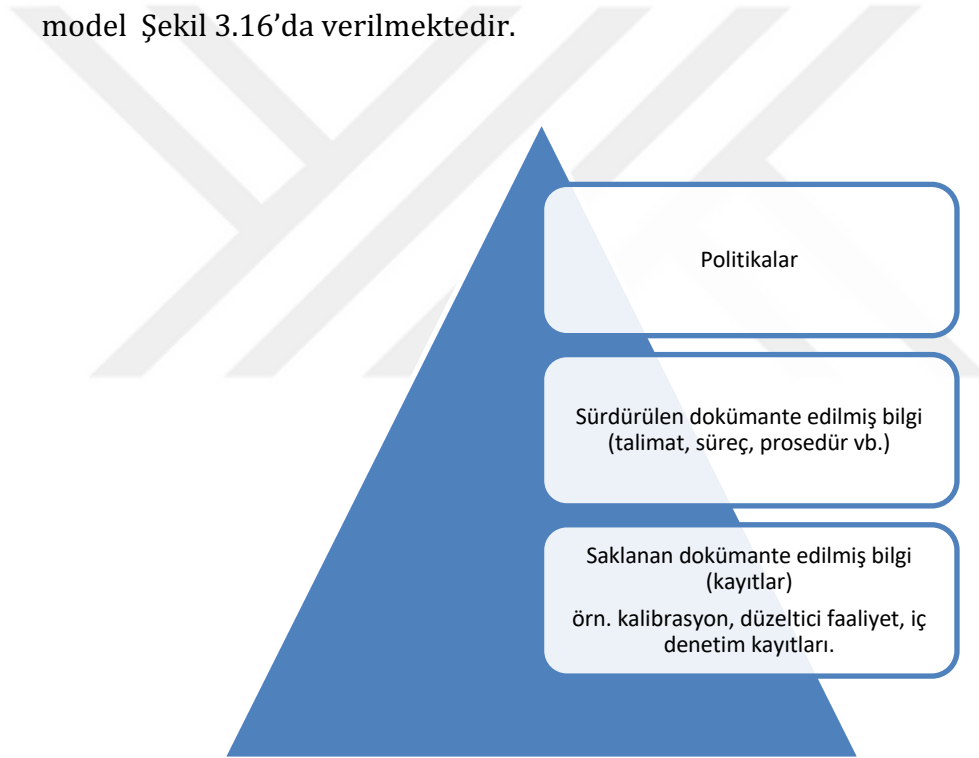
Çizelge 3.15. Proje yönetiminde kullanılacak teknikler (Kostalova vd., 2015)

Proje Safhası	Kullanılacak Teknikler
Konsept	Fizibilite Etüdü Fayda Maliyet Analizi Proje Finansal Analiz ve Değerlendirilmesi Mantıksal Çerçeve
Planlama	PBS (Ürün Kırılım Yapısı) WBS (İş Kırılımı Yapısı) CPM (Kritik Yol Yöntemi) MPM (Metra Potansiyel Metodu) CPM/COST ((Kritik Yol Yöntemi /Maliyet) PERT (Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği) GERT (Grafik Değerlendirme ve Gözden Geçirme Monte Carlo Simülasyonu Gantt Şemaları Kritik Zincir Yöntemi Kaynak Kırılımı Yapısı ve Kaynak Dengeleme Sorumluluk Dağılım Matrisi Paydaş Analizi RiBS (Risk Kırılım Yapısı) Niteliksel Risk Analizi Niceliksel Risk Analizi
Uygulama	EVM (Kazanılmış Değer Tekniği)
Değerlendirme	Öğrenilen Dersler Proje Değerlendirme için McKinsey 7 S Modeli

### m. Dokümante edilmiş bilgi

AS 9100 Kalite yönetim sistemi uygulayan kuruluşlardan, proseslerinin işletilmesini destekleyecek dokümante edilmiş bilgiyi oluşturmaları ve sürdürmeleri (İng : maintain documented information) istenir. Burada süreçlerin nasıl işletileceğine dair yönlendirici ve tanımlayıcı dokümanlar kastedilmektedir (ör: prosedür, talimat, süreç akışı vb.) (ISO 9001, 2015).

Buna ek olarak yine kuruluşlar proseslerin planlandığı şekilde yürütüldüğüne dair güven verici kanıtları elde etmek üzere dokümante edilmiş bilgiyi muhafaza etmelidir (İng : retain documented information). Doküman yapısı için önerilen model Şekil 3.16'da verilmektedir.



Şekil 3.16. Kuruluşta AS 9100 doküman yapısı (ISO 9001, 2015)<sup>6</sup>

Kalite yönetim sistemi kapsamında zorunlu tutulan dokümante edilmiş bilgi detayları Çizelge 3.16'da verilmektedir (AS 9100, 2016).

<sup>6</sup> Standart gereksinimleri esas alınarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çizelge 3.16. Zorunlu dokümante edilmiş bilgi gereksinimleri (AS 9100, 2016)

<b>AS 9100:2016 Maddesi</b>		<b>Zorunlu Olarak Sürdürülecek Dokümante Edilmiş Bilgiler (ör: talimatlar, prosedürler)</b>
4.3	Kalite yönetim sisteminin kapsamının belirlenmesi	Kalite Yönetim Sisteminin Kapsamı
4.4	Kalite yönetim sistemi ve prosesleri	İlgili Tarafların Genel Tanımı, Sınırlar ve Uygulanabilirlik dâhil KYS Kapsamı, KYS Proseslerinin Tanımlanması, Uygulanması ve Etkileşimi KYS Prosesleri için Yetki ve Sorumluluklar
5.2	Politika	Kalite Politikası
6.2	Kalite hedefleri ve bunlara erişmek için planlama	Kalite Hedefleri ve Bunlara Ulaşmak için Planlar
8.7	Uygun olmayan çıktının kontrolü	Uygun Olmayan Ürün ve Hizmetin Kontrolü için Proses
10.2	Uygunsuzluk ve düzeltici faaliyet	Uygunsuzluk ve Düzeltici Faaliyet İçin Proses
<b>AS 9100:2016 Maddesi</b>		<b>Zorunlu Olarak Sürdürülecek Dokümante Edilmiş Diğer Bilgiler (ör: Kütükler, Listeler)</b>
7.1.5.2	Ölçüm İzlenebilirliği	İzleme ve Ölçüm Cihazları Kütüğü
8.4.1	Dışarıdan tedarik edilen proses, ürün ve hizmetlerin kontrolü	Tedarikçi Kütüğü
8.4.2	Kontrolün Türü ve Boyutu	Delege Edilen Kontroller Kütüğü
<b>AS 9100:2016 Maddesi</b>		<b>Zorunlu Olarak Saklanacak Dokümante Edilmiş Bilgiler (Kayıtlar)</b>
4.4	Kalite yönetim sistemi ve prosesleri	Kalite Yönetim Sistemi Proseslerinin Planlandığı Şekilde Uygulandığına dair Kayıtlar
7.1.5	İzleme ve ölçme kaynakları	İzleme Ölçme Cihazları Bakım ve Kalibrasyon Kayıtları İzlenebilir Standartlar Esas Alınmadığında Kalibrasyon Yöntemleri ile İlgili Kayıtlar
7.2	Yeterlilik	Personel Yeterlilik, Yetkinlik Kayıtları
8.2.3	Ürün ve hizmetler için şartların gözden geçirilmesi	Ürün Hizmet Şartlarının Gözden Geçirme Kayıtları
8.3.3	Tasarım ve geliştirme girdileri	Tasarım ve Geliştirme Girdi Kayıtları

AS 9100:2016 Maddesi		Zorunlu Olarak Saklanacak Doküman Edilmiş Bilgiler (Kayıtlar)
8.3.4	Tasarım ve geliştirmenin kontrolü	Tasarım ve Geliştirme Kontrol Kayıtları
8.3.5	Tasarım ve geliştirme çıktıları	Tasarım ve Geliştirme Çıktı Kayıtları
8.3.6	Tasarım ve geliştirme değişiklikleri	Tasarım ve Geliştirme Değişiklik Kayıtları
8.4.1	Dışarıdan tedarik edilen proses, ürün ve hizmetlerin kontrolü genel	Tedarikçi Değerlendirme Kayıtları
8.5.1	Üretim ve hizmet sunumunun kontrolü	Ürün ve Hizmet Özelliklerine İlişkin Kayıtlar ve Ölçme Sonuçları (asgari kabul/red)
8.5.1.2	Özel Proseslerin Kontrolü ve Geçerliliği	Özel Proseslerin Geçerliliği Kayıtları
8.5.1.3	Üretim proseslerinin doğrulanması (FAI)	Üretim Prosesinin Geçerliliği Kayıtları
8.5.2	Tanımlama ve izlenebilirlik	İzlenebilirlik Sağlama Kayıtları
8.5.3	Müşteri veya dış tedarikçiye ait mülkiyet	Müşteri Mülkiyeti ile İlgili Kayıtlar
8.5.6	Değişikliklerin kontrolü	Değişiklik Gözden Geçirme ve Onay Kayıtları
8.6	Ürün ve hizmet sunumu	Ürün Hizmet Uygunluğu ve Serbest Bırakma Onay İzlenebilirlik Kayıtları
8.7	Uygun olmayan çıktının kontrolü	Uygun Olmayan Çıktı Kayıtları (Sapmalar, Malzeme İnceleme Kurulu vb.)
9.1.1	Genel	Performans İzleme Bilgileri
9.2	İç tetkik	İç Tetkik Programı ve Sonuçlarına İlişkin Kayıtlar
9.3	Yönetimin gözden geçirmesi	Yönetim Gözden Geçirme Sonuçlarına İlişkin Kayıtlar
10.2	Uygunsuzluk ve düzeltici faaliyet	Düzeltilici Faaliyet Kayıtları

#### g. Müşteri memnuniyeti

Müşteri memnuniyetini garanti altına almak için savunma ve havacılık firmaları müşterilerin ve yasal gereksinimlerin beklentilerini karşılayan ve aşan emniyetli ve güvenilir ürünleri üretmeli, bakım ve tamirini yapmalı, sürekli iyileştirmelidir. Endüstrinin global hale gelmesi ve bölgesel, ulusal düzeyde artan gereksinim ve

beklentiler bu hedefi karmaşık hale getirmektedir. Organizasyonlar tedarik zincirinin muhtelif noktalarından ürünler almakta ve tedarikçiler değişik kalite gereksinimleri ve beklentileri olan çok sayıda müşteriye hizmet vermektedirler (AS 9110, 2016).

Tedarikçiler müşterilerin beklenti ve ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik olarak algılarını ölçmelilerdir. Bu amaçla yöntemler geliştirmeleri ve elde edilen bilgilerin izlenmesi ve gözden geçirilmesi gereklidir.

Müşteri algısı ölçüm yöntemlerine örnek olarak:

- Müşteri anketleri
- Teslim edilen ürünlerle ilgili müşteri geri beslemesi
- Müşteri ile görüşmeler
- Pazar payı analizleri
- Tebrik ve takdirler
- Garanti talepleri
- Bayi raporları verilebilir.

Müşteri memnuniyetinin izlenmesi ve değerlendirilmesi ile ilgili bilgiler arasında ürün, hizmet uygunluğu, zamanında teslimat performansı, müşteri şikayetleri, düzeltici faaliyet talepleri yer alır. Firmalar değerlendirmeleri sonucunda müşteri memnuniyeti performanslarını iyileştirmek üzere yöntemler belirlemelidirler (AS 9100, 2016).



### 3.3 Uluslararası Havacılık ve Uzay Kalite Grubu (IAQG)

AS 9100 serisi standartlar, IAQG çatısı altında yer alan sektör uzman ve temsilcilerinin katılımı ile oluşturulmuştur. IAQG, ilk olarak 1998 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde SAE çatısı altında kurulmuştur. Bu organizasyon 2013 yılında ise Belçika kanunlarına göre kurulan ve merkezi Brüksel'de bulunan uluslararası kar amacı gütmeyen bir kuruluş haline gelmiştir.

IAQG; havacılık, uzay ve savunma endüstrisinin iş birliğini sağlamak üzere üç bölgesel alt organizasyondan oluşur ve bir genel kurul tarafından seçilen yönetim kurulunca idare edilmektedir. Bu bölgesel alt organizasyonlar ve temsil ettikleri bölgeler şunlardır: Amerika Havacılık ve Uzay Kalite Grubu (AAQG-Amerika), Avrupa Havacılık ve Uzay Kalite Grubu (EAQG-Avrupa) , Asya Pasifik Havacılık ve Uzay Kalite Grubu (APAQG-Asya Pasifik).

IAQG'ın kuruluş amacı değer zinciri boyunca maliyet azaltma ve kalite seviyesinin iyileştirilmesini sağlamak üzere yapılan girişimlerde sektör firmaları arasında güvene dayalı dinamik bir iş birliği oluşturmak ve sürdürmektir. Çalışmaların ilk odak noktası tedarik zinciri süreçlerini sürekli iyileştirmektir. Bu şekilde tedarik zincirinin sürekli yüksek kalitede ürün temin etmesi ile katma değer üretmeyen faaliyetlerin ve maliyetlerin azaltılması hedeflenmiştir (IAQG, 2019).

IAQG hedefleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

- Havacılık, uzay ve savunma sektöründe kalite sistemlerinin dokümanite edildiği şekilde uygulanmasının ve bu şekilde ortak bir bakış açısının sağlanması,
- Girişimlerin hayata geçirilmesi için sürekli iyileştirme süreçlerinin oluşturulması ve uygulanması,
- Sektörün en iyi uygulamalarının paylaşılması için yöntemlerin geliştirilmesi,
- Girişim ve faaliyetlerin düzenleyici kurum, otoriteler ve diğer paydaşlar ile koordine edilmesi (IAQG, 2019).

IAQG misyonu,

- Kalite kültürünün geliştirilmesi,
- Kalite yönetim sistemi standartlarının oluşturulması ve sürdürülmesi,
- Endüstrinin kontrol ettiği diğer (üçüncü) taraf belgelendirme sisteminin yürütülmesi,
- Paydaşlara, tedarikçilere ve müşterilere ölçülebilir faydalar sağlanması,
- En iyi uygulamalar, süreçler ile harmonize edilmiş gereksinimlerin elde edilmesi ve kullanıma sunulması,
- Uluslararası havacılık uzay ve savunma firmaları arasında iş birliğinin geliştirilmesi olarak belirlenmiştir.

IAQG vizyonu, havacılık, savunma ve uzay sanayisi kalitesinin global seviyede tanınan lideri olmak olarak tespit edilmiştir. IAQG, bu misyon ve vizyona uygun olarak hedeflerini gerçekleştirmek üzere, kalite yönetim sistemi ile ilgili sorun ve hedeflerin çözüme kavuşturulmasını sağlamak için endüstri, otoriteler, ihale makamları ve kontrol kuruluşları ile iş birliği yapmakta ve ortak çalışmalar yürütmektedir (IAQG, 2019).

IAQG üye dağılımı incelendiğinde aşağıda verilen sonuçlara ulaşılmıştır:

- Amerika – AAQG 21 adet üyeye sahiptir.
- Avrupa – EAQG 26 adet üyeye sahiptir.
- Asya Pasifik – APAQG 15 adet üyeye sahiptir.
- Toplam 62 adet önemli ana sanayi firması IAQG üyesidir.
- Türkiye'den TUSAŞ firması tarafından tek üye yer almaktadır.

Bazı IAQG üyeleri ve coğrafi bölgeleri Çizelge 3.17'de verilmektedir.

Çizelge 3.17. IAQG bazı üye şirketleri (IAQG, 2019)

Bölge	Şirket adı
AMERİKA	• Boeing
	• Bombardier Aerospace
	• Embraer
	• GE Aviation Systems Ltd.
	• Goodrich Corporation
	• Gulfstream
	• Honeywell Aerospace
	• Lockheed Martin Corporation
	• Northrop Grumman
	• UTC (United Technologies Corporation)
ASYA PASİFİK	• AIDC (Aerospace Industrial Development Corp.)
	• COMAC
	• Hindustan Aeronautics Limited
	• IHI Co. Ltd.
	• Indonesian Aerospace
	• KAI (Korea Aerospace Industries)
	• Kawasaki Heavy Industries, Ltd.
	• Korean Air
	• MHI
	• Shin Maywa Industries
• SUBARU Corporation	
AVRUPA	• Airbus
	• Ariane Group
	• BAE Systems
	• Dassault Aviation
	• MTU Aero Engines
	• PFW Pfalz Flugzeugwerke GmbH
	• RAFAEL Advanced Defense Systems
	• Rolls-Royce Corporation
	• Russian Helicopters
	• Saab AB
	• SAFRAN
	• THALES Avionics
	• TUSAŞ (TAI)
	• UAC (United Aircraft Corporation)
• Zodiac Aerospace	

### 3.4 IAQG Tarafından Sektöre Sağlanan Bilgiler

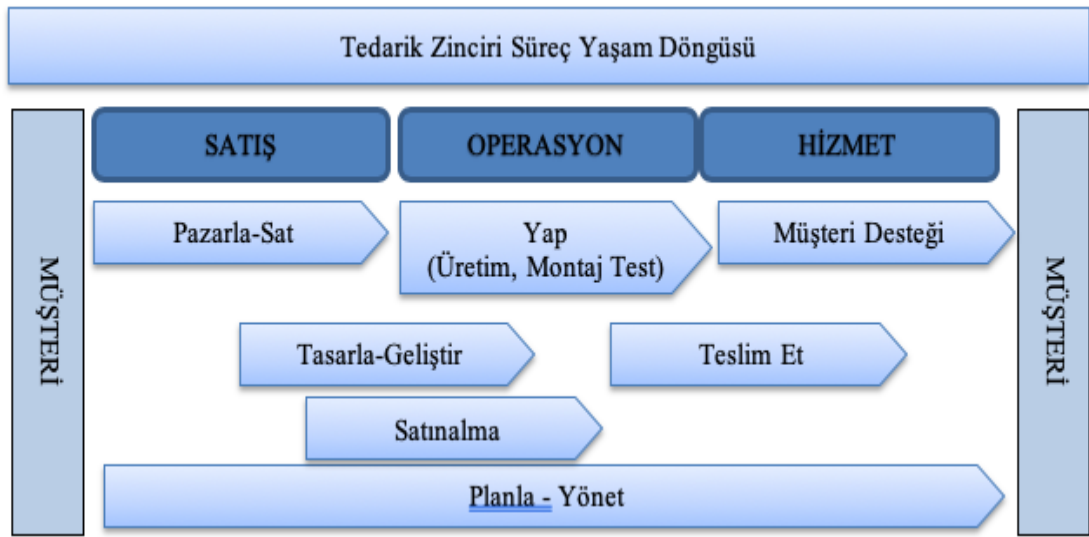
IAQG, sektörün bilgi seviyesinin artırılması için standartlar ve rehber dokümanlar üretmektedir. Bu dokümanlar vesilesi ile tedarikçilerin ilgili alanlarda kaynak sorunu yaşamaması hedeflenmektedir. Çizelge 3.18, IAQG tarafından yayımlanan bazı standartlar ve rehberleri vermektedir.

Çizelge 3.18. IAQG tarafından yayımlanan bazı standart ve rehberler (IAQG, 2019)

Standart / Rehber	Doküman Adı
AS 9100	Kalite Yönetim Sistemleri – Havacılık, Uzay ve Savunma Organizasyonları için Şartlar
AS 9101	Havacılık, Uzay ve Savunma Organizasyonları Kalite Yönetim Sistemi Denetim Şartları
AS 9102	İlk Numune Onayı Gereksinimleri
AS 9103	Kalite Yönetim Sistemleri – Anahtar Özelliklerin Değişkenlik Yönetimi
AS 9104/1	Havacılık, Uzay ve Savunma Kalite Yönetim Sistemleri Belgelendirme Programları için Şartlar
AS 9104/2	Havacılık, Uzay ve Savunma Kalite Yönetim Sistemleri Belgelendirme Programlarının Gözetim Şartları
AS 9104/3	Havacılık, Uzay Denetçi Yetkinlik ve Eğitim Kursları için Şartlar
AS 9107	Havacılık, Uzay Firmaları için Doğrudan Teslimat Yetkilendirilmesi için Rehber
AS 9110	Kalite Yönetim Sistemleri – Havacılık Bakım Organizasyonları için Şartlar
AS 9115	Kalite Yönetim Sistemleri – Havacılık, Uzay ve Savunma Organizasyonları için Şartlar - Yazılım
AS 9120	Quality Management Systems - Havacılık, Uzay ve Savunma Dağıtıcıları için Şartlar
AS 9131	Uyumsuzluk Verilerinin Tanımlanması ve Dokümante edilmesi
AS 9132	Parça İşaretleme ile ilgili Kalite Gereksinimleri
AS 9134	Tedarik Zinciri Risk Yönetim Rehberi
AS 9136	Kök sebep analizi ve Problem Çözme (9S Metodolojisi)
AS 9138	İstatistik Yöntemlerle Ürün Kabul Şartları
AS 9145	İleri Ürün Kalite Planlaması ve Üretim Parçası Onay Süreci
AS 9146	Yabancı Madde Hasarı Önleme Programları
SCMH	Tedarik Zinciri Yönetim Rehberi (örn. risk yönetimi, insan faktörü, taklit parça, iş transferi, ürün emniyeti, mühür kullanımı)

Özellikle tedarik zinciri yönetim rehberi (SCMH) içerik açısından tedarikçiler için çok büyük önem taşımaktadır. SCMH, zamanında teslimat ve uygun ürün performansının sürekli iyileştirilmesi için gereken bilgileri sağlamakta olup, temel hedefi havacılık, uzay ve savunma sektörü kalite yönetim sistemi gereksinimlerinin ve beklentilerinin anlaşılmasıyla kalite performansının artırılmasıdır. SCMH ilk olarak 2008 yılında yayımlanmış ve sürekli iyileştirme amaçlı olarak değişiklikler yapılmıştır. SCMH firmalara ücretsiz olarak sunulmaktadır.

SCMH, denetlenebilir gereksinimleri belirlemez buna karşılık muhtelif başlıkların anlaşılmasını sağlamaktadır. Rehberin uygulanması kalite sistem şartlarına uygunluğu garanti etmez. Kaynaklar güvenilir olmakla beraber güncelliği, bütünlüğü ve sürdürülebilirliği açısından bir garanti taşımamaktadır. SCMH alt prosesler ile ilgili rehberleri Şekil 3.17’de verilen tedarik zinciri yaşam döngüsünün ilgili yedi aşamasına göre sağlamaktadır.



Şekil 3.17. Tedarik zinciri yaşam döngüsü (SCMH, 2014)

## Bölüm 1: Satış, Ana Planlama

Dengeleme ve orta uzun vadeli talep tahmini sonunda operasyon sıralarının optimize edilmesi kaynakların etkin kullanılmasını sağlamakta ve

organizasyonun taahhütlerini yerine getirmesine imkân vermektedir. Bu amaçla rehber dokümantasyon SCMH kapsamında mevcuttur.

## **Bölüm 2: Tasarım ve Geliştirme**

Mühendislik faaliyetleri nihai ürünün müşteri spesifikasyonları ile uyum sağlaması ve tasarım performans gereksinimlerini proje planlaması ile uyumlu olması için önemlidir. Bu kapsamda ürün tasarımı, teknik geliştirme ve kalifikasyon, anahtar özelliklerin belirlenmesi, üretim destek ve proses tasarımı, teknik değişiklikler ve geçersiz doküman ve bilgi yönetimi ile sürekli uçuşa elverişlilik için teknik operasyonel dokümantasyon ve el kitapları ile talimatlar yer alır.

SCMH kapsamında yer alan bu faaliyetlere ilişkin bazı alt başlıklar şunlardır:

- Yeni ürün geliştirme kalite boyutları
- AS 9115 destek materyali
  - o İyi yazılım gereksinimlerinin tanımlanması
  - o Tavsiye edilen yazılım denetçisi değerlendirme yetkinlikleri
  - o Yazılım ölçüt ve metrikleri
  - o Proses etkinlik denetimi
  - o Yazılım emniyeti ve güvenliği
  - o Yazılım yaşam döngüsü modeli
- Değişiklik bildirim araçları (NOC)
- Özel gereksinimler ve kritik hususların kontrolü

## **Bölüm 3: Üretim, Montaj, Test**

İmalat, ürün montaj ve entegrasyon faaliyetleri kalite ve zamanında teslimat odaklı olmalıdır. Bu kapsamda üretim organizasyonunun oluşturulması ve gerekli proseslerin ve kaynakların sağlanması, yeni ürün ve endüstriyel vasıflandırma, seri üretim safhasından imalat ve doğrulama faaliyetleri ile endüstriye değişimlerin yönetimi yer alır.

SCMH kapsamında yer alan bu faaliyetlere ilişkin bazı alt başlıklar şunlardır:

- Ürün ve proses değişkenliklerinin yönetimi
- İlk ürün kontrolü (FAI)
- Uygun olmayan çıktıları kontrolü
- Malzeme inceleme kurulu uygulamaları
- Yabancı madde hasarı (FOD)
- Sahte/Taklit parçaların önlenmesi
- Yeni üretimde insan faktörleri
- İstatistiksel ürün kabulü
- İmalat iş talimatları
- Ürün emniyeti bilinci
- Atölye seviyesi sürekli iyileştirme (örn. Gemba yöntemi) uygulamaları
- Ölçüm sistemleri analizi
- Kabul mühürlerinin kullanımı
- Kurtarılamayacak kalemlerin yönetimi

#### **Bölüm 4: Satınalma**

Tedarikçilerden temin edilen ürün ve hizmetlerin müşteri şartlarını karşılaması ve tedarikçilerin sürekli olarak performanslarını artırmaları için bunların seçimi, iş verilmesi ve izlenmeleri önem arz etmektedir. Bu kapsamda tedarik zinciri sorumluluklarının belirlenmesi, gereksinimlerin zincir boyunca iletilmesi ve her seviyede doğrulama faaliyetleri yer alır. Tedarikçi denetimi ve onay süreci, operasyonel izleme ve gözetimi ile tedarikçi geliştirme faaliyetleri yine bu çerçevede değerlendirilmektedir.

SCMH bünyesinde bu konuya yönelik rehber doküman ve bilgiler mevcut olup aşağıda listelenmiştir:

- Tedarikçi seçimi ve kabiliyetlerinin değerlendirilmesi (SSCA)
- Ürün performans değerlendirme soru listesi (PPDAC)
- Tedarikçi kalite yönetim esasları (SQMB)
- Alt seviye tedarikçi kontrolü

## **Bölüm 5: Teslimat**

Teslimat öncesi, teslimat operasyonları, ürün kalitesi ve teslimata yönelik dokümantasyonlar bu kapsamda ele alınır. Teslimat performansının yönetilmesi için metrikler belirlenmiştir.

SCMH ilgili dokümanları aşağıda verilmektedir:

- Metrik tanımlama
- Uygunluk belgesi (CofC)

## **Bölüm 6: Müşteri Desteği**

Ürünün devreye alınması ile ilgili müşterinin desteklenmesi ve kullanım safhasında son kullanıcı memnuniyeti sağlanması hedeflenmektedir. Bu kapsamda bakım, onarım, yedek parça temini, teknik destek, eğitim, dokümantasyon, ürün yaşam döngüsünün izlenmesi yer alır.

Ürün yaşam döngüsü içerisinde hizmet verilerinin toplanması, analizi ve tesis dışında verilen servis hizmetleri de SCMH içeriğinde desteklenmiş olup rehber dokümanlar aşağıdadır:

- Ürünün devreye alınması
  - o Devreye alma rehberi
  - o Günlük destek ve tamir faaliyetleri
  - o Problem çözme faaliyetleri ve devreye alınmış ürün sorunlarının araştırılması
  - o Müşteri tesisinde çalışmaların yönetilmesi
  - o Hizmet verilerinin toplanması ve analizi
  - o Retrofit programlarının yönetimi
  - o İnceleme raporu şablonları



## **Bölüm 7: Planlama ve Yönetim**

Ürün/hizmet performansının beklenen seviyeye ulaşması ve müşteri memnuniyetinin sağlanarak, beklentilerinin karşılanması için yüksek seviyede iş süreçlerinin yönetilmesi gerekir. Bu kapsamda program ve proje yönetimi, faaliyetlerin bütünsel planlanması, risk ve sorunların azaltılması ile paydaş ilişkilerinin yönetilmesi, iletişim yer alır.

SCMH bu başlık altında şu rehberleri sağlamaktadır:

- İş transferi yönetimi
- İleri ürün kalite planlaması (APQP)
- Risk yönetimi
- Kök sebep analizi ve problem çözme
- Konfigürasyon yönetimi
- Proses haritalama ve değer akış haritalama (VSM)
- Kapasite yönetimi, sipariş verme ve lojistik
- Uygunluk eğitimleri
- Proje yönetimi
- Sözleşme şartları gözden geçirilmesi ve yönetimi
- Anahtar performans göstergeleri, metrikler
- Entegre yönetim sistemleri

Bu bölümde sayılan rehber dokümantasyonun AS 9100 kalite yönetim sistemlerinin kurulması ve uygulama aşamalarında önemli destek sağlayacağı değerlendirilmiştir.

### **3.5 Endüstri Kontrolünde Üçüncü Taraf Denetim Sistemi (ICOP)**

ICOP global olarak tanınırlığa sahip ve IAQG tarafından oluşturulan havacılık savunma ve uzay kalite yönetim sistemi belgelendirme prosesidir. Endüstri kontrolü kavramı IAQG'nin gerçekleştirilen tüm belgelendirme süreçlerini gözetim altında tutması sebebiyle kullanılmaktadır. Diğer (Üçüncü) taraf kavramı ise ICOP süreci ile tanınırlık kazanan denetçiler ve belgelendirme kuruluşları

tarafından belgelendirme aktivitelerinin yürütülmesinden dolayı kullanılmaktadır.

Bu süreç IAQG organizasyonunda yer alan bir yönetim ekibi (OPMT) tarafından idare edilir ve AS 9100, 9110 ve 9120 standartlarını kapsar. Sürecin faydaları şunlardır:

- Önemli havacılık uzay ve savunma firmaları tarafından tanınırlığa sahip, global harmonize bir belgelendirme programı oluşturulmuştur.
- Tanınır belgelendirme sistemi vasıtasıyla tedarikçi onay faaliyetleri desteklenmektedir.
- Uygunluk değerlendirme sürecinde proses (süreç) yaklaşımı uygulanmaktadır.
- Müşteri beklentilerinin aşılmasına odaklanılmaktadır.

Süreç her ne kadar etkin olsa da düşük performans gösteren tedarikçilerden satınalma yapılmasına engel olmamaktadır. Bu program bir ürün belgelendirme programı olarak da değerlendirilmemelidir. Sistemin sertifikasyon kriterleri ISO 17021-1 standardı ve IAF dokümanları ile bağlantılıdır. Programın hedefleri verimli, tanınır ve paydaşlar için ölçülebilir sağlayacak şekilde sürekli iyileşme temin etmek ve denetçilerin yetkinliğini geliştirmektir (IAQG, 2019). Belgelendirme programı ile ilgili tüm gereksinimler AS 9104 standartları ile belirlenmiştir.

Standartlar üç standartlık bir grup olup detayları aşağıda verilmiştir:

1. AS 9104/1 Belgelendirme programı ile ilgili gereksinimleri içerir
  - Belgelendirme yapıları
  - Sektör beklentileri
  - Tanınırlığı olan akreditasyon kurumları
  - Tanınırlığı olan belgelendirme kurumları
  - Yetkili denetçiler
  - Yetkili denetçi yetkilendirme kurumları
  - OASIS veri tabanı yönetimi bu kapsamda ele alınır.

2. AS 9104/2A belgelendirme programının gözetimi ile ilgili gereksinimleri içerir ve 9100 serisi standartlara uyumun sağlanmasını takip eder.
3. AS 9104/3 ise denetçi yetkinliği ve eğitim kursları ile ilgili gereksinimleri belirlemektedir.

IAQG üye firmaları tedarikçileri üzerinden denetim ve belgelendirme süreçleri üzerinde yeterli miktarda gözetim sağlayacaklarını taahhüt etmişlerdir.

IAQG'a ait tedarikçi veri tabanı olan OASIS, 20000'den fazla tedarikçinin kayıtlı olduğu bir platformdur. Tedarikçi denetim süreçleri 2016 yılından bu yana yine OASIS platformu üzerinden planlanmakta, gerçekleştirilmekte ve raporlanmaktadır.

Tedarikçiler üzerindeki kontroller, AS 9100 sistemlerinin etkin ve etkili bir şekilde sürdürülmesini sağlamak için IAQG onaylı üçüncü taraf sertifikasyon kuruluşları tarafından yürütülen denetim ve performans izleme işlemlerine dayanmaktadır. Belgeli firmalar, akreditasyon kurumları, belgelendirme kuruluşları ve onaylı denetçiler OASIS veri tabanında kamuya açık bilgi olarak erişilebilirlerdir. Denetim raporları ve bilgileri ancak belgeli firma onayı ile erişilebilmektedir. Sistem firmalarla ilgili oldukça kuvvetli bir geri besleme yöntemi olup şikâyet ve bildirimler bu platform üzerinden mümkündür. OASIS'te kayıtlı paydaşların sayıları ve örnek bazı kuruluşlar Çizelge 3.19'da verilmektedir.

Çizelge 3.19. OASIS veritabanında yer alan bazı paydaşlar (OASIS, 2019)

Paydaş Türü	Sayısı	Bazı Örnek Kuruluşlar
Akreditasyon Kurumları	13	ANAB (ABD), CERMET (İtalya), DAKKS (Almanya)...
Belgelendirme Kurumları	87	TUV (Almanya), Kiwa (İtalya), NSF (Almanya)...
Eğitim Kurumları	10	Plexus (ABD), TEC (Birleşik Krallık), Unavia (İtalya)...
Denetçi Yetkilendirme Kurumları	10	Probitas (ABD), Inmetro (Brezilya), APM (Birleşik Krallık)...
Onaylı Denetçiler	1456	-

### 3.6 AS 9100 Üçüncü Taraf Denetim ve Belgelendirme Süreci

Akreditasyon, uygunluk değerlendirme kuruluşlarınca gerçekleştirilen çalışmaların ve dolayısıyla bu çalışmalar sonucunda düzenledikleri uygunluk teyit belgelerinin (deney ve muayene raporları, kalibrasyon sertifikaları, yönetim sistemi belgeleri, ürün belgeleri, personel belgeleri vb.) güvenilirliğini ve geçerliliğini desteklemek amacıyla oluşturulmuş bir kalite altyapısıdır.

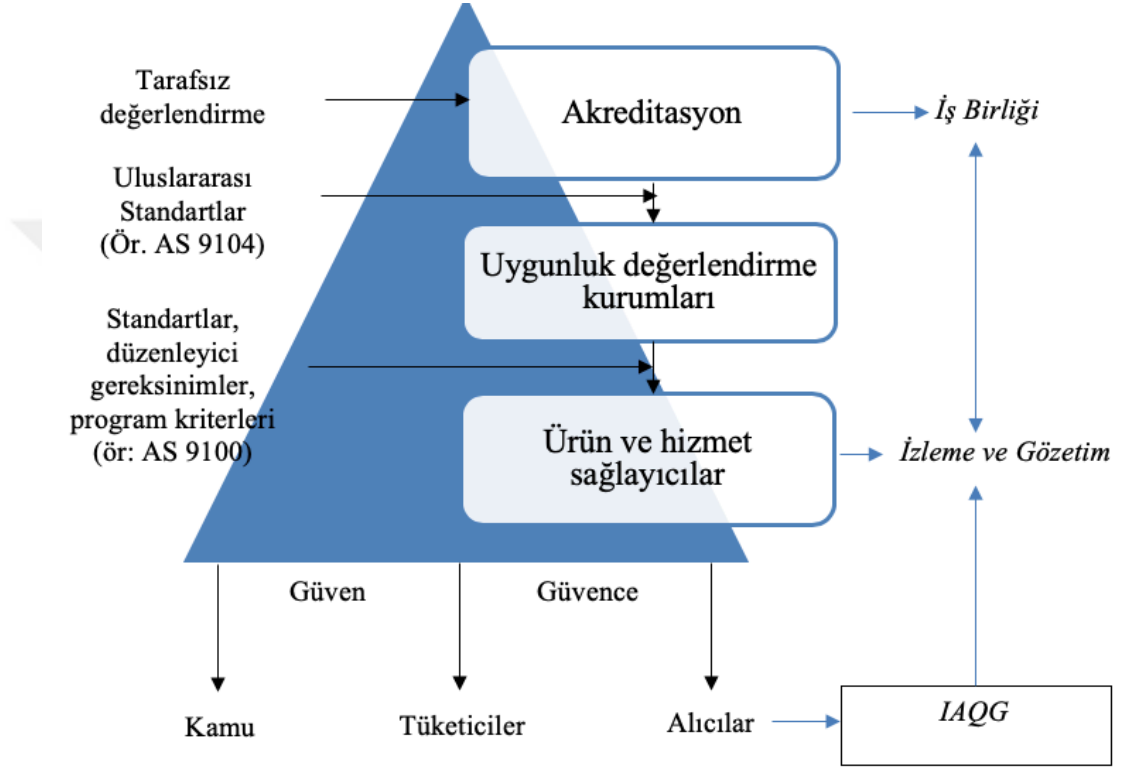
Uygunluk değerlendirme kuruluşlarının akreditasyonu, ilgili uygunluk değerlendirme kuruluşları için yeterlilik kriterlerini belirleyen uluslararası standartlar, ilgili sektöre özel gereklilikler ve bölgesel veya uluslararası akreditasyon kuruluşları tarafından belirlenmiş rehber dokümanlarda belirlenmiş, dünya genelinde kabul görmekte olan, gereklilikler esas alınarak gerçekleştirilmektedir.

Akredite bir uygunluk değerlendirme kuruluşunca verilmiş bir uygunluk belgesine sahip bir ürün veya hizmet, bu ürün veya hizmet için uygulanabilir olan gereklilikleri sağlamakta olduğuna dair güven telkin eder. Bu sistematik sayesinde akreditasyon ticarete teknik engellerin kaldırılmasına katkıda bulunmaktadır.

Akredite hizmetlerin küresel kabulü noktasında ise akreditasyon hizmetinin kendisinin güvenilirliği konusunda soru işaretleri oluşmaktadır. Akreditasyon kuruluşları arasındaki güven mekanizması ise akreditasyon kuruluşları tarafından oluşturulmuş olan IAF (Uluslararası Akreditasyon Forumu), ILAC (Uluslararası Laboratuvar Akreditasyonu Birliği), EA (Avrupa Akreditasyon Birliği) vb. uluslararası veya bölgesel örgütler ile yapılmakta olan çok taraflı tanınma anlaşmaları ile tesis edilmektedir (TÜRKAK, 2019).

Akreditasyon kurumları genel olarak kendi akreditasyon programlarını uygulamakla birlikte AS 9100 örneğinde olduğu gibi, endüstri ile iş birliği

yaparak yine endüstriye ait bir belgelendirme programı için akreditasyon süreci yürütebilmektedir. Bu çerçevede IAQG ile akreditasyon kurumları arasında gerçekleşen iş birliği sonucunda on üç adet akreditasyon kurumuna AS 9100 akreditasyonu yetkisi verilmiş olup, bu on üç kurum seksen yedi adet belgelendirme kurumunu akredite etmiş durumdadır (IAQG OASIS, 2019). Akreditasyon, uygunluk değerlendirme ve sertifikasyon ilişkisi Şekil 3.18’de verilmektedir.



Şekil 3.18. Akreditasyon ve sertifikasyon ilişkisi (WTO, 2019)

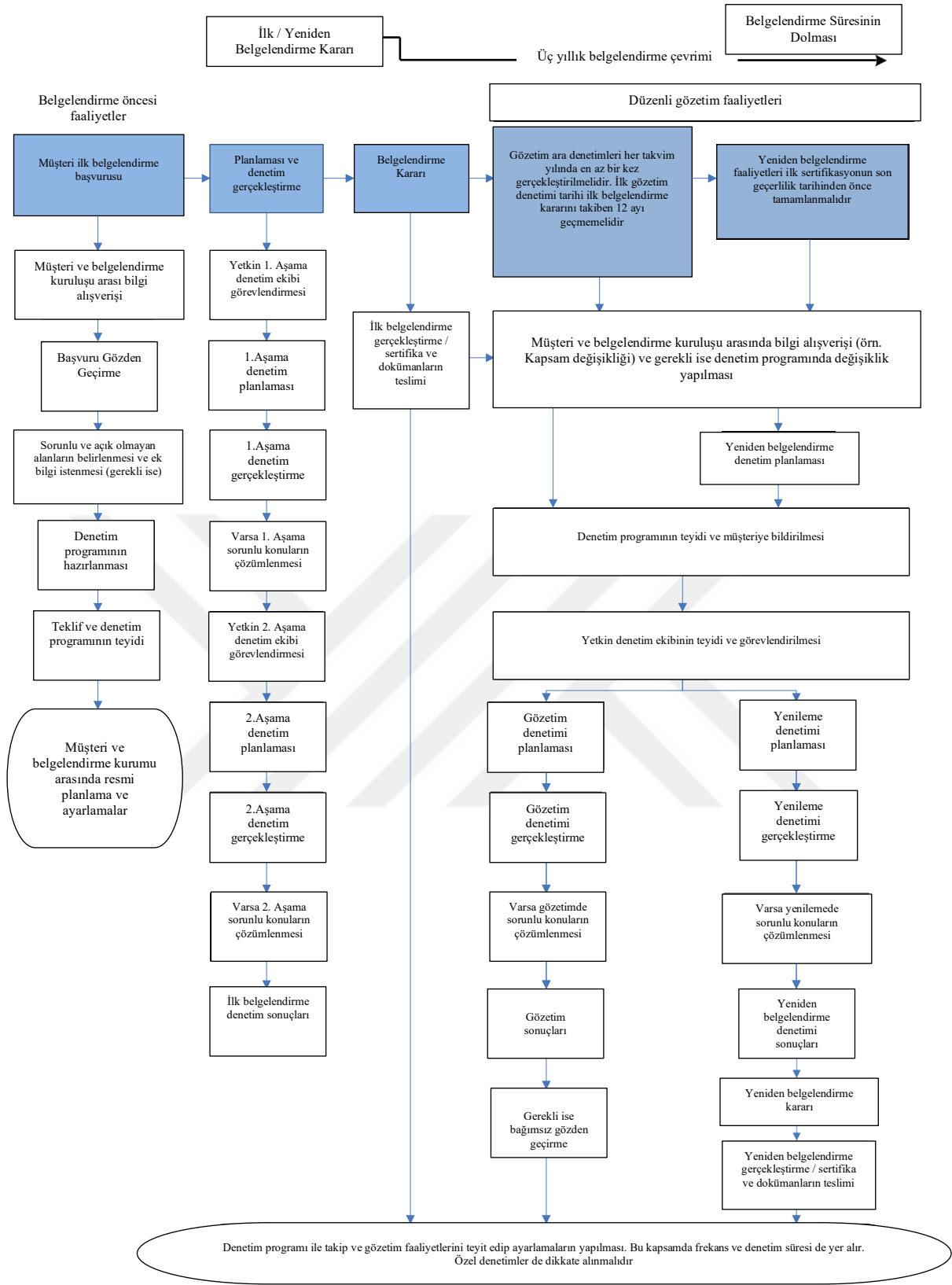
IAQG, akreditasyon kurumlarına yetki verme sürecini AS 9104/1 standardında açıklamaktadır. Buna göre akreditasyon kurumları ISO 17011 standardına göre yönetim sistemlerini kurmuş olmalı ve IAF ML 4 ile uyumlu faaliyet yürütmelilerdir (AS 9104/1, 2017). Akreditasyon kurumları çalışmalarını her an IAQG ilgili kurum denetimlerine ve erişimlerine açık tutar ve akredite ettikleri belgelendirme kurumlarının OASIS veri tabanını etkin bir şekilde kullandıklarını teyit ederler.

Bu çerçevede IAQG gözetim yetkisini muhafaza ederken belgelendirme kurumlarının uygun çalışmalarının doğrudan denetimlerini sözleşme yaptığı akreditasyon kurumlarına devreder. Ülkemiz akreditasyon kurumu TÜRKAK, IAQG adına bu hizmeti henüz sağlamamaktadır.

Akreditasyon kurumunda yetki alan belgelendirme kuruluşları anlaşmaya vardıkları firmalarda denetim ve belgelendirme sürecini yürütürler. Denetim ve belgelendirme süreci adımları Şekil 3.19'da verilmektedir. Bu süreç ile tutarlı olarak AS 9104:2016 standardına göre tasarlanan denetim ve belgelendirme işlemleri gerçekleştirilir. Başvuru sahibi firmalar için AS 9104 tarafından öngörülen yapı denetim süresi ve süreci için önem taşır. Önerilen firma yapı ve açıklamaları Çizelge 3.20'de verilmektedir.

Çizelge 3.20. Firmaların tesislerine göre tanımlanması (AS 9104/3, 2017)

Firma Yapıları ve Gereksinimler	
Tek Tesis	Tek tesiste faaliyet yürüten firmalara uygulanır.
Çoklu Tesis	Tanımlı bir merkezi fonksiyonu ve tam ya da kısmi olarak faaliyet yürütülen bir ağ yapısına sahip kuruluşun yapısıdır. Tüm tesisler aynı imalat ya da katma değer üreten prosesleri gerçekleştirmelidir.
Kampüs	Tanımlı bir merkezi fonksiyonu olan ve başka tesislerde merkezi olmayan sıralı ya da bağlantılı ürün gerçekleştirme prosesleri bulunan kuruluştur.
Muhtelif Tesis	Tanımlı bir merkezi fonksiyonu olan ve ağ şeklindeki diğer tesisleri çoklu tesis ya da kampüs kriterlerine uymayan kuruluştur.
Karmaşık Organizasyon	Tanımlı bir merkezi fonksiyonu olan ve ağ şeklindeki diğer tesisleri çoklu tesis, kampüs (birden fazla kampüs yapısı mümkündür) ya da muhtelif tesis yapılarının her hangi bir kombinasyonuna uygun kuruluştur.



Şekil 3.19. Denetim ve belgelendirme akış şeması (ISO 17021-1, 2015)

### 3.7. AS 9100 Denetimlerinin Raporlaması

Denetim raporlama süreci OASIS veri tabanı üzerinden yürütülmektedir. Bir denetim dosyasında yer alması gereken bilgi ve belgeler ile içerik detayları bu bölümde açıklanmaktadır:

1. Denetim planı
2. Proses listesi: Kuruluşun proseslerinin tanımlandığı ve proses etkinlik değerlendirme raporlarının çapraz eşleştirildiği formattır.
3. 1. Aşama denetim raporu: Kuruluşun denetim hazırlıklarının standardın doküman ve kayıt gerekleri ile eşleştirilerek tarama yapıldığı formattır. Aşağıda yer alan detaylar yer alır;
  - Firma bilgileri
  - Talep edilen denetim kapsamı
  - Denetim ekibi
  - Kuruluşun savunma ve havacılık müşterileri
  - Kuruluşun sektörlere göre iş dağılımı
  - Müşteri özel gereksinimleri
  - Zamanında teslimat ve kalite performansının müşterilere göre değerlendirilmesi
  - 2. Aşama denetimi için uygunsuzluk olabilecek konular
  - 2. Aşama denetim planlama faaliyetleri
4. Kalite yönetim sistemi proses matris raporu: Firma bilgilerinin yer aldığı, prosesler ve her bir standart maddesine yönelik uygunluk ve uygunsuzluk durumunun işaretlendiği formattır. Uygunsuzluklar ilgili standart maddesi ve proses ile bu raporda ilişkilendirilir.
5. Proses etkinliği değerlendirme raporu (PEAR): Bu formatta raporlanması baş denetçi tarafından uygun görülen firmaların kritik /ana prosesleri için kullanılan değerlendirme formatıdır. Bu formatta şu bilgiler yer alır;



- Firma bilgileri
- PEAR numarası
- Rapor numarası ve tarihi
- Proses adı ve proses sahibi
- İlgili standart maddeleri
- Proses girdileri
- Faaliyetler
- Proses çıktıları
- Etkileşimde olan prosesler
- Organizasyonun proses performansını tespit için kullandığı yöntemler
- Metriklerin değerlendirilmesi (Dönem/Hedef/Gerçekleşme)
- Denetim kanıtları
- Proses etkinlik seviyesi (1 en kötü, 5 en iyi olarak değerlendirilmektedir)

Proses etkinlik hedefi 5 üzerinden 5 olarak belirlenmiş olup kullanılan değerlendirme matrisi ve değerlendirme sonuçları Çizelge 3.21’de verilmektedir:

Çizelge 3.21. Proses etkinliği değerlendirme matrisi (AS 9101, 2016)

Proses Gerçekleştirme			
Planlanan faaliyetler tam olarak gerçekleştirilmektedir.	a.Proses kararlıdır, planlanan faaliyetler tam olarak gerçekleştirilmektedir ancak b.Proses planlanan sonuçları vermemekte ve buna yönelik bir faaliyet yürütülmemektedir c.Etkinlik seviyesi 2 olarak değerlendirilir	a.Proses kararlıdır, planlanan faaliyetler tam olarak gerçekleştirilmektedir ancak b.Proses planlanan sonuçları vermese de buna yönelik bir faaliyet yürütülmemektedir c.Etkinlik seviyesi 4 olarak değerlendirilir	a.Proses kararlıdır, planlanan faaliyetler tam olarak gerçekleştirilmektedir ancak b.Proses planlanan sonuçları vermektedir c.Etkinlik seviyesi 5 olarak değerlendirilir
Planlanan faaliyetler tam olarak gerçekleştirilmemektedir	a.Proses kararlıdır ancak planlanan faaliyetler tam olarak gerçekleştirilmemektedir ve b.Proses planlanan sonuçları vermemekte ve buna yönelik bir faaliyet yürütülmemektedir	a.Proses kararlıdır ancak planlanan faaliyetler tam olarak gerçekleştirilmemektedir ve b.Proses planlanan sonuçları vermese de buna yönelik bir faaliyet yürütülmemektedir	a.Proses kararlıdır ancak planlanan faaliyetler tam olarak gerçekleştirilmemektedir ancak b.Proses planlanan sonuçları vermektedir c.Etkinlik seviyesi 4 olarak değerlendirilir

	c.Etkinlik seviyesi 2 olarak değerlendirilir	c.Etkinlik seviyesi 3 olarak değerlendirilir	
Planlanan faaliyetler gerçekleştirilmemektedir	a.Proses kararlı değildir ve planlanan faaliyetler gerçekleştirilmemektedir ve b.Proses planlanan sonuçları vermemekte ve buna yönelik bir faaliyet yürütülmemektedir c.Etkinlik seviyesi 1 olarak değerlendirilir	a.Proses kararlı değildir, planlanan faaliyetler gerçekleştirilmemektedir ancak b.Proses planlanan sonuçları vermese de buna yönelik bir faaliyet yürütülmektedir c.Etkinlik seviyesi 2 olarak değerlendirilir	a.Proses kararlı değildir, planlanan faaliyetler gerçekleştirilmemektedir ancak b.Proses planlanan sonuçları vermektedir c.Etkinlik seviyesi 2 olarak değerlendirilir
	Planlanan sonuçlar elde edilmemekte ve buna yönelik bir faaliyet yürütülmemektedir.	Planlanan sonuçlar elde edilmemekte ancak buna yönelik bir faaliyet yürütülmektedir.	Planlanan sonuçlar elde edilmektedir.
	Proses sonuçları		

6. Uygunsuzluk raporu: Denetimde tespit edilen uygunsuzlukların bildirim formatıdır. Aşağıdaki detayları içerir;

- Denetim tarihleri ve firma bilgileri
- Uygunsuzluk detayları
  - İlgili standart maddesi
  - İlgili proses
  - Tespit edildiği bölüm
  - Uygunsuzluk tipi (Majör /Minör)
  - Uygunsuzluk açıklaması
  - Nesnel kanıtlar
  - Acil işlem ve termin tarihi
- Kuruluşun planlanan faaliyetleri
  - Acil işlemler
  - Düzeltmeler
  - Kök sebep analizi / Hata kodları
  - Düzeltici faaliyetler
  - Tüm faaliyetlerin hedef ve gerçekleşme tarihleri
- Kuruluş tarafından yürütülen faaliyetlerin kanıtları
- Denetim ekibi onay ve kabul işlemlerine ilişkin kısımlar

7. Denetim raporu: Denetimin temel sonuç bildirim formatıdır. Denetimin detayları aşağıdaki detaylarda yer alır;

- Denetim tarihleri ve süresini kapsayan denetim bilgileri
- Firma bilgileri
- Denetim ekibi bilgileri
- Denetim kriterleri
- Denetim detayları (hedef, kapsam, uygulanabilir gereksinimler)
- Uygunsuzluklar
- Denetimde hazırlanan proses etkinlik değerlendirme raporları
- Denetim sonuçları
  - Denetim özeti
  - Üst yönetimin dikkatine sunulan hususlar
  - İyi uygulamalar, güçlü yanlar
  - İyileştirme fırsatları
  - Bir önceki denetim uygunsuzlukları ve kapatılma etkinliği
- Kuruluşta meydana gelen değişiklikler
- Üzerinde anlaşılan takip faaliyetleri
- Denetim ekibi tavsiyesi

8. Denetim ek raporu: Denetim raporunda yer almayan ek hususların dokümente edilmesi için tercihe bağlı olarak kullanılan bir formdur.

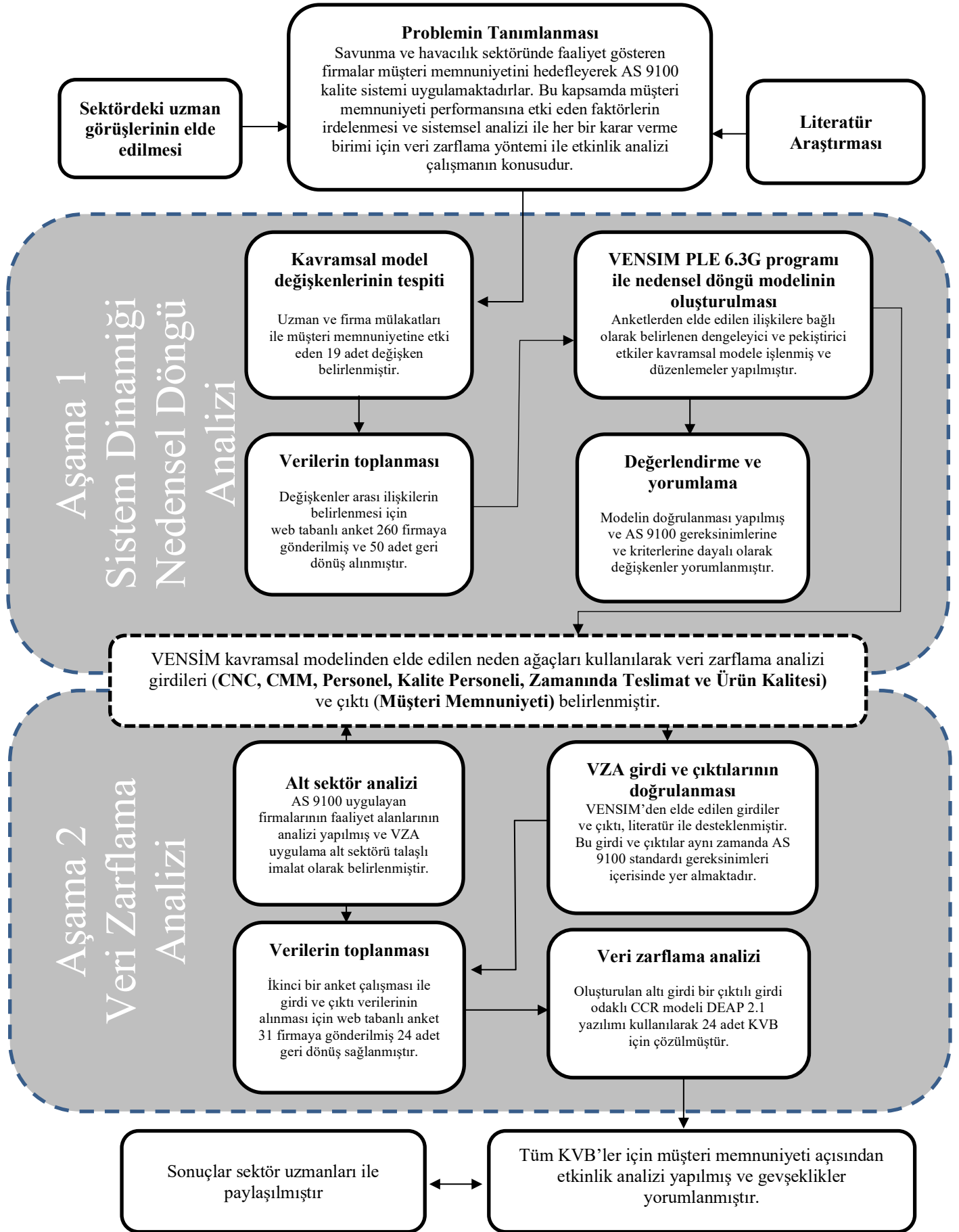
## 4. METODOLOJİ

Bu çalışmada savunma ve havacılık sanayisi firmalarının müşteri memnuniyeti performansını analiz etmek üzere sistem dinamiği araçlarından olan nedensel döngü diyagramı ve veri zarflama analizi yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında iki adet anket çalışması yapılmıştır.

İlk aşamada sistem dinamiği araçlarından olan nedensel döngü diyagramı ile kavramsal model değişkenlerinin tespiti yapılmıştır. Değişkenlerin ve modelin oluşturulması için sektör yetkilileri ile hem mülakat hemde anket çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen tüm veriler doğrultusunda VENSIM programı kullanılarak sistem dinamiği nedensel döngü diyagramları oluşturulmuştur. Oluşturulan döngü diyagramlarına ve analiz sonuçlarına ise Bölüm 5.2'de yer verilmiştir.

İkinci aşamada ise veri zarflama analizi yapılmıştır. İlk olarak alt sektör analizi yapılarak veri zarflama analizinin uygulama alanı belirlenmiştir. Sonrasında ise nedensel döngü diyagramlarından ve literatürden elde edilen bilgiler ışığında veri zarflama analizinde kullanılacak girdi ve çıktılar belirlenmiştir. Girdi ve çıktılardan belirlenmesi sırasında AS 9100 standardı kriterleri de dikkate alınmıştır. Girdi ve çıktılara dair verilerin elde edilmesi için çalışma kapsamında ikinci bir anket uygulaması yapılmıştır. Oluşturulan model, DEAP 2.1 programı kullanılarak çözümlenmiştir. Çözümlenen modelin sonuçlarına ise Bölüm 5.3'te yer verilmiştir.

Çalışma, literatür taraması ile desteklenmiş olup, işlem adımları Şekil 4.1'de açık bir şekilde ifade edilmiştir.



Şekil 4.1. Tez çalışması işlem adımları

Bu çalışma adımları kapsamında uygulanan yöntemlere ilişkin teorik bilgiler bölüm 4.1 ve 4.2’de açıklanmıştır.

#### **4.1 Sistem Dinamiği**

Sistem dinamiği araştırma altında yer alan problemi kristalize ederek açık hale getirmeye yardımcı olur ve gerçek hayat problemine benzer senaryolar oluşturur. (Wankhade ve Dabade, 2016).

Sistem dinamiği, karmaşık sistemlerde öğrenmeyi geliştirmek için bir yöntemdir. Bir havayolu şirketinin pilotların öğrenmesine yardımcı olmak için uçuş simülatörlerini kullandığı gibi, sistem dinamiği de kısmen dinamik karmaşıklık hakkında bilgi edinmemize, politika direncinin kaynaklarını anlamamıza ve daha etkili politikalar tasarlamamıza yardımcı olmak için simülasyon modellerini kullanan bir yöntemdir (Sterman, 2000).

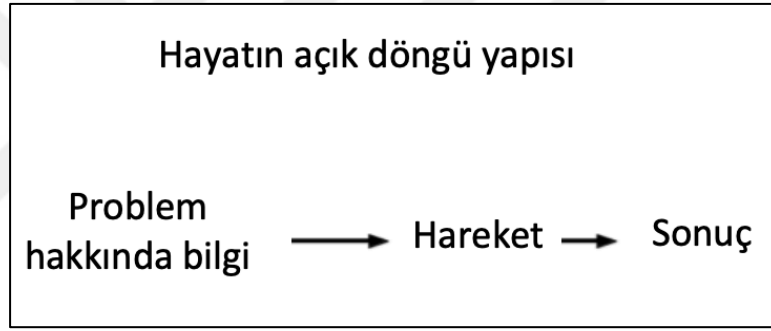
Sistem dinamiğinin kurucusu “Massachusetts Institute of Technnology” öğretim üyesi Jay Wright Forrester’dir. Sistem dinamiğinin başlangıcı 1961 yılında yayımlanan yine kendisine ait “Industrial Dynamics” kitabı ile izlenebilir (Wankhade ve Dabade, 2016).

Sistem dinamiği modelleme sanatının çoğu, stok ve akışları, zaman gecikmelerini ve doğrusal olmayan durumlar ile birlikte sistemin dinamiklerini belirleyen geri bildirim süreçlerini keşfetmekte ve temsil etmektedir. Karmaşık sistemlerin dinamiklerini anlayabilmek için çok çeşitli farklı geri besleme süreçlerinin ve yönetilebilecek başka yapıların olduğunu bilmek ve bunları değerlendirmek gereklidir. En karmaşık davranışlar genellikle bileşenlerin karmaşıklığından değil, sistemin bileşenleri arasındaki etkileşimlerden (geri beslemelerden) ortaya çıkmaktadır (Sterman, 2000).

Sistem dinamiği metodolojisi, nedensel döngü diyagramlarını ve kutup temelli geri besleme kullanarak sistem düşüncesi ile başlar. Bu haritalama işlemi ile problemin görsel hali elde edilir. Geri besleme döngüleri doğası gereği tüm

sistemlerde yer alır, buna karşılık yaygınlıkları nadiren fark edilmektedir (Forrester, 2009).

Bu noktada geri besleme etkileri üzerinde durmakta fayda vardır. Çoğu kez insanlar problemlere müdahale eder ve sonuç aldıklarında sürecin tamamlandığını düşünürler. Bu yaklaşım Şekil 4.2’de gösterilmektedir. Gerçekte ise son derece gerçekçi diğer yaklaşım ise probleme müdahale sonucunda oluşan yeni durumun ileride yeni problemler ortaya çıkaracağı ve yeni müdahaleler gerektireceğidir. Bu çerçevede her sistem geri besleme etkileri içerisinde yaşamaktadır. Her hareket ve her değişimin etki ettiği karmaşık bir dünya içerisinde hayat devam etmektedir (Forrester, 1968). Geri besleme etkilerini de dikkate alan kapalı döngü yapısı Şekil 4.3’te verilmektedir.

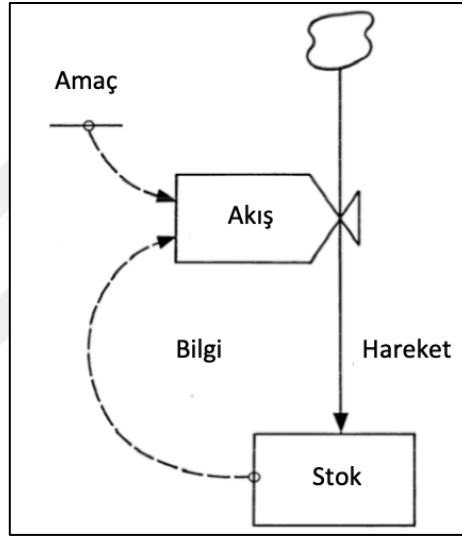


Şekil 4.2. Açık döngü yapısı (Forrester, 1968)



Şekil 4.3. Kapalı döngü yapısı (Forrester, 1968)

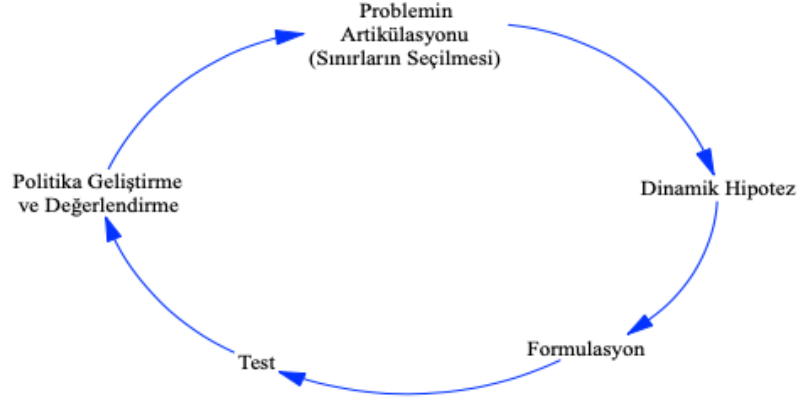
Modelleme süreci yapısal stoklar ve akışlar ile değişkenlerin detaylandırılması ile sürer. Akışlar, seviyeler, oranlar sabitler ve yardımcı elemanlar ile model desteklenir. Bir akışın oranlardan elde edilen hareketle bir noktada toplanması sistem dinamiği felsefesinin esasıdır. Geri besleme döngüleri, gecikmeler ve ilişkilerin çokluğu modeli canlı ve dinamik yapar. Model gerçek hayat verisi ile simülasyona tabi tutulur (Forrester, 1968). Şekil 4.4'te olabilecek en basit geri besleme sistemi görülmektedir. Şekilde iki adet sembol vardır. Stok ve akış adı verilen bu sembollerden **stok**; uygulandığı alana göre bir toplanma, entegrasyon ya da seviyeyi temsil ederken **akış** ise stoktaki miktarı değiştirmektedir.



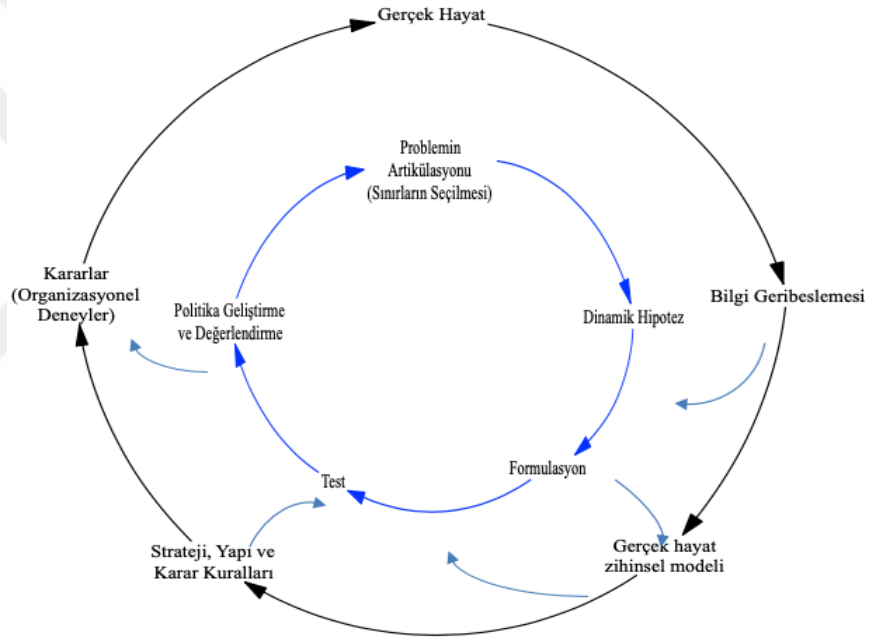
Şekil 4.4. En basit geri besleme döngü yapısı (Forrester, 1968)

Sistem dinamiği modelin sınırlarının belirlenmesine ve nedensel yapının temsil edilmesine yardımcı olacak çeşitli araçlar içerir. Bunlar model sınır diyagramları, alt sistem diyagramları, nedensel döngü diyagramları ile stok ve akış diyagramlarını içermektedir (Sternan, 2000). Sistem dinamiği modellemesi, yinelenen bir süreçtir ve Şekil 4.5'te gösterilmiştir. Şekil 4.6 ise gerçek hayatta modele etki eden geri besleme etkileri hakkında bilgi vermektedir.





Şekil 4.5. Yinelemeli sistem dinamiği modellemesi (Sterman, 2000)



Şekil 4.6. Gerçek hayat geri bildirim etkileri ile modelleme (Sterman, 2000)

Modellemede en önemli adım, problemin tanımlanmasıdır. Müşterilerin en çok ilgilendiği sorun nedir? Hangi sorunu çözmeye çalışmaktadırlar? Sadece sorunun belirtileri değil de asıl sorun nedir? Modelin amacı nedir? Net bir amaç, başarılı bir modelleme çalışması için en önemli unsurdur. Her model, karmaşık bir bütünü oluşturan işlevsel olarak birbiriyle ilişkili elemanlardan oluşan bir sistemin bir temsilidir. Oluşturulan modelin yararlı olması için, belirli bir

problem ele alınmalı ve tüm sistemin ayrıntılı bir şekilde yansıtılmasına odanılmak yerine model basitleştirmelidir (Serman, 2000).

Yönetim sistemi sürekli iyileştirme modelinin genel yapısı için bir temel oluştursa da değişken belirleme, saha çalışması ile desteklenip tamamlanacak bir görevdir. Bir model oluşturucu dinamik bir hipotez geliştirmek için kullandığı verilerin çoğunu, kurumlardaki kişilerle yapılan görüşme ve mülakatlardan elde eder. Anketler, röportajlar, katılımcı gözlem, arşiv verileri vb. dâhil olmak üzere veri toplamak için birçok teknik mevcuttur. Anketler, sistem dinamiği modellerini geliştirmede faydalı olacak kadar zengin veri sağlamayabilir. Mülakatlar, bir modelin oluşturulmasında yarar sağlayan verileri toplamak için etkili bir yöntemdir (Serman, 2000).

Mülakatların amacı probleme yönelik etkin bir model geliştirmek olduğundan, görüşmelerin önerdiği sonuçlar/deneyimler/gözlemler, arşiv verileri vb. diğer veri kaynakları ile desteklenmelidir. Birçok durumda, görüşmelerde veya diğer veri kaynaklarında belirtilmeyen ek nedensel bağlantılar eklemek gerekebilir. Bu bağlantıların bir kısmı temel fiziksel ilişkileri temsil edecek ve herkese açık olacakken, diğerleri gerekçelendirme veya açıklama gerektirmektedir. Modeli tamamlamak için sisteminizdeki tecrübeden elde edilen tüm bilgiler görsel hale getirilmelidir (Serman, 2000).

Yarı yapılandırılmış mülakatların (modellerin önceden sorulan sorular sorduğu ancak belirli bir ilgi alanı bulmaya çalışan senaryodan ayrılmanın serbest olduğu durumlarda) özellikle etkili olduğu kanıtlanmıştır (Serman, 2000).

Modelleme, diğer faktörlerden bağımsız şekilde gerçekleşmez. Bir organizasyona ve sosyal içeriğe gömülüdür. Bu çalışmada belirlenen model ile kuruluş ve sosyal bağlam da dikkate alınmaktadır. Ayrıca AS 9100 standart gerekliliklerinden biri de kuruluşun bağlamının tanımlanmasıdır. Etkin sistem tasarımı için iç ve dış bağlam tanımları önemlidir.

Zaman ufkunun belirlenmesi modellemenin başka bir yönüdür. Zaman tercihi, sorunun nasıl ortaya çıktığını ve semptomlarının nasıl açıklandığını göstermek için geçmişe uzanmalıdır. Potansiyel politikaların gecikmeli ve dolaylı etkilerini yakalamak için yeterli gelecek tarihe kadar uzanmalıdır. Çoğu çalışmada zaman uzunluğu doğru belirlenmez ve çok kısa olan zaman tercihleri yapılabilir. Zihinsel modellerimizde temel bir eksiklik, neden ve sonuç olarak yerel ve anlık olarak düşünme eğilimimizdir. Fakat dinamik olarak karmaşık sistemlerde, neden ve sonuç zaman ve mekânda uzaktır (Sterman, 2000).

Havacılık kalite yönetim sistemleri, geliştirilmiş kalite, maliyet ve teslimat performansının gerekli çıktılarını elde etmek için tasarlanmıştır. Sistem aynı zamanda dinamik etkileri de kabul etmekte ve temel olarak politika direncine, prosedürlere, insan faktörlerine ve hatalarına, kaynak yetersizliğine vb. neden olan süreç hatalarına yol açan etkiler nedeniyle hedeflere ulaşamaması durumunda düzeltici faaliyetleri uygulamaktadır.

Önceden düşündüğümüz ya da faydalı olduğuna inandığımız etkiler, ana ya da amaçlanan etkiler olarak adlandırılır. İstenmeyen ve politikaların altından kalkmak için gayret ettiği etkiler ise sisteme zarar veren ya da yan etki olduğunu iddia ettiğimiz etkilerdir. Yan etkiler sistem anlayışımızın dar ve kusurlu olduğunun bir göstergesidir (Sterman, 2000).

Nedensel döngü diyagramları (CLD), sistemlerin geri bildirim yapısını temsil etmek için önemli bir sistem dinamiği aracıdır. Bu diyagramlar uzun süredir akademik çalışmalarda kullanılmaktadır.

İş hayatında da kullanımı giderek yaygınlaşan bu modeller aşağıda sayılan faydaları sağlamaktadır:

- Dinamikliğin nedenleri ile ilgili hipotezlerinizi hızla ortaya koyma,
- Kişi veya ekiplerin zihinsel modellerini ortaya çıkarmak,
- Bir problem sebebi olabilecek önemli geri bildirimleri belirleme.

Nedensel diyagramların çizilmesi için yöntemler basittir, ancak önemle takip edilmelidir. Bağlantılara ait polariteler sistemin yapısını tanımlar, değişkenlerin davranışını tarif etmezler. Gerçekte ne olduğunu belirlemek için tüm girdilerin nasıl değiştiğini bilmek gerekir. Bağlantıların polaritesini değerlendirirken, tüm diğer değişkenlerin sabit olduğunu varsayılır (Sterman, 2000).

Nedensel diyagramlarda ve modellerde değişken isimleri veya isim cümleleri olmalıdır. Eylemler değişkenleri bağlayan nedensel bağlantılar tarafından elde edilir. Nedensel bir diyagram, sistemin yapısını değil davranışını gösterir (Sterman, 2000).

Sterman, bir artış veya azalışın anlamının net olduğu, daha büyük veya daha küçük olabilen değişkenlerin seçildiğini belirtir. Değişkenler için açık bir yön duygusu olmadan, anlamlı bağlantı kutupları belirlenemez. Değişken isimleri, normal yön algılarının pozitif olacak şekilde seçilmelidir (Sterman, 2000).

Tez çalışmasında sayılan prensiplere uygun bir nedensel döngü modeli elde edilmiştir.

#### **4.2 Veri Zarflama Analizi**

Veri zarflama analizi parametrik olmayan bir doğrusal programlama yöntemidir. Bu yöntem karar verme birimi (KVB) olarak tanımlanan benzer birimlerin bağlı verimliliklerinin ölçülmesi esasına dayanır (Toloo ve Nalchigar, 2009).

VZA, analizlerde girdi ve çıktılarının aynı ölçü birimi ile ifade edilmesini gerektirmeyen bir yaklaşımdır. Girdi ve çıktılarının birimleri, fiziki miktarları, parasal büyüklükleri hatta oransal değerleri ifade edilebilir (Kutlar ve Bakırcı, 2018).

Veri zarflama analizi tarihçesi incelenmiştir. Farrell (1957) ilk teklifi ardından Boles (1966) ve Shephard (1970) bir etkinlik sınırını konveks formda parçalı fonksiyon olarak ön gören doğrusal programlama yöntemi önermişlerdir. Bu

matematiksel programlama yöntemi Charnes vd. (1978) ile birlikte popülerlik kazanmış ve yine ilk kez kendisi tarafından veri zarflama analizi olarak adlandırılmıştır.

Charnes (1978) ve Farrell (1957) öncü çalışmalarında tek girdi ve tek çıktılı modellerin verimlilik hesaplamalarını birden fazla girdi ve çıktılı modellere uygulamıştır. İlk VZA modelinde tüm karar verme birimleri için 1'den küçük (bir) verimlilik sonucu elde edilmiştir. VZA modeli her birim için bir defa çalıştırıldığında karar verme birimleri için bağıl verimlilik hesaplanabilmektedir.

Charnes vd. (1978), girdi odaklı yaklaşım önermekte olup ölçeğe göre sabit getiri (CRS) modelini kullanmıştır. Bu model CCR modeli olarak bilinmektedir. Daha sonraki yıllarda Färe vd. (1983) Amerika Birleşik Devletleri'nin Illinois eyaletinde elektrik sağlayıcılarının teknik verimliliklerini mukayese ederken, Banker vd. (1984) ise hastaneler ve elektrik santrallerinin verimlilikleri üzerinde çalışmış, ölçeğe göre sabit getiri önermesini ölçeğe göre değişken getiri olarak genişletmiş ve bunu veri zarflama analizinde yeni bir yaklaşım olarak sunmuşlardır. Bu model ise BCC modeli olarak bilinmektedir.

Veri zarflama analizine bu ismin verilmesinin sebebi bir etkinlik sınırı tanımlamak üzere gözlemleri zarflama şeklidir. Bu etkinlik isimleri performansları değerlendirilecek tüm birimler için değerlendirme kriteri olacaktır. Diğer yaklaşımlara direnç gösteren durumlar veri zarflama analizi ile değerlendirilebilmiştir. Bunun sebebi faaliyetlerin birden çok girdi ve birden çok çıktı arasındaki ilişkilerinin bu yöntemle analiz edilebilmesidir (Kutlar ve Bakırcı, 2018).

Veri zarflama analizi performans değerlendirmesi ile ilgilenmektedir. Muhtelif organizasyonları birim başına maliyet, birim başına kârlılık, birim başına memnuniyet ve benzeri ölçütlerle değerlendirmek mümkün olmaktadır. Bu çalışmalar yapılırken aşağıda verilen formda bir oran kullanılır.

$$\frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}}$$

4.1

Zhu ve Sherman (2006), verimlilik değerlendirmesini dört kategoride ele almışlardır. Fiyat verimliliği kalite standartlarını karşılayan girdileri en düşük fiyattan almaktır. Tahsis etkinliği ürün ve hizmetleri üretmek girdilerin optimal karışımının kullanılmasıdır. Bu etkinlik personel yerine makina ya da ekipman tahsisi olarak ele alınabilir. Teknik verimlilik kullanılan girdilerle daha fazla üretim gerçekleştirmek ya da daha az girdi ile daha fazla çıktı üretmek olarak değerlendirilmiştir. Ölçek verimliliği ise optimal faaliyet hacminin seviyesi olarak açıklanmıştır. Burada optimal seviyenin üzerinde ya da altında üretim gerçekleştirmek beraberinde ilave maliyetler getirmektedir. Verimlilik yönetiminde anahtar nokta bu çalışmanın çok boyutlu bir problem olduğu ve her komponentin yönetim ilgisi gerektireceğidir.

Cook ve Zhu (2007), temel ve ileri seviyede VZA uygulamalarının literatürde iyi bir şekilde dokümanite edildiğinden bahsetmektedirler. Buna karşılık düzensiz verilerin yer aldığı durumlarda uygulama zorlukları mevcuttur. Sıralı veri, aralık veri, negatif veri, istenmeyen veri gibi durumları çalışmalarında ele almışlardır.

Jordá vd. (2012), bu yöntemin avantajlarını ve dezavantajlarını toplu taşıma operasyonları kapsamında Çizelge 4.1'deki gibi değerlendirmişlerdir.

Çizelge 4.1. Veri zarflama analizinin toplu taşıma operasyonları kapsamındaki avantaj ve dezavantajları

VZA'nın toplu taşıma operasyonları kapsamındaki avantaj ve dezavantajları	
Avantajlar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Girdi ve çıktıların eş zamanlı analiz edilebilmesine imkânı verir.</li> <li>• En iyi gözleme göre mukayese edilen bağıl verimliliği hesaplar.</li> <li>• Fiyatlarla ilgili bilgiye ihtiyaç yoktur.</li> </ul>
Dezavantajlar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operasyonlar üzerinde dış etkenlerin etkisini ihmal eder.</li> <li>• İstatistiksel hataları ihmal eder.</li> <li>• Verimliliğin nasıl iyileştirileceğini belirlemez.</li> <li>• Sonuçlar üzerinde istatistik testler yapma imkânı vermez.</li> </ul>

Karar verme birimleri analiz edildiğinde verimliliği hesaplanmak istenen bir KVB'nin verimliliği;

$$\frac{v_1 y_{1j} + v_2 y_{2j} + \dots}{w_1 x_{1j} + w_2 x_{2j} + \dots} \quad 4.2$$

Şeklindeki bir matematiksel eşitlikle gösterilebilir.

Burada;

$v_1$  = bir nolu çıktının ağırlığını,

$y_{1j}$  = "j" biriminden elde edilen bir nolu çıktıyı,

$w_1$  = bir nolu girdinin ağırlığını,

$x_{1j}$  = "j" birimince kullanılan bir nolu girdiyi temsil etmektedir.

Verilen etkinlik formülü bir KVB'nin etkinliğini hesaplamanın yanı sıra birime ait toplam faktör etkinliğini de hesaplama yeteneğine sahip bir eşitliktir. Bir KVB'nin  $x_k$ ,  $k=1,2,\dots,m$  girdilerinden  $y_i$ ,  $i=1,2,\dots,t$  çıktıları ürettiği varsayılırsa, değişkenler üzerinde uygun ağırlıklar ( $v_i = 1,2,\dots,t$ ;  $w_k = 1,2,\dots,m$ ) yardımıyla denklem aşağıdaki şekilde yazılabilir;

$$\frac{\sum_{i=1}^t v_i y_i}{\sum_{k=1}^m w_k x_k} \quad 4.3$$

$$Max. v_i w_k \frac{\sum_{i=1}^t v_i y_{ip}}{\sum_{k=1}^m w_k x_{kp}} \quad 4.4$$

$$0 \leq \sum_{i=1}^t v_i y_{ic} / \sum_{k=1}^m w_k x_{kc} \leq 1 \quad 4.5$$

$c = 1,2,\dots,p,\dots,Z$  ve tüm girdi ve çıktılar için  $v_i, w_k > 0$

Modeldeki "v" ve "w"; girdi ve çıktılar üzerindeki ağırlıkları ve eşitlikteki değişkenleri oluşturur. Modelin çözümü "p", KVB için bir etkinlik değerini ve bu değeri ulaşmak için gerekli ağırlıklar kümesini verir (Kutlar ve Bakırcı, 2018).

Bu eşitlik yardımıyla hesaplanan performansın 1'e eşit olması, gözlenen performansla potansiyel performansın birbirine eşit olduğu anlamına gelir. Bu

durumda gözlenen KVB'nin en iyi gözlem olduğuna karar verilir. Gözlenen performansın, potansiyel performansından küçük olan bir KVB'nin etkinlik değeri de 1'den küçüktür.

Kesirli model doğrusallık ve dış bükeylik şartını karşılayamadığında etkinlik hesaplarında kullanılamaz. Kesirli modelin doğrusal bir programa dönüştürülmesi için Charnes ve Cooper bir dönüştürme mekanizması kullanmışlardır. Bir p KVB için doğrusal program kesirli fonksiyondaki, amaç fonksiyonunun paydasını 1'e eşitleyerek yapılır.

$$Max. v_i w_k \sum_{i=1}^t v_i y_{ip} \quad 4.6$$

Kısıtlayıcılar

$$\sum_{i=1}^t v_i y_{ic} \leq \sum_{k=1}^m w_k x_{kc} \quad 4.7$$

$c=1,2,\dots,p,\dots,Z$

$$\sum_{k=1}^m w_k x_{kc} = 1 \quad 4.8$$

Bütün i ve k'lar için  $v_i, w_k > 0$

Burada yer alan 4.6 no'lu eşitlik doğrusal bir denklem olup girdilerin ağırlıklı toplamını 1 ile kısıtlar ve  $v_i$  ile  $w_k$  için uygun değerler seçerek "p" KVB'nin ağırlıklı çıktı toplamını maksimize eder ve etkinlik değeri 1'i aşamaz.

Basit bir doğrusal program oluşturmak için "p" KVB için ağırlıklı girdiler minimize edilerek ağırlıklı çıktılar da 1'e eşitlenerek elde edilebilir.

$$Min. v_i w_k \sum_{k=1}^m w_k x_{ip} \quad 4.9$$



Kısıtlayıcılar

$$\sum_{k=1}^m w_k x_{kc} \geq \sum_{i=1}^t v_i y_{ic} \quad 4.10$$

$c=1,2,\dots,p,\dots,Z$

$$\sum_{i=1}^t v_i y_{ic} = 1 \quad 4.11$$

Bütün i ve k'lar için  $v_i, w_k > 0$

Veri zarflama analizindeki pozitif kısıtı Charnes, Cooper, Rhodes tarafından modele eklenmiştir.

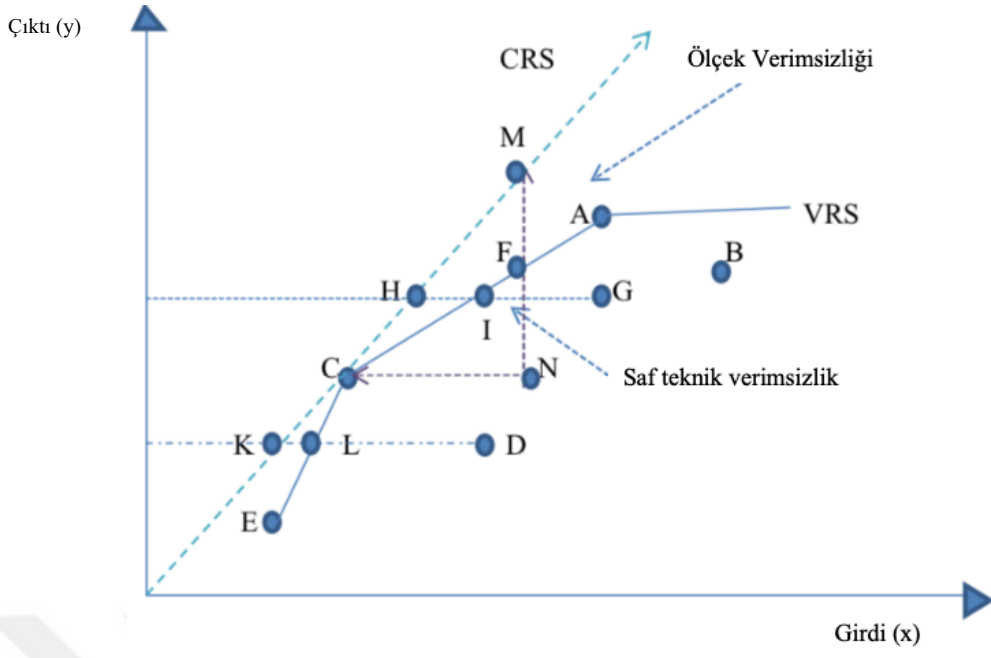
$$w_k > \varepsilon, \quad k=1,\dots,m \quad 4.12$$

$$v_i > \varepsilon, \quad t=1,\dots,t \quad 4.13$$

Burada  $\varepsilon$  ihmal edilebilecek kadar küçük ( $10^{-5}$  veya  $10^{-6}$ ) bir değer ya da arşimedgil olmayan sabit olarak anılır.

Veri zarflama analizinde karar birimlerinin kullandığı girdi sayısına ve üretim sonucunda elde ettikleri çıktı sayısına göre ayrı ayrı sistematik yapılar oluşturarak çözümler üretilebildiği görülmektedir (Kutlar ve Bakırcı, 2018).

Cooper vd. (2006), tek girdi ve tek çıktılı veri zarflama analizi modelini grafik gösterim haline getirmiştir ve bu model Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.7. CRS ve VRS modellerinde etkinlik sınırı

## 5. PROBLEM TANIMI ve UYGULAMA

### 5.1 Problem Tanımı

Tedarik zincirinde yer alan savunma ve havacılık müşterileri kabul edilebilir fiyat ile zamanında ve doğru ürün talep etmektedirler. Bu üç temel koşulun sağlanması ile ulaşılabilecek müşteri memnuniyeti bir hedef ve bunu sağlamak için uygulanan AS 9100 sistem uygulaması ise bir araçtır.

AS 9100 süreçlerinde ortaya çıkan geri besleme etkileri, tedarikçilerin bu hedefe ulaşamamasında etken olduklarından tespit edilmeleri önemlidir. Çalışmanın birinci aşamasında sistemsel bir bakış açısı ile pekiştirici ve dengeleyici etkilerin tespit edilmesi, bu etkilerin irdelenerek standart gereksinimlerine ve kriterlerine göre, yorumlanması hedeflenmiştir. Her bir tedarikçi firmanın karar verme birimi olarak ele alınarak AS 9100 uygulayan firmaların, uygulamayan firmalar ile etkinlik kıyaslaması yapılması ve buna göre müşteri memnuniyeti sağlamadaki durumlarının yorumlanması ise çalışmanın ikinci aşamasında ele alınmıştır.

### 5.2 Sistem Dinamiği Modelinin Oluşturulması (1. Aşama)

Çalışmanın ilk safhasında müşteri memnuniyeti hedefine ulaşmayı etkileyen değişkenler üzerinde değerlendirme yapılarak ve pekiştirici veya dengeleyici etkileri olan temel değişkenleri tespit etmek ve nedensel döngü diyagramına ulaşmak hedeflenmiştir. Standart kriterlerine göre tespit edilen sistemsel etkilerin yorumlanması da bu aşamanın konusudur.

Sistem dinamiği modelinin oluşturulması ve değişkenlerin belirlenmesi sürecinin mülakat safhasında on bir Türk savunma ve havacılık şirketi ziyaret edilerek, kalite uzmanları ve yöneticilerle görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Bu çerçevede çalışmamız için görüşülen kuruluşlar ve sektör uzmanları hem havacılık hem de savunma kuruluşlarından seçilmiştir. Bu şirketlerin üçü orijinal ekipman imalatçısı, biri kamu kuruluşu, geri kalanı ise sektördeki bir ya da ikinci

seviye tedarikçilerdir. Uygunluk değerlendirme uzmanları da görüşülen kişiler arasında yer almaktadır. Diğer uzmanlar kalite ve tedarik süreç sorumluları ile tasarım ve geliştirme uzmanlarından oluşmaktadır. Üst yönetimden operasyonel seviye personeline kadar olan uzmanlarla görüşmeler yapılmıştır. Mülakatlar sırasında toplanan bilgilerle kavramsal bir model hazırlığı yapılmıştır. Mülakat faaliyetinden yola çıkılarak müşteri memnuniyeti ile ilişkili değişkenler belirlenmiş ve Çizelge 5.1 aracılığı ile verilmiştir.

Çizelge 5.1. Model değişkenleri

Nr	Değişken	Kısaltma
1	Müşteri Tatmini	CUS
2	Sipariş Miktarı ve Talep	ORD
3	Zamanında Teslimat	OTD
4	Fiyat	PRI
5	Ürün Uygunluğu (Kalite)	QUA
6	İthal Hammadde	IMP
7	Planlama Kabiliyeti	PLA
8	Finansal Yeterlilik	FIN
9	Makine, Ekipman, Araç ve	MET
10	Kalifiye Personel	STA
11	Coğrafi Konum Avantajı	GEO
12	Tedarikçi Geliştirme	SUP
13	Üretim Kalitesi	PCV
14	Liderlik ve Politikalar	POL
15	Uygun Ürün	NCP
16	Offset Temini	OFF
17	Personnel Kaybı	PER
18	Tasarım Yeterliliği	DES
19	Üretim Miktarı	PRO

Modelin oluşturulması için mülakatlar tek başına yeterli değildir. Model hem nitel hem de nicel olan diğer veri kaynakları tarafından desteklenmelidir (Sterman, 2000).

Bu sebeple gerçekleşen mülakat çalışması sonunda belirlenen değişkenlerin ağırlıklarını pekiştirici veya dengeleyici olarak ayırmak ve ağırlıklarını analiz etmek üzere sektör firmaları üzerinde anket araştırma çalışması

gerçekleştirilmiştir. Anket çalışması sırasında sektörde yer alan 260 firmaya anket gönderilmiştir. 50 firmadan cevap alınmış ve %19.2 geri dönüş performansı elde edilmiştir. Yanıt veren 50 firmanın 42'si AS 9100 serisi kalite yönetim sistemi standartlarını uygulamaktadır.

Anket 7'li likert ölçeği kullanılarak dizayn edilmiştir. Ölçek, birden üçe dengeleyici etkileri tanımlamaktadır. Dört nötr etkiyi gösterirken ve dörtten yediye kadar olan etkiler ise pekiştirici etkilerdir. Likert ölçeği açıklamaları Çizelge 5.2'de verilmektedir.

Çizelge 5.2. 7'li Likert ölçeği açıklamaları

(1) Çok Yüksek Dengeleyici Etki	(2) Yüksek Dengeleyici Etki	(3) Dengeleyici Etki
(4) Nötr Etki		
(5) Pekiştirici Etki	(6) Yüksek Pekiştirici Etki	(7) Çok Yüksek Pekiştirici Etki

### 5.2.1 Değişkenlerin AS 9100 ile ilişkileri

Çalışmanın bu bölümünde tespit edilen ilişkiler değişken bazında değerlendirilmiştir. Madde 3.1.2 kapsamında yapılan anketlerden toplanan sonuçlar analiz edilmiştir. Sorulara verilen cevaplara istinaden bir değişkenin diğerine etkileri belirlenmiş ve Çizelge 5.3 hazırlanmıştır. Bu tablo, nedensel döngü diyagramının elde edilmesi sırasında bağlantıların polaritesinin belirlenmesi için kullanılacaktır.

Bu değerlendirmeye ek olarak AS 9100 standardının ilgili maddeleri ile ilişkiler kurularak yorumlanmıştır. Bu ilişkiler daha sonra VENSIM programı kullanılarak görsel hale getirilmiş, kısmi nedensel döngü diyagramları ile birleştirilerek ise genel nedensel döngü diyagramına ulaşılmıştır.

Çizelge 5.3. Anket sonuçları ve etkilerin açıklanması

No	Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki Türü
1	QUA	CUS	6,08	R
2	PCV	NCP	6,03	R
3	OTD	CUS	6	R
4	PLA	OTD	5,96	R
5	QUA	ORD	5,94	R
6	CUS	ORD	5,71	R
7	OTD	ORD	5,67	R
8	ORD	PRO	5,63	R
9	MET	PLA	5,59	R
10	MET	PCV	5,57	R
11	CUS	POL	5,52	R
12	MET	DES	5,31	R
13	ORD	FIN	5,2	R
14	DES	ORD	5,2	R
15	IMP	PRI	5,1	R
16	FIN	MET	5,06	R
17	PRO	PCV	5	R
18	QUA	OFF	4,94	R
19	DES	OFF	4,84	R
20	OFF	FIN	4,82	R
21	PRI	FIN	4,8	R
22	POL	OFF	4,68	R
23	POL	IMP	4,65	R
24	OFF	ORD	4,6	R
25	SUP	PLA	4,52	R
26	FIN	GEO	4,44	R
27	STA	PRI	4,44	R
28	MET	PRI	4,4	R
29	ORD	QUA	4,24	R
30	GEO	SUP	4,18	R
31	GEO	STA	4,1	R
32	IMP	PCV	4,45	R
33	ORD	OTD	3,85	B
34	ORD	PRI	3,63	B
35	PRI	ORD	3,12	B
36	PRI	CUS	3,08	B
37	IMP	PLA	3	B
38	FIN	PER	2,92	B
39	NCP	QUA	2,12	B
40	PER	STA	2,02	B

Saha çalışmaları ve görüşmelerde, sipariş miktarının (ORD) zamanında sipariş teslimi (OTD), ürün uygunluğu (QUA) üzerinde pekiştirici etkisi ve fiyatın (PRI) sipariş miktarı (ORD) üzerinde dengeleyici etkisi olduğu doğrulanmıştır. Bu bilgi, analizimizin başlangıcını ve temelini oluşturmuştur. Bu bilgi aynı zamanda ISO 9004 standardında standardı ile uyumludur (ISO 9004, 2009).

Mülakatlarda bu etkilerde muhtemel gecikmelerin söz konusu olacağı değerlendirilmiştir. Bu gecikmeler ile kuruluşların süreçlerinin iyileştirilmesi için arka planda kalite yönetim sistemini çalıştırdığı değerlendirilmiştir. Bu çerçevede sipariş miktarındaki doğrudan artış, Havacılık ve Uzay Kalite Yönetim Sistemi'ne (HKYS) sahip olmayan ve etkili ya da etkin bir biçimde uygulamayan bir kuruluşta kalitenin iyileştirilmesine ya da zamanında teslim performansının artmasına sebep olmayacağı aşikârdır. HKYS, risk temelli düşünme, ürün güvenliği kavramı, insan faktörlerini anlama gibi farklı bir düşünme ve kurum kültürü gerektirecektir. Bu, yalnızca ilgili tüm tarafların ihtiyaçlarını anlayarak organizasyondaki liderlik ile mümkün olacaktır. Sipariş miktarındaki artış, yalnızca kalite yönetim sistemi mevcut olduğunda ürün uygunluğunun iyileştirilmesiyle sonuçlanacaktır.

### **5.2.1.1 Müşteri memnuniyeti (CUS)**

AS 9100 standardı Madde 8.2 kuruluşun ve müşterilerin ihtiyaç ve beklentilerinin karşılanma derecesine ilişkin algılarını izlemesi gerektiğini belirtmektedir. Müşteri memnuniyetinin değerlendirilmesi için izlenecek ve kullanılacak bilgiler, ürün ve hizmetin uygunluğu, zamanında teslimat performansı, müşteri şikâyetleri ve düzeltici faaliyet taleplerini içermekle birlikte bunlarla sınırlı değildir. Kuruluş, bu değerlendirmelerle belirlenen eksiklikleri gidermek ve sonuçların etkililiğini değerlendirmek için müşteri memnuniyeti iyileştirme planları geliştirmeli ve uygulamalıdır (AS 9100, 2016).

Çizelge 5.4. Müşteri memnuniyeti üzerindeki etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki Türü
QUA	CUS	6,08	R
OTD	CUS	6	R
PRI	CUS	3,08	B

Çizelge 5.4, müşteri için en önemli konunun doğru ve gereksinimlere uygun bir ürüne sahip olmak olduğunu göstermektedir. Bu ürüne zamanında sahip olmak da çok önemlidir ve müşteri memnuniyeti üzerinde çok yüksek bir pekiştirici etkiye sahiptir. Fiyat artışı, müşteri memnuniyeti üzerinde dengeleyici bir etkiye sahiptir, ancak bu dengeleme etkisi yüksek değildir. Bu sonuç, havacılık ve savunma sektörünün fiyat artışlarına çok duyarlı olmadığını göstermektedir. Müşteri, ürün kalitesi ve zamanında teslimatın sağlandığı durumlarda daha yüksek fiyatları kabul edebilmektedir.

#### 5.2.1.2 Sipariş miktarı ve talep (ORD)

Ülkemiz savunma ve havacılık sektörü için tedarikçi müşteri ilişkilerinde sipariş miktarı (ORD) kritik bir rol oynamaktadır. Yeni gelişen sektörde yer alan tedarikçiler için hızlı bir başabaş noktasına ulaşacak kritik hacme ulaşmak önemlidir. Buna karşılık üretim adetleri yeterli değildir. Tedarikçiler sipariş miktarına büyük ölçüde bağlıdır. Uzun dönemli planlama için tedarikçinin desteklenmesine olanak sağlayacak uzun vadeli çerçeve anlaşmalar (BOA) bulunmaktadır. Sipariş miktarı, üretim yöntemlerinin belirlenmesi için de önemlidir. Sipariş miktarının yeterli olduğu durumlarda, tedarikçiler daha istikrarlı ve güvenilir üretim yöntemleri seçebilirler. Örneğin kalıp maliyetlerinin karşılanabildiği hallerde dövme vb. imalat yöntemleri talaşlı imalata tercih edilecektir.

Saha ziyaretleri ve uzmanlarla yapılan görüşmeler, ürün kalitesi, müşteri memnuniyeti, zamanında teslimat ve sipariş miktarı arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur.



Bu ilişkiler Çizelge 5.5'te gösterilmiştir. Ürün kalitesi, müşteri memnuniyeti ve zamanında teslimatın sağlanması şartıyla tedarikçilere daha fazla sipariş verilebilecektir.

Ülkemizde yapılan tasarım geliştirme çalışmaları sonucunda tasarım kabiliyeti olan kuruluşlar daha fazla siparişe sahip olacaktır. Offset kontratları da sipariş miktarını etkileyecektir. Fiyatın sipariş miktarı üzerinde bir etkisi olsa da diğer parametreler kadar etkili değildir.

Çizelge 5.5. Sipariş Miktarı üzerindeki etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki Türü
QUA	ORD	5,94	R
CUS	ORD	5,71	R
OTD	ORD	5,67	R
DES	ORD	5,2	R
OFF	ORD	4,6	R
PRI	ORD	3,12	B

### 5.2.1.3 Zamanında teslimat (OTD)

Zamanında teslimat, savunma ve havacılık tedarik zincirinde önemli bir süreç performans göstergesidir. Bu gösterge AS 9100 tarafından talep edildiği üzere kuruluşlar tarafından dahili olarak izlenir ve ayrıca müşteriler tarafından skor kartları da dahil olmak üzere çeşitli araçlar kullanılarak takip edilir. Tedarikçinin zamanında teslimat performansı derecelendirme ve sınıflandırma için kullanılır (yeşil, sarı, kırmızı, altın, gümüş vb.). Çerçeve sözleşmelerde gecikmeler söz konusu olduğunda ceza hükümleri vardır. Tedarikçiler, zamanında teslimatı sağlayacak şekilde ürün gerçekleştirme faaliyetlerini ve risk planlama prosedürlerini uygulamalıdır.

AS 9100 standardı Madde 8.1, kuruluşun, ürün ve hizmetlerin sağlanmasına yönelik şartları yerine getirmek için gerekli olan süreçlerin planlaması, uygulaması ve kontrol etmesi gerektiğini belirtir. Aynı maddenin c bendi, ürün ve

hizmet gereksinimlerine uygunluğu sağlamak ve ürün ve hizmetlerin zamanında teslim edilmesini sağlamak için gereken kaynakların belirlenmesini talep etmektedir (AS 9100, 2016).

Sektörün talebi ana sanayi üretim programları göz önünde bulundurularak, zamanında teslimatın sağlanmasıdır. Boeing, 787 programı kapsamında geliştirme ve üretim faaliyetlerinin %70'ini dışarıdan tedarik etmeyi planlamıştır ki, bu durum projenin gecikmesine neden olmuştur. Boeing, tedarikçilerin aynı anda farklı yeteneklerini geliştirerek geliştirme süresini kısaltmayı planlamıştır. Boeing, kanıtlanmamış teknolojiye dayanan Dreamliner'ın tüm bölümlerini geliştirmek ve inşa etmek için birinci derecede küresel stratejik ortaklarına dayanmaktadır. Tedarik zincirindeki herhangi bir kırılma, genel üretimde önemli gecikmelere neden olabilmektedir (Tang vd., 2009). Proje gecikmeleri ve üretim gecikmeleri de Türkiye'nin çeşitli projeleri için bir endişe kaynağıdır. Zamanında teslimat performansı, sipariş miktarı ile pekiştirilir. Bu pekiştirici etki, ancak etkili bir kalite yönetim sistemi uygulandığında mümkün olur ve gecikmelidir. Yönetim sistemi, operasyonel risk yönetimi de dâhil olmak üzere proje ve üretim planlama faaliyetlerini içerir. Tedarikçinin zamanında teslimatı, tedarikçinin üretim planlama ve proje yönetimi faaliyetlerini içeren planlama kabiliyeti ile pekiştirilir. Çizelge 5.6'da bu etkiler gösterilmiştir.

Çizelge 5.6. Zamanında teslimat üzerindeki etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki
PLA	OTD	5,96	R
ORD	OTD	3,85	B
OTD	CUS	6	R
OTD	ORD	5,67	R

#### 5.2.1.4 Fiyat (Maliyet) (PRI)

Havacılık ve savunma sektörü ürünleri maliyet yapısı aşağıdaki etkenlere bağlı olarak yüksektir;

- Ürünlerin risk seviyesi
- Kalifiye eleman ihtiyacı
- Özel proseslerin gereklilikleri
- Makine ve ekipman yatırımı
- Uçuşa elverişlilik için özel testlerin gerekliliği
- Sipariş miktarlarının diğer sektörlerde daha düşük olması

Bu faktörler, tedarikçileri doğrudan ve dolaylı maliyetlere katlanmaya zorlamaktadır.

Maliyetlerin düşürülmesi, standardın uygulanmasından beklentilerden biri olsa da, bu daha çok süreç iyileştirme ile ilgilidir. Maliyet geliştirmenin yanında ürün emniyeti, sektörün daha önemli bir konusudur. Anket çalışması yukarıda maliyetlere ilişkin tartışmaları doğrulamıştır. Anket sonuçları Çizelge 5.7'de verilmiştir. Türkiye'deki ithal hammadde ihtiyaçlarının maliyetler üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Anketler ayrıca, sipariş miktarındaki artışın, fiyat üzerinde dengeleyici bir etkiye sahip olacağını doğrulamaktadır.

Çizelge 5.7. Fiyat üzerindeki etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki
IMP	PRI	5,1	R
STA	PRI	4,44	R
MET	PRI	4,4	R
ORD	PRI	3,63	B

### 5.2.1.5 Ürün uygunluğu - kalite (QUA)

Çizelge 5.8’de gösterilen anket sonuçları, sipariş miktarı arttığında ürün uygunluğunun ve kalitesinin arttığını teyit etmektedir. Daha fazla ürün üretmenin öğrenme etkisi ile süreç kararlılığını geliştirdiği ve proses yeterliliğini sağladığı değerlendirilebilir. Ürün kalitesi üzerinde üretim süreçlerinden kaynaklanan, uygun olmayan ürünlerin dengeleyici etkisi mevcuttur. Sistem dinamiği prensipleri gereği negatif kavramlar tercih edilmediğinden, uygun olmayan ürün (NCP) değişken etkisi tersine çevrilerek uygun ürün ve pekiştirici olarak ele alınacaktır.

Çizelge 5.8. Ürün kalitesi için etkiler

Etkileyen	Etkilenen	Aritmetik Ortalama	Etki Türü
ORD	QUA	4,24	R
NCP	QUA	2,12	B

### 5.2.1.6 İthal hammadde (IMP)

Çalışmada, sektörde kullanılan ithal hammadde seviyesinin çoğunlukla fiyatları ve müşteri memnuniyetini etkilediği belirlenmiştir. Türkiye, metal işleme sektöründe kullanılan hammaddeler (alüminyum, paslanmaz çelik, titanyum, nikel süper alaşımlar), kompozit malzeme, elektrik, elektronik ve aviyonik sektörlerde kullanılan başlıca malzeme, bileşen ve parçaların ithalatçısıdır. Türkiye'nin yerel kaynakları iyileştirmek için hükümet düzeyinde ve sektörel düzeyde politikalar oluşturması gerektiği de doğrulanmaktadır. Bu amaçlar Savunma Sanayii Başkanlığı önderliğinde muhtelif projeler (örn. Havacılıkta Kullanılan Titanyum ve Nikel Süperalaşım Dövme Teknolojilerinin Geliştirilmesi Projesi - ÖRS) yürütülmektedir. Buna karşılık şu an uygulanan ve üretim miktarını artırmaya yönelik politikalar ithal hammadde miktarını artırmaktadır. Bu ilişki Çizelge 5.9’da görülmektedir.

Çizelge 5.9. İthal hammaddeye ilişkin etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik	Etki Türü
POL	IMP	4,65	R

#### 5.2.1.7 Planlama yetkinliği (Üretim planlama ve proje yönetimi) (PLA)

Proje yönetimine ilişkin olarak, AS 9100 Madde 8.1; kaynak ve program kısıtlamaları dâhilinde, kabul edilebilir risk koşullarında olmak üzere gereklilikleri karşılamak için planlanmış bir sırayla gerçekleştirilmiş faaliyetler talep etmektedir. Bu faaliyetler ile kuruluş, kontrollü bir şekilde ürün ve hizmet sunumunu müşteri gereklilikleri ve ürün/hizmetlere uygun olarak planlayacak ve yönetecektir (AS 9100, 2016).

Planlama, PUKÖ döngüsünün önemli bir bileşenidir ve Şekil 3.3 ile verilen PUKÖ döngüsünde gösterilmiştir. Bir organizasyonun planlama kabiliyeti, makine, ekipman, alet ve test kabiliyeti ve tedarik zinciri gelişimi ile pekiştirilmektedir, buna karşılık ithal hammadde ve bunların tedarik süreleri sebebiyle dengelenmektedir. Bu durum Çizelge 5.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.10. Plan yeteneğine ilişkin etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki Türü
MET	PLA	5,59	R
SUP	PLA	4,52	R
IMP	PLA	3	B

#### 5.2.1.8 Finansal yeterlilik (FIN)

AS 9100 standardı Madde 7.1.1, kaynaklar ile ilgilidir. Bu madde, kuruluşun, kalite yönetim sisteminin kurulması, uygulanması, bakımı ve sürekli iyileştirilmesi için gerekli olan kaynakları belirlemesi ve temin etmesini gerektirmektedir (AS 9100, 2016). Çizelge 5.11, bir kuruluşun finansal

kapasitesinin çoğunlukla sipariş miktarı ile ilgili olduğunu buna ek olarak offset imkânları ve fiyat politikası ile pekiştirdiğini doğrulamıştır. Ana sanayi durumundaki kuruluşlar (TAI, ASELSAN vb), uzun vadeli çerçeve anlaşmaları (BOA) sunarak tedarikçilere destek vermektedir.

Tedarikçiler, bankalar aracılığıyla nakit akışını ve fonlamayı geliştirmek için bu uzun vadeli sözleşmeleri kullanabilmektedirler. Bunun dışında birçok devlet desteği de mevcuttur. Küresel oyunculara doğrudan ihracat ve satış, satış performansını iyileştirmek için bir fırsat olarak görülmektedir. Türk tedarikçileri, küresel tedarikçi listelerinde yer alacak şekilde yeteneklerini geliştirmektedir.

Çizelge 5.11. Finansal yeterliliğe ilişkin etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki Türü
ORD	FIN	5,2	R
OFF	FIN	4,82	R
PRI	FIN	4,8	R

#### 5.2.1.9 Makine, ekipman, araçlar ve test yeteneği (MET)

AS 9100 standardı Madde 7.1.3 ve 7.1.5 bu kaynaklarla ilgilidir. 7.1.3 maddesi, kuruluşun, süreçlerinin işleyişi için gerekli alt yapıyı belirlemesi, sağlaması ve sürdürmesini talep etmektedir. Bu kaynaklar ile kuruluş ürün ve hizmetlerin uygunluğunu sağlamalıdır. Bu kaynaklar arasında, donanım ve yazılım dahil olmak üzere muhtelif ekipmanlar da yer almaktadır. Kuruluş, 7.1.5 maddesi uyarınca ürün ve hizmetlerin gereksinimlere uygunluğunu doğrulamak için izleme veya ölçümler gerçekleştirdiğinde geçerli ve güvenilir sonuçlar sağlamak için gerekli kaynakları (ölçme, izleme cihazları) belirleyecek ve sağlayacaktır (AS 9100, 2016).

Bir kuruluşun finansal kapasitesi, makine, ekipman, araç ve test altyapısının iyileştirilmesi için yüksek bir pekiştirici etkiye sahiptir. Bu durum Çizelge 5.12’de

görülmektedir. Tedarikçiler parça ve yedek parça imalatında test üniteleri, koordinat ölçüm cihazları (CMM) gibi gereksinimleri yine ithal olarak temin etmektedirler. Yerel olarak yetkili test merkezleri bulma konusunda zorluklar vardır. Onaylı laboratuvarlarda (EASA gibi) yangın güvenliği testleri, havacılık vb. için dinamik testler yabancı kaynaklardan temin edilmektedir. Bazı sektörlerde (metal işleme, aviyonik, elektronik) makine ve ekipman çoğunlukla ithal edilmektedir. Bu alanda sektörü destekleyici çalışmalar yine devlet politikası olarak yürütülmektedir.

Çizelge 5.12. Makine, ekipman ve test yeteneğine ilişkin etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki Türü
FIN	MET	5,06	R

#### 5.2.1.10 Nitelikli kadro (STA)

Havacılık savunma sektörü ürünleri ile ilgili bilgi ve dokümantasyon önemli oranda İngilizce kaynaklarda yer almaktadır. Bu durum çalışanlar arasında kaliteli bilginin paylaşımını ve analizini engellemektedir. Havacılık şirketleri, temel sayısal analiz araçlarının kullanımında uzman olan ciddi bir mesleki çalışan eksikliği ile karşı karşıyadır (Shan vd., 2013). Bu sebeple sektörde yetişmiş insan gücü eksikliği göze çarpmaktadır.

Uzun süre sektörde lokomotif görevi yapmış, kamu şirketlerinde tecrübeli personelin emeklilik sürecine girmesi kritik bir konudur. AS 9100 standardı Madde 7.2, kuruluşun kendi kontrolünde, kalite yönetim sisteminin performansını ve etkililiğini etkileyen, işi yapan kişi(ler) için gerekli yeterliliğini belirlemesini ve bu kişilerin uygun eğitim, öğretim veya deneyim temelinde yetkinliğin sağlanmasını gerektirir (AS 9100, 2016).

Türk tedarikçileri kalifiye eleman bulmakta zorlanmaktadır. Çizelge 5.13'te verilen anket sonuçları, coğrafi avantajın neredeyse nötr olmasına rağmen personel üzerinde pekiştirici bir etkiye sahip olduğunu belirlemiştir. Mevcut havacılık ve savunma tedarikçilerinin hâlihazırda daha avantajlı alanlarda

(Ankara, Eskişehir, İstanbul, İzmir vb.) yer aldığı düşünölmelidir. Personel sirkölasyonu nitelikli personelin tutulması hususunda yüksek bir dengeleyici etkiye sahiptir.

Çizelge 5.13. Nitelikli kadroya ilişkin etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki Türü
GEO	STA	4,1	R
PER	STA	2,02	B

#### 5.2.1.11 Coğrafi konum avantajı (GEO)

Türkiye, büyük üreticiler etrafında çeşitli havacılık ve savunma tedarikçileri için kümeler oluşturmuştur. Ankara ve Eskişehir, sektörün ana merkezleridir. İstanbul, İzmir, Bursa ve bazı diğer şehirlerde yeni kümelenmelerin kurulması için girişimlerde bulunmuş ve bazı şehirlerde bu girişimler (ör: SAHA ISTANBUL) sonuçlandırılmıştır. TUSAŞ gibi mevcut büyük üreticiler, kendi sahalarının yakınında tedarikçi geliştirme bölgeleri oluşturmaktadır. Bu yaklaşım küresel oyunculara benzerlik göstermekte ve Türkiye'nin kapasitesini artıracak niteliktedir. Kümeler, tedarik zincirinin nakliye avantajlarını artırmakta, yasal gerekliliklere uyumluluğunu ve müşterilerle iletişimin kolaylaşmasını sağlamakta ve bilgi alışverişini desteklemektedir. Organizasyonlar ayrıca bu ortamda çalışırken satın alma ve tedarik avantajı elde etmektedirler. Çizelge 5.14'te bir kuruluşun finansal kabiliyetinin, coğrafi olarak avantajlı bir konumda konumlandırılması üzerinde pekiştirici bir etkiye sahip olacağını tanımlamıştır. Ancak bu etki oldukça sınırlıdır. Bu, esas olarak İstanbul, Ankara ve Eskişehir'de bulunan tedarik zincirinin mevcut konumlarının bir sonucu olabilir. AS 9100 sertifikalı tedarikçilerin coğrafi dağılımı Şekil 5.1'de verilmektedir.



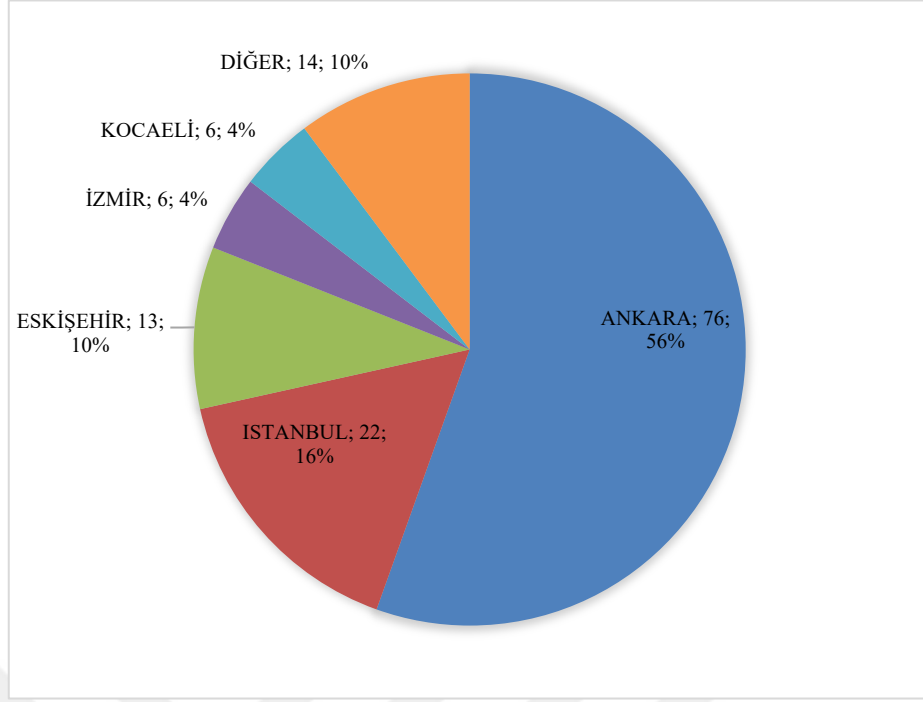
Çizelge 5.14. Coğrafi konum avantajına ilişkin etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki Türü
FIN	GEO	4,44	R

Türkiye savunma ve havacılık tedarik zincirinin coğrafi dağılımı incelendiğinde tedarikçilerin, ilk olarak ana sanayi olarak faaliyet gösteren TUSAŞ (TAI) ve TUSAŞ Motor (TEI) şirketleri etrafında kümelenmeye başladıkları görülmüştür. Bu çerçevede Ankara ve Eskişehir etrafında yoğunlaşan yan sanayi oluşumu, zaman içerisinde hem bu bölgelerde büyürken hem de İstanbul ve kısmen diğer şehirlerimizde artış göstermiştir. Özellikle İstanbul hem sanayi altyapısı hem de Türk Hava Yolları Teknik A.Ş. bakım ihtiyaçları ve stratejik hedefleri doğrultusunda şekillenen üretim iştirakleri vesilesi ile tedarik zincirini şekillendiren bir şehir olma durumuna gelmiştir.

Türk Hava Yolları büyüyen yapısı, gelişen hizmet ağı ve buna bağlı yeni uçak alımları ile filoda yer alan uçakların bakım süreçleri çerçevesinde sektörü desteklemektedir. Bu çerçevede ihtiyaç duyulan parçaların temini amacıyla Türkiye’de yan sanayi gelişimi için Türk Hava Yolları Teknik A.Ş. önemli bir etki ortaya koymaktadır. Ankara, tedarikçilerin yarısından fazlasının yer alması sebebiyle halen sektörün kalbi konumundadır.

Savunma Sanayii Başkanlığı ve Milli Savunma Bakanlığı ile Türk Silahlı Kuvvetleri Güçlendirme Vakfı şirketlerinin (Aselsan, Havelsan, Roketsan vb.) Ankara’da bulunması sektörü bu bölgede şekillendirmektedir. Günümüzde yine Ankara merkezli olarak savunma sanayisi ihtisas sanayi bölgesi oluşumu tedarikçilerin daha etkin faaliyet göstermesi için devam etmektedir.



Şekil 5.1. AS 9100/9110/9120 belgeli tedarikçilerin coğrafi dağılımı (IAQG, Mart 2019)

#### 5.2.1.12 Tedarikçi ve taşeron geliştirme (SUP)

AS 9100 standardı Madde 8.4.1, tedarikçi yönetimiyle ilgilidir. Bu madde uyarınca kuruluş, gerekliliklere uygun olarak süreç veya ürün ve hizmet sunma yeteneklerine dayalı olarak, harici tedarikçilerin değerlendirilmesi, seçimi, izlenmesi ve yeniden değerlendirilmesi için kriterler belirleyecek ve uygulayacaktır.

Organizasyonlar tedarik zinciri gelişimi konusunda sorun yaşamaktadırlar. Bu problemler, özel proses tedarikçileri üzerinde çoğunlukla daha belirgindir. Özel prosesler, elde edilen çıktının sonraki izleme veya ölçüm ile doğrulanamadığı proseslerdir. Özel proses örnekleri (kaplama, kaynak, boya, kompozit teknolojileri, NDT vb.) sektörde yoğun olarak kullanılmaktadır ve müşteri kaynağı onayı (örn. TUSAŞ ya da Boeing vb. onaylı kaynak) veya üçüncü taraf onaylı kaynaklar (NADCAP) gibi çeşitli yöntemlerle kalifiye olmaktadır.

Anket sonuçlarına göre Çizelge 5.15 coğrafi olarak avantajlı bir alanda bulunmanın tedarik zinciri gelişimini pekiştireceğini doğrulamıştır. Buna karşılık bu etki oldukça sınırlıdır.

Çizelge 5.15. Tedarikçi ve taşeron geliştirmeye ilişkin etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki Türü
GEO	SUP	4,18	R

### 5.2.1.13 Üretim kalitesi (PCV)

Üretim kalitesini etkileyen süreç değişkenliklerinin en aza indirilmesi, kalite yönetim sistemi uygulamasının temel hedeflerinden birisidir. Daha fazla ve tekrar eden üretim faaliyetlerinin öğrenme etkisi sonucu, uygun ürün sayısı ve oranında artış sağlanmaktadır.

AS 9100 Madde 8.1 kuruluşun üretim sürecinin gereksinimleri karşılayan ürünler üretebilmesini sağlamak için üretim süreci doğrulama faaliyetlerini gerçekleştirmesini gerektirmektedir. Aynı gereksinim, bu faaliyetlerin, örnekleme bir ürün kabulü aracı olarak kullanıldığında, örnekleme planının tanınan istatistiksel ilkelere dayanmasını talep eder. Bu çalışmalar risk değerlendirmelerini, kapasite çalışmalarını, yeterlilik çalışmalarını ve kontrol planlarını kapsayabileceğini (örneğin; örnekleme planının ürünün kritikliğine ve süreç kapasitesine uygun olması) ön görmektedir. Anket çalışmaları, ithal edilen hammaddelerin, üretim miktarının ve makine ekipmanı ve araçlarının, test yeterliliğinin süreç değişkenliğini pekiştireceğini göstermiştir. Sistem dinamiği prensipleri gereği negatif kavram kullanılmayacağından süreç değişkenlikleri kavramı üretim kalitesi ile değiştirilecek ve grafik aşamasında üretim kalitesi ve dengeleyici etki kullanılacaktır. Ayrıca personel yeterliliğinin süreç değişkenliklerini dengeleyeceği de açıktır. Bu durum Çizelge 5.16'da görülmektedir.

Çizelge 5.16. Üretim kalitesine ilişkin etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki Türü
IMP	PCV	4,45	R
PRO	PCV	5,00	R
MET	PCV	5,57	R

#### 5.2.1.14 Liderlik ve politikalar (POL)

Liderlik ve politikalar, sistemin başarılı bir şekilde uygulanması üzerinde önemli etkiye sahiptir. Kamu politikaları ve sektörel girişimler sonucunda ana platformları üreten ana sanayinin gelişmesi tedarik zincirine olumlu etki edecektir. SIPRI (2018) raporlarına göre Dünya'nın en büyük 100 savunma şirketi arasında Türkiye'den TUSAŞ ve ASELSAN yer almaktadır. Bu ve benzeri şirketlerin üreteceği ürün ve platformlar tedarik zincirinin geliştirilmesi için çok önemlidir. Şirket içi politikalar ise, iç süreçleri ve liderliği güçlendiren politika ve hedefler vesilesi ile organizasyonda kültürün iyileştirilmesi ve sistem etkinliğinin sağlanmasına imkân vermektedir. AS 9100 standardı Madde 5, ayrıca üst yönetimin kalite yönetim sistemi ile ilgili liderlik ve bağlılık göstermesini gerektirir. Madde 4.1, kuruluşun bağlamı ile ilgilidir. Bu madde uyarınca kuruluş, amacına ve stratejik yönüne uygun kalite yönetim sisteminin amaçlanan sonuçlarına ulaşma kabiliyetini etkileyen dış ve iç konuları belirler. Aynı madde ister uluslararası, ulusal, bölgesel, ister yerel olsun; yasal, teknolojik, rekabetçi piyasa, kültürel, sosyal ve ekonomik çevreden kaynaklanan konuları göz önünde bulundurarak, dış bağlamın anlaşılmasının uygulamaları kolaylaştırılabileceğine dikkat çeker (AS 9100, 2016).

Çizelge 5.17. Liderlik ve politikalara ilişkin etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki Türü
CUS	POL	5,52	R

Havacılık ve savunma sektöründe sağlanan müşteri memnuniyeti, politikayı pekiştirmekte ve sanayicinin sektöre yatırım azim ve kararlılığını artırmaktadır.

Bu durum Çizelge 5.17’de görülmektedir. Bununla birlikte, dış bağlamda ele alındığında, Türkiye’nin savunma ve havacılık sanayisi gelişimiyle ilgili politikaları, organizasyonun kontrolünde olmayan bir dış değişkendir. Bu çerçevede dış konular içerisinde değerlendirilecek uluslararası ilişkiler ve Türkiye’nin geliştirdiği, sürdürdüğü ve değiştirdiği politikalar, organizasyonların yönetim sistemleri ve performansları üzerinde de etkilidir. Ülkemizin son dönemde yaşamış olduğu hava savunma sistemi S 400 alımı ile F 35 savaş uçağı alımları arasında oluşan tedarikçi çıkar çatışması durumu bu değerlendirmeye esas olabilecek çok tipik bir örnektir. Tedarik zinciri bu durumlara karşı oldukça hassastır.

#### 5.2.1.15 Uygun ürün (NCP)

AS 9100 standardı Madde 8.7, uygun olmayan çıktının kontrolü ile ilgilidir. Bu madde kuruluşun, kendi gereksinimlerine uymayan çıktıların, istenmeyen kullanımlarını veya teslimatlarını önlemek için kontrol etmesini ve karantina, düzeltme, imha, geri çağırma dâhil ilgili tedbirleri uygulamasını öngörmektedir. (AS 9100, 2016).

Uygun ürünler, üretim kalitesi ile pekiştirilir. Uygun olmayan ürünler değerlendirilirken yalnızca spesifikasyonlara uygun olmayan ürünler anlaşılmalıdır. Havacılık ve savunma endüstrisi, taklit parça ve sahtecilikle ilgili kontrolleri iyileştirmekte ve bu konudaki farkındalığı olumlu yönde etkilemektedir. Uygun olmayan ürüne ilişkin etkiler ve ağırlıklar Çizelge 5.18’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.18. Uygun ürüne ilişkin etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki Türü
PCV	NCP	5,33	R

Sahte (taklit) parça, orijinal veya yetkili bir üreticinin belirtilen bir orijinal parçasının kasıtlı olarak “gerçek dışı şekilde” kopya, taklit veya değiştirilmiş halidir. Sahte bir parçanın örnekleri arasında işaretleme veya etiketleme, not, seri

numarası, tarih kodu, dokümantasyon veya performans özelliklerinin yanlış tanımlanması verilebilir (AS 9100, 2016).

#### 5.2.1.16 Offset (sanayi katılımı) temini (OFF)

Türkiye, uçak, deniz ve kara platformları ve savunma sistemleri gibi bir havacılık ve savunma nihai ürünü ithalatçısıdır. Savunma Sanayii Başkanlığı ve Türk Hava Yolları gibi şirketler bu ithalat faaliyetine katılmaktadır. Offset, Türkiye'nin üretim kapasitelerini ve uluslararası pazardaki pazar payını ve/veya rekabet gücünü geliştirmek ve savunma gereklilikleri bağlamında ödeme açıkları dengesini azaltmak için yapılan faaliyetler olarak tanımlanmaktadır. Şunlar offset olarak kabul edilir: savunma ürün ve hizmetlerinin ihracatı, tedarik sözleşmelerinde yerel net katma değer, teknolojik iş birliğinin, yatırım ve Ar-Ge faaliyetlerinin payının artırılması (SSB, 2019).

Türkiye'de yer alan tedarikçiler, ithal havacılık savunma ürünlerinin parçaları, bileşenleri, sistemleri ve alt sistemlerinin üretilmesinde rol almaktadır. Çizelge 5.19, endüstrinin ürün kalitesini iyileştirmek için bu sözleşmelere ihtiyaç duyduğunu doğrulamıştır. Tasarım yeteneğine sahip olmak ve Türkiye'nin genel sektör geliştirme politikaları, tedarikçiler için offset bazlı sözleşme sağlanması için pekiştirici etkiye sahip olacaktır.

Çizelge 5.19. Offset sağlanmasına ilişkin etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki Türü
QUA	OFF	4,94	R
DES	OFF	4,84	R
POL	OFF	4,68	R

### 5.2.1.17 Personel kaybı (PER)

AS 9100 standart madde 7.1.2, insan kaynakları yönetimi ile ilgilidir. Bu madde kuruluşun, kalite yönetim sisteminin etkin bir şekilde uygulanması ve süreçlerinin işletilmesi ve kontrolü için gerekli olan kişileri belirlemesini ve temin etmesini gerektirir (AS 9100, 2016). Nitelikli personelin kaybedilmemesi organizasyonlar için önemlidir ve bir kurumun finansal performansı, çalışanlara sağlanan ekonomik koşullar arttıkça personel kaybının azalmasıyla dengelenir. Bu durum Çizelge 5.20'de görülmektedir. Personel sürekliliğinin sağlanması, insan faktörüne dayalı hataların kontrol edilmesinde ve standartların ön gördüğü etik davranışların sağlanmasında önemli parametrelerdir.

Çizelge 5.20. Personel kaybı için etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki Türü
FIN	PER	2,92	B

### 5.2.1.18 Tasarım kabiliyeti (DES)

Tasarım kabiliyeti havacılık ve savunma endüstrisinde başarı için önemli bir araçtır. Havacılık endüstrisindeki tasarım faaliyetleri de otoritelerin kontrolü altındadır. Tip sertifikası sahibi ve tasarım kuruluşları, temel olarak ilgili endüstrileri ve tedarik zincirini iyileştirme yolunu açan bir uçağın her bir parçasını kabul edip onaylayan temel sorumlu kuruluşlardır.

Tasarım sürecine dâhil olmak, kuruluşların tatmin edici bir kurumsal performans elde etmesinin yanı sıra tutarlı bir endüstri yapısına ulaşmaları için kritik bir konudur. Boeing 737, Airbus 320 yolcu uçağı veya C47 kargo uçağının sağlam tasarım örnekleri, onlarca yıllık iyileştirme ve yeniliklerle yıllarca hizmet süresine ve binlerce üretim adedine ulaşmıştır. Türkiye'de şirketler, yerel teknolojilerin gelişmesine öncülük eden araştırma ve geliştirme merkezlerini kurarak hükümet teşvikleriyle desteklenmektedir. AS 9100 standardı Madde 8.3 tasarım süreciyle ilgilidir. Bu madde kuruluşun daha sonraki ürün ve hizmet sunumunu sağlamak için uygun bir tasarım ve geliştirme süreci oluşturduğunu,

uygulayacağını belirtir. Planlama aşamasından uygulama aşamalarına (girdi, çıktılar, doğrulama, doğrulama incelemesi, değişiklikler) kadar olan süreç tasarım kontrolü kapsamında değerlendirilir (AS 9100, 2016).

Çizelge 5.21. Tasarım yeteneği için etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki Türü
MET	DES	5,31	R

Anket çalışması sonuçlarını gösteren Çizelge 5.21 makine, ekipman (tasarım geliştirme yazılım ve araçları) altyapısının tasarım kabiliyetlerini oldukça güçlendirdiğini doğrulamıştır. Nitelikli personelin tasarım kabiliyetini geliştireceği düşünülmektedir.

#### 5.2.1.19 Üretim miktarı (PRO)

Kritik hacim kavramı, organizasyonun yetenekli ve sürdürülebilir olmasını sağlamak için önemlidir. Çizelge 5.22'ye göre sipariş miktarı, üretim miktarında, artışa yol açacak ve ürün kalitesini artıracak yüksek bir pekiştirici etkiye sahiptir. Türkiye'de yer alan tedarikçiler için ana sanayi tarafından verilen sipariş miktarları kritik hacme ulaşmadığından, üretim proseslerinin ilk yatırım maliyeti daha yüksek, ancak daha kararlı (örn. dövme) proseslere yönelmesinde zorluklar vardır.

Çizelge 5.22. Üretim miktarına ilişkin etkiler

Etkileyen Değişken	Etkilenen Değişken	Aritmetik Ortalama	Etki Türü
ORD	PRO	5,63	R

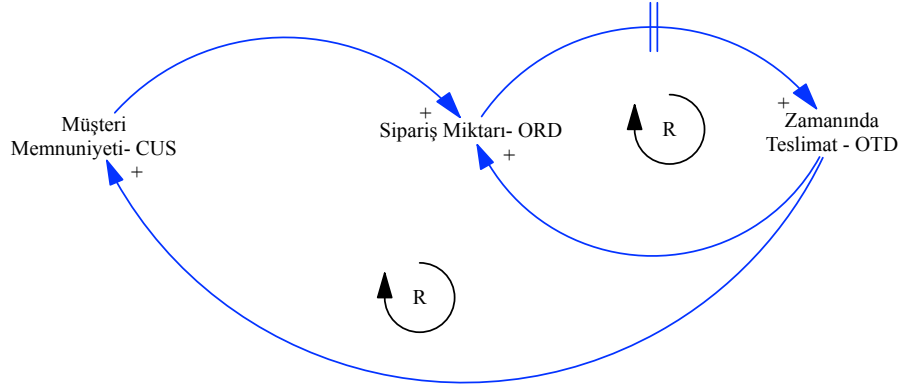


## 5.2.2 Nedensel döngü modelinin oluşturulması

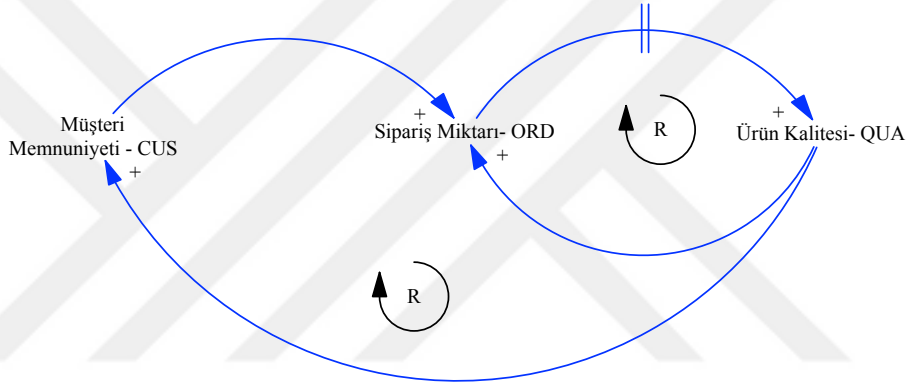
Oluşturulan nedensel döngü diyagramı müşteri memnuniyetini odak noktası olarak almış ve anketlerden elde edilen diğer değişkenlerle olan ilişkiyi ortaya koymuştur. Bu genel ilişki temelinde saha çalışmaları, temel değişkenleri hangi diğer değişkenlerin etkileyeceğini tanımlamak için gerçekleştirilmiştir. VENSİM yazılımı kullanılarak değişkenler arasındaki nedensel döngülerin görselleştirilmesi sağlanmıştır.

Müşteri, her kar organizasyonu için ticaret ilişkisinde en önemli taraftır (ISO 9004, 2009). ISO 9004, ürünün zamanında teslim edilmesi (OTD), ürünün uygunluğu (QUA) kabul edilebilir fiyatlandırma (PRI) ile müşterinin ihtiyaç ve beklentilerini tanımlamıştır. Bu çalışmanın nedensel döngü modeli, bu değişkenleri doğrudan ilişkilendirmemiş, ancak aralarında başka değişkenler eklemiştir. Sterman (2009), bu çalışmayı sistemin nedensel yapısını, gecikmelerini ve davranışlarını anlamayı derinleştiren verimli bir yöntem olduğunu belirterek onaylamıştır. Bu değişkenleri birbirine bağlayan değişken, sipariş miktarıdır (ORD) ve artan müşteri memnuniyeti düzeyi, müşteriden tedarikçiye sipariş miktarının artırmasına neden olacağını belirler. Gecikmeler dinamik etkileri oluştururken kritik öneme sahiptir. Gecikmeler sisteme atalet verir, salınımlar yaratabilir ve genellikle politikaların kısa ve uzun vadeli etkileri arasındaki değişkenliklerden sorumludur. Nedensel döngü diyagramlarınız, dinamik hipotez için önemli olan veya zaman tercihinize göre önemli olan gecikmeleri içermelidir (Sterman, 2000). Modelimiz aynı zamanda sistemin uygulama süresini ve olgunluğunu açıklayan ilişkilerde çeşitli gecikmeleri tanımlar.

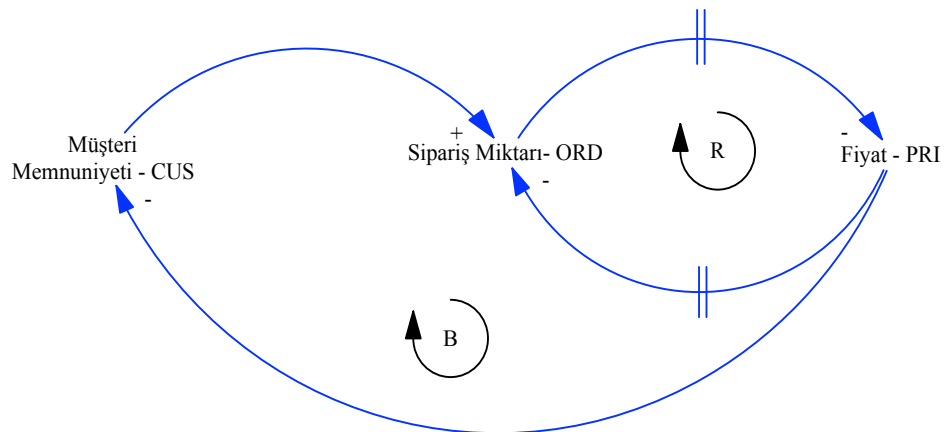
Şekil 5.2, 5.3 ve 5.4'te modelin hedefi olan müşteri memnuniyeti değişkeninin standardın tanımladığı kalite, fiyat ve zamanında teslimat değişkenleri ile ilişkisi sipariş miktarı değişkeni eklenerek görsel olarak verilmektedir.



Şekil 5.2. Zamanında teslimat nedensel döngü diyagramı (a)

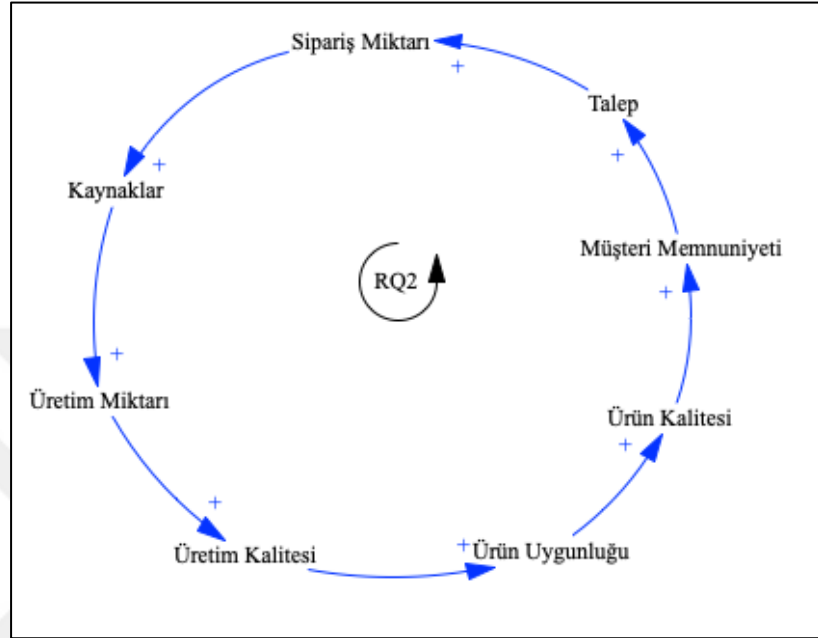


Şekil 5.3. Kalite nedensel döngü diyagramı (a)

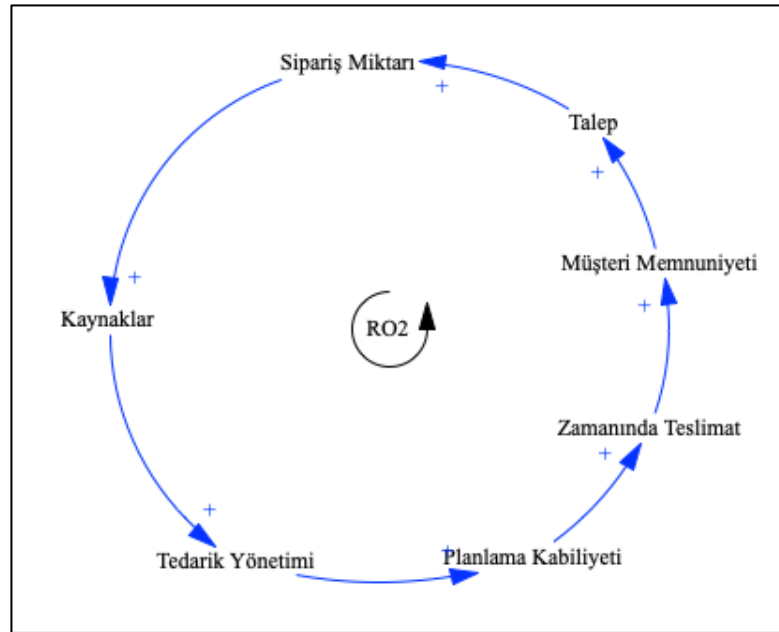


Şekil 5.4. Fiyat nedensel döngü diyagramı (a)

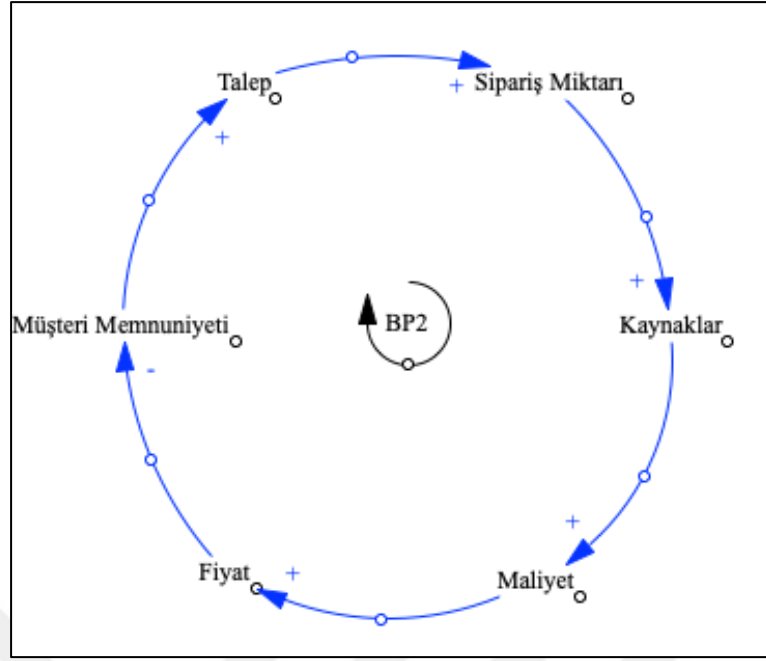
Nedensel döngü diyagramı yapılan anketler sonucunda belirlenen etkiler yoluyla tanımlanan ilişkilere dayanmakta olup Şekil 5.2, 5.3, ve 5.4'e verilen başlangıç noktasından ilave değişkenler eklenerek daha geniş kapsamlı döngü diyagramları (kalite, zamanında teslimat ve fiyat döngüsü diyagramları) elde edilmiştir. Bu döngülerin bazıları sırası ile Şekil 5.5, 5.6, ve 5.7'de verilmektedir.



Şekil 5.5. Kalite nedensel döngü diyagramı (b)



Şekil 5.6. Zamanında teslimat nedensel döngü diyagramı (b)



Şekil 5.7. Fiyat nedensel döngü diyagramı (b)

Nedensel diyagramlarının netliğini ve etkisini en üst düzeye çıkarmak için, grafik tasarımının bazı temel prensipleri kullanılmalıdır. Bu prensipler aşağıda sayılmaktadır:

1. Geri bildirimlerin gösterilmesi için kavisli çizgiler kullanılmaktadır. Kavisli çizgiler, okuyucu için geri bildirim döngülerini görselleştirmesine yardımcı olur.
2. Önemli döngülerin dairesel veya oval yolları takip etmesi sağlanmaktadır.
3. Kesişen çizgileri en aza indirmek için diyagramlar düzenlenmelidir.
4. Nedensel diyagramlarda değişkenler etrafında daireler, altıgenler veya başka semboller konulmamaktadır. Anlamsız semboller "grafik olarak önemsizdir" ve sadece dağınıklık ve dikkat dağıtmaya hizmet etmektedir. Bu durumun bir istisnası: bir sisteme ait stok ve akış yapısının şemalarda belirtilmesidir. Bu gibi durumlarda, değişkenler etrafındaki dikdörtgenler ve vanalar okuyucuya hangi stokların olduğunu ve hangi akışların olduğunu anlatır ve bu açıdan önemli bilgiler taşır.
5. Başlangıçta tüm değişkenlerin ve döngülerin ne olacağını bilemediğinden, çoğu zaman en iyi düzeni bulmak için diyagramların yeniden çizilmesi gereklidir (Sterman, 2000).

Karmaşık bir nedensel döngü diyagramını tek seferde sunmak, döngüleri görmeyi zorlaştırmaktadır. Bu sebeple bazı hallerde modelin bir dizi daha küçük nedensel döngü diyagramıyla aşamalar halinde oluşturulması uygun olmaktadır (Sterman, 2000).

Modelimizde nötr etki değişkenlerini yok etmek ve benzer değişkenleri birleştirmek gibi araçlar kullanılmıştır. Örneğin nötr etkisinden dolayı GEO (Coğrafi konum) değişkeni kaldırılmış ve benzerliklerine istinaden insan gücü, finans ve makine gibi değişkenler “Kaynaklar” adı altında birleştirilmiştir. Bu çalışma sonrasında döngüler aşağıdaki gibi oluşmuştur. Yukarıda sayılan usuller kullanılarak zamanında teslimat, kalite ve fiyat döngüleri, Şekil 5.8’de verilen nihai genel nedensel döngü diyagramını elde etmek için birleştirilir.

Bu birleştirme işlemi sonunda oluşan nedensel döngü diyagramının müşteri tatmini açısından VENSİM de analizi sonucunda aşağıda verilen döngüler görülmüştür:

- Döngü Numarası 1** Fiyat (P) (R – Pekiştirici)  
Uzunluk 3  
- Müşteri memnuniyeti  
+ Talep  
+ Sipariş Miktarı  
- Fiyat
- Döngü Numarası 2** Zamanında teslimat (O) (R- Pekiştirici)  
Uzunluk 4  
+ Müşteri memnuniyeti  
+ Talep  
+ Tedarikçi yönetimi  
+ Planlama kabiliyeti  
+ Zamanında teslimat
- Döngü Numarası 3** Fiyat (P2) (B – Dengeleyici)  
Uzunluk 5  
- Müşteri memnuniyeti

- + Talep
- + Sipariş Miktarı
- + Kaynaklar (Finans, İşgücü, Makina)
- + Maliyet
- + Fiyat

**Döngü Numarası 4** Zamanında teslimat (O2) (R- Pekiştirici)  
Uzunluk 6

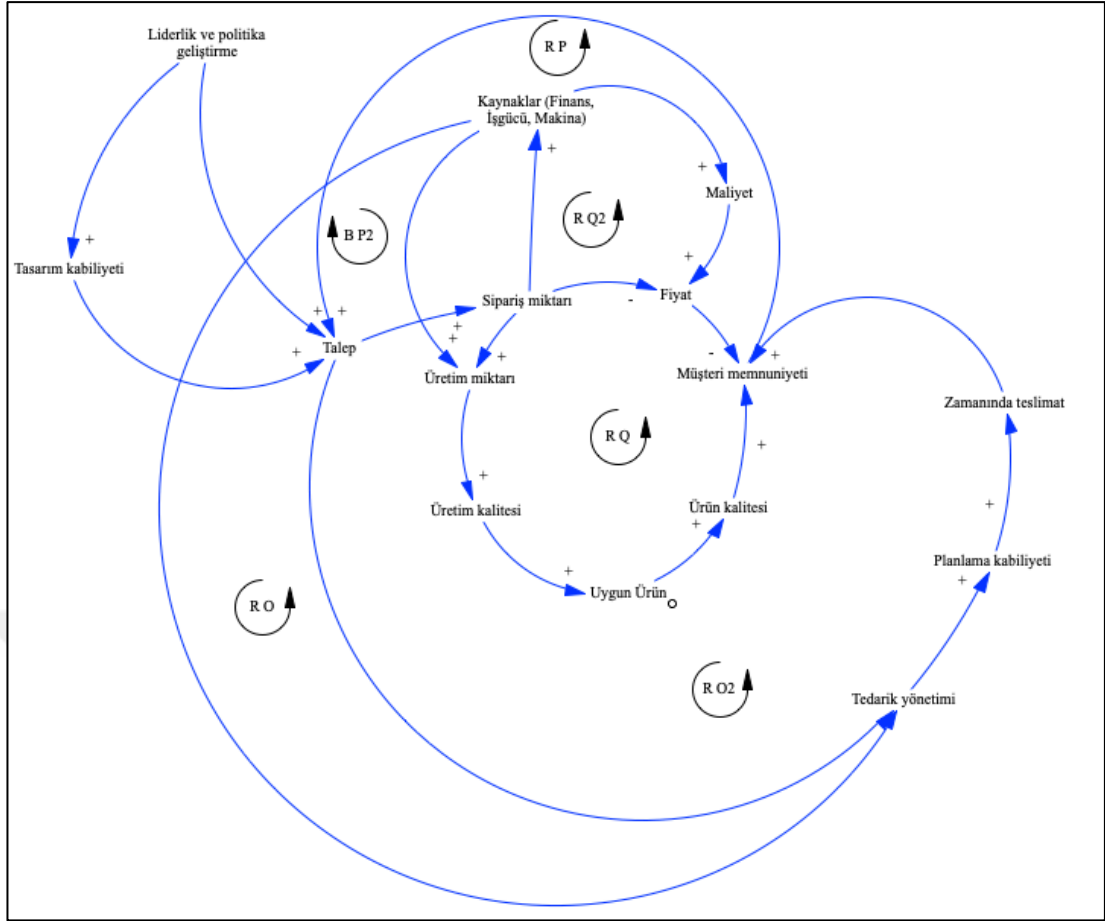
- + Müşteri memnuniyeti
- + Talep
- + Sipariş Miktarı
- + Kaynaklar (Finans, İşgücü, Makina)
- + Tedarikçi yönetimi
- + Planlama kabiliyeti
- + Zamanında teslimat

**Döngü Numarası 5** Kalite (Q) (R- Pekiştirici)  
Uzunluk 6

- + Müşteri memnuniyeti
- + Talep
- + Sipariş Miktarı
- + Üretim Miktarı
- + Üretim Kalitesi
- + Uygun Ürün
- + Ürün Kalitesi

**Döngü Numarası 6** Kalite (Q2) (R- Pekiştirici)  
Uzunluk 7

- + Müşteri memnuniyeti
- + Talep
- + Sipariş Miktarı
- + Kaynaklar (Finans, İşgücü, Makina)
- + Üretim miktarı
- + Üretim kalitesi
- + Ürün uygunluğu
- + Ürün kalitesi



Şekil 5.8. Genel nedensel döngü modeli

### 5.2.3 Modelin Doğrulanması

Sterman, sistem dinamiği modellerinin mükemmel bir şekilde doğrulanamayacağını savunmaktadır. Kusursuz bir mükemmel model oluşturmak imkânsız olabilir (Sterman, 2000). Doğrulama, bir modelin sağlamlığına ve kullanılabilirliğine güven oluşturma sürecidir. Doğrulama, bir modelin makul bir şekilde davrandığı ve gerçek sistemde görülen problem belirtileri ya da davranış biçimlerini oluşturduğuna dair güveni sağlamak için yapılır. Doğrulama, daha sonra, modelin oluşturulmasında doğrudan yer almayan kişileri içerecek şekilde genişletilir.

Burns ve Musa (2001), modelleri doğrularken bazı modellerin diğerlerine göre daha sık yanlış olduğunu belirtmektedir ve modelleri değerlendirirken aşağıdaki kriterleri önemle dikkate almaktadır:

- Açıklık
- Sayısallığın varlığı ve bunlarla ilişkili birimler
- Nedensellik varlığı
- Neden yetersizliği
- Ek neden
- Neden ve etkinin tersine dönmesi
- Tahmin edilen etki varlığı
- Tekrarlama
- Sezgisellik

Yaklaşımlar ve hedefler, literatürde önerilen tüm testlerin her bir modelleme projesine uygulanamayacağı kadar çeşitlidir. Modellerin her bir proje için en iyi test alt kümesini tanımlamasını kolaylaştırmak için bu testleri bölmenin yararlı olacağı görülmektedir. Belirli bir testin uygun olup olmadığına dair kararın, model gerçekliği veya doğruluğu için varsayılan temeli dikkate alması gerektiği açıktır (Zagonel ve Thomas, 2006).

Modelleme uygulamasının beş bileşeni şunlardır:

- Sistem haritalama
- Niceliksel modelleme
- Hipotez testi
- Belirsizlik analizi
- Tahmin optimizasyonu

Çalışmamız sistem haritalama safhasında kalarak veri zarflama analizi ile bir başka analiz yöntemi kullandığından, sadece bu safha için validasyon ön görülmüştür. Sistem haritalama aşamasında; önerilen validasyon yöntemi iki safhalı değerlendirilmedi. Bu safhalara ilişkin sorular ve değerlendirmeleri Çizelge 5.23 aracılığı ile verilmiştir.



Çizelge 5.23. İki safhalı validasyon yöntemi ile soru ve değerlendirmeleri

Tümdengelim Süreci ile Yapısal Değerlendirme	Karar Kurallarının Geçerliliği-Yapısal Odaklılık ile Değerlendirme
Soru: Model yapısı, sistemin ilgili tanımlayıcı bilgisi ile tutarlı mıdır?	Soru: Karar kuralları, sistemdeki aktörlerin davranışları ile tutarlı mıdır?
Sistem yapısı uluslararası kabul görmüş kalite yönetim sistemi standardı ile tanımlanmaktadır. Bu standart, sistemden beklentilere temel oluşturur. Bu beklentiler, sektör uzmanı ve bu standardı uygulayan şirketler tarafından yapılan mülakatlar ile doğrulanmaktadır. Modelin bulguları ve yapısı da kuruluşlarda yapılan anket çalışması ile doğrulanmıştır. Bu bilgiye dayanarak cevap evettir. Model yapısı, sistemin ilgili tanımlayıcı bilgisi ile tutarlıdır.	Havacılık ve savunma endüstrisinin tedarikçileri arasında yapılan bir anket çalışması ile karar kuralları ve polariteleri doğrudan doğruya ele alınmaktadır. Cevaplar geniş çeşitlilik göstermemekte ve bunların sektörün en uygun aktörleri olduğu değerlendirilmektedir. Bu duruma bağlı olarak modelin sistemdeki aktörlerin davranışları ile tutarlı olduğu doğrulanmaktadır. Bu senaryoya dayanarak, çalışmanın ve nedensel döngü modelinin geçerli sonuçlar doğurduğu değerlendirilmiştir (Zagonel ve Thomas, 2006).

### 5.3 Veri Zarflama Analizi (2. Aşama)

Sistem dinamiği modeli çerçevesinde elde edilen bilgiler ışığında çalışmanın ikinci safhasına geçiş yapılmıştır.

Tez çalışmasının ikinci safhasında; nedensel döngü diyagramlarından ve literatürden elde edilen bilgiler ışığında veri zarflama analizinde kullanılacak girdi ve çıktılar belirlenmiş, gerçekleştirilen analiz ile AS 9100 sistemini uygulayan firmaların, sistemi uygulamayan firmalara nazaran daha verimli olup olmadıklarının tespit edilmesi hedeflenmiştir.

Bu aşamada tedarik zinciri içerisinde yer alan firmaların bir alt sektör grubu ele alınarak AS 9100 sistemi uygulayan ve uygulamayan firmalar arasında performansın mukayese edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmaya esas olacak alt grubun tespitinde firmaların NACE sektör kodları esas alınmıştır. Bu çerçevede savunma ve havacılık tedarik zincirinde yer alan

firmaların faaliyet kapsamları tez çalışması çerçevesinde incelenmiştir. Faaliyet kapsamlarının incelenmesi için çalışma tarihi itibarı ile AS 9100 belgesi sahibi olan 136 firma değerlendirilmiştir. Sektörün yapısı değerlendirilerek firmalar; üreticiler, bakım ve tamir organizasyonları ile satış dağıtım organizasyonu olmak üzere üçe ayrılmıştır. Yapılan sınıflandırmalar ile ilgili detaylı bilgilere aşağıda yer verilmiştir.

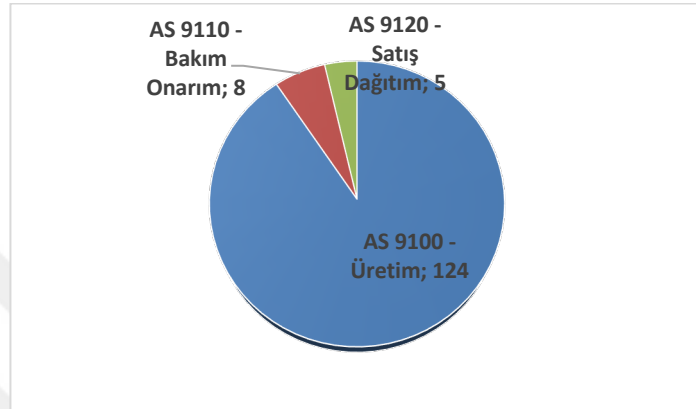
1. Üreticiler: AS 9100 sistemi uygulamaktadırlar ve sektöre uçak, motor, sistem, alt sistem ve parça üretimi gerçekleştirmektedirler. Bu firmaların Türkiye'deki sektörel dağılımları ve NACE kodları belgeli firmalar göz önüne alınarak şu şekilde belirlenmiştir:
  - a. OEM üreticiler: Uçak ve motor imalatçıları ile sistem, alt sistem üreticileri (NACE 30.XX)
  - b. Elektrik, elektronik ve aviyonik sistem ve alt sistemler ile parça üreticileri (NACE 26.XX)
  - c. Kompozit, plastik ve kauçuk üreticileri (NACE 22.XX)
  - d. Talaşlı imalat yöntemi ile parça imalatçıları (NACE 25.XX)
  - e. Döküm parça imalatçıları (NACE 24.XX)
  - f. Özel proses (boya, kaplama, ısıl işlem) tedarikçileri <sup>7</sup>
  - g. Diğer (tekstil, yazılım, baskı vb.) <sup>8</sup>
2. Bakım ve tamir organizasyonları: AS 9110 sistemi uygulamaktadırlar ve sektöre üretilmiş uçak, motor, ana ünite ve platformlar ile sistem ve alt sistemlerin bakım ve onarım hizmetlerini sunmaktadırlar.
3. Satış dağıtım organizasyonları: AS 9120 sistemi uygulamaktadırlar ve sektörün bakım onarım, yenileme amaçlı olarak ihtiyaç duyduğu sistem, alt sistem ve parçaların depolama, satış ve dağıtım hizmetlerini sunmaktadırlar.

---

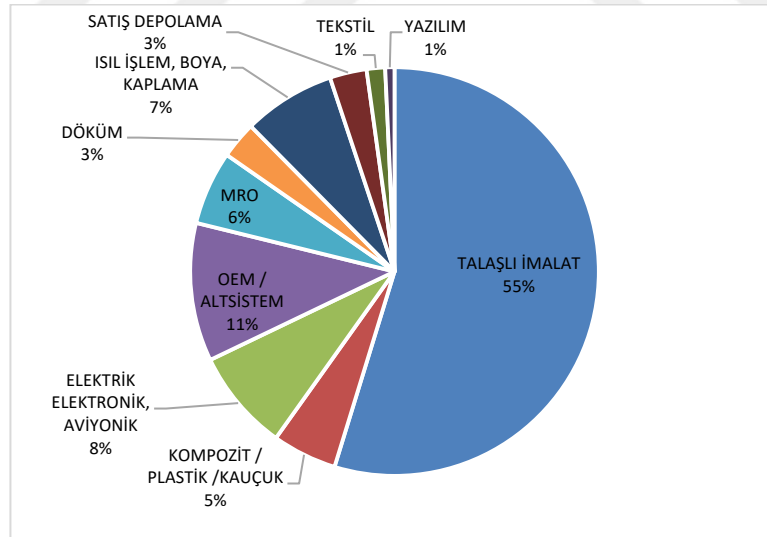
<sup>7</sup> NACE kodları muhtelifdir

<sup>8</sup> Ana sektör ve NACE kodları muhtelifdir

Türkiye tedarik zinciri belgeli firmalar açısından değerlendirildiğinde durum Şekil 40'da verilmekte olup firmaların %90'ının üretici oldukları görülmektedir. Türkiye'de üretici firmaların alt sektörlere dağılımı incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 5.9 ve Şekil 5.10 aracılığı ile verilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda tedarik zincirinin ağırlıklı olarak talaşlı imalat yöntemi ile sektöre metal parça temin eden bir yapıda olduğu görülmektedir.



Şekil 5.9. AS 9100-9110-9120 belgeli firmaların belge türleri (IAQG, 2018)



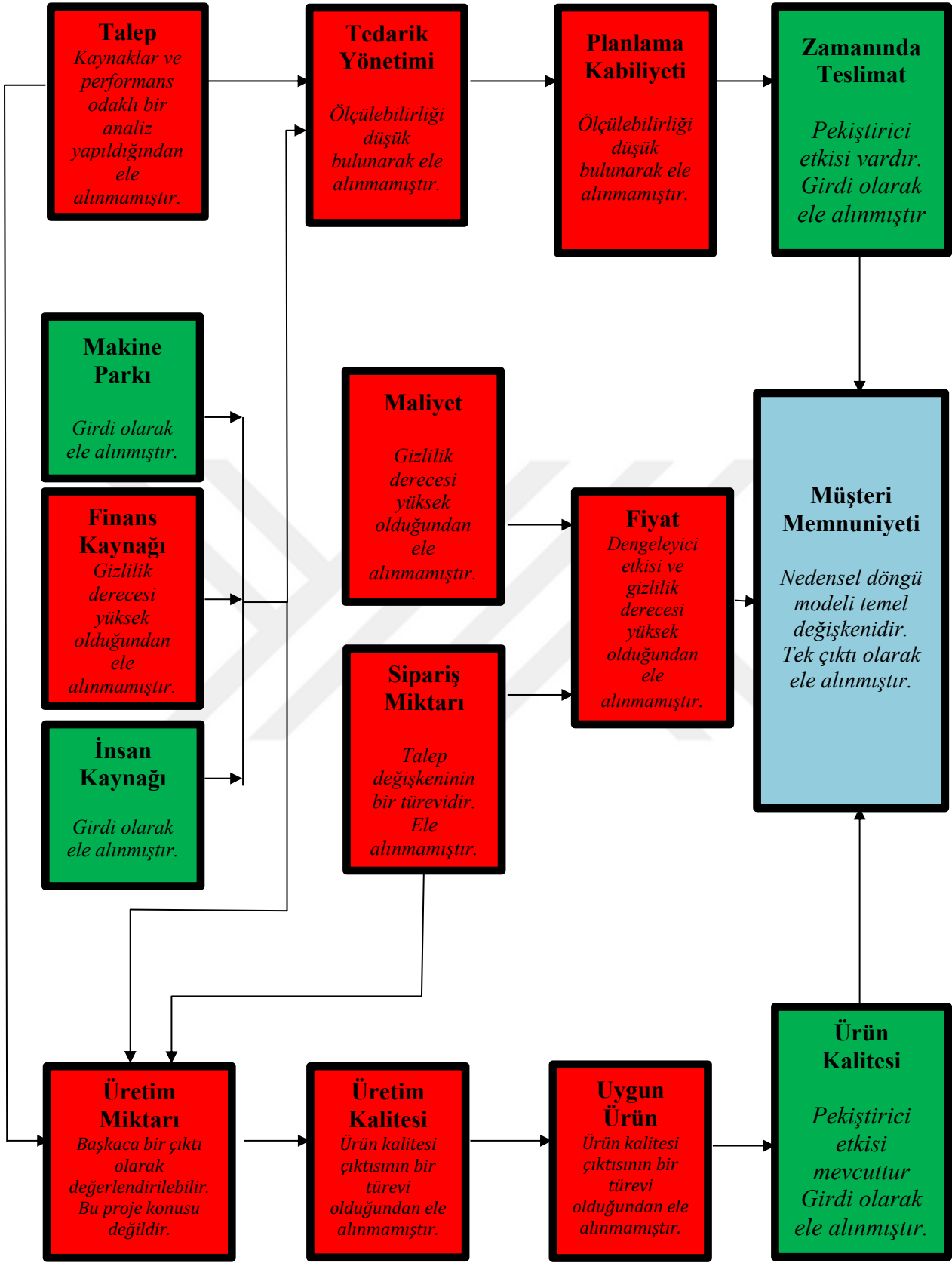
Şekil 5.10. AS 9100-9110-9120 belgeli firmaların sektörel dağılımı (IAQG, 2018)

AS 9100 sisteminin firma performansına etkisinin veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi çalışması yapılırken sektörün yarından fazlasını oluşturan talaşlı imalat tedarikçileri (NACE 25.XX) seçilmiştir. Bu firmalar üzerinde bir

anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Yapılan anket çalışması ile firmaların personel, makina parkı, test ve ölçüm altyapısı, kapalı ve açık alan büyüklüğü, tedarikçi sayısı, uygulanan kalite sistemi ve uygulama süresi ile üretim büyüklüğü gibi soruların yanıtlarına ulaşılmıştır. VZA girdileri özellikle bu sektöre uygun olarak belirlenmiştir. Veri zarflama analizine esas teşkil edecek girdi ve çıktılar belirlenirken, sistem dinamiği nedensel döngü diyagramından VENSIM programı vasıtasıyla elde edilen nedenler ağacı, AS 9100 standardı ve literatür araştırması kullanılmıştır. VENSIM programı neden ağaçlarından elde edilen girdi ve çıktılar Şekil 5.11’de gösterilmektedir. Bu girdi ve çıktı modelinin görsel kolaylık açısından birleştirilmiş hali ise Şekil 5.12’de verilmektedir.



Şekil 5.11. Vensim programından elde edilen neden ağacı



Şekil 5.12. Birleştirilmiş neden ağaçlarına göre VZA girdi ve çıktıları<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Kullanılan girdiler yeşil, çıktı mavi kullanılmayan girdiler ise kırmızı kutularda açıklanmıştır.

Müşteri memnuniyeti kavramı içerisinde AS 9100 standardında referans verilen müşteri memnuniyeti çıktı olarak değerlendirilmiş ele alınmıştır. Zamanında teslimat ve ürün kalitesi müşteri memnuniyeti girdisi olarak değerlendirilmiş ve müşteri algısı ile birlikte değerlendirilerek bir müşteri memnuniyeti oranına ulaşılmıştır. Fiyat değişkeni gizli olabilecek finansal verilerle ilgilendiğinden ve gizlilik içerdiğinden değerlendirilmemiştir.

Şekil 5.12’de gösterilen değişkenlerden kaynaklar (finans, makine, insan) girdi olarak ele alınmıştır. Finans verileri kuruluşlar için yüksek gizlilik içerdiğinden kapsama alınmamış, sadece makina ve insan üzerinde durulmuştur. Personel girdisi “tüm personel” ve “kalite personeli” olmak üzere iki ana başlıkta değerlendirilmiştir. Makine girdisi, CNC sayısı ve kalite üzerinde doğrudan etkisi olan ve ana sanayi temel taleplerinden birisi olan CMM (Koordinat Ölçüm Cihazı) sayısı ile değerlendirilmiştir. Neden ağaçlarında yer alan tüm değişkenlerin girdi ve çıktı olarak ele alınma durumu ve sebepleri Çizelge 5.24’te yorumlanmıştır.

Çizelge 5.24. Vensim’den elde edilen girdi ve çıktıların yorumlanması

Değişken	Türü	Kullanım Durumu	Açıklama
Müşteri Memnuniyeti	Çıktı	Kullanılmıştır	Temel VZA’çığı olarak alınmıştır.
Zamanında Teslimat	Girdi	Kullanılmıştır	Pekiştici etkisi belirlenmiştir. AS 9100 standardı ile de ilişkilendirilmiş ve müşteri memnuniyeti çıktısının bir girdisi olarak ele alınmıştır.
Ürün Kalitesi	Girdi	Kullanılmıştır	Pekiştici etkisi belirlenmiştir. AS 9100 standardı ile de ilişkilendirilmiş müşteri memnuniyeti çıktısının bir girdisi olarak ele alınmıştır.
Fiyat	Girdi	Kullanılmamıştır	Dengeleyici etkisi ve firmalar tarafından gizli tutulma olasılığı yüksek olduğundan ele alınmamıştır.

Makine	Girdi	Kullanılmıştır	Müşteri memnuniyetine bir etken olarak öngörülmüş ve girdi olarak ele alınmıştır. Sektörün temel makine parkı olan CNC ve CMM cihazları çalışmaya konu edilmiştir.
İnsan	Girdi	Kullanılmıştır	Müşteri memnuniyetine bir etken olarak öngörülmüş ve girdi olarak ele alınmıştır. Kalite seviyesini etkilemesi açısından kalite personeli ayrı bir girdi olarak değerlendirilmiştir.
Uygun Ürün	Çıktı	Kullanılmamıştır	Ürün kalitesi çıktısının bir türevi olarak değerlendirildiğinden mükerrer bulunarak ele alınmamıştır. Müşteriye ulaşmayan uygunsuz ürünlerin analizinde sektörün veri analizi çalışmaları oldukça sınırlıdır.
Üretim Kalitesi	Çıktı	Kullanılmamıştır	Ürün kalitesi çıktısının bir türevi olarak değerlendirildiğinden mükerrer bulunarak ele alınmamıştır.
Üretim Miktarı	Çıktı	Kullanılmamıştır	Çalışmanın odak noktası müşteri memnuniyeti olduğundan, üretim miktarı ilave bir çıktı değişkeni olarak ele alınmamıştır. İleri çalışmalar için önerilmektedir.
Planlama Kabiliyeti	Girdi	Kullanılmamıştır	Ölçülebilir olarak değerlendirilmediği için ele alınmamıştır.
Tedarik Yönetimi	Girdi	Kullanılmamıştır	Ölçülebilir olarak değerlendirilmediği için ele alınmamıştır.
Finans	Girdi	Kullanılmamıştır	Firmalar tarafından gizli tutulma olasılığı yüksek bulunduğu için ele alınmamıştır.
Sipariş Miktarı	Girdi	Kullanılmamıştır	Üretim kaynakları odaklı bir çalışma yapıldığından ele alınmamıştır.
Talep	Girdi	Kullanılmamıştır	Sipariş miktarını etkileyen bir değişken olduğundan ele alınmamıştır.

VENSIM programından elde edilen değerlendirmelerine ek olarak; girdi ve çıktı tespiti için literatürdeki kaynaklardan da destek alınmıştır. Bu amaçla literatürden belirlenen girdi ve çıktılar Çizelge 5.25'te verilmiştir. Çalışmamıza yakınlık gösteren girdi ve çıktılar ise altı çizili olarak gösterilmiştir.

Çizelge 5.25. Örnek çalışmalarda belirlenen girdi ve çıktılar

Çalışma referansı	Girdiler	Çıktılar
Lee ve Kim (2014)	Saf çıktı modeli girdi yoktur	Ölçülebilir değerler Güvenilirlik, Cevap verilebilirlik <b><u>Güvence</u></b> , Empati
Qazi ve Yulin (2012)	AR&GE giderleri <b><u>AR&amp;GE personel sayısı</u></b>	Brüt çıktılar Patent sayısı
Sudhaman ve Thangavel (2015)	<b><u>Proje işgücü</u></b>	ERP proje büyüklüğü <b><u>Hata sayısı</u></b>
Sastry (2009)	<b><u>Çalışan sayısı</u></b> Bağlama kapasitesi İleri teknoloji hat Sinyal taşıyıcı	Hat bağlama taahhütleri <b><u>Arızalar</u></b> Arıza tamirleri
Pournader vd.(2016)	<b><u>Çalışan sayısı</u></b> Dağıtım hattı uzunluğu	Miktar Müşteri sayısı <b><u>Hizmet kalitesi</u></b>
Merkert ve Assaf (2015)	Pist uzunluğu Terminal büyüklüğü <b><u>Çalışan sayısı (FTE)</u></b>	<b><u>Müşteri memnuniyeti</u></b> (SKYTRAX, PAX_REVIEWS) Hava trafiği, Yolcu sayısı Kargo miktarı, Karlılık
Yang vd. (2014)	Maliyet Varlık <b><u>İşgücü</u></b>	<b><u>Kalite</u></b> Gelir Karlılık
Jauhar ve Pant (2017)	<b><u>Temin Süresi</u></b> <b><u>Kalite %</u></b> Fiyat	<b><u>Hizmet Kalitesi</u></b> CO <sub>2</sub> emisyonu
Azadi vd. (2015)	Toplam nakliyat maliyeti Sevkiyat fiyat ve miktarı Eko tasarım maliyeti İş güvenliği maliyeti	<b><u>Zamanında teslimat</u></b> <b><u>Hatalı fatura sayısı</u></b>
Tezsürücü (2013)	<b><u>Üretim yeterliliği ve kapasite</u></b> <b><u>Teknik yeterlilik</u></b> Faaliyet kontrolü Performans geçmişi Prosedürlere uyum	<b><u>Kalite</u></b> <b><u>Teslimat</u></b> <b><u>Fiyat</u></b>
Tümer (2008)	<b><u>Oda kapasitesi</u></b> Personel maliyeti Enerji maliyeti Yiyecek, içecek maliyeti Diğer maliyetler	Oda başına gelir Diğer gelir <b><u>Müşteri memnuniyeti</u></b>
Bayraktar vd.(2012)	İmaj Müşteri Beklentileri <b><u>Algılanan Kalite</u></b> Algılanan Değer	<b><u>Müşteri memnuniyeti</u></b> Müşteri sadakati



Bu değerlendirmeler ışığında öngörülen girdi ve çıktı yapısı Çizelge 5.26'da verilmiştir.

Çizelge 5.26. Veri zarflama model girdi ve çıktıları

Girdi No	Girdi	KVB	Çıktı No	Çıktı
1	Toplam Çalışan Sayısı			
2	Kalite Personeli Sayısı			
3	CNC Sayısı	24 adet	1	Müşteri Memnuniyeti (0-20)
4	CMM Sayısı			
5	Zamanında Teslimat %			
6	Ürün Kalitesi (Uygunluğu)%			

Girdi ve çıktıları tespit edilen modele ilişkin anket 31 adet karar verme birimine gönderilmiştir. Bu karar verme birimlerinden 24 adedinden cevap alınarak değerlendirme yapılmıştır. Tespit edilen girdi ve çıktı miktarına göre değerlendirilecek karar verme birimi sayısı için muhtelif yaklaşımlar mevcuttur. "S" girdi "M" ise çıktı sayısını temsil etmek üzere modelimiz için önerilen karar verme birimi sayısı;

Golany ve Roll, (1989) yaklaşımına göre;

$$N > 2 * (S+M) \quad 5.1$$

$$2 * (6+1) = 14'dan büyük olmalıdır.$$

Dyson vd., (2001) yaklaşımına göre;

$$N > 2 * (SxM) \quad 5.2$$

$$2 * (6*1) = 12'den büyük olmalıdır.$$

Bowlin, (1998) yaklaşımına göre;

$$N > 3 * (S+M) \quad 5.3$$

$$3 * (6+1) = 21'den büyük olmalıdır.$$

Çalışmamızda toplam 24 adet karar verme birimi analize konu edilerek 5.1, 5.2 ve 5.3 no'lu formüllerde açıklanan yaklaşımların ön gördüğü asgari karar verme birimi sayısı aşılmıştır. Çalışmaya konu olan 24 KVB'den 15 adedi AS 9100 sistemi uygularken, 9 adedi AS 9100 sistemi uygulamamaktadır.

Veri zarflama analizi teorisine uygun ve ve anketlerden elde edilen verilere bağı olarak, bir no'lu tedarikçi için örnek Formül 5.4'te gösterilmektedir. Burada, "u" çıktının ağırlığını, "vi" ise girdilerin ağırlığını göstermektedir. Anket verilerinde % olarak ölçülen müşteri memnuniyeti çıktısı % 80 ve üzerinde toplanma eğilimi göstermiş ve 0-20 aralığında tekrar derecelendirilerek hesaplama yapılmıştır. Bu vesile ile firmalar arasındaki performans farklılıkları belirgin hale getirilerek kıyaslama imkanı artırılmıştır.

Max18,5.u

5.4

Kısıtlar

$$18,5u - 25v_1 - 5v_2 - 14v_3 - 2v_4 - 99,5v_5 - 98,0v_6 \leq 0$$

$$9,8u - 32v_1 - 3v_2 - 8v_3 - v_4 - 99,5v_5 - 87,5v_6 \leq 0$$

$$19,5u - 63v_1 - 3v_2 - 19v_3 - 2v_4 - 99,5v_5 - 99,5v_6 \leq 0$$

$$9,8u - 15v_1 - 4v_2 - 8v_3 - v_4 - 82,5v_5 - 99,5v_6 \leq 0$$

$$18,5u - 80v_1 - 8v_2 - 18v_3 - 3v_4 - 98,0v_5 - 99,5v_6 \leq 0$$

$$17,2u - 150v_1 - 5v_2 - 30v_3 - 3v_4 - 96,0v_5 - 99,5v_6 \leq 0$$

$$17,2u - 30v_1 - 4v_2 - 6v_3 - v_4 - 99,5v_5 - 99,5v_6 \leq 0$$

$$13,7u - 30v_1 - 5v_2 - 8v_3 - v_4 - 92,5v_5 - 96,0v_6 \leq 0$$

$$1,7u - 61v_1 - 4v_2 - 3v_3 - 82,5v_5 - 82,5v_6 \leq 0$$

$$7,5u - 186v_1 - 16v_2 - 6v_3 - v_4 - 87,5v_5 - 82,5v_6 \leq 0$$

$$12,0u - 13v_1 - 4v_2 - 4v_3 - v_4 - 92,5v_5 - 96,0v_6 \leq 0$$

$$19,0u - 17v_1 - 4v_2 - 9v_3 - v_4 - 99,5v_5 - 99,5v_6 \leq 0$$

$$16,7u - 64v_1 - 8v_2 - 22v_3 - 2v_4 - 98,0v_5 - 99,5v_6 \leq 0$$

$$14,8u - 15v_1 - 4v_2 - 11v_3 - 2v_4 - 92,5v_5 - 99,5v_6 \leq 0$$

$$19,5u - 316v_1 - 13v_2 - 43v_3 - 4v_4 - 99,5v_5 - 99,5v_6 \leq 0$$

$$18,5u - 10v_1 - 2v_2 - 5v_3 - v_4 - 98,0v_5 - 99,5v_6 \leq 0$$

$$17,8u - 136v_1 - 12v_2 - 44v_3 - 4v_4 - 96,0v_5 - 99,5v_6 \leq 0$$

$$11,0u - 14v_1 - 3v_2 - 4v_3 - v_4 - 82,5v_5 - 98,0v_6 \leq 0$$

$$14,8u - 111v_1 - 6v_2 - 38v_3 - v_4 - 92,5v_5 - 99,5v_6 \leq 0$$

$$3,3u - 13v_1 - 2v_2 - 5v_3 - 82,5v_5 - 80,0v_6 \leq 0$$

$$6,7u - 8v_1 - v_2 - 4v_3 - 87,5v_5 - 80,0v_6 \leq 0$$

$$2,5u - 37v_1 - 5v_2 - 27v_3 - v_4 - 82,5v_5 - 82,5v_6 \leq 0$$

$$0,8u - 90v_1 - 5v_2 - 6v_3 - 2v_4 - 80,0v_5 - 82,5v_6 \leq 0$$

$$12,2u - 15v_1 - 4v_2 - 7v_3 - 2v_4 - 82,5v_5 - 98,0v_6 \leq 0$$

$$25v_1 + 5v_2 + 14v_3 + 2v_4 + 99,5v_5 + 98,0v_6 = 1$$

$$u, v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6 \geq 0$$

Bu model esas alınarak tüm tedarikçiler için elde edilen veriler DEAP yazılımı kullanılarak, girdiye yönelik, ölçeğe göre sabit getiri (CCR) yöntemiyle analiz edilmiştir. DEAP Versiyon 2.1 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen veri zarflama analizi çalışması sonucunda elde edilen etkinlik değerleri Çizelge 5.27’de verilmektedir. Bu etkinlik değerleri yanısıra ilgili tedarikçinin AS 9100 sistemi uygulayıp uygulamadığı yine aynı çizelgeden görülmektedir.

Çizelge 5.27. DEAP analiz sonuçlarına göre etkinlik çizelgesi

Tedarikçi No	Etkinlik Değeri CCR	Etkinlik Durumu	AS 9100 Sistem Uygulama Süresi (Yıl)
3	1	ETKİN	3-4
16	1	ETKİN	4-5
12	1	ETKİN	3-4
15	1	ETKİN	10+
21	1	ETKİN	0
24	1	ETKİN	0
1	0,991	ETKİN DEĞİL	3-4
17	0,957	ETKİN DEĞİL	2-3
5	0,938	ETKİN DEĞİL	5-7
18	0,868	ETKİN DEĞİL	0-1
6	0,85	ETKİN DEĞİL	4-5
10	0,827	ETKİN DEĞİL	5-7
19	0,733	ETKİN DEĞİL	0
8	0,733	ETKİN DEĞİL	0
14	0,719	ETKİN DEĞİL	3-4
7	0,694	ETKİN DEĞİL	3-4
13	0,651	ETKİN DEĞİL	7-10
20	0,636	ETKİN DEĞİL	0
11	0,521	ETKİN DEĞİL	5-7
4	0,489	ETKİN DEĞİL	1-2
22	0,165	ETKİN DEĞİL	0
2	0,156	ETKİN DEĞİL	7-10
9	0	ETKİN DEĞİL	0
23	0	ETKİN DEĞİL	0

## 6. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Tez çalışması sonucunda aşağıda yer alan bulgulara ulaşılmış ve değerlendirmeler yapılmıştır.

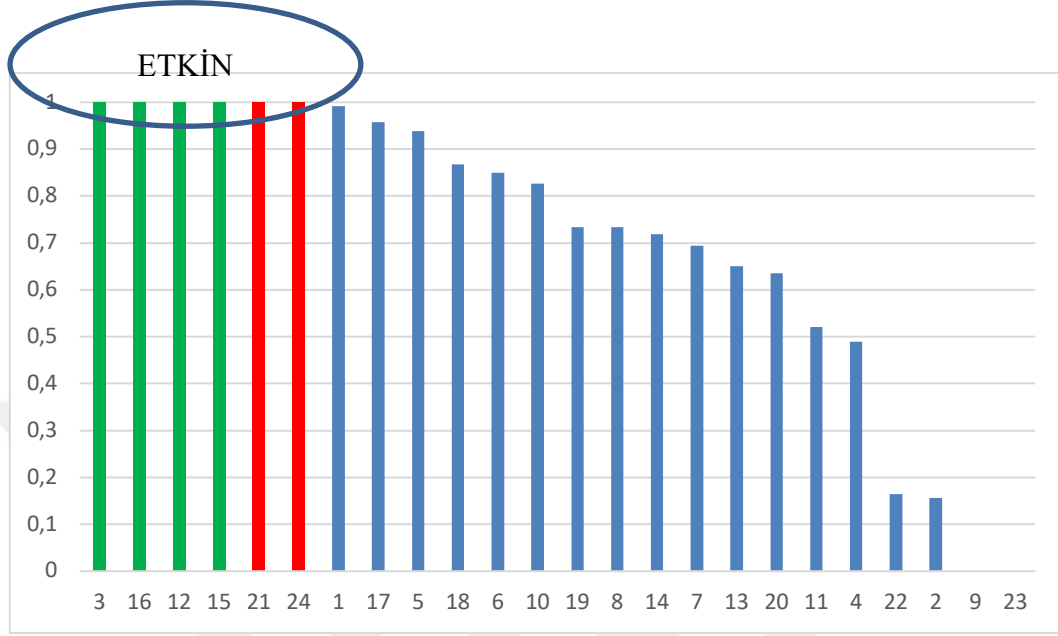
### 6.1 Genel

Veri zarflama analizi sonuçları CCR yöntemine istinaden değerlendirildiğinde, etkin olarak değerlendirilen altı tedarikçinin dördünün AS 9100 sistemini uyguladığı görülmektedir. Buna karşılık etkinlik açısından en düşük sonuçları veren iki firmanın ise bu sistemi uygulamadığı görülmüştür. CCR yöntemine göre tedarikçilerin kıyaslandıkları etkin tedarikçiler esas alındığında AS 9100 sistemi uygulayan 3 ve 16 no'lu tedarikçiler 12 kez referans almaktadır. Bu tedarikçiler ile ilgili detay bilgiler Çizelge 6.1'de verilmiştir. Bu tedarikçiler tipik birer küçük ve orta büyüklükteki işletme statüsündedir. Personel yapısı, CNC operatörü, kalite personeli ve mühendis sayısı ile endüstri mühendisi çalıştırma durumu açısından dikkat çekicidir.

Çizelge 6.1. En çok kıyaslanan tedarikçi bilgileri

Parametre	3 No'lu Tedarikçi	16 No'lu Tedarikçi	Birim
ÇALIŞAN SAYISI	63	10	Kişi
MÜHENDİS SAYISI	2	2	Kişi
ENDÜSTRİ MÜHENDİSİ SAYISI	0	0	Kişi
KALİTE PERSONELİ	3	2	Kişi
KAPALI ALAN	5855	240	m <sup>2</sup>
TOPLAM ALAN	5855	360	m <sup>2</sup>
TOPLAM CNC	19	5	Adet
3 EKSENLİ	6	3	Adet
5 EKSENLİ	9	2	Adet
7 EKSENLİ	2	0	Adet
CMM	2	1	Adet
ÖLÇÜ ALETİ SAYISI	111	12	Adet
ERP	2-5	0	Yıl
KALİTE SİSTEMİ	AS 9100	AS 9100	-
KAÇ YIL	3-4	4-5	Yıl
TOPLAM TEDARİKÇİ SAYISI	116	12	Adet
AS 9100 BELGELİ TEDARİKÇİ	3	6	Adet
ISO 9001 BELGELİ TEDARİKÇİ	76	12	Adet
NADCAP BELGELİ TEDARİKÇİ	3	2	Adet
ZAMANINDA TESLİMAT	99,5	98	%
ÜRÜN UYGUNLUĞU	99,5	99,5	%
MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ (0-20)	19,5	18	-

Tedarikçilerin CCR modeline göre etkinlik seviyeleri ise Şekil 6.1 aracılığı ile gösterilmektedir.



Şekil 6.1. CCR girdiye yönelik model ile VZA sonuçları <sup>10</sup>

Etkin olarak sonuç veren fakat iki adet AS 9100 uygulamayan firmanın durumları incelendiğinde, 21 no'lu firmanın temel girdilerden birisi olan CMM cihazına sahip olmadığı görülmüştür. Bu firma aynı zamanda görev kritik parçaları da içeren özel projelerde yer almaktadır. Dyson vd. (2001), tarafından DEA zorluklarından birisi olarak tanımlanan homojen olmayan koşullardan birisinin burada oluştuğu değerlendirilmiştir. Temel kalite kontrol araçlarından biri olan CMM cihazına sahip olmadığı halde elde etmiş olduğu müşteri memnuniyet düzeyinin yüksek olması etkinlik sebeplerinden birisi olarak değerlendirilmiştir. Karar verme birimleri içerisinde yer alan ve AS 9100 uygulayan tüm tedarikçilerin koordinat ölçüm cihazı (CMM) sahibi olmaları dikkat çekicidir. Bu cihaz test ve ölçüm altyapısının üretim ve ürün kalitesini pekiştirici etkisi olduğunu teyit etmektedir.

<sup>10</sup> AS 9100 uygulayan etkin firmalar yeşil, uygulamayan etkin firmalar kırmızı olarak gösterilmiştir.

24'nolu firmanın durumu da irdelenmiştir. Bu firmanın ISO 9001 sistemi sürdürdüğü, AS 9100 için çalışmalarına devam ettiği ve sektörün önde gelen firmalarına uzun süredir hizmet vererek müşteri memnuniyeti konusunda üstün konumda olduğu değerlendirilmiştir.

Dünya'da yer alan AS 9100 belgeli firmaların durumu incelendiğinde 17853 adet AS 9100 belgesi sahibi olan üretici, 642 adet AS 9110 belgesi olan bakım tamir organizasyonu (MRO), 1781 adet AS 9120 belgesi olan satış ve dağıtım organizasyonunun olduğu görülmektedir. Dünya savunma ve havacılık sektörünün lideri konumundaki ABD'de benzer bir inceleme yapılmış ve AS 9100 belgesi sahibi olan 7802 adet üretici, 232 adet bakım tamir organizasyonu ve 679 adet satış ve dağıtım organizasyonunun olduğu tespit edilmiştir (IAQG OASIS, 2018).

Dünya genelindeki tedarik zincirinde yer alan belgeli firmalar değerlendirildiğinde; AS 9100 belgesi sahibi olan üreticilerin %43'ünün; bakım tamir organizasyonlarının %36'sının, satış ve dağıtım organizasyonlarının ise %38'inin Amerika Birleşik Devletleri'nde faaliyet göstermesi dikkat çekici bulunmuştur. Türkiye'de yer alan AS 9100 belgeli tedarikçilerin (yaklaşık 124 adet) dünya genelindeki AS 9100 belgeli tedarikçiler (17853 adet) ile mukayese edilmesi durumunda tedarikçi sayımızın sayısal olarak %0,7 mertebesinde olduğu görülmektedir (IAQG OASIS, 2018).

Dünya savunma harcamaları Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) verilerine göre incelenmiştir. Bu verilere göre ABD'nin savunma harcamalarının Dünya savunma harcamalarına 2017 yılı itibarı ile oranı %35,8 buna karşılık AS 9100 standardına göre belgeli tedarikçi sayısının Dünya'da belgeli tedarikçi sayısına oranı %43'tür. İtalya için aynı rakamlar sırası ile %1,5 ve %3,5 olarak görülmüştür. İtalya'nın ihracatçı konumu bu rakamlarca da desteklenmektedir. Türkiye'nin savunma harcamalarının Dünya savunma harcamalarına oranı yaklaşık %1 iken belgeli firmaların sayısı ise Dünya belgeli firmalarının %0,7'si mertebesinde. Sadece bu veriye bağlı kalırsa dahi AS 9100 belgeli üretici sayısının yaklaşık 200 - 250 olması beklenebilir.

Müşteri memnuniyeti açısından CCR yöntemine göre tam verimlilik sağlayan ve AS 9100 kalite yönetim sistemi uygulayan firmaların uygulama süresinin ortalamasının 3 yıldan fazla olduğu görülmüştür. Bu durum sertifikasyon ilk çevrim süresi olan 3 yılın sonunda sistemlerin olgunluk seviyesine eriştiği şeklinde değerlendirilmektedir. Kurumsal bilginin oluşması, aktarılması ve firma performansı için kullanılması için bu sürenin önem arz ettiği değerlendirilmiştir.

Sürekli iyileştirme yöntemleri ve iç, dış denetimlerden elde edilen sonuçların firma etkinliklerine olumlu katkı sağladıkları bu çerçevede değerlendirilebilir.

Sistemi daha uzun süreler uygulayan bazı firmaların verimlilik açısından daha düşük çıkmaları ile çalışan sayılarının daha fazla olması arasındaki ilişki şu şekilde değerlendirilmiştir: "Büyüyen organizasyonlar sistem içinde kritik tedarikçi konumuna gelmekle birlikte artan çalışan sayısı esnekliklerini azaltmaktadır. Azalan bu esneklik bazı müşteri beklentilerinin sağlanması açısından olumsuz görülmektedir. Bu firmalardan bir kısmı sistemi daha uzun süreler uygulamasına rağmen, gerek sistemin kanıksanması ve sistem körlüğü gerekse yukarıda sayılan esneklik zafiyeti sebebiyle müşteri tatmini açısından küçük işletmelere göre daha olumsuz sonuçlara ulaşabilirler. Artan personel sayısı ile birlikte muhtemel personel devir hızlarının artması da bu sonucun sebepleri arasında yer alabilir." Buna karşılık bu firmaların parça üreticisi konumundan komponent ve alt sistem üreticisine evrilmekte de aday oldukları unutulmamalıdır.

AS 9100 uygulayan ve uygulamayan firmaların araştırma sonuçları ve performans kriterleri açısından değerlendirme sonuçları Çizelge 6.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.2. AS 9100 uygulayan ve uygulamayan firmaların mukayesesi

Parametre	AS 9100 Uygulayan 15 firma ortalaması	AS 9100 Uygulamayan 9 firma ortalaması
Müşteri Memnuniyeti	%96,0	%87,0
Zamanında Teslimat	%95,5	%85,5
Ürün Uygunluğu	%98,2	%87
VZA Teknik Etkinlik Değerleri	0,788	0,566

AS 9100 uygulayan ancak veri zarflama analizi sonucunda etkin bulunmayan firmaların kaynakları açısından gevşeklik analizleri ve değerlendirmeleri Çizelge 6.3 vasıtasıyla yorumlanmıştır. Zamanında teslimat ve ürün uygunluğuna ilişkin gevşeklikler, bu değerlerin azaltılması anlamlı bulunmadığından yorumlanmamıştır.

Çizelge 6.3. Veri zarflama analizi gevşeklik değerlendirmesi

Tedarikçi	Bilgiler	Zaman Teslimat %	Ürün Kalitesi %	Çalışan Sayısı	Kalite Pers. Sayısı	CNC Adet	CMM Adet
1	Veriler	99,5	98	25	5	14	2
	Gevşeklik	2,526	0,000	0,000	2,720	5,029	0,723
	Yorum	<i>Çalışan sayısına bağlı olarak CNC sayısında gevşeklik görülmektedir. Tedarikçinin üretim miktarı (10000-100000 parça) sayısı artırılabilir. Kalite personeline azalma tavsiye edilmemektedir.</i>					
2	Veriler	99,5	87,5	32	3	8	1
	Gevşeklik	1,939	0,000	2,102	0,026	0,000	0,000
	Yorum	<i>Çalışan sayısındaki az miktarda gevşeklik tespit edilmiştir. Katma değeri az olan operasyonlar ile tesviye personeli mevcuttur.</i>					
4	Veriler	82,5	99,5	15	4	8	1
	Gevşeklik	0,000	7,550	0,000	1,037	0,989	0,000
	Yorum	<i>Kalite personeline cüzi bir gevşekli vardır. Firma büyümeye adaydır. Firma sivil havacılık odaklı çalışmaktadır, kalite personelinin tutulmasında yarar görülmektedir.</i>					



5	Veriler	98	99,5	80	8	18	3
	Gevşeklik	0,000	0,222	19,681	4,616	0,000	0,940
	Yorum	<i>Çalışan sayısı, kalite personeli sayısındaki gevşeklik üç vardiya çalışma ile açıklanmıştır. Firmada emek yoğun ilave prosesler vardır. CMM sayısında görünen yaklaşık bir adet gevşeklik firma kalite seviyesinin muhafazası için öngörülmüştür.</i>					
6	Veriler	96	99,5	150	5	30	3
	Gevşeklik	0,000	2,976	30,570	0,000	5,626	0,552
	Yorum	<i>Çalışan sayısı, CNC adedi kapsamındaki gevşeklik konusunda yapılan araştırmalarda firmanın başkaca sektörlere de hizmet verdiği ve bu çerçevede emek yoğun proseslerinde yer aldığı görülmektedir. Gevşeklikler başka sektöre ürün temini ile giderilmektedir.</i>					
7	Veriler	99,5	99,5	30	4	6	1
	Gevşeklik	1,042	0,000	13,889	1,389	0,694	0,000
	Yorum	<i>Çalışan sayısı, kalite personeli sayısındaki gevşeklik üç vardiya çalışma ile açıklanmıştır. Firma hali hazırda sivil havacılığa hizmet vermektedir. Savunma sektöründe yeni müşterilerin temini ile gevşeklik kapasiteye çevrilebilir.</i>					
11	Veriler	92,5	96	13	4	4	1
	Gevşeklik	7,344	8,542	2,604	1,250	0,000	0,104
	Yorum	<i>Çalışan sayısı, kalite personeli sayısında az miktarda var olan gevşeklik personel azaltımı ile giderilerek etkinlik artırılabilir.</i>					
12	Veriler	99,5	99,5	17	4	9	1
	Gevşeklik	1,500	0,000	7,000	2,000	4,000	0,000
	Yorum	<i>Çalışan sayısı, kalite personeli ve CNC sayısında var olan gevşeklikler orantılıdır. Firmanın tek müşterisi ve yüksek kalite gereksinimleri tespit edilmiştir. Bu sebeple personel sayısında azaltma tavsiye edilmez. Müşteri sayısında artış önerilebilir.</i>					
13	Veriler	98	99,5	64	8	22	2
	Gevşeklik	0,000	0,976	0,000	3,233	2,019	0,010
	Yorum	<i>Çalışan sayısı kapsamındaki gevşeklik yoktur. Kalite personeli sayısındaki sektörün ağır teknik gereksinimlerine bağlanmıştır. Firmada tel erozyon vb. özel prosesler işletilmektedir. Üretim parçaları kompleks motor parçalarıdır. Firma demiryolu sektörünü de hedeflemektedir. CNC kapsamındaki gevşeklik kapasiteye çevrilebilir.</i>					

14	Veriler	92,5	99,5	15	4	11	2
	Gevşeklik	0,000	0,000	0,000	0,816	3,158	0,388
	Yorum	<i>Mevcut kapasitede 3 adet CNC gevşekliği değerlendirilmiştir. Bu kapasitenin kullanımı ile etkinlik artırılabilir.</i>					
17	Veriler	96	99,5	136	12	44	4
	Gevşeklik	0,000	3,349	71,962	8,712	24,558	1,981
	Yorum	<i>Çalışan sayısı, kalite personeli, CNC ve CMM sayısındaki gevşeklik üç vardiya çalışma ile açıklanmıştır. Firma sektörün önemli tedarikçilerinden birisi olarak ön plana çıkmaktadır. Kaynak azaltımı DEA tarafından öngörülmesine rağmen tavsiye edilmez.</i>					
18	Veriler	82,5	98	14	3	4	1
	Gevşeklik	3,559	15,972	5,208	1,215	0,000	0,174
	Yorum	<i>Çalışan sayısında bir miktar azaltma düşünülebilir. CNC sayısı ile mukayese edildiğinde katma değeri az operasyonlar için personel istihdamı görülmektedir. Kalite personeli sayısındaki gevşeklik dikkate değer bulunmamıştır.</i>					

## 6.2 İnsan kaynakları

İnsan kaynakları, havacılık ve savunma sektörü için çok önemli bir varlıktır. Çalışan davranışlarını kurum politika ve prosedürlere bağlı olarak yönlendirmek, sistem etkinliği için vazgeçilmezdir. Personelin ürün emniyeti kültürü ve hataların azaltılması konularında bilinçlendirilmesi uzun vadeli bir süreçtir. Bu kültür ve yeterliliğe sahip bilinçli personel sistemin etkinliği için iyi bir temel oluşturmaktadır. Her türlü yetkinlik, bilinç geliştirme ve eğitim (tekrar gerektiren eğitimler dahil) çalışmasına rağmen sistem hatalarının oluşmasını önlemek üzere firmaların insan faktörü konusunda bilgili ve bu faktör kaynaklı süreç hataları konusunda tedbirli olmaları esastır. İnsan faktörü, sistemin beklentilerinin karşılanması için değerlendirilmesi gereken önemli bir konudur. Nitelikli personelin istihdam edilmesi ve uzun vadede tutulması sektörün en temel beklentisi olarak ortaya çıkmaktadır. Bu hususta sağlanacak başarı; hataların, uygunsuz ürünlerin ve diğer kalite ve emniyet problemlerinin engellenmesi açısından önemlidir.

2. Aşama anket çalışmasına konu olan 24 firmanın ortalama personel sayısı 63.7 kişidir. Bu çerçevede tedarik zincirinin yarıdan fazlasını temsil eden bu alt sektörün genelde KOBİ statüsünde olduğu görülmüştür. Sektörde personel devir hızının düşmesi önemlidir. Ankara ve Eskişehir illerinde CNC operatörü temininde zorluklar yaşandığı görülmüştür. Mesleki yeterlilik kurumu çalışmaları içerisinde yer alan ve ISO 17024 akreditasyonu ile desteklenen CNC operatörü sertifikalandırma programları, ülkemizin bu alandaki insan kaynağı ihtiyacını karşılaması yönünden olumlu görülmektedir.

Sektör personel yapısı endüstri mühendislerinin durumu açısından değerlendirildiğinde ise analiz edilen 24 firmanın toplamda 1531 çalışanı olduğu, buna karşılık istihdam edilenler arasında sadece 24 endüstri mühendisi bulunduğu görülmüştür. Firma başına ortalama 1 olan endüstri mühendislerinin kalite, planlama süreçleri dikkate alınsa dahi yetersiz olduğu görülmektedir. Toplam personelin ancak %1,5'i endüstri mühendisi olarak istihdam edilmiştir. Sektörde bu sayının artırılmasının planlama ve kalite seviyesine olumlu etki etmesi beklenmektedir.

Verimli firmaların çalışan sayısı ölçeklerinin küçük işletme olarak belirlenmesi sektörün tedarik yapısı ile ilgilidir. Sektörün üretim yapısı aşağıdaki üretici türleri ile açıklanabilir:

- Uçak – Motor – Platform üreticileri
- Sistem üreticileri
- Alt sistem üreticileri
- Parça üreticileri

2.aşama analizinde ele alınan talaşlı imalat firmaları da birer tipik parça üreticisidirler. Bu seviyede yer alan küçük ve orta büyüklükteki firmalar, belirli bir üretim hacmine ulaştıktan sonra sürdürülebilir olmak adına girişimlerde bulunmak durumundadırlar. Artan rekabet ve üretim ölçekleri, bu firmaları bir üst seviye olan alt sistem ve sistem üreticiliğine doğru yöneltmektedir. Türkiye bu çerçevede tasarım kabiliyeti elde etme veya montajlı alt sistemlerin üretimine

doğru ilerleyerek, büyük işletme statüsüne geçen firma örneklerini de oluşturmuş durumdadır.

### **6.3 Tedarik ve Satınalma**

Satınalma maddesi AS 9100 standardının en kritik maddelerinden birisidir. Yapılan uygulamalarının tamamının ana amacı tedarik zincirinin kontrolü ve iyileştirilmesidir. Satınalma prosesi dış denetim süreçlerinde her bir ara denetimde (en geç yılda bir) mutlaka denetime tabi tutulmaktadır. Tedarikçi değerlendirme, sahte parça önleme, müşteri teknik gereksinimlerin tedarikçilere aktarılması (flow down), satınalınan ürünün kalite kontrolü öne çıkan bazı kavramlardır. Tedarikçiler kullanılan malzemenin ana kaynağına kadar izlenebilirliğini sağlama konusunda da sorumluluk taşımaktadırlar.

Türkiye tedarik zincirinin, özel proseslere ve yerel malzeme tedarikine odaklanarak iyileştirilmesi gerekmektedir. Türkiye, daha kısa tedarik süreleriyle tedarik edilecek yüksek miktarda kritik hammadde satın almayı düşünmelidir. Kritik hammaddelerin (özel alaşım alüminyum, süper alaşımlar, titanyum, kompozit vb.) yerel olarak üreilmeleri önemlidir. Bu amaçla sektörün el birliği yaparak satın alma gücü oluşturması ve ortak satın alma platformları meydana getirmesi mümkün olmalıdır. Makine ve teçhizat, gereçler için arz da dikkate alınmalıdır. Buna karşılık çalışmanın ikinci aşamasına konu olan talaşlı imalat tedarikçilerinin en önemli altyapısı olan tezgah (CNC) ve ölçüm cihazlarının (CMM) tamamı yabancı kaynaklıdır. Bu alanda yerli üretimin gerçekleştirilmesi; talaşlı imalat ve diğer tüm üretim sektörlerini destekleyecektir.

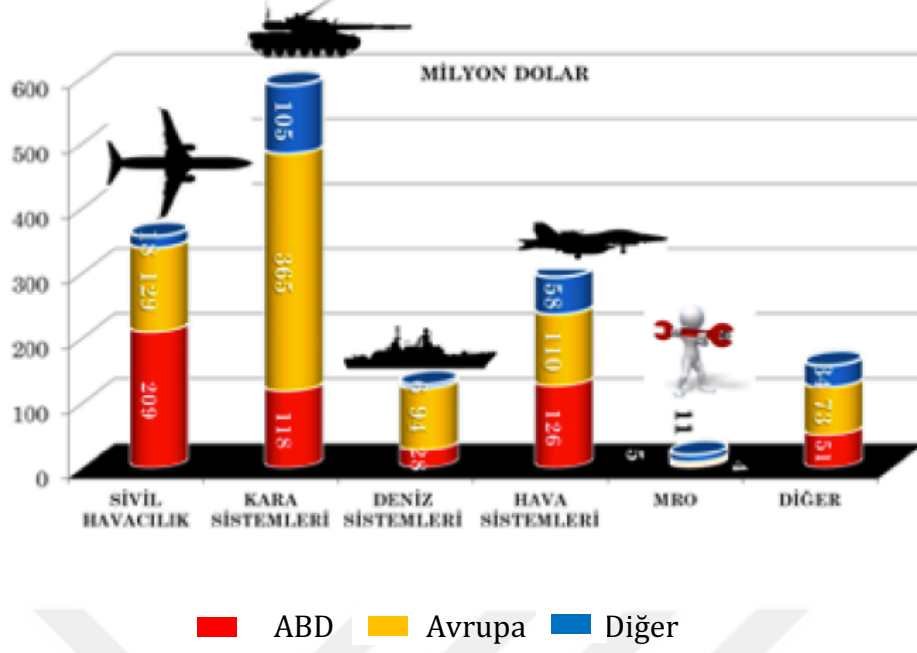
Tedarik zinciri iyileştirmesi de özel proses tedarikçileri için kritik öneme sahiptir. Ana sanayi ve seviye 1 tedarikçileri, özel proses kaynaklarını (kaplama, boya, kaynak, NDT vb.) onaylamaktadır. Özel prosesler spesifikasyonlar, standartlar ve ürün denetimleri ile desteklenmelidir. Ana sanayi çoğu durumlarda doğrudan kendisi tarafından tedarik edilen hammadde ve malzeme ile malzeme kalite sorunlarını önlemektedir. Bu durum, analize konu olan talaşlı imalat tedarikçilerinde kontrollü bir proses sağlar. Bu şekilde taklit parçaların önlenmesi sağlanmakta ve ürün güvenliğini artmaktadır. Buna karşılık

tedarikçilerin uluslararası operasyonlar yürütmesi ve esneklikleri açısından malzeme kritik darboğaz olarak yerini korumaktadır.

#### **6.4 Tasarım Yeteneği**

Havacılık ve savunma ürünleri için tasarım ve tip sertifikası sahipleri; ürünler, kullanılan malzemeler ve operasyonel performans hakkında yoğun bilgi birikimine sahiptir. Bu bilgi, tedarik zincirinin ürün performansını geliştirmek için çok önemlidir. Malzeme seçimi dâhil olmak üzere tüm teknik isteklerin belirlenmesinde esas sorumluluk tasarım sahibi organizasyonlarındadır. Tasarım sahipleri gereksinimlerin ve spesifikasyonların tedarikçilere aktarılması (flow down) süreçlerini de yürütür. Tasarım kabiliyetinin artması, tedarik zincirinin beklediği üretim miktarlarını da artıracak ve yatırımları ile finansal kapasitelerini geliştirecektir. Ana sanayinin teknik yönden geliştirdiği tedarik zinciri sanayi katılımı (offset) süreçlerini de olumlu yönde etkileyecektir. Tasarım çalışmalarını ve onaylanmış parçalarda yapılan değişiklikleri onaylayan tasarım organizasyonlarının sayısı da arttırılmalıdır. Sivil havacılık için EASA Part 21 tasarım organizasyon onayı (ya da muadili) ile belgelenen kurumlar, tasarım sahibi organizasyonlar gibi davranarak tasarım ve tasarım değişikliklerini onaylayabilmektedir.

Ana sanayi kapsamında yer alan ve platform sahipleri durumunda olan firmaların artması, tedarik zincirinin yolunun açılması açısından önem taşımaktadır. İthalat miktarları ve yönelik oldukları sistemler ele alındığında yerli ikame ile ilgili hedeflerimizin de netleşmesi de söz konusudur. Burada dikkat çekici olan sivil havacılık ihtiyacıdır. Sivil havacılıkta sertifikasyon çalışmaları EASA, FAA ve benzeri yabancı otoritelere bağlı olduğundan, ülkemizin bu hususlarda politikalar geliştirmesi gerektiği açık bir şekilde ortadadır. Şekil 6.2’de ithalat kaynağı ülke ve bölgeler ile ihtiyaç duyulan alan ve sistemler gösterilmektedir. Şekil 6.2, aynı zamanda Türkiye’nin mevcut gelişmişlik ve yerlilik durumu hakkında da yorum imkanı vermektedir. Deniz sistemlerinin ithalat oranında olan durumu dikkate değerdir (TOBB, 2017).



Şekil 6.2. Türkiye ithalatının kullanılan sistemlere öre dağılımı (TOBB, 2017)

### 6.5 Küme Yapısı, Kapasite Kullanımının İyileştirilmesi

Tedarikçiler tedarik kümeleri vesilesi ile bölgelerinde daha iyi organize edilmelidir. Bu şekilde iletişim, bilgi alışverişi, kapasite planlaması ve kullanımı geliştirilecektir. Tedarikçiler esas olarak istikrar sağlayacak yeterli miktarda sipariştten yoksunlardır. Bu sebeple büyüme sorunları yaşayan tedarikçiler, kendi satınalma prosesleri ile kritik hammadde teminlerinde de zorluklar yaşamaktadırlar. Tedarikçilerin atıl kapasiteleri izlenmeli ve doldurulması için girişimlerde bulunulmalıdır.

Talep ve sipariş miktarı kritik bir hacme ulaşmadığından, büyük ve finansal olarak daha güçlü tedarikçilerin sektöre katılımlarında zorluklar vardır. Bu sebeple daha kurumsal olarak değerlendirilen (otomotiv tedarikçileri vb.) firmalar için sektöre yönelmek çekici olmamaktadır. Buna karşılık bu yapı esnekliği desteklemektedir. Türkiye, tedarik zinciri yapısını orta vadede uluslararası pazarlara hizmet ihraç edebilecek konuma getirme fırsatına sahiptir. Seviye 1 tedarikçileri birçok durumda bu ilişkileri daha önce kurmuş ve uluslararası OEM'lerin tedarikçi listelerinde listelenmiştir. Sektörde tedarikçilerin ana sanayi etrafında şekillenmesi değerlendirildiğinde ana

sanayinin; yeni tesis yeri seçimi, istihdam sağlama ve tedarikçi geliştirme açısından öneminin oldukça büyük olduğu görülmektedir. Savunma sanayisinin ülke ekonomisine katacağı çeşitlilik ve refahın ülke sathına yayılması, yer seçiminin doğru yapılması ile sağlanabilir. Bu çerçevede ülke sathında tüm ticaret ve sanayi odaları destek çalışmalarını ve hazırlıklarını sürdürmektedir.

## **6.6 Test, analiz ve kalite kontrol altyapısı**

Sektör, özel test, muayene ve kalite kontrol altyapısı gerektirmektedir. Kritik statik ve dinamik emniyet testleri, yangın güvenliği testleri, elektromanyetik uyumluluk testleri vb. testler yurtdışında onaylanmış kaynaklar tarafından yürütülmektedir. Bu onaylanmış kaynaklar yerel olarak geliştirilmeli veya paydaşlar tarafından erişilebilir olmalıdır. Mevcut laboratuvarlar ve altyapı yetkililer tarafından onaylanabilir ve akredite edilebilir. Bu alanda yapılmakta olan çalışmaların orta vadede tamamlanması mümkün görünmekle birlikte test cihazlarının ithal edilme zorunluluğu devam etmektedir. Test ve muayene altyapısının idamesi ciddi bilgi birikimi gerektirmektedir. Kalibrasyon, doğrulama süreçleri buna bağlı ölçüm belirsizliği vb. teknik çalışmaların yapılması yine kalifiye personel ile mümkün olacaktır. Her şekilde Milli test merkezlerinin varlığı sektörün gelişimi için gerekli görülmektedir. ISO 17025 standardına uygun olarak tasarlanacak ve kurulacak olan test merkezlerinin sivil ve askeri otoritelerden yetki alması ve onaylanması daha kolay olacaktır. Bu hususta TÜRKAK'ın politika oluşturma çalışmalarında otoriteler ile ortak hareket etmesi önemli görülmektedir.

## **6.7 Destekler**

Ölçek ekonomisi düşünüldüğünde, Türk tedarikçileri, sektörde sipariş miktarları daha az olduğundan, planlama ve yeni yatırımlar için sorunlarla karşı karşıyadır. İşlerin miktarı ve akışı, tedarikçinin uzun vadeli finansal istikrarı ile sonuçlanmamaktadır. Sanayicimizin bu alanda yatırım yapması ve üretim miktarlarını daha da arttırması için önemli devlet destekleri ve teşvikleri mevcuttur. Savunma sanayisine verilen teşviklerin özeti Çizelge 6.4'de verilmektedir. Burada Offset (sanayi katılımı) desteği dikkat çekmektedir.

Ülkemizin halen muhtelif firmalardan offset alacağı bulunmakta olup bu firmaların listesi Çizelge 6.5’de verilmiştir. Bu firmaların sektörün önemli firmaları olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.4. Savunma sanayisine teşvik/destek veren kurum/kuruluşlar (SSB, 2017)

TEŞVİK/DESTEK ADI	SSB	Ekonomi Bakanlığı	Sanayi Bak.	TÜBİTAK	Türk Eximbank	KGF	Ulaştırma Bak.	Kosgeb	TTGV	Enerji ve Tabii	İşkur	Kalkınma Ajansları
Yatırım Teşviki/Desteği		√	√	√	√							
KOBİ Destekleri		√	√	√	√	√	√	√				√
Yüksek Teknolojili Ürün Destekleri	√	√	√	√					√			
Kredi Desteği	√				√	√		√				√
AR-GE Desteği	√	√	√	√			√	√	√	√		
Genel Destekler		√						√				√
İstihdam Teşviki/Desteği		√						√			√	
Enerji Verimliliği İle İlgili Destekler								√		√		
Bina/İnşaat/Emlak İle İlgili Destekler			√									
Laboratuvar Hizmetleri Destekleri				√				√				
İşbirliği Destekleri		√	√	√				√				
Uluslararası İşbirliklerine Katılımı Özendirilmeye Yönelik Destekler				√								
Patent Desteği				√								
Sanayi Katılımı /Offset	√											

Bu desteklerin kullanılması için yetenek sahibi firmaların tespit edilerek buralarda kullanılması önemlidir. Bu vesile ile tasarım ana sanayi ve ihracat yeteneği olan büyük tedarikçilerin oluşum imkânı artarken, bu kuruluşların etrafında ikinci ve üçüncü seviye tedarikçiler için üretim imkânları oluşturulacaktır. Türkiye’nin offset alacağı olan firmaların listesi incelendiğinde Dünya’nın önemli şirketlerinden iş ve proje alma imkânlarımız olumlu değerlendirilmektedir.



Çizelge 6.5. SSB'ye Offset yükümlülüğü bulunan yabancı firmalar (SSB, 2019)

No	Firma	Ülke
1	AGUSTA WESTLAND	İngiltere
2	AIRBUS DEFENCE AND SPACE	Fransa
3	AIRBUS DEFENCE&SPACE OPTRONICS GmbH	Almanya
4	ALENIA AERONAUTICA S.p.A.	İtalya
5	BAE SYSTEMS	İngiltere
6	BELL HELICOPTER	ABD
7	BOEING COMPANY	ABD
8	FİNCANTIERİ S.p.A	İtalya
9	HDW-MFI	Almanya
10	KAI (KOREA AEROSPACE INDUSTRIES) LTD.	Güney Kore
11	LOCKHEED MARTIN AERONAUTICS COMPANY	ABD
12	MTU FRIEDRICHSCHAFEN GmbH	Almanya
13	NAVANTIA	İspanya
14	OTO MELARA S.p.A.	İtalya
15	RAM-SYSTEM GMBH	Almanya
16	SIKORSKY INTERNATIONAL OPERATIONS INC.	ABD
17	TELESPAZIO S.P.A	İtalya

Bu desteklerin gerek yenilikçi ve rekabetçi ürünleri tasarlayıp üreten ana sanayi, sistem ve alt sistem üreticileri gerekse özel prosesler (boya, kaplama, ısıl işlem vb.) sağlayıcıları dâhil parça imalatçılar tarafından etkin kullanımı ve sanayinin büyümesini teşvik etmesi sektörün topyekûn büyümesi ve ihracatın artırılmasını sağlayacaktır.

### 6.8 Diğer sertifikasyon ihtiyaçları

AS 9100 sertifikasyonu ana sanayinin talebi olan ve yönlendirdiği bir program da olsa temel olarak gönüllülük esasına dayanır. Bu noktada savunma ve havacılık sektöründe firmaların çalışma alanlarını genişletecek ve Dünya pazarında yer almalarını sağlayacak diğer alanlar da önem kazanmaktadır.

Havacılık sektörü özelinde sivil havacılık ve bağılı tüm sertifikasyonlar yetkili kamu otoriteleri tarafından düzenlenir. Bu otoritelere örnek olarak:

- Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) – Türkiye
- Avrupa Havacılık Emniyeti Ajansı (EASA) – Avrupa Birliği
- Federal Havacılık İdaresi (FAA) – ABD verilebilir.

Sivil havacılık otoritelerinin oluşturmuş oldukları ürün ve sistem sertifikasyon programlarına kayıt olmak tedarikçilerimizin hedeflerinden birisi olmalıdır. Bu sertifikasyonlara sahip olan firmalar doğrudan sivil havacılıkta kullanılan hava araçlarına parça verebilirler ve bu çerçevede ana sanayi tarafından aranır konumda yer alırlar.

EASA ve muadilleri kısmen SHGM tarafından tasarımcı ve üreticiler için Part 21<sup>11</sup> kapsamında uygulanan bazı sertifikasyon programları ve kapsamlarına örnekler aşağıda verilmektedir:

- Tip Sertifikasyonu (TC) – Uçak, helikopter, motor, balon bu kapsamda yer alır.
- Ek Tip Sertifikasyonu (STC) – Tip sertifikası sahibi dışında tip tasarımda yapılan majör değişiklikler bu sertifikasyon kapsamında yer alır.
- Avrupa Teknik Standart Emri (ETSO) – Koltuk, iniş takımı, emniyet kemeri, ana uçuş ekranı, oksijen maskesi, transponder, teker ve frenler, yakıt ve motor yağ sistemleri vb. gibi alt sistem ve komponentler bu kapsamda sertifikalandırılır.
- Tasarım Organizasyon Onayı (DOA) – Onaylı ve tip sertifikası sahibi uçak, motor vb. üzerinde tasarım değişikliği yapabilme yetkisi bu kapsamda ele alınır.
- Üretim Organizasyon Onayı (POA) – Tip sertifikası ya da teknik standart emri ya da tasarım organizasyon onayı (DOA) ile onaylanmış tasarım halinde olan parça ya da malzeme üretiminde yer alacak firmaların onayı bu kapsamda ele alınır.

---

<sup>11</sup> EASA uçuşa elverişlilik ve çevresel sertifikasyona ilişkin yasal düzenlemesi

Türkiye’de EASA tarafından bu yetkilerin verilmiş olduğu firmalar Çizelge 6.6’da verilmektedir. Bu çizelge incelendiğinde konunun önemi ve sektörün ilerlemesine olan katkıları daha iyi anlaşılacaktır. Türkiye bu onaylara sahip firma sahiplerini artırdıkça tedarik zincirine olan ihtiyaç da artacaktır.

Çizelge 6.6. Türkiye’de EASA onaylarına sahip firmalar (EASA,2019)

Yetki Türü	Yetkili Firmalar
TC	TUSAŞ - TAI <sup>TT32 (HÜRKUŞ)</sup>
STC	-
ETSO	UÇAK KOLTUK ÜRETİM
DOA	TUSAŞ - TAI
	THY TEKNİK
	TRACES
	STM SAVUNMA TEKNOLOJİLERİ
	ASPİLSAN
	HAVELSAN
	SELEX
POA	TCI KABİN İÇİ SİSTEMLER
	TUSAŞ - TAI
	THY TEKNİK
	UÇAK KOLTUK ÜRETİM

Türkiye’de savunma ve askeri havacılık alanında sertifikasyon faaliyetleri Türk Silahlı Kuvvetleri organizasyonunda yer alan teknik yönetim başkanlıkları tarafından yönetilmektedir. Bu çerçevede başkanlıklar otorite konumunda olup, uçuşa elverişlik kararları ile platform, sistem, altsistem, parça, komponentlerin kullanım onayı ve konfigürasyon yönetim sorumluluklarını taşımaktadır.

Konunun önemine binaen Avrupa Birliği çerçevesinde yirmi yedi üye ülke katılımı ile kurulan “Avrupa Savunma Ajansı”, askeri havacılık emniyeti konusunda sorumluluk almıştır (EDA, 2019). EDA çerçevesinde oluşturulan

Askeri Uçuşa Elverişlilik Otoriteler (MAWA) forumu EASA muadili gereksinimlerin askeri alanda uygulanması ve kullanılması konusunda çalışmalar yapmakta olup, EASA Part 21 (ürün belgelendirme gereksinimleri) muadili EMAR (Avrupa Askeri Uçuşa Elverişlilik Gereksinimleri) 21, EASA Part 145 (bakım organizasyonları için gereksinimler) muadili EMAR 145 gibi şartları oluşturmuş ve yakın zamanda etkisini ve uygulama alanını artırması beklenmektedir. Türkiye açısından bu yeni girişimlerin muhtemel etkileri olacaktır.

### **6.9 Çalışmanın kısıtları ve sonraki çalışmalar için öneriler**

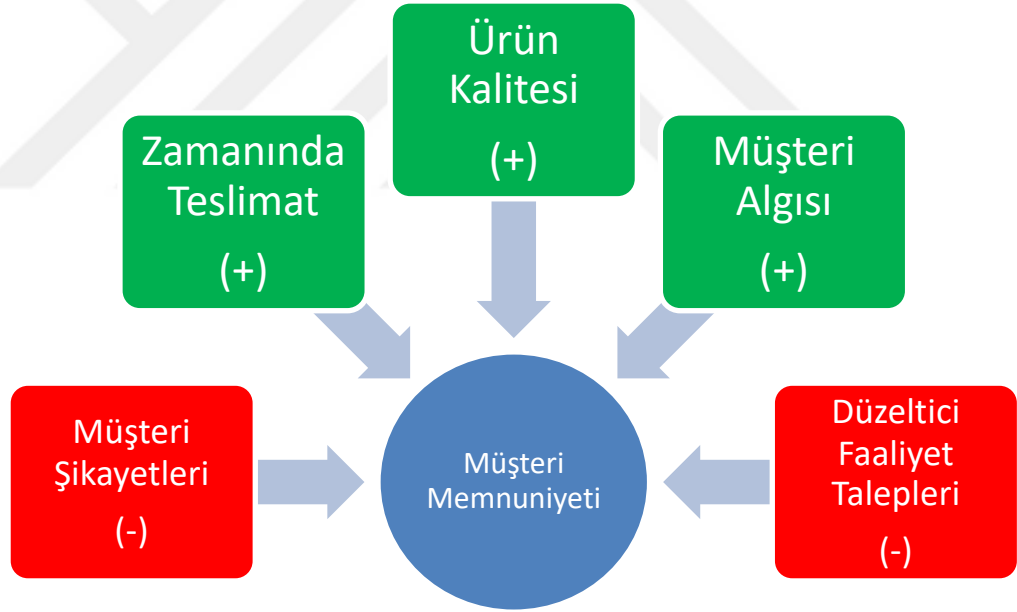
Ülkemizde savunma ve havacılık sektörünün yeni yeni gelişmesi sebebiyle örneklem sayısı sınırlıdır. Sektörde ana sanayi olarak değerlendirilebilecek az sayıda firma mevcuttur. Bu firmalar etrafında kümelenme ile yan sanayi büyüyecek ve elde edilecek veri miktarı artacaktır.

Gizlilik içeren yapısı sebebiyle sektörün üretim ve ürün detaylarının artırılmasında zorluklar vardır. Sözleşmeye bağlı kısıtlar ve bilgi güvenliği açısından bazı bilgilerin kapalı tutulması zorunluluğu anlaşılmış ve buna uygun olarak modelde, standart ve müşteri memnuniyeti üzerinde durulmuştur. Benzer şekilde finansal verilerin de gizli tutulması gereği yapılan mülakat ve anket çalışmalarında anlaşılmıştır. Hatta bazı firmalar anket çalışmalarında isim dahi belirtmemişlerdir. Bu gereksinime uygun olarak tedarikçi isimleri kullanılmamış ve numara ile tanımlama yapılmıştır.

Çalışmanın muhtelif aşamalarında bazı kısıtlarla da karşılaşmıştır. Sistem dinamiği safhasında stok akış diyagramlarını da kapsayacak şekilde değişkenler arasındaki ilişkileri formüle edecek bir yapı tesisi mümkün olmamıştır. Matematiksel olarak formüle edilecek bu ilişkiler ile başkaca çalışmalar mümkündür. Bu tez çalışması daha ileri çalışmalar (stok akış diyagramları, stokastik sınır analizi vb.) için temeller sunmakta olup, çalışmaların bu çerçevede daha ileri aşamaya taşınması önerilmektedir.

Yapılan anket çalışması yıllara göre müşteri memnuniyet verisi sunmadığından, çalışmanın regresyon analizi ve benzeri teknikler ile daha sonraki yıllardaki performansı tahmin etmesi mümkün olmamıştır. Yapılacak başkaca çalışmalarda yıllara dağılan performans verisi ile tahmin yöntemleri uygulanabilir.

Müşteri memnuniyeti ölçümleri sırasında kullanılan yöntemlerden olan anket çalışmaları temel olarak müşteri algısı etkisinde olup nesnel olmayan değerlendirmeler içerebilir. Bu çerçevede müşteri memnuniyeti değerlendirilirken, müşteri anketlerinin tedarikçi performansının (zamanında teslimat, ürün kalitesi vb.) pekiştirici etkileri ile birlikte değerlendirilmesi uygundur. Buna ek olarak tedarikçiler için ürün ve hizmetleri ile ilgili şikayetler ve düzeltici faaliyet taleplerinin dengeleyici etkileri kullanılarak bir model oluşturulması tavsiye edilebilir. Bu yaklaşım AS 9100 standardı gereksinimlerine de uygundur. Tavsiye edilen modele ilişkin görsel Şekil 6.3'de verilmiştir.



Şekil 6.3. Müşteri Memnuniyeti Modeli

Gerek sivil havacılık gerekse askeri havacılık için gelişen ve değişen düzenleyici şartlar ve sertifikasyon programları (EASA, MAWA, FAA vb.) gereksinimleri ile sektör liderlerinin tedarikçi geliştirme programları ileride ülkemiz savunma ve havacılık sanayi gelişimi faydalı olabilecek inceleme alanlarıdır.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tedarik zincirinde kabul edilebilir fiyat seviyesi ile zamanında teslimat (doğru yer ve doğru zaman) ve kalitenin sürdürülebilirliği, havacılık ve savunma üreticileri için bir zorunluluktur. Sektörün üretim programları sıkı, üretim hatlarının boşa kalma süreleri çok düşük ve üretim sırası tedarik gecikmelerine izin vermeyen bir yapıdadır. Emniyet ve performans sorunları ile sonuçlanacak kalite sorunları yine sektör için kabul edilebilir değildir. Gecikmeler, kalite ve performans sorunları ile ilgili sözleşme yaptırımları çok yüksek ve katı olduğundan, yüksek miktarda mali kayıp ve ceza ile sonuçlanmaktadır. Etkin uygulanan havacılık ve savunma kalite yönetim sistemleri, zamanında teslimat ve ürün kalitesi ile ilgili şartları sağlamak için gereklidir.

Müşteri ve diğer (teknik, yasal, standart vb.) isterlerinin yerine getirilmesi için tedarikçiler yine bu gereksinimlerle belirlenen kritik hususlara ve bunlara ilişkin anahtar özellikleri sağlayabilecek üretim ve hizmet altyapısı ile sistemi oluşturmalarıdır. AS 9100 sistemi tedarikçiler için bu kapsamda önemli bir araçtır. Buna karşılık sistemler dinamik yapılardır ve zaman ufukları içinde geri bildirim etkileri mevcuttur. Bu tez çalışmasında önerilen nedensel bir döngü modeli ve yorumlanması sonucunda sistem gereksinimlerinin iyi anlaşıldığı ve uygulandığı takdirde geri besleme etkilerine yönelik tedarik zincirini kaçınılmaz iyileştirmeye yönlendireceğini de ortaya koyulmuştur.

Çalışma çıktılarından birisi de personel kalitesi ve devamlılığının tedarik zincirindeki en kritik konulardan biri olduğunu göstermektedir. Türk şirketlerinde performans sorunlarının ortadan kaldırılması için insan kaynağında emniyet ve havacılık kültürünün geliştirilmesi ve personel devamlılığının sağlanması büyük önem arz etmektedir.

Nedensel döngü çalışması gelecekteki araştırmaların sayısal veriler kullanılarak geliştirilmesi için bir temel oluşturacaktır. Bu çalışmanın veri zarflama safhasında elde edilen çıktıları, sistemin zaman ufku açısından üç ve daha fazla yılı öngörmesi gerektiğini teyit etmektedir. AS 9100 bu kapsamda firma müşteri

memnuniyet performansını olumlu etkileyen bir sistem olarak görülmüştür. Sistemi uygulayan firmaların uygulamayan firmalara göre daha iyi bir performans sergiledikleri tespit edilmiştir. Veri zarflama analizi ile elde edilen sonuçlar, AS 9100 sisteminin uygulanmasının müşteri memnuniyeti açısından firmaları etkin kıldığını göstermiştir. Sektörde bu standardı uygulayan tedarikçilerin artması sonucunda elde edilecek sistem bilinci ve sürekli iyileşme, Türkiye savunma ve havacılık firmalarının kalite seviyesinin artışına katkıda bulunacaktır. Artan kalite seviyesi hem iç pazarda müşteri beklentilerinin karşılanması sağlayacak hemde bu şekilde ihracat olanaklarını artıracaktır.

Sürekli iyileştirme, standardı uygulayan firmalar için en kritik konulardan birisidir. Çalışmanın muhtelif aşamalarında yer alan yöntem ve araçlar sürekli iyileştirmeyi sağlayacak şekilde kullanılmalıdır. İyileştirilmeyen sistemlerin idame ettirilmesinde sorunlar olduğu öngörülmüştür. Önleyici çerçevede risk yönetimi ve proaktif yaklaşım, düzeltici çerçevede sorunların sistem bakışı ile çözülmesi kritik hususlardır. Karmaşık durumlara etki eden faktörlerin belirlenmesi, problemlerin ve sistemler kök sebeplerin tespiti, sorunlara kesin çözümlerin bulunması, süreçlerin tam olarak anlaşılması ve büyük resmin görülerek çözümlerin uygulanması ve proseslerin iyileştirilmesine odaklanılması sürekli iyileştirme için gereklidir. Kurum içi analiz ve iyileştirme çalışmaları, yönetim gözden geçirme faaliyetleri, öğrenilen dersler ve iyi uygulamalar kıyaslama diğer sürekli iyileştirme araçları olarak öngörülmektedir.

Savunma ve havacılık sektörünün atılımlarını önümüzdeki yıllarda da sürdüreceği ön görüşünden hareketle, mevcut tedarikçilerin yanı sıra sektöre katılacak yeni tedarikçiler için de AS 9100 kalite yönetim sistem standartları uygulamasının müşteri beklentilerinin karşılanması için son derece faydalı olacağı öngörülmüştür. IAQG'ın hedefleri arasında tanımladığı ana sanayinin AS 9100'ü tedarikçiler için zorunlu tutma yaklaşımı, sistemleri etkin bir biçimde yürüten, belgeli firma sayısını artıracak en önemli unsur olarak değerlendirilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Airbus, 2015. Flying by numbers: Global Market Forecast for 2015-2034. 2015.
- Albores P., Petridis K., Dey P. K., 2016. Analysing Efficiency of Waste to Energy Systems: Using Data Envelopment Analysis in Municipal Solid Waste Management. *Procedia Environmental Sciences*.35.265–278.
- Ali U., Kidd C., 2012. Barriers to effective configuration management application in a project context: An empirical investigation. *International Journal of Project Management*. 32. 508–518.
- Amundrud Ø., Aven T., 2015. On how to understand and acknowledge risk. *Reliability Engineering and System Safety*.142.42–47.
- ANSI/EIA-649, 1998. ANSI/EIA-649: 1998 National Consensus Standart for Configuration Management.
- AS 9100, 2016. AS 9100: 2016International Standard, Quality Management Systems – Requirements for Aviation, Space and Defense Organizations. 2016.
- AS 9101, 2016. AS 9101: 2016 International Standard, Quality Management Systems – Audit Requirements for Aviation, Space and Defense Organizations. 2016.
- AS 9102, 2014. AS 9102: 2014 Aerospace first article inspection requirement. 2014
- AS 9104/1, 2017. AS 9104/1 Requirements for Aviation, Space, and Defense Quality Management System Certification Programs. 2017.
- AS 9104/2A, 2007. AS 9104/2A Requirements for Oversight of Aerospace Quality Management System Registration/Certification Programs.2007.
- AS 9104/3, 2007. Requirements for Aerospace Auditor Competency and Training Courses. 2007.
- AS 9110, 2016. International Standard, Quality Management systems – Requirements for Aviation, Maintenance Organizations. 2016.
- AS 9145, 2016. Aerospace Series – Requirements for Advanced Product Quality Planning and Production Part Approval Process. 2016.
- AS 9146, 2016. Foreign Object Damage (FOD) Prevention Program - Requirements for Aviation, Space, and Defense Organizations. 2017.
- ASQ, 2019. American Society for Quality websitesi, Erişim Tarihi 08.05.2019. <http://asq.org/fdc/2012/06/mil-q-9858a-the-origin-of-iso-9001.html?shl=109629>



- Aven T., 2016. Risk assessment and risk management : Review of recent advances on their foundation. *European Journal of Operational Research*.253(1).1–13.
- Ayan T. Y., Perçin S., 2008. Measuring Efficiency of Turkish Automotive Firms With the Fuzzy Dea. *Hacettepe Üniversitesi İİBF Dergisi*.26(1).99–119.
- Ayrancı E., 2018. Yükseköğretim Hizmetlerinde Etkinlik Arayışları ve Reformlar: Yükseköğretim Sistemleri için Dinamik Bir Veri Zarflama Analizi Olarak Malmquist-Luenberger Endeksi Uygulaması. *Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Doktora Tezi*.206.Ankara.
- Azadi M., Jafarian M., Saen R. F., Mirhedayatian S. M., 2015. A new fuzzy DEA model for evaluation of efficiency and effectiveness of suppliers in sustainable supply chain management context. *Computers & Operations Research Journal*.
- Bağcı H., 2018. Kamu Hastaneleri Hizmet Sunum Performansının Veri Zarflama Analizi ve Malmquist İndeksi Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Doktora Tezi*. 312. Isparta.
- Banker R. D., 1984. Estimating most productive scale size with double frontiers data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*.17.35–44.
- Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W., 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*.30(9).1078-1092.
- Bao M., Ding S., 2014. Individual-related factors and Management-related factors in Aviation Maintenance. *Procedia Engineering*. 80(3). 293–302.
- Bayraktar E., Tatoglu E., Turkyilmaz A., Delen D., Zaim S., 2012. Expert Systems with Applications Measuring the efficiency of customer satisfaction and loyalty for mobile phone brands with DEA. *Expert Systems With Applications*. 39(1).99–106.
- Behdad K., Shirouyehzad H., Khoshsaligheh Bafti F., Fouladgar H., 2009. System dynamics approach to analysing the cost factors effects on cost of quality. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 26(7). 685–698.
- Bobrek M., Sokovic M., 2005. Implementation of APQP-concept in design of QMS. *Journal of Materials Processing Technology*, 162–163, 718–724.
- Bodner D. A., 2014. Enterprise Modeling Framework for Counterfeit Parts in Defense Systems. *Procedia - Procedia Computer Science*.36.425–431.
- Boles J.N., 1966. Efficiency Squared - Efficient Computation of Efficiency Indexes. *Proceedings of the 39th Annual Meeting of the Western Farm Economics Association*.137-142.

- Bowlin W. F., 1998. An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA). *The Journal of Cost Analysis Measuring Performance*. 3–27.
- Burns J.R, Musa P., 2001. Structural validation of causal loop diagrams. Atlanta SD Conference.
- Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E., 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*.2.429-444.
- Chen H.R., Cheng B.W., 2012. Applying the ISO 9001 process approach and service blueprint to hospital management sys. *TQM Journal*. 24(5). 418–432.
- Chopra S., Meindl P., 2013. *Supply Chain Management Strategy, Planning, and Operation*. Pearson. 528.
- Cook W.D., Zhu J., 2007. *Modelling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis*. Springer. 2007.330.
- Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K., 2006. *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses with DEA Solver Software and Ref*.Springer.343.
- Çelen A., Yalçın N., (2012). Performance assessment of Turkish electricity distribution utilities: An application of combined FAHP/TOPSIS/DEA methodology to incorporate quality of service. *Utilities Policy*.23.59–71.
- Çizmeçi D., 2005. An examination of Boeing's supply chain management practices within the context of the global aerospace industry. *Procedia Economics and Finance*. 35. 522–531.
- DHMI, 2019. Devlet Hava Meydanları İşletmesi web sitesi, Erişim tarihi 08 Mayıs 2019. <https://www.dhmi.gov.tr/sayfalar/istatistik.aspx>
- Dimas C. A., Valério S., Mello C. H. P., 2015. An ISO 9001 based approach for the implementation of process FMEA in the Brazilian automotive industry. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 32(6). 589–602.
- Diñçer M., 2015. A study on the dynamics of parent satisfaction and student academic achievement at schools using system dynamics modeling. PhD Thesis – Yeditepe University Institute of Social Sciences.
- Dong Y., Hamilton R., Tippett M., 2014. Cost efficiency of the Chinese banking sector: A comparison of stochastic frontier analysis and data envelopment analysis. *Economic Modelling*. 298-308
- Dong F., Mitchell P. D., Colquhoun J., 2015. Measuring farm sustainability using data envelope analysis with principal components: The case of Wisconsin cranberry. *Journal of Environmental Management*.147.175–183.
- Dyson R. G., Allen, R., Camanho, A. S., Podinovski, V. V., Sarrico, C. S., & Shale, E. A. 2001. Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*. 132. 245–259.

- EASA, 2019. European Aviation Safety Administration web sitesi. Erişim tarihi 27.08.2019. <https://www.easa.europa.eu>
- EDA, 2019. European Defense Agency web sitesi. Erişim tarihi 27.08.2019 <https://www.eda.europa.eu>
- ERAI, 2019. Electronic Resellers Association International web sitesi. Erişim tarihi 12.08.2019. <http://www.era.com/>
- FAA, 2010. Federal Aviation Administration advisory circular AC 150/5210-24.2010.
- FAA, 2019. Federal Aviation Administration web sitesi. Erişim tarihi 12.08.2019. <https://www.faa.gov/aircraft/safety/programs/sups/>
- Färe R., Grosskopf S., Logan J., 1983. The relative efficiency of Illinois electric utilities. Resources and Energy. 5(4).349-367.
- Farrell M.J., 1957. The measurement of productive efficiency. Journal of Royal Statistical Society, Series A(General).120(3).253-290.
- Forrester J.W., 1968. Industrial Dynamics-After the First Decade. Management Science.398-415.
- Forrester J.W., 2009. Some basic concepts in system dynamics. Sloan School of Management. 1-17.
- Gębczyńska A., Bujak A., 2017. Assessment of the degree of process approach implementation in. The TQM Journal. 29.118-132.
- Golany B., Roll Y., 1989. An Application Procedure for DEA. OMEGA Int. J. of Mgmt Sciencep. 17(3). 237-250.
- Guo H., Zhang R., Chen X., Qu T., Shi J., Chen M., Stief P., 2019. Quality Control in Production Process of Product-Service System : a Method Based on Turtle Diagram and Evaluation Model. 11th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems, Procedia C.389-393
- IAF ML 4, 2016. Policies and Procedures for a MLA on the Level of Single Accreditation Bodies and on the Level of Regional Accreditation Groups. 2016
- IAQG, 2019. International Aerospace Quality Group web sitesi, üye listesi, Erişim Tarihi 07.05.2019.<https://www.sae.org/iaqg/membership/companies.htm>
- IAQG OASIS, 2019. Web sitesi. Erişim tarihi 18 Kasım 2018 <https://www.iaqg.org/oasis/csd>
- IATA, 2011. International Air Transport Association (IATA) Vision 2050 Report 2011. 23.
- ISO 9000, 2015. Quality Management Systems – Fundamentals, Vocabulary. 2015.

- ISO 9001, 2015. TS ISO 9001:2015 Kalite yönetim sistemleri – Şartlar. 2015.
- ISO 9001 APGG, 2016. ISO 9001 Auditing Practices Group Guidance (APGG) on: Context.
- ISO 9004, 2009. Managing for the sustained success of an organization – A quality management approach. 2009.
- ISO 9004, 2018. Quality of an organization – Guidance to achieve sustained success. 2018.
- ISO 10006, 2017. ISO 10006:2017 Quality management systems — Guidelines for quality management in projects. 2017.
- ISO 10007, 2017. ISO 10007:2017 Quality management. Guidelines for configuration management. 2017.
- ISO 17011, 2004. ISO/IEC 17011:2004 Conformity Assessment - General Requirements For Accreditation Bodies Accrediting Conformity Assessment Bodies.
- ISO 17021-1, 2015. ISO/IEC 17021-1:2015. Conformity assessment — Requirements for bodies providing audit and certification of management systems — Part 1: Requirements. 2015
- ISO 31000, 2018. ISO 31000: 2018 Risk management – Guideline. 2018
- Jafari M., Hesamamiri R., Sadjadi J., Bourouni A., 2012. Assessing the dynamic behavior of online Q&A knowledge markets: A system dynamics approach. Program electronic library and information systems. 46(3). 341-360.
- Jambekar A. B., 2000. A systems thinking perspective of maintenance, operations, and process. Journal of Quality in Maintenance. 6(2). 123-132.
- Jauhar S. K., Pant M., 2017. Integrating DEA with DE and MODE for sustainable supplier selection. Journal of Computational Science. 21. 299-306.
- Jordá P., Cascajo R., Monzón A., 2012. Analysis of the Technical Efficiency of Urban Bus Services in Spain Based on SBM Mod. ISRN Civil Engineering. 2012. 1-13.
- Keskin B., 2017. Havalimanlarının Teknik Etkinliklerinin Özel ve Kamu İşletmeciliği Yönünden Güven Bölgesi Yaklaşımı ve Veri Zarflama Analizi ile İncelenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi. 204. Antalya.
- Khalili-Damghani K., Tavana M., Santos-Arteaga F. J., 2015. A comprehensive fuzzy DEA model for emerging market assessment and selection decisions. Applied Soft Computing Journal. 676-702.

- Khanna V. K., Vrat P., Shankar R., Sahay B. S., 2002. Developing causal relationships for a TQM index for the Indian automobile sector. *Work Study*. 51(7), 364–373.
- Khanna V. K., Vrat P., Shankar R., Sahay B. S., 2003. Managing the transition phases in the TQM journey: a system dynamics approach. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 21. 518–544.
- Khanna V. K., Vrat P., Shankar R., Sahay B. S., Gautam A., 2003. TQM modeling of the automobile manufacturing sector: a system dynamics approach. *Work Study*. 52. 94–101.
- Kiani B., Gholamian M. R., Hamzehei A., Hosseini S. H., 2009. Using Causal Loop Diagram To Achieve a Better Understanding of E-Business Models. *International Journal of Electronic Business Management*. 7(3). 159–167.
- Koç G., 2018. Büyükşehir Su ve Atıksu İdarelerinin Verimliliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Ölçümü. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Doktora Tezi. 119. Isparta.
- Kostalova J., Tetreva L., Svedik J., 2015. Support of Project Management Methods by Project Management Information System. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 210.96–104.
- Kot S., Dragon P., 2015. Business Risk Management in International Corporations. *Procedia Economics and Finance*. 27(15). 102–108.
- Kull T. J., Wacker J. G., 2009. Quality management effectiveness in Asia: The influence of culture. *Journal of Operations Management*. 28. 223–239.
- Kumar A., Jain V., Kumar S., 2014. A comprehensive environment friendly approach for supplier selection. *Omega (United Kingdom)*. 109–123.
- Kutlar A., Bakırcı F., 2018. Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama. Orion Kitabevi. 310.
- Laso J., Vázquez-Rowe I., Margallo M., Irabien Á., Aldaco R., 2018. Revisiting the LCA+DEA method in fishing fleets. How should we be measuring efficiency?. *Marine Policy*. 91. 34–40.
- Lee H., Kim C., 2014. Benchmarking of service quality with data envelopment analysis. *Expert Systems with Applications*. 41(8). 3761–3768.
- Liu J. S., Lu L. Y. Y., Lu W. M., Lin B. J. Y., 2013. A survey of DEA applications. *Omega (United Kingdom)*. 41(5). 893–902.
- Liu X., Mao G., Ren J., Li R. Y. M., Guo J., Zhang L., 2015. How might China achieve its 2020 emissions target? A scenario analysis of energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions using the system dynamics model. *Journal of Cleaner Production*. 103. 401–410.

- Lu T., Bai W. Y., 2012. The Study of the {DEA} Method Model for University Teaching Quality Assessment and Benefit Analysis. *Procedia*.25(0).1187–1191.
- Lynde C., Richmond J., 1999. Productivity and efficiency in the UK: a time series application of DEA. *Economic Modelling*.16(1).105–122.
- Maarof M. G., Mahmud F., 2016. A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. *Procedia Economics and Finance*.35.522–531.
- Manataki I. E., Zografos K. G., 2010. Assessing airport terminal perf. using a system dynamics model. *Journal of Air Transport Management*.16(2).86–93.
- Marandi S. M., Rahmani K., Tajdari M., 2013. Foreign Object Damage On The Leading Edge Of Compressor Blades. *Transactions of Famena*.
- Matthews K., 2013. Risk management and managerial efficiency in Chinese banks: A network DEA framework. *Omega Journal*.41.207–215.
- Mavroeidis V., Koubias S., Goutsos S., 2009. Application of System Dynamics theory in the evaluation of an integrated Business Excellence system. *International Symposium on Autonomous Decentralized Systems*.1–12.
- MEDA, 2013. Maintenance Error Decision Aid User's Guide, Boeing.73. 2013
- Merkert R., Assaf A. G., 2015. Using DEA models to jointly estimate service quality perception and profitability - Evidence from international airports. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*.75.42–50.
- MIL-HDBK-61A, 2001. Configuration management guidance 2001, military handbook MIL-HDBK-61A(SE).221.
- Mishra P., Sharma R. K., 2014. A hybrid framework based on SIPOC and Six Sigma DMAIC for improving process dimensions in supply chain network. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 31(5), 522–546.
- Müller P., 2013. Configuration management – a core competence for successful through-life systems engineering and engineering services. *Procedia CIRP*.11.187–192.
- Niu R. H., Fan Y., 2014. An in-depth investigation on quality management practices in China. *International Journal of Quality & Reliability Management*.32.736 – 753.
- Oral M., Oukil A., Malouin J. L., Kettani O., 2014. The appreciative democratic voice of DEA: A case of faculty academic performance evaluation. *Socio-Economic Planning Sciences*.48(1).20–28.

- Oriero E., Hasan S. R., 2019. Survey on recent counterfeit IC detection techniques and future research directions. *Integration, the VLSI Journal*.66.135–152.
- Örnek Ö., 2016. Milgem'in Öyküsü, *Kırmızı Kedi*, İstanbul 255.
- Özdemir M. K., 2016. Veri Zarflama Analizi ile Rüzgâr Enerji Santrallerinin Etkinliklerinin Karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi. 204. İstanbul.
- Öztürk F., 2014. Rams/Lcc Anforderungen im IRIS Standard - Herausforderung für Unternehmen aus der Schienenfahrzeugindustrie. *Social and Natural Sciences Journal*.8(1).7-11.
- Öztürk F., 2015. Process management of product realization in the railway sector. *Research Journal of Economics, Business and ICT*.10(1).1-3.
- Parkash S., Kaushik V. K., 2011. Supplier Performance Monitoring And Improvement (SPMI) Through SIPOC Analysis And PDCA Model To The Iso 9001 QMS In Sports Goods Manufacturing Industry. *Scientific Journal of Logistics*.7(4).1–15.
- Peces C. D. C., Idoeta C. M., Roman C.P., 2014. Quality assurance and satisfaction with their results: an application to the implementation of EN 9100 standard in the Spanish aerospace sector. *Esic Market Economics and Business Journal*.45.53-73.
- Peixoto J., Tereso A., Fernandes G., Almeida R., 2014. Project Risk Management Methodology : A Case Study of an Electric Energy Organization. *Procedia Technology*.16.1096–1105.
- Peter L., Andrade S., Vasconcellos C., Ferran L. D., Oliveira J. D., Pisanu L., Campos R., 2016. Supply Chain Development – Model , Opportunities , and Challenges. *Procedia CIRP*.41.544–549.
- Pop L. D., Elod N., 2015. Improving product quality by implementing ISO/TS 16949. *Procedia Technology*.19.1004–1011.
- Pournader M., Kach A., Fahimnia B., Sarkis J., 2016. Outsourcing performance quality assessment using data envelopment analytics. *International Journal of Production Economics*.1–10.
- Qazi A. Q., Yulin Z., 2012. Productivity Measurement of Hi-tech Industry of China Malmquist Productivity Index–DEA Approach. *Procedia Economics and Finance*.1(12).330–336.
- Radujković M., Sjekavica M., 2017. Mladen Radujković. *Procedia Engineering*.196. 607–615.
- Rajasekar T., Deo M., 2014. Is There Any Efficiency Difference between Input and

- Output Oriented DEA Models: An Approach to Major Ports in India. *Journal of Business & Economic Policy*. 18–28.
- Ramón N., Ruiz J. L., Sirvent I., 2018. Two-step benchmarking: Setting more realistically achievable targets in DEA. *Expert Systems with Applications*. 92. 124–131.
- Rebolledo C., Nollet J., 2010. Learning from suppliers in the aerospace industry. *International Journal of Production Economics*. 129. 328–337.
- Robinson C.J., Malhotra M. K., 2004. Defining the concept of supply chain quality management and its relevance to academic and industrial practice. *International Journal of Production Economics*. 315–337.
- SAE, 2019. SAE web sitesi Erişim tarihi 18.08.2019. <https://www.sae.org>
- Sakthidharan V., Sivaraman S., 2018. Impact of operating cost components on airline efficiency in India: A DEA approach. *Asia Pacific Management Review*.
- Sastry P., 2009. Identifying leaders and laggards-A method and application to US local telephone companies. *Telecommunications Policy*. 33(3–4). 146–163.
- SCMH, 2019. Supply Chain Management Handbook. 2019. [https://www.sae.org/servlets/registration?PORTAL\\_CODE=IAQG&OBJECT\\_PKG=i aqg.businessClasses&OBJECT\\_TYPE=SCMHGeneral&PAGE=gotoSCMH](https://www.sae.org/servlets/registration?PORTAL_CODE=IAQG&OBJECT_PKG=i aqg.businessClasses&OBJECT_TYPE=SCMHGeneral&PAGE=gotoSCMH)
- Shan S., Zhao Q., Hua F., 2013. Impact of quality management practices on the knowledge creation process: The Chinese aviation firm perspective. *Computers and Industrial Engineering*. 64(1). 211–223.
- Shephard R.W., 1970. *Theory of Cost and Production Functions*. Princeton University Press.
- SHGM, 2016. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu.
- SIPRI, 2018. SIPRI Yearbook 2018. Web Sitesi Erişim Tarihi 07.05.2019. <https://www.sipri.org/databases/milex>
- Simchi-Levi, D., Kaminsky P., Simchi-Levi, 2003. *Designing and Managing the Supply Chain Concepts, Strategies and Case Studies*. Mc Graw-Hill. 354.
- Singh P.J., Chuong S. C., Power D., 2010. A resource dependence theory pers of ISO 9000 in managing org. env. *Journal of Operations Management*. 29. 49–64.
- Song T., Li Y., Zhang Z., Song J., 2014. Airworthiness considerations of supply chain management from Boeing 787 Dreamliner battery issue-*Procedia Engineering*. 3rd Int. Symposium on Aircraft Airworthiness. 80. 628–637.



- Sroufe R., Curkovic S., 2007. An examination of ISO 9000:2000 and supply chain quality assurance. *Journal of Operations Management*. 26. 503–520.
- SSB, 2019. Savunma Sanayii Başkanlığı Web sitesi 2019 Erişim Tarihi 07.05.2019. <https://www.ssb.gov.tr/WebSite/contentlist.aspx?PageID=43&LangID=1>
- SSB, 2017. Savunma ve Havacılık Sanayii Yatırımlarında Yararlanılabilecek Devlet Destekleri ve Teşvik Programları. <https://sanayilesme.ssb.gov.tr/sanayilesmefaaliyetleri/sanayilesmefaaliyetleri/Savunma%20ve%20Havacilik%20Devlet%20Hibe%20ve%20Destekleri%20Kitap%C3%A7%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf>
- Sterman J., 2000. *Business Dynamics: System Thinking and Modelling for a Complex World*. Irwin Mc Graw Hill. Boston. 982.
- Sudhaman P., Thangavel C., 2015. Efficiency analysis of ERP projects-software quality perspective. *International Journal of Project Management*.33(4).961–970.
- Suryani E., Chou S., Chen C., 2010. Air passenger demand forecasting and passenger terminal capacity expansion: A system dynamics framework. *Expert systems with applications*.37.2324- 2339.
- Tako A. A., Robinson S., 2012. The application of discrete event simulation and system dynamics in the logistics and supply chain context. *Decision Support Systems*.52(4).802–815.
- Tang C., Zimmerman J., Nelson J., 2009. Managing new product development & supply chain risks: The Boeing 787 case. *Supply Chain Forum: An International Journal*.10.74–87.
- Tezsürücü D., 2013. Tedarikçilerin Performans Etkinliğinin Ölçümünde Veri Zarflama Analizinden Yararlanma ve Bir Sanayi Uygulaması. Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, 203, Manisa.
- Thurlby R., Chang J. ,1995. The application of systems dynamics to the re-engineering of value processes. *Executive Development*. 8 (4), 26-3
- TOBB, 2017. TOBB Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği Sektör Raporu 2017.
- TOBB, 2013. Türkiye Sivil Havacılık Sektör Meclisi Raporu 2013. <https://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2014/TurkiyeSivilHavacilikSektorRaporu.pdf>
- Todd B., Doucette J., 2013. A Novel Long Term Telecommunication Network Planning Framework Using a SIPOC Approach. V International Workshop on Reliable Networks Design and Modeling (RNDM 2013). 236–242.
- Toloo M., Nalchigar S., 2009. A new integrated DEA model for finding most BCC-efficient DMU. *Applied Mathematical Modelling*.33(1).597–604.

- Tomic B., Brkic V. S., Klarin M., 2010. Quality management system for the aerospace industry. Journal of Engineering Management and Competitiveness. 2. 11-15.
- TÜBİTAK, 2013. TÜBİTAK Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003 - 2023 Strateji Belgesi.  
[https://www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content\\_files/vizyon2023/Vizyon2023\\_Strateji\\_Belgesi.pdf](https://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/Vizyon2023_Strateji_Belgesi.pdf)
- Tümer N., 2008. Measuring the Effectiveness of Hotel Industry in Turkey by Data Envelopment Analysis. Marmara Üniversitesi, Avrupa Birliği Enstitüsü, Doktora Tezi, 238, İstanbul.
- TÜRKAK, 2019. Türk Akreditasyon Kurumu web sitesi. Erişim tarihi 12.08.2019.  
<https://web.turkak.org.tr>
- Türkiye Cumhuriyeti On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), 2019. On Birinci Kalkınma Planı.  
<http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf>
- UDH, 2013. 11. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Şurası 2013 Sonuç Bildirgesi.
- Valdes R. M. A., Comendador F.G., 2011. Learning from accidents: Updates of the European regulation on the investigation and prevention of accidents and incidents in civil aviation. Elsevier Transport Policy Journal. 786-799
- Veni K., Rajesh R., Pugazhendhi S., 2012. Development of decision-making model using integrated AHP and DEA for vendor selection. Procedia Engineering.38.3700-3708.
- Vitner G., Rozenes S., Spraggett S., 2006. Using data envelope analysis to compare project efficiency in a multi-project environment. International Journal of Project Management.24(4).323-329.
- Wankhade L., Dabade B. M., 2006. TQM with quality perception: a system dynamics approach. The TQM Magazine.18(4).341-357.
- White D., Fortune J., 2002. Current practice in project management- an empirical study. International Journal of Project Management.20.1-11.
- Wolszczak-Derlacz J., 2017. An evaluation and explanation of (in)efficiency in higher education institutions in Europe and the U.S. with the application of two-stage semi-parametric DEA. Research Policy.46(9).1595-1605.
- WTO, 2019. World trade organization web sitesi. Erişim tarihi 14.08.2019.  
[https://www.wto.org/english/tratop\\_e/tbt\\_e/10\\_ilac\\_e.pdf](https://www.wto.org/english/tratop_e/tbt_e/10_ilac_e.pdf)
- Xu Y., Malisetty K.M., Round M., 2013. Configuration management in aerospace industry. 2nd International Through-life Engineering Services Conference. 11. 183-186

- Yang Z. F., Shi Y., Wang B., Yan H., 2014. Website quality and profitability evaluation in ecommerce firms using two-stage DEA model. *Procedia Computer Science*. 30.4-13.
- Zagonel A. A., Thomas F. C., 2006. Levels of Confidence in System Dynamics Modeling: A Pragmatic Approach to Assessment of Dynamic Models. ISDC 2006.
- Zakuan N., Yusof S., Shaharoun A., M., Saman M.Z., 2012. The Moderator Effects of ISO/TS16949 Certification in Thailand Automotive Industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 40. 141-145.
- Zhu J., Sherman H.D., 2006. *Service Productivity Management*. Springer.328.
- Zhu L., Hu X., Jiang R., Song Y., Qu S., 2019. Materials Science & Engineering A Experimental investigation of small fatigue crack growth due to foreign object damage in titanium alloy TC4. *Materials Science & Engineering A*.214-224.

## **EKLER**

**EK A.** Şekiller

**EK B.** DEAP Yazılımı CCR Girdi Odaklı Model ile Analiz Sonuçları

**EK C.** 1. Aşama Anket Formu

**EK D.** 2. Aşama Anket Formu



## EK A. Şekiller



Şekil A.1. AS 9100 kalite yönetim sistemi maddeleri



Şekil A.2. Talaşlı imalat gerçekleştiren bir tedarikçi için tipik ana prosesler

## EK B. DEAP Yazılımı CCR Girdi Odaklı Model ile Analiz Sonuçları

Results from DEAP Version 2.1

Instruction file = eg1-ins.txt

Data file = eg1-dta1.txt

Input orientated DEA

Scale assumption: CRS

Single-stage DEA - residual slacks presented

EFFICIENCY SUMMARY:

firm	te
1	0.991
2	0.156
3	1.000
4	0.489
5	0.938
6	0.850
7	0.694
8	0.733
9	0.000
10	0.827
11	0.521
12	1.000
13	0.651
14	0.719
15	1.000
16	1.000
17	0.957
18	0.868
19	0.733
20	0.636
21	1.000
22	0.165
23	0.000
24	1.000
mean	0.705

SUMMARY OF OUTPUT SLACKS:

firm output: 1

1	0.000
2	0.000
3	0.000
4	0.000
5	0.000
6	0.000
7	0.000
8	0.000
9	0.000
10	0.000
11	0.000
12	0.000
13	0.000
14	0.000
15	0.000
16	0.000
17	0.000
18	0.000
19	0.000
20	0.000
21	0.000
22	0.000
23	0.000
24	0.000
mean	0.000



SUMMARY OF INPUT SLACKS:

firm input:	1	2	3	4	5	6
1	2.526	0.000	0.000	2.720	5.029	0.723
2	1.939	0.000	2.102	0.026	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	7.550	0.000	1.037	0.989	0.000
5	0.000	0.222	19.681	4.616	0.000	0.940
6	0.000	2.976	30.570	0.000	5.626	0.552
7	1.042	0.000	13.889	1.389	0.694	0.000
8	0.000	1.591	12.859	2.240	1.822	0.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	4.996	0.000	141.081	11.745	0.000	0.032
11	7.344	8.542	2.604	1.250	0.000	0.104
12	1.500	0.000	7.000	2.000	4.000	0.000
13	0.000	0.976	0.000	3.233	2.019	0.010
14	0.000	0.000	0.000	0.816	3.158	0.388
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	0.000	3.349	71.962	8.712	24.558	1.981
18	3.559	15.972	5.208	1.215	0.000	0.174
19	0.000	4.155	72.210	2.973	23.804	0.000
20	0.000	2.909	3.473	0.673	0.782	0.000
21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	0.163	0.000	3.237	0.522	3.370	0.000
23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
mean	0.961	2.010	16.078	1.882	3.160	0.204

SUMMARY OF PEERS:

firm peers:

- 1 3 16
- 2 16 12 3
- 3 3
- 4 3 16 24
- 5 3 24
- 6 3 15
- 7 16
- 8 3 16
- 9
- 10 16 3
- 11 16
- 12 16
- 13 3 15
- 14 3 16 24
- 15 15
- 16 16
- 17 3
- 18 16
- 19 3 16
- 20 21
- 21 21
- 22 16 3
- 23
- 24 24

SUMMARY OF PEER WEIGHTS:

(in same order as above)

firm peer weights:

1 0.283 0.693

2 0.044 0.075 0.019

3 1.000

4 0.059 0.338 0.017

5 0.860 0.076

6 0.641 0.179

7 0.694

8 0.042 0.649

9

10 0.576 0.109

11 0.417

12 1.000

13 0.636 0.005

14 0.040 0.397 0.286

15 1.000

16 1.000

17 0.923

18 0.694

19 0.042 0.649

20 0.600

21 1.000

22 0.108 0.028

23

24 1.000

PEER COUNT SUMMARY:

(i.e., no. times each firm is a peer for another)

firm peer count:

1	0
2	0
3	12
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	1
13	0
14	0
15	2
16	12
17	0
18	0
19	0
20	0
21	1
22	0
23	0
24	3

SUMMARY OF OUTPUT TARGETS:

firm output: 1

1	18.000
2	2.500
3	19.500
4	7.500
5	18.000
6	16.000
7	12.500
8	12.500
9	0.000
10	12.500
11	7.500
12	18.000
13	12.500
14	12.500
15	19.500
16	18.000
17	18.000
18	12.500
19	12.500
20	7.500
21	12.500
22	2.500
23	0.000
24	16.000

SUMMARY OF INPUT TARGETS:

firm input:	1	2	3	4	5	6
1	96.111	97.150	24.783	2.236	8.849	1.260
2	13.598	13.663	2.894	0.443	1.249	0.156
3	99.500	99.500	63.000	3.000	19.000	2.000
4	40.364	41.131	7.339	0.920	2.926	0.489
5	91.912	93.097	55.349	2.887	16.882	1.874
6	81.641	81.641	96.994	4.252	19.887	1.999
7	68.056	69.097	6.944	1.389	3.472	0.694
8	67.777	68.751	9.123	1.424	4.039	0.733
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	67.326	68.190	12.655	1.480	4.959	0.795
11	40.833	41.458	4.167	0.833	2.083	0.417
12	98.000	99.500	10.000	2.000	5.000	1.000
13	63.782	63.782	41.654	1.973	12.300	1.292
14	66.470	71.500	10.779	2.058	4.747	1.049
15	99.500	99.500	316.000	13.000	43.000	4.000
16	98.000	99.500	10.000	2.000	5.000	1.000
17	91.846	91.846	58.154	2.769	17.538	1.846
18	68.056	69.097	6.944	1.389	3.472	0.694
19	67.777	68.751	9.123	1.424	4.039	0.733
20	52.500	48.000	4.800	0.600	2.400	0.000
21	87.500	80.000	8.000	1.000	4.000	0.000
22	13.424	13.586	2.857	0.301	1.077	0.165
23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	82.500	98.000	15.000	4.000	7.000	2.000

FIRM BY FIRM RESULTS:

Results for firm: 1

Technical efficiency = 0.991

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	18.000	0.000	0.000	18.000
input	1	99.500	-0.863	-2.526	96.111
input	2	98.000	-0.850	0.000	97.150
input	3	25.000	-0.217	0.000	24.783
input	4	5.000	-0.043	-2.720	2.236
input	5	14.000	-0.121	-5.029	8.849
input	6	2.000	-0.017	-0.723	1.260

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
3	0.283	
16	0.693	

Results for firm: 2

Technical efficiency = 0.156

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	2.500	0.000	0.000	2.500
input	1	99.500	-83.963	-1.939	13.598
input	2	87.500	-73.837	0.000	13.663
input	3	32.000	-27.003	-2.102	2.894
input	4	3.000	-2.532	-0.026	0.443
input	5	8.000	-6.751	0.000	1.249
input	6	1.000	-0.844	0.000	0.156

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
16	0.044	
12	0.075	
3	0.019	

Results for firm: 3

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	19.500	0.000	0.000	19.500
input	1	99.500	0.000	0.000	99.500
input	2	99.500	0.000	0.000	99.500
input	3	63.000	0.000	0.000	63.000
input	4	3.000	0.000	0.000	3.000
input	5	19.000	0.000	0.000	19.000
input	6	2.000	0.000	0.000	2.000

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
3	1.000	

Results for firm: 4

Technical efficiency = 0.489

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	7.500	0.000	0.000	7.500
input	1	82.500	-42.136	0.000	40.364
input	2	99.500	-50.819	-7.550	41.131
input	3	15.000	-7.661	0.000	7.339
input	4	4.000	-2.043	-1.037	0.920
input	5	8.000	-4.086	-0.989	2.926
input	6	1.000	-0.511	0.000	0.489

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
3	0.059	
16	0.338	
24	0.017	



Results for firm: 5

Technical efficiency = 0.938

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	18.000	0.000	0.000	18.000
input	1	98.000	-6.088	0.000	91.912
input	2	99.500	-6.181	-0.222	93.097
input	3	80.000	-4.970	-19.681	55.349
input	4	8.000	-0.497	-4.616	2.887
input	5	18.000	-1.118	0.000	16.882
input	6	3.000	-0.186	-0.940	1.874

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
3	0.860	
24	0.076	

Results for firm: 6

Technical efficiency = 0.850

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	16.000	0.000	0.000	16.000
input	1	96.000	-14.359	0.000	81.641
input	2	99.500	-14.882	-2.976	81.641
input	3	150.000	-22.436	-30.570	96.994
input	4	5.000	-0.748	0.000	4.252
input	5	30.000	-4.487	-5.626	19.887
input	6	3.000	-0.449	-0.552	1.999

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
3	0.641	
15	0.179	

Results for firm: 7

Technical efficiency = 0.694

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	12.500	0.000	0.000	12.500
input	1	99.500	-30.403	-1.042	68.056
input	2	99.500	-30.403	0.000	69.097
input	3	30.000	-9.167	-13.889	6.944
input	4	4.000	-1.222	-1.389	1.389
input	5	6.000	-1.833	-0.694	3.472
input	6	1.000	-0.306	0.000	0.694

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
16	0.694	

Results for firm: 8

Technical efficiency = 0.733

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	12.500	0.000	0.000	12.500
input	1	92.500	-24.723	0.000	67.777
input	2	96.000	-25.658	-1.591	68.751
input	3	30.000	-8.018	-12.859	9.123
input	4	5.000	-1.336	-2.240	1.424
input	5	8.000	-2.138	-1.822	4.039
input	6	1.000	-0.267	0.000	0.733

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
3	0.042	
16	0.649	

Results for firm: 9

Technical efficiency = 0.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	0.000	0.000	0.000	0.000
input	1	82.500	-82.500	0.000	0.000
input	2	82.500	-82.500	0.000	0.000
input	3	61.000	-61.000	0.000	0.000
input	4	4.000	-4.000	0.000	0.000
input	5	3.000	-3.000	0.000	0.000
input	6	0.000	0.000	0.000	0.000

LISTING OF PEERS:

peer lambda weight

Results for firm: 10

Technical efficiency = 0.827

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	12.500	0.000	0.000	12.500
input	1	87.500	-15.178	-4.996	67.326
input	2	82.500	-14.310	0.000	68.190
input	3	186.000	-32.264	-141.081	12.655
input	4	16.000	-2.775	-11.745	1.480
input	5	6.000	-1.041	0.000	4.959
input	6	1.000	-0.173	-0.032	0.795

LISTING OF PEERS:

peer lambda weight

16 0.576

3 0.109

Results for firm: 11

Technical efficiency = 0.521

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	7.500	0.000	0.000	7.500
input	1	92.500	-44.323	-7.344	40.833
input	2	96.000	-46.000	-8.542	41.458
input	3	13.000	-6.229	-2.604	4.167
input	4	4.000	-1.917	-1.250	0.833
input	5	4.000	-1.917	0.000	2.083
input	6	1.000	-0.479	-0.104	0.417

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
16	0.417	

Results for firm: 12

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	18.000	0.000	0.000	18.000
input	1	99.500	0.000	-1.500	98.000
input	2	99.500	0.000	0.000	99.500
input	3	17.000	0.000	-7.000	10.000
input	4	4.000	0.000	-2.000	2.000
input	5	9.000	0.000	-4.000	5.000
input	6	1.000	0.000	0.000	1.000

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
16	1.000	

Results for firm: 13

Technical efficiency = 0.651

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	12.500	0.000	0.000	12.500
input	1	98.000	-34.218	0.000	63.782
input	2	99.500	-34.742	-0.976	63.782
input	3	64.000	-22.346	0.000	41.654
input	4	8.000	-2.793	-3.233	1.973
input	5	22.000	-7.682	-2.019	12.300
input	6	2.000	-0.698	-0.010	1.292

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
3	0.636	
15	0.005	

Results for firm: 14

Technical efficiency = 0.719

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	12.500	0.000	0.000	12.500
input	1	92.500	-26.030	0.000	66.470
input	2	99.500	-28.000	0.000	71.500
input	3	15.000	-4.221	0.000	10.779
input	4	4.000	-1.126	-0.816	2.058
input	5	11.000	-3.096	-3.158	4.747
input	6	2.000	-0.563	-0.388	1.049

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
3	0.040	
16	0.397	
24	0.286	

Results for firm: 15

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	19.500	0.000	0.000	19.500
input	1	99.500	0.000	0.000	99.500
input	2	99.500	0.000	0.000	99.500
input	3	316.000	0.000	0.000	316.000
input	4	13.000	0.000	0.000	13.000
input	5	43.000	0.000	0.000	43.000
input	6	4.000	0.000	0.000	4.000

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
15	1.000	

Results for firm: 16

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	18.000	0.000	0.000	18.000
input	1	98.000	0.000	0.000	98.000
input	2	99.500	0.000	0.000	99.500
input	3	10.000	0.000	0.000	10.000
input	4	2.000	0.000	0.000	2.000
input	5	5.000	0.000	0.000	5.000
input	6	1.000	0.000	0.000	1.000

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
16	1.000	

Results for firm: 17

Technical efficiency = 0.957

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	18.000	0.000	0.000	18.000
input	1	96.000	-4.154	0.000	91.846
input	2	99.500	-4.305	-3.349	91.846
input	3	136.000	-5.885	-71.962	58.154
input	4	12.000	-0.519	-8.712	2.769
input	5	44.000	-1.904	-24.558	17.538
input	6	4.000	-0.173	-1.981	1.846

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
3	0.923	

Results for firm: 18

Technical efficiency = 0.868

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	12.500	0.000	0.000	12.500
input	1	82.500	-10.885	-3.559	68.056
input	2	98.000	-12.931	-15.972	69.097
input	3	14.000	-1.847	-5.208	6.944
input	4	3.000	-0.396	-1.215	1.389
input	5	4.000	-0.528	0.000	3.472
input	6	1.000	-0.132	-0.174	0.694

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
16	0.694	

Results for firm: 19

Technical efficiency = 0.733

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	12.500	0.000	0.000	12.500
input	1	92.500	-24.723	0.000	67.777
input	2	99.500	-26.594	-4.155	68.751
input	3	111.000	-29.667	-72.210	9.123
input	4	6.000	-1.604	-2.973	1.424
input	5	38.000	-10.156	-23.804	4.039
input	6	1.000	-0.267	0.000	0.733

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
3	0.042	
16	0.649	

Results for firm: 20

Technical efficiency = 0.636

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	7.500	0.000	0.000	7.500
input	1	82.500	-30.000	0.000	52.500
input	2	80.000	-29.091	-2.909	48.000
input	3	13.000	-4.727	-3.473	4.800
input	4	2.000	-0.727	-0.673	0.600
input	5	5.000	-1.818	-0.782	2.400
input	6	0.000	0.000	0.000	0.000

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
21	0.600	



Results for firm: 21

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	12.500	0.000	0.000	12.500
input	1	87.500	0.000	0.000	87.500
input	2	80.000	0.000	0.000	80.000
input	3	8.000	0.000	0.000	8.000
input	4	1.000	0.000	0.000	1.000
input	5	4.000	0.000	0.000	4.000
input	6	0.000	0.000	0.000	0.000

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
21	1.000	

Results for firm: 22

Technical efficiency = 0.165

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	2.500	0.000	0.000	2.500
input	1	82.500	-68.914	-0.163	13.424
input	2	82.500	-68.914	0.000	13.586
input	3	37.000	-30.907	-3.237	2.857
input	4	5.000	-4.177	-0.522	0.301
input	5	27.000	-22.554	-3.370	1.077
input	6	1.000	-0.835	0.000	0.165

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
16	0.108	
3	0.028	

Results for firm: 23

Technical efficiency = 0.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	0.000	0.000	0.000	0.000
input	1	80.000	-80.000	0.000	0.000
input	2	82.500	-82.500	0.000	0.000
input	3	90.000	-90.000	0.000	0.000
input	4	5.000	-5.000	0.000	0.000
input	5	6.000	-6.000	0.000	0.000
input	6	2.000	-2.000	0.000	0.000

LISTING OF PEERS:

peer lambda weight

Results for firm: 24

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	1	16.000	0.000	0.000	16.000
input	1	82.500	0.000	0.000	82.500
input	2	98.000	0.000	0.000	98.000
input	3	15.000	0.000	0.000	15.000
input	4	4.000	0.000	0.000	4.000
input	5	7.000	0.000	0.000	7.000
input	6	2.000	0.000	0.000	2.000

LISTING OF PEERS:

peer lambda weight

24 1.000

## EK C. 1. Aşama Anket Formu

Havacılık Kalite Yönetim Sistemi Nedensel Döngü Analizi Çalışması

AS 9100 Yönetim Sistemleri Uygulamalarının Sistem Dinamiği Yaklaşımı ile İncelenmesi

Havacılık ve Savunma sektöründe uygulanan AS 9100 kalite yönetim sistemi standardı, sektör uzmanları tarafından yine sektörde yer alan ana sanayi ve tedarikçi firmalarda uygulanması amacıyla hazırlanmıştır. Bu sistem vasıtasıyla elde edilen iş sonuçlarının sektör beklentilerine cevap vermesi beklenmektedir. Sektör beklentilerinden bazıları; müşteri tatminin artırılması, zamanında teslimat ve ürün uygunluğu performansının iyileştirilmesidir. Buna karşılık her sistemde olduğu gibi kimi zaman arzu edilen sonuçlara ulaşmada zorluklar olduğu görülmektedir. Bu çalışmada kalite yönetim sisteminin sistem dinamiği yaklaşımı ile analiz edilmesi, nedensel döngü diyagramlarına ulaşılması ve ülkemizde daha etkin uygulama sonuçları elde edilmesi için öneriler getirilmesi hedeflenmektedir. Siz kıymetli paydaşımızın vereceği bilgiler bizlere ışık tutacaktır. Yaklaşık 50 soruluk ve 15 dakika sürmesi beklenen anketi doldurmadaki destekleriniz için şimdiden teşekkür ederim.

M.Gökhan Yücel

mgokhan.yucel@gmail.com

+90 53268

### 1. Faaliyet Alanı:

- |                                                                           |                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ana Yapısal İmalatçı                             | <input type="checkbox"/> Üretim, Kauçuk, Plastik, Kompozit Tedarikçisi           |
| <input type="checkbox"/> Motor ya da Motor Parçası İmalatçısı             | <input type="checkbox"/> Üretim Özel Proses Sağlayıcısı (Boya, Kaplama, NDT vb.) |
| <input type="checkbox"/> Aviyonik, Elektronik Ünite, Komponent İmalatçısı | <input type="checkbox"/> Bakım / Onarım Tesisi                                   |
| <input type="checkbox"/> Üretim, Metal İşleme Tedarikçisi                 | <input type="checkbox"/> Depolama / Satış Tesisi                                 |
| <input type="checkbox"/> Diğer (lütfen belirtin)                          |                                                                                  |

### 2. Çalışan Sayısı:

- |                                          |                                       |
|------------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="radio"/> 0-10               | <input type="radio"/> 501-1000        |
| <input type="radio"/> 11-50              | <input type="radio"/> 1001-5000       |
| <input type="radio"/> 51-100             | <input type="radio"/> 5001-10000      |
| <input type="radio"/> 101-250            | <input type="radio"/> 10000'den fazla |
| <input type="radio"/> 251-500            |                                       |
| <input type="radio"/> Varsa yorumlarınız |                                       |

3. Ürün / Hizmet Sağladığınız Sektörler :

- Savunma  Otomotiv  
 Havacılık  
 Diğer (lütfen belirtin)

4. Müşterileriniz:

- Yerlidir  Yabancı ortaklı yerli şirkettir.  
 Yabancıdır, ihracat yapmaktayız.  Kamu kurumlarıdır  
 Diğer (lütfen belirtin)

5. Hangi Kalite Yönetim Sistemlerini Uygulamaktasınız?

- AS 9100  IATF/TS 16949  
 AS 9110  Part 145  
 AS 9120  Part 21  
 ISO 9001

Diğer (lütfen belirtin)

6. Fiyat artışları müşteri sipariş miktarını nasıl etkilemektedir?

- Son Derece Olumsuz  Olumlu  
 Oldukça Olumsuz  Oldukça Olumlu  
 Olumsuz  Son Derece Olumlu  
 Etkilemez

Yorumlarınız

7. Zamanında teslimat müşteri sipariş miktarını nasıl etkilemektedir?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Yorumlarınız

8. Ürün uygunluğu ve kalite artışı müşteri sipariş miktarını nasıl etkilemektedir?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Yorumlarınız

9. Müşteri tatmininde artış sağlanması sipariş miktarını nasıl etkilemektedir?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Yorumlarınız

10. Müşteri tatmininde artış sağlanmanız ülkemiz genel savunma ve havacılık yerleşirme politikalarını nasıl etkilemektedir?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Yorumlarınız

11. Fiyat artışı müşteri tatminini nasıl etkilemektedir?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Yorumlarınız

12. Zamanında teslimat müşteri tatminini nasıl etkilemektedir?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Diğer (lütfen belirtin)

13. Ürün uygunluğu ve kalite artışı müşteri tatminini nasıl etkilemektedir?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Yorumlarınız

14. Sipariş miktarındaki artış zamanında teslimatı nasıl etkilemektedir?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Yorumlarınız

15. Etkin planlama becerisi zamanında teslimatı nasıl etkilemektedir?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Yorumlarınız

16. Sipariş miktarındaki artış ürün fiyatını nasıl etkilemektedir?

- |                                                    |                                                    |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <input type="radio"/> Fiyatları Son Derece Düşürür | <input type="radio"/> Fiyatları Artırır            |
| <input type="radio"/> Fiyatları Oldukça Düşürür    | <input type="radio"/> Fiyatları Oldukça Artırır    |
| <input type="radio"/> Fiyatları Düşürür            | <input type="radio"/> Fiyatları Son Derece Artırır |
| <input type="radio"/> Etkilemez                    |                                                    |

Yorumlarınız

17. İthal hammadde kullanılması ürün fiyatını nasıl etkilemektedir?

- |                                                    |                                                    |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <input type="radio"/> Fiyatları Son Derece Düşürür | <input type="radio"/> Fiyatları Artırır            |
| <input type="radio"/> Fiyatları Oldukça Düşürür    | <input type="radio"/> Fiyatları Oldukça Artırır    |
| <input type="radio"/> Fiyatları Düşürür            | <input type="radio"/> Fiyatları Son Derece Artırır |
| <input type="radio"/> Etkilemez                    |                                                    |

Yorumlarınız

18. Makina, ekipman, test kabiliyetindeki artışlar ürün fiyatını nasıl etkilemektedir?

- |                                                    |                                                    |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <input type="radio"/> Fiyatları Son Derece Düşürür | <input type="radio"/> Fiyatları Artırır            |
| <input type="radio"/> Fiyatları Oldukça Düşürür    | <input type="radio"/> Fiyatları Oldukça Artırır    |
| <input type="radio"/> Fiyatları Düşürür            | <input type="radio"/> Fiyatları Son Derece Artırır |
| <input type="radio"/> Etkilemez                    |                                                    |

Yorumlarınız

19. Kalifiye personel ihtiyacı ürün fiyatını nasıl etkilemektedir?

- Fiyatları Son Derece Düşürür  Fiyatları Artırır  
 Fiyatları Oldukça Düşürür  Fiyatları Oldukça Artırır  
 Fiyatları Düşürür  Fiyatları Son Derece Artırır  
 Etkilemez

Yorumlarınız

20. Sipariş miktarındaki artış ürün uygunluğu ve kaliteyi nasıl etkilemektedir?

- Son Derece Olumsuz  Olumlu  
 Oldukça Olumsuz  Oldukça Olumlu  
 Olumsuz  Son Derece Olumlu  
 Etkilemez

Yorumlarınız

21. Ürün uygunluğu ve kalitedeki artış Off-set temini yoluyla sipariş almanızı nasıl etkilemektedir?

- Son Derece Olumsuz  Olumlu  
 Oldukça Olumsuz  Oldukça Olumlu  
 Olumsuz  Son Derece Olumlu  
 Etkilemez

Yorumlarınız

22. Fiyatlarındaki artış finansal yeterliliğinizi nasıl etkilemektedir?

- Son Derece Olumsuz  Olumlu  
 Oldukça Olumsuz  Oldukça Olumlu  
 Olumsuz  Son Derece Olumlu  
 Etkilemez

Yorumlarınız



23. Sipariş miktarındaki artış finansal yeterliliğinizi nasıl etkilemektedir?

- Son Derece Olumsuz  Olumlu  
 Oldukça Olumsuz  Oldukça Olumlu  
 Olumsuz  Son Derece Olumlu  
 Etkilemez

Yorumlarınız

24. Off-set yolu ile aldığınız siparişler finansal yeterliliğinizi nasıl etkilemektedir?

- Son Derece Olumsuz  Olumlu  
 Oldukça Olumsuz  Oldukça Olumlu  
 Olumsuz  Son Derece Olumlu  
 Etkilemez

Yorumlarınız

25. Off-set yolu ile aldığınız siparişleri toplam sipariş miktarınızı nasıl etkilemektedir?

- Son Derece Olumsuz  Olumlu  
 Oldukça Olumsuz  Oldukça Olumlu  
 Olumsuz  Son Derece Olumlu  
 Etkilemez

Yorumlarınız

26. Tasarım kabiliyeti ve yeterliliği Off-set yolu ile alınan siparişleri nasıl etkilemektedir/etkilerdi?

- Son Derece Olumsuz  Olumlu  
 Oldukça Olumsuz  Oldukça Olumlu  
 Olumsuz  Son Derece Olumlu  
 Etkilemez

Yorumlarınız

27. Tasarım kabiliyeti ve yeterliliği alınan toplam siparişleri nasıl etkilemektedir/etkilerdi?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Yorumlarınız

28. Ülkemiz savunma, havacılık politikalarındaki gelişmeler ithal hammadde kullanımını nasıl etkilemektedir?

- |                                                |                                                |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Azaltmaktadır | <input type="radio"/> Artırmaktadır            |
| <input type="radio"/> Oldukça Azaltmaktadır    | <input type="radio"/> Oldukça Artırmaktadır    |
| <input type="radio"/> Azaltmaktadır            | <input type="radio"/> Son Derece Artırmaktadır |
| <input type="radio"/> Etkilemez                |                                                |

Yorumlarınız

29. Ülkemiz savunma, havacılık politikalarındaki gelişmeler Off-set yoluyla almış olduğunuz siparişleri nasıl etkilemektedir?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Yorumlarınız

30. İthal hammadde ve malzeme kullanımındaki artış üretim kalitesini nasıl etkilemektedir?

- Üretim kalitesini Son Derece Azaltır  Üretim kalitesini Artırır
- Üretim kalitesini Oldukça Azaltır  Üretim kalitesini Oldukça Artırır
- Üretim kalitesini Artırır  Üretim kalitesini Son Derece Azaltır
- Etkilemez

Yorumlarınız

31. İthal hammadde ve malzeme kullanımı ürün fiyat artışlarını nasıl etkilemektedir?

- Fiyatları Son Derece Düşürmektedir  Fiyatları Arttırmaktadır
- Fiyatları Oldukça Düşürmektedir  Fiyatları Oldukça Arttırmaktadır
- Fiyatları Düşürmektedir  Fiyatları Son Derece Arttırmaktadır
- Etkilemez

Yorumlarınız

32. İthal hammadde ve malzeme kullanımı planlama performansınızı nasıl etkilemektedir?

- Son Derece Olumsuz  Olumlu
- Oldukça Olumsuz  Oldukça Olumlu
- Olumsuz  Son Derece Olumlu
- Etkilemez

Yorumlarınız

33. Finansal yeterliliğiniz, makina, ekipman, test kabiliyetinizdeki artışları nasıl etkilemektedir?

- Son Derece Olumsuz  Olumlu
- Oldukça Olumsuz  Oldukça Olumlu
- Olumsuz  Son Derece Olumlu
- Etkilemez

Yorumlarınız

34. Makina, ekipman, test kabiliyetinizdeki artışlar planlama performansınızı nasıl etkilemektedir?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Yorumlarınız

35. Makina, ekipman, test kabiliyetinizdeki artışlar üretim kalitesini nasıl etkilemektedir?

- |                                                            |                                                            |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <input type="radio"/> Üretim Kalitesini Son Derece Azaltır | <input type="radio"/> Üretim Kalitesini Artırır            |
| <input type="radio"/> Üretim Kalitesini Oldukça Azaltır    | <input type="radio"/> Üretim Kalitesini Oldukça Artırır    |
| <input type="radio"/> Üretim Kalitesini Azaltır            | <input type="radio"/> Üretim Kalitesini Son Derece Artırır |
| <input type="radio"/> Etkilemez                            |                                                            |

Yorumlarınız

36. Makina, ekipman, test kabiliyetinizdeki artışlar ürün tasarım kabiliyetinizi nasıl etkilemektedir/etkilerdi?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Yorumlarınız

37. Personel kayıpları (sirkülasyonu), kalifiye personel durumunuzu nasıl etkilemektedir?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Yorumlarınız

38. Coğrafi konumunuz kalifiye personel durumunuzu nasıl etkilemektedir?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Yorumlarınız

39. Coğrafi konumunuz tedarikçi geliştirme çalışmalarınızı nasıl etkilemektedir?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Diğer (lütfen belirtin)

40. Yerli tedarikçi geliştirme çalışmalarınız planlama performansınızı nasıl etkilemektedir?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Yorumlarınız

41. Finansal yeterliliğiniz coğrafi konumunuzu nasıl etkiler?

- |                                          |                                         |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="radio"/> Son Derece Olumsuz | <input type="radio"/> Olumlu            |
| <input type="radio"/> Oldukça Olumsuz    | <input type="radio"/> Oldukça Olumlu    |
| <input type="radio"/> Olumsuz            | <input type="radio"/> Son Derece Olumlu |
| <input type="radio"/> Etkilemez          |                                         |

Yorumlarınız

42. Üretim kalitenizin artması uygun ürün miktarını nasıl etkilemektedir?

- Uygun Ürün Miktarını Son Derece Artırmaktadır  Uygun Ürün Miktarını Azaltmaktadır
- Uygun Ürün Miktarını Oldukça Artırmaktadır  Uygun Ürün Miktarını Oldukça Azaltmaktadır
- Uygun Ürün Miktarını Artırmaktadır  Uygun Ürün Miktarını Son Derece Azaltmaktadır
- Etkilemez

Yorumlarınız

43. Uygun ürün miktarındaki artış, kalite performansınızı nasıl etkilemektedir?

- Son Derece Olumlu  Olumsuz
- Oldukça Olumlu  Oldukça Olumsuz
- Olumlu  Son Derece Olumsuz
- Etkilemez

Yorumlarınız

44. Üretim miktarındaki artış üretim kalitesini nasıl etkilemektedir?

- Üretim Kalitesini Son Derece Azaltır  Üretim Kalitesini Artırır
- Üretim Kalitesini Oldukça Azaltır  Üretim Kalitesini Oldukça Artırır
- Üretim Kalitesini Azaltır  Üretim Kalitesini Son Derece Artırır
- Etkilemez

Yorumlarınız

45. Finansal yeterliliğinizdeki iyileşme personel sirkülasyonunu nasıl etkilemektedir?

- Personel Sirkülasyonu Son Derece Artar  Personel Sirkülasyonu Azalır
- Personel Sirkülasyonu Oldukça Artar  Personel Sirkülasyonu Oldukça Azalır
- Personel Sirkülasyonu Artar  Personel Sirkülasyonu Son Derece Azalır
- Etkilemez

Yorumlarınız

46. Havacılık ve savunma siparişlerindeki artışlar toplam üretim miktarını nasıl etkilemektedir?

- Son Derece Olumsuz  Olumlu  
 Oldukça Olumsuz  Oldukça Olumlu  
 Olumsuz  Son Derece Olumlu  
 Etkilemez

Yorumlarınız

47. Sektörde müşteri tatmininin artırılması için yukarıda sayılan hususları da gözeterek en önemli bulduğunuz 5 konuyu belirtir misiniz? (ör: Uygun kalite, fiyat, zamanında teslimat, personel, altyapı, tasarım kabiliyeti vb.)

1.   
2.   
3.   
4.   
5.

48. Firma adı:

49. Bulunduğu Şehir :

50. Ad Soyad

51. Görevi

52. E - Posta

53. Anketin Doldurulduğu

Tarih

## EK D. 2. Aşama Anket Formu

Veri Zarflama Analizi

Kalite Yönetim Sisteminin Firma Performansına Etkisinin Veri Zarflama Yöntemi ile Analizi

Savunma ve Havacılık Tedarik Zinciri performansına etki eden faktörler önceki çalışmalarımız ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmalar sonunda elde edilen bilgiler analiz edildiğinde Türkiye tedarik zincirinin ağırlıklı kesiminin yer aldığı talaşlı imalat ve metal işleme sektörüne odaklanma gereği ortaya çıkmıştır. Bu anket ile firmanızın kalite ve zamanında teslimat performansına etki eden faktörler arasında yer personel, makina altyapısı, ölçüm altyapısı, tedarikçi yapısı, kalite sisteminin etkileri değerlendirilerek öncelikler belirlenecek ve analiz yapılacaktır. 8 dakika sürecek anketimize zaman vererek destek olduğunuz için teşekkür ederim. Çalışmada firma isimleri belirtilmeyecek olup gizliliğe azami özen gösterilecektir.

M. Gökhan Yücel

0 532 687 xxxx

1. Firma Adı

2. Toplam Çalışan Sayınız Kaçtır

3. Fabrikanızda Çalışan Mühendis Sayısı Kaçtır

4. Fabrikanızda çalışan Endüstri Mühendisi Sayısı Kaçtır

5. Kalite Departmanında Kaç Personel Çalışmaktadır

6. Fabrikanızın Kapalı Alanı Kaç Metrekaredir?

7. Fabrikanızın Toplam Alanı Kaç Metrekaredir?



8. Fabrikanızda Kaç Adet CNC bulunmaktadır

Toplam CNC sayısı	<input type="text"/>
3 eksenli	<input type="text"/>
5 eksenli	<input type="text"/>
7 eksenli	<input type="text"/>
CNC Torna	<input type="text"/>
CNC Freze	<input type="text"/>

9. Fabrikanızda Kaç Adet CMM (Koordinat Ölçüm Cihazı) bulunmaktadır

10. Fabrikanızda Kaç Adet Ölçü Aleti Bulunmaktadır

11. ERP (Kurumsal Kaynak Planlama) sistemi kaç senedir kullanılmaktadır

- ERP sistemi kullanmıyoruz
- 0-1 yıl
- 2-5 yıl
- 5 yıl ve daha uzun süredir

12. Hangi Kalite Sistemini Uygulamaktasınız?

- ISO 9001
- AS 9100
- IATF/TS 16949
- Diğer
- Kalite Sistemimiz Yoktur

13. AS 9100 Kalite Sistemi Kaç Yıldır Uygulanmaktadır?

- 0-1
- 1-2
- 2-3
- 3-4
- 4-5
- Diğer (lütfen belirtin)
- 5-7
- 7-10
- 10 yıl
- Uygulamıyoruz

14. Toplam tedarikçi sayınız kaçtır

15. Tedarikçilerinizin kaç AS 9100 belgelidir?

16. Tedarikçilerinizin kaç ISO 9001 belgelidir?

17. Tedarikçilerinizin kaç NADCAP belgelidir?

18. Zamanında Teslimat Performansınız % kaçtır

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="radio"/> % 80'den az   | <input type="radio"/> %95.1 - % 97  |
| <input type="radio"/> % 80 - % 85   | <input type="radio"/> % 97.1 - 99   |
| <input type="radio"/> % 85.1 - % 90 | <input type="radio"/> %99.1 - %99.9 |
| <input type="radio"/> %90.1 - % 95  | <input type="radio"/> %100          |

19. Ürün Uygunluğu (Escape ya da Müşteriden gelen iadeler) Performansınız % kaçtır

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="radio"/> % 80'den az   | <input type="radio"/> %95.1 - % 97  |
| <input type="radio"/> % 80 - % 85   | <input type="radio"/> % 97.1 - % 99 |
| <input type="radio"/> % 85.1 - % 90 | <input type="radio"/> %99.1 - %99.9 |
| <input type="radio"/> %90.1 - % 95  | <input type="radio"/> %100          |

20. Müşteri Memnuniyet Puanınız (Dengelenmiş Karne BSC, ya da Müşteri anketleri ile ölçülen) % Kaçtır

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="radio"/> % 80'den az   | <input type="radio"/> %95.1 - % 97  |
| <input type="radio"/> % 80 - % 85   | <input type="radio"/> % 97.1 - 99   |
| <input type="radio"/> % 85.1 - % 90 | <input type="radio"/> %99.1 - %99.9 |
| <input type="radio"/> %90.1 - % 95  | <input type="radio"/> %100          |

21. 2017 yılında savunma havacılık tedarik zincirine yaklaşık kaç parça teslim ettiniz.

- |                                        |                                                |
|----------------------------------------|------------------------------------------------|
| <input type="radio"/> 0-100 parça      | <input type="radio"/> 10001-100000 parça       |
| <input type="radio"/> 101-1000 parça   | <input type="radio"/> 100.001-1 Milyon parça   |
| <input type="radio"/> 1001-10000 parça | <input type="radio"/> 1 Milyon'dan fazla parça |

22. 2018 yılında savunma havacılık tedarik zincirine yaklaşık kaç parça teslim ettiniz.

- |                                          |                                                |
|------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <input type="radio"/> 0-1000 parça       | <input type="radio"/> 100.001-1 Milyon parça   |
| <input type="radio"/> 1001-10000 parça   | <input type="radio"/> 1 Milyon'dan fazla parça |
| <input type="radio"/> 10001-100000 parça |                                                |

23. Anketi dolduran

24. Görevi

25. Tarih

Tarih/Saat



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Muhteşem Gökhan Yücel  
Doğum Yeri ve Yılı : İSTANBUL, 03/12/1974  
Medeni Hali : Evli  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-posta : mgokhan.yucel@gmail.com

### Eğitim Durumu

Lise : Eyüboğlu Lisesi, 1992  
Lisans : İstanbul Teknik Üniversitesi, Sakarya Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 1996  
Yüksek Lisans : Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, 1999

### Mesleki Deneyim

1997 yılından bu yana iş hayatında faaliyet göstermektedir. Metal imalat sektörü ve test, muayene, belgelendirme alanlarında çalışmalar yapmıştır. Sivil havacılık düzenlemeleri ve kalite yönetimi alanında yerel ve uluslararası uzmanlarla birlikte çalışmalarda görev almıştır. Halen muhtelif sektörlerde denetim ve belgelendirme faaliyetlerine katılmakta; ayrıca çok uluslu bir şirketler grubunun Türkiye yöneticisi olarak çalışmaktadır.

### Yayınları

Yücel, M. G., Görener, A., 2016. Decision Making for Company Acquisition by ELECTRE Method, International Journal of Supply Chain Management (IJSCM) Volume 5 Number 1, 75-83.

Yücel, M. G., Ayvaz, B., 2019. Causal Loop Analysis and Improvement Areas of AS 9100 Aerospace Quality Management System Implementation in Turkish Aerospace and Defence Industry International Journal of Supply Chain Management (IJSCM) Volume 8, Number 3, 685-705.

Çemberci, M., Yücel, M.G., 2015. Proje Yönetimi ve Profesyonel Proje Yöneticileri Kavramı İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimleri Dergisi Yıl 14 Sayı 27, 77-88.