

**T. C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**SAVUNMA VE HAVACILIK SANAYİİNDE YENİ
ÜRÜN GELİŞTİRME PROJELERİNDE RİSK
YÖNETİMİ SÜRECİ BAŞLANGIÇ
AŞAMASININ ANALİZİ**

Yüksek Lisans Tezi

NECMİ KARA

ANKARA, 2015

T. C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME YÖNETİMİ

SAVUNMA VE HAVACILIK SANAYİİNDE YENİ
ÜRÜN GELİŞTİRME PROJELERİNDE RİSK
YÖNETİMİ SÜRECİ BAŞLANGIÇ AŞAMASININ
ANALİZİ

Yüksek Lisans Tezi

NECMİ KARA

Tez Danışmanı: PROF. SEZER KORKMAZ

ANKARA, 2015

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME YÖNETİMİ

Tezin Adı: Savunma ve Havacılık Sanayiinde Yeni Ürün Geliştirme Projelerinde Risk
Yönetimi Süreci Başlangıç Aşamasının analizi
Öğrencinin Adı Soyadı: Necmi Kara
Tez Savunma Tarihi: Mayıs 2015

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu
_____ Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Ünvan, Ad ve SOYADI
Enstitü Müdürü
İmza

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

Ünvan, Adı ve SOYADI
Program Koordinatörü
İmza

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak
yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzalar

Tez Danışmanı
Ünvan, Adı ve SOYADI

Ek Danışman
Ünvan, Adı ve SOYADI

Üye
Ünvan, Adı ve SOYADI

Üye
Ünvan, Adı ve SOYADI

ÖZET

SAVUNMA VE HAVACILIK SANAYİİNDE YENİ ÜRÜN GELİŞTİRME PROJELERİNDE RİSK YÖNETİMİ SÜRECİ BAŞLANGIÇ AŞAMASININ ANALİZİ

Necmi KARA

İşletme Yönetimi

Tez Danışmanı: Prof. Sezer KORKMAZ

Mayıs 2015, 136

Günümüzde ürün geliştirmenin önemi çok artmış ve işletmelerin faaliyetleri içerisinde önemli yer tutmaya başlamıştır. Yüksek teknolojiye önderlik yapan ve dünyada en fazla büyümeyi gerçekleştiren sektörlerin başında gelen savunma ve havacılık, ürün geliştirmede önemli bir rol oynamaktadır. Ülkemizde ise bu alanda hazır alımdan özgün ürünler geliştirme aşamasına geçilmekte olup, bu geçişle birlikte program yönetimi, konfigürasyon yönetimi, eş zamanlı mühendislik, Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge), satın alma, tedarik yönetimi, üretim, bilgi teknolojileri yönetimi gibi bir çok alanda yetkinlik kazanılırken, bir yandan da yeni riskler ve problemler ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, yapısı gereği diğer sektörlerden bir çok farklılık gösteren savunma ve havacılık sanayii incelendikten sonra, sektörde yeni ürün geliştirme süreçlerinde ortaya çıkabilecek risklerle ilgili öngörüle bulunulmuş, risk hata türü ve etkileri analizi yapılmış ve projelere etkisi önemli görülen riskleri azaltmak için öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ürün Geliştirme, Savunma, Havacılık, Risk, Hata Türü ve Etkileri Analizi

ABSTRACT

INITIAL PHASE ANALYSIS OF RISK MANAGEMENT FOR NEW PRODUCT DEVELOPMENT PROJECTS AT AEROSPACE AND DEFENCE INDUSTRY

Necmi KARA

Business Administration

Thesis Supervisor: Prof. Sezer KORKMAZ

May 2015, 136

Importance of product development increases fast nowadays and keeps a significant role in the activities of enterprises. As one of the most growing industry, which leads high technology, aerospace and defence industry has an important role in product development. In Turkey, there is a transition from purchasing of end products to development of ind.... products in this area. While new talents like program management, configuration management, concurrent engineering, R&D, purchasing management, production, information technologies are obtained by this improvement, a lot of risks and problems are faced.

In this study, after analyzing aerospace and defence industry, which has significant differences some other industries, estimations are made for risks of new product development stages, risk failure mode and effects analysis is accomplished and some comments and recommendations are developed to reduce the risks, which are evaluated as important.

Keywords: Product Development, Defence, Aviation, Risk, Failure Mode and Effects Analysis

İÇİNDEKİLER

TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	4
2.1 Ürün ve Yeni Ürün Geliştirme Kavramları.....	4
2.1.1 Ürün	4
2.1.2 Yeni Ürün Geliştirme Süreci	5
2.1.3 Yeni Ürün Geliştirmenin Sebepleri ve Önemi.....	6
2.2 Yeni Ürün Geliştirme Sürecine Etki Eden Faktörler.....	9
2.3 Yeni Ürün Geliştirme Süreci İşlemleri.....	10
2.4 Yeni Ürün Geliştirme Yaklaşımları.....	13
2.5 Yeni Ürün Geliştirme Süreçlerinde Kullanılan Teknikler.....	14
2.5.1 Hedef Maliyetleme.....	16
2.5.2 Çapraz-Fonksiyonel Ekip Metodu.....	17
2.5.3 İmalat ve Montaj İçin Tasarım (DFM/A).....	19
2.5.4 Kalite Fonksiyonu Yayılımı QFD).....	21
2.5.5 Eş Zamanlı Mühendislik.....	24
2.5.6 Bilgisayar Destekli Tasarım/İmalat-(CAD/CAM).....	25
2.5.7 Kıyaslama (Benchmarking).....	26
2.5.8 İşbirlikçi Tedarikçi Entegrasyonu.....	27
2.5.9 Konfigürasyon Yönetimi.....	28
3. SAVUNMA VE HAVACILIK SANAYİİ VE BU SEKTÖRDE YENİ ÜRÜN.....	30
3.1 Savunma ve Havacılık Sanayii İle İlgili Kavram ve Tanımlar.....	30
3.2 Sayılarla Savunma ve Havacılık Sanayii (Türkiye ve Dünya Geneli).....	31
3.3 Savunma ve Havacılık Sanayinde Yeni Ürün Geliştirme Çabaları.....	42
3.3.1 Fizibilite Fazı.....	45

3.3.2 Tasarım Fazı.....	46
3.3.3 Üretim Fazı.....	49
3.3.4 Sertifikasyon ve Ürün Doğrulama Fazı.....	52
4. SAVUNMA VE HAVACILIK SANAYİİNDE BİR UYGULAMA	55
4.1 Literatürde Konuya İlişkin Araştırmalar.....	55
4.2 Araştırmanın Metodolojisi.....	59
4.3 Risk Matrisi.....	68
4.4 Verilerin Analizi.....	100
4.4.1 Pareto Analizi.....	100
4.4.2 Regresyon Analizi.....	109
5. TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRMELER.....	126
5.1 Fizibilite Fazı Riskleri.....	126
5.2 Program Yönetim Faaliyeti Riskleri.....	128
5.3 Tasarım Fazı Riskleri.....	130
5.4 Prototip Üretimi Riskleri.....	131
5.5 Konfigürasyon Yönetimi Riskleri.....	133
5.6 Kalite Yönetimi Riskleri.....	133
5.7 Prototip Uçağın Bakım Riskleri.....	134
5.8 Malzeme Tedariği Yönetim Riskleri.....	135
5.9 Bilgi Teknolojileri Yönetim Riskleri.....	135
5.10 Ürün Doğrulama ve Sertifikasyon Süreci Riskleri.....	136
KAYNAKÇA.....	137
EKLER.....	145
ÖZGEÇMİŞ.....	149

TABLÖLAR

Tablo 2.1: Ürünlerin sınıflandırılması.....	5
Tablo 2.2: Sektörel bazda büyüme faktörlerinin önem sıralaması.....	8
Tablo 2.3: Ürün geliştirme süreci ve işlemler.....	12
Tablo 3.1: Yolcu ve kargo uçaklarına olan talep.....	32
Tablo 3.2 : Dünya savunma sanayi harcamaları, 2013	35
Tablo 4.1: Basitleştirilmiş standart HTEA ve RHTEA formları.....	63
Tablo 4.2: Gerçekleşme ihtimali (O) değerleri kılavuzu.....	64
Tablo 4.3: Etki değeri kılavuzu.....	64
Tablo 4.4: Tespit değeri (D) kılavuzu.....	65
Tablo 4.5: Risk matrisi fizibilite süreci riskleri ve etkileri.....	69
Tablo 4.6: Fizibilite süreci program takvimi risk değerlendirmesi.....	70
Tablo 4.7: Fizibilite süreci program maliyeti risk değerlendirmesi.....	70
Tablo 4.8: Fizibilite süreci ürün teknik performansı risk değerlendirmesi.....	71
Tablo 4.9: Risk matrisi program yönetimi süreci riskleri ve etkileri.....	72
Tablo 4.10: Program yönetimi süreci program takvimi risk değerlendirmesi.....	73
Tablo 4.11: Program yönetimi süreci program maliyeti risk değerlendirmesi.....	74
Tablo 4.12: Program yönetimi süreci ürün teknik performansı risk değerlendirmesi.....	75
Tablo 4.13: Risk matrisi gereksinim belirleme riskleri ve etkileri.....	76
Tablo 4.14: Gereksinim belirleme süreci program takvimi risk değerlendirmesi.....	77
Tablo 4.15: Gereksinim belirleme süreci program maliyeti risk değerlendirmesi.....	78
Tablo 4.16: Gereksinim belirleme süreci teknik performans risk değerlendirmesi.....	79
Tablo 4.17: Risk matrisi yapısal tasarım ve yazılım süreci riskleri ve etkileri.....	80
Tablo 4.18: Yapısal tasarım ve yazılım süreci program takvimi risk değerlendirmesi.....	81
Tablo 4.19: Yapısal tasarım ve yazılım süreci program maliyeti risk değerlendirmesi.....	82
Tablo 4.20: Yapısal tasarım ve yazılım süreci teknik performans risk değerlendirmesi.....	83
Tablo 4.21: Risk matrisi geçerli kılma süreci riskleri ve etkileri.....	84

Tablo 4.22: Geçerli kılma süreci program takvimi risk değerlendirmesi.....	84
Tablo 4.23: Geçerli kılma süreci program maliyeti risk değerlendirmesi.....	84
Tablo 4.24: Geçerli kılma süreci teknik performans risk değerlendirmesi.....	85
Tablo 4.25: Risk matrisi prototip üretim riskleri ve etkileri.....	86
Tablo 4. 26: Prototip üretim süreci program takvimi risk değerlendirmesi.....	87
Tablo 4. 27: Prototip üretim süreci program maliyeti risk değerlendirmesi.....	88
Tablo 4. 28: Prototip üretim süreci teknik perfortmans risk değerlendirmesi.....	89
Tablo 4.29: Risk matrisi konfigürasyon yönetim riskleri ve etkileri.....	90
Tablo 4.30: Konfigürasyon yönetim süreci program takvimi risk değerlendirmesi.....	90
Tablo 4.31: Konfigürasyon yönetim süreci program maliyeti risk değerlendirmesi.....	90
Tablo 4.32: Konfigürasyon yönetim süreci teknik performans risk değerlendirmesi.....	91
Tablo 4.33: Risk matrisi kalite yönetim süreci riskleri ve etkileri	91
Tablo 4.34: Kalite yönetim süreci program takvimi risk değerlendirmesi.....	92
Tablo 4.35: Kalite yönetim süreci program maliyeti risk değerlendirmesi.....	92
Tablo 4.36: Kalite yönetim süreci teknik performans risk değerlendirmesi.....	93
Tablo 4.37: Prototip uçak bakım süreci riskleri ve etkileri.....	93
Tablo 4.38: Prototip uçak bakım süreci program takvimi risk değerlendirmesi.....	94
Tablo 4.39: Prototip uçak bakım süreci program maliyeti risk değerlendirmesi.....	94
Tablo 4.40: Prototip uçak bakım süreci teknik performans risk değerlendirmesi.....	94
Tablo 4.41: Malzeme tedarik süreci riskleri ve etkileri.....	95
Tablo 4.42: Malzeme tedarik süreci program takvimi risk değerlendirmesi.....	95
Tablo 4.43: Malzeme tedarik süreci program maliyeti risk değerlendirmesi.....	96
Tablo 4.44: Malzeme tedarik süreci teknik performans risk değerlendirmesi.....	96
Tablo 4.45: Bilişim teknolojileri faaliyetleri riskleri ve etkileri.....	97
Tablo 4.46: Bilişim teknolojileri faaliyetleri proje takvimi risk değerlendirmesi.....	97
Tablo 4.47: Bilişim teknolojileri faaliyetleri proje maliyeti risk değerlendirmesi.....	97
Tablo 4.48: Bilişim teknolojileri faaliyetleri teknik performans risk değerlendirmesi.....	98
Tablo 4.49: Ürün doğrulama faaliyetleri riskleri ve etkileri.....	98
Tablo 4.50: Ürün doğrulama faaliyetleri proje takvimi risk değerlendirmesi.....	99

Tablo 4.51: Ürün doğrulama faaliyetleri proje maliyeti risk değerlendirmesi.....	099
Tablo 4.52: Ürün doğrulama faaliyetleri teknik performans risk değerlendirmesi.....	100
Tablo 4.53: Seçilen kritik RS/RPN değerleri.....	106
Tablo 4.54: Risk skoru (RS) korelasyon tablosu.....	112
Tablo 4.55: Risk öncelik sayısı (RPN) korelasyon tablosu.....	115
Tablo 4.56: Proje aşaması/risk skoru (RS) korelasyonu.....	118
Tablo 4.57: Proje aşaması/risk öncelik sayısı (RPN) korelasyonu.....	121
Tablo 4.58: Proje aşaması/risk saptanabilirlik (D) korelasyonu.....	125
Tablo 5.1: Ar-Ge'yi ilgili faaliyetlerden ayırmak için ek ölçütler.....	130

ŞEKİLLER

Şekil 2.1: Temel yenilik göstergeleri.....	6
Şekil 2.2: Ürün yaşam döngüsü.....	9
Şekil 2.3: IPPD yaklaşımına karşılık geleneksel seri yaklaşım ve değişikliğin maliyeti.....	15
Şekil 2.4: Hedef maliyetleme süreci.....	17
Şekil 2.5: Yeni ürün geliştirmede çapraz fonksiyonel takım yaklaşımı.....	19
Şekil 2.6: DFA yaklaşımının tasarımda yarattığı fark.....	20
Şekil 2.7: DFM/DFA’de tasarım akış diyagramı.....	21
Şekil 2.8: QFD matrisi.....	23
Şekil 2.9: Eş zamanlı mühendislik ile zamanın etkin kullanımı.....	25
Şekil 2.10: CAD verisinin birlikte çalıştığı bazı yazılımlar.....	26
Şekil 2.11: Ürün geliştirmede kullanılan işletmeler arası kıyaslama çizelgesi.....	27
Şekil 2.12: Tedarikçi entegrasyonu spektrumu.....	28
Şekil 2.13: Konfigürasyon yönetimi süreci modeli.....	29
Şekil 3.1: 20 yıllık yeni yolcu ve kargo uçağı teslimatı.....	33
Şekil 3.2: Dünyadaki savunma harcamaları 2004-2013.....	34
Şekil 3.3: Dünya savunma sanayi liğı.....	36
Şekil 3.4: Türkiye savunma ve havacılık sanayi cirosu.....	37
Şekil 3.5: Savunma ve havacılık sanayi ihracatı.....	38
Şekil 3.6: 2013 yılı alt sektörler ihracat dağılımı.....	39
Şekil 3.7: 2013 yılı ihracatın dağılımı.....	40
Şekil 3.8: 5 Yıllık birikimli verilerle Türkiye’nin savunma ihracat-ithalat sıralaması.....	41
Şekil 3.9: Toplam Ar-Ge değerleri (Milyon \$).....	42
Şekil 3.10: Bir savunma sanayi projesinde ürün fazları.....	44
Şekil 3.11 Uçak tasarımının üç adımı.....	47
Şekil: 3.12 Sistem mühendisliğı süreci.....	48
Şekil 3.13: Sabit pozisyon yerleşimi.....	51
Şekil 3.14: Geçerli kılma (Validasyon) süreç modeli.....	53

Şekil 3.15: Doğrulama (Verifikasyon) süreç modeli.....	54
Şekil 4.1: Uçak veya sistem geliştirme süreci modeli.....	57
Şekil 4.2: Risk yönetimine yapılan yatırımlar.....	58
Şekil 4.3: Araştırmanın teorik modeli.....	61
Şekil 4.4: RHTEA sürecinin adımları.....	66
Şekil 4.5: Takvim, maliyet ve teknik performans risk skoru (RS) pareto diyagramı.....	101
Şekil 4.6: Maliyet risk skoru (RS) pareto diyagramı.....	101
Şekil 4.7: Teknik performansın risk skoru (RS) pareto diyagramı.....	102
Şekil 4.8 : Proje takviminin risk öncelik sayısı (RPN) pareto diyagramı.....	103
Şekil 4. 9: Proje maliyetinin risk öncelik sayısı (RPN) pareto diyagramı.....	104
Şekil 4.10 : Ürün teknik performansının risk öncelik sayısı (RPN) pareto diyagramı.....	105
Şekil 4.11: Proje takvimi için RS/RPN grafiği.....	106
Şekil 4.12: Proje maliyeti için RS/RPN grafiği.....	107
Şekil 4.13: Teknik performans için RS/RPN grafiği.....	108
Şekil 4.14 : Proje takvimi/proje maliyeti için RS grafiği.....	110
Şekil 4.15: Proje takvimi/teknik özellikler için RS grafiği.....	110
Şekil 4.16: Proje maliyeti/teknik özellikler için RS grafiği.....	111
Şekil 4.17: Proje takvimi/proje maliyeti için RPN grafiği.....	112
Şekil 4. 18: Proje takvimi/teknik özellikler için RPN grafiği.....	113
Şekil 4.19: Proje maliyeti/teknik özellikler için RPN grafiği.....	114
Şekil 4.20: RS için proje aşaması/proje takvimi grafiği.....	116
Şekil 4.21: RS için proje aşaması/proje maliyeti grafiği.....	117
Şekil 4.22: RS için proje aşaması/teknik özellikler grafiği.....	117
Şekil 4.23: RPN için proje aşaması/proje takvimi grafiği.....	119
Şekil 4.24: RPN için proje aşaması/proje maliyeti grafiği.....	119
Şekil 4.25: RPN için proje aşaması/teknik özellikler grafiği.....	120
Şekil 4.26: Orijinal hesaplamalardan sapmalar.....	122
Şekil 4.27: Proje takvimi için proje aşaması/saptanabilirlik(D) grafiği.....	123
Şekil 4.28: Proje maliyeti için proje aşaması/ saptanabilirlik(D) grafiği.....	123

Şekil 4.29: Ürün teknik özellikleri için proje aşaması/saptanabilirlik(D) grafiği.....	124
Şekil 5.1 : Bakım gereksinimi eğrisi.....	134

KISALTMALAR

AR-GE	: Araştırma Geliştirme
BTSO	: Bursa Ticaret ve Sanayi Odası
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım
CAM	: Bilgisayar Destekli İmalat
DFM/A	: İmalat ve montaj için tasarım
DoD	: ABD Savunma Bakanlığı (Department of Defence)
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlaması (Enterprise Resource Planning)
QFD	: Kalite fonksiyonu yayılımı (Quality function deployment)
HTEA	: Hata Türü ve Etkileri Analizi
IPD	: Bütünleşik Ürün Geliştirme (Integrated Product Development)
IPPD	: Bütünleşik Ürün ve Süreç Geliştirme (Integrated Product and Process Development)
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükte İşletme
RHTEA	: Risk Hata Türü ve Etkileri Analizi
RPN	: Risk Öncelik Sayısı (Risk Priority Number)
RS	: Risk Skoru
SASAD	: Savunma Sanayii İmalatçılar Derneği
SIPRI	: Stockholm Uluslararası Barış Araştırmaları Enstitüsü (Stockholm International Peace Research Institute)
SSM	: Savunma Sanayii Müsteşarlığı
SWOT	: Güçlü yönler, Zayıf yönler, Ffırsatlar, Tehditler (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats)
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TSK	: Türk Silahlı Kuvvetleri
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

1. GİRİŞ

İleri teknoloji gerektiren savunma ve havacılık sanayiinin, stratejik önemi yüksek olup, bu sektörde yurt dışına bağımlı olmak ülke için önemli sonuçlara yol açabilmektedir. O nedenle sektörde yurt dışından ürün alma ihtiyacını minimuma indirecek özgün ürünler geliştirmek çok önemlidir.

Bu öneminden dolayı, sektörde ürün geliştirme faaliyetlerinin iyi analiz edilerek kullanılan yöntemlerin, başarı faktörlerinin, potansiyel problemlerin ve risklerin ortaya konması gereklidir. Bu çalışmanın konusu, dünyada ve ülkemizde savunma ve havacılık sektörünün içinde bulunduğu durum, sektördeki yeni ürün geliştirme faaliyetlerinin nedenleri, aşamaları, bu aşamalarda yaşanan problemler ve risklerdir.

Bu konu çerçevesinde yapılan araştırmanın amacı, büyük geliştirme projelerinin söz konusu olduğu sektörün özelliklerini ortaya koyarak, sektörde bir uçak geliştirme projesi için hata ve risk faktörlerini sayısal olarak ifade etmek, bu suretle kıyaslama yapmak, önemli addedilen risklerin projenin seyrine bağlı olarak etkisini değerlendirmek ve bunların yönetilmesi için öneriler geliştirmektir.

Savunma ve havacılık sanayii genellikle en ileri, uç teknolojilerin kullanıldığı, sürekli yeni teknolojilere gereksinim duyan, teknolojinin çok önemli olduğu bir alandır. Bu alanda geliştirilen teknolojilerin daha sonraları sivil amaçlarla da kullanıldığı, dolayısıyla ülkelerin kalkınmasına direkt olmasa da önemli faydaları bulunduğu bir gerçektir (Tübitak Vizyon 2023 Panel Raporu 2003, s.3). Bu nedenle, savunma ve havacılık alanında ülkemizin yeni ürünler geliştirmesi önemlidir. Bu öneminden dolayı, bu çalışmanın konusu olarak sektördeki hızla gelişen özgün ürün geliştirme faaliyetleri ele alınmıştır.

Öte yandan bu sektörde ürün geliştirme faaliyetleri diğer sanayi dallarından bazı farklılıklar göstermektedir. Sektörde kullanıcı ihtiyaçları, dolayısı ile proje içerikleri ve amaçları her an değişmekte, yeni faaliyet ve teknoloji alanları ortaya çıkmakta ve proje

aşamaları değişiklikler göstermektedir (Tübitak Vizyon 2023 Panel Raporu 2003, s.18). Bir çok standartla uyumlu olmak zorunda olan, Ar-Ge ve program yönetimi tekniklerinin ön plana çıktığı ürün geliştirme gerek maliyeti, gerekse karmaşıklığı nedeniyle hataların oluşmadan önlenmesinin ve yapısı gereği kaçınılmaz olan risklerin sistematik bir biçimde yönetilerek azaltılmasının önemli olduğu bir süreçtir.

Akademik yazındaki çalışmalar incelendiğinde, yeni ürün geliştirme konusuna farklı açılardan yaklaşıldığı görülmektedir. Çalışmaların bazılarında yeni ürün geliştirme performansını etkileyen unsurlar ve bunların etkileri araştırılmıştır. Bazı çalışmalarda ise, ürün geliştirmede kullanılan yöntemler belirlenmiş ve bunların etkileri değerlendirilmiştir. Bir kısım çalışmada ise, ürün geliştirme süreci ile ilgili potansiyel hata ve risklerin incelendiği görülmektedir.

Bu çalışmada ise, özel bir sektör olan savunma ve havacılık alanındaki yeni ürün geliştirme süreci tanımlanmış ve sürecin her bir aşamasındaki olası hata ve riskler değerlendirilmiştir. Teorik model oluşturulurken yöntem olarak, sistem mühendisliğinde kullanılan ve sektördeki ürün geliştirme projelerinin ömür döngüsünün adım adım gösterildiği, ayrıca bu projelerin özelliğine bağlı olarak adımlar arasındaki hem sıralı, hem de bütüncü ilişkisinin bulunduğu V diyagramından yararlanılmış; bu diyagrama sürecin tamamını etkileyen Ar-Ge, program yönetimi, tedarik, yan sanayi gibi faaliyetlerin yanı sıra, hata ve risk unsurları eklenmiştir. Bu suretle sektördeki ürün geliştirme aşamalarının ve bu aşamalarda oluşabilen hata ve risklerin kolayca anlaşılması hedeflenmiştir.

Savunma ve havacılık projeleri için geçerli olan bu çalışmada tanımlanan potansiyel problemlerin ürün geliştirme projelerinin erken aşamalarında dikkate alınması, proje süresi, maliyeti ve performansını olumsuz etkileyebilecek bu yüksek risk faktörlerinin indirgenmesini sağlayacaktır.

Çalışma iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde genel anlamda ürün geliştirme süreci irdelenmiş; savunma ve havacılık sektörünün özelliklerine değinilmiş, bu alanda faaliyet

gösteren işletmelerin yeni ürün geliştirme süreçleri ve bu süreçlerdeki idari ve teknik gereksinimlerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde savunma ve havacılık işletmelerinin misyonlarını yerine getirmek için yaptıkları Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri, uyguladıkları yöntemler, proje yönetim şekilleri ve bu süreçte karşılaştıkları sorunlar ve zorluklar incelenmiştir.

Araştırmanın ikinci bölümünde ise, ilk bölümde yapılan literatür incelemesine dayanılarak uygulamalı bir çalışmaya yer verilmiştir. Bu bölümde hata türleri ve etkileri analizi yapılarak bir hava aracının geliştirilmesi sürecindeki risklerle ilgili çıkarımlar yapılmış, değerlendirmelerde bulunulmuş ve öneriler geliştirilmeye çalışılmıştır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1 ÜRÜN VE YENİ ÜRÜN GELİŞTİRME KAVRAMLARI

Teknolojideki gelişmeler ve küreselleşen pazarla birlikte yeni ürün geliştirme ihtiyacı hızla artmış, 1950’lerde üretime dayalı olan rekabet üstünlüğü farklı ürün geliştirmeye endeksli duruma gelmiştir (Mazumdar 2002, p. 71). Günümüzde ürünler giderek karmaşılaşırken, yaşam döngüleri de kısalmıştır. Bunun neticesinde her yıl pazara yüzlerce yeni malzeme ve ürün sürülmektedir (Tübitak Vizyon 2023 Panel Raporu 2003, s.36). Ancak son derece rekabetçi olan müşteri pazarına yönelik pazarlama dünyasında yeni ürünlerin bir çoğu başarısız olmaktadır. Bu nedenle işletmeler, yeni ürünün fikir aşamasından pazara sunulma aşamasına kadar olan süreci iyi şekilde planlayıp uygulamalıdır (Ötken 2012, s.4).

2.1.1 Ürün

Warren Keegan ürünü, kullanıcısına ve tüketicisine fayda sağlayan ve onları tatmin eden fiziksel, psikolojik ve sembolik özelliklerin toplamı olarak tanımlamıştır (Pakünlü 2010, s. 3). Kotler ve Armstrong ise ürünü, bir pazarın dikkatini çekmesi, alması, kullanması ya da tüketmesi için sunulan, belirli bir ihtiyacı ve isteği doyurma özelliği bulunan ve değişime konu olan her şey olarak tanımlamaktadır. Ürün, fiziksel bir nesne olabileceği gibi fiziksel nesne ile birlikte hizmetin birleşiminden de oluşabilir (Kotler ve Armstrong 2008, p. 63).

Ürünler çeşitli ölçütlere göre sınıflara ayrılmaktadır. Örneğin: kaynağına göre madenler, tarım ürünleri ve imal edilmiş ürünler olarak ya da fiziksel özelliklerine göre dayanıklı ve dayanıksız mallar olarak sınıflara ayrılabilir. Tablo 2.1’de tüketim ürünleri ve endüstriyel ürünler olarak yapılan sınıflandırma görülmektedir (Memiş 2007, ss. 21-24).

Tablo 2.1: Ürünlerin sınıflandırılması

Tüketim Ürünleri	Endüstriyel Ürünler
1. Kolayda Ürünler — Sürekli Satın Alınan Ürünler — İç Tepi ile Satın Alınan Ürünler — Acil Ürünler 2. Beğenmeli Ürünler 3. Özelliği Olan Ürünler 4. Aranılmayan Ürünler	1. Hammaddeler 2. Üretimde kullanılan gereçler ve parçalar 3. Tesisler 4. Yardımcı malzemeler 5. İşletme malzemeleri 6. Profesyonel Hizmetler

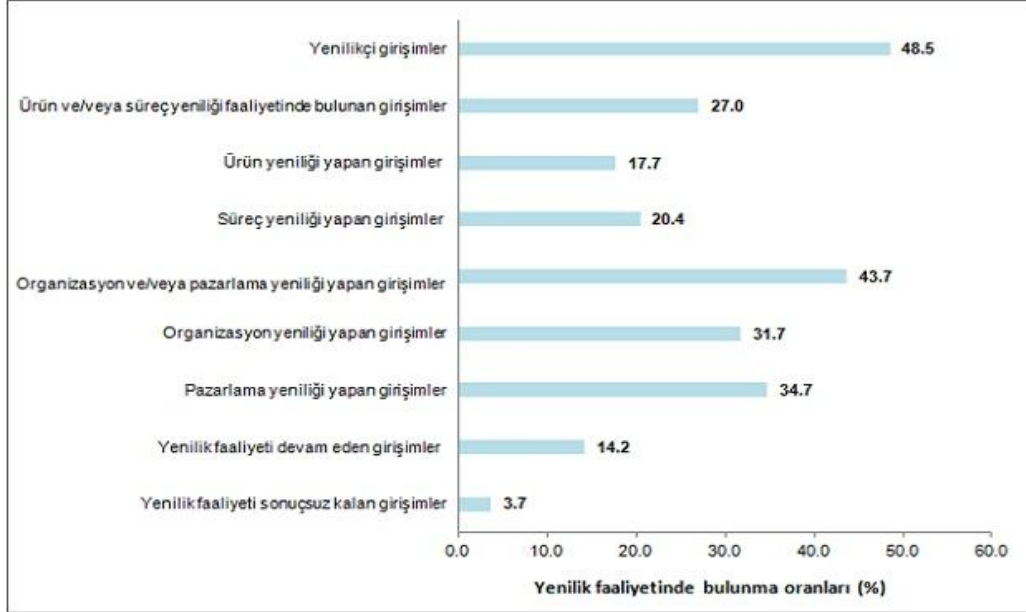
Kaynak: Türkiye’de fındık üretiminde yeni ürün geliştirme süreci ve bir uygulama, Memiş, S., 2007, s.24.

2.1.2 Yeni Ürün Geliştirme Süreci

Yeni ürün geliştirme bir pazardaki fırsatı algılamakla başlayıp, üretim, satış, ve ürünün teslimatı ile sonuçlanan faaliyetler serisidir (Loch ve Kavadias 2008, p.3). Bu süreci anlamak, yüksek kaliteli ürün elde etmek için önemlidir. (Mazumdar 2002, p. 71). Yeni ürün geliştirme süreci her şeyden önce, işletme ve pazarlama yönetiminin genel stratejileri ile buna bağlı olarak yeni ürünlerle ilgili stratejik bakış açısına bağlı olarak gelişir (Bayhan 2008, p. 6). Otomotiv, havacılık, bilgisayar gibi alanlardaki büyük işletmeler yeni bir ürünün, modelin veya spesifik bir parçanın geliştirilmesi için sistematik bir yaklaşım sergilemektedir. Yeni ürün geliştirmeye daha geniş bir bakış, ürün yaşam döngüsünün tasarım, imalat, dağıtım, teknik destek ve yok etme/geri dönüşümünü sağlama aşamaları arasındaki karşılıklı bağımlılıkları yönetmeyi gerektirir (Mazumdar 2002, p. 71).

Müşteri ihtiyaçlarını ürün tasarım ve üretimine dönüştüren ve uzun bir süreç olan yeni ürün geliştirmenin tipik karakteristikleri yaratıcılık, inovasyon, dinamizm, iç disiplin, ilişki, paralellik, iterasyon, yoğun iletişim, ileriye dönüklük, yoğun planlama, belirsizlik ve risk olarak tanımlanabilir. Negele ve diğ (1999, ss.1-9). Yeni ürün geliştirmede özellikle inovasyon önemli olup, şekil 2.1, 2010-2012 yılları arasında ülkemizde inovasyona yönelik girişimlerin çeşitliliğini göstermektedir (Yenilik araştırması 2012).

Şekil 2.1: Temel yenilik göstergeleri



Kaynak: Yenilik Araştırması, 2012: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=13640> [ziyaret tarihi 13.02.2015].

2.1.3 Yeni Ürün Geliştirmenin Sebepleri ve Önemi

İşletmelerin yaşamlarının sınırsız olması istenir ve çalışmalar buna göre yapılır. Günümüz şartlarında bunu sağlayabilmek için işletmeler küresel pazarda rekabet etme yeteneğine sahip olmalıdırlar (Pakünlü 2010, s.14). Geçmiş yıllardaki daha düşük harcama yapmak veya ürüne daha iyi nitelik kazandırmak gibi yaygın stratejiler, günümüz koşullarında yeterli değildir. Artık değer yaratabilen ve yeni ürün geliştirerek yeni pazarlara egemen olan işletmeler üstünlük sağlayacaktır (Gönüllüoğlu 2003, s.104). Yeni ürün sunmak, işletmenin sürdürülebilir rekabet üstünlüğü elde etmesinde kritik bir faktör olarak görülmektedir. Teknolojik yenilikleri birikimleriyle birleştirerek ürüne dönüştüren ve ekonomik kazanç sağlayan kuruluşlar, rekabette önemli avantajlar elde ederler. Bu nedenle ürün geliştirme konusunda yürütülen çalışmalar işletmelerin gündeminde önemli bir yer tutmaktadır (Bayhan 2008, s. 8). İşletmenin iç ve dış çevresindeki değişikliklere uyum sağlamak için de ürün geliştirme faaliyeti önemlidir. Teknolojik gelişmeler, tüketici tercihlerinin ve modanın değişmesi işletmelerin yeni ürünler üretmesini gerektirir (Yeni

ürün geliştirme 2015). İşletmeler, çeşitli nedenlerle ürün geliştirerek pazara sürmek ister. Bu sebeplerin başlıcaları şunlardır:

- i. Kaynakların daha iyi kullanılmak istenmesi en önemli nedendir. Bir işletmenin ilk amacı tam kapasite ile çalışmaktır. Böylece bazı giderler düşürülerek üretilen ürün miktarları artırılıp; daha geniş bir ürün yelpazesine sahip olunabilir (Bayhan 2008, s. 8)
- ii. Alıcılar genel olarak birbiriyle alakalı malların aynı işletme tarafından üretilmesini isterler. Bu durum, üreticinin tüketici karşısındaki konumunu güçlendirir. Aynı zamanda, dağıtım kanallarının da güçlenmesini sağlar. Örneğin perakendeciler her çeşit ev aleti üreten bir işletmeyi, sadece buzdolabı üreten bir işletmeye tercih eder. Bazen ürünleri kalitesini yükseltmek veya düşük tutmak amacıyla da yeni ürün üretilir. Bu sayede, o alandaki kârların da işletmeye çekilmesi sağlanır (Ürün yönetimi 2015).
- iii. Pazar payını artırarak ve yeni iş fırsatları bularak büyümek için ürün geliştirme yapılmaktadır. Kuzey Amerika ve Avrupa’da yapılan, otomotiv, tüketici ürünleri, kimyasal üreticiler, ilaç işletmeleri, teknoloji ve iletişim gibi hemen hemen her sektörden toplam 650 işletmenin katıldığı araştırma sonuçlarına göre büyüme faktörlerinin önem derecesine göre sıralaması tablo 2.2’de yer almaktadır. Buradan da görüleceği üzere “yeni ürün lansmanları” her sektörde büyümenin en önemli etkeni olarak görülmektedir (Pakünlü 2010, s. 15).

Tablo 2.2: Sektörel bazda büyüme faktörlerinin önem sıralaması

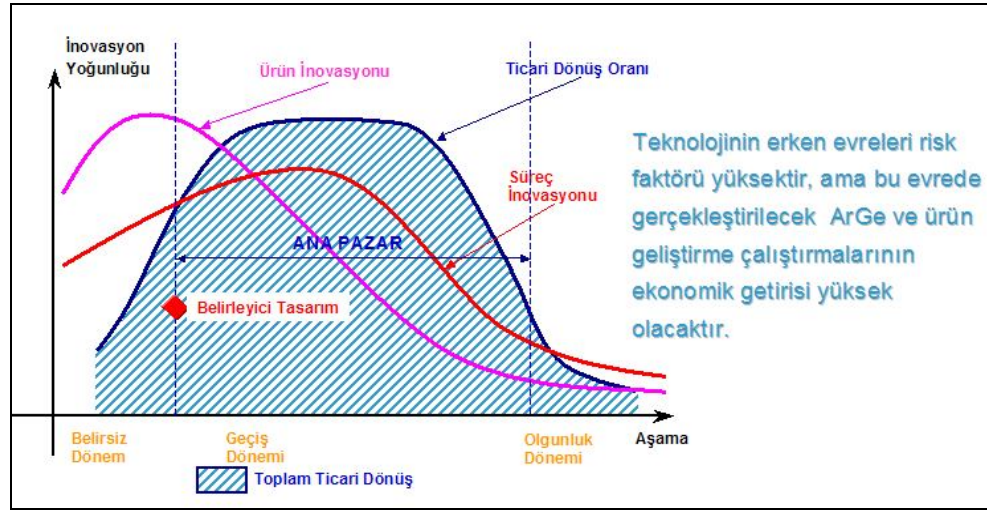
	TÜM SANAYİ	OTOMOTİV	TÜKETİCİ ÜRÜNLERİ	DİĞER SANAYİ	YÜKSEK TEKNOLOJİ	YAŞAM BİLİMİ	KİMYA
1	Yeni Ürün Lansmanı	Yeni Ürün Lansmanı	Yeni Ürün Lansmanı	Yeni Ürün Lansmanı	Yeni Ürün Lansmanı	Yeni Ürün Lansmanı	Yeni Ürün Lansmanı
2	Ekonomik Gelişme	Ekonomik Gelişme	Yeni Kanallar	Ekonomik Gelişme	Ekonomik Gelişme	Sektörel Büyüme	Ekonomik Gelişme
3	Sektörel Büyüme	Sektörel Büyüme	Ekonomik Gelişme	Sektörel Büyüme	Sektörel Büyüme	Joint Venture	Sektörel Büyüme
4	Yeni Kanallar	Yeni Pazarlar	Sektörel Büyüme	Yeni Pazarlar	Yeni Kanallar	Yeni Kanallar	Yeni Pazarlar
5	Yeni Pazarlar	Joint Venture	Yeni Pazarlar	Yeni Kanallar	Joint Venture	Birleşim ve Edinim	Yeni Kanallar
6	Joint Venture	Yeni Kanallar	Birleşim ve Edinim	Joint Venture	Yeni Pazarlar	Yeni Pazarlar	Joint Venture
7	Birleşim ve Edinim	Birleşim ve Edinim	Joint Venture	Birleşim ve Edinim	Birleşim ve Edinim	Ekonomik Gelişme	Birleşim ve Edinim

Kaynak: Pazarlama stratejileri ile ürün geliştirme süreçleri arasındaki ilişkiler ve bir uygulama, Pakünlü 2010, s. 16.

- iv. Rakipler de pazara yeni ürün sürüp başarılı olmak suretiyle, ürün geliştirmeye teşvik edebilir. Diğer işletmelerin pazara yeni ürün sürmeleri ve başarılı olmaları durumunda, işletmenin rekabet edebilmesi için onları izlemesi gerekebilir.. Ayrıca rekabetten bir ölçüde kurtulmak ya da rakip işletmelere üstünlük sağlamak amacı ile de yeni ürün üretilebilir (Yeni ürün üretmenin ve geliştirmenin nedenleri 2015).
- v. Tüketici tercihleri değişmektedir. O nedenle, işletmenin büyüebilmesinin yanında hayatını devam ettirebilmesi ve pazardaki yerini koruyabilmesi için tüketici tercihlerini ve modayı izleyerek yeni ürünler üretmesi gerekmektedir.Yaşam döngüsü belirli bir olgunluğa ulaşmış ürünlerde değişiklik yapmak veya ürün yaşam döngüsünün sonuna ulaşan ürünlerin, yeni ve gelişmiş güncel versiyonlarını pazara sürmek önemlidir (Bayhan 2008, s. 11). Bazı Japon işletmeleri, rekabete dayalı dünya ekonomisinde, kendi ürünlerinin ömrünü en etkin şekilde kısaltan, yani kendi ürünlerini sistematik olarak terk etme işini en iyi organize eden işletmelerin daha başarılı olacağını kabul

ederek yeniden yapılanmaktadır. Bu gibi işletmeler faaliyetlerini, gelecekteki beş yıllık satışlarının yüzde yetmişinin bugün henüz mevcut olmayan ürünlerden gelmesi gerektiği politikasına göre sürdürmektedir (Drucker 1996, s. 80). Şekil 2.2’de görüldüğü gibi, yaşam döğüsünde olgunluğa erişmiş ürünlerin ekonomik getirisi düşük olduğu için, pazardan çekilerek yeni ürünler sürülmesi gerekmektedir (İnovasyon ve ar-ge 2015).

Şekil 2.2: Ürün yaşam döngüsü



Kaynak: İnovasyon ve arge, www.makina.selcuk.edu.tr/img/5_INOVASYON_VE_ARGE.pdf [ziyaret tarihi 05.03.2015].

2.2 YENİ ÜRÜN GELİŞTİRME SÜRECİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Bazı ürünlerin üretim hattı aynı kalır ve bu ürünler genelde önemli değişikliğe uğramadan işletmeler tarafından yıllarca satılabilir. Ancak böyle birkaç istisna dışında yeni ürün geliştirmek çabası bir zorunluluk haline gelmiş olup, bu çabaların başarıya ulaşması pek çok faktöre bağlıdır (Pakünlü 2010, s. 37). Ürün geliştirmeye etki eden faktörler şöyle sıralanabilir (Kobu 1999, s. 82).

- i. İşletme politikaları,
- ii. Pazarlama olanakları,

- iii. Mamul karakteristikleri,
- iv. Ekonomik faktörler,
- v. Üretim olanakları

Bir başka yaklaşıma göre ise, her işletme için farklılıklar olmakla birlikte, yeni ürün geliştirme projelerinin başarısını belirleyen genel faktörler şunlardır (Güçlü 2008, s. 15):

- i. Net olarak ifade edilmiş proje hedefleri,
- ii. Proje ekibi yapısı,
- iii. Proje yönetim ve kontrol becerisi,
- iv. Teknik bilgi yeterliliği,
- v. Teknoloji ve altyapının uygunluğu,
- vi. Üst düzey yönetimin ilgisi,
- vii. Proje maliyetlerinin ve sürenin değişimi.

2.3 YENİ ÜRÜN GLİŞTİRME SÜRECİ İŞLEMLERİ

Yeni ürün geliştirme süreci riskli ve maliyetli bir süreçtir (Ötken 2012, s.8). Oluşacak riskleri azaltmak ve işletmenin zarar görmesini önlemek için planlı ve kontrol altında yürütülmesi gereken bu sürecin planlanması sırasında, aşağıdaki hususlar belirlenmektedir (TSE Kalite yönetim sistemleri 2009)

- i. Tasarım ve geliştirme aşamaları,
- ii. Her bir tasarım ve geliştirme aşamasına uygun; gözden geçirme, doğrulama ve geçerli kılma faaliyetleri,
- iii. Tasarım ve geliştirme için sorumluluklar ve yetkiler.

Çeşitli teknolojilerin, süreçlerin ve pazar fırsatları ile ekonomik değer yaratma potansiyelinin kombinasyonundan oluşan yeni ürün geliştirme faaliyeti, esasında bir seçme, dönüştürme ve koordinasyon çalışmasıdır (Loch ve Kavadias 2008, p. 4). Bu

süreç, şekil 2.3’de görüldüğü gibi başlıca üç aşamada gerçekleşmektedir (Pakünlü 2010, s. 30). Bunlar:

- iv. Geliştirme öncesi faaliyetler,
- v. Geliştirme aşaması faaliyetleri,
- vi. Üretime karar verme ve pazara giriş

Tablo 2.3: Ürün geliştirme süreci ve işlemler

ANA SÜREÇLER	ALT SÜREÇLER	İŞLEMLER
Geliştirme Öncesi Faaliyetler	Fikirlerin Değerlendirilmesi	Fikir dikkate değer mi?
		Geliştirilen ürünlerin temelinde fikir yatar.
		Ürün fikri, işletme amaçları, stratejileri ve kaynakları ile tutarlı mı?
		Toplanan fikirlerin değerlendirilerek uygun olanlarının seçilmesidir.
	Kavram Geliştirme	Müşterilerin tamam diyeceği iyi bir ürün kavramı var mı?
		Ürün fikirlerinin, tüketicilerin diliyle anlamlı terimler haline gelmesidir.
	Stratejilerini Belirleme	Nasıl bir strateji izlenmeli?
		Ürün geliştirme stratejileri belirlenir.
	Ekonomik Analiz	Bu ürün işletmenin kâr hedeflerini karşılayacak mı?
		Ürünün işletmenin kârlılığına, satışlarına ve maliyetlerine katkıları hesaplanır.
Geliştirme Aşaması Faaliyetleri	Ürünün Geliştirilmesi	Bu ürünü teknik olarak yapabilir miyiz?
		Ürün teknik ve pazarlama açısından mükemmel bir ürüne dönüştürülür.
	Test	Ürünün satışları beklentilerimizi karşılar mı?
		Ürünün pazar potansiyelini saptamak, satış politikalarının etkinliği ölçülür.
Üretime Karar Verme ve Pazara Giriş	Pazara Sunum	Ürünü, ne zaman, nasıl, nerede ve kime sunacağız?
		Ambalaj ve dağıtım özellikleri belirlenir.

Kaynak: Pazarlama stratejileri ile ürün geliştirme süreçleri arasındaki ilişkiler ve bir uygulama, Pakinli 2010, s.35.

2.4 YENİ ÜRÜN GELİŞTİRME YAKLAŞIMLARI

Yeni ürünlerin geliştirilmesi için, her işletme kendi koşullarına ve mevcut kaynaklarına uygun bir metod ve süreç izlemektedir. Bu metodlar üründen ürüne olduğu kadar, benzer konularda faaliyet gösteren işletmeler arasında da farklılıklar göstermektedir (Gönüllüoğlu 2003, s. 105).

Yeni ürün geliştirme yaklaşımları “seri ürün geliştirme yaklaşımı” ve “eş zamanlı ürün geliştirme yaklaşımı” şeklinde iki kısma ayrılır. Seri ürün geliştirme yaklaşımı; ürün geliştirme çalışmalarının belirli bir işlem sırasını takip etmesine dayanmaktadır. Eş zamanlı ürün geliştirme yaklaşımı ise, ürün geliştirme çalışmalarının ve süreç faaliyetlerinin eş zamanlı olarak gerçekleştirilmesi esasına dayanır (Pakünlü 2010, s. 38).

Öte yandan, geliştirme projelerinin özelliklerine bağlı olarak da ürün geliştirme faaliyetlerine farklı yaklaşımlar sergilenmektedir (Gümüş 2008, s. 6). Geliştirme projelerinin tiplerine göre bazı stratejik ürün geliştirme seçenekleri şunlardır:

Tamamen yeni ürünler: Oldukça farklı ürün veya üretim teknolojisi içerirler. Büyük harcamalarla AR-GE’ye gereksinim duyulur. Çağımız büyük teknolojik gelişmelerle dolu olmasına rağmen tamamen yeni ürün meydana getirmek çok güç ve riskli bir iştir (Ürün yönetimi 2015).

Yeni ürün platformları (İşletme için yeni ürün): Yeni bir ürün ailesi geliştirmek için büyük ölçekli çalışmadır. Yeni ürün hatları yeni keşfedilen bir ürün kadar riskli değildir ve işletmenin birbiriyle bağlantılı ürün kategorilerinde ürün çeşitlendirmesini sağlamaktadır. Korkmaz ve diğ.(2011, s.434).

Mevcut ürün platformlarının türevleri (Pazar için yeni ürün): Yeni bir veya birkaç ürün geliştirerek mevcut ürün hattının genişletilmesi, işletmeye az bir maliyet ve pazarlama

başarısızlığı riskiyle ürünlerini sürekli canlı tutmasını sağlamaktadır. Korkmaz ve diğ.(2011, s.434).

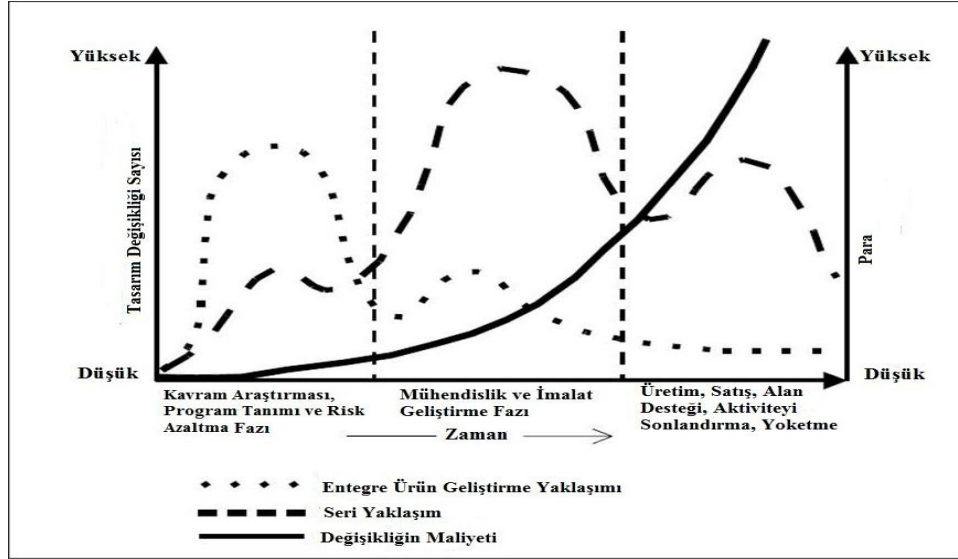
Mevcut ürünlerin iyileştirilmesi: Pazardaki ürünün güncel ve rekabetçi kalabilmesi için yeni özelliklerin eklenmesi veya daha geniş performansa ve niteliklere sahip ürünlerin mevcutlar ile yer değiştirmesidir (Pakünlü 2010, s. 21).

2.5 YENİ ÜRÜN GELİŞTİRME SÜREÇLERİNDE KULLANILAN TEKNİKLER

Uzun bir süreye yayılan yeni ürün geliştirme işleminde işletmelerin kullandıkları pek çok teknik mevcuttur. Bunlar, daha geliştirme sürecinin başında fikirlerin ortaya çıkması ve toplanması aşamasında başlayıp ürün olarak müşterilere sunulmasına kadar geçen sürede kullanılan teknikler olarak tanımlanabilir (Pakünlü 2010, s. 41). Yeni ürün geliştirme sürecinde doğru yöntemler kullanmayan işletmeler, başarısız veya pahalı ürün elde etmeye mahkumdur. Ürüne bağlı maliyetlerin yüzde 80'e varan kısmı geliştirme fazında belirlenmektedir (Mamul yaşam dönemi yaklaşımı 2015).

Yeni ürün geliştirmede başarılı işletmeler bu süreçte daha fazla tekniği yoğun olarak kullanmakta ve doğru zamanda doğru metodu seçmektedirler. Öte yandan; araştırma ve geliştirme, satın alma, pazar incelemesi, kalite, lojistik ve proje yönetimi gibi disiplinlerden farklı metotları kaynaştırmak da önem arz etmektedir (RolandBerger 2013, p.2). Bu kapsamda ürün kavramından üretim ve alan desteğine kadar bütün aktiviteleri birleştiren bütünleşik ürün geliştirme (Integrated product development - IPD) adlı yönetim süreci yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem, maliyet ve performans hedeflerine erişmek için ürünü ve ürüne ait süreçleri benzer şekilde optimize eden çok fonksiyonlu takım kullanır (DoD IPPD handbook 1998, p.2). Şekil 2.3'de görüldüğü gibi özellikle programın daha esnek olduğu ürün ömür döngüsünün başlarında bu metodu kullanmak, ürün değişikliklerini uygulamanın maliyetini düşürdüğü için çok avantajlıdır (DoD IPPD handbook 1998, p.2).

Şekil 2.3: IPPD yaklaşımına karşılık geleneksel seri yaklaşım ve değişikliğin maliyeti



Kaynak: DoD IPPD handbook, Office of the Under Secretary of Defense, August 1998, p. 2.

Proje tipi yapılanmanın olduğu ürün geliştirme projelerinde ise, belirli amaçları ve hedefleri tamamlamak maksadıyla oluşturulmuş nispeten kısa vadeli bir hedef için işletme kaynaklarını planlama, organize etme ve yönetme faaliyeti olan program yönetimi, önemli bir yer tutar (Kerzner 2009, p. 4).

Yeni ürün geliştirme süreçlerinde doğru teknikleri kullanmanın faydaları (Pakünlü 2010, s. 41) şunlardır:

- i. Verimlilik, kalite ve maliyet üzerinde olumlu etki eder,
- ii. Yeni ürün geliştirme hızı artar,
- iii. İşletme ve ürün geliştirme performansı iyileşir,
- iv. Bölümler ve çalışanlar arası iletişim gelişir,
- v. Koordinasyonun sağlanır,
- vi. Ekiplerin başarısı artar,
- vii. Geliştirilen ürün sayısı artar,

- viii. Müşteri memnuniyeti sağlanır,
- ix. Geliştirilen ürünlerin pazardaki satış başarısı artar,
- x. İşletmenin kârlılığı ve rekabet gücü artar,
- xi. İşletmenin ürün yelpazesi genişler,
- xii. Yeni ürünlere yapılan yatırımların geri dönüşümü hızlanır,
- xiii. Ar-Ge çalışmalarının başarısı artar.

Yeni ürün geliştirme süreçlerinde kullanılan ve daha düşük maliyetli, daha hızlı ürün geliştirerek rekabette önemli avantajlar elde etmeyi sağlayan yaygın bazı araç ve yöntemler (RolandBerger 2013, p11) şunlardır:

- i. Hedef maliyetleme,
- ii. Çapraz fonksiyonel ekip metodu,
- iii. İmalat ve Montaj için tasarım (DFM/A),
- iv. Kalite fonksiyonu yayılımı (QFD),
- v. Eş zamanlı Mühendislik,
- vi. Bilgisayar destekli tasarım/İmalat (CAD/CAM),
- vii. Kıyaslama (Benchmarking),
- viii. İşbirlikçi tedarikçi entegrasyonu,

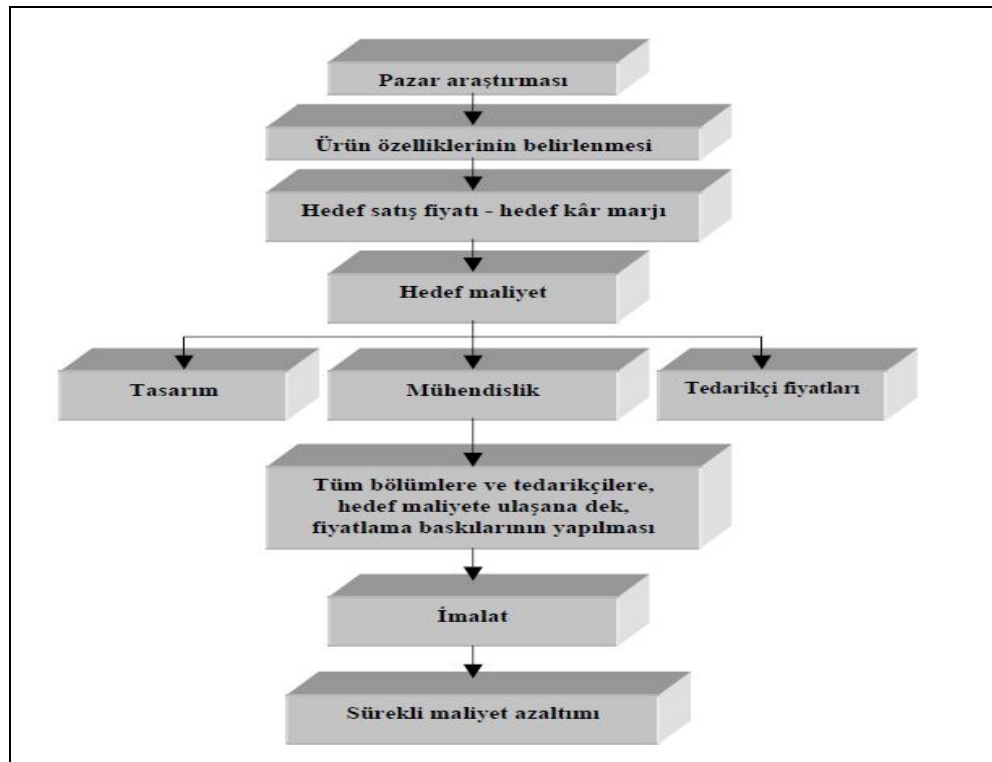
2.5.1 Hedef Maliyetleme

Stratejik bir maliyet ve yönetim süreci olarak ortaya konulan hedef maliyetleme yöntemi, yeni bir ürünün planlama, araştırma ve geliştirme sürecinde maliyetlerin düşürülmesi için ortaya atılan tüm fikirlerin gözden geçirilmesi yoluyla hız, kalite ve güvenilirlik gibi müşteri ihtiyacını karşılamayı sağlarken, bu ürünün tüm yaşam seyri maliyetlerinde düşmeyi amaçlayan bir faaliyet olarak da tanımlanabilir (Kaya 2010, s. 315).

Planlama ve tasarım aşamasında tüm maliyetlerin belirlenebildiği hedef maliyetleme yönteminin bir kavram olarak 1970’li yıllarda Japonya’da ortaya çıktığı ve ilk olarak 1969

yılında bir Japon otomotiv işletmesi olan Toyota Motor Manufacturing tarafından uygulanıp geliştirildiği bilinmektedir (Altınbay 2006, s. 142). Ürünlerin tasarımı aşamasında maliyet planlamasını savunan hedef maliyetleme yöntemi, stratejik bir kâr ve maliyet yönetim süreci olarak ortaya konmuştur (Aksoylu ve Dursun 2001, s. 362). Şekil 2.4’de hedef maliyetleme süreci şematik olarak gösterilmiştir.

Şekil 2.4: Hedef maliyetleme süreci



Kaynak: Pazarda rekabetçi üstünlük aracı olarak hedef maliyetleme, 2001, Aksoylu ve Dursun, ss.357-371.

2.5.2 Çapraz-Fonksiyonel Ekip Metodu

Mühendislik, pazarlama, finans, üretim ve insan kaynakları gibi farklı fonksiyonel uzmanlık birimlerinden gelen ve bir ürün geliştirme projesinin başından sonuna kadar her aşamasında görev alan kişilerin oluşturduğu ekip, çapraz bir ekiptir (Cross functional team 2015). Farklı fonksiyonel, eğitim ve deneyim alanlarına sahip oldukları için çapraz

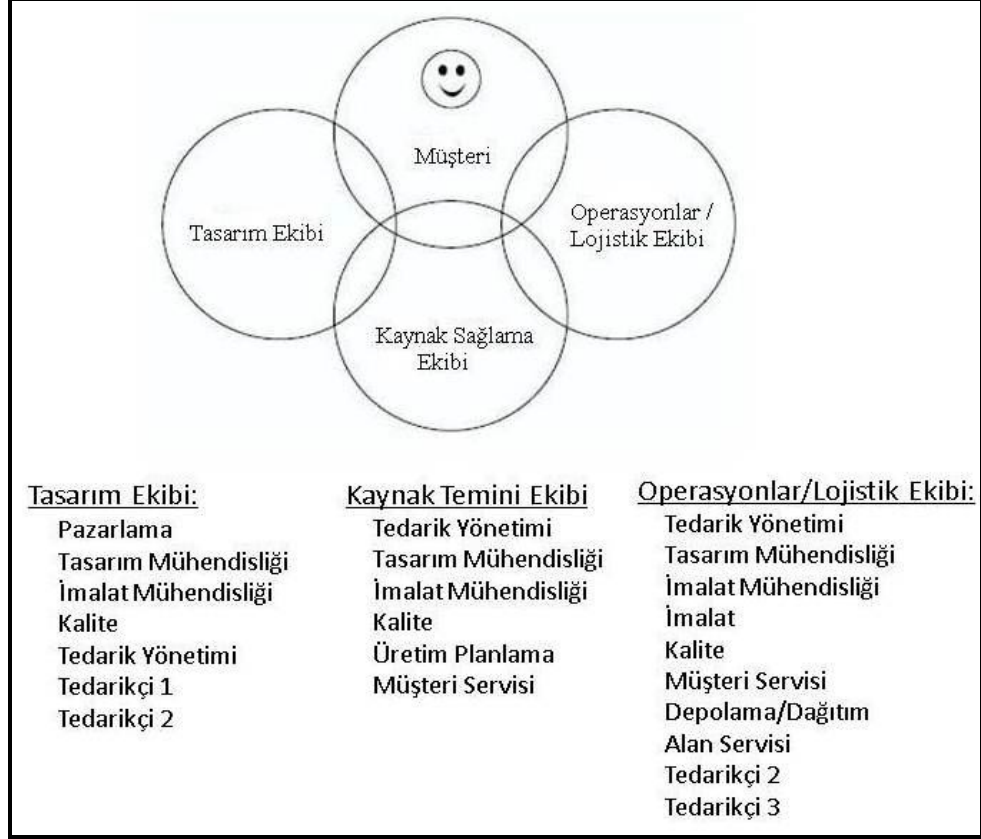
fonksiyonel ekipler, yenilikçi olma veya yaratıcı problem çözme gerektiren ürün geliştirme projelerinde çoklu yaklaşımlara sahip olabildiği ve yaşanan problemlere alternatif çözüm önerileri getirebildiği için son yıllarda çok yaygınlaşmıştır (Cross functional teams 2015). Ürün geliştirmenin üç özelliği çapraz fonksiyonel geliştirme ekiplerininin oluşturulmasını ve yönetilmesini zorlu bir iş şekline dönüştürmektedir (Smith 1997, pp. 49-53):

- i. Ekiptekilerin çoğu profesyonel bilgi çalışanlarıdır.
- ii. Mühendislik, bilim, pazarlama, imalat, finans gibi geniş bir aralığa yayılan kabiliyet gerekmektedir.
- iii. Yenilikçilik, literatürün kullanımının sınırlı olduğu belirsiz bir aktivitedir.

Bu nedenlerle çapraz-fonksiyonel ekip metodu insan kaynaklarına önemli yatırım gerektirmekte; daha çok zaman açısından kritik ve yüksek mali değeri olan projelerde kullanılmaktadır. Savunma ve havacılık alanındaki ürün geliştirme projelerinde satın alma faaliyetlerini (uçak malzemesi ya da aracı) etkinlikle yerine getirmek için çapraz fonksiyonel ekipler oluşturulmaktadır. Burt ve diğ.(2003, p. 108).

Sıralı fonksiyonel yaklaşımın aksine, şekil 2.5’de görüldüğü gibi tasarım mühendisliği, üretim mühendisliği, üretim, kalite, satın alma gibi farklı fonksiyonel alanlardan gelen pek çok çalışan ve dikkatlice ön kalifikasyondan geçirilmiş tedarikçiler, sürecin uygun bir aşamasında bu tür ekipler içinde yer almaktadır. Burt ve diğ.(2003, p. 109).

Şekil 2.5: Yeni ürün geliştirmede çapraz fonksiyonel takım yaklaşımı



Kaynak: World class supply management, Burt, D., Dobler, D., Starling, S., 2003, p. 109.

Kuşkusuz, yeni ürünleri hızla pazara sürmek, müşteri taleplerini hemen karşılamak, minimum envanter bulundurmak ve yüksek kaliteyi sağlamak için bütün aktiviteleri sıkıştırmak gerekli olup, bunun yolu da çapraz-fonksiyonel yaklaşımdan geçmektedir. Sonuç; tasarım zamanının kısaltılması, maliyetin azaltılması, kalitenin iyileştirilmesi ve teslimat takviminin tutturulmasıdır. Burt ve diğ.(2003, p.109).

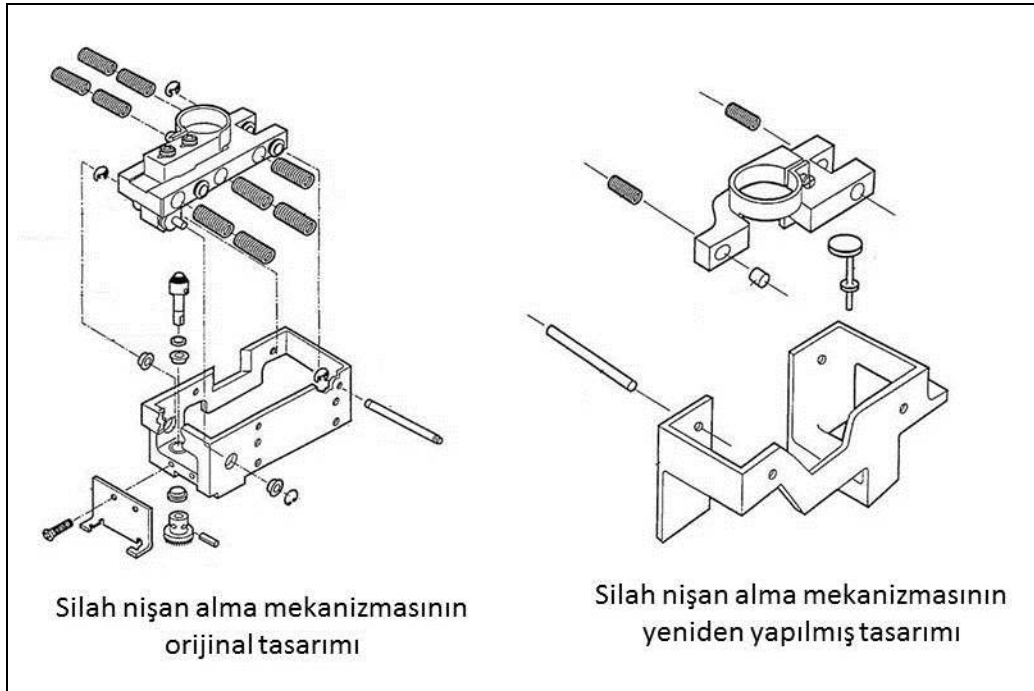
2.5.3 İmalat ve Montaj İçin Tasarım (DFM/A)

İmalat ve montaj için tasarım, ürün geliştirmede imalat maliyetlerini azaltmak için yaygın biçimde uygulanan bir tekniktir (Loch ve Kavadias 2008, p.426). Uygun bir kalite

seviyesinde kalarak ürünün maliyetinin minimize edilmesinin amaçlandığı yöntemin stratejisi, bir üründeki marka sayısını minimumda tutmaya, uygun ve basit imalat yöntemlerini seçmeye dayanır. Üretim süreci basitleştirildiği için, hata olasılığı da azalmakta; marka geliştirilen ürünün güvenilirliğini ve kalitesini artırmaktadır (Design for manufacturing and assembly 2015).

DFA yaklaşımının olumlu sonuçlarından birisi Şekil 2.6'daki örnekteki gibidir. Şekilde DFA yaklaşımı ile yapılan tasarımdaki parça sayısının, orijinal tasarımdaki parça sayısından çok daha az olduğu görülmektedir (Geng 2004, p.2.11).

Şekil 2.6: DFA yaklaşımının tasarımda yarattığı fark



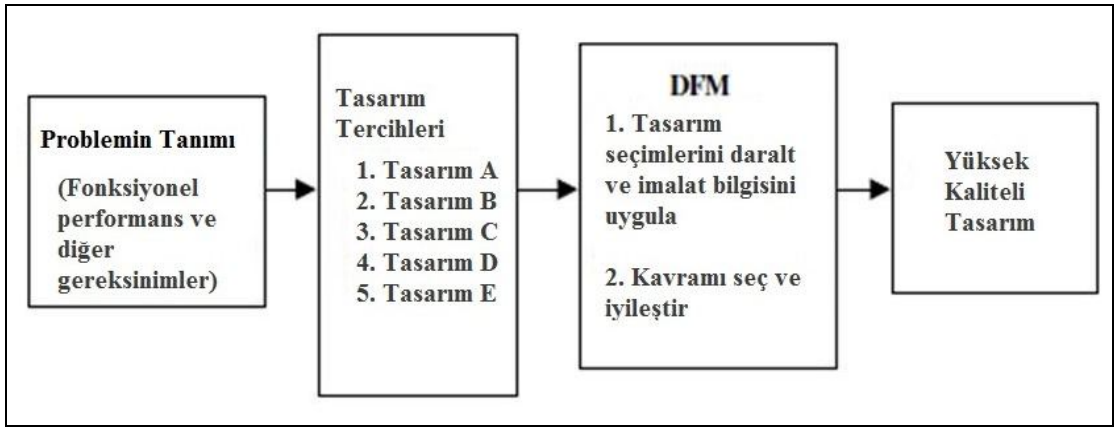
Kaynak: Manufacturing engineering handbook, Geng H., p.2.11.

Tasarımcıların mevcut imalat teknikleri ve bunların kapasiteleri hakkında yeterli bilgi sahibi olmaması gereğinden fazla marka ve operasyon gibi maliyeti artırıcı, kaliteyi düşürücü sonuçlara yol açmaktadır. Etkili bir tasarım için proses ile tasarımın nasıl

etkileştiği bilinerek aşığıdaki amaçlara uygun tasarım yapılması gerekmektedir (Mazumdar 2002, p. 3)

- i. Tasarım tercihlerini, şekil 2.7’de görüldüğü gibi ‘optimum tasarım’ yapacak şekilde daraltmak.
- ii. Kavram üretmek, seçmek ve iyileştirmek.
- iii. Ürün geliştirme döngü zamanını ve minimuma indirgemek.
- iv. Yüksek ürün kalitesine ve güvenilirliğine erişmek.
- v. Üretim metodlarını basitleştirmek.
- vi. İşletmenin rekabetçiliğini artırmak.
- vii. Tasarım fazından üretim fazına hızlı ve yumuşak bir geçiş yapmak.
- viii. Parça sayısını ve montaj zamanını minimize etmek.
- ix. Mümkün olduğunca basitleştirme ve standardizasyon sağlamak.

Şekil 2.7: DFM/DFA’de tasarım akış diyagramı



Kaynak: Composites manufacturing, materials, product, and process engineering, Mazumdar, S.K., 2002, p. 50.

2.5.4 Kalite Fonksiyonu Yayılımı (QFD)

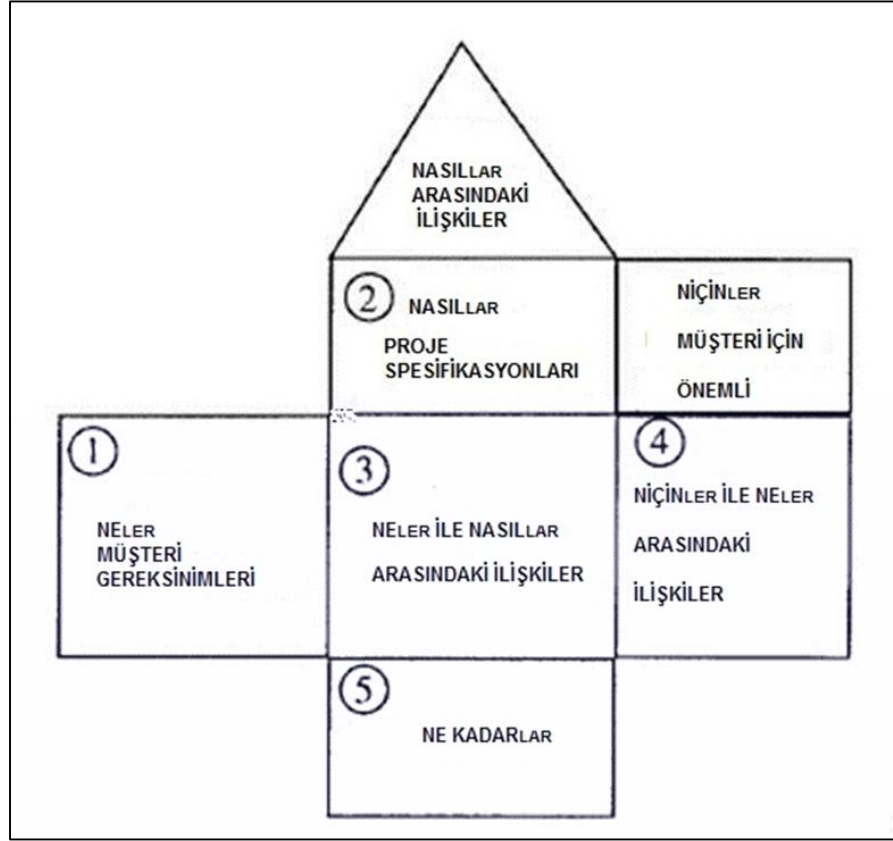
Kalite fonksiyonu yayılımı, müşteri istek ve beklentilerini tasarım süreçlerinde kalite karakteristiklerine dönüştürmek amacıyla kullanılan çok önemli bir tekniktir (Dodd 1997, p.12). İşletmelerin ürün veya süreçlerinin müşterilerinin beklenti ve ihtiyaçlarını

karşılayabilmesi için müşteri sesinin teknik özelliklere dönüştürülmesini sağlayan bir metot olarak da tanımlanabilir (Akyüz ve Yayla 2009, s. 198).

İlk olarak 1960'ların sonlarında Japonya'da Mitsubishi'nin tersanelerinde yağ tankerlerinin tasarımında kullanılan teknik, müşterinin kalite beklentilerini ürünü geliştirmedeki her aşamaya dahil eden bir planlama aracıdır (Dodd 1997, p. 12). Müşteri gereksinimleri; odak grubu çalışmaları, ilgili kişilerin görüşlerinin alınması, müşterilerle yapılan bire bir görüşmeler, müşterilerden gelen şikayetler, sergi ve fuarlardaki yorumlar, müşteri tatmin araştırmaları ve pazar araştırmaları vasıtası ile elde edilir (Kalite fonksiyon yayılımı 2008).

Kalite fonksiyonu yayılımı bir ürün hakkındaki bilgiyi organize etmek, analiz etmek ve kıyaslamak için şekil 2.8'de görüldüğü gibi bir dizi matris kullanır (Dodd 1997, p. 14).

Şekil 2.8: QFD matrisi



Kaynak: *Quality function deployment, Thesis for Master of Science, Dodd, A.M., 1997, p.18.*

Müşterilerden rakipler ile bizim işletmemizi karşılaştırmaları istenir. Böylece işletme, ürünün pazarında rakip ürünlere göre ne kadar iyi ve ne kadar kötü algılandığını görmüş olur. Burada unutulmaması gereken nokta; bu değerlendirmelerin tamamen müşterilerin algılamalarından ibaret olduğu, gerçek durumun aynı olmayabileceğidir (Kalite fonksiyon yayılımı 2008). Ürün geliştirmede kalite fonksiyonu yayılımı uygulamalarının amacı şunlardır:

- i. Müşteri tatminini artırmak
- ii. Ürün geliştirme zamanını azaltmak
- iii. Organizasyon içi iletişimi geliştirmek

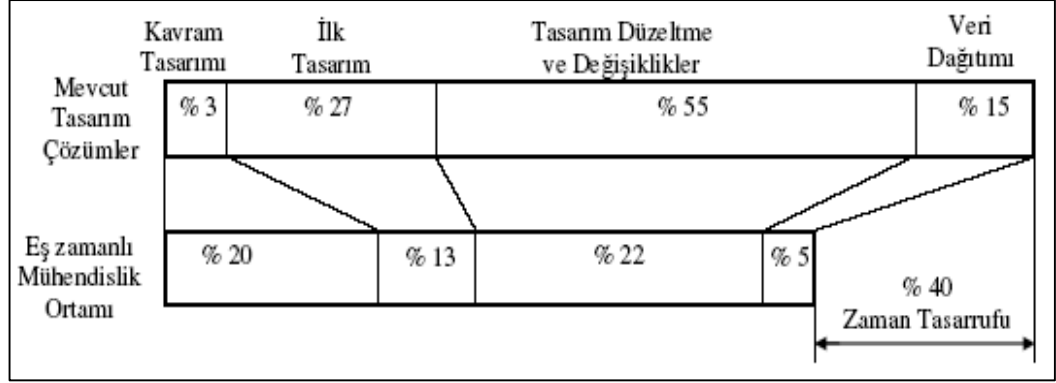
- iv. Morali ve etkinliği arttırmak
- v. Tasarım değişikliklerini azaltmak
- vi. Rekabet edebilirliđi arttırmak
- vii. Yüksek pazar payı sağlamak

2.5.5 Eş Zamanlı Mühendislik

Eş zamanlı mühendislik kavramı, değişik uygulamacılar ve teknisyenler tarafından farklı farklı tarif edilmiştir. Bir tanıma göre imalatın her fazının eş zamanlı olarak aynı anda işlendiği, doğrusal olmayan, bir ürün ve proje tasarımı ele alış biçimidir (Eş zamanlı mühendislik 2015). Başka bir tanıma göre ise eş zamanlı mühendislik, ürünleri tasarlayanın ve geliştirmenin bir metodu olup, bu metodda farklı adımlar peş peşe değil, aynı anda çalışılmaktadır (What is concurrent engineering 2015).

Pazara hızlı girmek sıklıkla, ürün yaşam döngüsü boyunca farklı disiplinlerin bir arada çalışmasını esas alan, farklı aktiviteleri çakıştıran ve sistematik bir çalışma şekli olan eş zamanlı mühendislik yaklaşımı kullanmayı gerektirir. Eş zamanlı mühendisliğin temel amacı, şekil 2.9’da görüldüğü gibi, ürüne dair tüm faaliyetlerin paralel çalıştırılarak, işletme içi süreçlerin mümkün olduğunca erken başlatılmasıdır. Bunun sonucunda da tüm ürün geliştirme süreci kısaltılmaktadır (Pakünlü, s. 40). Dünyada önde gelen General Motor, Ford, Motorola, Hewlett Packard ve Intel gibi işletmeler, artan talebi karşılamak için ürün geliştirme çalışmalarında eşzamanlı mühendislik uygulamışlardır (Akyüz ve Yayla 2009, s. 195).

Şekil 2.9: Eş zamanlı mühendislik ile zamanın etkin kullanımı



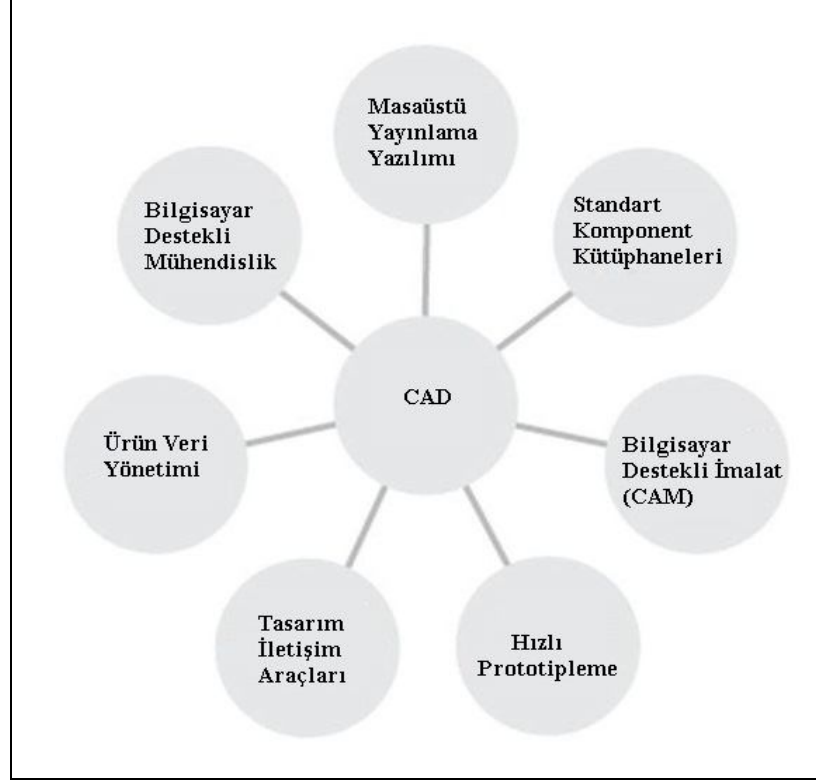
Kaynak: Pazarlama stratejileri ile ürün geliştirme süreçleri arasındaki ilişkiler ve bir uygulama, Pakinli 2010, s. 40.

2.5.6 Bilgisayar Destekli Tasarım/İmalat (CAD/CAM)

Bilgisayar destekli tasarım, bilgisayar ortamında ürünün, üç boyutlu geometrik görünümünü yaratma imkânı verir. Bu yazılımın veri giriş formuna göre ürün değişkenlerinin değerleri girildiğinde, tasarlanan ürünün modeli yapılmış olur (Akyüz ve Yayla 2009,). Bilgisayar destekli tasarım araçları şekil 2.10’da görüldüğü gibi bir çok diğer yazılım uygulaması ile birlikte çalışacak şekilde gelişmiş olup, ürünü elektronik olarak tanımlamayı tasarım kararlarını desteklemek için kullanılır (Geng 2004, p.9.11). Bilgisayar destekli imalat araçları ise genellikle hem imalat süreç planlamalarına, hem de proje yönetim süreçlerine otomatik destek sağlamak için tasarlanmıştır (Systems Management College 2001, p.118).

Eşzamanlı mühendisliğin hedeflerinden olan tasarım süresinin kısaltılması, bilgisayarla bütünleşik imalat, tasarımda CAD-CAM kullanılmasıyla mümkün olur. Eşzamanlı mühendislik kavramının yarattığı “dizaynda takım çalışması” sonucu eğer tasarımda bir hata fark edilirse, CAD-CAM sayesinde değişiklik yapılması kolaydır ve imalat süresini arttırmaz (Eş zamanlı mühendislik 2015).

Şekil 2.10: CAD verisinin birlikte çalıştığı bazı yazılımlar



Kaynak: Manufacturing engineering handbook, 2004, Geng H., p.9.11.

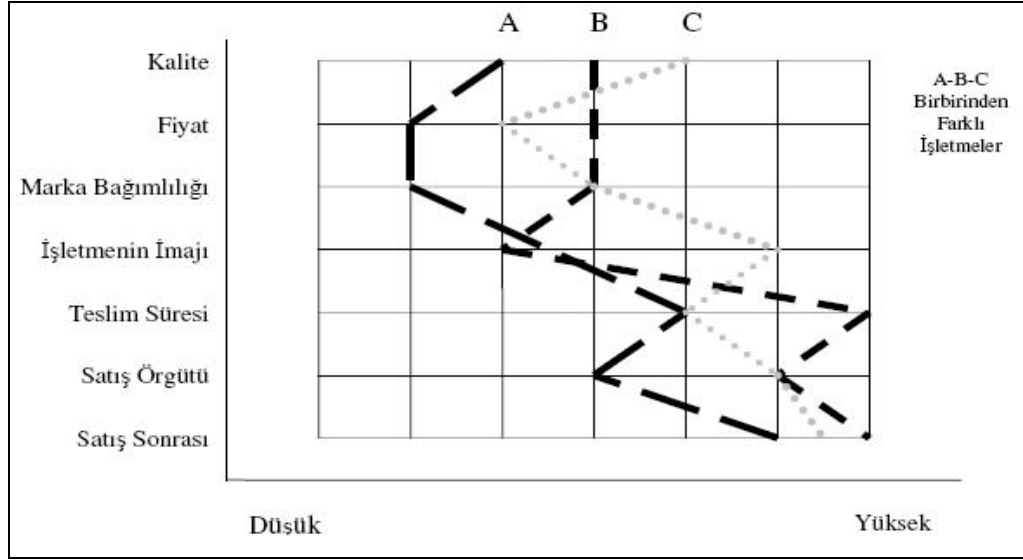
2.5.7 Kıyaslama (Benchmarking)

Henüz dilimizde karşılığı tam olarak benimsenmemiş olsa da, bir ürün geliştirme tekniği olarak benchmarking; örnek edinme, örnek alma ve en çok da “kıyaslama” olarak Türkçeleştirilmektedir. Örnek alınacak “referans noktası”nın belirlenmesi anlamına gelen benchmarking, ‘bir işletmenin rekabet gücünü yükseltmek için, başarılı performansa sahip başka işletmelerin, iş yapma tekniklerini incelemesi, kendi teknikleri ile kıyaslaması ve bu kıyaslamadan elde ettiği bilgileri kendi işletmesinde uygulaması’ anlamına gelmektedir (Benchmarking nedir 2015).

Kıyaslama tekniği ile işletmeler, kendi sektörlerinde veya değişik sektörlerde faaliyet gösteren en başarılı işletmeleri tespit ederler ve onların değer yaratan, başarı sağlayan faaliyetlerini inceleyerek aynılarını kendi işletmelerinde uygulamaya çalışırlar (Ülgen ve

Mirze 2013, s.272-273). Kıyaslama meodu ile işletme faaliyetlerinin rakiplerle göreceli olarak incelenmesi basit bir biçimde sekil 2.11’de belirtilmektedir. A,B,C işletmeleri birbirleriyle rakip olup, şekilde kilit başarı faktörleri açısından değerlendirilmiştir.

Şekil 2.11: Ürün geliştirmede kullanılan işletmeler arası kıyaslama çizelgesi



Kaynak: *İşletmelerde stratejik yönetim* 2013 Ülgen H., Mirze K., s, 275.

2.5.8 İşbirlikçi Tedarikçi Entegrasyonu

Yeni geliştirilen bir ürünün maliyetinin önemli bir kısmını oluşturan malzeme ve servisleri tedarikçiler sağlamaktadır. İlaveten geliştirme işleminde yenilikçi veya yeniden canlandırılmış süreç ya da ürün teknolojilerini sağlayabilirler. Tedarikçi, bu teknolojiler konusunda satın alan işletmeden daha büyük bilgi ve uzmanlığa sahip olabilir. Monzcka ve diğ.(2000, p.5). O nedenle işletmeler tedarikçilerine sorumluluk vererek ürün geliştirme faaliyetlerine ortak etmektedirler.

Öte yandan çoğu işletme yeni ürün geliştirme çevrimini kısaltmak, ürün özelliklerini ve kalitesini artırmak ve maliyeti önemli ölçüde azaltmak hedeflerine yalın organizasyonlarla ulaşmak ve ürün geliştirme projelerini daha az iç kaynak kullanarak gerçekleştirmek için erken aşamada tedarikçilerini tasarım ve geliştirme sürecine dahil etmeye çalışır. Monzcka

ve diğ.(2000, p.1). Şekil 2.12’de görüldüğü gibi, bu dahil olma işlemi tasarım fikirleri konusunda basit danışmanlık yapmaktan, bileşen, sistem, süreç veya servislerin tasarımından tamamen sorumlu olmaya kadar geniş bir aralıkta değişmektedir.

Şekil 2.12: Tedarikçi entegrasyonu spektrumu

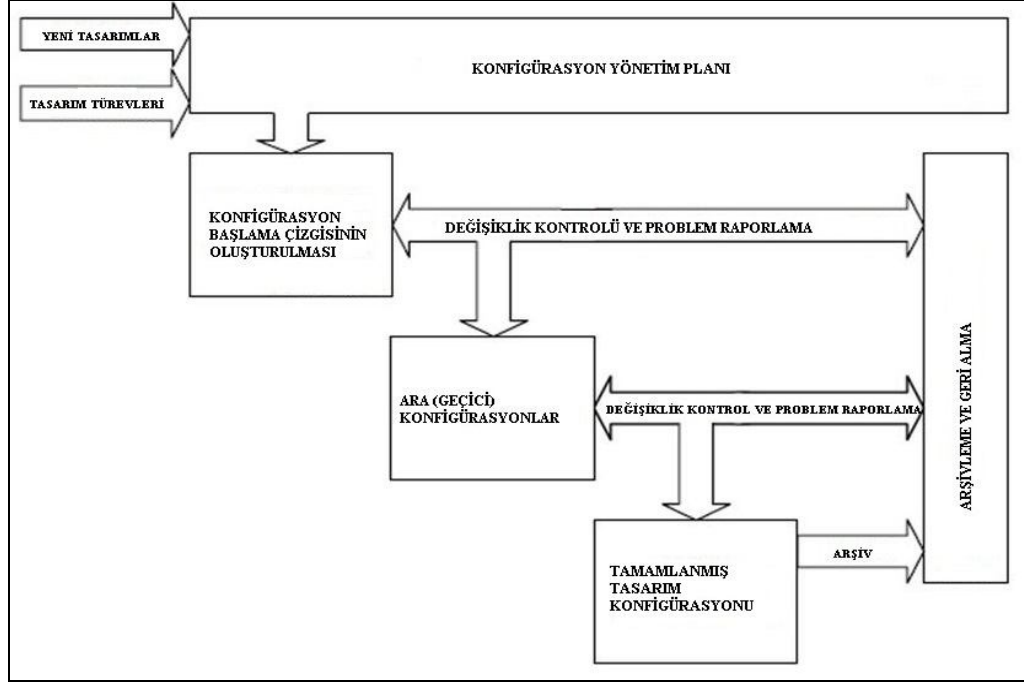


Kaynak: New product development: strategies for supplier integration, 2000, Monzcka, R.M., Handfield, R.B., Scannell, T.V., Ragaatz, G.L. ve Frayer, D.J. p 106.

2.5.9 Konfigürasyon Yönetimi

Ürün geliştirme sürecinde kullanılan bir teknik de konfigürasyon yönetimidir. Konfigürasyon, mevcut veya planlanmış bir ürünün, teknik dokümanlarında tanımlandığı ve daha sonra ulaşıldığı şekliyle fonksiyonel ve fiziksel karakteristikleridir. Konfigürasyon yönetimi ise, bir ürünün ömür döngüsü boyunca performans, fonksiyonel ve fiziksel karakteristiklerinin, ürüne ait gereksinimlerle tasarımsal ve operasyonel verilere uygunluğunun tesis edilmesi ve korunması için uygulanan bir yönetim faaliyetidir (MIL-HDBK-61A 1997, p.p. 3-5). Konfigürasyon yönetimi hem sistem geliştirme, hem de sertifikasyon aktivitesidir (SAE ARP4754A 2010, p.72). Şekil 2.13’de görüldüğü gibi, başlangıçta oluşturulan konfigürasyon tabanı sürekli değişmektedir.

Şekil 2.13: Konfigürasyon yönetimi süreci modeli



Kaynak: SAE. Aerospace Recommended Practice ARP4754A, Guidelines for development of civil aircraft and Systems, p. 73.

3. SAVUNMA VE HAVACILIK SANAYİİ VE BU SEKTÖRDE YENİ ÜRÜN

Savunma ve havacılık sanayiini diğer sektörlerden ayıran bazı önemli farklar bulunmaktadır. Gelişmiş ülkeler savunma sanayiini ulusal egemenliğin bir şartı olarak görmekte, bilgi, teknoloji ve bunların gizliliğinin önemi sebebiyle uluslararası ortak ürün ve teknoloji geliştirme projeleri dışında bu sektörde dışa bağımlılığı tercih etmemekte, genel olarak bu sektörü yönlendirmekte ve desteklemektedirler (Tübitak Vizyon 2023 Panel Raporu, s.18). Öte yandan, özellikle savunma sektöründe devletin tek alıcı olması, nitelikli ürünleri hedefleyen, dünya ile sıkı entegre olmak zorunda olan, bu nedenle karmaşık ve ileri düzeydeki Ar-Ge projelerine dayanan bu sektörün devletin bütçe ve ihtiyaç miktarıyla sınırlanmasına sebep olmaktadır.

3.1 SAVUNMA VE HAVACILIK SANAYİİ İLE İLGİLİ KAVRAM VE TANIMLAR

Savunma ve havacılık sanayii, ilk olarak silah sanayii (arms industry), ikinci olarak savunma sanayii (defense industry) olarak adlandırılmış olup, bu adlandırmadaki değişiklik, sektörün tekil silahlardan sistemlere geliştiği teknolojik evrim sürecine dayanmaktadır. Sektörün tanımı, günümüze kadar ayrı olarak mütalaa edilen havacılık sanayiini ve hatta uzay sanayiini de içine alarak savunma ve havacılık sanayii (aerospace and defence industry) olarak adlandırılmakta ve sektör yelpazesi oldukça genişlemiş bulunmaktadır (TR 72 Bölgesi Raporu 2013, s.1).

Bilimin ve teknolojinin en gelişmiş ve en uç noktalarındaki çıktıları kullanan ve ürünlerinin genel olarak en ileri ürün ve üretim teknolojilerinin birer örneği olduğu teknoloji yoğun bu sektörde kalite çok önemlidir (Savunma ve havacılık kümesi 2015)

Ar-Ge'ye dayalı bir savunma, havacılık ve uzay sanayiinin bilimsel ve teknolojik boyutu itibariyle, ekonomik gelişmeye ve toplumsal refaha katkısı doğrudan ve dolaylı yoldan çeşitli şekillerde olmaktadır. Vizyon 2023 projesi savunma, havacılık ve uzay sanayii

panel raporunda bunların en önemlileri aşağıdaki üç grup altında toplanmıştır (Tübitak Vizyon 2023 Panel Raporu 2003, s.20)

- i. *Ar-Ge'ye dayalı bir savunma ve havacılık sanayii, ülkeler için vazgeçilmez ve fakat içerdikleri yüksek teknoloji nedeniyle pahalı olan savunma sistemlerine ayrılan kaynakların önemli bir bölümünün yurt içinde kalmasına; istihdam yaratarak önemli sosyal kazanımlara ve yurtdışına beyin göçünün azalmasına katkı sağlamaktadır.*
- ii. *Ülkenin bilimsel ve teknolojik alt yapısını geliştirecek, bilimsel araştırmaları ürün tasarım ve üretim teknolojilerine dönüştürecek, dolayısı ile ekonomik rekabet gücünün artmasına yardımcı olacak teknoloji geliştirme projeleri için maliyet etkin bir uygulama platformudur.*
- iii. *Yüksek teknoloji savunma ve havacılık sistemlerinin milli olarak geliştirilmiş olması bu sistemlerin etkinliğinin garantisidir ve aynı zamanda etkinliğin en önemli parametrelerinden biri olan gizlilik özelliğinin korunmasını da sağlar. Bu ise askeri caydırıcılığın ve uluslararası ilişkilerde yaptırım gücünün artmasına yardımcı olmaktadır.*

Savunma ve havacılık çalışmaları esnasında yapılan araştırmalar, sadece bunlara ilişkin yeteneklerin geliştirilmesinde değil, aynı zamanda toplumun günlük yaşamını kolaylaştıran bir çok kolaylık ve konforun yaratılmasında da katkı sağlamaktadır (Tübitak Vizyon 2023 Panel Raporu 2003, s.20)

3.2 SAYILARLA SAVUNMA VE HAVACILIK SANAYİİ (TÜRKİYE V DÜNYA GENELİ)

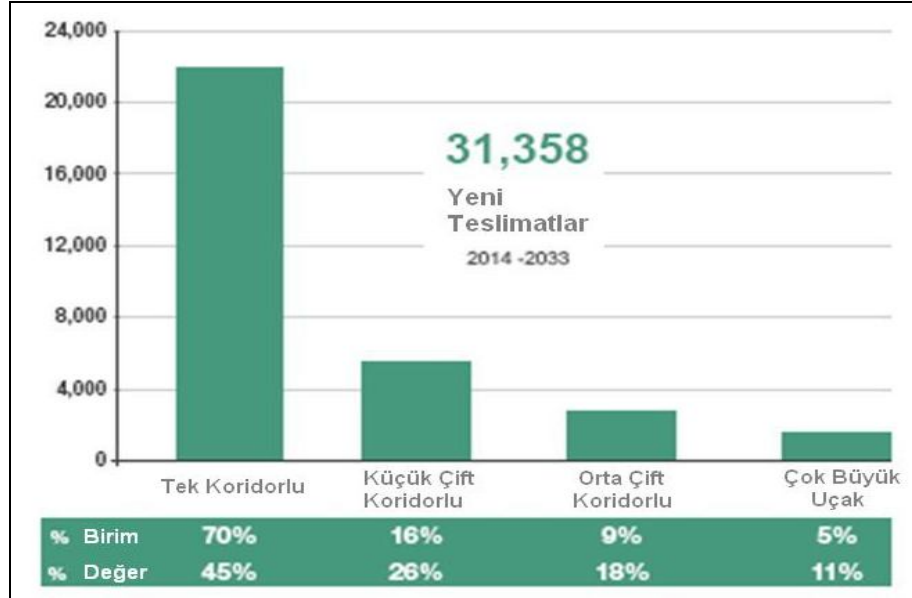
Küresel ölçekte en fazla büyümeyi gerçekleştiren sektörlerin başında havacılık sektörü gelmektedir. Artan küreselleşme ile beraber hızlı ve kolay ulaşım, çağın en büyük ihtiyacı haline gelmiştir. Hızla yükselen yolcu taşımacılığı ihtiyacının yanı sıra, yük taşımacılığı da önem kazanmaktadır (Bursa Ticaret ve Sanayi Odası Raporu 2014, s.8). 2013 yılında hava trafiği 2012 yılına göre yüzde 5.7 büyümüştür. Tablo 3.1 ve şekil 3.1, 2014-2033 yılları arasında yolcu ve yük uçaklarına olan talebi ve bu talebe bağlı teslimatları göstermektedir (2014 -2033 Gobal Market Forecast 2015).

Tablo 3.1: Yolcu ve kargo uçaklarına olan talep

	2014-2023	2024-2033	2014-2033	Yeni teslimatlarda 2014 - 2033 payı
Afrika	459	514	973	3%
Asya / Pasifik	5,107	7,146	12,253	39%
Bağımsız Devletler Topluluğu (CIS)	620	598	1,218	4%
Avrupa	3,135	3,032	6,167	20%
Latin Ameria	1,011	1,252	2,263	7%
Orta Doğu	1,039	1,109	2,148	7%
Kuzey Amerika	2,816	2,717	5,533	18%
Kargo Uçakları	452	351	803	2%
Dünya	14,639	16,719	31,358	100%

*Kaynak: Goba Market Forecast 2014 -2033, <http://www.airbus.com/company/market/forecast/>,
[ziyaret tarihi 21.1.2015].*

Şekil 3.1: 20 yıllık yeni yolcu ve kargo uçağı teslimatı



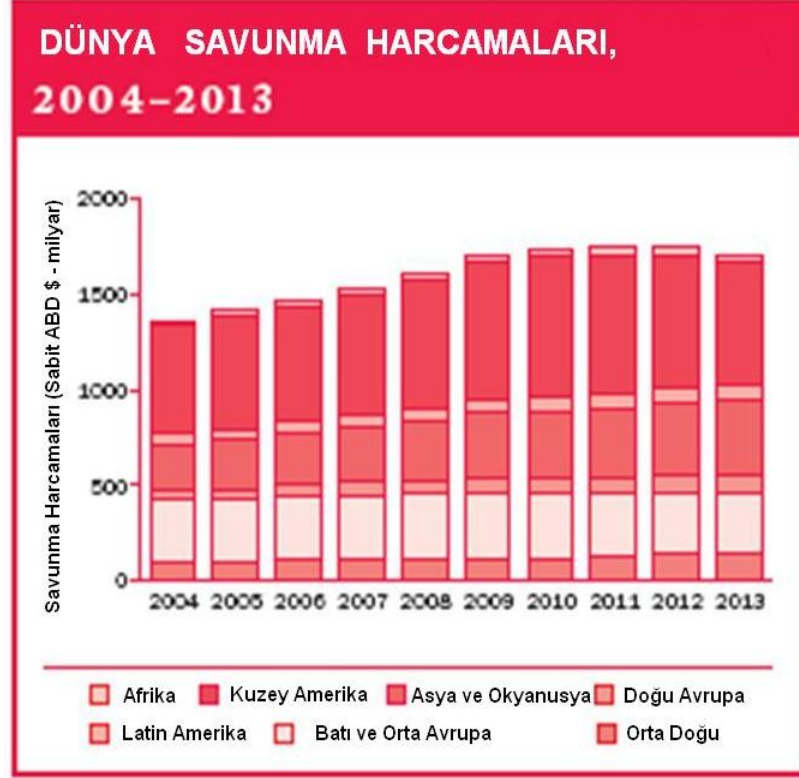
Kaynak Gobl Market Forecast 2014 -2033,

<http://www.airbus.com/company/market/forecast/>, [ziyaret tarihi 21.1.2015].

Dünya savaşlarından sonra Soğuk Savaş'ın bittiği 1989 yılına kadar yükselerek gelişen savunma sanayiinde ise, son yıllarda hızlı bir yavaşlama görülmektedir. Amerika Birleşik Devleti'nin savunma sanayinde bütçe kısıntısına gitmek üzerine benimsediği politikayla beraber, ülkenin savunma harcamalarında yüzde 3.3'lük bir düşüş görülmüştür (Bursa Ticaret ve Sanayi Odası Raporu 2014, s.11).

Stockholm Uluslararası Barış Araştırmaları Enstitüsü (SIPRI) 2014 yıllık raporuna göre, 2013 yılında dünya savunma sanayii harcaması 1747 milyar \$ olarak hesaplanmıştır. Bu toplam, 2012 yılından yaklaşık olarak yüzde 1.9 düşüktür (SIPRI Yearbook Summary 2014, p.8). Tablo 3.2, 2004-2013 yılları arasındaki savunma harcamalarını, şekil 3.2 ise 2013 yılında dünyadaki savunma sanayii harcamalarını göstermektedir.

Şekil 3.2: Dünyadaki savunma harcamaları 2004-2013



Kaynak: SIPRI Yearbook Summary 2014, p.8.

Tablo 3.2 : Dünya savunma sanayii harcamaları, 2013

DÜNYA SAVUNMA HARCAMALARI , 2013		
Bölge	Harcama (\$ milyar)	Değişim (%)
Afrika	44.9	8.3
Kuzey Afrika	18.7	9.6
Alt Sahra Afrika	26.2	7.3
Amerika	736	-6.8
Orta Amerika ve Karayiplar	9.6	6.0
Kuzey Amerika	659	-7.8
Güney Amerika	67.4	1.6
Asya ve Okyanusya	407	3.6
Orta ve Güney Asya	63.7	1.2
Doğu Asya	282	4.7
Okyanusya	25.9	-3.2
Güney Doğu Asya	35.9	5.0
Avrupa	410	-0.7
Doğu Avrupa	98.5	5.3
Batı ve Orta Avrupa	312	-2.4
Orta Doğu	150	4.0
Dünya Toplamı	1 747	-1.9
Harcamalar güncel (2013) ABD \$. Bütün değişiklikler gerçek terimlerde.		

Kaynak: SIPRI Yearbook Summary 2014, p.8.

Şekil 3.3’de, savunma ve havacılık alanında başarı sağlamış ülkelerin listesi görülmektedir (SSM Performans Programı 2014, s.17).

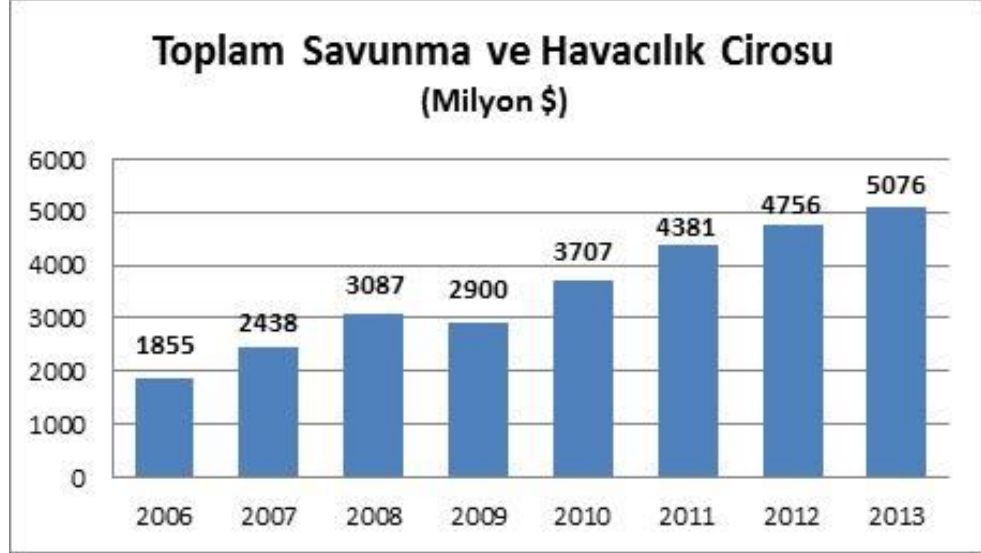
Şekil 3.3: Dünya savunma sanayii liği



Kaynak: SSM Performans Programı 2014, http://www.ssm.gov.tr/anasayfa/kurumsal/rformans_yuzde_20_Program/2014_2014PerformansProgrami.pdf, [ziyaret tarihi 20.01.2015].

Türk savunma sanayiinde silah-teçhizat ve donanımlar yüksek teknolojlili üçüncü nesil eşiğinde bulunmaktadır. Yüksek teknolojlili ve tam otomatik 3. nesil silahlar 2015 yılından itibaren silahlı kuvvetlerin bünyesinde artan oranda yer almaya başlayacaktır. 3. nesil silahlar değişen tehdit algılamalarına karşı yeni yetenek ve kapasitelere sahip olacaktır. Uluslararası platformda sektör sanayisinin teknolojik gelişmelere dayalı olarak değişim göstermesi, ülke bazında da etki göstermektedir (Bursa Ticaret ve Sanayi Odası Raporu 2014, s.13). Bu bağlamda Türkiye’de de savunma ve havacılık sanayiinin odağı da Ar-Ge ve teknolojiye doğru kaymaktadır. Türk savunma ve havacılık sanayii son yıllarda, artan bir ivme ile gelişmeye ve güçlenmeye devam etmektedir. Bu durum, şekil 3.4’de görüldüğü gibi, savunma sanayiinin toplam ciro değişimleri incelenerek de görülebilir (Türk Savunma Sanayiinin 2013 Yılı Performansı 2014).

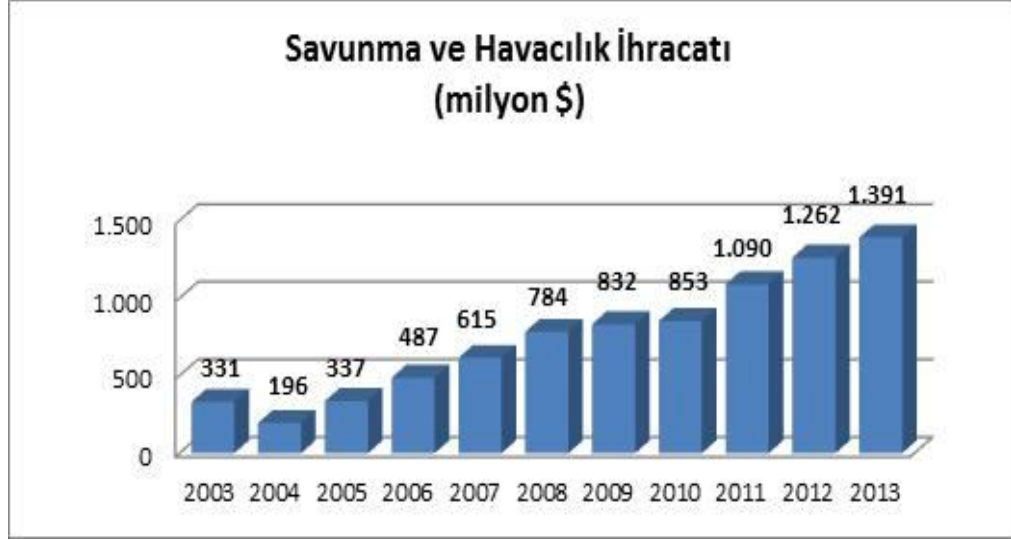
Şekil 3.4: Türkiye savunma ve havacılık sanayii cirosu



*Kaynak: Türk Savunma Sanayiinin 2013 Yılı Performansı,
<http://www.ssm.gov.tr/anasayfa/savunmaSanayiimiz/Sayfalar/bugunkudurum.aspx>
[ziyaret tarihi 13.01.2015].*

Sektörün sürdürülebilirliği açısından kritik önem taşıyan savunma ürünleri ihracatı ortalamada ciroya paralel olarak ve bir miktar üzerinde artış göstermektedir. Bu durum, sektörün ihracata dayalı büyüme trendine girmeye başladığını da ifade etmektedir (SASAD Performans Raporu 2013, s.16). Buna göre, 2013 yılında sektördeki ihracat şekil 3.5’de görüldüğü gibi, 3.61,391 milyar \$ olarak gerçekleşmiştir.

Şekil 3.5: Savunma ve havacılık sanayii ihracatı

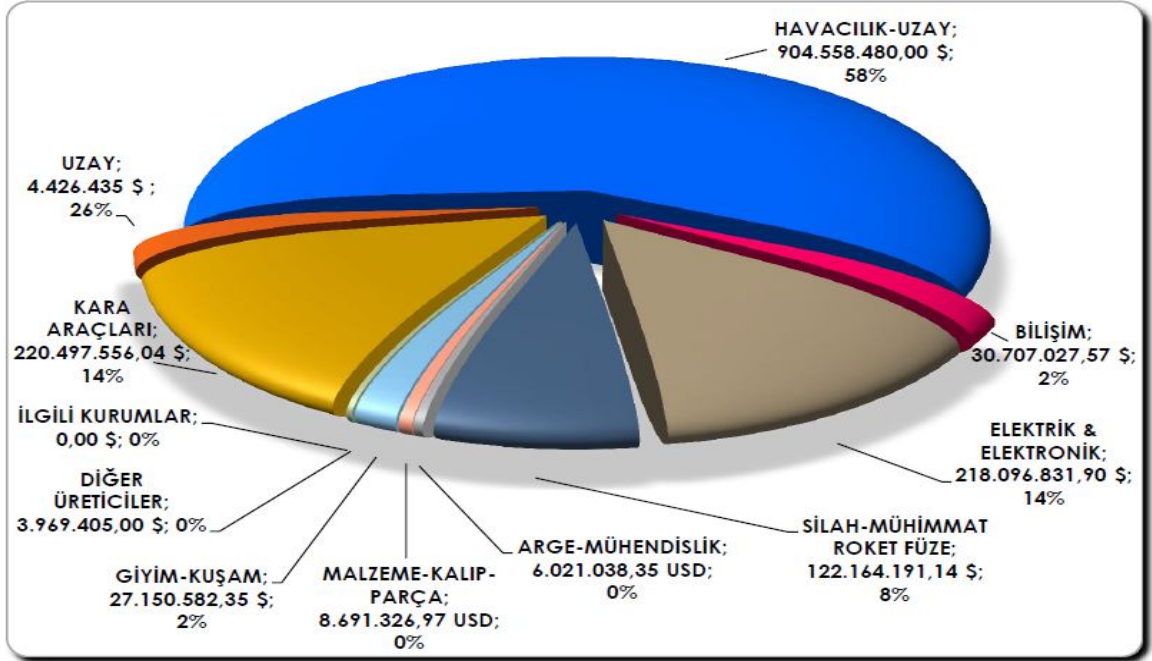


*Kaynak: Türk Savunma Sanayisinin 2013 Yılı Performansı,
<http://www.ssm.gov.tr/anasayfa/savunmaSanayiimiz/Sayfalar/bugunkudurum.aspx>
[ziyaret tarihi 13.01.2015].*

Sektör artık teknoloji üretir ve teknoloji ihraç eder duruma gelmiştir. İhracatın artışıdaki bir diğer etkenin de, sektör oyuncularının ürün gamlarına dahil ettikleri yeni özgün sistemlerinin çeşitliliği ve bunun Türk Silahlı Kuvvetleri (TSK) envanterine alınması olduğu değerlendirilmektedir (SASAD Performans Raporu 2013, s.16).

Şekil 3.6’da açık olarak görüldüğü üzere ihracatta en büyük pay havacılık ve uzay alt sektörüne aittir. Kara araçları, elektrik-elektronik ve silah mühimmat roket / füze alt sektörleri, havacılık ve uzay sektörünü takip etmektedir.

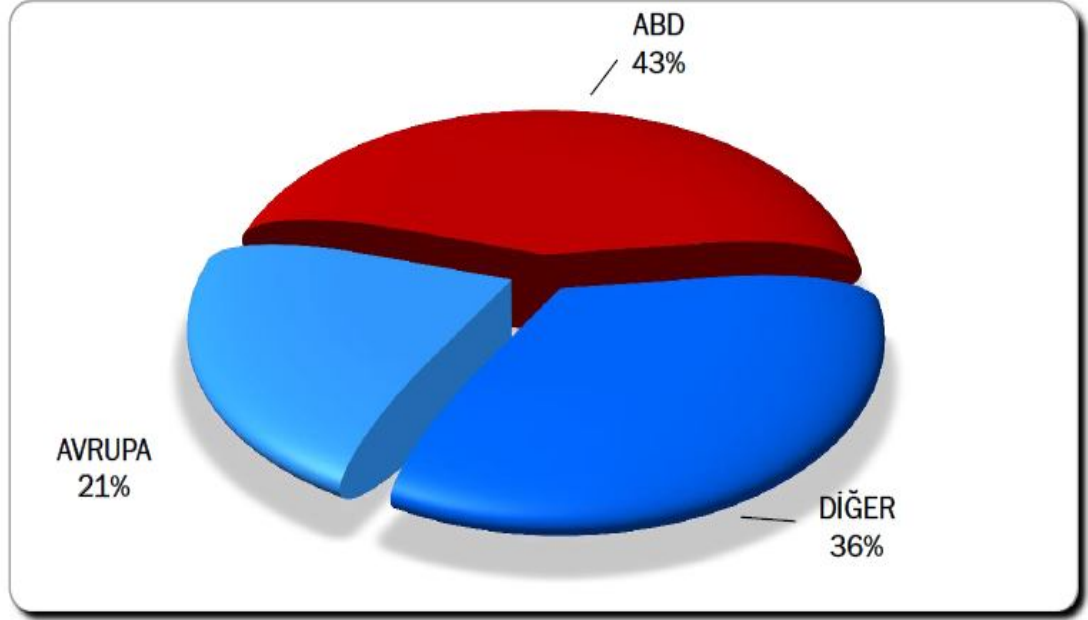
Şekil 3.6: 2013 yılı alt sektörler ihracat dağılımı



Kaynak: Savunma ve Havacılık Sanayii Performans Raporu 2013,
http://www.sasad.org.tr/uploaded//SASAD-PERFORMANS-RAPORU-2013-_4_4-son.pdf, s.19
[ziyaret tarihi 17.01.2015].

İhracatta dikkati çeken husus, Avrupa dışına yapılan satışlardaki artıştır. Bu artışta havacılıkta 11 Eylül sonrası Amerika Birleşik Devletleri ve körfez ülkelerine yapılan satışların payı önemlidir. Şekil 3.7’de, 2013 yılı itibariyle söz konusu bu ülkelere yapılan ihracatın dağılımı görülmektedir.

Şekil 3.7: 2013 yılı ihracatın dağılımı

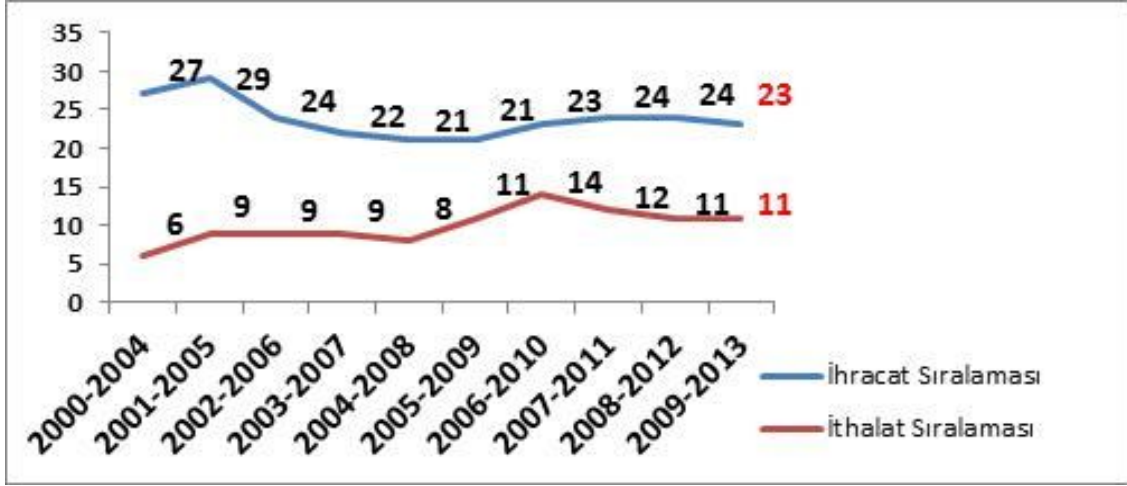


Kaynak: Savunma ve Havacılık Sanayii Performans Raporu 2013, <http://ERFORMANS-RAPORU> 2013-_4_4- son.pdf, s.19, [ziyaret tarihi 17.01.2015].

Avrupa ve Batı ülkelerine ihracatta genel olarak ağırlık, alt sistemler ve bilişim alanlarında yoğunlaşmaktadır. Körfez, Merkezi Asya ve benzeri ülkelere satışlarda sistem seviyesi ürünlerin yer aldığı görülmektedir (SASAD Performans Raporu 2013, s.22).

SIPRI verileri ile ülkemizin savunma ihracat ve ithalatına ilişkin dünya sıralaması ve aradaki makası tarafsız bir gözle takip etmek mümkündür. Bu değişim şekil 3.8’de görülmektedir.

Şekil 3.8: 5 yıllık birikimli verilerle Türkiye'nin savunma ihracat-ithalat sıralaması

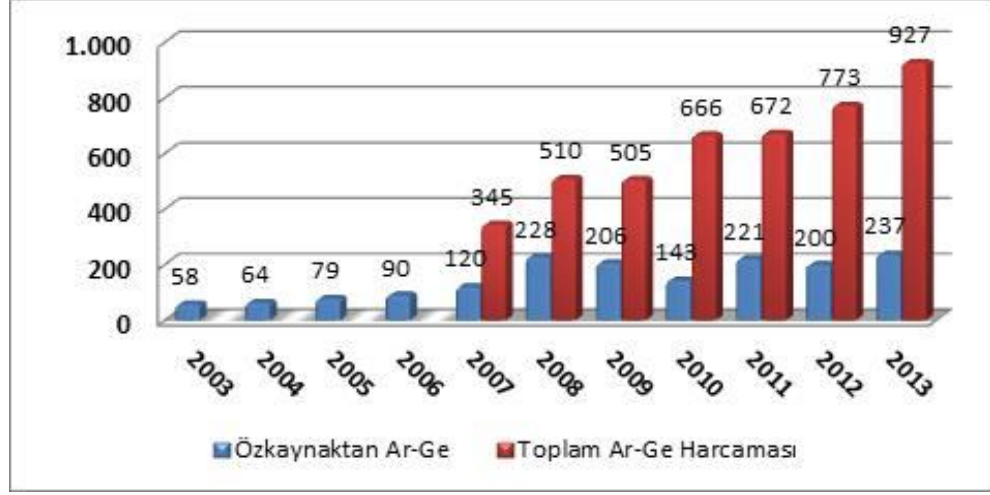


Kaynak: Türk Savunma Sanayisinin 2013 Yılı Performansı,
<http://www.ssm.gov.tr/anasayfa/savunmaSanayiimiz/Sayfalar/bugunkudurum.aspx>
[ziyaret tarihi 13.1.2015].

Son yıllarda Türkiye’de savunma ve havacılık alanında gerçekleştirilen Ar-Ge faaliyetlerinde artış olduğu görülmektedir. Firmalar, özkaynaklarıyla ve devlet teşvikleriyle önemli ölçüde Ar-Ge harcaması gerçekleştirmiştir (Genç 2013, s.7). Bu kapsamda sektörde, 2012 yılında, yaklaşık 200 milyon doları öz kaynaklardan olmak üzere Ar-Ge alanında 761 milyon dolar harcanmış olup, bu rakam toplam cironun yüzde 16’sına denk gelmektedir. Öz kaynak harcaması ile yapılan Ar-Ge’nin ise, toplam cironun yüzde 4’ü olduğu görülmektedir (Bursa Ticaret ve Sanayi Odası 2014, s.14).

Savunma sanayiinin ulaştığı tasarım yetkinliği seviyesinin itici gücü olan Ar-Ge harcamalarına ait veriler şekil 3.9’da görülmektedir.

Şekil 3.9: Toplam Ar-Ge değerleri (Milyon \$)



Kaynak: <http://www.ssm.gov.tr/anasayfa/savunmaSanayiimiz/Sayfalar/bugunkudurum.aspx> [ziyaret tarihi 13.01.2015].

3.3 SAVUNMA VE HAVACILIK SANAYİİNDE YENİ ÜRÜN GELİŞTİRME ÇABALARI

Motor gücü ile yapılan ilk uçuştan sadece 8 yıl sonra 1911 yılında ordumuzda havacılık branşı kurulmuş; bunu Türk Hava Kurumu, Tayyare Otomobil Motor Türk Anonim Şirketi (TOMTAŞ) ve uçak fabrikaları izlemiştir. Vecihi Hürkuş ve Nuri Demirağ gibi girişimciler de Türkiye’de havacılık sanayinin gelişmesine katkıda bulunmuşlardır (Ceran 2014 , ss 44-58). Ancak daha sonra ilerleme kesintiye uğramıştır. 1985 yılında lisans altında uçak üretimi ile yeniden yapılanan havacılık sanayimiz ANKA, Hürkuş ve ATAK projeleri ile ürün geliştirme yönünde hız kazanmış durumdadır (Ceran 2014, ss 44-58).

Savunma ve havacılık sanayiinde yürütülen geliştirme projeleri; sanayileşme, ihracat, teknoloji, güvenlik gerekleri gibi çok çeşitli hedef ve kısıtlar tarafından şekillenmektedir (SSM 2012-2016 Stratejik Planı 2011, s.22).

Yüksek maliyetli ve stratejik ürünlerin söz konusu olduğu savunma ve havacılık sanayinde teknoloji ve ürün geliştirme faaliyetleri özgün ve egemen ürünlerin tasarlanması ve

üretilebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu suretle, harcanan paranın önemli bir bölümü yurt içinde kalırken, yerli olarak geliştirilen bu ürünlerin yurt dışına satılması da söz konusu olmaktadır (Tübitak Vizyon 2023 Panel Raporu 2003, s.55).

Sektörde ürün geliştirme için gerekli olan teknolojik kabiliyetler üç seviyede değerlendirilmektedir (SSM Performans Programı 2014, s.20)

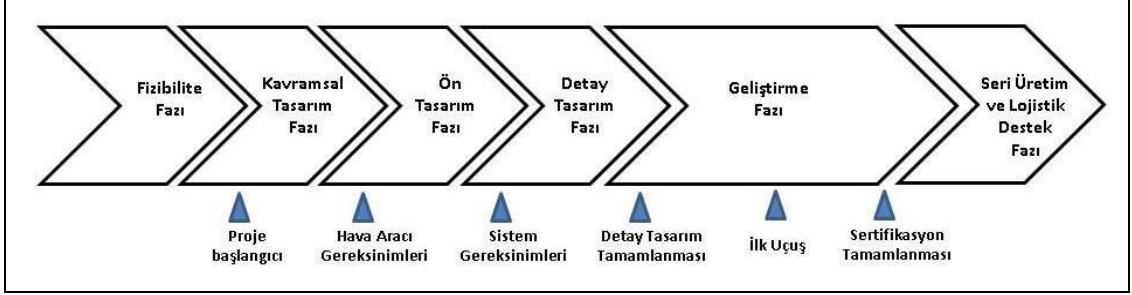
- i. Platform tasarımı, sistem entegrasyonu ve mühendisliği seviyesi (Örnek: ANKA İnsansız Hava Aracı),
- ii. Alt sistemler seviyesi (Örnek: FLIR, SAR Radarı),
- iii. Bileşen (komponent), malzeme ve temel teknolojiler seviyesi (Örnek: Dedektör, Lazer İşaretleyici, Kızılötesi Optik).

Geliştirilecek sistemin niteliklerine göre proje yönetim safhaları da değişiklikler göstermektedir. Tasarıma dayalı geliştirme projelerinde yönetim safhaları; hazırlık, tasarım, geliştirme, üretim, kullanım ve elden çıkarma gibi dört ile beş aşamadan oluşmaktadır (SSM stratejik yol haritası 2015).

Savunma ve havacılık sanayinde birleşik bir süreç olan ürün geliştirme, düzenleyici gereksinimlerle, kalite yönetim sistemi standartlarıyla ve sözleşmelerde referans olarak kullanılan diğer bir çok standartla uyumlu olmak zorundadır. Pamukçu ve diğ. (2012, ss. 11-13).

Süreç, şekil 3.10'da örneği görüldüğü gibi, ürün yaşam döngüsünü belirli zaman dilimlerine bölen ve bu zaman dilimleri içinde yapılan işleri ve ürünün geçtiği aşamaları belirten ürün fazlarından oluşmaktadır (Mil-Std-1521B 1986, p.16).

Şekil 3.10: Bir savunma sanayii projesinde ürün fazları



Kaynak: MIL-STD-1521B Technical Reviews and Audits for Systems, Equipments and Computer Software, 4 June 1986 esas alınarak tarafımdan hazırlanmıştır.

Yukarıdaki fazları kapsayan proje takviminde kilometre taşları ile birlikte hem müşteri hem de alt yüklenici gözden geçirmeleri bulunur (Mil-Std-1521B 1986, p.16).

Ülkemizde savunma ve havacılık sektöründe ürün geliştirme metodolojisi bir çok sektörden farklılık göstermekte ve iki şekilde olabilmektedir:

- i. Müşteri (TSK, Havayolları, yabancı müşteri), ihtiyacı olan ürünü tanımlar, siparişte bulunur, ilgili işletmeler ile ürün geliştirme görüşmeleri başlar.
- ii. Savunma ve havacılık işletmeleri mevcut ürün/yeteneklere ait bilgiler fuar, sergi, sempozyum ve benzer ortamlarda potansiyel müşterilere değerlendirilmesi için pazarlar. Bu zaman zarfında potansiyel müşteri ile bilgi alışverişi sürdürülmektedir. Mevcut ürün/yetenekler 'Potansiyel Pazar' olarak belirlenen ülkelerde temsilci işletmelere ayrıca aktarılmaktadır. Temasta olunan ülke yetkililerine tanıtılması sürecinde Türk resmi makamlarının desteği sağlanmaktadır.

Müşteri tarafından iletilen ve mevcut ürün/yetenek üzerinde değişiklik yapılması gereken isteklerin ürün/yetenek üzerinde yapılacak revizyon ve geliştirmelerle karşılanabileceğine karar verilmesi durumunda ürün geliştirme projesinin yürütülmesi için adımlar atılır.

3.3.1 Fizibilite Fazı

Savunma ve havacılık sanayinde, uzmanlardan oluşan bir grubun yeni bir konsepti sentezlemeye çalıştığı ve bazen ön kavramsal faz diye de adlandırılan fizibilite fazı, genel hatları ile bir ihtiyacın karşılanması amacıyla, belirlenen sistem veya karma sistemlerin kullanımına, geliştirilmesine ve üretimine esas hususların incelenmesidir. İhtiyaç duyulan bir savunma sisteminin tedarikinde gerek kullanıcı beklentilerinin karşılanması, gerekse stratejik bir yeteneğin savunma sanayine kazandırılması, konuya ilişkin olarak ilgili tarafların yapacakları detaylı analizlerle sağlanabilmektedir (Incase System Engineering Handbook 2000, p.20).

Frascati kılavuzunda ise fizibilite, ‘önerilen mühendislik projeleri hakkında, uygulamaya karar vermeden önce ek bilgi sağlamak üzere, mevcut teknikler kullanılarak inceleme yapılması’ olarak tanımlanmakta ve Ar-Ge kapsamında olmayan bir faaliyet olarak değerlendirilmektedir (OECD Frascati Kılavuzu 2002, s.32).

Fizibilite etüdü; tedarik edilecek bir sistemin geliştirilmesine yönelik yurt içi imkan ve kabiliyetlerin ve geliştirme planının belirlenmesi, sistemin geliştirme, envantere girme ve tam operasyonel kabiliyete ulaşma takviminin oluşturulması, sistemin vazgeçilmez teknik ve taktik özelliklerinin belirlenmesi, lojistik ve kullanım kavramlarının tanımlanması, tesis ve altyapı ihtiyaçlarının ve tedarik paketinin tespit edilmesi gibi konuları kapsayabilmektedir (SSM tedarik yönetimi 2015).

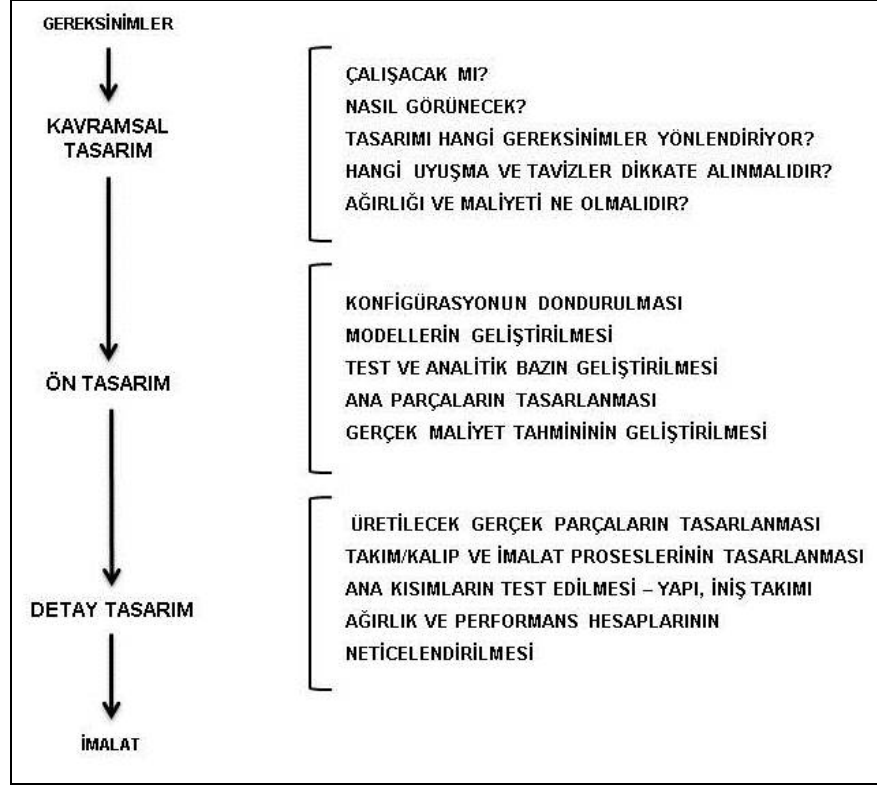
Ülkemizde savunma ve havacılık projeleri için fizibilite etütleri; Savunma Sanayi Müsteşarlığı (SSM) tarafından yürütülen projeler kapsamında ihtiyaç duyulması halinde kaynakların etkin ve verimli kullanımı adına sektördeki işletmeler, üniversite ve araştırma kuruluşlarının bilgi birikimi ve tecrübelerinden yararlanmak suretiyle yapılmaktadır (SSM stratejik yol haritası 2015). Örneğin FX/TX olarak da bilinen özgün jet eğitim uçağı ve muharip uçak projesinin bu fizibilite ve kavramsal tasarım aşamalarında SSM, Hv.K.K.lığı ve TUSAŞ’a ilave olarak diğer savunma sanayii işletmeleri, üniversiteler ve

ilgili kurum ve kuruluşlar, Entegre Proje Yönetim Ofisi (EPYO) 'nde tek çatı altında toplanmış ve çalışmıştır (Ceran 2014, ss.44-58).

3.3.2 Tasarım Fazı

Genellikle çizim yapmak gibi düşünülmesine karşın çoğunlukla zihinsel bir faaliyet olan tasarım, ürün geliştirmede yetenek gerektiren analitik bir işlemdir (Raymer 1992, p.1). Bir sınai ürünün pazara sunum süreci içinde, en fazla nitelikli katma değerin teknoloji geliştirme ve ürün tasarımı döneminde yaratıldığı bilinmektedir (Tübitak Vizyon 2023 Panel Raporu 2003, s.3). Tasarım fazı ise genellikle kavramsal tasarım, ön tasarım ve detay tasarım aşamalarında ilerlemektedir (Incose System Engineering Handbook 2000, p.26). Bir uçak geliştirme projesi için bu fazların her birinde gerçekleştirilen ana faaliyetler şekil 3.11' de görülmektedir (Raymer 1992, p.4).

Şekil 3.11 Uçak tasarımının üç adımı

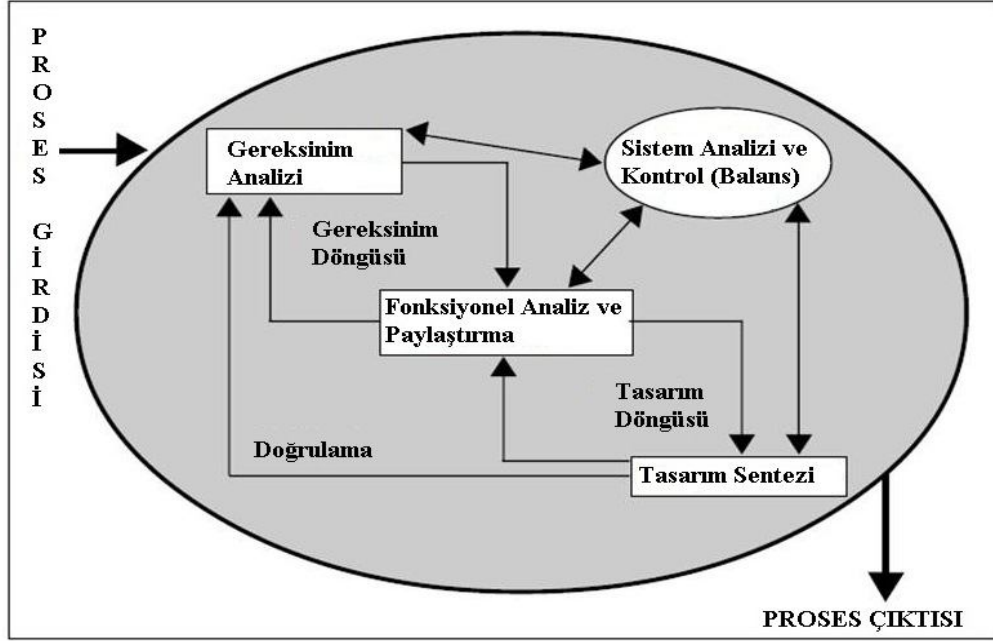


Kaynak: Aircraft Design, a conceptual approach, Raymer, D.P.,1992, p .4.

Kavramsal tasarım evresinde alternatif teknik çalışmalar, ön analizler, ön iyileştirme çalışmaları yapılır. Örneğin özgün muharip uçak (FX) geliştirme projesinde 3 farklı konfigürasyonun çizimi hazırlanmıştır (Milli Jet Eğitim/Savaş Uçağı Projesi 2015). Bu aşamada, yerli ve yabancı alt yükleniciler ve ekipman üreticileri ile, ilgili sistemin veya ekipmanın tedarikine yönelik sözleşme görüşmelerine başlanır, kritik sistemlerin alt sözleşmelerinin imzalanmasına çalışılır (SSM Performans Programı 2014, s.17).

Sistem mühendisliği çalışmaları kapsamında projenin sınırlamaları da göz önünde bulundurularak geliştirme ve entegrasyon, üretim, test, operasyonlar ve lojistik için gereksinimler belirlenmektedir. Sistem mühendisliği elemanları Şekil 3.12’de görüldüğü gibi gereksinim analizi, fonksiyonel analiz ve sentezleme olmak üzere üç gruba ayrılabilir (DoD System Engineering Fundamentals 2001, p.6).

Şekil: 3.12 Sistem mühendisliği süreci



Kaynak: DoD System Engineering Fundamentals, Supplementary Text, Systems Management College, p.6.

Gereksinim analizi, müşteri ihtiyaç ve hedefleri doğrultusunda sistem fonksiyonlarının belirlenmesinde kullanılır. Fonksiyonel analiz ve paylaştırma; gereksinim analizinin çıktılarını kullanarak fonksiyonel, performans ve arayüz tasarım gereksinimlerini tanımlamada kullanılır (DoD System Engineering Fundamentals 2001, p.36).

Tasarım sentezi; fonksiyonel analiz ve paylaştırma faaliyetinin sonucu olan fonksiyonel tanımları esas alarak kavram ve tasarımları geliştirme sürecini ifade etmektedir.

Bu süreçte belirlenen başlıca gereksinimler şunlardır (DoD System Engineering Fundamentals 2001, p.31)

- i. Fonksiyonel Gereksinimleri
- ii. Performans Gereksinimleri
- iii. Operasyonel Gereksinimleri
- iv. Yerleşim Gereksinimleri
- v. Arayüz Gereksinimleri

- vi. Emniyet Gereksinimleri
- vii. Güvenilirlik ve Test edilebilirlik Gereksinimleri
- viii. Sertifikasyon Gereksinimleri
- ix. İdame edilebilirlik Gereksinimleri
- x. Elektromanyetik Etki Gereksinimleri

Gereksinim yönetimi ve bu kapsamda yeni oluşturulan gereksinimleri doğrulama/geçerli kılma aktiviteleri geliştirme projelerinin önemli bir unsurudur.

Özgün hava aracı geliştirme projelerinde özellikle zaman kısıtları ve oluşabilecek teknik riskler nedeniyle bu aşamada kurumsal veya bireysel teknik danışmanlık hizmeti almak gerekebilmektedir. Tecrübeye dayalı bu katkı, tasarım aşamasında birbiri ile çelişecek gereksinimlerin ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır (Ceran 2014, ss.44-58).

Ön tasarım fazı: Ön tasarımın, ana değişiklikler bittikten sonar başladığı söylenebilir. Ürün kavramı üretim açılarından, ürün temel çizgisi olgunlaştırılır ve bütünleştirilir. Genel anlamda gereksinimlerin teknik olarak karşılanması, riskler, iş paylaşımı ve maliyet konularında ortak görüş oluşturmak için bu aşamaya kadar gerçekleştirilmiş olan ilgili faaliyetler değerlendirilir (Raymer 1992, p.4).

Detay tasarım fazı: Tam ölçekli geliştirmeye karar verecek tatminkar bir aşamaya gelindiğinde başlayan detay tasarım fazında, ön tasarım fazında ortaya konan kavram temel alınarak, yapısal ve sistem konfigürasyonu nihai hale getirilir ve ürün tasarımı, detay bileşen (komponent) seviyesine kadar tamamlanarak, üretim faaliyetlerine başlanacak duruma gelinir (Raymer 1992, p.5).

3.3.3 Üretim Fazı

Ürün geliştirme projelerinde seri üretim öncesi prototip gerçekleştirme süreci üretim verisi hazırlama alt süreciyle başlayıp, ürünün kalifiye edilecek şekilde hazır hale gelmesine

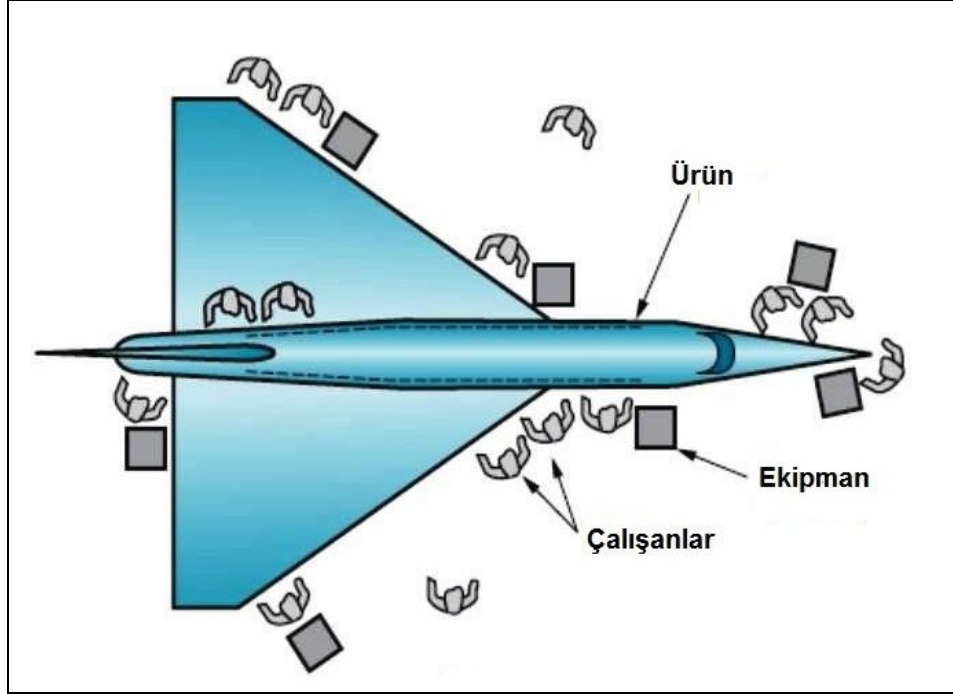
kadar rol oynayan işlem adımlarından oluşmaktadır. Üretimle ilgili bu süreçler, dönüştürme faaliyeti olarak da tanımlanabilir (Groover 2010, p.3).

Ürün gerçekleştirme süreci aşağıdaki alt ve detay süreçlerden oluşmaktadır:

- i. Üretime Hazırlık,
- ii. Üretim Verisi Hazırlama,
- iii. Takım Tasarım ve Üretim ,
- iv. Üretim Planlama,

Üretimde, miktar veya akışa göre proje üretimi, siparişe göre üretim, parti üretimi, seri üretim ve sürekli üretim sisteminin varlığından söz edilebilir. Savunma ve havacılık sektöründe genellikle proje üretimi uygulaması geçerli olmaktadır ((Kerzner 2009, p. 22). Nihai ürün genellikle ağır ve hareket ettirilmesi zor olduğundan, şekil 3.13’de görüldüğü gibi sabit yerleşim pozisyonunda bulunur. Bu çalışma şekli, müşteriye özel projeleri, özgün ve bir seferlik üretimi temsil etmektedir. Bu tür bir süreçte müşterinin projenin her safhasına katılımı çok yüksektir. Müşteri kendi taleplerine uygun özellikte bir malı (proje) sipariş eder ve yüklenici işletme bu bir defalık sözleşmeye mahsus özgün siparişi üretir. İlerleyen dönemde, siparişe göre tekrar üretim de söz konusu olabilmektedir (Groover 2010, p.20).

Şekil 3.13: Sabit pozisyon yerleşimi



Kaynak: Fundamentals of modern manufacturing, Groover, P. M. 2010, p.20.

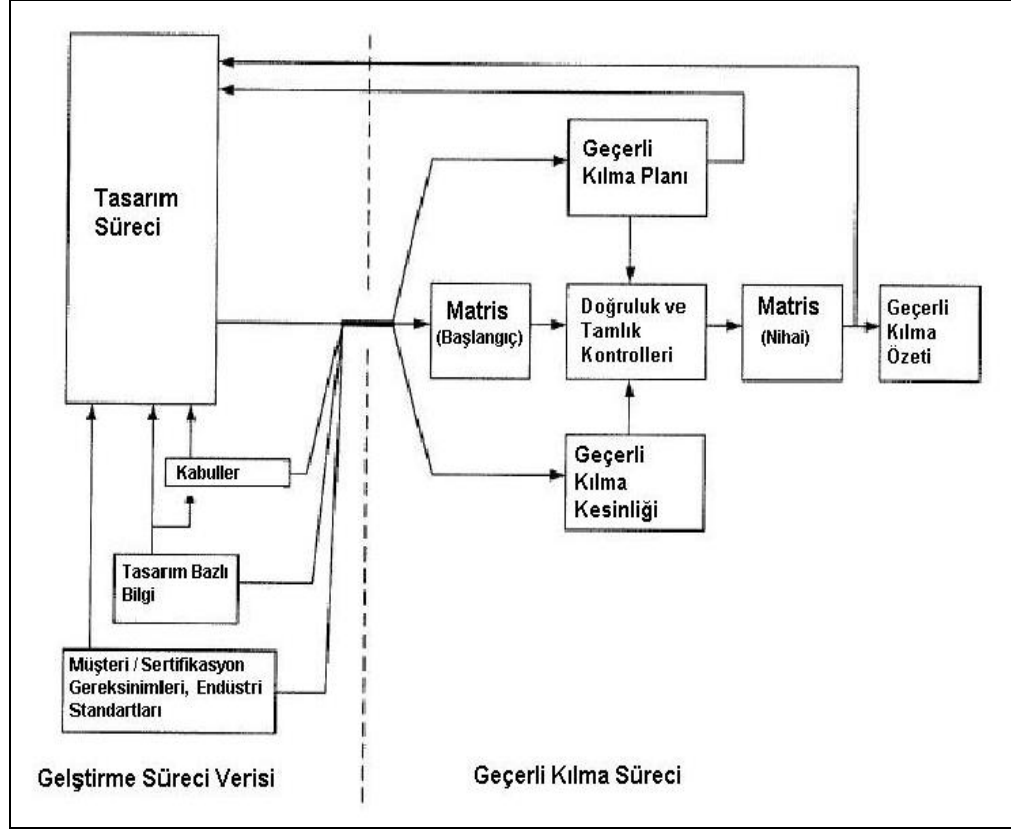
Ürün geliştirme projelerinde prototip üretiminin bir çok zorluğu vardır. Günümüzde teknolojiye hızlı gelişmeye bağlı olarak üretimde en iyi sonucu sağlayan model ve yöntemlerin kullanılması mümkün olmuştur (SAE ARP4754A 2010, p.61). Üretim dokümanlarının doğruluk oranı, atelyedeki problemlere çözüm bulma sürelerinin kısaltılması, mühendislik değişikliklerinin atelyeye yansıtılma doğruluğu ve hızının artırılması, takım tasarım ve imalatında kalite oranının artırılması, depodan malzeme transfer hızının artırılması, parça imalat hızının ve ilk seferde doğru yapma oranının artırılması, nihai ürünün teslimat planına uyulması, müşteri kalite memnuniyetinin artırılması projenin başarısında önemli rol oynamaktadır (Tekin 2004, s.4).

3.3.4 Sertifikasyon ve Ürün Doğrulama Fazı

Ürünün tasarım aşamasından başlayarak müşterinin kullanımına ve ömrünün sonlanmasına kadar olan süreçte ürünü takip eden bir başka süreç daha mevcuttur: sertifikasyon. Son yıllarda müşterinin ürünü tercihinde ön plana çıkan standartlara uygunluk ve sertifikasyon konusu ürün geliştirme çalışmalarının en önemli kriterlerinden bir tanesidir ve üzerinde ciddi bir biçimde durmayı gerektirmektedir (Acül 2008, s.8). Savunma ve havacılık sektöründe bir çok yer ve uçuş testleri, prosedürler, raporlar ve tüm bu aktiviteleri senkronize edecek iyi bir program yönetim becerisi gerektiren bu konu, detaylı bir tasarımdan, sertifikalandırılmış bir tasarıma geçme noktasında yeni bir hava aracı geliştirmenin en karmaşık kısımlarından birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Kompozit uçaklarda olduğu gibi, alışlagelmişin dışında bir yapı ve sistemlerin kullanılması durumunda bu süreç daha da uzun ve zorlu olmaktadır (Joint Aviation Authorities 2003, Section 3/Part 2 Subpart 3/Ann. 1a-16).

Sertifikasyonun adımlarından birisi olan geçerli kılma (validasyon), belirlenmiş gereksinimlerin yeterince doğru ve tam olduğunu; ürünün; müşterilerin, kullanıcıların, bakımçıların, sertifikasyon otoritelerinin, uçak, sistem ve parça geliştiricilerin ihtiyaçlarını karşılayacağını garanti etme işlemidir (SAE ARP4754A 2010, p.53). Şekil 3.14’de bu sürecin modeli görülmektedir.

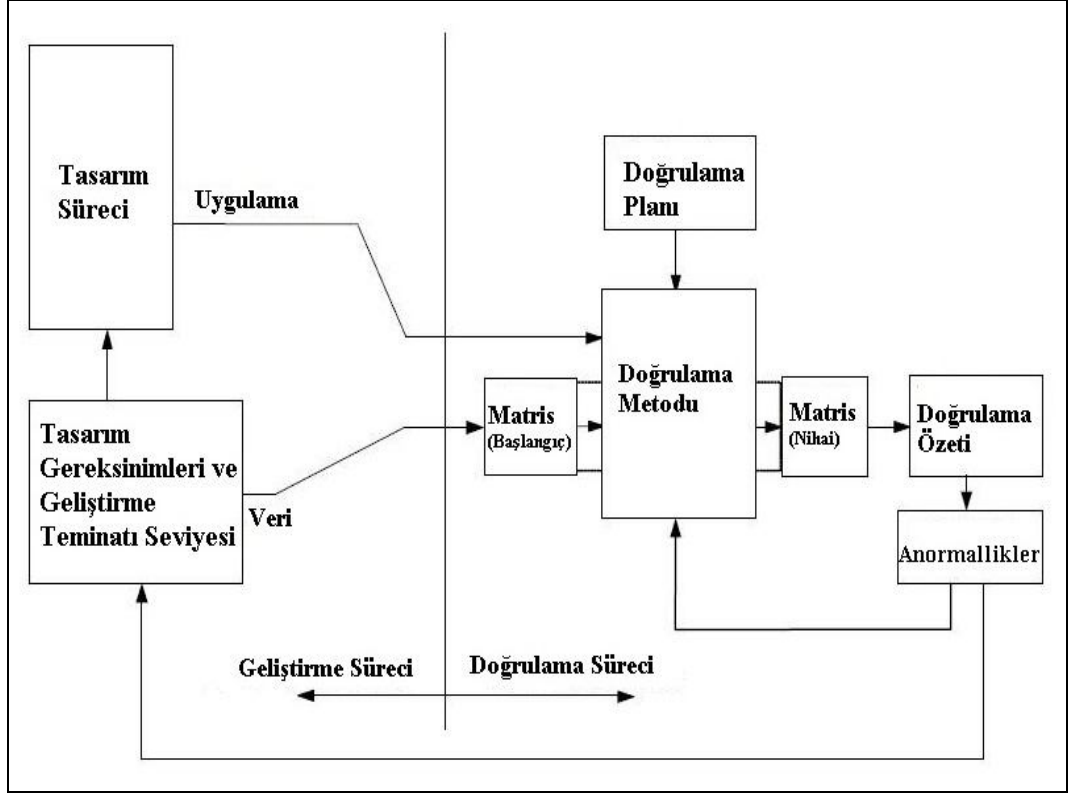
Şekil 3.14: Geçerli kılma (Validasyon) süreç modeli



Kaynak: SAE Aerospace Recommended Practice ARP4754A, Guidelines for development of civil aircraft and systems, p.53.

Kontroller, incelemeler, analizler, testler ve hizmet deneyiminin bir doğrulama planına uygun olarak uygulanmasını içeren ve şekilde süreç modeli görülen ürün doğrulamanın (verifikasyonun) amacı, uygulamanın her seviyesinin belirlenmiş gereksinimleri karşıladığını temin etmektir (SAE ARP4754A 2010, p.64). Şekil 3.15’de bu sürecin modeli görülmektedir.

Şekil 3.15: Doğrulama (Verifikasyon) süreç modeli



Kaynak: SAE Aerospace Recommended Practice ARP4754A, Guidelines for development of civil aircraft and systems, p.53.

4. SAVUNMA VE HAVACILIK SANAYİNDE BİR UYGULAMA

Bu araştırmada, savunma ve havacılık sektöründe yeni ürün geliştirme için Hata türü ve etkileri analizi (HTEA) yapmak suretiyle süreç adım adım incelenerek ortaya çıkabilecek hataların ve hata kaynaklarının belirlenmesi, tespit edilen hataların nasıl giderileceği ile ilgili analizler yapılması ve öneriler geliştirilmesi amaçlanmıştır.

4.1 LİTERATÜRDE KONUYA İLİŞKİN ARAŞTIRMALAR

Kuramsal modeli oluşturmak için hem genel, hem de savunma ve havacılık sektörüne özgü literature taraması yapılmıştır. Literatür incelendiğinde, yeni ürün geliştirme konusuna farklı açılardan yaklaşıldığı görülmektedir. Bu çalışma kapsamında incelenen dokümanlar ve içerdiği bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

Gözde Gülin Ötken'in 'Müşteri ve teknoloji yönlülüğün işletmelerde yeni ürün geliştirme performansına etkileri üzerine bir araştırma' adlı çalışmasında, işletmenin yeni ürün geliştirme stratejisinde müşteri ve teknoloji odaklı olma düzeyinin, yeni ürün geliştirme performansını nasıl etkilediği araştırılmış ve işletmelerin ürün geliştirme süreçlerinde daha çok müşteri eğilimlerini göz önüne almaları gerektiği sonucuna varılmıştır.

Roland Berger strateji danışmanlık işletmesinin yaptığı 'Yeni ürün geliştirmede en iyi pratikler' çalışmasında oluşturduğu modele göre ürün geliştirmede kullanılan yöntemler aşağıda gösterilen 5 ana grupta toplanmaktadır:

- i. Tedarik metotları,
- ii. Proje yönetim metotları,
- iii. Çapraz fonksiyonel metotlar (kıyaslama (benchmarking), SWOT (güçlü yönler, zayıf yönler, fırsatlar, tehditler) analizi, yaratıcılık teknikleri, senaryo planlama ve analiz),
- iv. Kalite/lojistik metotları (FMEA, DFSS, tedarikçi yönetimi ve geliştirilmesi),

- v. Araştırma/Geliştirme metotları (DFM/A, QFD, Eşzamanlı Mühendislik, İşbirlikçi Tedarikçi Entegrasyonu, standardizasyon/modüler tasarım, hızlı prototipleme, CAD/CAM),
- vi. Müşteri entegrasyonu/Pazar araştırması metotları.

‘Yeni ürün geliştirme Sürecinin Başarısında Etkili Olan Faktörler’ adlı çalışmada yeni ürün geliştirmede etkili olan faktörler ‘üst yönetim desteği, strateji, pazar yönelimi, takım, süreç, bilgi yönetimi, hız ve teknoloji’ olarak sunulmuş ve bu faktörlerin önem düzeyleri belirlenmiştir. Cengiz ve diğ. (2005, ss. 133-147).

Yeni ürün geliştirme sürecinin Yönetimi (Managing new product development process) adlı çalışmada ürün geliştirme boyutları ve konuları stratejik, organizasyonel, teknik, planlama, kontrol ve operasyonel başlıkları altında detaylandırılmıştır (Almeida ve Miguel 1999, p.5).

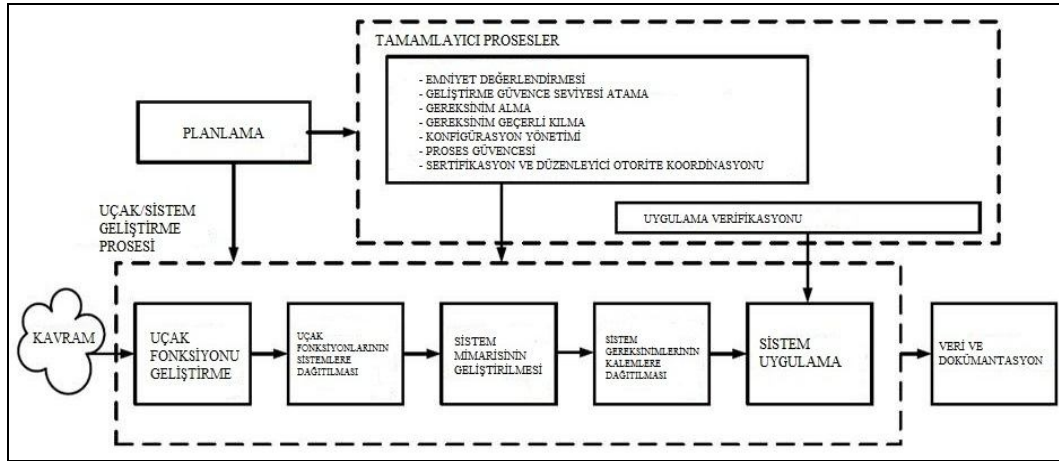
Bir diğer kaynak ise, ABD Savunma Bakanlığı’nın Bütünleşik Ürün ve Süreç Geliştirme El kitabı (DoD Integrated Product and Process Development Handbook) olup, bu kitabın 3. sayfasında yeni ürün geliştirme uygulaması aşağıdaki ana prensiplerde toplanmaktadır:

- i. Müşteri odaklılık (Customer Focus),
- ii. Eş zamanlı geliştirme (Concurrent Development of Products and Processes),
- iii. Erken ve sürekli ömür döngüsü planlama (Early and Continuous Life-Cycle Planning),
- iv. Proaktif risk tanımlama ve yönetme (Proactive Identification and Management of Risk),
- v. Yüklenici yaklaşımlarının optimizasyonu ve kullanımı için maksimum esneklik (Maximum Flexibility for Optimization and Use of Contractor Approaches),
- vi. Güçlü tasarım ve iyileştirilmiş süreç kabiliyetini teşvik etme (Encourage Robust Design and Improved Process Capability),
- vii. Olay esaslı takvimlendirme (Event-Driven Scheduling),
- viii. Çok disiplinli takım çalışması (Multidisciplinary Teamwork),

- ix. Yetkilendirme (Empowerment),
- x. Kaynaksız yönetim araçları (Seamless Management Tools),
- xi. Proaktif risk tanımlama ve yönetme (Proactive Identification and Management of Risk).

Havacılıkta Önerilen Pratikler (Aerospace Recommended Practice) SAE ARP4754A dokümanı, Şekil 3.1’de görüldüğü gibi her bir faaliyet alanındaki bütünleyici süreç girdilerini de kapsayacak şekilde uçak veya sistem geliştirme süreç modelinin grafiksel bir gösterimini vermektedir (SAE ARP4754A 2010, p.21).

Şekil 4.1: Uçak veya sistem geliştirme süreç modeli



Kaynak: SAE. Aerospace Recommended Practice ARP4754A, p. 21.

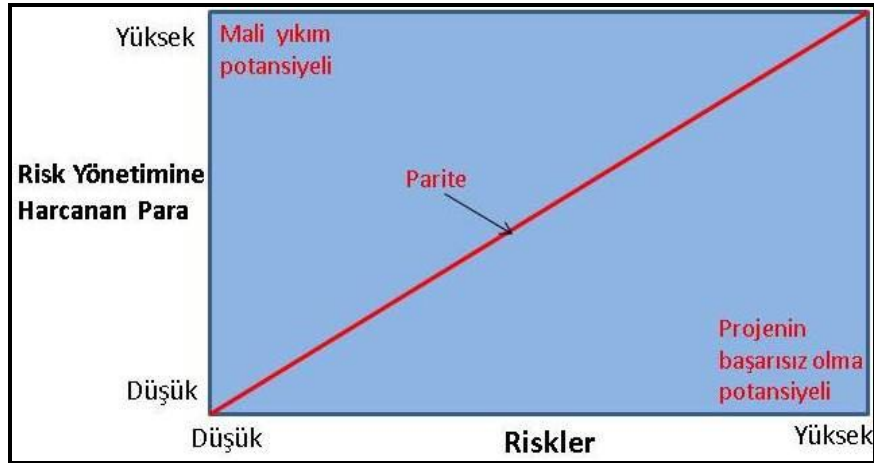
‘Savunma sanayinde Ar-Ge’ adlı çalışmada savunma ve havacılık sektöründe ürün geliştirmenin Ar-Ge boyutu ele alınmış; özgün ve ileri teknoloji ürünlerin geliştirilebilmesi için Ar-Ge çalışmalarının teşvik edilmesinin ve artırılmasının önemine vurgu yapılmıştır (Genç 2013, p.8).

Kompozit imalatı (Composites manufacturing) adlı kaynak, üründe oluşabilecek potansiyel hataların ürün geliştirme sürecinde incelenmesi gerektiğini belirtmektedir. HTEA adı verilen bu çalışmanın amacı kaliteyi, güvenilirliği, emniyeti ve dayanıklılığı

artırmaktır. Net etkisi ise, ürün ömür döngü maliyetini düşürmek şeklinde ortaya çıkmaktadır (Mazumdar 2002, p.12).

Proje Yönetimi (Project Management) kitabında ‘bir ihtimalin ölçüsü ve tanımlanmış bir proje amacının sonucu’ olarak tanımlanan risk, yeni geliştirilen ürünün yaşam döngüsü ile ilişkilendirilmiştir. Bu modele göre erken ömür döngüsü fazlarında toplam proje riski yüksektir. Çünkü hem uygun risk analizi yapacak kadar bilgi yoktur, hem de geliştirilip uygulanacak risk cevap planları henüz mevcut değildir. İlerleyen fazlarda ise yapılan yatırımlar ve devre dışı bırakılmış opsiyonlar nedeniyle, risk daha çok finans esasludur (Kerzner 2009, s.755). Şekil 3.2, riskin büyüklüğü ile riski yönetmek için yapılan yatırım arasındaki dengeyi sağlamanın önemini vurgulamaktadır.

Şekil 4.2: Risk yönetimine yapılan yatırımlar



Kaynak: Project management, a system approach to planning, scheduling, and controlling, p. 799.

‘Proje Risk HTEA’sını Kullanarak Proje Riskinin Yönetimi’ (Project Risk Management Using the Project Risk FMEA) adlı makale HTEA formatını genişleterek proje risklerini sayısallaştırıp analiz etmektedir. Bu makalede HTEA formatını projelerde kullanmak için standart HTEA saptama değeri, proje çevresinde kullanılabilecek şekile değiştirilmektedir.

4.2 ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ

Türkiye’de savunma ve havacılık sanayinin son yıllarda belirli bir aşama kaydederek hazır alım veya yabancı ortaklarla yapılan üretimden, ürün geliştirmeye evrildiği, tezin ilk kısmında açıklanmış ve rakamlarla desteklenmiştir.

Çalışmanın bu bölümünün amacı, sektördeki ürün geliştirme projelerinin süreç modelini oluşturarak, RHTEA yöntemlerinin birlikte kullanıldığı bir çalışma ile bu süreçteki muhtemel riskleri belirleyip konuyu, analiz etmek, değerlendirme ve çıkarımlarda bulunmaktır. Bu bağlamda, sektördeki ilgili 30 uzman kişi ile derinlemesine mülakatlar yapılmıştır. Nitel bir yöntem olan derinlemesine mülakat yöntemi, araştırmacıya görüşmecinin bakış açısını derinlemesine keşfetme olanağı vermektedir. Bu yöntemde görüşülen kişiler araştırılan konunun ya uzmanı, ya da o konuda karar verici konumdadır (Nitel bir araştırma 2014). Mülakatlar sonucunda elde edilen veriler risk analizi matrisinde alt başlıklar bazında nümerik hale getirilerek tablolananmıştır. Tablodaki nümerik verilerden yola çıkılarak, pareto, regresyon ve korelasyon istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak sürecin başlangıç aşaması değerlendirilmiştir.

HTEA, hatalar üzerine odaklanarak bilinen veya potansiyel hataların risklerini ortaya koyan ve bu risklere göre hata türlerini önceliklendiren bir yöntemdir. Böylece hataların erken safhalarda ortadan kaldırılabilmesine olanak sağlar (Erginel 2002, ss 17-26).

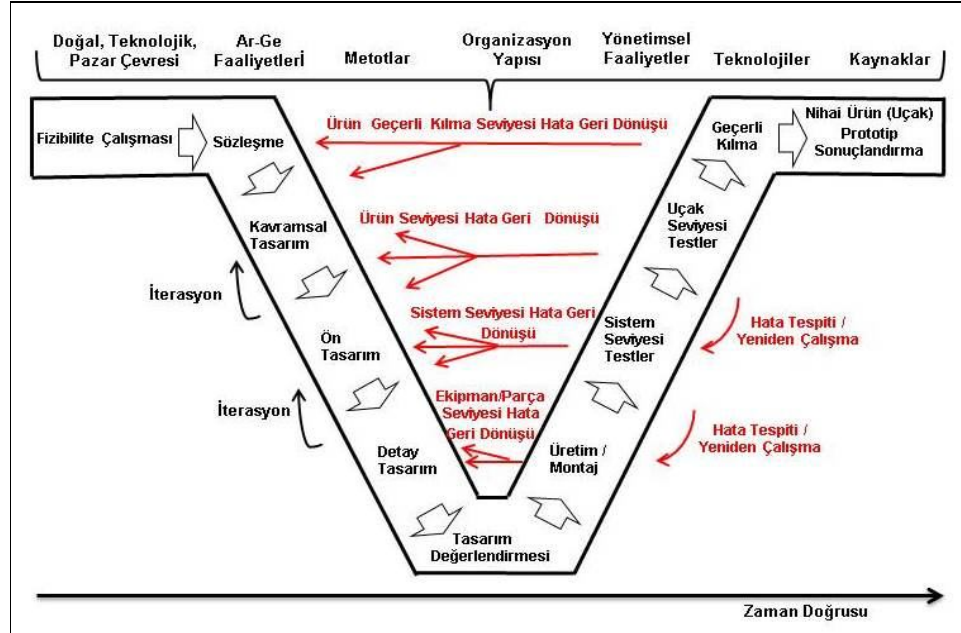
Bir başka tanıma göre ise HTEA; sistem, tasarım, süreç ve/veya servisten kaynaklanan bilinen ve/veya olası hataların, sorunların müşteriye ulaşmadan önce tanımlanması, belirlenmesi ve yok edilmesinde kullanılan bir mühendislik tekniğidir. Kadioğlu ve diğ. (2009, ss. 42-55).

Bu çalışmada, yapısı dolayısı ile diğer alanlarda kullanılan tekniklerden farklılıklar gösteren savunma ve havacılık sektörü için ABD Savunma Bakanlığı’nın Bütünleşik Ürün ve Süreç Geliştirme El kitabı (Department of Defence IPPD Handbook), Sistem

Mühendisliği Esasları (Systems Engineering Fundamentals), Sistem Mühendisliği El Kitabı (Incase System Engineering Handbook) ve Havacılıkta Önerilen Pratikler (SAE Aerospace Recommended Practice, ARP4754A) kaynaklarında verilen unsurları kapsayan ve sistem geliştirmede kullanılan V model esas alınmış Incose Systems Engineering Handbook 2011, p.27); bizim için önemli olan bu modele yukarıda adı anılan literatürlerdeki kavramlardan da girdi yapılmıştır. Savunma ve havacılık sanayiinin genel yapısı nedeniyle çalışmada söz konusu metodolojinin izlenmesi bir yerde çalışmanın sınırlılığını da oluşturmaktadır. Model, ürün geliştirmeyi oluşturan süreçleri, bunların arasındaki hem sıralı, hem de bütünleyici ilişkiyi göstermektedir. Fizibilite, tasarım, üretim, sertifikasyon/kalifikasyon adımlarından oluşan süreci ve bu sürecin tamamını etkileyen Ar-Ge faaliyetleri, yönetim faaliyetleri (program yönetimi, konfigürasyon yönetimi, risk yönetimi, kalite yönetimi, tedarik ve malzeme yönetimi, insan kaynakları yönetimi, bilgi teknolojileri yönetimi, finans yönetimi, tesis yönetimi) ve kullanılan yöntemleri bir arada değerlendiren model, şekil 3.3’de gösterilmiştir.

Modele göre savunma ve havacılık alanındaki büyük kapsamlı ürün geliştirme projeleri iki ana kısımdan oluşmaktadır: Geliştirme (Şekil 3.3’te V’nin sol tarafı) ve gerçekleştirme (Şekil 3.3’te V’nin sağ tarafı). İki ana süreci ayıran olay, kritik tasarım gözden geçirme değerlendirmesi sonucu müşterinin onay vermesidir (Şekil 4.3’te V’nin tabanı).

Şekil 4.3: Araştırmanın teorik modeli



Kaynak: DoD Systems Engineering Fundamentals esas alınarak tarafımdan hazırlanmıştır.

Problem: Dünyada yapılan büyük savunma ve havacılık projelerinin hemen hepsinde proje süresi (takvim), maliyet ve teknik performans problemleri yaşanması, risklerin analiz edilerek azaltılmasının önemini gözler önüne sermektedir. A380, A350, Boeing 787, Bombardier C serisi uçarlarda bu tür olumsuzluklardan dolayı hedeflerden önemli sapmalar olmuştur. Örneğin Boeing 787 uçaklarının ilk 5 adedi hedeflenenden ağır çıktığı için düşük fiyatla Çin'e satılması gündemdedir (Perrett 2014, p.12) .

Türk savunma ve havacılık sanayinin yaşamakta olduğu hızlı gelişim, özgün projelerin sayısını hızla artırmış; beraberinde proje risklerini getirmiştir. Sektörde yeni ürün geliştirme sürecini iyileştirme ve yeni ürün geliştirme projelerinin başarısızlık riskini minimuma indirmede istenen seviyeye gelinememiştir.

Alt başlıklar:

- i. Fizibilite ve tasarım aşamalarında oluşan riskler (V modelin sol tarafı).
- ii. Üretim, test, sertifikasyon ve kalifikasyon aşamasında oluşan riskler (V modelin sağ tarafı).
- iii. Ürün geliştirme projesindeki tamamlayıcı unsurlarla ilgili riskler (V modelin üzerindeki konular).

Hipotezler:

Hipotez 1a: Yeni ürün geliştirme projelerinin fizibilite fazı risk değerleri yüksektir.

Hipotez 1b: Yeni ürün geliştirme projelerinin tasarım fazı risk değerleri yüksektir.

Hipotez 2a: Yeni ürün geliştirme projelerinin fizibilite fazı risklerinin saptanabilirliği düşüktür.

Hipotez 2b: Yeni ürün geliştirme projelerinin tasarım fazı risklerinin saptanabilirliği düşüktür.

Hipotez 3: Yeni ürün geliştirme projelerinin takvim (proje süresi) riski ile maliyet riski arasında güçlü bir etkileşim vardır.

Standart HTEA süreci hata modlarını gerçekleşme sıklığı (O), önem (S) ve tespit edilebilirlik (D) için değerlendirmektedir. Aşağıdaki eşitlikte görüldüğü gibi, bu değerlerin çarpımı risk öncelik numarasını (RPN) vermektedir.

$$RPN = O * S * D \quad (3.1)$$

Bu tezdeki RHTEA yaklaşımının kullanımında standart HTEA formatına bazı değişiklikler yapılmıştır. HTEA’da ürünün teknik yönlerinin tanımlanmasına karşın RHTEA, proje ortamında risk belirleyen, sayısallaştıran ve ortadan kaldıran ya da indirgeyen bir araçtır.

RHTEA, gelişmiş HTEA’nın ürün tasarımı, proses geliştirme ve hizmet dağıtımı ile birlikte kullanılabilir. Standart HTEA ve RHTEA örnekleri tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1: Basitleştirilmiş standart HTEA ve RHTEA formları

Tipik HTEA Kolonları	Hata Adı	Hata Modu	Gerçekleşme Sıklığı	Önem	Tespit		RPN
Tipik RHTEA Kolonları	Risk Adı	Risk Olayı	Gerçekleşme İhtimali	Etki	Tespit	Risk Skoru	RPN

Kaynak: Project risk management using the project risk FMEA, p.30.

Tablodaki risk skoru, riskin gerçekleşme ihtimali ile öneminin çarpımına eşittir (3.2 eşitliği).

$$RS = O * S \quad (3.2)$$

Bu durumda RPN değeri aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

$$RPN = R S * D \quad (3.3)$$

RPN, risk cevabı için zaman belirleyicidir. RHTEA hangi risk planlamasının ötelenebileceğini belirlemek için iyi bir metot vermektedir. Kritik risklere odaklanmak için daha fazla zaman olacağı için risk cevap planları iyileştirilebilir (Carbone ve Tippet 2004)

Tablo 4.2, Tablo 4.3 ve Tablo 4.4’de, RHTEA içerisindeki her bir risk için gerçekleşme ihtimali, etki ve tespit değerleri tahsis edilmesi açıklanmaktadır. Etki değeri zaman, maliyet ve teknik performans için ayrı ayrı değerlendirilmektedir.

Tablo 4.2: Gerçekleşme ihtimali (O) değerleri kılavuzu

9 veya 10	Gerçekleşme ihtimali çok yüksektir
7 veya 8	Muhtemelen gerçekleşecektir
5 veya 6	Gerçekleşme veya gerçekleşmeme şansları eşittir
3 veya 4	Muhtemelen gerçekleşmeyecektir
1 veya 2	Gerçekleşme ihtimali çok düşüktür

Kaynak: Project risk management using the project risk FMEA, p.30.

Tablo 4.3: Etki değeri kılavuzu

9 veya 10	Takvim	Ana dönüm noktalarına etkisi var. Kritik patikalara etkisi %20 .
	Maliyet	Toplam proje maliyet artışı %20 .
	Teknik	Kapsam üzerindeki etkisi nihai ürünü kullanılmaz duruma getirir.
7 veya 8	Takvim	Ana dönüm noktalarına etkisi var. Kritik patikalara etkisi %10 - %20 .
	Maliyet	Toplam proje maliyet artışı %10 - %20 .
	Teknik	Kapsam üzerindeki etkisi projenin çıktısını değiştirir ve ürünü müşteri için kullanılmaz duruma getirebilir.
5 veya 6	Takvim	Kritik patikalara etkisi %5 - %10 .
	Maliyet	Toplam proje maliyet artışı %5- %10 .
	Teknik	Kapsam üzerindeki etkisi projenin çıktısını değiştirir ve müşteri onayı gerektirir.
3 veya 4	Takvim	Kritik patikalara etkisi %5 .
	Maliyet	Toplam proje maliyet artışı %5
	Teknik	Kapsama etkisi küçük fakat işletme içinde, belki de müşteri nezdinde de değişiklik onayı gerektirir.
1 veya 2	Takvim	Etkisi önemsiz .
	Maliyet	Proje maliyet artışı önemsiz .
	Teknik	Farkedilebilir değişiklikler değil .

Kaynak: Project risk management using the project risk FMEA, p.30.

Standart HTEA'dan en büyük farklılık, riski saptama niteliği için kullanılan tanım ile ilgilidir. Standart HTEA'da en yüksek saptama değeri organizasyonun hatayı tespit etme yeteneği olmadığını, düşük bir saptama değeri ise organizasyonun operasyon bitmeden hatayı tespit edebileceğini göstermektedir. RHTEA için saptama teknikleri veya metotları 'hata olayını, durumu planlamaya yeterli zaman kalacak şekilde tespit ederek riskle ilgili işlem yapma kabiliyeti' olarak tanımlanmıştır. Kuşkusuz saptama değerinin atanması da 'gerçekleşme sıklığı' ve 'önem' değerlerinin tahsisi gibi subjektiftir. Bir riskin bir veya daha fazla nedeni olabileceği gibi, gerçekleşmesi halinde bir veya daha fazla etkisi olabilir.

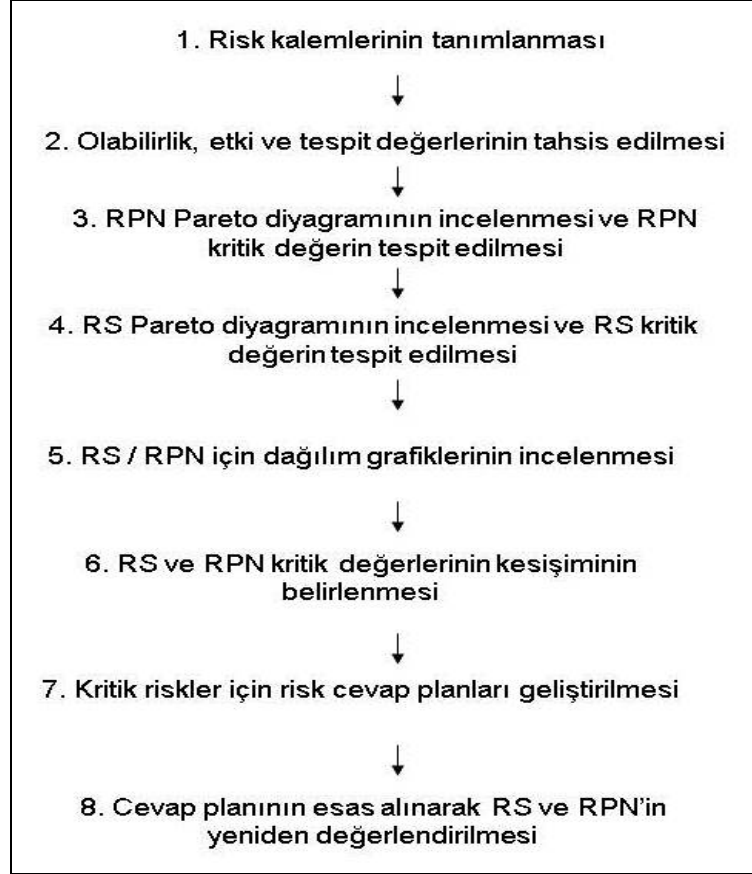
Tablo 4.4: Tespit değeri (D) kılavuzu

9 veya 10	Beklenmeyen bir durum için uyarı vererek tedbir alacak kadar zaman sağlayan bir tespit metodu mevcut değil veya bilinmiyor.
7 veya 8	Tespit metodu kendini kanıtlamamış veya güvenilirmez; ya da tespit metodunun zamanında tespit etme etkinliği bilinmiyor.
5 veya 6	Tespit metodu orta seviyede etkinliğe sahip.
3 veya 4	Tespit metodu hafif yüksek seviyede etkinliğe sahip.
1 veya 2	Tespit metodu oldukça etkili ve risk hemen hemen kesin olarak uygun zamanda tespit edilebilir.

Kaynak: Project risk management using the project risk FMEA,P.31.

RHTEA prosedürü şekil 4.4'de özetlenmiştir. 1.adım, risk olaylarını belirlemek için beyin fırtınası yapmaktır. Bunu yaparken, 'x' risk olayı ve 'y' ise olayın gerçekleşmesinin etkisi olmak üzere "x olursa , y sonucu ortaya çıkar" şeklinde bir düşünce tarzı kullanılmaktadır. İkinci olarak, 'olabilirlik, etki, tespit' parametrelerine değerler atanmaktadır. Bu değerler tabloya girildikten sonra risk skoru ve öncelik numarası hesaplanır.

Şekil 4.4: RHTEA sürecinin adımları



Kaynak: Project risk management using the project risk FMEA, p.31.

Üçüncü adım, kritik RPN değerini belirlemek için RPN pareto diyagramı oluşturularak incelenmesidir. Standart bir RPN değeri bulunmayıp, her projenin kendine has özellikleri olduğu için, riskleri ve RPN değerleri de değişiklik gösterir. O nedenle, kullanılacak değeri belirleme açısından pareto analizi kritik bir adımdır.

Dördüncüsü, risk skorları için benzer paretonun oluşturulması ve bu ölçü için de kritik değerin belirlenmesidir. Kritik değerlerin seçilmesinde bilimsel bir kural bulunmamaktadır. Bazı durumlarda seçim bellidir, bazılarında ise dağılım yumuşak ve sürekli ki bu da seçimi zorlaştırır.

Risk skoru ve risk öncelik sayısı için kritik değerler bilinince, beşinci adım risk öncelik sayıları ile risk skorlarını gösteren dağılım grafiğini oluşturmaktır. Çizilen grafiğin bir şablona uyması beklenmez.

Altıncı adımın amacı, erken safhada bir cevap planı gerektiren başlangıç risk setlerini belirlemek için iki kritik değer kesişimini bulmaktır. Başlangıç risk cevap planı için hem risk skoru, hem de risk öncelik sayısını kritik değerlerin üzerinde olan risk olaylarına öncelik verilir. Bazı risklerin risk skoru yüksektir, fakat yeterince erken safhada tespit edilmeleri beklendiği için bunlara düşük tespit değeri verilir ve neticede RPN'leri düşük çıkar.

Saptanabilse bile bu risklerin erken bir risk cevap planı hazırlanmasını gerektirecek kadar önemli olup olmadığının değerlendirilmesi gerekir. Bu risklerin oluşması durumunda proje devam edecek midir? Eğer riskin etkisi, projeyi başarısızlığa götürecek kadar ciddi ise, bir risk cevap planı geliştirmeye yetecek kadar erken aşamada saptanmasının bir değeri yoktur. Böylece risk skoru ve risk öncelik sayısı değerinin her biri ayrı ama ilgili amaca hizmet ettiğinden, her ikisi de değerlendirilmelidir. Kritik riskler belirlendikten sonra, yedinci adımda kaçınma, transfer etme, azaltma, kabullenme ve buna uygun cevap planlarını dokümante etme gibi risk cevap stratejileri düşünülmelidir.

Cevap planını takiben son adım, beklenen cevap planı işlemlerini esas alarak risk skorunu ve RPN değerlerini yeniden hesaplamaktır. Risk, maliyet, zaman ve teknik kategorilerde değerlendirilebilir. Yeniden hesaplanan RPN değeri kritik değer altına indirilemezse cevap planı tekrar düzeltilmeli, saptama metodları iyileştirilmeli veya risk kabul edilmelidir. Bazı durumlarda risk kaçınılmaz olabilir ve projeye devam etmek için çok ciddi etkileri varsa proje durdurulabilir. Kapsamlı bir beklenmedik durum planı her zaman ilk adım olmayıp, ikinci bir seçenek de riski tespit etmek için metodlar eklemektir. Bu, RPN'i azaltmaya yardımcı olur ve riski, erken cevap planı için daha az kritik duruma getirebilir. Bazen saptama yeteneğini artırmak, erkenden beklenmedik durum planı hazırlamaktan daha ucuzdur.

4.3 RİSK MATRİSİ

Bu tez kapsamında yapılan çalışmanın amacı, bir uçak geliştirme projesi için HTEA yöntemi ile risk analizini birleştirerek ana süreçler içerisinde, önemli görüldüğü için seçilen alt süreçlerin barındırdıkları hata ve risk faktörlerini sayısal olarak ifade etmek ve bu suretle kıyaslama imkanı elde etmektir. Alt süreçlerin seçilmesindeki kriter, bu alanda geliştirilen projelerdeki tecrübeye istinaden yapılan değerlendirmedir. Projelerin kendine has özellikleri olduğu için burada çıkarılan jenerik sonuçlar her zaman geçerli olmayabilir.

Risk matrisinin oluşturulmasında ve risk değerleri atanmasında derinlemesine mülakat yolu ile hava aracı geliştirme projelerinde görev alan tasarım, program yönetimi, üretim, satın alma, alt sözleşme, yan sanayi, kalite yönetimi, eş zamanlı mühendislik, konfigürasyon kontrol, üretim mühendisliği, sertifikasyon gibi disiplinlerden tecrübeli uzman ve yöneticiler katkıda bulunmuştur.

Oluşturulan kuramsal modele uygun olarak ürün geliştirme projesinin ilerleme aşamaları 5 kısıma ayrılmış ve RHTEA matrisinde ‘Projenin Aşamaları’ başlığı ile ilk kolonda gösterilmiştir. Proje geliştirme süreçlerinden her biri, ‘Fonksiyonlar/Gereksinimler veya Süreç Adımları’ başlığı ile ikinci kolona yerleştirilmiş olup, bunu izleyen kolonda ise ‘Alt Süreçler’ gösterilmiştir. Matriste her bir alt süreç için projenin ilerleme aşaması olarak 1 ile 5 arasında bir rakam atanmıştır. Genellikle bir ana sürecin alt süreçleri aynı ilerleme aşaması rakamına sahip olmakla birlikte, bunun istisnaları olmaktadır. RHTEA matrisinde her alt süreç için en az bir adet risk tanımlanmış olup, bu risklere birer ‘Risk Numarası’ verilmiştir.

Bir sonraki kolon ‘Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları’ olup, burada alt süreçler için öngörülmüş olan riskler kısaca açıklanmıştır. Bunun yanındaki ‘Potansiyel Hata/Risk Etkisi Konu Başlıkları’ kolonunda ise, tanımlanmış olan risklerin ürün geliştirme projesine muhtemel etkileri yazılmıştır. Bundan sonraki kolonlar proje takvimi, proje maliyeti ve

ürünün teknik performansı için belirlenmiş olan risklerin rakamlarla ifade edilmesini göstermektedir.

Bu bağlamda değerlendirmeye alınan ilk ana süreç, fizibilite fazıdır. Literatür incelemesine ve tecrübeye dayanarak seçilen alt süreçler, bunların oluşturduğu potansiyel hata ya da riskler ve bu hata ya da risklerin zaman, maliyet ve ürün teknik özellikleri açısından geliştirme projesine yapabilecekleri etkiler aşağıdaki tablolarda görülmektedir. Tablo 4.5, projenin aşamasının 1 olduğu fizibilite ve sözleşme sürecine ait risk tanımlarını kapsamaktadır. Tablo 4.6, tablo 4.7 ve tablo 4.8, bu risklerin proje takvimi, proje maliyeti ve ürün teknik özellikleri için saptanabilirliğini ve etkisini rakamlarla ifade etmektedir. Bu tablolarda ‘Potansiyel Hata/Risk Etkisi Konu Başlıkları’ kolonu gösterilmemiştir (Risk matrisi ek 1’de yer almaktadır).

Tablo 4.5: Risk matrisi fizibilite süreci riskleri ve etkileri

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Potansiyel Hata/Risk Etkisi Konu Başlıkları
1	Fizibilite çalışması, sözleşme ve alt sözleşmelerin yapılması.	Müşteri/kullanıcının istek ve ihtiyacının belirlenmesi.	1	Uygun olmayan müşteri/kullanıcı istekleri.	Pazar , talep, maliyet, kalifikasyon
1			2	Müşteri isteklerinde çelişki.	Talep, maliyet, kalifikasyon, zaman
1			3	Karşılanamayacak müşteri / kullanıcı istekleri.	Talep, maliyet, kalifikasyon, zaman
1		Gerekli kabiliyet ve kapasitenin tanımlanması ve temin edilebilirliğinin garanti edilmesi.	4	İşletmeler arasında iş paylaşımı yapılması.	Kapasite kullanımı, yatırım tekrarı maliye artışı.
1			5	Altyapı ve yatırımın belirlenmesi.	Bütçe, zaman ve teknik özellikler hedeflerinden sapma.
1			6	Gerekli altyapı ve tesisin mevcudiyeti.	Eksik veya yanlış iş sonuçları , maliyet, teknik yetersizlikler.
1			7	Uzmanlık ve insan kaynağının belirlenmesi.	Eksik veya yanlış iş sonuçları , maliyet, teknik yetersizlikler.
1			8	Gerekli uzmanlık ve yetkinliğe sahip insan kaynağı mevcudiyeti.	Eksik, yanlış, kalitesiz iş sonuçları, maliyet, teknik yetersizlikler
1		Projenin takvimlendirilmesi.	9	Gerçekçi takvim yapılmaması.	Zaman, ceza ödeme, kalitesiz ürün, proje iptali.

Tablo 4.6: Fizibilite süreci program takvimi risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM TAKVİMİ (ZAMAN)				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
1	Fizibilite çalışması, sözleşme ve alt sözleşmelerin yapılması.	Müşteri/kullanıcının istek ve ihtiyacının belirlenmesi.	1	Uygun olmayan müşteri/kullanıcı istekleri.	7	5	35	5	175
1			2	Müşteri isteklerinde çelişki.	6	5	30	6	180
1			3	Karşılanamayacak müşteri / kullanıcı istekleri.	4	4	16	6	96
1		Gerekli kabiliyet ve kapasitenin tanımlanması ve temin edilebilirliğinin garanti edilmesi.	4	İşletmeler arasında iş paylaşımı yapılması.	6	5	30	6	180
1			5	Altyapı ve yatırımın belirlenmesi.	8	4	32	6	192
1			6	Gerekli altyapı ve tesisin mevcutiyeti.	4	3	12	6	72
1			7	Uzmanlık ve insan kaynağının belirlenmesi.	6	5	30	6	180
1			8	Gerekli uzmanlık ve yetkinliğe sahip insan kaynağı mevcudiyeti.	3	4	12	6	72
1		Projenin takvimlendirilmesi.	9	Gerçekçi takvim yapılmaması.	8	4	32	7	224

Tablo 4.7: Fizibilite süreci program maliyeti risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM MALİYETİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
1	Fizibilite çalışması, sözleşme ve alt sözleşmelerin yapılması.	Müşteri/kullanıcının istek ve ihtiyacının belirlenmesi.	1	Uygun olmayan müşteri/kullanıcı istekleri.	7	5	35	5	175
1			2	Müşteri isteklerinde çelişki.	6	6	36	6	216
1			3	Karşılanamayacak müşteri / kullanıcı istekleri.	5	4	20	6	120
1		Gerekli kabiliyet ve kapasitenin tanımlanması ve temin edilebilirliğinin garanti edilmesi.	4	İşletmeler arasında iş paylaşımı yapılması.	7	5	35	6	210
1			5	Altyapı ve yatırımın belirlenmesi.	8	4	32	6	192
1			6	Gerekli altyapı ve tesisin mevcutiyeti.	5	3	15	6	90
1			7	Uzmanlık ve insan kaynağının belirlenmesi.	7	5	35	5	175
1			8	Gerekli uzmanlık ve yetkinliğe sahip insan kaynağı mevcudiyeti.	5	4	20	4	80
1		Projenin takvimlendirilmesi.	9	Gerçekçi takvim yapılmaması.	7	5	35	6	210

Tablo 4.8: Fizibilite süreci ürün teknik performansı risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					ÜRÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
1	Fizibilite çalışması, sözleşme ve alt sözleşmelerin yapılması.	Müşteri/kullanıcının istek ve ihtiyacının belirlenmesi.	1	Uygun olmayan müşteri/kullanıcı istekleri.	6	5	30	5	150
1			2	Müşteri isteklerinde çelişki.	5	6	30	5	150
1			3	Karşılanamayacak müşteri / kullanıcı istekleri.	4	4	16	5	80
1		Gerekli kabiliyet ve kapasitenin tanımlanması ve temin edilebilirliğinin garanti edilmesi.	4	İşletmeler arasında iş paylaşımı yapılması.	5	5	25	5	125
1			5	Altyapı ve yatırımın belirlenmesi.	7	5	35	4	140
1			6	Gerekli altyapı ve tesisin mevcudiyeti.	5	3	15	5	75
1			7	Uzmanlık ve insan kaynağının belirlenmesi.	6	5	30	5	150
1			8	Gerekli uzmanlık ve yetkinliğe sahip insan kaynağı mevcudiyeti.	5	4	20	4	80
1		Projenin takvimlendirilmesi.	9	Gerçekçi takvim yapılmaması.	6	5	30	5	150

RHTEA matrisinde ikinci olarak, sözleşme sonrası başlayan program yönetimi faaliyetleri incelenmiştir. Aşağıdaki tablo 4.9, tablo 4.10, tablo 4.11 ve tablo 4.12 'de bu süreçle ilgili belirlenen riskler ve bunlara atanan risk değerleri görülmektedir.

Tablo 4.9: Risk matrisi program yönetimi süreci riskleri ve etkileri

BAŞLANGIÇ RISK ANALİZİ					
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Potansiyel Hata/Risk Etkisi Konu Başlıkları
2	Program yönetimi faaliyetlerinin başlaması.	Tasarım ve üretim organizasyon yapısının oluşturulması.	10	Tasarım ve üretim organizasyon yapısının oluşturulamaması.	Hızlı karar , çatışmalar , iletişimde sorun, sertifikasyon, projede aksama.
2			11	İşletmenin ana iş akışına uygun olmayan bir organizasyon yapılması.	Hızlı karar, görev tanımları netliği, çatışmalar, iletişimde sorun,
2		Ar-Ge faaliyetlerinin belirlenmesi ve uygulanması	12	Büyük miktardaki Ar-Ge harcamasının karşılanamaması.	Projenin bütçe hedefleri içerisinde kalmaması, işletmenin zarar etmesi.
2			13	Frascati kılavuzuna göre Ar-Ge ile Ar-Ge olmayan işlerin ayırlanamaması.	Uygunsuz Ar-Ge harcaması, proje standartlarının olumsuz etkisi.
2			14	Teknolojideki gelişmelerin ürüne yansıtılamaması.	Rekabetçilik, günün ihtiyaçlarının gerisinde kalma, düşük özgünlük.
2			15	Olgunlaşmamış teknolojilerin ürüne yansıtılmaya çalışılması.	Zaman, maliyet, tasarım ve imalat problemleri, sertifikasyon zorluğu.
2			16	Ar-Ge / ürün geliştirme sürecinin paralel yürütülememesi.	Zaman, etkisiz Ar-Ge faaliyetleri, bütçe hedeflerinin dışına çıkma.
2		Ürün geliştirme metodlarının seçimi ve kullanılması (Eşzamanlı mühendislik, Kalite fonksiyonu yayılımı, Üretim için tasarım,...)	17	Faaliyetlerin paralel yürütülmemesi, işletme içi süreçlerin geç başlaması.	Sürecin uzaması, bütçe hedeflerinin dışına çıkma.
2			18	Bilgi birikimi / tecrübenin değerlendirildiği sistem olmaması.	Takvimsel, mali, teknik problemler, eksik, yanlış, kalitesiz iş sonuçları.
2			19	Kıyaslama (Benchmarking) yönteminin etkili olarak kullanıldığı bir sistem.	Rekabetçilik, kalite, eski teknolojileri kullanma, maliyet.
2		Proje için insan kaynakları planlanması.	20	İnsan kaynakları planlaması, projenin gerektirdiği nitelikte personel bulma.	Eksik veya yanlış iş sonuçları, maliyet, teknik yetersizlikler.
2			21	Projede görev alan personelin yeterli eğitim ve gelişiminin sağlanamaması.	Eksik, yanlış, kalitesiz iş sonuçları, teknik yetersizlik, maliyet.
2			22	Nitelikli personelin projede görev sürekliliğinin sağlanamaması.	Zaman, maliyet, teknik problemler, eksik, yanlış veya kalitesiz iş sonuçları.

Tablo 4.10: Program yönetimi süreci program takvimi risk değerlendirmesi

Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ			PROGRAM TAKVİMİ (ZAMAN)				
		Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
2	Program yönetimi faaliyetlerinin başlaması.	Tasarım ve üretim organizasyon yapısının oluşturulması.	10	Tasarım ve üretim organizasyon yapısının oluşturulmaması.	6	5	30	6	180
2			11	İşletmenin ana iş akışına uygun olmayan bir organizasyon yapılması.	6	5	30	6	180
2		Ar-Ge faaliyetlerinin belirlenmesi ve uygulanması	12	Büyük miktardaki Ar-Ge harcamasının karşılanamaması.	5	7	35	5	175
2			13	Fırsatçı kılavuzuna göre Ar-Ge ile Ar-Ge olmayan işlerin ayrılamaması.	5	5	25	4	100
2			14	Teknolojideki gelişmelerin ürüne yansıtılamaması.	4	6	24	4	96
2			15	Olgunlaşmamış teknolojilerin ürüne yansıtılmaya çalışılması.	5	4	20	6	120
2			16	Ar-Ge / ürün geliştirme sürecinin paralel yürütülememesi.	6	6	36	4	144
2		Ürün geliştirme metodlarının seçimi ve kullanılması (Eşzamanlı mühendislik, Kalite fonksiyonu yayılımı, Üretim için tasarım,...)	17	Faaliyetlerin paralel yürütülmemesi, işletme içi süreçlerin geç başlaması.	7	6	42	3	126
2			18	Bilgi birikimi / tecrübenin değerlendirildiği sistem olmaması.	5	4	20	4	80
2			19	Kıyaslama (Benchmarking) yönteminin etkili olarak kullanıldığı bir sistem.	5	5	25	4	100
2		Proje için insan kaynakları planlanması.	20	İnsan kaynakları planlaması, projenin gerektirdiği nitelikte personel bulma.	4	5	20	5	100
2			21	Projede görev alan personelin yeterli eğitim ve gelişiminin sağlanamaması.	4	5	20	5	100
2			22	Nitelikli personelin projede görev sürekliliğinin sağlanamaması.	5	5	25	4	100

Tablo 4.11: Program yönetimi süreci program maliyeti risk değerlendirmesi

Projenin Aşaması	BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ				PROGRAM MALİYETİ				
	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Geryekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
2	Program yönetimi faaliyetlerinin başlaması.	Tasarım ve üretim organizasyon yapısının oluşturulması.	10	Tasarım ve üretim organizasyon yapısının oluşturulamaması.	5	5	25	7	175
2			11	İşletmenin ana iş akışına uygun olmayan bir organizasyon yapılması.	6	6	36	5	180
2		Ar-Ge faaliyetlerinin belirlenmesi ve uygulanması	12	Büyük miktardaki Ar-Ge harcamasının karşılanamaması.	5	7	35	5	175
2			13	Frascati kılavuzuna göre Ar-Ge ile Ar-Ge olmayan işlerin ayrılammaması.	5	4	20	5	100
2			14	Teknolojideki gelişmelerin ürüne yansıtılamaması.	4	6	24	4	96
2			15	Olgunlaşmamış teknolojilerin ürüne yansıtılmaya çalışılması.	5	4	20	6	120
2			16	Ar-Ge / ürün geliştirme sürecinin paralel yürütülememesi.	6	6	36	4	144
2		Ürün geliştirme metodlarının seçimi ve kullanılması (Eşzamanlı mühendislik, Kalite fonksiyonu yayılımı, Üretim için tasarım,...)	17	Faaliyetlerin paralel yürütülmemesi, işletme içi süreçlerin geç başlaması.	7	6	42	3	126
2			18	Bilgi birikimi / tecrübenin değerlendirildiği sistem olmaması.	6	4	24	4	96
2			19	Kıyaslama (Benchmarking) yönteminin etkili olarak kullanıldığı bir sistem.	5	6	30	4	120
2		Proje için insan kaynakları planlanması.	20	İnsan kaynakları planlaması, projenin gerektirdiği nitelikte personel bulma.	4	6	24	4	96
2			21	Projede görev alan personelin yeterli eğitim ve gelişiminin sağlanamaması.	4	5	20	5	100
2			22	Nitelikli personelin projede görev sürekliliğinin sağlanamaması.	4	5	20	5	100

Tablo 4.12: Program yönetimi süreci ürün teknik performansı risk değerlendirmesi

Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ			ÜRÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ				
		Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Geryekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
2	Program yönetimi faaliyetlerinin başlaması.	Tasarım ve üretim organizasyon yapısının oluşturulması.	10	Tasarım ve üretim organizasyon yapısının oluşturulmaması.	6	5	30	5	150
2			11	İşletmenin ana iş akışına uygun olmayan bir organizasyon yapılması.	5	5	25	6	150
2		Ar-Ge faaliyetlerinin belirlenmesi ve uygulanması	12	Büyük miktardaki Ar-Ge harcamasının karşılanamaması.	5	6	30	5	150
2			13	Frascati kılavuzuna göre Ar-Ge ile Ar-Ge olmayan işlerin ayırlanamaması.	6	5	30	5	150
2			14	Teknolojideki gelişmelerin ürüne yansıtılamaması.	5	6	30	5	150
2			15	Olgunlaşmamış teknolojilerin ürüne yansıtılmaya çalışılması.	7	5	35	4	140
2			16	Ar-Ge / ürün geliştirme sürecinin paralel yürütülememesi.	6	5	30	4	120
2		Ürün geliştirme metodlarının seçimi ve kullanılması (Eşzamanlı mühendislik, Kalite fonksiyonu yayılımı, Üretim için tasarım,...)	17	Faaliyetlerin paralel yürütülmemesi, işletme içi süreçlerin geç başlaması.	6	6	36	3	108
2			18	Bilgi birikimi / tecrübenin değerlendirildiği sistem olmaması.	6	5	30	5	150
2			19	Kıyaslama (Benchmarking) yönteminin etkili olarak kullanıldığı bir sistem.	5	6	30	5	150
2		Proje için insan kaynakları planlanması.	20	İnsan kaynakları planlaması, projenin gerektirdiği nitelikte personel bulma.	6	5	30	4	120
2			21	Projede görev alan personelin yeterli eğitim ve gelişiminin sağlanamaması.	6	5	30	5	150
2			22	Nitelikli personelin projede görev sürekliliğinin sağlanamaması.	6	5	30	5	150

RHTEA matrisinde üçüncü olarak, tasarım karakteristiklerinin etkilerinin değerlendirildiği ve önce gereksinimlerin belirlenmesi, sonra da tasarımın oluşturulması şeklinde iki aşamada incelenen tasarım süreci bulunmaktadır. Alt süreç olarak tasarımı şekillendiren ve ürünün teknik özelliklerini, projenin maliyetini ve süresini etkileyen çok sayıdaki parametreden önemli görülenler seçilmiştir. Tablo 4.13'ten tablo 4.20'ye kadar olan tablolar bu süreçleri kapsamaktadır.

Tablo 4.13: Risk matrisi gereksinim belirleme riskleri ve etkileri

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Potansiyel Hata/Risk Etkisi Konu Başlıkları
2	Uçak tasarımının yapılması (Sistem mühendisliği)	Gereksinimlerin belirlenmesi	23	Gereksinimler arasındaki ilişkilerin kontrol altında tutulamaması.	Zaman, maliyet, teknik problemler, eksik, yanlış, kalitesiz iş sonuçları.
2			24	Değişik mühendislik birimleri arasında koordinasyon eksikliği oluşması.	Zaman, maliyet, teknik problemler, eksik, yanlış veya kalitesiz iş sonuçları.
2			25	Uçak ağırlığının hatalı belirlenmesi.	Ağırlık, performans, yeniden tasarım, üretim ve test.
2			26	Geliştirilen yeni teknolojilerin gereksinimlere yansımaları.	Ürünün eski kalması, rekabetçilik, modernizasyon gereksinimi.
2			27	Alt sözleşmelere bağlı sistem gereksinimlerinin karşılanamaması.	Zaman, maliyet, teknik problemler, eksik, yanlış veya kalitesiz iş sonuçları.
2			28	Kendine özgü, açık ve net gereksinimler oluşturulamaması.	Zaman, maliyet, teknik problemler, amaca uymayan sonuç.
2			29	Gereksinim sayısının çok fazla olması.	Geç başlama, bütçeden sapma, prototip için dah az zaman.
2			30	İzlenebilir gereksinimler oluşturulamaması.	Gereksinim atanması, anahtar performans takibi zorluğu.
2			31	Performans gereksinimlerinin gereğinden yüksek belirlenmesi.	Yüksek ağırlık ve maliyet, düşük rekabetçilik.
2			32	Performans gereksinimlerinin eksik, hatalı, gereğinden düşük belirlenmesi.	Karşılanamayan gereksinimler, ürünün kabul görmemesi.
2			33	Standartlardan yüksek güvenilirlik / idame edilebilirlik gereksinimleri.	Uçağın ağırlığının ve maliyetinin artması.
2			34	Standarttan düşük güvenilirlik / idame edilebilirlik gereksinimleri.	Karşılanamayan gereksinimler, yeniden çalışma, ürünün kabul görmemesi.
2			35	Standart uygulamalardan yüksek test edilebilirlik gereksinimleri.	Yüksek ağırlık ve maliyet, düşük rekabetçilik.
2			36	Eksik, hatalı, standarttan düşük test edilebilirlik gereksinimleri.	Karşılanamayan gereksinimler, yeniden çalışma, müşterinin reddetmesi.
2			37	Standart uygulamalardan yüksek üretilebilirlik gereksinimleri.	Malzeme temini, yüksek imalat standartları, programa olumsuz etki.
2			38	Eksik, hatalı, standarttan düşük üretilebilirlik gereksinimleri.	Kalite, güvenilirlik ve rekabetçilik, yanlış iş sonuçları, yeniden çalışma.
2			39	Standarttan yüksek çevresel gereksinimler.	Yüksek maliyet, düşük rekabetçilik.
2			40	Eksik, hatalı, standarttan düşük çevresel gereksinimler.	Güvenilirliğinin, yeniden çalışma, müşterinin reddetmesi.
2			41	Standarttan yüksek arayüz gereksinimler.	Yüksek maliyet, düşük rekabetçilik.
2			42	Eksik, hatalı, standarttan düşük arayüz gereksinimleri.	Kalite, güvenilirlik ve rekabetçilik, yanlış iş sonuçları, yeniden çalışma.

Tablo 4.14: Gereksinim belirleme süreci program takvimi risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM TAKVİMİ (ZAMAN)				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
2	Uçak tasarımının yapılması (Sistem mühendisliği)	Gereksinimlerin belirlenmesi	23	Gereksinimler arasındaki ilişkilerin kontrol altında tutulamaması.	8	6	48	5	240
2			24	Değişik mühendislik birimleri arasında koordinasyon eksikliği oluşması.	7	6	42	5	210
2			25	Uçak ağırlığının hatalı belirlenmesi.	6	7	42	5	210
2			26	Geliştirilen yeni teknolojilerin gereksinimlere yansımaları.	3	5	15	8	120
2			27	Alt sözleşmecilere bağlı sistem gereksinimlerinin karşılanamaması.	5	5	25	6	150
2			28	Kendine özgü, açık ve net gereksinimler oluşturulamaması.	5	4	20	4	80
2			29	Gereksinim sayısının çok fazla olması.	6	6	36	5	180
2			30	İzlenebilir gereksinimler oluşturulamaması.	5	4	20	5	100
2			31	Performans gereksinimlerinin gereğinden yüksek belirlenmesi.	5	3	15	4	60
2			32	Performans gereksinimlerinin eksik, hatalı, gereğinden düşük belirlenmesi.	6	4	24	6	144
2			33	Standartlardan yüksek güvenilirlik / idame edilebilirlik gereksinimleri.	7	3	21	6	126
2			34	Standarttan düşük güvenilirlik / idame edilebilirlik gereksinimleri.	6	4	24	5	120
2			35	Standart uygulamalardan yüksek test edilebilirlik gereksinimleri.	6	3	18	5	90
2			36	Eksik, hatalı, standarttan düşük test edilebilirlik gereksinimleri.	6	4	24	5	120
2			37	Standart uygulamalardan yüksek üretilebilirlik gereksinimleri.	6	3	18	5	90
2			38	Eksik, hatalı, standarttan düşük üretilebilirlik gereksinimleri.	6	4	24	6	144
2			39	Standarttan yüksek çevresel gereksinimler.	6	3	18	5	90
2			40	Eksik, hatalı, standarttan düşük çevresel gereksinimler.	6	4	24	5	120
2			41	Standarttan yüksek arayüz gereksinimler.	5	4	20	5	100
2			42	Eksik, hatalı, standarttan düşük arayüz gereksinimleri.	6	5	30	4	120

Tablo 4.15: Gereksinim belirleme süreci program maliyeti risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM MALİYETİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
2	Uçak tasarımının yapılması (Sistem mühendisliği)	Gereksinimlerin belirlenmesi	23	Gereksinimler arasındaki ilişkilerin kontrol altında tutulamaması.	7	6	42	5	210
2			24	Değişik mühendislik birimleri arasında koordinasyon eksikliği oluşması.	6	6	36	5	180
2			25	Uçak ağırlığının hatalı belirlenmesi.	6	7	42	5	210
2			26	Geliştirilen yeni teknolojilerin gereksinimlere yansımaları.	3	5	15	7	105
2			27	Alt sözleşmecilere bağlı sistem gereksinimlerinin karşılanamaması.	5	4	20	6	120
2			28	Kendine özgü, açık ve net gereksinimler oluşturulamaması.	4	4	16	4	64
2			29	Gereksinim sayısının çok fazla olması.	6	5	30	5	150
2			30	İzlenebilir gereksinimler oluşturulamaması.	4	5	20	4	80
2			31	Performans gereksinimlerinin gereğinden yüksek belirlenmesi.	6	3	18	5	90
2			32	Performans gereksinimlerinin eksik, hatalı, gereğinden düşük belirlenmesi.	6	3	18	6	108
2			33	Standartlardan yüksek güvenilirlik / idame edilebilirlik gereksinimleri.	8	3	24	6	144
2			34	Standarttan düşük güvenilirlik / idame edilebilirlik gereksinimleri.	7	4	28	5	140
2			35	Standart uygulamalardan yüksek test edilebilirlik gereksinimleri.	8	3	24	4	96
2			36	Eksik, hatalı, standarttan düşük test edilebilirlik gereksinimleri.	7	4	28	5	140
2			37	Standart uygulamalardan yüksek üretilebilirlik gereksinimleri.	7	3	21	4	84
2			38	Eksik, hatalı, standarttan düşük üretilebilirlik gereksinimleri.	7	4	28	5	140
2			39	Standarttan yüksek çevresel gereksinimler.	6	3	18	5	90
2			40	Eksik, hatalı, standarttan düşük çevresel gereksinimler.	6	4	24	5	120
2			41	Standarttan yüksek arayüz gereksinimler.	6	3	18	5	90
2			42	Eksik, hatalı, standarttan düşük arayüz gereksinimleri.	6	5	30	4	120

Tablo 4.16: Gereksinim belirleme süreci teknik performans risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					ÜRÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
2	Uçak tasarımının yapılması (Sistem mühendisliği)	Gereksinimlerin belirlenmesi	23	Gereksinimler arasındaki ilişkilerin kontrol altında tutulamaması.	7	5	35	5	175
2			24	Değişik mühendislik birimleri arasında koordinasyon eksikliği oluşması.	7	5	35	5	175
2			25	Uçak ağırlığının hatalı belirlenmesi.	8	7	56	5	280
2			26	Geliştirilen yeni teknolojilerin gereksinimlere yansımaları.	4	5	20	7	140
2			27	Alt sözleşmelere bağlı sistem gereksinimlerinin karşılanamaması.	4	4	16	6	96
2			28	Kendine özgü, açık ve net gereksinimler oluşturulamaması.	5	4	20	4	80
2			29	Gereksinim sayısının çok fazla olması.	6	5	30	4	120
2			30	İzlenebilir gereksinimler oluşturulamaması.	5	5	25	5	125
2			31	Performans gereksinimlerinin gereğinden yüksek belirlenmesi.	6	2	12	4	48
2			32	Performans gereksinimlerinin eksik, hatalı, gereğinden düşük belirlenmesi.	8	4	32	5	160
2			33	Standartlardan yüksek güvenilirlik / idame edilebilirlik gereksinimleri.	7	3	21	5	105
2			34	Standarttan düşük güvenilirlik / idame edilebilirlik gereksinimleri.	8	4	32	6	192
2			35	Standart uygulamalardan yüksek test edilebilirlik gereksinimleri.	6	3	18	4	72
2			36	Eksik, hatalı, standarttan düşük test edilebilirlik gereksinimleri.	7	4	28	6	168
2			37	Standart uygulamalardan yüksek üretilebilirlik gereksinimleri.	5	3	15	4	60
2			38	Eksik, hatalı, standarttan düşük üretilebilirlik gereksinimleri.	7	4	28	5	140
2			39	Standarttan yüksek çevresel gereksinimler.	5	3	15	5	75
2			40	Eksik, hatalı, standarttan düşük çevresel gereksinimler.	7	4	28	5	140
2			41	Standarttan yüksek arayüz gereksinimleri.	5	4	20	5	100
2			42	Eksik, hatalı, standarttan düşük arayüz gereksinimleri.	7	5	35	4	140

Tablo 4.17: Risk matrisi yapısal tasarım ve yazılım süreci riskleri ve etkileri

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Potansiyel Hata/Risk Etkisi Konu Başlıkları
2	Uçak tasarımının yapılması	Yapısal tasarım ve yazılım faaliyetleri	43	Global Uçak ana geometrisinin yanlış belirlenmesi.	Kullanıcı gereksiniminin karşılanamaması, ürünün reddedilmesi.
3			44	Gereksinimler yanlış analiz edilmesi veya yorumlanması.	Karşılanamayan gereksinimler, rekabetçilik, yeniden çalışma, maliyet.
3			45	Hatalı mühendislik ürün ağacı (E-BOM) oluşturulması	Yanlış veya eksik parça alınması, imalat zorluğu, yanlış iş sonuçları.
3			46	Uygun olmayan tasarım çözümleri kullanılması.	Prototip imalatında zorluk. Güvenilirlik. Yanlış iş sonuçları.
3			47	3 boyutlu modellerin zamanında hazırlanamaması.	Projenin prototip imalat aşamasına geçmesinde gecikme.
3			48	3 boyutlu modellerin uygun olarak hazırlanamaması.	Prototip imalatında yanlış iş sonuçları çıkması.
3			49	Teknik resimlerin zamanında hazırlanamaması.	Projenin prototip imalat aşamasına geçmesinde gecikme.
3			50	Teknik resimlerin imalata uygun olarak hazırlanamaması.	Prototip imalatında yanlış iş sonuçları çıkması.
3			51	Proses spesifikasyonlarının zamanında hazırlanamaması.	Prototip imalatına geçişte gecikme, takvimin olumsuz etkilenmesi.
3			52	Proses spesifikasyonlarının uygun hazırlanamaması.	Prototip imalatında yanlış iş sonuçları çıkması.
3			53	Test proseslerinin zamanında hazırlanamaması.	Prototip uçağın testlerine başlanmasında gecikme.
3			54	Test proseslerinin uygun hazırlanamaması.	Prototip uçağın testlerinde hatalı sonuç çıkması.
3			55	Uçaktaki ekipmanlarda kullanılacak yazılımın zamanında hazırlanamaması.	Proje faaliyet takviminin olumsuz etkilenmesi.
3			56	Uçaktaki ekipmanlarda kullanılacak yazılımın uygun hazırlanamaması.	Prototip imalatına geçişte gecikme, takvimin olumsuz etkilenmesi.

Tablo 4.18: Yapısal tasarım ve yazılım süreci program takvimi risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM TAKVİMİ (ZAMAN)				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
2	Uçak tasarımının yapılması	Yapısal tasarım ve yazılım faaliyetleri	43	Global Uçak ana geometrisinin yanlış belirlenmesi.	5	4	20	4	80
3			44	Gereksinimler yanlış analiz edilmesi veya yorumlanması.	5	4	20	6	120
3			45	Hatalı mühendislik ürün ağacı (E-BOM) oluşturulması	5	5	25	5	125
3			46	Uygun olmayan tasarım çözümleri kullanılması.	6	5	30	4	120
3			47	3 boyutlu modellerin zamanında hazırlanamaması.	5	5	25	4	100
3			48	3 boyutlu modellerin uygun olarak hazırlanamaması.	5	4	20	6	120
3			49	Teknik resimlerin zamanında hazırlanamaması.	8	5	40	3	120
3			50	Teknik resimlerin imalata uygun olarak hazırlanamaması.	5	4	20	5	100
3			51	Proses spesifikasyonlarının zamanında hazırlanamaması.	7	4	28	4	112
3			52	Proses spesifikasyonlarının uygun hazırlanamaması.	6	4	24	5	120
3			53	Test proseslerinin zamanında hazırlanamaması.	8	4	32	4	128
3			54	Test proseslerinin uygun hazırlanamaması.	7	3	21	6	126
3			55	Uçaktaki ekipmanlarda kullanılacak yazılımın zamanında hazırlanamaması.	7	4	28	6	168
3			56	Uçaktaki ekipmanlarda kullanılacak yazılımın uygun hazırlanamaması.	7	3	21	6	126

Tablo 4.19: Yapısal tasarım ve yazılım süreci program maliyeti risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM MALİYETİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
2	Uçak tasarımının yapılması	Yapısal tasarım ve yazılım faaliyetleri	43	Global Uçak ana geometrisinin yanlış belirlenmesi.	5	4	20	4	80
3			44	Gereksinimler yanlış analiz edilmesi veya yorumlanması.	5	4	20	5	100
3			45	Hatalı mühendislik ürün ağacı (E-BOM) oluşturulması	4	5	20	5	100
3			46	Uygun olmayan tasarım çözümleri kullanılması.	5	5	25	4	100
3			47	3 boyutlu modellerin zamanında hazırlanamaması.	4	5	20	3	60
3			48	3 boyutlu modellerin uygun olarak hazırlanamaması.	7	4	28	4	112
3			49	Teknik resimlerin zamanında hazırlanamaması.	4	5	20	3	60
3			50	Teknik resimlerin imalata uygun olarak hazırlanamaması.	5	4	20	5	100
3			51	Proses spesifikasyonlarının zamanında hazırlanamaması.	4	5	20	3	60
3			52	Proses spesifikasyonlarının uygun hazırlanamaması.	6	4	24	5	120
3			53	Test prosedürlerinin zamanında hazırlanamaması.	5	4	20	5	100
3			54	Test prosedürlerinin uygun hazırlanamaması.	6	4	24	5	120
3			55	Uçaktaki ekipmanlarda kullanılacak yazılımın zamanında hazırlanamaması.	6	5	30	5	150
3			56	Uçaktaki ekipmanlarda kullanılacak yazılımın uygun hazırlanamaması.	6	5	30	4	120

Tablo 4.20: Yapısal tasarım ve yazılım süreci teknik performans risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					ÜRÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
2	Uçak tasarımının yapılması	Yapısal tasarım ve yazılım faaliyetleri	43	Global Uçak ana geometrisinin yanlış belirlenmesi.	6	5	30	5	150
3			44	Gereksinimler yanlış analiz edilmesi veya yorumlanması.	6	5	30	5	150
3			45	Hatalı mühendislik ürün ağacı (E-BOM) oluşturulması	7	4	28	5	140
3			46	Uygun olmayan tasarım çözümleri kullanılması.	6	5	30	4	120
3			47	3 boyutlu modellerin zamanında hazırlanamaması.	3	6	18	3	54
3			48	3 boyutlu modellerin uygun olarak hazırlanamaması.	7	4	28	5	140
3			49	Teknik resimlerin zamanında hazırlanamaması.	4	6	24	3	72
3			50	Teknik resimlerin imalata uygun olarak hazırlanamaması.	8	4	32	5	160
3			51	Proses spesifikasyonlarının zamanında hazırlanamaması.	4	6	24	3	72
3			52	Proses spesifikasyonlarının uygun hazırlanamaması.	7	4	28	5	140
3			53	Test proseslerinin zamanında hazırlanamaması.	4	5	20	6	120
3			54	Test proseslerinin uygun hazırlanamaması.	7	4	28	5	140
3			55	Uçaktaki ekipmanlarda kullanılacak yazılımın zamanında hazırlanamaması.	7	4	28	5	140
3			56	Uçaktaki ekipmanlarda kullanılacak yazılımın uygun hazırlanamaması.	5	4	20	5	100

Risk matrisindeki bir sonraki süreç ‘Geçerli kılma’ olup, bu işlem için oluşturulan risk matrisleri tablo 4.21, tablo 4.22, tablo 4.23 ve tablo 4.24’te yer almaktadır.

Tablo 4.21: Risk matrisi geçerli kılma süreci riskleri ve etkileri

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Potansiyel Hata/Risk Etkisi Konu Başlıkları
3	Geçerli kılma	Geçerli kılma (Validasyon) planının yapılması ve uygulanması	57	Validasyon işleminin hatalı ve/veya eksik yürütülmesi.	Yeniden çalışma, prototipe başlayamama, zaman, maliyet, emniyet.
3			58	Gereksinimlerin karşılandığının (Doğru ürün yapıldığının) gösterilememesi.	Sertifikasyon alamama, üretime geçememe, projenin iptal edilmesi.

Tablo 4.22: Geçerli kılma süreci program takvimi risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM TAKVİMİ (ZAMAN)				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
3	Geçerli kılma	Geçerli kılma (Validasyon) planının yapılması ve uygulanması	57	Validasyon işleminin hatalı ve/veya eksik yürütülmesi.	6	3	18	4	72
3			58	Gereksinimlerin karşılandığının (Doğru ürün yapıldığının) gösterilememesi.	5	3	15	5	75

Tablo 4.23: Geçerli kılma süreci program maliyeti risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM MALİYETİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
3	Geçerli kılma	Geçerli kılma (Validasyon) planının yapılması ve uygulanması	57	Validasyon işleminin hatalı ve/veya eksik yürütülmesi.	6	3	18	4	72
3			58	Gereksinimlerin karşılandığının (Doğru ürün yapıldığının) gösterilememesi.	6	3	18	4	72

Tablo 4.24: Geçerli kılma süreci teknik performans risk değerlendirmesi

Projenin Aşaması	BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ				ÜRÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ				
	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
3	Geçerli kılma	Geçerli kılma (Validasyon) planının yapılması ve uygulanması	57	Validasyon işleminin hatalı ve/veya eksik yürütülmesi.	5	4	20	5	100
3			58	Gereksinimlerin karşılandığının (Doğru ürün yapıldığının) gösterilememesi.	5	4	20	5	100

Bir sonraki adımda, seri üretim öncesi (prototip) uçağının üretimine geçiş hazırlığı ve prototip üretimi çalışmaları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, süreci birinci dereceden etkileyen montaj ve takım kavramı, imalat ürün yapısı, imalat teknik dokümanları, imalat ve test aktiviteleri incelenmiştir.

Risk matrisinde 59-65 numaralı risklerin tanımlandığı üretime geçiş hazırlığı süreci ve 82-86 numaralı risklerin tanımlandığı prototip süreci aralarındaki ilgiden dolayı, birlikte değerlendirilmiştir. Tablo 4.25 ile tablo 4.28 arasındaki tablolarda bu değerlendirme görülmektedir.

Tablo 4.25: Risk matrisi prototip üretim riskleri ve etkileri

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Potansiyel Hata/Risk Etkisi Konu Başlıkları
4	Prototip İmalatına geçiş hazırlıkları	Detay parça kavramının oluşturulması	59	Gerekli parçaların işletme dahilinde imal edilememesi.	Uçağın imalat takviminde olumsuz etkilene, yeniden çalışma.
4			60	Parça imalatının proje takvimini destekleyememesi.	Prototip uçağın imalat takviminde olumsuz etkilene.
4		Montaj kavramının oluşturulması	61	Parçaların iş akışına uygun zamanda montaj alanında olmaması.	Kri,tik patikaların yakalanamaması, proje takvimi.
4			62	Montaj sıralamasında hata oluşması ve geri sökmek zorunda kalınması.	Yeniden çalışma, proje takvimi, maliyet.
4			63	Takım ve kalıp konseptinde eksik veya yanlış bulunması.	Yeniden çalışma, proje takvimi, maliyet.
4		İmalat ürün ağacının hazırlanması	64	Malzeme, parça, takım ve kalıpların zamanında hazır edilememesi.	Prototip imalat gecikme, yeniden çalışma, zaman ve maliyet.
4		Üretim dokümanlarının hazırlanması.	65	İş talimatlarının eksik ve hatalı hazırlanması.	Yanlış, kalitesiz, verimsiz iş sonuçları, yeniden çalışma, zaman, maliyet.
5	Prototip imalatı	Detay parça imalatı yapılması.	82	Prototipte mühendislik dokümanlarına uygun montaj yapılmaması.	Yeniden çalışma,kalite, verim düşüklüğü, zaman, maliyeti.
5		Takım / kalıp imalatı yapılması.	83	Takım konseptine uygun takımlar imal edilememesi.	Yeniden çalışma,kalite, verim düşüklüğü, zaman, maliyet
5		Yapısal / elektriksel/ aviyonik montaj.	84	Prototipte mühendislik dokümanlarına uygun montaj yapılmaması.	Yeniden çalışma,kalite, verim düşüklüğü, zaman, maliyet
5		Montaj testlerinin yapılması	85	Prototip uçaktaki montajın usulüne uygun olarak doğrulanamaması.	Yeniden çalışma,kalite, verim düşüklüğü, zaman, maliyet
5		Fonksiyonel testlerin yapılması	86	Prototipte sistemlerin fonksiyonunu yerine getirdiğinin doğrulanamaması.	Yeniden çalışma, proje takvimi, bütçe hedefleri, prototip uçağın emniyeti.

Tablo 4. 26: Prototip üretim süreci program takvimi risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM TAKVİMİ (ZAMAN)				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
4	Prototip İmalatına geçiş hazırlıkları	Detay parça kavramının oluşturulması	59	Gerekli parçaların işletme dahilinde imal edilememesi.	4	4	16	4	64
4			60	Parça imalatının proje takvimini destekleyememesi.	4	5	20	4	80
4		Montaj kavramının oluşturulması	61	Parçaların iş akışına uygun zamanda montaj alanında olmaması.	4	5	20	4	80
4			62	Montaj sıralamasında hata oluşması ve geri sökmek zorunda kalınması.	8	5	40	4	160
4			63	Takım ve kalıp konseptinde eksik veya yanlış bulunması.	5	5	25	5	125
4		İmalat ürün ağacının hazırlanması	64	Malzeme, parça, takım ve kalıpların zamanında hazır edilememesi.	7	4	28	6	168
4		Üretim dokümanlarının hazırlanması.	65	İş talimatlarının eksik ve hatalı hazırlanması.	6	4	24	5	120
5	Prototip imalatı	Detay parça imalatı yapılması.	82	Prototipte mühendislik dokümanlarına uygun montaj yapılmaması.	5	6	30	3	90
5		Takım / kalıp imalatı yapılması.	83	Takım konseptine uygun takımlar imal edilememesi.	5	6	30	3	90
5		Yapısal / elektriksel/ aviyonik montaj.	84	Prototipte mühendislik dokümanlarına uygun montaj yapılmaması.	5	6	30	3	90
5		Montaj testlerinin yapılması	85	Prototip uçaktaki montajın usulüne uygun olarak doğrulanamaması.	6	4	24	5	120
5		Fonksiyonel testlerin yapılması	86	Prototipte sistemlerin fonksiyonunu yerine getirdiğinin doğrulanamaması.	6	4	24	5	120

Tablo 4. 27: Prototip üretim süreci program maliyeti risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM MALİYETİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
4	Prototip İmalatına geçiş hazırlıkları	Detay parça kavramının oluşturulması	59	Gerekli parçaların işletme dahilinde imal edilememesi.	4	4	16	4	64
4			60	Parça imalatının proje takvimini destekleyememesi.	4	4	16	4	64
4		Montaj kavramının oluşturulması	61	Parçaların iş akışına uygun zamanda montaj alanında olmaması.	4	5	20	4	80
4			62	Montaj sıralamasında hata oluşması ve geri sökmek zorunda kalınması.	8	4	32	5	160
4			63	Takım ve kalıp konseptinde eksik veya yanlış bulunması.	4	5	20	5	100
4		İmalat ürün ağacının hazırlanması	64	Malzeme, parça, takım ve kalıpların zamanında hazır edilememesi.	7	4	28	6	168
4		Üretim dokümanlarının hazırlanması.	65	İş talimatlarının eksik ve hatalı hazırlanması.	5	4	20	6	120
5	Prototip imalatı	Detay parça imalatı yapılması.	82	Prototipte mühendislik dokümanlarına uygun montaj yapılmaması.	6	5	30	3	90
5		Takım / kalıp imalatı yapılması.	83	Takım konseptine uygun takımlar imal edilememsi.	6	5	30	3	90
5		Yapısal / elektriksel/ aviyonik montaj.	84	Prototipte mühendislik dokümanlarına uygun montaj yapılmaması.	6	5	30	3	90
5		Montaj testlerinin yapılması	85	Prototip uçaktaki montajın usulüne uygun olarak doğrulanamaması.	6	3	18	5	90
5		Fonksiyonel testlerin yapılması	86	Prototipte sistemlerin fonksiyonunu yerine getirdiğinin doğrulanamaması.	6	4	24	4	96

Tablo 4. 28: Prototip üretim süreci teknik performans risk değerlendirmesi

Projenin Aşaması	BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ				ÜRÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ				
	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
4	Prototip İmalatına geçiş hazırlıkları	Detay parça kavramının oluşturulması	59	Gerekli parçaların işletme dahilinde imal edilememesi.	4	4	16	3	48
4			60	Parça imalatının proje takvimini destekleyememesi.	4	4	16	3	48
4		Montaj kavramının oluşturulması	61	Parçaların iş akışına uygun zamanda montaj alanında olmaması.	4	4	16	5	80
4			62	Montaj sıralamasında hata oluşması ve geri sökmek zorunda kalınması.	6	5	30	5	150
4			63	Takım ve kalıp konseptinde eksik veya yanlış bulunması.	6	5	30	5	150
4		İmalat ürün ağacının hazırlanması	64	Malzeme, parça, takım ve kalıpların zamanında hazır edilememesi.	7	6	42	4	168
4		Üretim dokümanlarının hazırlanması.	65	İş talimatlarının eksik ve hatalı hazırlanması.	7	4	28	6	168
5	Prototip imalatı	Detay parça imalatı yapılması.	82	Prototipte mühendislik dokümanlarına uygun montaj yapılmaması.	7	5	35	2	70
5		Takım / kalıp imalatı yapılması.	83	Takım konseptine uygun takımlar imal edilememesi.	7	5	35	2	70
5		Yapısal / elektriksel/ aviyonik montaj.	84	Prototipte mühendislik dokümanlarına uygun montaj yapılmaması.	7	5	35	2	70
5		Montaj testlerinin yapılması	85	Prototip uçaktaki montajın usulüne uygun olarak doğrulanamaması.	6	5	30	5	150
5		Fonksiyonel testlerin yapılması	86	Prototipte sistemlerin fonksiyonunu yerine getirdiğinin doğrulanamaması.	6	5	30	5	150

Risk matrisinde sonraki iki aşamada, seçilen alt süreçler bazında konfigürasyon ve kalite yönetim faaliyetlerinin barındırdığı potansiyel riskler değerlendirilmiştir. Tablo 4.29 ile tablo 4.32 arasında konfigürasyon yönetimi, tablo 4.33 ile tablo 4.36 arasında ise kalite yönetimi ile ilgili incelemeler görülmektedir.

Tablo 4.29: Risk matrisi konfigürasyon yönetim riskleri ve etkileri

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Potansiyel Hata/Risk Etkisi Konu Başlıkları
4	Konfigürasyon yönetim planını hazırlanması ve uygulanması	Konfigürasyon ana çizgisinin tanımlanması ve uygulanması	66	Geçerli mühendislik veri paketinin yanlış ve eksik belirlenmesi.	Yanlış parça takılması, zaman, operasyonel gecikme, ürünün reddi.
4			67	Mühendislik veri paketi olgunlaşmadan üretimin başlaması.	Yanlış parça takılması, yeniden çalışma, zaman, maliyet.
4		Konfigürasyon kontrolü, değişikliklerin uygulanması.	68	Mühendislik dokümanlarını güncelleme. Havacılık otoritelerinin düzenleyici kurallardan haberdar olma.	Yanlış parça takma/sökme, değişiklikler, zaman, operasyonel gecikme, uygun olmayan ürün.

Tablo 4.30: Konfigürasyon yönetim süreci program takvimi risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM TAKVİMİ (ZAMAN)				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
4	Konfigürasyon yönetim planını hazırlanması ve uygulanması	Konfigürasyon ana çizgisinin tanımlanması ve uygulanması	66	Geçerli mühendislik veri paketinin yanlış ve eksik belirlenmesi.	7	4	28	7	196
4			67	Mühendislik veri paketi olgunlaşmadan üretimin başlaması.	5	4	20	4	80
4		Konfigürasyon kontrolü, değişikliklerin uygulanması.	68	Mühendislik dokümanlarını güncelleme. Havacılık otoritelerinin düzenleyici kurallardan haberdar olma.	7	4	28	6	168

Tablo 4.31: Konfigürasyon yönetim süreci program maliyeti risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM MALİYETİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
4	Konfigürasyon yönetim planını hazırlanması ve uygulanması	Konfigürasyon ana çizgisinin tanımlanması ve uygulanması	66	Geçerli mühendislik veri paketinin yanlış ve eksik belirlenmesi.	7	4	28	7	196
4			67	Mühendislik veri paketi olgunlaşmadan üretimin başlaması.	5	4	20	4	80
4		Konfigürasyon kontrolü, değişikliklerin uygulanması.	68	Mühendislik dokümanlarını güncelleme. Havacılık otoritelerinin düzenleyici kurallardan haberdar olma.	7	4	28	5	140

Tablo 4.32: Konfigürasyon yönetim süreci teknik performans risk değerlendirmesi

Projenin Aşaması	BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ				ÜRÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ				
	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
4	Konfigürasyon yönetim planını hazırlanması ve uygulanması	Konfigürasyon ana çizgisinin tanımlanması ve uygulanması	66	Geçerli mühendislik veri paketinin yanlış ve eksik belirlenmesi.	7	4	28	7	196
4			67	Mühendislik veri paketi olgunlaşmadan üretimin başlaması.	6	4	24	5	120
4		Konfigürasyon kontrolü, değişikliklerin uygulanması.	68	Mühendislik dokümanlarını güncelleme. Havacılık otoritelerinin düzenleyici kurallardan haberdar olma.	8	4	32	6	192

Tablo 4.33: Risk matrisi kalite yönetim süreci riskleri ve etkileri

Projenin Aşaması	BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ				
	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Potansiyel Hata/Risk Etkisi Konu Başlıkları
3	Kalite faaliyetleri	Kalite kavramının oluşturulması.	69	Kalite faaliyetlerini destekleyecek alt yapının bulunmaması.	İmalat sürecinde gecikme yaşanması.
3			70	Kalite kontrol yöntemlerinin projeye uygun olarak belirlenememiş olması.	İmalat sürecinde gecikme yaşanması, yeni yatırım gerekmesi.
3		Kalite kontrolün uygulanması	71	Standartlara uygun olmayan kalitede iş yapılması	Yeniden çalışma, emniyetsizlik, kalitesizlik, ürünün reddedilmesi.
4		'Tasarlanan-inşa edilen' ürün uygunluğunun sağlanması	72	Parça ve ekipman seri numaralarının kaydedilmemesi.	İzlenebilirliğin eksik olması nedeniyle yeniden çalışma gereksinimi oluşması.
4			73	Nihai üründe eksik/yanlış parça bulunması.	Tasarıma uygun olmayan ürün, yeniden çalışma gereksinimi.

Tablo 4.34: Kalite yönetim süreci program takvimi risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM TAKVİMİ (ZAMAN)				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
3	Kalite faaliyetleri	Kalite kavramının oluşturulması.	69	Kalite faaliyetlerini destekleyecek alt yapının bulunmaması.	5	4	20	4	80
3			70	Kalite kontrol yöntemlerinin projeye uygun olarak belirlenememiş olması.	5	4	20	5	100
3		Kalite kontrolün uygulanması	71	Standartlara uygun olmayan kalitede iş yapılması	7	3	21	2	42
4		'Tasarlanan-inşa edilen' ürün uygunluğunun sağlanması	72	Parça ve ekipman seri numaralarının kaydedilmemesi.	4	4	16	6	96
4			73	Nihai üründe eksik/yanlış parça bulunması.	6	4	24	4	96

Tablo 4.35: Kalite yönetim süreci program maliyeti risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM MALİYETİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
3	Kalite faaliyetleri	Kalite kavramının oluşturulması.	69	Kalite faaliyetlerini destekleyecek alt yapının bulunmaması.	4	4	16	4	64
3			70	Kalite kontrol yöntemlerinin projeye uygun olarak belirlenememiş olması.	4	5	20	2	40
3		Kalite kontrolün uygulanması	71	Standartlara uygun olmayan kalitede iş yapılması	4	3	12	2	24
4		'Tasarlanan-inşa edilen' ürün uygunluğunun sağlanması	72	Parça ve ekipman seri numaralarının kaydedilmemesi.	2	4	8	6	48
4			73	Nihai üründe eksik/yanlış parça bulunması.	4	4	16	4	64

Tablo 4.36: Kalite yönetim süreci teknik performans risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					ÜRÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
3	Kalite faaliyetleri	Kalite kavramının oluşturulması.	69	Kalite faaliyetlerini destekleyecek alt yapının bulunmaması.	5	4	20	5	100
3			70	Kalite kontrol yöntemlerinin projeye uygun olarak belirlenememiş olması.	4	3	12	4	48
3		Kalite kontrolün uygulanması	71	Standartlara uygun olmayan kalitede iş yapılması	4	3	12	4	48
4		'Tasarlanan-inşa edilen' ürün uygunluğunun sağlanması	72	Parça ve ekipman seri numaralarının kaydedilmemesi.	4	3	12	4	48
4			73	Nihai üründe eksik/yanlış parça bulunması.	7	3	21	4	84

İmal edilen prototip uçağın uçuş testleri boyuca icra edilmesi gereken bakım faaliyetleri vardır. Risk matrisinde bu bakım faaliyeti riski aşağıdaki tablo 4.37 ile tablo 4.40 arasında gösterilmiştir.

Tablo 4.37: Prototip uçak bakım süreci riskleri ve etkileri

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Potansiyel Hata/Risk Etkisi Konu Başlıkları
4	Bakım planı hazırlanması ve uygulanması	Planlı bakım programı geliştirilmesi	74	Uçacak prototip(ler)in bakım ve servis işlemlerinin yapılması için gerekli kaynakların hazır edilememesi.	Emniyetli uçuş yapılamaması,prototip uçağın kaybetilmesi, uçağın test uçuşlarının aksaması.

Tablo 4.38: Prototip uçak bakım süreci program takvimi risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM TAKVİMİ (ZAMAN)				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
4	Bakım planı hazırlanması ve uygulanması	Planlı bakım programı geliştirilmesi	74	Uçacak prototip(ler)in bakım ve servis işlemlerinin yapılması için gerekli kaynakların hazır edilememesi.	5	6	30	4	120

Tablo 4.39: Prototip uçak bakım süreci program maliyeti risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM MALİYETİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
4	Bakım planı hazırlanması ve uygulanması	Planlı bakım programı geliştirilmesi	74	Uçacak prototip(ler)in bakım ve servis işlemlerinin yapılması için gerekli kaynakların hazır edilememesi.	4	6	24	5	120

Tablo 4.40: Prototip uçak bakım süreci teknik performans risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					ÜRÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
4	Bakım planı hazırlanması ve uygulanması	Planlı bakım programı geliştirilmesi	74	Uçacak prototip(ler)in bakım ve servis işlemlerinin yapılması için gerekli kaynakların hazır edilememesi.	6	6	36	4	144

Gerek işletme içerisinde, gerekse, yan sanayi ve alt yüklenicilerden yapılan malzeme temini ile ilgili riskler, aşağıdaki tablo 4.41 ile tablo 4.44 arasındaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 4.41: Malzeme tedarik süreci riskleri ve etkileri

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Potansiyel Hata/Risk Etkisi Konu Başlıkları
3	Malzeme tedariki yönetimi	Ürün ağacına ve spesifikasyonlara uygun alım yapılması.	75	Kontrol edilemeyen tedarikçiler, uygun parça veya ham malzeme.	Uçağa yanlış parça takılması, doğru parça için zaman kaybı yaşanması.
3			76	Kontrol edilemeyen tedarikçiler, parça/ham malzeme sağlama.	Temini uzun zaman alan parçalar, imalatın aksaması.
3			77	Malzeme/parça/ekipman temini için uygun tedarik yöntemini belirleme.	Malzeme/parça/ekipmanın takvimi desteklememesi, kalite, maliyet.
4	Yardımcı sanayi ve alt sözleşme yönetimi	Yardımcı sanayiden tedarikin yapılması.	78	Kontrol edilemeyen alt yükleniciler, imalat için parça/ekipman sağlama.	Uçağa yanlış parça takılması, doğru parça için zaman kaybı.
4			79	Yan sanayinin verimli kullanımı. Kontrol edilemeyen alt yükleniciler.	Uçağa parça/ekipman takılması için zaman kaybı, imalatın aksaması.

Tablo 4.42: Malzeme tedarik süreci program takvimi risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM TAKVİMİ (ZAMAN)				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Siddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
3	Malzeme tedariki yönetimi	Ürün ağacına ve spesifikasyonlara uygun alım yapılması.	75	Kontrol edilemeyen tedarikçiler, uygun parça veya ham malzeme.	5	4	20	6	120
3			76	Kontrol edilemeyen tedarikçiler, parça/ham malzeme sağlama.	4	6	24	4	96
3			77	Malzeme/parça/ekipman temini için uygun tedarik yöntemini belirleme.	5	4	20	5	100
4	Yardımcı sanayi ve alt sözleşme yönetimi	Yardımcı sanayiden tedarikin yapılması.	78	Kontrol edilemeyen alt yükleniciler, imalat için parça/ekipman sağlama.	5	4	20	6	120
4			79	Yan sanayinin verimli kullanımı. Kontrol edilemeyen alt yükleniciler.	4	6	24	4	96

Tablo 4.43: Malzeme tedarik süreci program maliyeti risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM MALİYETİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
3	Malzeme tedariki yönetimi	Ürün ağacına ve spesifikasyonlara uygun alım yapılması.	75	Kontrol edilemeyen tedarikçiler, uygun parça veya ham malzeme.	5	3	15	3	45
3			76	Kontrol edilemeyen tedarikçiler, parça/ham malzeme sağlama.	4	5	20	4	80
3			77	Malzeme/parça/ekipman temini için uygun tedarik yöntemini belirleme.	5	5	25	4	100
4	Yardımcı sanayi ve alt sözleşme yönetimi	Yardımcı sanayiden tedarikin yapılması.	78	Kontrol edilemeyen alt yükleniciler, imalat için parça/ekipman sağlama.	5	5	25	4	100
4			79	Yan sanayinin verimli kullanımı. Kontrol edilemeyen alt yükleniciler.	4	5	20	4	80

Tablo 4.44: Malzeme tedarik süreci teknik performans risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					ÜRÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
3	Malzeme tedariki yönetimi	Ürün ağacına ve spesifikasyonlara uygun alım yapılması.	75	Kontrol edilemeyen tedarikçiler, uygun parça veya ham malzeme.	8	3	24	5	120
3			76	Kontrol edilemeyen tedarikçiler, parça/ham malzeme sağlama.	4	3	12	4	48
3			77	Malzeme/parça/ekipman temini için uygun tedarik yöntemini belirleme.	6	4	24	5	120
4	Yardımcı sanayi ve alt sözleşme yönetimi	Yardımcı sanayiden tedarikin yapılması.	78	Kontrol edilemeyen alt yükleniciler, imalat için parça/ekipman sağlama.	7	3	21	4	84
4			79	Yan sanayinin verimli kullanımı. Kontrol edilemeyen alt yükleniciler.	4	3	12	4	48

Hem savunma ve havacılık sektörünün yüksek teknoloji içermesi, hem de ürün geliştirme projelerinin yüksek derecede gizlilik gerektirmesi, bu sektördeki bilişim teknolojilerine ayrı bir önem kazandırır. Bilişim faaliyetleri ile ilgili seçilen 80 ve 81 numaralı riskler, aşağıda tablo 4.45 ile 4.48 arasındaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 4.45: Bilişim teknolojileri faaliyetleri riskleri ve etkileri

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Potansiyel Hata/Risk Etkisi Konu Başlıkları
4	Bilgi teknolojileri faaliyetleri	Operasyonel, yönetsel ve destek süreçlerinin yönetilmesinde bilgi teknolojilerinin kullanılması.	80	Bilgi teknolojilerinin ve altyapısının etkili ve verimli kullanılamaması.	Düşük hız, kalite, maliyet, rekabetçilik, müşteri memnuniyeti.
4			81	Bilgi güvenliği sağlanamaması.	Projenin gizliliği, müşteri memnuniyetsizliği.

Tablo 4.46: Bilişim teknolojileri faaliyetleri proje takvimi risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM TAKVİMİ (ZAMAN)				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
4	Bilgi teknolojileri faaliyetleri	Operasyonel, yönetsel ve destek süreçlerinin yönetilmesinde bilgi teknolojilerinin kullanılması.	80	Bilgi teknolojilerinin ve altyapısının etkili ve verimli kullanılamaması.	5	4	20	4	80
4			81	Bilgi güvenliği sağlanamaması.	4	4	16	4	64

Tablo 4.47: Bilişim teknolojileri faaliyetleri proje maliyeti risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM MALİYETİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
4	Bilgi teknolojileri faaliyetleri	Operasyonel, yönetsel ve destek süreçlerinin yönetilmesinde bilgi teknolojilerinin kullanılması.	80	Bilgi teknolojilerinin ve altyapısının etkili ve verimli kullanılamaması.	5	4	20	5	100
4			81	Bilgi güvenliği sağlanamaması.	4	4	16	4	64

Tablo 4.48: Bilişim teknolojileri faaliyetleri teknik performans risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					ÜRÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
4	Bilgi teknolojileri faaliyetleri	Operasyonel, yönetsel ve destek süreçlerinin yönetilmesinde bilgi teknolojilerinin kullanılması.	80	Bilgi teknolojilerinin ve altyapısının etkili ve verimli kullanılamaması.	6	4	24	5	120
4			81	Bilgi güvenliği sağlanamaması.	4	4	16	6	96

Son olarak ürünü doğrulama ve sertifikasyon alma süreci incelenmiştir. Bununla ilgili 4.49-4.52 arasındaki risk tabloları aşağıdadır.

Tablo 4.49: Ürün doğrulama faaliyetleri riskleri ve etkileri

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Potansiyel Hata/Risk Etkisi Konu Başlıkları
5	Ürünün Doğrulaması, sertifikasyon alınması.	Doğrulama (Verifikasyon) planının yapılması ve uygulanması	87	Test ve muayene düzeneklerinin zamanında/uygun yapılamaması.	Zaman, verifikasyonda gecikme ve zorluk, yüksek maliyet.
4			88	Alt sözleşmecilerin verifikasyon işlemlerinde takvime uyamaması.	Zaman ve maliyet hedefleri, prototip uçağın güvenilirliği.
3			89	Doğrulama işleminin mühendislik hatalı ve/veya eksik yürütülmesi.	Yeniden çalışma, zaman ve maliyet, uçağın güvenilirliği.
5			90	Gereksinimlerin karşılandığının / ürünün doğruluğunun gösterilmesi.	Sertifikasyon alamama, seri üretime geçememe, projenin iptal edilmesi.

Tablo 4.50: Ürün doğrulama faaliyetleri proje takvimi risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM TAKVİMİ (ZAMAN)				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
5	Ürünün Doğrulanması, sertifikasyon alınması.	Doğrulama (Verifikasyon) planının yapılması ve uygulanması	87	Test ve muayene düzeneklerinin zamanında/uygun yapılamaması.	5	3	15	6	90
4			88	Alt sözleşmecilerin verifikasyon işlemleinde takvime uyamaması.	5	3	15	5	75
3			89	Doğrulama işleminin mühendislik hatalı ve/veya eksik yürütülmesi.	5	3	15	5	75
5			90	Gereksinimlerin karşılandığının / ürünün doğruluğunun gösterilimi.	5	3	15	5	75

Tablo 4.51: Ürün doğrulama faaliyetleri proje maliyeti risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					PROGRAM MALİYETİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
5	Ürünün Doğrulanması, sertifikasyon alınması.	Doğrulama (Verifikasyon) planının yapılması ve uygulanması	87	Test ve muayene düzeneklerinin zamanında/uygun yapılamaması.	4	3	12	6	72
4			88	Alt sözleşmecilerin verifikasyon işlemleinde takvime uyamaması.	5	3	15	5	75
3			89	Doğrulama işleminin mühendislik hatalı ve/veya eksik yürütülmesi.	5	3	15	5	75
5			90	Gereksinimlerin karşılandığının / ürünün doğruluğunun gösterilimi.	5	3	15	5	75

Tablo 4.52: Ürün doğrulama faaliyetleri teknik performans risk değerlendirmesi

BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ					ÜRÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ				
Projenin Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Şiddet (S)	Gerçekleşme Sıklığı (O)	Risk Skoru (RS)	Saptanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
5	Ürünün Doğrulanması, sertifikasyon alınması.	Doğrulama (Verifikasyon) planının yapılması ve uygulanması	87	Test ve muayene düzeneklerinin zamanında/uygun yapılamaması.	6	3	18	6	108
4			88	Alt sözleşmecilerin verifikasyon işleminde takvime uyamaması.	5	4	20	5	100
3			89	Doğrulama işleminin mühendislik hatalı ve/veya eksik yürütülmesi.	5	4	20	5	100
5			90	Gereksinimlerin karşılandığının / ürünün doğruluğunun gösterilimi.	5	4	20	5	100

4.4 VERİLERİN ANALİZİ

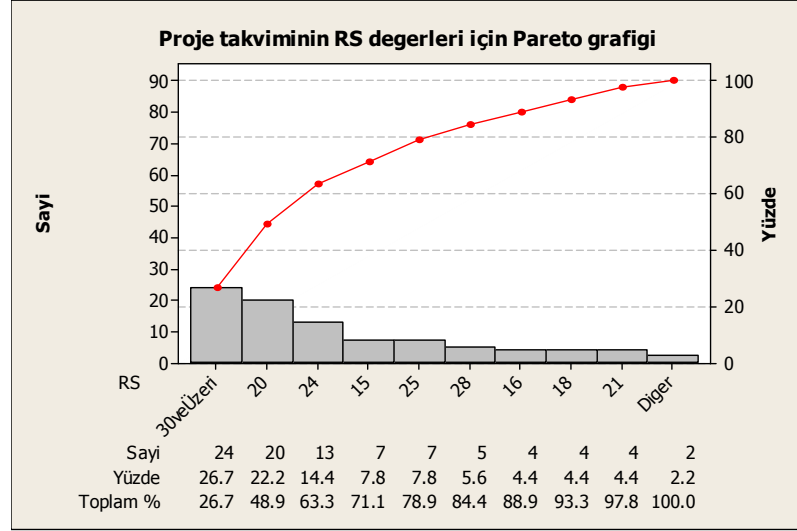
Risk matrisindeki bu verilerin değerlendirilmesinde Minitab 16 programı kullanılmıştır. Bu program kullanılarak pareto ve regresyon analizleri yapılmıştır.

4.4.1 Pareto Analizi

Pareto diyagramı, bir problemin önemli sebeplerini daha az öneme sahip olan sebeplerden ayırtetmekte kullanılan bir çubuk diyagramıdır. Bu diyagram giderek azalan bir düzende bilgi verir. Pareto diyagramı aynı zamanda takım çalışması için önemli problemlerin belirlenmesinde kullanılan bir araçtır. Pareto analizinde olaylar sıklık, zaman ve önem sırasına göre grafik üzerinde sıralanır. Bu şekilde oluşturulan tablonun en belirgin özelliği, sıralamayı göstermesidir (Pareto analizi nedir 2015).

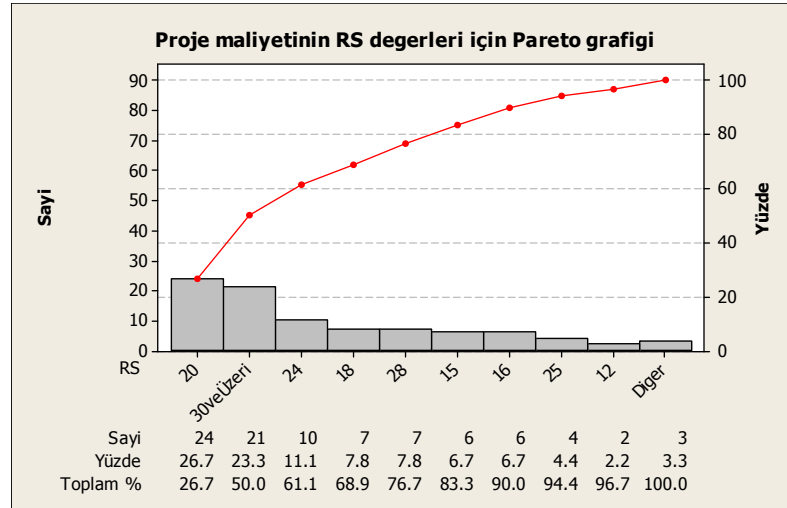
Pareto analizinde ilk adım olarak program takvimi, program maliyeti ve ürün teknik özellikleri için RS pareto grafikleri oluşturulmuş olup, bu Pareto grafikleri aşağıda gösterilmiş ve altlarında açıklamalar yapılmıştır.

Şekil 4.5: Proje takvimi risk skoru (RS) Pareto diyagramı



Yukarıdaki şekil 4.5’de proje takvimi için yüzde 26,7’lik dilimde RS değeri 30 ve üzeri olan riskler bulunmaktadır. Bu nedenle başlangıç aşaması için kritik RS değeri olarak 30 seçilmesi uygun görülmüştür.

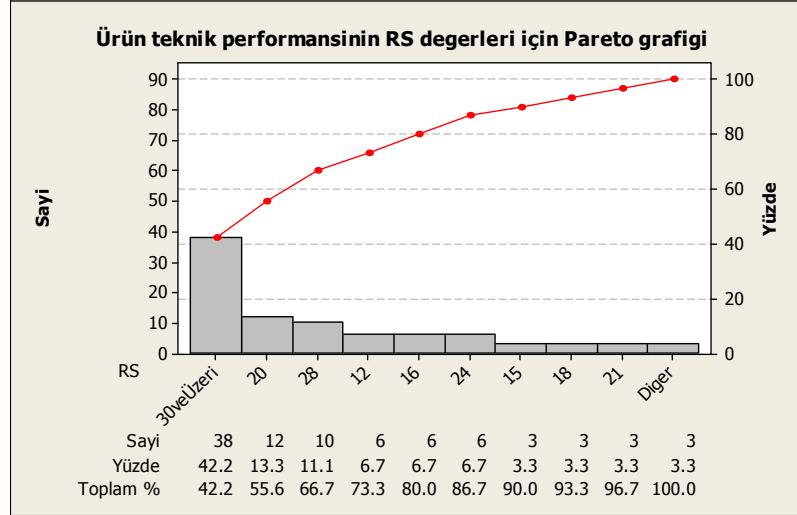
Şekil 4.6: Maliyet risk skoru (RS) Pareto diyagramı



Yukarıdaki şekil 4.6 değerlendirildiğinde, program maliyeti için yüzde 26,7’lik dilimde RS değerinin 20 olduğu görülmektedir. yüzde 23,3’lük dilimde ise RS değeri 30 ve üzeri olan

riskler bulunmaktadır. O nedenle başlangıç aşaması için kritik RS değeri olarak 30 seçilmesi uygun görülmüştür.

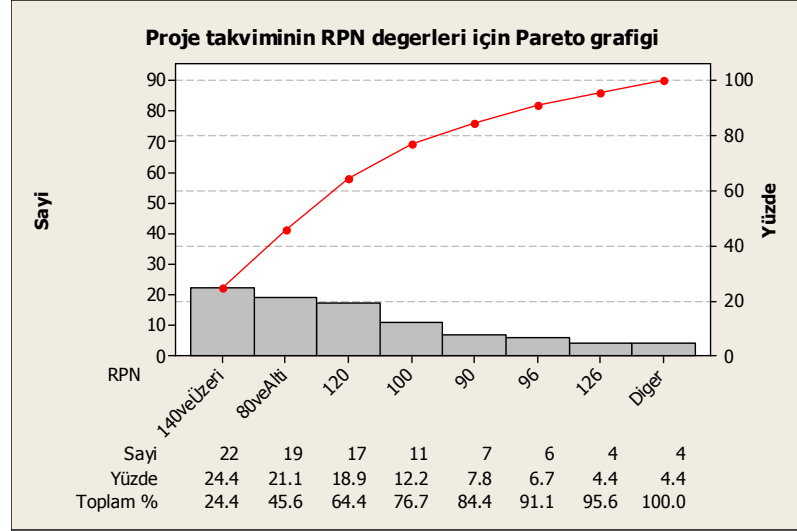
Şekil 4.7: Teknik performansın risk skoru (RS) Pareto diyagramı



Yukarıdaki şekil 4.7’de ürün teknik özellikleri için yüzde 42,2’lik dilimde RS değeri 30 ve üzeri olan riskler bulunmaktadır. Bu nedenle başlangıç aşaması için ürün teknik performansının kritik RS değeri olarak 30 seçilmesi uygun görülmüştür.

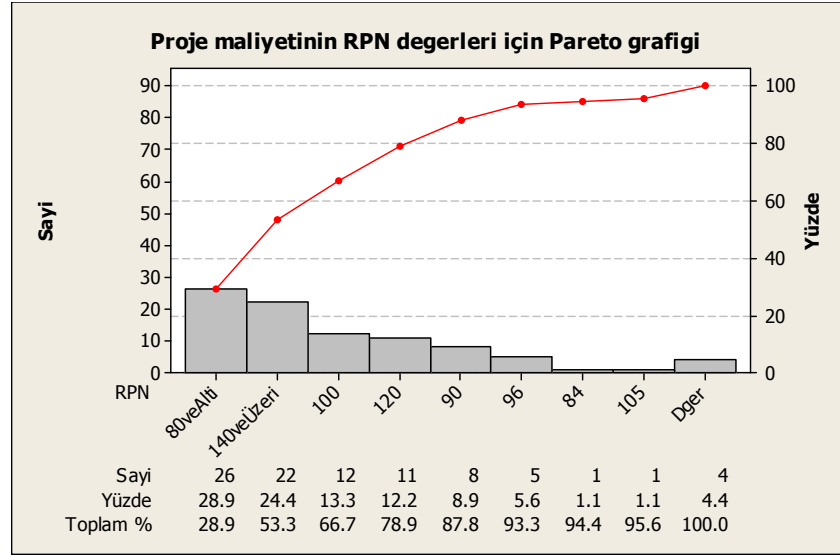
Pareto analizinde ikinci adım olarak program takvimi, program maliyeti ve ürün teknik özellikleri için RPN Pareto grafikleri oluşturulmuş olup, bu Pareto grafikleri aşağıda gösterilmiş ve altlarında açıklamalar yapılmıştır.

Şekil 4.8 : Proje takviminin risk öncelik sayısı (RPN) Pareto diyagramı



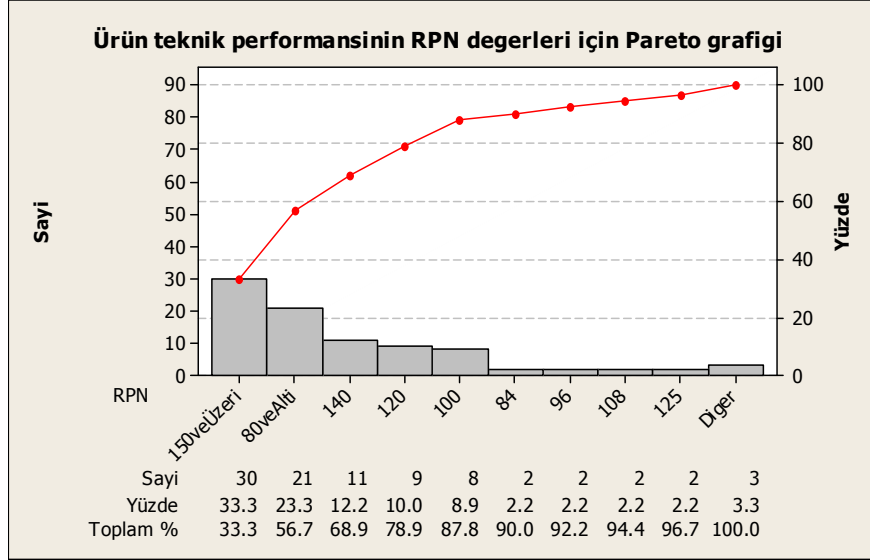
Yukarıdaki şekil 4.8’de program takvimi için yüzde 24.4’lük dilimde RPN değeri 140 ve üzeri olan riskler bulunmaktadır. Bu nedenle program takvimi için kritik RPN değeri olarak 140 seçilmesi uygun görülmüştür.

Şekil 4. 9: Proje maliyetinin risk öncelik sayısı (RPN) Pareto diyagramı



Yukarıdaki şekil 4.9’da Program maliyeti için yüzde 28,9’luk dilimde RPN değeri 80 ve altında çıkmaktadır. Düşük risk olduğundan bu grup için başlangıç aşamasında bir işlem yapmak gerekmemektedir. İkinci büyük grup ise yüzde 24,4’lük dilim olan 140 ve üzeri risk grubudur. Program maliyeti için de kritik RPN değeri olarak 140 seçilmesi uygun görülmüştür.

Şekil 4.10 : Ürün teknik performansının risk öncelik sayısı (RPN) Pareto diyagramı



Yukarıdaki şekil 4.10’da ürün teknik özellikleri için yüzde 33,3’lük dilimde RPN değeri 150 ve üzeri olan riskler bulunmaktadır. Bu nedenle kritik RPN değeri olarak 150 seçilmesi uygun görülmüştür.

Pareto analizinde ilk göze çarpan bulgu, RS ve RPN için elde edilen kritik risklerin farklı olduğu şeklindedir. O nedenle, riskin sadece risk skoru ile ifade edilmesi, kolayca saptanıp daha sonra ilgilenilecek risklerin ifade edilmesi anlamına gelebilir. Bununla birlikte, risk skoru esas alınarak tamamen sürpriz olan risklere düşük öncelik verilmiş olunabilir.

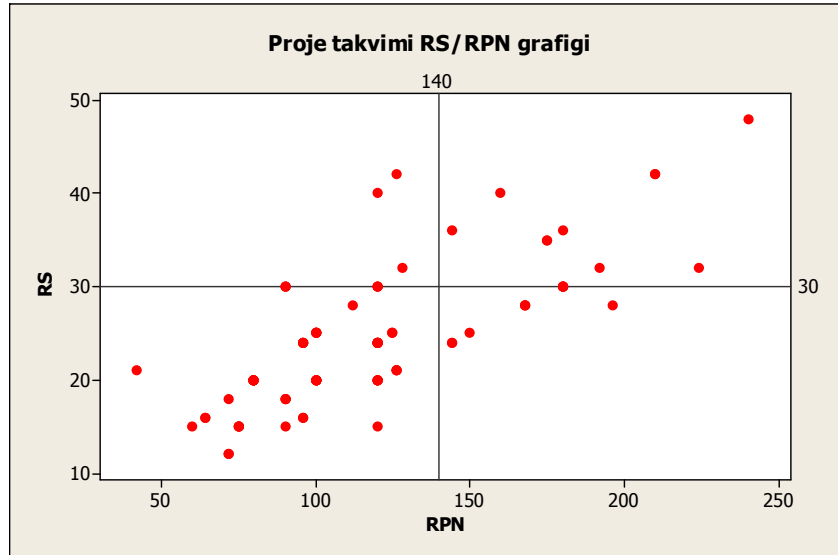
Pareto grafikleri değerlendirilerek RS ve RPN için aşağıdaki kritik değerler aşağıdaki tablo 4.53’te gösterilmiştir.

Tablo 4.53: Seçilen kritik RS/RPN değerleri

	Risk Skoru (RS)	Risk Öncelik Sayısı (RPN)
Takvim	30	140
Maliyet	30	140
Teknik	30	150

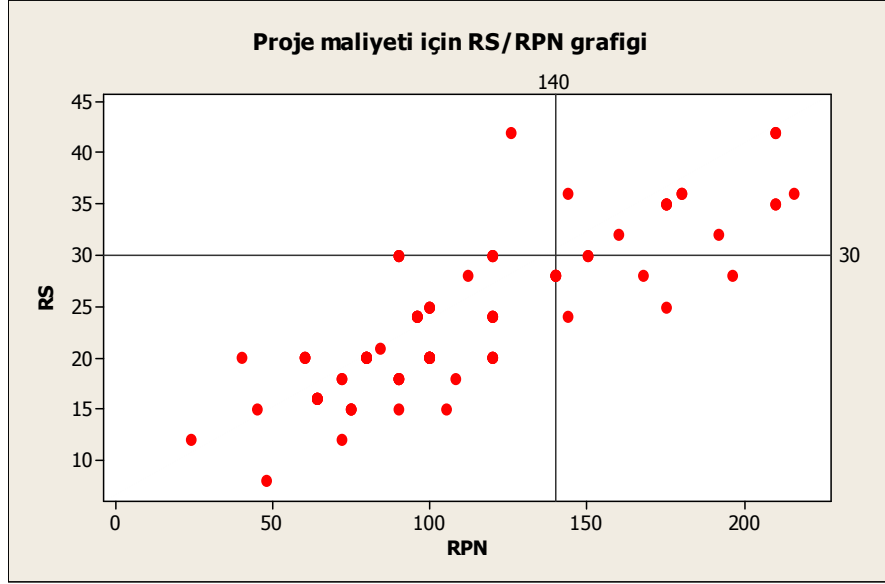
Kritik değerlerin atanmasından sonra proje takvimi, proje maliyeti ve ürün teknik performansı için dağılım grafikleri oluşturularak kritik değerler aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir.

Şekil 4.11: Proje takvimi için RS/RPN grafiği



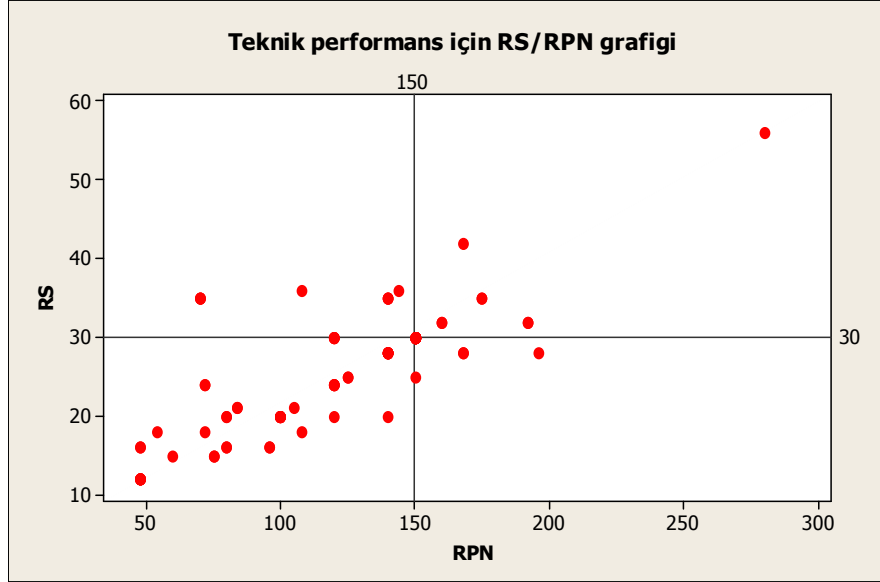
Yukarıdaki şekil 4.11’de proje takvimi içi RS değeri 30 ve üzerinde, RPN değeri ise 140 ve üzerinde olan riskler sağ üst köşede olup, çalışmanın ileriki aşamasında ağırlıklı olarak bu riskler değerlendirilecektir.

Şekil 4.12: Proje maliyeti için RS/RPN grafiği



Yukarıdaki şekil 4.12’de proje maliyeti için RS değeri 30 ve üzerinde, RPN değeri ise 140 ve üzerinde olan riskler sağ üst köşede olup, çalışmanın ileriki aşamasında ağırlıklı olarak bu riskler değerlendirilecektir.

Şekil 4.13: Teknik performans için RS/RPN grafiği



Yukarıdaki şekil 4.13’de ürün teknik performansı için RS değeri 30 ve üzerinde, RPN değeri ise 150 ve üzerinde olan riskler sağ üst köşede olup, çalışmanın ileriki aşamasında ağırlıklı olarak bu riskler değerlendirilecektir.

Şekil 4.11, 4.12 ve 4.13’de sağ üst kısımlarda kalan ve bu çalışmanın ileriki aşamasında yorumlar yapılacak olan kritik değerin üzerindeki risklerin aşağıdaki konu başlıkları ile ilgili olduğu görülmektedir:

- i. Müşteri veya kullanıcı isteklerinin belirlenmesi.
- ii. Projede görev alacak işletmeler arasındaki iş paylaşımı.
- iii. Altyapı ve yatırımın belirlenmesi.
- iv. Gerekli uzmanlık ve insan kaynağı.
- v. Projenin takvimlendirilmesi.
- vi. Tasarım ve üretim organizasyon yapısı.
- vii. Ar-Ge faaliyetleri.
- viii. Gereksinimlerin belirlenmesi.
- ix. Yapısal tasarım faaliyetleri.

- x. Yazılım faaliyetleri.
- xi. Prototip üretimi.

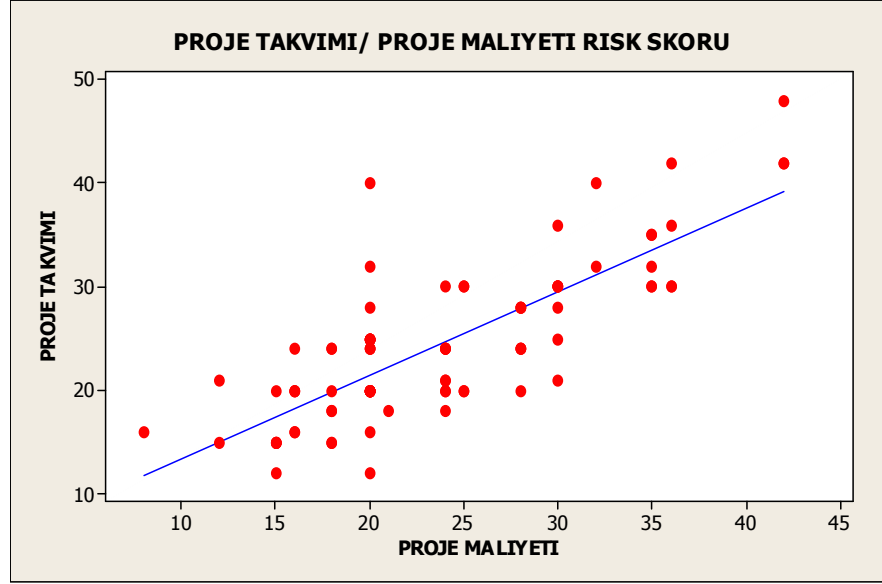
4.4.2 Regresyon Analizi

Çalışmanın bu bölümünde teknik özellikler için ortaya çıkan risk skoru (RS) ve risk öncelik sayıları (RPN) ile proje takvimi ve maliyeti için ortaya çıkan risk skoru (RS) ve risk öncelik sayıları (RPN) arasında yapılan regresyon analizi sunulmaktadır.

Regresyon analizi, bağımlı değişken ile bir veya daha çok bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla kullanılan bir analiz yöntemidir (Regresyon analizi 2015). Değişkenler arasındaki ilişkinin derecesini ve yönünü belirlemek için kullanılan katsayıya ise korelasyon katsayısı denilmektedir. İki değişkenin her ikisi de aynı yönde değişim gösterirse aralarındaki ilişki pozitifdir ve korelasyon katsayısının işareti (+) olur. Değişkenlerden biri artarken diğeri azalıyorsa ilişki negatiftir ve korelasyon katsayısı (-) işaretlidir. Değişkenler arasında negatif ya da pozitif yönde birlikte bir değişim yoksa bu durumda korelasyon katsayısı sıfırdır (Korelasyon analizi 2015).

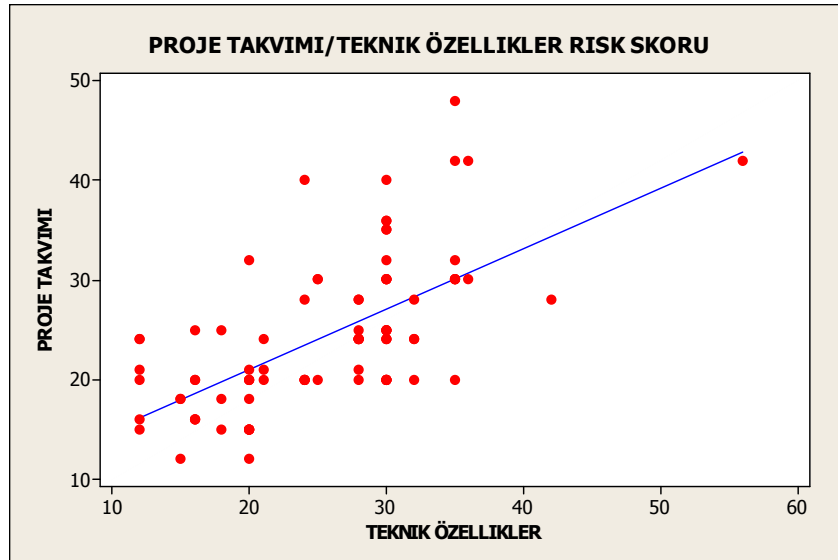
Risk matrisinde tanımlanmış olan risk skorları (RS) ile ilgili korelasyon grafikleri ve tabloları ise aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

Şekil 4.14 : Proje takvimi/proje maliyeti için RS grafiği



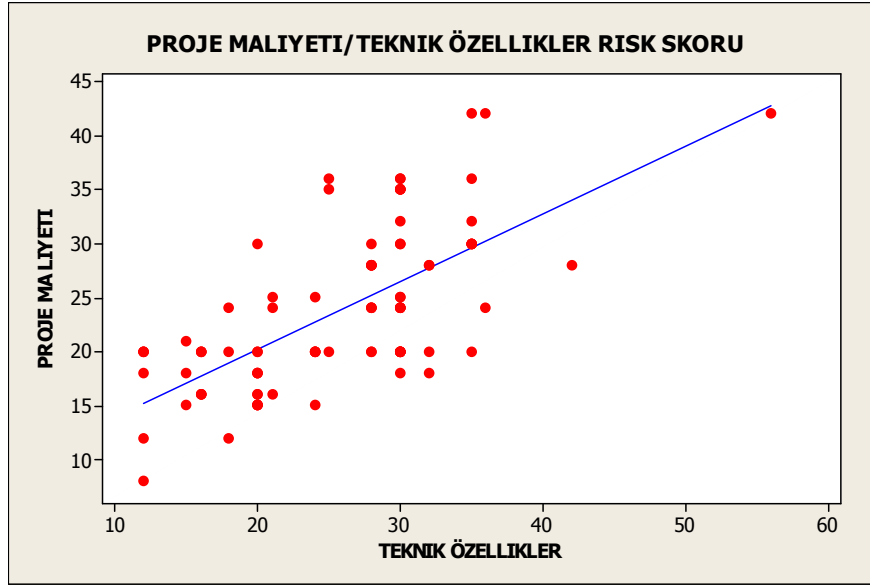
Yukarıdaki şekil 4.14'e göre risk skoru (RS) değerlerinde proje takvimi ile proje maliyeti arasındaki korelasyon katsayısı 0.793 çıkmaktadır.

Şekil 4.15 : Proje takvimi/teknik özellikler için RS grafiği



Yukarıdaki şekil 4.15’e göre risk skoru (RS) değerlerinde proje takvimi ile ürün teknik özellikleri arasındaki korelasyon katsayısı 0.638 çıkmaktadır.

Şekil 4.16: Proje maliyeti/teknik özellikler için RS grafiği



Yukarıdaki şekil 4.16’ya göre risk skoru (RS) değerlerinde proje maliyeti ile ürün teknik özellikleri arasındaki korelasyon katsayısı 0.668 çıkmaktadır.

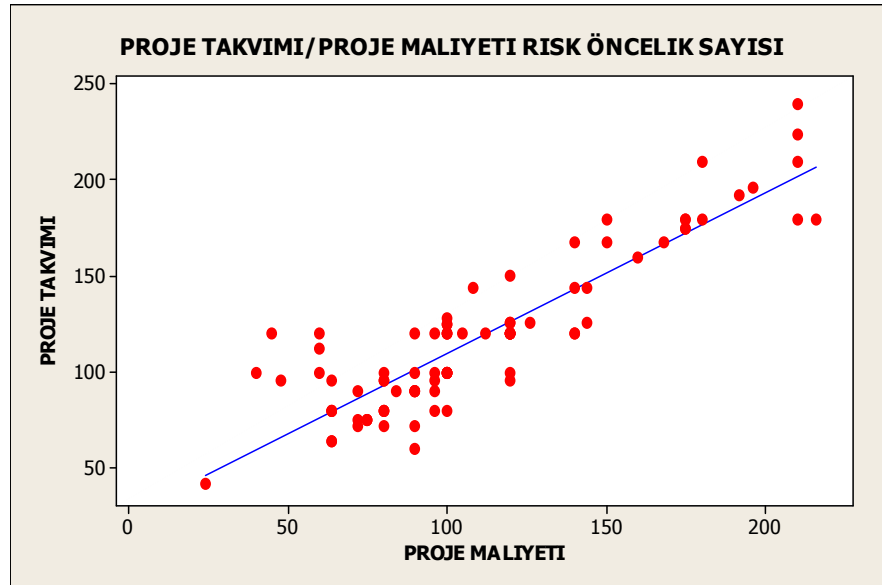
Şekil 4.14, şekil 4.15 ve şekil 4.16’daki korelasyon değerleri aşağıdaki tablo 4.54’te listelenmiştir.

Tablo 4.54: Risk skoru (RS) korelasyon tablosu

Risk Skoru			
	Ürün Teknik Özellikleri	Proje Takvimi (Zaman)	Proje Maliyeti
Pearson Korelasyon Katsayısı	1	0.638	0.668
Ürün Teknik Özellikleri	1	0.638	0.668
Proje Takvimi (Zaman)	0.638	1	0.793
Proje Maliyeti	0.668	0.793	1

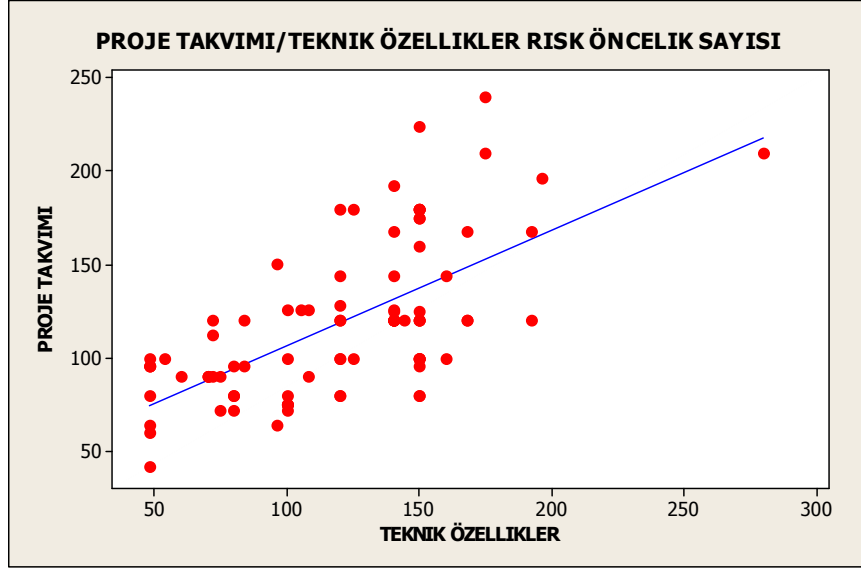
Risk matrisinde tanımlanmış olan risk öncelik sayıları (RPN) ile ilgili korelasyon grafikleri ve tabloları ise aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

Şekil 4.17: Proje takvimi/proje maliyeti için RPN grafiği



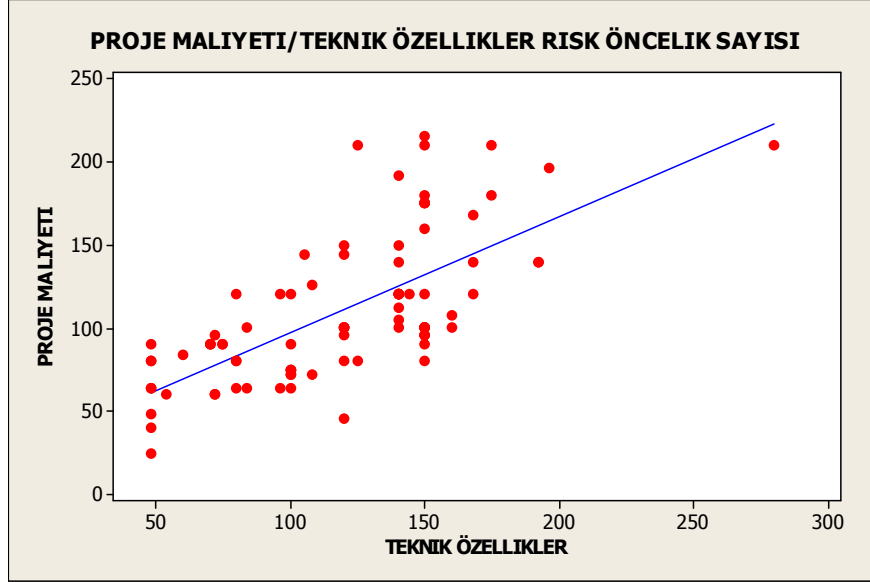
Yukarıdak şekil 4.17'ye göre risk öncelik sayısı (RPN) değerlerinde proje takvimi ile proje maliyeti arasındaki korelasyon katsayısı 0.892 çıkmaktadır.

Şekil 4. 18: Proje takvimi/teknik özellikler için RPN grafiği



Yukarıdaki şekil 4.18'e göre risk öncelik sayısı (RPN) değerlerinde proje takvimi ile ürün teknik özellikleri arasındaki korelasyon katsayısı 0.645 çıkmaktadır.

Şekil 4.19: Proje maliyeti/teknik özellikler için RPN grafiği



Yukarıdaki şekil 4.19’a göre risk öncelik sayısı (RPN) değerlerinde proje maliyeti ile ürün teknik özellikleri arasındaki korelasyon katsayısı 0.682 çıkmaktadır.

Şekil 4.17, şekil 4.18 ve şekil 4.19’daki korelasyon değerleri aşağıdaki tablo 4.55’de listelenmiştir.

Tablo 4.55: Risk öncelik sayısı (RPN) korelasyon tablosu

Risk Öncelik Sayısı			
	Ürün Teknik Özellikleri	2Proje Takvimi (Zaman)	Proje Maliyeti
Pearson Korelasyon Katsayısı			
Ürün Teknik Özellikleri	1	0.645	0.682
Proje Takvimi (Zaman)	0.645	1	0.892
Proje Maliyeti	0.682	0.892	1

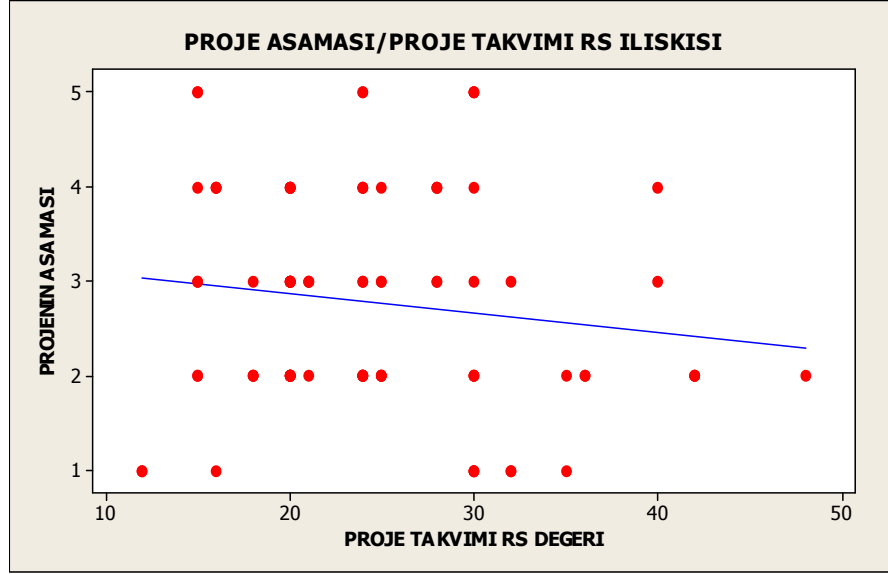
Tablo 4.54 ve 4.55'e göre proje takviminin riskleri ile ürünün teknik performans riskleri arasındaki ilişki zayıftır. Pearson korelasyon katsayısı tablo 4.54'te (RS için) 0.638, tablo 4.55'de (RPN için) ise 0.645 çıkmaktadır. Aynı şekilde proje maliyetinin riskleri ile ürünün teknik performans riskleri arasındaki ilişki de zayıftır. Korelasyon katsayısı tablo 4.54'te (RS için) 0.668, tablo 4.55'de (RPN için) ise 0.682 çıkmaktadır. Bu sonuç, havacılık sektörü için normal karşılanmalıdır. Sektöre özgü standartlara uyum zorunluluğundan dolayı, teknik özelliklerden taviz verilemez. O nedenle projenin tamamlanma süresini ve maliyetini olumsuz etkileyen faktörlerin teknik etkileri daha zayıf olabilir.

Proje takviminin riskleri ile proje maliyetinin riskleri arasında ise daha güçlü bir ilişki vardır. Bu ilişki için Pearson korelasyon katsayısı tablo 4.54'te (RS için) 0.793, tablo 4.55'de (RPN için) ise 0.892 çıkmaktadır. Bu sonuç, 3. hipotezin doğrulanması anlamına gelmektedir.

Çalışmanın bu kısmında projenin ilerleme aşaması ile risk skoru (RS) ve risk öncelik sayısı (RPN) arasındaki ilişki araştırılmıştır.

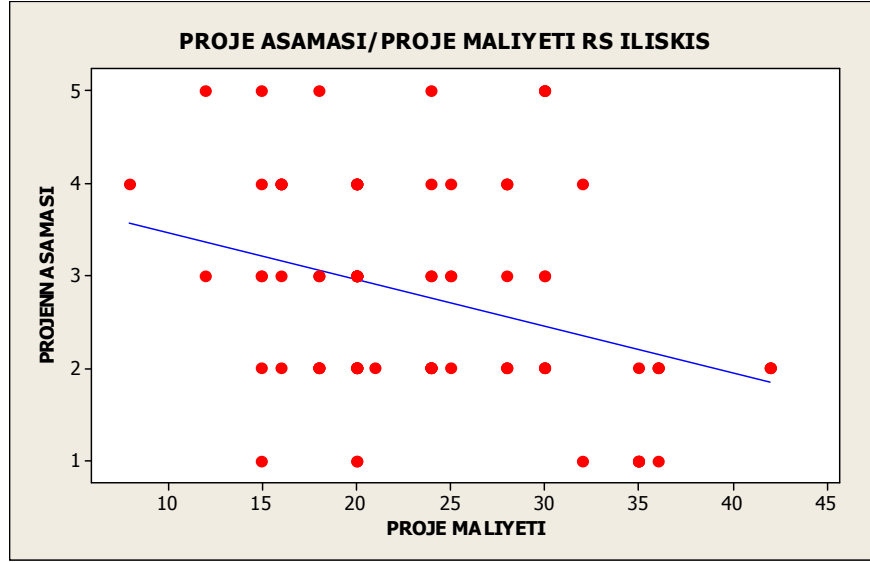
Risk matrisinde tanımlanmış olan risk skorları (RS) ile ilgili korelasyon grafikleri ve tabloları aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

Şekil 4.20: RS için proje aşaması/proje takvimi grafiği



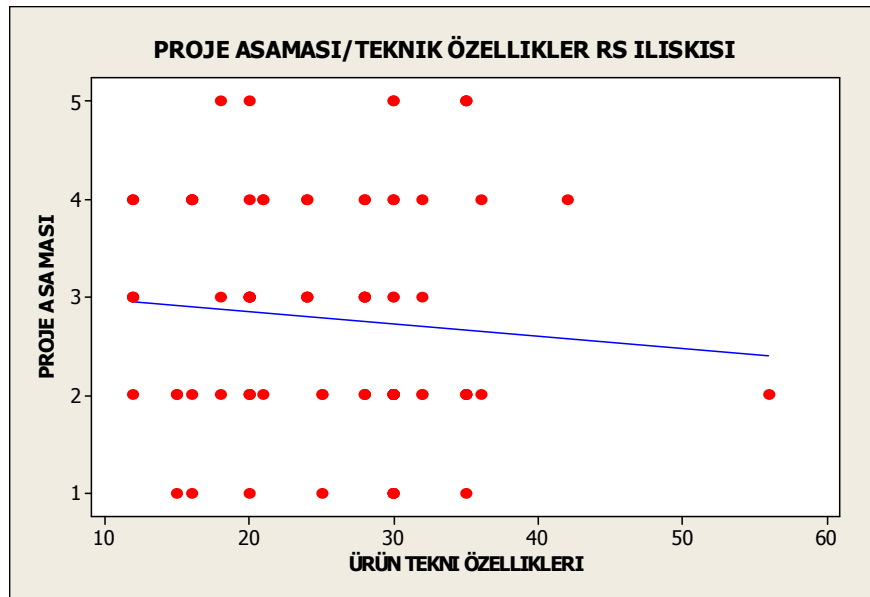
Yukarıdaki şekil 4.20'ye göre risk skoru (RS) değerlerinde projenin ilerleme aşaması ile proje takvimi arasındaki korelasyon katsayısı -0.135 çıkmaktadır.

Şekil 4.21: RS için proje aşaması/proje maliyeti grafiği



Yukarıdaki şekil 4.21'e göre risk skoru (RS) değerlerinde projenin ilerleme aşaması ile proje maliyeti arasındaki korelasyon katsayısı -0.328 çıkmaktadır.

Şekil 4.22: RS için proje aşaması/teknik özellikler grafiği



Yukarıdaki şekil 4.22'ye göre risk skoru (RS) değerlerinde projenin ilerleme aşaması ile ürünün teknik özellikleri arasındaki korelasyon katsayısı -0.086 çıkmaktadır.

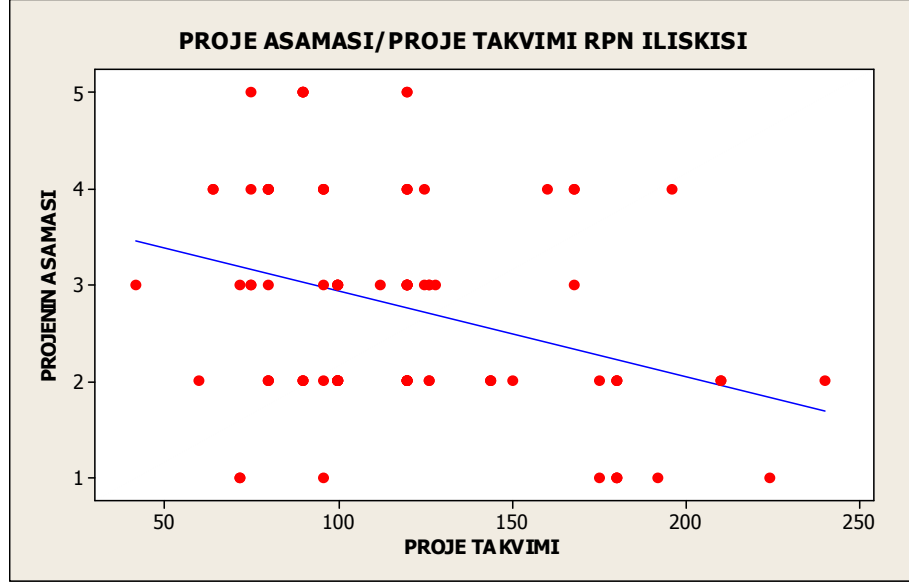
Şekil 4.20, şekil 4.21 ve şekil 4.22'deki korelasyon değerleri aşağıdaki tablo 4.56'da listelenmiştir.

Tablo 4.56: Proje aşaması/risk skoru (RS) korelasyonu

Risk Skoru (RS)			
	Ürün Teknik Özellikleri	Proje Takvimi (Zaman)	Proje Maliyeti
Pearson Korelasyon Katsayısı Ürün geliştirme projesinin aşaması	-0.086	-0.135	-0.328

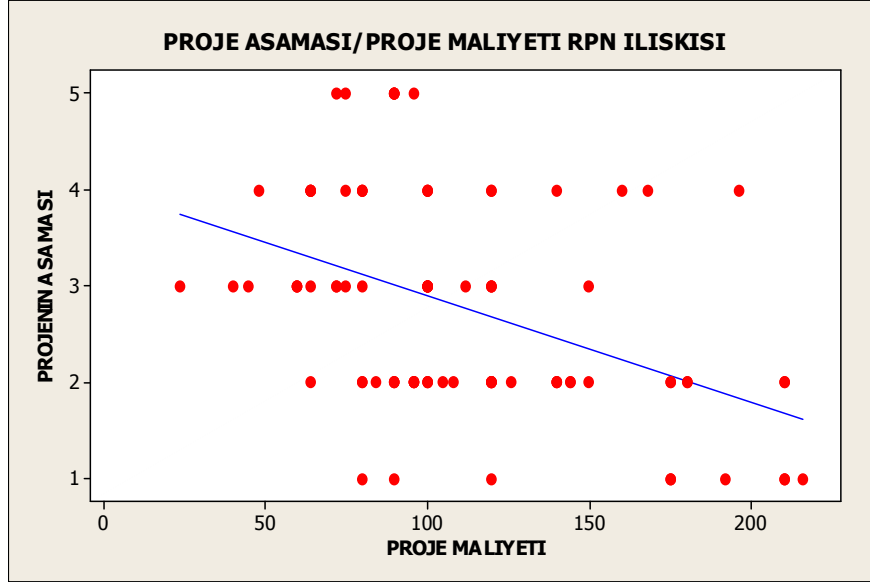
Risk matrisinde tanımlanmış olan risk öncelik sayıları (RPN) ile ilgili korelasyon grafikleri ve tabloları ise aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

Şekil 4.23: RPN için proje aşaması/proje takvimi grafiği



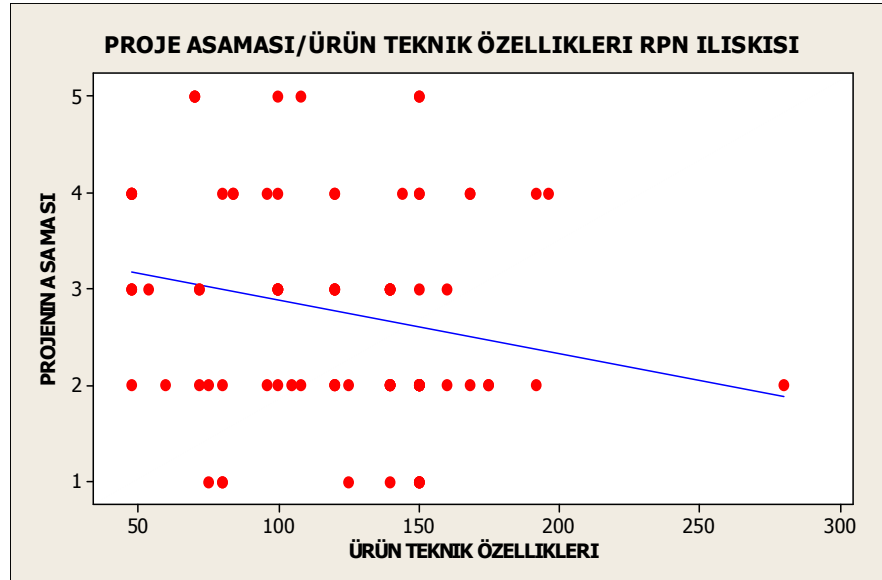
Yukarıdaki şekil 4.23'e göre risk öncelik sayısı (RPN) değerlerinde projenin ilerleme aşaması ile proje takvimi arasındaki korelasyon katsayısı -0.325 çıkmaktadır.

Şekil 4.24: RPN için proje aşaması/proje maliyeti grafiği



Yukarıdaki şekil 4.24'e göre risk öncelik sayısı (RPN) değerlerinde projenin ilerleme aşaması ile proje maliyeti arasındaki korelasyon katsayısı -0.433 çıkmaktadır.

Şekil 4.25: RPN için proje aşaması/teknik özellikler grafiği



Yukarıdaki şekil 4.25'e göre risk öncelik sayısı (RPN) değerlerinde projenin ilerleme aşaması ile ürünün teknik özellikleri arasındaki korelasyon katsayısı -0.213 çıkmaktadır.

Şekil 4.23, şekil 4.24 ve şekil 4.25'deki korelasyon değerleri aşağıdaki tablo 4.57'de listelenmiştir.

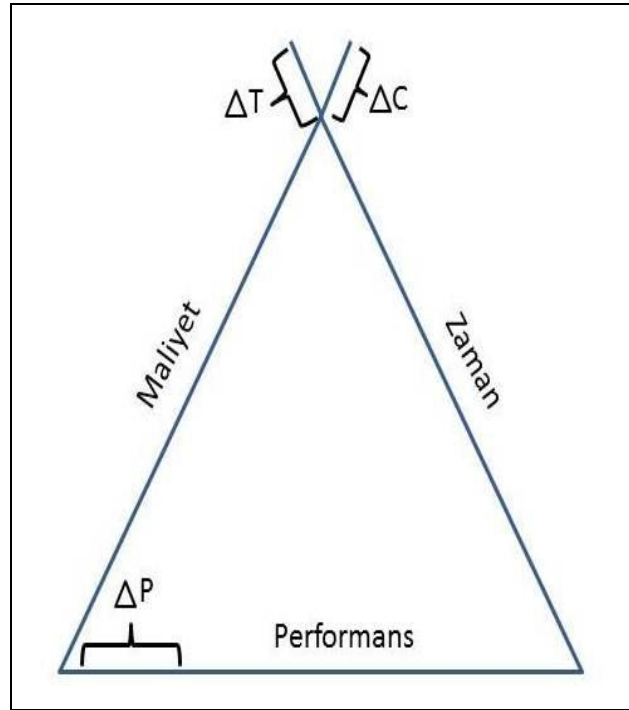
Tablo 4.57: Proje aşaması/risk öncelik sayısı (RPN) korelasyonu

Risk Öncelik Sayısı (RPN)			
	Ürün Teknik Özellikleri	Proje Takvimi (Zaman)	Proje Maliyeti
Pearson Korelasyon Katsayısı Ürün geliştirme projesinin aşaması	-0.213	-0.325	-0.433

Tablo 4.56 ve 4.57'den çıkan sonuç, projenin ileri aşamalarında risklerin daha düşük olduğu şeklindedir. Projenin aşaması ile proje takviminin, maliyetinin ve ürünün teknik performans risk skorları arasında ters yönde bir korelasyon vardır. Proje ilerledikçe risk skoru azalmaktadır. Tablo 4.56'ya göre bu azalma proje maliyetinde -0.328, proje takviminde -0.135 ve ürünün teknik özelliklerinde -0.086 olarak elde edilmektedir. Projenin aşaması ile proje takviminin, maliyetinin ve ürünün teknik performans risk öncelik sayıları arasında ters yönde bir korelasyon vardır. Proje ilerledikçe risk öncelik sayısı azalmaktadır. Tablo 4.57'ye göre bu azalma proje maliyetinde -0.433, proje takviminde -0.325 ve ürünün teknik özelliklerinde -0.213 olarak elde edilmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda; korelasyon katsayısı düşük çıksa da ilişki negatif yönde olduğu için ürün geliştirme projelerinin fizibilite fazı ve tasarım fazı risklerinin daha yüksek olduğu şeklindeki 1a ve 1b hipotezleri doğrulanmıştır. Bu korelasyonun proje maliyetinde en fazla, ürünün teknik özelliklerinde en az olması savunma ve havacılık alanındaki geliştirme projelerinin özelliğinden kaynaklanmaktadır. Ürün geliştirme sürecinde ortaya çıkan birçok faktör, konfigürasyonda sürekli değişikliğe sebep olmaktadır. O nedenle

zaman-maliyet-teknik performans üçgeninde kalmak zordur. Şekil 4.26’da görüldüğü gibi teknik performans genellikle iyi tanımlanır ve bundan taviz verilemez. Proje maliyetlerinin ve nispeten süresinin bütçe ve takvimi aşmasına ise müsaade edilir (Şekilde ΔT , ΔC ve ΔP , orijinal tahminlerden sapmaları göstermektedir). Savunma ve havacılık sektöründe geliştirilen ürünlerin potansiyel kullanımlarının yüksek olması, alternatiflerinin bulunmaması ve stratejik önemleri nedeniyle de maliyet ve süredeki artışa göz yumulmaktadır (Kerzner 2009, p. 717)

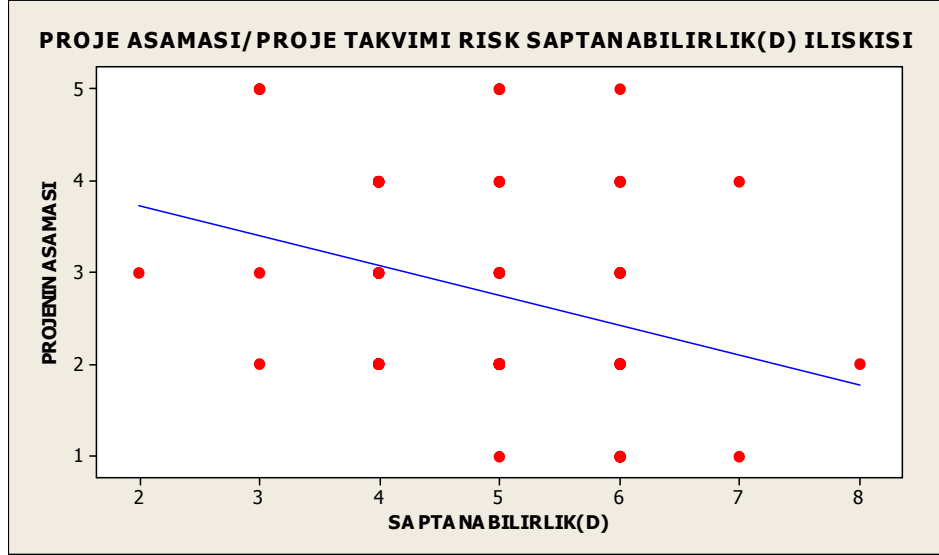
Şekil 4.26: Orijinal hesaplamalardan sapmalar



Kaynak: Project management, A system approach to planning, scheduling, and controlling, p. 717.

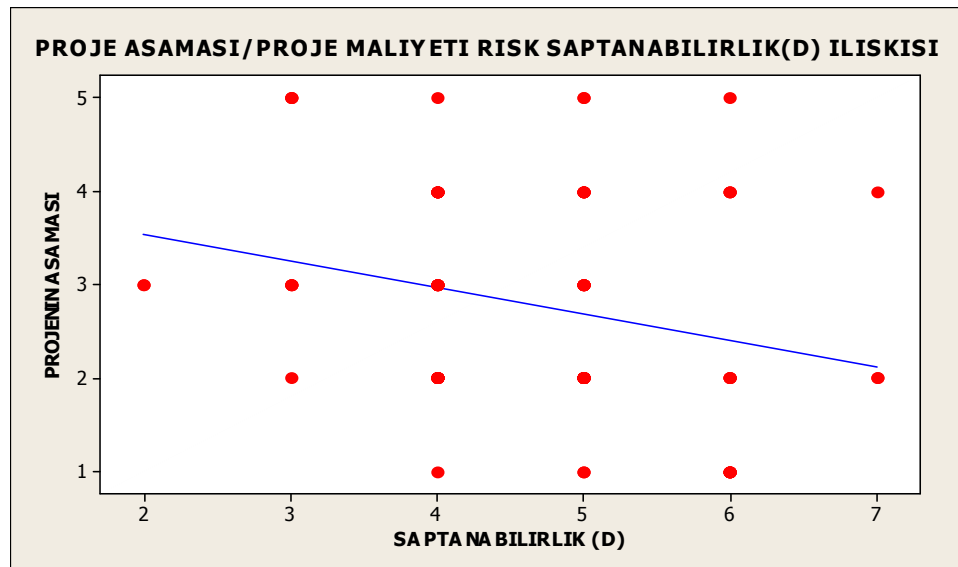
Çalışmanın bu kısmında son olarak projenin ilerleme aşaması ile risklerin saptanabilirliği arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bununla ilgili korelasyon grafikleri ve tabloları ise aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

Şekil 4.27: Proje takvimi için proje aşaması/saptanabilirlik(D) grafiği



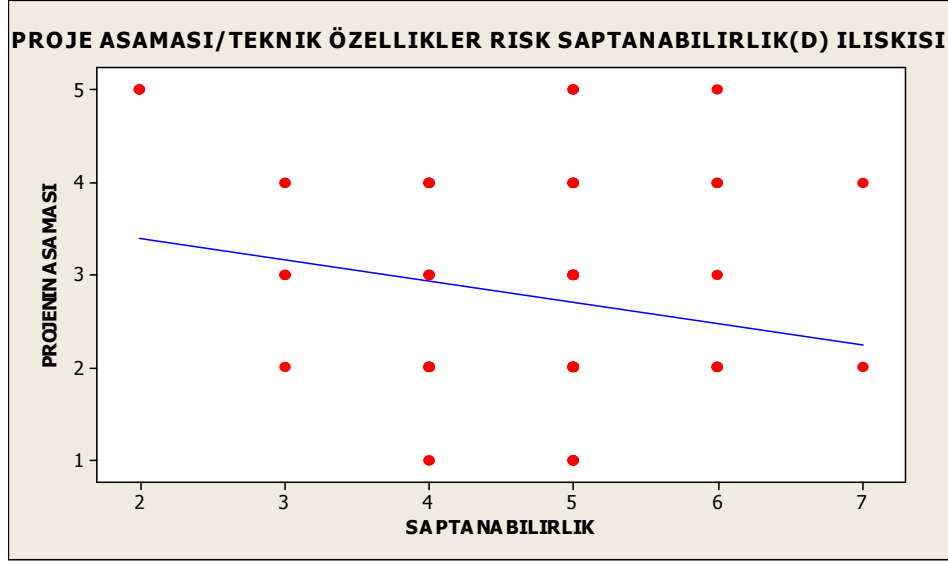
Yukarıdaki şekil 4.26'ya göre projenin ilerleme aşaması ile proje takviminin saptanabilirlik değeri arasındaki korelasyon katsayısı -0.305 çıkmaktadır.

Şekil 4.28: Proje maliyeti için proje aşaması/ saptanabilirlik(D) grafiği



Yukarıdaki şekil 4.27'ye göre projenin ilerleme aşaması ile proje maliyetinin saptanabilirlik değeri arasındaki korelasyon katsayısı -0.262 çıkmaktadır.

Şekil 4.29: Ürün teknik özellikleri için proje aşaması/saptanabilirlik(D) grafiği



Yukarıdaki şekil 4.28'e göre projenin ilerleme aşaması ile proje maliyetinin saptanabilirlik değeri arasındaki korelasyon katsayısı -0.196 çıkmaktadır.

Şekil 4.26, şekil 4.27 ve şekil 4.28'deki korelasyon değerleri aşağıdaki tablo 4.58'de listelenmiştir.

Tablo 4.58: Proje aşaması/risk saptanabilirlik (D) korelasyonu

Risk Saptanabilirlik Değeri (D)			
	Ürün Teknik Özellikleri	Proje Takvimi (Zaman)	Proje Maliyeti
Pearson Korelasyon Katsayısı Ürün geliştirme projesinin aşaması	-0.196	-0.305	-0.262

Tablo 4.58’den çıkan sonuç, projenin ilerleme aşaması ile risk saptanabilirlik değerinin (D) ters orantılı, yani başlangıç aşamasındaki risklerinin saptanabilirlik değerinin (D) büyük, dolayısı ile saptanmasının zor, prototip üretimi gibi ileri aşamalarındaki risklerin ise saptanabilirlik değerinin (D) daha küçük, yani saptanmasının kolay olduğu şeklindedir. Bu sonuç, projenin fizibilite ve tasarım aşamalarındaki risklerin saptanabilirliğinin düşük olduğu şeklindeki 2a ve 2b hipotezlerini doğrulamaktadır.

5. TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRMELER

Bu bölümde, hava aracı geliştirme projesinde yüksek risk taşıyan faaliyetler sebep, sonuç boyutlarıyla ele alınmış ve bunların azaltılması ile ilgili öneriler geliştirilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, baz alınan savunma ve havacılık sektörünün diğer sektörlerden farklılık gösteren genel durumundan kaynaklı kısıtlar da dikkate alınarak örneklem kitlesi ile sınırlandırılmıştır.

5.1 FİZİBİLİTE FAZİ RİSKLERİ

RHTEA matrisinde fizibilite çalışmaları ile ilgili 9 adet risk tanımlanmış olup, analizlerde, müşteri veya kullanıcının istek ve ihtiyaçlarının belirlenmesi aşamasında verilen kararların yüksek risk potansiyeli taşıdığı görülmektedir. Karşılama zor, çelişkili isteklerin fizibilite aşamasında iyi yönetilememesi, ürün geliştirme projesinin başarı şansını azaltmaktadır. Kullanıcı veya müşteriler çoğunlukla ürünü geliştirecek ekibi dahil etmeden kendi ihtiyaçlarını anlayamaz veya anlaşıp açıkça ifade edemezler. Bazen de ihtiyacı belirtmek yerine muhtemel bir çözümünü tarif edebilirler. Tasarımcılar da kullanıcıların, kendi ihtiyaçları hakkında yaptıkları kabulleri kullanıcı ile birlikte kontrol etmeden geliştirme faaliyetlerine başlayabilirler. Bunun sonucu olarak ürünün kabul aşamasında bir çok problem saptanır. Oysa bunlar teknik kusur değil, kullanıcının beklentileri olan uyumsuzluklardır. Bu bağlamda, kullanıcı ve altyüklenicilerin yeni ürün geliştirme sürecine katılmasını sağlamak için, ihtiyaçların esnek olarak tanımlandığı ve aşamalı olarak gerçekleştirildiği evrimsel tedarik sisteminin uygulanmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Bir diğer yüksek risk unsuru, proje için gerekli kabiliyetlerin ve kapasitenin tanımlanması konusunda karşımıza çıkmaktadır. Bugün Türkiye’de özgün ürünleri, ihracatı, ana yüklenicileri, altyüklenicileri, KOBİ’leri ile gelişmiş bir savunma sanayii sektörünün varlığından söz edebiliriz (SSM 2012-2016 Stratejik planı 2011, s.9). Teknik anlamda projelendirmenin paralelinde milli ana yüklenicilik yöntemi esas alınarak ve finansman,

altyapı, insan kaynakları, lojistik ve uluslararası işbirliği geliştirme boyutları da dahil edilerek projede görev alacak işletmeler arasında uygun iş paylaşımı yapılması; altyüklenici/yan sanayi işletmelerinin kullanılması ve bunların geliştirilmesi hem tekrarlı yatırım yapılmasını engelleyecek ve kapasite ile kabiliyetlerin verimli kullanımını sağlayacak; hem de uzman personel, altyapı ve tesis sorunu yaşanmasını önleyecektir. Başta ana yüklenici olmak üzere projede görev alacak işletmelerin Ar-Ge organizasyonuna sahip olmaları ve TÜBİTAK ve üniversiteler ile stratejik işbirliği yapmaları proje ekibinin etkinlik düzeyini artıracaktır.

Savunma ve havacılık sektörü uzmanlık, bilgi ve tecrübenin ön plana çıktığı bir alan olup, geliştirme projelerinin hedeflendiği biçimde yürütülmesi için süreklilik önemlidir. O nedenle işletmelerin personel politikalarını, mavi ve beyaz yakalı çalışanların uzmanlık alanlarındaki görev sürekliliklerini sağlayarak tecrübe ve uzmanlığından maksimum seviyede yararlanmayı mümkün kılacak biçimde belirlemesi gereklidir. Sektörde yeni bir ürün geliştirme projesinin süresi yaklaşık 10 yıldır. Bunun anlamı, yeni ürün geliştirme projesinin başlangıcında çalışmış bir personelin işletmeden ayrılması halinde, sık tekrarlanmayan bir tecrübeyi de birlikte götürmesidir. 2013 yılı itibarı ile havacılık sektörünün devi Airbus grubunun personel yaş ortalaması 43 olarak açıklanmıştır. Bunlardan yüzde 29,2'si 50 yaşın üzerinde iken, sadece yüzde 12,8'i 30 yaşın altındadır. Çalışanların işletmede kalma süresi ise ortalama 13,5 yıldır (Airbus Group Annual Review 2013, p.55).

Savunma ve havacılık sanayinde başarılı proje çıktıları elde etmek için “performans, maliyet, takvim ve sanayileşme” dengesinin sağlanmasına çalışılmaktadır (SSM 2012-2016 Stratejik planı 2011, s.13). Yapılabilirlik etütleri sırasında kullanıcı ihtiyaç tarihi ekseninde şekillenen proje takviminin gerçekçi olmaması, takvim kısıtları çerçevesinde yürütülmeye çalışılacak projenin baskı altında kalmasına, gecikme yaşanmasına, hatta ürünün kalitesinden taviz verilmesine bile yol açabilmektedir.

5.2 PROGRAM YÖNETİMİ FAALİYETLERİ RİSKLERİ

Genellikle proje esaslı çalışılan savunma ve havacılık sektöründeki ürün geliştirme faaliyetlerinde bütünüleyici bir faktör olan program yönetimine ilişkin risklerin yüksek olduğu görülmektedir. RHTEA matrisinde 10 numaralı risk ile 22 numaralı risk arasında gösterilen bu risklerden ilk ikisi tasarım ve organizasyon yapısının oluşturulması ile ilgilidir. Bu riskleri azaltmak için hızlı karar alınan, görev ve sorumlulukların net biçimde tanımlandığı, minimum çatışmaların yaşandığı, iletişimin üst düzeyde olduğu bir organizasyon yapısının oluşturulması ve etkin bir takip ve kontrol mekanizmasını sağlayacak program yönetiminin, işletmenin ana iş akışını bozmadan proje hedeflerine ulaşmayı temin etmesi önemlidir.

RHTEA matrisinde 12 numara ile 16 numara arasında gösterilen riskler Ar-Ge faaliyetleri ile ilgilidir. Savunma ve havacılık sanayinin gelişmesi için Ar-Ge'ye dayalı ürün geliştirmek önemlidir. "Teknolojiyi alma" yerine "teknolojiyi edinme" yani teknolojiyi üretme, veya alınan teknolojiyi her yönüyle özümseme ve Ar-Ge yoluyla türev teknolojilere dönüştürme kavramını benimsemek gerekmektedir (Tübitak Vizyon 2023 Panel Raporu 2003, s.s.14-56).

Sektörde ürün geliştirme faaliyetleri için önemli bir yeri olan Ar-Ge, Frascati kılavuzunda bilimsel ve teknolojik temeli olan diğer birçok etkinlikle ilişkili bir faaliyet olarak tanımlanmaktadır (OECD Frascati Kılavuzu 2002, s.17). Ar-Ge ve bu ilgili faaliyetler iki başlık altında incelenebilir: Bilimsel ve teknolojik faaliyetler ailesi ve bilimsel ve teknolojik yenilik süreci. Yenilik sürecinde Ar-Ge'nin yanı sıra, yenilik faaliyetlerinin diğer biçimleri de yer alır. Bunlar "üretim bilgisi ve parçalarına ayrılmış teknolojinin edinimi; içerilmiş teknolojinin edinimi; üretim tasarımcılığı ve endüstri mühendisliği; başka yerde sınıflandırılmamış endüstriyel tasarım, diğer sermaye edinimleri; üretimi başlatma ve yeni veya gelişmiş ürünler için pazarlama faaliyetleri"dir (OECD Frascati Kılavuzu 2002, s.18).

Ar-Ge terimi üç faaliyeti kapsamaktadır: Temel araştırma, uygulamalı araştırma ve deneysel geliştirme; Temel araştırma, görünürde herhangi bir özel uygulaması veya kullanımı bulunmayan ve öncelikle olgu ve gözlemlenebilir gerçeklerin temellerine ait yeni bilgiler edinmek için yürütülen deneysel veya teorik çalışmadır. Uygulamalı araştırma da yeni bilgi edinme amacıyla yürütülen özgün araştırmadır. Bununla birlikte uygulamalı araştırma, öncelikle belirli bir pratik amaç veya hedefe yöneliktir. Deneysel geliştirme, araştırma ve/veya pratik deneyimden elde edilen mevcut bilgiden yararlanarak yeni malzemeler, yeni ürünler ya da cihazlar üretmeye; yeni süreçler, sistemler ve hizmetler tesis etmeye ya da halen üretilmiş veya kurulmuş olanları önemli ölçüde geliştirmeye yönelmiş sistemli çalışmadır (OECD Frascati Kılavuzu 2002, s.30)). Ar-Ge ile ilgili tüm bu faaliyetlerin maliyeti yüksek olmaktadır. Bu durum RHTEA matrisinde görüldüğü gibi işletme için yüksek risk oluşturmaktadır. Bu riski indirmek için program yöneticilerinin, Ar-Ge faaliyetlerini sürekli takip etmesi ve kontrol altında tutması gerekmektedir.

Ar-Ge ile ilgili risklerden birisi, Ar-Ge kapsamına giren işlerin ayrımı ile ilgilidir. Bazı ülkeler yıllar boyunca, savunma bakanlıkları tarafından belirtilen ve ticari teşebbüs sektörü ile sözleşme yapılan Ar-Ge harcamalarıyla, savunma sanayii tarafından devletten Ar-Ge için alındığı iddia edilen miktarı uzlaştırmayla ilgili sürekli sorun yaşamıştır (OECD Frascati Kılavuzu 2002, s.224). O nedenle Ar-Ge faaliyetlerinin sınırının çizilmesi, RHTEA matrisinde tespit ettiğimiz Ar-Ge ile ilgili takvimsel, mali ve teknik risklerin azaltılmasına önemli katkıda bulunacaktır. Ar-Ge'yi ilgili diğer faaliyetlerden ayırabilmek için gözetilecek temel ölçüt, Ar-Ge'nin içerisinde görülebilir bir yenilik unsurunun bulunması ve bilimsel ve/veya teknolojik belirsizliklerin giderilmesidir; yani bir sorunun çözümünün genel bilgi stoğuna ve ilgili alana ilişkin tekniklere sahip bir kişi açısından görülebilir olmadığı durumlardır. Tablo 5.1, Ar-Ge'nin ilgili bilimsel, teknolojik ve sınai faaliyetlerden ayırt edilebilmesi için bazı ilave ölçütler sağlamaktadır (OECD Frascati Kılavuzu 2002, s.33).

Tablo 5.1: Ar-Ge'yi ilgili faaliyetlerden ayırmak için ek ölçütler

A. Projenin amaçları nelerdir?
B. Bu proje ile ilgili yeni veya yenilikçi olan nedir? Önceden keşfedilmemiş olguları, yapıları veya ilişkileri mi arıyor? Bilgi veya teknikleri yeni yollarla mı uyguluyor? Olgular, ilişkiler veya güdücü ilkeler ile ilgili yeni (genişletilmiş veya daha derinlemesine) anlayışların, birden fazla kurumu ilgilendiren biçimde oluşmasına neden olabilecek belirgin bir olasılık mevcut mu? Sonuçların patentlenebilir olması bekleniyor mu?
C. Projede hangi personel çalışıyor?
D. Hangi yöntemler kullanılıyor?
E. Projeye hangi program kapsamında fon sağlanıyor?
F. Projenin bulgu veya sonuçlarının ne kadar genel olması bekleniyor?
G. Proje diğer bir bilimsel, teknolojik veya sınai faaliyete daha doğal bir şekilde uygun düşüyor mu?

Kaynak: Frascati Kılavuzu Araştırma ve Deneysel Geliştirme Taramaları İçin Önerilen Standart Uygulama, s.34.

RHTEA matrisinde 17 numara ile 19 numara arasında gösterilen riskler ise ürün geliştirme yöntemleri ile ilgilidir. Bu yöntemlerin seçimi ve uygulanması projenin süresini, maliyetini ve ürünün kalitesini yakından ilgilendirmektedir. Yeni ürün geliştirme projelerinin süreçlerinde kullanılacak yöntemlerin seçiminde projenin özelliklerinin yanında yürütücü işletmenin kapasite ve kabiliyetleri de göz önüne alınmalıdır.

Matrisde 20 numara ile 22 numara arasında gösterilen riskler projede görev alacak personelin planlaması ile ilgili olup, bu personelin seçimi ve idamesi proje yöneticilerinin önemli görevlerindendir. Projenin her bir fazı için o aşamadaki faaliyetlere uygun sayıda ve nitelikte personelin öngörülmesi, bu personelin gerekli eğitiminin ve sertifikasyonunun sağlanması gerekmektedir.

5.3 TASARIM FAZİ RİSKLERİ

RHTEA matrisinde gereksinim belirlenmesi aşamasında yüksek riskler bulunduğu görülmektedir. Savunma sanayii projelerinde bu risklerin erken dönemde tanımlanması, en aza indirilmesi, zaman ve maliyet açısından kayıpların azaltılması amacıyla uygulanacak

yöntemleri sistem mühendisliği disiplini tanımlamaktadır. Herhangi bir büyük sistemin tasarımındaki en büyük hatalar genellikle ilk günde yapılmaktadır (Hooks ve Farry 2001, s.3). O nedenle ürün tasarım sürecine ilişkin kararların verilmesi aşamasında gereksinimlerin tanımlanması tasarımın başlaması için kritik bir faktördür.

RHTEA matrisinde ortaya çıkan yüksek risklerden birisi, gereksinimler arasındaki ilişkilerin kontrol altında tutulamamasıdır.

Bir diğer risk, değişik mühendislik birimleri arasında koordinasyon eksikliği oluşmasıdır. Yeni geliştirilen bir uçağın ağırlık ve ağırlık merkezi zarfı gibi genel karakteristiklerinin hedeflenen değerlerden farklı çıkması sıkça rastlanan bir durum olup, hem teknik açıdan, hem de zaman açısından düzeltilmesi zor hatalardır.

5.4 PROTOTİP ÜRETİMİ RİSKLERİ

Bu aşamada, tüm tasarım fazlarından geçen ürünün ilk prototip üretimi başlamaktadır. Bu fazla birlikte hatalar prototip ürüne yönelik olmaktadır. O nedenle projenin bütününe çok büyük etkilerinin olmaması beklenebilir. Ancak bir hava aracı geliştirme projesinde prototip uçağın kaybı önemli bir maddi kayıp yanında can kaybına da yol açabileceği için, bu aşamadaki hataların da önemli riskler oluşturması mümkündür. Bu hataların tespit edilebilirliği olumlu bir durumdur. Nitekim RHTEA matrisi de bunu göstermektedir.

Matrisimizde prototip üretimi iki aşamada değerlendirilmiştir. Birinci aşamada detay parça, monta ve takım/kalıp kavramlarının, ürün ağacının ve imalatla kullanılacak iş talimatlarının oluşturulması, montaj alanının hazırlanması gibi faaliyetler gösterilmiştir. Savunma ve havacılık alanındaki büyük ve karmaşık projeler bu hazırlıkları önemli kılmaktadır. Ürün geliştirme projesinin başarısını destekleyecek montaj sıralamasını belirlemek ve bu montajı en optimum biçimde gerçekleştirmek için kullanılacak parça, ekipman gibi birincil elemanlarla takım/kalıp/ekipman gibi yardımcı araç/gereçleri belirlemek; bunları iş akışına uygun olarak gerektiği zamanda, istenen alanda ve istenen

koşullarda bulundurmak yüksek riskler taşıyan bir faaliyettir. Bu aşamadaki risklerin gerçekleşmesi durumunda prototip üretimine geçişte gecikmeler, ürün üzerine eksik veya yanlış parça takılması gibi etkiler görülecek ve bunun sonucunda da prototip üzerinde yeniden çalışma, proje takviminin ve bütçe hedeflerinin olumsuz etkilenmesi gibi olumsuz sonuçlarla karşılaşılacaktır.

Risk matrisinde 62, 63, 64 ve 65 numaraları ile gösterilen bu riskleri azaltmanın yollarından birisi, savunma ve havacılık alanında uluslararası marka olmuş işletmelerde olduğu gibi, tasarım birimleri ile imalat birimleri arasındaki linki artırmak, bu bağlamda üretim mühendisliği fonksiyonunu güçlendirmektir. Kavramsal tasarımından başlayarak ürün ortaya çıkana kadar geçirdiği evrelerin tümünde görev alan böyle bir disiplin, ürün tasarımının analiz ve dönüşümünü yaparak üretilebilirliğini temin edecek; ürünün arzu edilen hacim, takvim, maliyet, kalite ve diğer spesifikasyonlara göre yapılmak için gerekli teknik konuları saptayabilecektir. Öte yandan program yönetiminin kontrol mekanizmasını ve ERP (Kurumsal kaynak planlaması) veya benzeri üretim takip araçlarını etkili kullanmak problemleri erken tespit etmeyi sağlamaktadır. Ayrıca süreç verimliliğini artırmak için yalın üretim, 6 sigma gibi metodları benimsemek ve işletme içerisinde yaygınlaştırmak faydalı sonuçlar vermektedir.

Prototip imalat sürecinde ise tasarım, imalat, takım, kalıp esaslı bir çok risk bulunmakla birlikte, risk matrisinden çıkan sonuç bunların özellikle saptanabilirliğinden dolayı önemli probleme dönüşmeden indirgenebilir oldukları yolundadır. Risk matrisindeki prototipin montaj ve sistem testlerine ait 85 ve 86 numaralı risklerin özellikle ürünün teknik özellikleri açısından dikkat edilmesi gereken konular olduğu görülmektedir. Her ne kadar bu testlerin sıkı kurallar içerisinde icra edilmesi beklense de, insan, metod ve araç gibi faktörler her zaman için hataya neden olabilir. O yüzden takvim baskısı, maliyet, yapılan ürünün prototip olması gibi hususlar kaliteden ödün vermeye sebep olmamalı ve gerek imalat, gerekse testler standartlara uygun olarak yerine getirilmelidir.

5.5 KONFIGÜRASYON YÖNETİMİ RİSKLERİ

Konfigürasyon yönetimindeki bir zafiyet hem konfigürasyon başlama çizgisinin yanlış oluşturulmasına, hem de ürün geliştirme sürecinde tasarım değişikliklerinin uygulanmasını ve raporlanmasını riske sokabilir. Risk matrisinde konfigürasyon yönetimi ile ilgili olan 66 ve 68 numaralı risklerin yüksek çıktığı görülmektedir. Konfigürasyon ana çizgisinin tanımlanması ve uygulanması sürecinde, ürün için hazırlanan mühendislik dokümanlarının yanlış veya eksik şekillenmesi prototip uçağın yapısının tasarımcının amaçladığı biçimde oluşmamasına sebep olabilir ki, bu durum, saptanabilirliğindeki zorluk nedeniyle de hem ürünün teknik performansında olumsuz sonuçlara, hem de proje takviminden sapmaya, operasyonel gecikmelere, kullanıcının veya müşterinin prototip ürününün yeniden imalatını talep etmesine yol açabilir.

Öte yandan işletme içerisinde veya dış kaynaklarca yayınlanan mühendislik değişikliklerinin ve havacılıkla ilgili regülasyonların uygulanması esnasında yapılacak hatalar yanlış parça takılması ve sökülmesi, proje takviminden sapma, operasyonel gecikmeler, havacılık kurallarına uygun olmayan ürün elde edilmesi gibi sonuçlara yol açabilir.

Bu risklerin gerçekleşmesini önlemek için sözleşme veri isterleri listesinde (SVIL) yer alan konfigürasyon yönetim planının kapsamlı olarak hazırlanması ve uygulanması önem arz etmektedir.

5.6 KALİTE YÖNETİMİ RİSKLERİ

Risk matrisinde kalite yönetimi ile ilgili krtitik değerlerin üzerinde bir risk çıkmamıştır. Bunun en önemli nedeni, savunma ve havacılık projelerinin kalite gereksinimleri içerisinde kalma zorunluluğudur. Alt sözleşmeciler ve alt yükleniciler dahil, işletmelerin organizasyonları bunu temin etmek esasına göre oluşturulmaktadır. Ayrıca müşteri ve

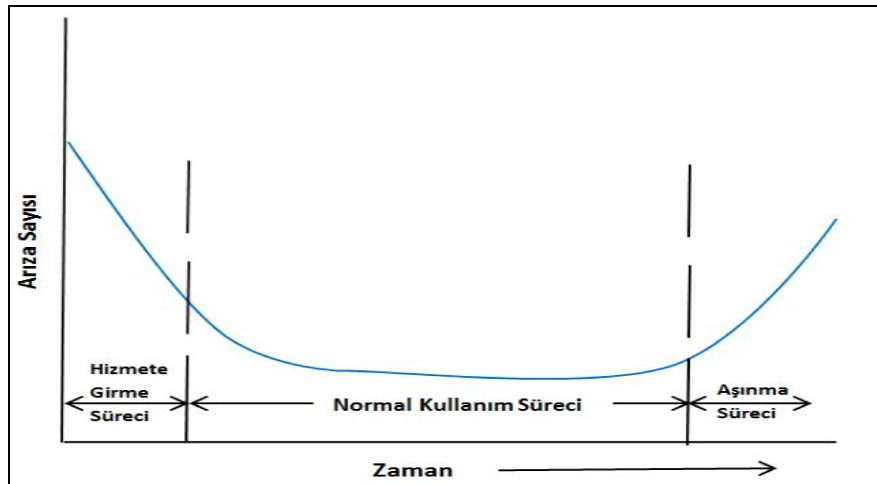
kullanıcılar sözleşmeye bağlanan denetim yetkileri ile donatılmaktadır. Kalite ile ilgili faaliyetleri yürütecek personelin eğitimi ve gelişimi önemlidir.

Öte yandan kalite yönetimi faaliyetleri ile ilgili risklerin saptanabilirliği iyi olup, riskleri gerçekleşmeden giderilme imkanı bulunmaktadır.

5.7 PROTOTİP UÇAĞIN BAKIM RİSKLERİ

Geliştirilen hava araçlarının prototip aşamasındaki test uçuş kampanyaları (company flights) uzun sürmekte; bu sürede aracın servis, bakım ve idame gereksinimleri ortaya çıkmaktadır. Bakım ile ilgili olarak risk matrisinde tanımlanmış olan 74 numaralı riskin, uçağın teknik performansı açısından kritik değerin üzerinde bir risk oluşturduğu görülmektedir. Tecrübe ile sabit olduğu üzere herhangi bir ürünün ömrünün başlangıcında yoğun planlı ve plansız bakım ihtiyacı vardır (Mobley 2004, p.3). Şekil 4.23’de görüldüğü gibi istatistiksel olarak bir makinanın hizmete girme sürecinde tasarım ve montaj problemleri nedeniyle arıza çıkma ihtimali fazladır. Daha sonar azalan bu ihtimal, ürünün son döneminde tekrar yükselmektedir.

Şekil 5.1: Bakım gereksinimi eğrisi



Kaynak: Mobley, R.K., 2004, *Maintenance Fundamentals*, p.3.

Bakımla ilgili riski indirmek için ürün geliştirme sürecinde uçağın kendisi, alt sistemleri ve ekipmanları için kullanılacak olan bakım gereksinimlerinin belirlenmesi ve prototip uçuşları boyunca bakım planı hazırlanıp, bakımın uygulanması gerekmektedir. Tesis, takım, cihaz, ekipman, dokümantasyon, malzeme ve yedek parça gibi bakım parametreleri ile birlikte, bakımını sınırlayan faktörler de göz önünde bulundurulmak durumundadır. Bu süreçte bakım, üretime ve uçuşa dönük aktivitelerle senkronize olarak, yetkin personelle ve kayıt tutularak uygulanmak zorundadır. Diğer bir husus da ürünün bakım ve idamesi için gereken teknik doküman, yedek parça ve ekipmandır. Bu çalışmalar, ürünün satışından sonraki entegre lojistik destek faaliyetleri için çok daha kapsamlı olarak yapılmakta ve buradaki bir eksiklik, ürün teslimatını etkileyebilmektedir. Örneğin A400M uçağının Türkiye'ye teslimatı, kabul bulgularının düzeltilmesi yanında, yer destek teçhizatı ve yedek parça teslimatlarındaki gecikmeler, yani desteklenebilirlik ile ilgili konular nedeniyle ötelenmiştir (Ceran 2014, ss.44-58).

5.8 MALZEME TEDARİĞİ YÖNETİM RİSKLERİ

Risk matrisinde 75, 76, 77, 78 ve 79 numaraları ile gösterilen ve satın alma veya imal etme yoluyla yapılan malzeme tedarigi ile ilgili riskler için RPN değerlerinin, kritik değerlerin üzerinde olmadığı görülmektedir. Tabii ki savunma sanayindeki geliştirme projelerinde sıkça yaşanan malzeme eksikliği, prototip üretim sürecini olumsuz etkilemektedir. Özellikle ithal edilmekte olan kritik malzemeler bazen büyük sorunlar oluşturmaktadır. Ancak ihtiyaç sıralaması yapılarak tasarımın tamamının bitmesini beklemeden malzeme alımı ve parça imalatı başlayabildiği için parçalar genellikle zamanında alanda bulundurulabilmektedir. Ayrıca imalat süreci uzun sürdüğü için imalat sıralamasında yapılan düzenlemelerle parça veya malzeme eksiklikleri telafi etmek mümkün olmaktadır.

5.9 BİLGİ TEKNOLOJİLERİ YÖNETİM RİSKLERİ

Savunma ve havacılık sektöründeki ürün geliştirme projelerinde yapısı gereği gizlilik gerekmekte; insan kaynaklarından üretime kadar tüm birimlerde, operasyonel, yönetsel ve destek süreçlerinde bilgi teknolojileri yoğun biçimde kullanılmaktadır. O nedenle konuyla ilgili bir çok risk öngörülebilir ancak projeyi birinci dereceden etkileyen bir süreç olmadığı düşünüldüğü için risk matrisinde iki adet risk gösterilmiştir. Bunlardan 80 numara ile tanımlanan risk bilgi teknolojilerinin ve altyapısının kullanımı ile ilgili olup, 81 numara ile tanımlanan risk ise basılı ve elektronik ortamdaki bilgi güvenliği ile ilgilidir. Sektördeki işletmeler en gelişmiş bilgi teknolojilerini kullanmanın yanında bakım ve onarım faaliyetlerini aksatmadan hizmetin devamlılığını sağlamak durumundadırlar.

Öte yandan işletmenin bilgi varlığı envanterinin hazırlanması, bilginin gizlilik derecesinin tanımlanması ve çalışanlar tarafından bilinmesi gerekmektedir.

5.10 ÜRÜN DOĞRULAMA VE SERTİFİKASYON SÜRECİ RİSKLERİ

Ürün doğrulama ve sertifikasyon faaliyeti uzun süreli bir faaliyet olup, geliştirme projesinin diğer faaliyetlerine paralel olarak yürütülebilmektedir. O nedenle, gerçekleşmeden önce tespit edilip önlem alınması mümkün olan ve risk matrisinde 87, 88, 89 ve 90 numaralarla gösterilen bu risklerin, RS ve RPN değerlerinin düşük çıktığı görülmektedir. Ancak sertifikasyon faaliyetlerinin büyük bir kısmı, bütün ekipman ve sistemlerin sonuçlandırılmasına bağlıdır. Bu ise, uçuş testleri devam ederken bütün tedarikçilerin kendi parçalarını finalize etmesi, testlerini yapması ve sertifikalandırması demektir. O nedenle tedarikçilerle ilişkinin yönetilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca tasarım ve geliştirme faaliyetlerini destekleyecek test ve sertifikasyon altyapısını planlamak ve geliştirmek gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Kitaplar

- Burt, D., Dobler, D. & Starling, S., 2003, *World class supply management*, Seventh Edition, USA: The McGraw–Hill Companies.
- Drucker, P.F., 1996, *Gelecek için yönetim*, 4.Baskı, F.Üçcan (Çev.), Ankara: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları (orijinal basım tarihi 1992).
- Geng, H., 2004, *Manufacturing engineering handbook*, USA, The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Groover, P. M., 2010, *Fundamentals of modern manufacturing*, Fourth Edition, USA: John Wiley and Sons, Inc.
- Hooks I.F. & Farry K.A., 2001, *Customer centered products creating successful products through smart requirements management*, New York: American Management Association.
- Kerzner, H., 2009, *Project management, a system approach to planning, scheduling, and controlling*, Tenth Edition, New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Kobu, B., 2013, *Üretim Yönetimi*, 16.Baskı, İstanbul, Beta Basım A.Ş.
- Korkmaz, S., Eser, Z. ve Öztürk, S.A., 2011, *Pazarlama, Kavramlar-İlkeler-Kararlar*, 2. Baskı, Ankara, Siyasal Kitabevi.
- Kotler, P. & Armstrong, G. ,2008, *Principles of marketing*, Twelfth Edition, New Jersey: Pearson International Edition.
- Loch C. & Kavadias S., 2008, *Handbook of new product development management*, Eight Edition, USA: Elsevier Ltd.
- Mazumdar, S.K., 2002, *Composites manufacturing, materials, product, and process engineering*, First Edition, Florida: CRC Press LLC.
- Mobley, R.K., 2004, *Maintenance fundamentals*, Second Edition, Burlington: Elsevier Butterworth Heinemann.
- Monzcka, R.M., Handfield, R.B., Scannell, T.V., Ragaatz, G.L. & Frayer, D.J., 2000, *New product development: strategies for supplier integration*, Wisconsin: American Society for Quality.
- Mirze, S.K., 2010, *İşletme*, İstanbul: Literatür Yayıncılık
- Raymer, D.P., 1992, *Aircraft design: A conceptual approach*, Second Edition, Washington, D.C.: American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc.
- Tekin, M., 2004, *Üretim yönetimi*, 5.Baskı, Konya: Eğitim Kitabevi.
- Ülgen H. ve Mirze S.K., 2013, *İşletmelerde stratejik yönetim*, 6.Baskı, İstanbul: Beta Basım Yayın Dağıtım A.Ş.

Sürekli Yayınlar

- Altınbay, A., 2006, Etkin bir maliyet yönetim Sistemi olarak hedef maliyetleme Sistemi ve TMMT uygulaması, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (Sayı 16), s.142.
- Aksoylu ve Dursun 2001, Pazarda rekabetçi üstünlük aracı olarak hedef maliyetleme, *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (Sayı 11), ss.357-371
- Perrett, B., Surpluss 787's to Hainan? *Aviation Week*, May 26, 2014, p. 12.
- Cengiz, E., Ayyıldız, H. ve Kırkbir, F., 2005, Yeni ürün geliştirme sürecinin başarısında etkili olan faktörler, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı: 24, Ocak - Haziran 2005, ss. 133-147.
- Ceran, M., 2014, Türkiye, özgün uçak platformları ile havacılıkta arayı kapatacak, *MSI*, **103**(2), ss.44-58.
- Erginel, N.,M., 2002, Tasarım hata türü ve etkileri analizinin etkinliği için bir model ve uygulaması, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, **15**(3), 2002, ss. 17-26.
- Gönüllüoğlu, S., 2003. Belirsizlik ortamında yeni ürün geliştirmeye ilişkin portföy oluşturulması , *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı 8, ss. 103-118.
- Kadioğlu, M., Uçmuş, E. ve Gönen, D., 2009. Makine imalatı yapan bir işletmede tasarım hata türü ve etkileri analizi ile hata kaynaklarının belirlenmesi ve kalitenin iyileştirilmesi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **11**(1), Temmuz 2009, ss. 42-55.
- Kaya, G.A., 2010, Hedef maliyetleme, *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, **20**(1), ss. 313-332.
- Pamukçu, M.T., Erdil, E. ve Durukan, C., 2012, Savunma sanayiinde bir kümelenme örneği: Ankara Kazan savunma ve havacılık kümelenme girişimi, *Savunma Sanayii Gündemi*, Sayı 19, ss. 11-13.

Diğer Yayınlar

- Acül, H., 2008. Kobilerde araştırma ve ürün geliştirme bölümlerinin çok yönlü yapılandırılması ve sistematik yönetimi üzerine öneriler, *5. KOBİ'ler ve Verimlilik Kongresi*, 25-26 Kasım 2008 İstanbul: İstanbul Kültür Üniversitesi, s. 8.
- Airbus Group, Global Market Forecast 2014-2033, [online], <http://www.airbus.com/company/market/forecast/>, [Ziyaret tarihi 21.01.2015].
- Akyüz B. ve Yayla A.Y., 2009. Ürün geliştirme çalışmalarını hızlandırmada kullanılan araç ve yöntemler. *2.Mühendislik ve Teknoloji Sempozyumu*, 30 Nisan – 1 Mayıs 2009 Ankara: Çankaya Üniversitesi, ss. 195-204.
- Almeida, L.F. & Miguel, P.A.C., 2007. Managing new product development process: a proposal of a theoretical model about their dimensions and the dynamics of the process, *Complex Systems Concurrent Engineering*, 2007, Brazil, University of São Paulo, p. 5.
- Annual Review 2013- Airbus Group, p. 55.
- Bayhan, D., 2008, Eskişehir ili, inovasyon stratejileri için kapasite oluşturma projesi, 14 Ağustos 2008, Eskişehir.
- Botsalı, F.M., İnovasyon ve arge, www.makina.selcuk.edu.tr/img/5_INOVASYON_VE_ARGE.pdf, [Ziyaret tarihi 05.03.2015].
- Cross Functional Team, <http://www.businessdictionary.com/definition/cross-functional-team.html>, [Ziyaret tarihi 02.02.2015].
- Cross Functional Teams, <http://www.referenceforbusiness.com/small/Co-Di/Cross-Functional-Teams.html>, [Ziyaret tarihi 03.02.2015].
- Design for Manufacturing and Assembly, <http://www.slideserve.com/emo/design-for-manufacturing-and-assembly>, [Ziyaret tarihi 04.02.2015].
- Dodd, A.M., 1997, Quality function deployment: a method for improving contract specifications in the us corps of engineers, *Thesis for Master of Science*, Pennsylvania:The Pennsylvania State University The Graduate School.
- DoD IPPD handbook, Office of the Under Secretary of Defense, August 1998.
- DoD System Engineering Fundamentals, Supplementary Text, Systems Management College, January 2001,
- Eş Zamanlı Mühendislik, 2009, <http://www.msxlabs.org/forum/muhendislik-bilimleri/237033-ce-es-zamanli-muhendislik.html?PageSpeed=noscript>, [Ziyaret tarihi 04.02.2015].
- Frascati kılavuzu, araştırma ve deneysel geliştirme taramaları için önerilen standart uygulama, OECD, TÜBİTAK, 2002
- Genç, Y.K., 2013, Savunma Sanayiinde Ar-Ge, *3.Sanayi Şurası*, 20-21 Kasım 2013, Congressium, Ankara
- Güçlü, A.N., 2008, İş süreçleri, gereksinimden teknolojiye steps, SATTEM Eğitim dizisi, s. 15.
- Gümüş, B., 2008, Sistematik Tasarım ve Ürün Geliştirme, *TOBB ETÜ-SEM*, Mayıs 2008, Ankara, s. 6.

- Incase System Engineering Handbook, A 'how to guide' for all engineers, Version 2, July 2000.
- Incase Systems Engineering Handbook, A guide for system life cycle processes and activities, V.3.2.2, October 2011, p.27.
- İşletme Portalı, 2006, Yeni ürün geliştirme, <http://lms.atauni.edu.tr/fileuploads/src/1b8648a4-70da-48cc-a62c-a43d00dcdfa3/3.%C3%BCnitede.pdf>, [Ziyaret tarihi 01.03.2015].
- Joint Aviation Authorities, 2003, http://www.jaa.nl/publications/publications_agms.html, Section 3/Part 2, Subpart 3/Ann. 1a-16, [Ziyaret tarihi 13.01.2015].
- Kılınç, S., 2008, Kalite fonksiyon yayılımı, http://www.ufukcebeci.com/portals/57ad7180-c5e7-49f5-b282-c6475cdb7ee7/qfd_kym08.pdf, [Ziyaret tarihi 10.02.2015].
- Korelasyon Analizi, http://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/804/mod_resource/content/2/Korelasyon%20Analizi.pdf, [Ziyaret Tarihi 14.03.2015]
- Mamul yaşam dönemi yaklaşımı, http://www.fatih.edu.tr/~enderboyar/Mamul_Yasam_UMS.htm, [Ziyaret tarihi 10.01.2015]
- Memiş, S., 2007, Türkiye’de fındık üretiminde yeni ürün geliştirme süreci ve bir uygulama, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler
- MIL-STD-1521B Technical Reviews and Audits for Systems, Equipments and Computer Software, 4 June 1986,
- MIL-HDBK-61A Configuration Management Guidance, 1997, pp. 3-5.
- Milli Jet Eğitim/Savaş Uçağı Projesi, <http://www.defenceturk.com/index.php?topic=2713.490>, [Ziyaret tarihi 16.01.2015].
- Negele, H., Fricke, E., Schrepfer, L. ve Haertlein, N., 1999. Modeling of Integrated Product Development Processes. Proceedings of the 9th Annual Symposium of Incose U.K.. pp. 1-9.
- Yüçetürk, E.E., 2014, İşyerlerindeki yıldırma eylemlerini önlemede sendikaların rolü, Nitel bir araştırma, Çalışma ve toplum, [online], 2012/4, ss. 41-72, <http://calismatoplum.org/sayi35/yuceturk.pdf>, [Ziyaret Tarihi 17.03.2015]
- Ötken, G.G., (2012). Müşteri ve teknoloji yöneliğün işletmelerde yeni ürün geliştirme performansına etkileri üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Pakünlü, Ö., (2010). Pazarlama stratejileri ile ürün geliştirme süreçleri arasındaki ilişkiler ve bir uygulama, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Pareto Analizi Nedir, <http://frmsinsi.net/showthread.php?t=115369>, [Ziyaret tarihi: 04.03.2015]
- Regresyon Analizi, http://www.istatistikanaliz.com/regresyon_analizi.asp, [Ziyaret tarihi 14.03.2015]
- RolandBerger strategy consultants, 2013, Best practices in new product development, <https://www.rolandberger.com/media/pdf/>, [Ziyaret tarihi 12.01.2015].
- SAE Aerospace Recommended Practice ARP4754A, Guidelines for development of civil aircraft and systems, SAE, 2010.
- Savunma ve Havacılık Kümesi, <http://www.ostim.org.tr/tr/ostim-kurum/savunma-ve-havacilik-kumesi/7>, [Ziyaret tarihi 12.02.2015].

- Savunma ve Havacılık Sanayii Performans Raporu, 2013,
http://www.sasad.org.tr/uploaded//SASAD-PERFORMANS-RAPORU-2013-_4_4-son.pdf, s.16, [Ziyaret tarihi 17.01.2015].
- Savunma Sanayi Müsteşarlığı 2012-2016 Stratejik Planı,
http://www.ssm.gov.tr/anasayfa/kurumsal/Documents/SP/Sp2012_2016/index.html,
[Ziyaret tarihi 15.01.2015].
- Stratejik yol haritası, <http://www.ssm.gov.tr/anasayfa/kurumsal/Documents/SP/syh.html>,
[Ziyaret tarihi 10.01.2015]
- SIPRI Yearbook Summary 2014, p.8
- Smith, P., (1997). New product dynamics, ASM Handbook, Volume 20, Materials selection and Design, 1997, pp. 49-53.
- SSM Performans Programı, 2014,
<http://www.ssm.gov.tr/anasayfa/kurumsal/Performans%20Program/2014/2014PerformansProgrami.pdf>, [Ziyaret tarihi 20.01.2015].
- Tedarik Yönetimi, <http://www.ssm.gov.tr/anasayfa/kurumsal/Documents/SP/yazi8.html>,
[Ziyaret tarihi 12.01.2015].
- Şahinkaya, S., 2013, TR 72 Bölgesi Savunma Sanayine Yönelik İmalat Sanayi Raporu, Ankara, <http://www.inovasyon.org/pdf/Sahinkaya.Sav.Hav.Sekt.Pro.2013.pdf>,
[Ziyaret tarihi 12.01.2015].
- TS EN ISO 9001, Kalite yönetim sistemleri – şartlar, Türk Standardları Enstitüsü, Mart 2009, s.6
- Türk Savunma Sanayiinin 2013 Yılı Performansı, 2015,
<http://www.ssm.gov.tr/anasayfa/savunmaSanayiimiz/Sayfalar/bugunkudurum.aspx>,
[Ziyaret tarihi 13.01.2015].
- TÜİK Yenilik Araştırması, 2012, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=13640>,
[Ziyaret tarihi 13.02.2015].
- Uzay, Havacılık ve Savunma Sektör Raporu ve Yerel Uzay, Havacılık ve Savunma Stratejisi, Bursa Ticaret ve Sanayi Odası, www.btso.org.tr/documents.pdf, [Ziyaret tarihi 05.01.2015].
- Ünver, A., 2012, Benchmarking (Kıyaslama) nedir [online], Pazarlama Makaleleri, <http://www.pazarlamamakaleleri.com/benchmarking-kiyaslama-nedir/>, [Ziyaret tarihi 04.02.2015].
- Ürün yönetimi, <http://danismend.com/kategori/altkategori/urun-yonetimi-1/>, [Ziyaret tarihi 05.03.2015].
- Ürün yönetimi, 2007, <http://www.1bilgi.com/ekonomi/12259/urun-yonetimi.html>,
[Ziyaret tarihi 06.03.2015].
- TÜBİTAK, 2003., Ankara, Vizyon 2023 Projesi Savunma, Havacılık ve Uzay Sanayii Panel Raporu,
http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/shu/SHU_son_surum.pdf
[Ziyaret tarihi 11.02.2015].
- What is concurrent engineering, [online], <http://www.concurrent-engineering.co.uk/what-is-concurrent-engineering/>, [Ziyaret tarihi 04.02.2015].
- Yeni ürün üretmenin ve geliştirmenin nedenleri,
<http://isletmeportali.com/konular/%C3%BCr%C3%BCn-y%C3%B6netimi/yeni->

%C3%BCr%C3%BCn-%C3%BCretmenin-ve-geli%C5%9Firmenin-nedenleri/
[Ziyaret tarihi 07.03.2015].

EKLER

EK 1: Risk Matrisi

RİSK MATRİSİ, 1. SAYFA

Proje Aşama	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ		PROGRAM TAKVİMİ (ZAMAN)					PROGRAM MALİYETİ					ÜRÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ				
				Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Potansiyel Hata/Risk Etkisi Konu Başlıkları	Südet (S)	Gereklilik Sağlığı (O)	Risk Şaası (RS)	Supanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)	Südet (S)	Gereklilik Sağlığı (O)	Risk Şaası (RS)	Supanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)	Südet (S)	Gereklilik Sağlığı (O)	Risk Şaası (RS)	Supanabilirlik (D)	RPN (S*O*D)
1	Fizibilite çalışması, sözleşme ve alt sözleşmelerin yapılması.	Müşteri/kullanıcının istek ve ihtiyacının belirlenmesi.	1	Uygun olmayan müşteri/kullanıcı istekleri.	Pazar , talep, maliyet, kalifikasyon	7	5	35	5	175	7	5	35	5	175	6	5	30	5	150
1			2	Müşteri isteklerinde çelişki.	Talep, maliyet, kalifikasyon, zaman	6	5	30	6	180	6	6	36	6	216	5	6	30	5	150
1			3	Karşılanamayacak müşteri / kullanıcı istekleri.	Talep, maliyet, kalifikasyon, zaman	4	4	16	6	96	5	4	20	6	120	4	4	16	5	80
1		Gerekli kabiliyet ve kapasitenin tanımlanması ve temin edilebilirliğinin garanti edilmesi.	4	İşletmeler arasında iş paylaşımı yapılması.	Kapasite kullanımı, yatırım tekrarı maliye artışı.	6	5	30	6	180	7	5	35	6	210	5	5	25	5	125
1			5	Altyapı ve yatırımın belirlenmesi.	Bütçe, zaman ve teknik özellikler hedeflerinden sapma.	8	4	32	6	192	8	4	32	6	192	7	5	35	4	140
1			6	Gerekli altyapı ve tesisin mevcudiyeti.	Eksik veya yanlış iş sonuçları , maliyet, teknik yetersizlikler.	4	3	12	6	72	5	3	15	6	90	5	3	15	5	75
1			7	Uzmanlık ve insan kaynağının belirlenmesi.	Eksik veya yanlış iş sonuçları , maliyet, teknik yetersizlikler.	6	5	30	6	180	7	5	35	5	175	6	5	30	5	150
1			8	Gerekli uzmanlık ve yetkinliğe sahip insan kaynağı mevcudiyeti.	Eksik, yanlış, kalitesiz iş sonuçları, maliyet, teknik yetersizlikler.	3	4	12	6	72	5	4	20	4	80	5	4	20	4	80
1	Projenin takvimlendirilmesi.	9	Gerçekçi takvim yapılması.	Zaman, ceza ödeme, kalitesiz ürün, proje iptali.	8	4	32	7	224	7	5	35	6	210	6	5	30	5	150	
2	Program yönetimi faaliyetlerinin başlaması.	Tasarım ve üretim organizasyon yapısının oluşturulması.	10	Tasarım ve üretim organizasyon yapısının oluşturulmaması.	Hızlı karar , çatışmalar , İletişimde sorun, sertifikasyon, projede aksama.	6	5	30	6	180	5	5	25	7	175	6	5	30	5	150
2			11	İşletmenin ana iş alanına uygun olmayan bir organizasyon yapılması.	Hızlı karar, görev tanımları netliği, çatışmalar, İletişimde sorun.	6	5	30	6	180	6	6	36	5	180	5	5	25	6	150
2		Ar-Ge faaliyetlerinin belirlenmesi ve uygulanması	12	Büyük miktardaki Ar-Ge harcamasının karşılanamaması.	Projenin bütçe hedefleri içerisinden kalınmaması, işletmenin zarar etmesi.	5	7	35	5	175	5	7	35	5	175	5	6	30	5	150
2			13	Fırsatçı kalıf uzaına göre Ar-Ge ile Ar-Ge olmayan işlerin ayrılınması.	Uygunuz Ar-Ge harcaması, proje standartlarının olumsuz etkisi.	5	5	25	4	100	5	4	20	5	100	6	5	30	5	150
2			14	Teknolojideki gelişmelerin ürüne yansıtılmaması.	Rekabetçilik, günlü ihtiyaçlarının gerisinde kalma, düşük özgünlük.	4	6	24	4	96	4	6	24	4	96	5	6	30	5	150
2			15	Olgunlaşmamış teknolojilerin ürüne yansıtılmaya çalışılması.	Zaman, maliyet, tasarım ve imalat problemleri, sertifikasyon zorluğu.	5	4	20	6	120	5	4	20	6	120	7	5	35	4	140
2			16	Ar-Ge / ürün geliştirme sürecinin paralel yürütülememesi.	Zaman, etkisiz Ar-Ge faaliyetleri, bütçe hedeflerinin dışına çıkma.	6	6	36	4	144	6	6	36	4	144	6	5	30	4	120
2		Ürün geliştirme metodlarını seçimi ve kullanılması (Esya mantıklı mühendislik, Kalite fonksiyonu yayılımı, Üretim için tasarım...)	17	Faaliyetlerin paralel yürütülmemesi, işletme içi süreçlerin geç hıslanması.	Sürecin uzaması, bütçe hedeflerinin dışına çıkma.	7	6	42	3	126	7	6	42	3	126	6	6	36	3	108
2			18	Bilgi birikimi / tecrübenin değerlendirildiği sistem olmaması.	Takvimsel, mali, teknik problemler, eksik, yanlış, kalitesiz iş sonuçları.	5	4	20	4	80	6	4	24	4	96	6	5	30	5	150
2			19	Kıyaslama (Benchmarking) yönteminin etkili olarak kullandığı bir sistem.	Rekabetçilik, kalite, eski teknolojileri kullanma, maliyet.	5	5	25	4	100	5	6	30	4	120	5	6	30	5	150
2			20	İnsan kaynakları planlaması, projenin gerektirdiği nitelikte personel bulma.	Eksik veya yanlış iş sonuçları, maliyet, teknik yetersizlikler.	4	5	20	5	100	4	6	24	4	96	6	5	30	4	120
2		Proje için insan kaynakları planlanması.	21	Proje görev alan personelin yeterli eğitim ve gelişiminin sağlanmaması.	Eksik, yanlış, kalitesiz iş sonuçları, teknik yetersizlik, maliyet.	4	5	20	5	100	4	5	20	5	100	6	5	30	5	150
2			22	Nitelikli personelin projede görev sürekliliğinin sağlanmaması.	Zaman, maliyet, teknik problemler, eksik, yanlış veya kalitesiz iş sonuçları.	5	5	25	4	100	4	5	20	5	100	6	5	30	5	150
2	Uçak tasarımının yapılması (Sistem mühendisliği)	23	Gereksinimler arasındaki ilişkilerin kontrol altında tutulmaması.	Zaman, maliyet, teknik problemler, eksik, yanlış, kalitesiz iş sonuçları.	8	6	48	5	240	7	6	42	5	210	7	5	35	5	175	
2		24	Değişik mühendislik birimleri arasında koordinasyon eksikliği oluşması.	Sürecin uzaması, yüksek maliyet, teknik problemler, eksik, yanlış veya kalitesiz iş sonuçları.	7	6	42	5	210	6	6	36	5	180	7	5	35	5	175	
2		25	Uçak ağırlığının hatalı belirlenmesi.	Ağırlık, performans, yeniden tasarım, üretim ve test.	6	7	42	5	210	6	7	42	5	210	8	7	56	5	280	
2		26	Gereksinimlerde proje boyunca ortaya çıkabilecek teknolojilerin dikkate alınmaması.	Uçaktaki sistemlerin eski kalması, rekabetçilik, modernizasyon gereksinimi.	3	5	15	8	120	3	5	15	7	105	4	5	20	7	140	
2		27	Alt sözleşmele ilgili olup, onlar tarafından karşılanamayacak sistem gereksinimleri oluşturulması.	Sürecin uzaması, yüksek maliyet, teknik problemler, eksik, yanlış veya kalitesiz iş sonuçları.	5	5	25	6	150	5	4	20	6	120	4	4	16	6	96	
2		28	Kendine özgü, açık ve net gereksinimler oluşturulamaması.	Sürecin uzaması, yüksek maliyet, teknik problemler, amaca uymayan sonuç.	5	4	20	4	80	4	4	16	4	64	5	4	20	4	80	
2		29	Gereksinin sayısının çok fazla olması.	Projeye geç başlama, bütçe hedeflerinden sapma, prototip için dah az zaman.	6	6	36	5	180	6	5	30	5	150	6	5	30	4	120	
2		30	İzlenebilir gereksinimler oluşturulamaması.	Gereksinin atanması, anahtar performans takibi zorluğu.	5	4	20	5	100	4	5	20	4	80	5	5	25	5	125	
2		31	Performans gereksinimlerinin gereğinden yüksek belirlenmesi.	Yüksek ağırlık ve maliyet, düşük rekabetçilik.	5	3	15	4	60	6	3	18	5	90	6	2	12	4	48	
2		32	Performans gereksinimlerinin eksik, hatalı ya da gereğinden düşük belirlenmesi.	Karşılanamayan gereksinimler, uçağın reddedilmesi.	6	4	24	6	144	6	3	18	6	108	8	4	32	5	160	
2		33	Standartlardan yüksek güvenilirlik / idame edilebilirlik gereksinimleri.	Uçağın ağırlığının ve maliyetinin artması.	7	3	21	6	126	8	3	24	6	144	7	3	21	5	105	
2		34	Eksik, hatalı, standarttan düşük güvenilirlik / idame edilebilirlik /desteklenebilirlik gereksinimleri.	Karşılanamayan gereksinimler, rekabetçi olmaması, yeniden çalışma, müşterinin reddetmesi.	6	4	24	5	120	7	4	28	5	140	8	4	32	6	192	
2		35	Standart uygulamalardan yüksek test edilebilirlik gereksinimleri.	Yüksek ağırlık ve maliyet, düşük rekabetçilik.	6	3	18	5	90	8	3	24	4	96	6	3	18	4	72	
2		36	Eksik, hatalı, standarttan düşük test edilebilirlik gereksinimleri.	Karşılanamayan gereksinimler, rekabetçi olmaması, müşterinin reddetmesi.	6	4	24	5	120	7	4	28	5	140	7	4	28	6	168	
2		37	Üretilebilirlik gereksinimlerinin standart uygulamalardan yüksek belirlenmesi.	Temini zor malzemeler, yüksek imalat standartları, program üzerinde olumsuz etki oluşması.	6	3	18	5	90	7	3	21	4	84	5	3	15	4	60	
2		38	Eksik, hatalı, standarttan düşük üretilebilirlik gereksinimleri.	Kalite, güvenilirlik ve rekabetçilik, yanlış iş sonuçları, yeniden çalışma.	6	4	24	6	144	7	4	28	5	140	7	4	28	5	140	
2		39	Standarttan yüksek çevresel gereksinimler.	Yüksek maliyet, düşük rekabetçilik.	6	3	18	5	90	6	3	18	5	90	5	3	15	5	75	
2		40	Eksik, hatalı, standarttan düşük çevresel gereksinimler.	Güvenilirliğinin, yeniden çalışma, müşterinin reddetmesi.	6	4	24	5	120	6	4	24	5	120	7	4	28	5	140	
2		41	Standarttan yüksek arayüz gereksinimler.	Yüksek maliyet, düşük rekabetçilik.	5	4	20	5	100	6	3	18	5	90	5	4	20	5	100	
2		42	Eksik, hatalı, standarttan düşük arayüz gereksinimleri.	Düşük kalite, güvenilirlik ve rekabetçilik, yanlış iş sonuçları, yeniden çalışma yapılması.	6	5	30	4	120	6	5	30	4	120	7	5	35	4	140	

RISK MATRİSİ, 2. SAYFA

			BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ		PROGRAM TAKVİMİ (ZAMAN)				PROGRAM MALİYETİ				ÜRÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ								
Proje Aşaması	Fonksiyonlar / Gereksinimler veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Potansiyel Hata/Risk Etkisi Konu Başlıkları	Siddet (S)	Gerektiyen Süre (D)	Risk Skoru (RS)	Sapranabilirlik k (D)	RPN (S*O*D)	Siddet (S)	Gerektiyen Süre (D)	Risk Skoru (RS)	Sapranabilirlik k (D)	RPN (S*O*D)	Siddet (S)	Gerektiyen Süre (D)	Risk Skoru (RS)	Sapranabilirlik k (D)	RPN (S*O*D)	
2	Uçak tasarımının yapılması	Yapısal tasarım ve yazılım faaliyetleri	43	Global Uçak ana geometrisinin yanlış belirlenmesi.	Uçagın kullanıcı gereksinimini karşılayamaması, müşterinin reddetmesi.	5	4	20	4	80	5	4	20	4	80	6	5	30	5	150	
3			44	Gereksinimler yanlış analiz edilmesi veya yorumlanması.	Uçagın kullanıcı gereksinimini karşılayamaması, rekabetçi olmaması, yeniden çalışma gerekmesi, maliyetinin artması, müşterinin reddetmesi.	5	4	20	6	120	5	4	20	5	100	6	5	30	5	150	
3			45	Hatalı mühendislik ürün ağacı (E-BOM) oluşturulması	Yanlış veya eksik parça alınması, imalat zorluğu, yanlış iş sonuçları.	5	5	25	5	125	4	5	20	5	100	7	4	28	5	140	
3			46	Uygun olmayan tasarım çözümleri kullanılması.	Prototip uçagın imalatında zorluk yaşanması. Güvenilirlik azalması. Yanlış iş sonuçları. Ürünün sertifika alamaması.	6	5	30	4	120	5	5	25	4	100	6	5	30	4	120	
3			47	3 boyutlu modellerin zamanında hazırlanamaması.	Projenin prototip imalat aşamasına geçmesinde gecikme.	5	5	25	4	100	4	5	20	3	60	3	6	18	3	54	
3			48	3 boyutlu modellerin uygun olarak hazırlanamaması.	Prototip imalatında yanlış iş sonuçları çıkması.	5	4	20	6	120	7	4	28	4	112	7	4	28	5	140	
3			49	Teknik resimlerin zamanında hazırlanamaması.	Projenin prototip imalat aşamasına geçmesinde gecikme.	8	5	40	3	120	4	5	20	3	60	4	6	24	3	72	
3			50	Teknik resimlerin imalata uygun olarak hazırlanamaması.	Prototip imalatında yanlış iş sonuçları çıkması.	5	4	20	5	100	5	4	20	5	100	8	4	32	5	160	
3			51	Proses spesifikasyonlarının zamanında hazırlanamaması.	Projenin prototip imalat aşamasına geçmesinde gecikme, proje faaliyet takviminin olumsuz etkilenmesi.	7	4	28	4	112	4	5	20	3	60	4	6	24	3	72	
3			52	Proses spesifikasyonlarının uygun hazırlanamaması.	Prototip imalatında yanlış iş sonuçları çıkması.	6	4	24	5	120	6	4	24	5	120	7	4	28	5	140	
3			53	Test proseslerinin zamanında hazırlanamaması.	Prototip uçagın testlerine başlanmasında gecikme.	8	4	32	4	128	5	4	20	5	100	4	5	20	6	120	
3			54	Test proseslerinin uygun hazırlanamaması.	Prototip uçagın testlerinde hatalı sonuç çıkması.	7	3	21	6	126	6	4	24	5	120	7	4	28	5	140	
3			55	Uçaktaki ekipmanlarda kullanılacak yazılımın zamanında hazırlanamaması.	Proje faaliyet takviminin olumsuz etkilenmesi.	7	4	28	6	168	6	5	30	5	150	7	4	28	5	140	
3			56	Uçaktaki ekipmanlarda kullanılacak yazılımın uygun hazırlanamaması.	Prototip uçagın test aşamasına geçmesinde gecikme, proje faaliyet takviminin olumsuz etkilenmesi.	7	3	21	6	126	6	5	30	4	120	5	4	20	5	100	
3	Geçerli kalma	Geçerli kalma (Validasyon) planının yapılması ve uygulanması	57	Validasyon işleminin mühendislik değerlendirilmesi, testler, kalite kontrolü ve kalifikasyon bazında hatalı ve/veya eksik yürütülmesi.	Yeniden çalışma, prototip üretimine başlayamayma, proje takviminin ve bütçe hedeflerinin etkilenmesi, prototip uçagın emniyetinin tehlikeye girmesi.	6	3	18	4	72	6	3	18	4	72	5	4	20	5	100	
3			58	Gereksinimlerin karşılandığını (Doğru ürünün yapıldığını)(tasarım) gösterilememesi.	Sertifikasyon alamama, üretme geçememe, projenin iptal edilmesi.	5	3	15	5	75	6	3	18	4	72	5	4	20	5	100	
4	Prototip imalatına geçiş hazırlıkları	Detay parça kavramının oluşturulması	59	Gerekli parçaların işleme dahilinde imal edilememesi.	Prototip uçagın imalat takviminde olumsuz etkilenme, yeniden çalışma gerekmesi.	4	4	16	4	64	4	4	16	4	64	4	4	16	3	48	
4			60	Parçaların proje takviminin destekleyecek zamanda imal edilmesi	Prototip uçagın imalat takviminde olumsuz etkilenme.	4	5	20	4	80	4	4	16	4	64	4	4	16	3	48	
4		Montaj kavramının oluşturulması	61	Gerekli parçaların iş aşaması uygun zamanda montaj alanında hazır bulundurulmaması.	Kritik patikaların yakalanamaması, proje takviminin olumsuz etkilenmesi.	4	5	20	4	80	4	5	20	4	80	4	4	16	5	80	
4			62	Montaj sıralamasında hata oluşması ve geri sökmek zorunda kalınması.	Yeniden çalışma, proje takviminin ve bütçe hedeflerinin olumsuz etkilenmesi.	8	5	40	4	160	8	4	32	5	160	6	5	30	5	150	
4			63	Takım ve kalıp konseptinde eksik veya yanlış bulunması.	Yeniden çalışma, proje takviminin ve bütçe hedeflerinin olumsuz etkilenmesi.	5	5	25	5	125	4	5	20	5	100	6	5	30	5	150	
4		İmalat ürün ağacının (M-BOM'un) hazırlanması	64	Gerekli malzeme, parça, takım ve kalıplara uygun zamanda ve gerektiği miktarda hazırlanmaması.	Projenin prototip imalat aşamasına geçmesinde gecikme, yeniden çalışma, proje takviminin ve bütçe hedeflerinin olumsuz etkilenmesi.	7	4	28	6	168	7	4	28	6	168	7	6	42	4	168	
4	Üretim dokümanlarının (İş talimatlarının) hazırlanması.	65	İş talimatlarının eksik ve hatalı hazırlanması.	Yanlış, kalitesiz veya verimsiz iş sonuçları elde edilmesi. Yeniden çalışma, proje takviminin ve bütçe hedeflerinin olumsuz etkilenmesi.	6	4	24	5	120	5	4	20	6	120	7	4	28	6	168		
4	Konfigürasyon yönetim planının hazırlanması ve uygulanması	Konfigürasyon ana çizgisinin tanımlanması ve uygulanması	66	Geçerli mühendislik veri paketinin yanlış ve eksik belirlenmesi.	Yanlış parça takılması, takvimden sapma ve operasyonel gecikmeler, müşterinin ürünü reddetmesi.	7	4	28	7	196	7	4	28	7	196	7	4	28	7	196	
4			67	Mühendislik veri paketi oluşturulmadan üretim faaliyetlerinin başlaması.	Yanlış parça takılması, yeniden çalışma, takvimden sapma ve maliyetin artması.	5	4	20	4	80	5	4	20	4	80	6	4	24	5	120	
4		Konfigürasyonun kontrol edilmesi, iş ve dış mühendislik değişikliklerinin ve havacılıkta ilgili regülasyonların uygulanması.	68	İşleme içi ve dışı (alt sözleşmecilerin yaptığı) mühendislik dokümanları yanlış ve eksik güncellenebilir. Havacılık otoritelerinin yayınladığı düzenleyici kurallardan haberdar olunmayabilir.	Yanlış parça takılması ve sökülmesi, beklenmedik değişiklikler nedeniyle takvimden sapma ve operasyonel gecikmeler, havacılık kurallarına uygun olmayan ürün, müşterinin ürünü reddetmesi.	7	4	28	6	168	7	4	28	5	140	8	4	32	6	192	
3			Kalite kavramının oluşturulması.	69	Kalite faaliyetlerini destekleyecek alt yapıların bulunmaması.	İmalat sürecinde gecikme yaşanması.	5	4	20	4	80	4	4	16	4	64	5	4	20	5	100
3				70	Kalite kontrol yöntemlerinin projeye uygun olarak belirlenememesi olması.	İmalat sürecinde gecikme yaşanması, yeni yatırım gerekmesi.	5	4	20	5	100	4	5	20	2	40	4	3	12	4	48
3	Kalite faaliyetleri	Kalite kontrolün uygulanması	71	Standartlara uygun olmayan kalitede iş yapılması	Yeniden çalışma maliyeti, emniyetsiz ve düşük kalitede ürün, müşterinin ürünü reddetmesi.	7	3	21	2	42	4	3	12	2	24	4	3	12	4	48	
4			72	Parça ve ekipman seri numaralarının kaydedilmemesi.	İzlenebilirliğin eksik olması nedeniyle yeniden çalışma gereksinimi oluşması.	4	4	16	6	96	2	4	8	6	48	4	3	12	4	48	
4			73	Nihai üründe eksik/yanlış parça bulunması.	Tasarımın uygun olmayan ürün oluşması nedeniyle yeniden çalışma gereksinimi oluşması.	6	4	24	4	96	4	4	16	4	64	7	3	21	4	84	

RİSK MATRİSİ, 3. SAYFA

				BAŞLANGIÇ RİSK ANALİZİ		PROGRAM TAKVİMİ (ZAMAN)					PROGRAM MALİYETİ					ÜRÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ						
Proje Adı	Gereksinimler / Fonksiyonlar veya Süreç Adımları	Alt Süreçler	Risk Numarası	Potansiyel Hata/Risk Konu Başlıkları	Potansiyel Hata/Risk Etkisi Konu Başlıkları	Sıfır (S)	Gerekleşme Süresi (G)	Risk Skoru (RS)	Supranabırlı k (D)	RPN (S*O*D)	Sıfır (S)	Gerekleşme Süresi (G)	Risk Skoru (RS)	Supranabırlı k (D)	RPN (S*O*D)	Sıfır (S)	Gerekleşme Süresi (G)	Risk Skoru (RS)	Supranabırlı k (D)	RPN (S*O*D)		
4	Bakım planı hazırlanması ve uygulanması	Planlı bakım programı geliştirilmesi	74	Uçacak prototiplerinin bakım ve servis işlemlerinin yapılması için gerekli kaynakların hazır edilememesi.	Emniyetli uçuş yapılamaması,prototip uçağın kaybetilmesi, uçağın test uçuşlarının aksaması.	5	6	30	4	120	4	6	24	5	120	6	6	36	4	144		
3			Malzeme tedarikçi yönetimi	Ürün ağacına ve spesifikasyonlara uygun alın yapılması.	75	Kontrol edilemeyen tedarikçiler sebebiyle prototip imalatı için gereksinimlere uygun parça veya ham malzeme sağlanamaması	Nihai ürüne(prototip uçağa) yanlış parça takılması, doğru parça almak veya yapmak için zaman kaybı yaşanması.	5	4	20	6	120	5	3	15	3	45	8	3	24	5	120
3					76	Kontrol edilemeyen alt tedarikçiler sebebiyle prototip imalatı için zamanında parça veya ham malzeme sağlanamaması.	Temini uzun zaman alan parçaların eksikliği nedeniyle imalatın aksaması.	4	6	24	4	96	4	5	20	4	80	4	3	12	4	48
3			77	Malzeme / parça/ekipman temini için uygun tedarik yönetiminin (satın alma, işleme içerisinde yapma, yan sanayiye yaptırma)	Malzeme, parça veya ekipman temininin proje takvimini desteklenmesi, düşük kaliteli, yüksek maliyetli iş sonuçları, projenin olumsuz etkilenmesi.	5	4	20	5	100	5	5	25	4	100	6	4	24	5	120		
4	Yardımcı sanayi ve alt sözleşme yönetimi	Yardımcı sanayiden tedarikçin yapılması.	78	Kontrol edilemeyen alt yükleniciler sebebiyle prototip imalatı için gereksinimlere uygun parça veya ekipman sağlanamaması	Nihai ürüne yanlış parça takılması, doğru parça beklemek için zaman kaybı yaşanması.	5	4	20	6	120	5	5	25	4	100	7	3	21	4	84		
4			79	Yan sanayinin verimli kullanılamaması. Kontrol edilemeyen alt yükleniciler sebebiyle prototip imalatı için zamanında parça veya ekipman sağlanamaması.	Nihai ürüne parça/ekipman takılması için zaman kaybı yaşanması, imalatın aksaması.	4	6	24	4	96	4	5	20	4	80	4	3	12	4	48		
4	Bilgi teknolojileri faaliyetleri	Operasyonel, yönetsel ve destek süreçlerinin yönetilmesinde bilgi teknolojilerinin kullanılması.	80	Bilgi teknolojilerinin ve altyapısının proje yararına etkili ve verimli kullanılamaması.	Ürünün hız, kalite, maliyet ve rekabetçiliğinde düşüş olması, müşteri memnuniyetsizliği yaşanması.	5	4	20	4	80	5	4	20	5	100	6	4	24	5	120		
4			81	Bilgi güvenliği sağlanamaması.	Projenin gizliliğinin zarar görmesi, müşteri memnuniyetsizliği yaşanması.	4	4	16	4	64	4	4	16	4	64	4	4	16	6	96		
5	Prototip imalatı	Detay parça imalatı yapılması.	82	Prototip uçakta mühendislik dokümanlarına uygun montaj yapılamaması.	Yeniden çalışma,kafite ve verim düşüklüğü, proje takviminin ve bütçe hedeflerinin olumsuz etkilenmesi.	5	6	30	3	90	6	5	30	3	90	7	5	35	2	70		
5		Takım / kalıp imalatı yapılması.	83	Takım konseptine uygun takımlar imal edilememesi.	Yeniden çalışma,kafite ve verim düşüklüğü, proje takviminin ve bütçe hedeflerinin olumsuz etkilenmesi.	5	6	30	3	90	6	5	30	3	90	7	5	35	2	70		
5		Yapısal, elektriksel ve aviyonik montajın yapılması	84	Prototip uçakta mühendislik dokümanlarına uygun montaj yapılamaması.	Yeniden çalışma,kafite ve verim düşüklüğü, proje takviminin ve bütçe hedeflerinin olumsuz etkilenmesi.	5	6	30	3	90	6	5	30	3	90	7	5	35	2	70		
5		Montaj testlerinin yapılması	85	Prototip uçaktaki montajın usulüne uygun olarak doğrulanamaması.	Yeniden çalışma, proje takviminin ve bütçe hedeflerinin olumsuz etkilenmesi.	6	4	24	5	120	6	3	18	5	90	6	5	30	5	150		
5		Fonksiyonel testlerin yapılması	86	Prototip uçaktaki sistemlerin fonksiyonunu yerine getirdiğinin doğrulanamaması.	Yeniden çalışma, proje takviminin ve bütçe hedeflerinin etkilenmesi, prototip uçağın emniyetinin tehlikeye girmesi.	6	4	24	5	120	6	4	24	4	96	6	5	30	5	150		
5	Ürünün Doğrulaması, sertifikasyon alınması.	Doğrulama (Verifikasyon) planının yapılması ve uygulanması	87	Verifikasyon işlemi için özel olarak geliştirilen test ve muayene düzeneklerinin zamanında veya uygun olarak yapılamaması.	Proje takviminin olumsuz etkilenmesi, verifikasyon işleminde gecikme olması, maliyetin artması, verifikasyon işleminde zorluk yaşanması.	5	3	15	6	90	4	3	12	6	72	6	3	18	6	108		
4			88	Ekipman ve sistem sağlayan alt sözleşmecilerin ana proje takvimini destekleyecek şekilde verifikasyon işlemlerini yürütememesi.	Proje takviminin ve bütçe hedeflerinin etkilenmesi, prototip uçağın güvenilirliğinin tehlikeye girmesi.	5	3	15	5	75	5	3	15	5	75	5	4	20	5	100		
3			89	Verifikasyon işleminin mühendislik değerlendirmesi, testler, kalite kontrolü ve kalifikasyon bazında hatalı ve/veya eksik yürütülmesi.	Yeniden çalışma, proje takviminin ve bütçe hedeflerinin etkilenmesi, prototip uçağın güvenilirliğinin tehlikeye girmesi.	5	3	15	5	75	5	3	15	5	75	5	4	20	5	100		
5			90	Gereksinimlerin karşıladığını ve ürünün doğru yapıldığını (üretim) gösterilememesi.	Sertifikasyon alamama, seri üretime geçememe, projenin iptal edilmesi.	5	3	15	5	75	5	3	15	5	75	5	4	20	5	100		

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Necmi Kara
Sürekli Adresi : Gn. Zeki Doğan Mah. 553/5. Sokak 1/6 Mamak/Ankara
Doğum Yeri ve Yılı : Gümüşhane – 04.01.1965
Yabancı Dil : İngilizce, Almanca
İlköğretim : Yeniköy İlkokulu
Orta Öğretim : Mamak Ortaokulu
Lise : Ankara Kurtuluş Lisesi
Lisans : İstanbul Teknik Üniversitesi - 1986
Yüksek Liasans : Bahçeşehir Üniversitesi - 2015
Enstitü Adı : Sosyal Bilimler
Program Adı : İşletme
Çalışma Hayatı : TUSAŞ - 1991