



**KAZANILMIŞ DEĞER ANALİZİNE YENİ BİR PERSPEKTİF:
SAVUNMA PROJELERİNE ÖZEL METRİKLERİN GELİŞTİRİLMESİ VE
UYGULANMASI**

Eren ŞENEL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAYIS 2025

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Eren ŞENEL

27.05.2025

KAZANILMIŞ DEĞER ANALİZİNE YENİ BİR PERSPEKTİF: SAVUNMA
PROJELERİNE ÖZEL METRİKLERİN GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Eren ŞENEL

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mayıs 2025

ÖZET

Savunma sanayii projeleri, bir ülkenin ekonomik büyümesini ve teknolojik gelişimini hızlandırmakla birlikte ulusal güvenlik ve bağımsızlık için hayati öneme sahiptir. Bu projelerin yönetimi, yalnızca teknik bir mesele olmanın ötesinde, ülke stratejilerini doğrudan etkileyen kritik bir faktör olduğundan, başarıları diğer endüstriyel projelerden önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Proje yönetiminde geniş bir uygulama alanı bulunan Kazanılmış Değer Analizi (KDA) genellikle endüstriyel projelere odaklandığından savunma sanayii projelerinin kendine has dinamikleri ve gereksinimleri göz ardı edilmektedir. Bu çalışmada savunma sanayii projelerine özgü yeni KDA metrikler önerilmiş ve savunma sanayi projeleri için uygulama yapılmıştır. Çalışma kapsamında bir savunma projesi, portföy yöneticisi tarafından öncelikle literatürde yer alan KDA metrikleriyle değerlendirilmiş, ardından yeni metriklerle güncellenmiş KDA raporu yöneticiye sunulmuş ve bu iki değerlendirme arasındaki farklar tespit edilmiştir. Ayrıca, proje başarı kriterleri tanımlanırken, yöneticinin belirttiği kriterler Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılarak nicel verilere dönüştürülmüştür. Yeni KDA metrikleriyle birlikte özellikle savunma sanayi projelerinde başarı algısının değiştiği ve stratejik kararların bu metriklerden etkilendiği gözlemlenmiştir. Çalışmanın son bölümünde 10 projeden oluşan bir savunma portföyü ele alınmış, 0-1 tamsayılı doğrusal programlamayla modellenerek devam ettirilecek ve sonlandırılacak projeler tespit edilmiştir. Bu çalışma, KDA'ya eklenen yeni metriklerin, proje başarısını daha doğru biçimde değerlendirmeye ve stratejik karar süreçlerini daha güçlü bir şekilde desteklemeye önemli ölçüde katkı sağladığını ortaya koymaktadır.

Bilim Kodu : 91115

Anahtar Kelimeler : Proje yönetimi, kazanılmış değer analizi, portföy yönetimi, çok kriterli karar verme, analitik hiyerarşi süreci

Sayfa Adedi : 88

Danışman : Prof. Dr. Mehmet KABAK

A NEW PERSPECTIVE ON EARNED VALUE ANALYSIS: DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF METRICS SPECIFIC TO DEFENSE PROJECTS

(M. Sc. Thesis)

Eren ŞENEL

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

May 2025

ABSTRACT

Defense industry projects accelerate a country's economic growth and technological development and are vital for national security and independence. Since the management of these projects is not only a technical issue, but also a critical factor that directly affects national strategies, their success differs significantly from other industrial projects. Earned Value Analysis (EVA), which has a wide range of applications in project management, usually focuses on industrial projects, and thus the unique dynamics and requirements of defense industry projects are ignored. In this study, new EVA metrics specific to defense industry projects are proposed and applied to defense industry projects. Within the scope of the study, a defense project was firstly evaluated by the portfolio manager with the EVA metrics in the literature, then the updated EVA report with new metrics was presented to the manager and the differences between these two evaluations were determined. In addition, while defining the project success criteria, the criteria specified by the manager were converted into quantitative data using the Analytical Hierarchy Process (AHP). With the new EVA metrics, it has been observed that the perception of success has changed especially in defense industry projects and strategic decisions are affected by these metrics. In the last part of the study, a defense portfolio consisting of 10 projects is considered and modelled with 0-1 integer linear programming to determine the projects to be continued or canceled. This study demonstrates that the new metrics added to the EVA contribute significantly to more accurately assess project success and more strongly support strategic decision-making.

Science Code : 91115

Key Words : Project management, earned value analysis, portfolio management multi criteria decision making, analytic hierarchy process

Page Number : 88

Supervisor : Prof. Dr. Mehmet KABAK

TEŐEKKÖR

Tezin ilk adımlarını attığımız günden itibaren kıymetli bilgi ve deneyimleriyle beni her zaman destekleyen ve yönlendiren, tez danışmanım sayın Prof. Dr. Mehmet KABAK'a içtenlikle teşekkür ederim. Bu zorlu tez yazım sürecini sayın hocamın rehberliğinde her zaman güzel hatırlayacağım anılarla tamamladığım için kendisine minnettarım.

Hayatımın her noktasında motivasyonum azaldığında sabırla beni tekrar ayağa kaldıran eşim Uzman Diő Hekimi Ezgi ŞENEL'e ve en büyük motivasyon kaynağım oğlum Bulut ŞENEL'e teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	5
3. GENEL BİLGİLER	9
3.1. Proje Kavramı.....	9
3.2. Proje Yönetimi.....	11
3.2.1. Tanımlama adımı	12
3.2.2. Planlama adımı	12
3.2.3. Gerçekleşme adımı	12
3.2.4. İzleme ve kontrol adımı	12
3.2.5. Kapanış adımı	13
3.3. Portföy Yönetimi	15
3.4. Proje Yönetimi Tarihçesi.....	17
3.5. Proje Yönetimi Bilgi Alanları.....	18
3.5.1. Kapsam yönetimi	19
3.5.2. Zaman yönetimi	19
3.5.3. Maliyet yönetimi.....	20
3.5.4. Kalite yönetimi	21

	Sayfa
3.5.5. Kaynak yönetimi.....	22
3.5.6. İletişim yönetimi.....	24
3.5.7. Risk yönetimi.....	25
3.5.8. Tedarik yönetimi.....	26
3.5.9. Paydaş yönetimi.....	27
3.5.10. Entegrasyon yönetimi.....	28
3.6. Proje Yönetimi Araçları.....	29
3.6.1. İş dağılım ağacı (İDA).....	29
3.6.2. Gantt çizelgesi.....	31
3.6.3. Kritik yol metodu (CPM).....	33
3.6.4. Program değerlendirme ve gözden geçirme tekniği (PERT).....	36
4. YÖNTEM.....	39
4.1. Kazanılmış Değer Analizi (KDA).....	39
4.2. Savunma Projelerine Özel KDA Metrikleri.....	44
4.2.1. Teknoloji kazanım seviyesi (TKS).....	44
4.2.2. Altyapı kazanım seviyesi (AKS).....	45
4.2.3. Personel yetkinlik kazanım seviyesi (PYKS).....	46
4.3. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP).....	46
4.3.1. Problemin hiyerarşik düzende modellenmesi.....	47
4.3.2. Karşılaştırma matrisinin oluşturulması.....	48
4.3.3. Öncelik vektörünün hesaplanması.....	48
4.3.4. Tutarlılık oranının hesaplanması.....	49
5. UYGULAMA.....	51
5.1. Proje X için İş Dağılım Ağacı.....	52
5.2. Proje X Proje Takvimi (Gantt Çizelgesi).....	56
5.3. Proje Başarı Kriteri Tanımlanması.....	57

	Sayfa
5.4. Nitel Metriklerin Nicel Değerlere Çevrilmesi	58
5.4.1. Teknoloji kazanım seviyesi (TKS) adımlarının ağırlıklandırılması	59
5.4.2. Altyapı kazanım seviyesi (AKS) adımlarının ağırlıklandırılması	60
5.4.3. Personel yetkinlik kazanım seviyesi (PYKS) adımlarının ağırlıklandırılması.....	62
5.5. Proje X Bütçe Planlaması	63
5.6. Proje X Faaliyet Gerçekleşmesi.....	64
5.6.1. Proje yüzde (%) ilerlemesi.....	64
5.6.2. Proje maliyet gerçekleşmesi	65
5.7. Proje X Kazanılmış Değer Analizi (KDA) Raporu	66
5.8. Yönetici Değerlendirmesi.....	69
5.9. Portföy Yönetimi için Önerilen Matematiksel Model	70
5.9.1. Problemin modellenmesi	70
5.9.2. Problemin çözümü	73
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	75
KAYNAKLAR.....	77
EKLER.....	81
EK-1. Konsept Geliştirme Faaliyetleri Hiyerarşik Gösterim.....	82
EK-2. Tasarım Faaliyetleri Hiyerarşik Gösterim.....	83
EK-3. Üretim Faaliyetleri Hiyerarşik Gösterim.....	84
EK-4. Montaj Faaliyetleri Hiyerarşik Gösterim	85
EK-5. Test ve Doğrulama Faaliyetleri Hiyerarşik Gösterim	86
EK-6. Matematiksel Modelin Lingo Çözümü	87
ÖZGEÇMİŞ	88

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Literatürdeki çalışmalar	8
Çizelge 3.1. Proje ve operasyonların kıyaslanması	11
Çizelge 4.1. Teknoloji kazanım seviyesi adımları	45
Çizelge 4.2. Altyapı kazanım seviyesi aşamaları	46
Çizelge 4.3. Personel yetkinlik kazanım seviyesi aşamaları	46
Çizelge 4.4. Saaty 1-9 ölçeği	48
Çizelge 4.5. Rastgelelik endeksi	50
Çizelge 5.1. Proje X iş dağılım ağacı	53
Çizelge 5.2. Proje X proje takvimi	56
Çizelge 5.3. Senaryo 1 proje başarı kriterleri	57
Çizelge 5.4. Senaryo 2 proje başarı kriterleri	58
Çizelge 5.5. TKS adımları için karşılaştırma matrisi	59
Çizelge 5.6. TKS için normalize edilmiş matris	59
Çizelge 5.7. TKS için tutarlılık hesabı	60
Çizelge 5.8. AKS için karşılaştırma matrisi	61
Çizelge 5.9. AKS için normalize edilmiş matris	61
Çizelge 5.10. AKS için tutarlılık hesabı	61
Çizelge 5.11. PYKS ikili karşılaştırma matrisi	62
Çizelge 5.12. PYKS normalize edilmiş matris	63
Çizelge 5.13. PYKS için tutarlılık hesabı	63
Çizelge 5.14. Proje X faaliyetlere bütçe tahsisi	64
Çizelge 5.15. Proje gerçekleşmesi (6. ay sonu)	65
Çizelge 5.16. Proje maliyet gerçekleşmesi (6. ayın sonu)	66
Çizelge 5.17. Senaryo1'e ait KDA raporu (6. ayın sonu)	68
Çizelge 5.18. Senaryo2'e ait KDA raporu (6.ayın sonu)	68

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.19. Yönetici değerlendirme özeti (senaryo 1).....	69
Çizelge 5.20. Yönetici değerlendirme özeti (senaryo 2).....	70
Çizelge 5.21. Portföy yönetim modeli	71



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Proje yaşam döngüsü	11
Şekil 3.2. Proje'nin demir üçgeni.....	13
Şekil 3.3. Şelale tipi proje yönetim adımları	14
Şekil 3.4. Çevik yaklaşım çevrimleri	14
Şekil 3.5. Portföy, program, proje	16
Şekil 3.6. Proje yönetimi bilgi alanları.....	18
Şekil 3.7. Proje kapsam yönetimi aşamaları	19
Şekil 3.8. Proje zaman yönetimi adımları	20
Şekil 3.9. Proje maliyet yönetimi	21
Şekil 3.10. Kalite yönetimi	22
Şekil 3.11. Proje kaynak yönetimi aşamaları	23
Şekil 3.12. Proje iletişim yönetimi adımları	25
Şekil 3.13. Proje risk yönetimi adımları	26
Şekil 3.14. Proje tedarik yönetimi aşamaları.....	27
Şekil 3.15. Proje paydaş yönetimi	28
Şekil 3.16. Proje entegrasyon yönetimi	29
Şekil 3.17. İDA seviyeleri	31
Şekil 3.18. Gantt çizelgesi	33
Şekil 3.19. Örnek kritik yol	36
Şekil 4.1. KDA metriklerinin gösterimi	43
Şekil 5.1. Uygulama akış diyagramı	52
Şekil 5.2. Proje X iş dağılım ağacı 1. seviye.....	56

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
AC	Gerçekleşen Maliyet (Actual Cost)
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
AQAP	Allied Quality Assurance Publications
BAC	Toplam Bütçe (Budgeted at Completion)
CI	Tutarlılık Endeksi (Consistency Index)
CPI	Maliyet Performans Endeksi (Cost Performance Index)
CPM	Kritik Yol Metodu (Critical Path Metod)
CR	Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio)
CV	Maliyet Sapması (Cost Variance)
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
EAC	Tahmini Tamamlanma Maliyeti (Estimate at Completion)
ETC	Kalan İşin Tahmini Maliyeti (Estimate to Complete)
EV	Kazanılmış Değer (Earned Value)
ISO	International Organization of Standardization
İDA	İş Dağılım Ağacı
JWST	James Webb Uzay Teleskobu
KDA	Kazanılmış Değer Analizi
KPI	Temel Performans Göstergesi (Key Performance Indicator)
PERT	Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği (Project Evaluation and Review Technique)
PMI	Proje Yönetim Enstitüsü (Project Management Institue)
PMO	Proje Kontrol Ofisi (Project Management Office)
PV	Planlanan Değer (Planned Value)
RI	Rastgelelik Endeksi (Randım Index)
SPI	Takvim Performans Endeksi (Schedule Performance Index)
SV	Takvim Sapması (Schedule Variance)
TSE	Türk Standartları Enstitüsü

1. GİRİŞ

Proje yönetimi, kısıtlı kaynakları kısıtlı zamanda kullanılarak önceden belirlenmiş hedeflerle ulaşılması disiplini. Doğru kurgu ve teknikle uygulanan proje yönetim yaklaşımı, projelerde başarıyı belirleyen en temel unsurlardan biri olarak kabul edilmektedir. Maliyetlerin kontrol altında tutulması, olası gecikmelerin önlenmesi, rekabet avantajı sağlanması ve projelerin hedeflerine ulaşabilmesi ancak etkin proje yönetimi ile mümkündür.

Projeler belirli hedef ve beklentileri karşılamak amacıyla başlatılır. Literatür incelendiğinde özellikle havacılık ve uzay alanında proje başında tanımlanan hedefleri karşılama anlamında “başarısız” birçok proje olduğu görülmektedir. Başarısızlığın en önemli nedenleri arasında zayıf proje yönetim yaklaşımı ve hatalı risk tahminleri yer almaktadır. Örneğin 1996 yılında 1 milyar USD bütçe ile başlatılan “James Webb Uzay Teleskobu (JWST)” projesinde teleskobun 2007 yılında uzaya fırlatılması planlanmasına rağmen ancak 14 yıl gecikme ile 2021 yılının aralık ayında fırlatılabildiği görülmektedir. Gerçekleşen maliyetin ise yaklaşık 14 milyar USD olduğu tahmin edilmektedir [1]. Havacılık alanında bir başka örnek Boeing 787 Dreamliner projesidir. Tedarik zinciri yönetimindeki hataların başını çektiği sorunlar projenin beklenen hedeflerden sapmasıyla sonuçlanmıştır. 2008 ‘de başlaması planlanan teslimatlar 3 yıl gecikme ile 2011 yılında yapılabildiği görülmektedir. Ayrıca 12 milyar USD ek maliyet çıktığı bilinmektedir [2]. Panama Kanalı projesi de yine başarısız proje örneklerindedir. Projenin planlama safhasında yapılan en kritik aktivitelerden olan fizibilite yönetiminin hatalı yapılması başta olmak üzere birçok neden projenin başarısız olmasına neden olmuştur. Projeyi yapan şirketin iflası ile sonuçlanan süreçte 287 milyon franklık planlanan bütçenin birkaç katı bütçe gerçekleşmesi meydana gelmiştir [3].

Başlangıçta tanımlanan hedeflerin yakalanabilmesi için projede periyodik performans izleme faaliyetleri gerçekleştirilir. Projelerin performansını ölçmek ve kontrol etmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Kazanılmış Değer Analizi (KDA) en sık kullanılan yöntemlerden birisidir. KDA yaklaşımıyla proje ilerleyişi ve bütçe performansı objektif şekilde ölçülür.

KDA, proje performansını zaman ve maliyet açısından değerlendiren, projenin mevcut durumunu belirlemeye yardımcı olan bir yöntemdir. Bu analiz, projenin planlanan bütçesi

ve zaman çizelgesine karşı gerçekleştirilen işlerin ve harcamaların ne kadarını temsil ettiğini ölçerek, projenin hedeflere uygunluğunu belirlemede kullanılır. KDA'nın temel bileşenleri arasında Planlanan Değer (PV), Kazanılmış Değer (EV) ve Gerçekleşen Maliyet (AC) yer almakta olup, bu bileşenler aracılığıyla çeşitli performans ölçütleri hesaplanmaktadır.

Yöneticiler, KDA metriklerini kullanarak projenin mevcut durumuyla ilgili bilgi sahibi olurlar. Projenin zaman-maliyet metriklerini gözlemleyen yönetici, risklerini belirler ve projenin başarıya ulaşması için önemli kararlar alır.

Savunma projeleri özelinde değerlendirilecek olursa durum biraz daha farklıdır. Savunma projeleri ülke güvenliği ve bağımsızlığı için hayati önem taşımaktadır. Geliştirilen ürünler genellikle yüksek risk ve maliyet içeren oldukça karmaşık teknolojilerdir. Bu nedenle savunma projeleri genellikle devlet bütçelerinden finanse edilirler ve stratejik önem taşıdıklarından proje ömür süresi boyunca titizlikle yönetilmeleri gerekir. Savunma projelerinin başarısı, hem askeri kabiliyetlerin güçlendirilmesi hem de uluslararası ilişkilerde stratejik avantaj sağlanması açısından önem taşır.

Savunma projelerini diğer projelerden ayıran önemli özellikler ve riskler bulunmaktadır. Diplomatik gerginlikler, ambargolar, tedarik zincirinin bozulması, nüfus göç hareketleri gibi nedenler savunma projelerinin sürdürülebilirliği için risk oluşturur. Bu tip projelerin kendi kendine yetecek şekilde yerel imkanlarla sürdürülmesi stratejik önem taşımaktadır. Savunma proje risklerini bertaraf edebilmek adına yetişmiş insan kaynağı oluşturmak, kritik alt bileşenleri yerel imkanlarla tasarlayabilmek, üretim test altyapı ve kabiliyetlerini kazanmak gerekmektedir. Savunma proje yöneticileri, projeleri değerlendirirken diğer sektör yöneticilerinden farklı olarak bu kazanımları da göz önünde bulundurmaları durumundadır.

Bu tezin amacı yeni bir bakış açısıyla savunma projelerinde KDA'nın etkinliğini arttırmak ve savunma projelerine özgü performans izleme ve kontrolü daha etkili hale getirmek için özel metrikler geliştirmektir. Tezin literatüre ve uygulamaya katkıları ayrıntılı olarak aşağıda ifade edilmiştir:

Yeni metriklerin eklenmesi

Savunma projelerinin benzersiz özelliklerine ve gereksinimlerine uygun olarak KDA'ya, literatürde bulunmayan yeni metrikler entegre ederek yöneticiye farklı bir perspektif sunmaktır.

Nitel başarı kriterlerinin nicel değerlere çevrilmesi

Yöneticinin nitel olarak tanımlayabildiği savunma projelerine özel başarı kriterlerini nicel değerlere çevirerek ölçümünü sağlamaktır. Çevrim esnasında Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılmıştır.

Uygulama

Yeni ve mevcut yaklaşımla birlikte projelere uygulanabilecek bir KDA uygulaması oluşturmaktır. Uygulamada örnek bir savunma projesi baştan sona ele alınmıştır. Projenin genel olarak nasıl planlanacağı ve bütçenin nasıl tahsis edileceği ifade edilmiştir. Ayrıca mevcut ve yeni KDA metriklerinden oluşan KDA raporları oluşturulmuş, yöneticinin projeye bakış açısının bu iki raporla birlikte nasıl değiştiği gözlemlenmiştir.

Portföy yönetim modeli

Birden çok projeden oluşan (portföy) karar problemlerinin çözümünde yöneticiye destek sağlayacak matematiksel model oluşturmaktır. Çalışmanın son kısmında, birden fazla savunma projesinden oluşan bir portföy yönetim modeli sunulmuştur. Portföy yöneticisi KDA metriklerini kullanarak belirli kısıtlar altında başarılı projeleri tespit etmiştir. Portföyün matematiksel modellenmesi için 0-1 tamsayılı doğrusal programlama modeli kullanılmıştır.

Çalışma, toplamda 6 ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde proje yönetiminin önemi, dünyadaki başarılı/başarısız büyük projelerle ilgili özet bilgiler sunulmuş, ölçüm yöntemleri kısaca belirtilmiştir. Literatürde yer alan KDA uygulamaları ikinci bölümde araştırılmış ve açıklanmıştır. Üçüncü bölümde proje ve proje yönetiminin temelini oluşturan tanımlamalara yer verilmiştir. Proje yönetiminin tarihçesi, proje yönetiminde kullanılan bilgi alanları, sıklıkla kullanılan proje yönetimi araçları bu bölümde detaylandırılmıştır. Dördüncü

bölümde KDA tanımlamaları yapılmış, savunma projelerine özel eklenecek metrikler detaylarıyla açıklanmıştır. Nitel metrikleri nicel metriklere çevirebilmek için kullanılan Analitik Hiyerarşi Prosesinin adımları da dördüncü bölümde verilmiştir. Beşinci bölümde proje X olarak adlandırılan örnek bir savunma projesi baştan sonra planlanmış ve 6. ayın sonunda performans ölçümü yapılmıştır. Proje X'in performansı, mevcut ve yeni metriklerden oluşan KDA raporu yardımıyla ölçülerek değerlendirilmiştir. Altıncı ve son bölümde ise metrik ekleme öncesi ve ekleme sonrası yapılan yönetici değerlendirmeleri arasındaki farklılık değerlendirilmiştir.



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde, KDA ile ilgili farklı sektörlerde yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Bu bölümde, literatürdeki KDA uygulamalarının yoğunlaştığı sektörler ve projelerde odaklanılan performans parametreleri üzerinde durulmuştur. Tez, literatürdeki zaman-maliyet odaklı proje performans ölçümünün ötesinde, savunma projeleri için yeni bir perspektif sunmaktadır.

2006 yılında Valle ve Soares tarafından yapılan çalışma, Brezilya'da bir eğlence parkının planlanan bütçe ve maliyet dahilinde tamamlanabilmesi için KDA uygulamasından oluşmaktadır. Çalışmanın amacı gerçek bir inşaat projesinde uygulanan KDA'nın avantaj/dezavantajlarını ortaya koymaktır. Çalışma sonunda projede etkin KDA kullanımının bütçeyi kontrol altında tutmak için önemli bir unsur olduğu sonucuna varılmıştır [4].

2008 yılında Bahar yaptığı çalışmada, inşaat mühendisliği alanında bir KDA uygulaması gerçekleştirmiştir. Çalışmasında KDA uygulaması ile birlikte ağ diyagramları, Kritik Yol Metodu başta olmak üzere şebeke tekniklerine detaylı olarak yer vermiştir. Ayrıca yaptığı KDA uygulamasında takvim ve bütçe sapmalarını incelemiş mevcut performans parametreleri altında uzun vadeli tahminler yürütmüştür. Son olarak bu sapmaların etkilerini minimize etmek için alınabilecek aksiyonları araştırmıştır [5].

2010 yılında Gürbüzer yürüttüğü çalışmada gemi üreten bir işletmede mevcut BN80 projesini KDA metrikleriyle incelemiş, tespit ettiği maliyet sapmalarını yorumlamıştır. Yaptığı çalışma sonunda projenin planlanandan daha fazla maliyetle tamamlanmasına neden olan ekonomik etkeni belirlemiştir [6].

2012 yılında Bhosekar ve Vyas yaptıkları çalışmada, çoğu inşaat projesinin maliyet aşımıyla sonuçlandığının altını çizmişlerdir. Çalışmada maliyetlerin kontrol alınmasını için projelerin yakından izlenmesi gerektiği belirtilmiştir. KDA'nın, projenin izlenmesi ve problem oluşturacak faaliyetlerin tespitinde kullanılabileceği aktarılmıştır. Çalışmada csharp kullanılarak bir KDA yazılımı geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yazılım, yine KDA kullanımına uygun olan diğer yazılımlar (Primavera ve Ms Project) ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda birçok yazılımın KDA için kullanılabileceği sonucuna varılmıştır [7].

2016 yılında Duran çalışmasında, geçmişten günümüze proje yönetiminin gelişimini incelemiş, proje performansı konusunu detaylandırmıştır. Çalışmasında projeler için önceden uyarı sistemi olan KDA uygulamasının parametrelerinin neler olduğunu anlatmış ve bu parametrelerin projeye dair performansın gösteriminde nasıl kullanılacağını ele almıştır. Çalışma kapsamında kurduğu 8 adet hipotezi doğrulayabilmek için katılımcılardan proje yönetimi ve KDA sistemine ait bilgiler toplamıştır. Topladığı bilgileri istatistiksel yöntemle yorumlamış ve hipotezlerini test etmiştir. Çalışmasında ayrıca KDA yaklaşımının avantaj ve dezavantajlarına da yer vermiştir [8].

2018 yılında Koçak, inşaat sektöründe yaptığı çalışmada, planlanan maliyeti kontrol altında tutabilmek hedefiyle, bir alışveriş merkezi yapım projesine Primavera yazılımını kullanarak KDA yöntemi uygulamıştır. Çalışmanın öne çıkan özelliklerinden birisi de KDA'nın ona uygun organizasyonel yapılanma ve süreçler olmaksızın faydalı olamayacağını vurgulanmasıdır. Çalışmada Primavera yazılımında kurgulanacak KDA metodolojisi ile birlikte süreç modeli ve organizasyonel yapılanma da önerilmiştir [9].

2020 yılında Şahin yine inşaat projeleri üzerinden yürüttüğü çalışmasında, inşaat maliyetlerinin kontrol altında tutulabilmesi için yöneticiler tarafından sürekli yakından takip edilmeleri gerektiğini belirtmiştir. KDA sisteminin proje takibini kolaylaştırdığını, proje faaliyetlerine ait ilerlemeyi ve zaman/maliyet sapmalarını kolaylıkla gösterebileceğini vurgulamıştır. Uygulamasında ayrıca belirli bir anda alınan KDA raporuyla gecikme oluşan imalat faaliyetlerini tespit etmiş, bu performansla gidilirse projenin ne kadarlık bir bütçe sapmasıyla tamamlanacağını tahmin etmiştir. Çalışmanın sonunda projeden beklentilerin karşılanması noktasında proje başından itibaren KDA uygulamanın önemli olduğuna yer verilmiştir [10].

2020 yılında Nouban ve Mohammad yaptıkları çalışmada, KDA'nın proje performansını ölçmede uluslararası kabul gören ve oldukça etkili bir yöntem olduğunu söylemişlerdir. Çalışmada toplam süresi 7 ay olan bir hastane tasarım projesinin başarısını ölçmek için “entegre KDA metodolojisi” önerilmiştir. Önerilen entegre KDA metodolojisinde, müşteri ve üst yönetime literatürde yer alan klasik KDA metriklerinden olan CPI, SPI'nin yanında müşteri memnuniyet seviyesi ve kalite durumu parametreleri de raporlanmıştır. Raporlama sonucunda tamamlanan iş için bir sonraki aşamaya geçiş ya da düzeltici önlem aksiyonu alınması kararı verilmiştir [11].

2021 yılında Ricardo Almeida ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, KDA'nın projeye zaman, kapsam, maliyet üçgeninde yaklaşılmamasını sağlayan bir araç olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada KDA sisteminde yer alan kazanılmış değerler faaliyet ilerlemelerinden hesaplandığının altı çizilmiştir. Faaliyet ilerlemelerininse nicel olarak tespit edilmesinin zorlukları vurgulanmıştır. Bir faaliyetin ne kadarının tamamlandığı sorusunun kişiden kişiye farklılık gösterebileceği bu nedenle faaliyet ilerlemelerinin belirsizlik içerdiği aktarılmıştır. Çalışma kapsamında ceteris paribus analizi yapılarak kazanılmış değerdeki belirsizlik kaynaklı hatanın KDA performans metriklerine etkisi incelenmiştir [12].

2022 yılında Ünsal, inşaat projesi için etkin izleme sağlayacak KDA'ya dayalı bir sistem çalışması yürütmüştür. Çalışmasında inşaat projelerin başarısını kaliteden ödün vermeksizin önceden belirlenen bütçe ve zaman sınırları içinde kalabilmekten geçtiğini vurgulamıştır. Çalışmanın temel amacı inşaat projelerinde meydana gelen bütçe ve zaman aşımının önceden tespit edilebilmesinin proje başarısı için kritik olduğunun ortaya konmasıdır [13].

2024 yılında Soliman ve Morsi inşaat sektöründe yaptığı çalışmada, sektörün doğasından gelen riskleri ele almışlardır. Potansiyel risklerin etkisini azaltmak için önleyici tedbirler alınması gerektiğini vurgulamışlardır. Çalışma kapsamında Kuveyt'te büyük altyapı projelerinin takibinde kullanılacak "risk yönetimi entegre edilmiş KDA çerçevesi" sunulmuştur. Çalışmada, proje başından sonuna kadar etkin KDA kullanımıyla risklerin önceden tespit edilerek proje performansının kontrol altında tutulabileceği anlatılmıştır [14].

2024 yılında Desse ve Mengesha, planlama safhasına yeteri kadar özen gösterilmeyen inşaat projelerinde maliyet aşımı ve gecikme olma ihtimalinin çok yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmada bütçe ve maliyet gibi performans ölçütlerinin kontrol altında tutulabilmesi için KDA uygulamalarının önemi vurgulanmıştır. Çalışmanın öne çıkan özelliği proje verilerinin kesin belirli olmadığı ortamda proje maliyetinin tahmininde kullanılabilecek bir yaklaşım olmasıdır. Bu belirsizlik altında maliyet tahmini yapabilmek için Gri teori ve bulanık küme teorisi aynı anda KDA ile entegre edilmiştir. Çalışmada ortaya çıkan "gri-bulanık KDA" yaklaşımı bir yol yapımı projesine uygulanmıştır [15].

Çizelge 2.1. Literatürdeki çalışmalar

Yazar	Çalışma Yılı	Sektör	Odaklanılan Parametre
Valle & Sorares [4]	2006	İnşaat	Takvim, Maliyet
Bahar [5]	2008	İnşaat	Takvim, Maliyet
Gürbüz [6]	2010	Gemi, İşletme	Maliyet
Bhosekar & Vyas [7]	2012	İnşaat	Takvim, Maliyet, KDA yazılımı
Duran [8]	2016	İşletme	Takvim, Maliyet
Koçak [9]	2018	İnşaat	Takvim, Maliyet, Organizasyon, Süreç
Şahin [10]	2020	İnşaat	Takvim, Maliyet
Nouban & Mohammad [11]	2020	İnşaat	Takvim, Maliyet, Kalite, Müşteri Memnuniyeti
Almeida vd. [12]	2021	İşletme	Takvim, Maliyet, Belirsizlik
Yılmaz [13]	2022	İnşaat	Takvim, Maliyet
Soliman & Morsi [14]	2024	İnşaat	Takvim, Maliyet, Risk
Desse & Mengesha [15]	2024	İnşaat	Takvim, Maliyet, Belirsizlik

Literatür taramasında incelenen çalışmaların özet bilgileri Çizelge 2.1’de verilmiştir. Özellikle inşaat sektörü, KDA yönteminin bütçe ve takvim kontrolü amacıyla yaygın şekilde uygulandığı alan olarak öne çıkmaktadır.

3. GENEL BİLGİLER

Genel bilgiler başlığı altında proje, proje yönetimi, portföy yönetimi kavramları, proje yönetimi tarihçesi, proje yönetimi bilgi alanları ve proje yönetim araçları açıklanmıştır.

3.1. Proje Kavramı

Proje, modern tanımıyla olmasa da içerdiği yenilik ve çıktılar düşünüldüğünde insanın varoluşu kadar eski bir kavramdır. İnsanoğlu tarih boyunca sürekli bir adaptasyon, gelişim ve yenilik arayışı içerisinde olmuştur. İlk insanların ilkel araç yapma çabaları, toplumsal organizasyonların oluşturulması ve kültürel ilerlemeler, insanlığın belirli hedefler ve amaçlar doğrultusunda ilerleyen ilk projeleri olarak düşünülebilir. Başka bir deyişle insanlık tarihi, her bireyin ve toplumun belirli bir zaman diliminde gerçekleştirmeyi amaçladığı projelerle şekillenmiştir. İnsanoğlunun projeleri avcılık ve toplayıcılıkla ilgili basit faaliyetlerle başlamış zamanla tarım devrimi, sanayi devrimi ve teknolojik ilerlemelerle karmaşık ve geniş ölçekli projelere dönüşmüştür. Böylece insanoğlu, geçmişten günümüze kadar uzanan bir dizi proje ile varoluşunu anlamlandırmış ve geleceğine yönelik yeni hedeflere yelken açmıştır. Günümüzde modern zamana ait birçok proje tanımı mevcuttur:

Heerkens, proje tanımını ihtiyaçlarımıza sunulan çözümler olarak ifade etmiştir [16].

Tekir'e göre proje, belirli başlangıç ve bitiş noktası olan, amacı, kapsamı, bütçesi açıkça tanımlanmış ve bir defaya mahsus gerçekleştirilen aktiviteler bütünüdür [17].

Ece ve Kovancı proje kavramını, başlangıcı ve sonu olan, uzunluğu önceden belirlenmiş bir süre içinde değişim yaratan, iç içe geçmiş amaç ve hedeflere sahip, planlanan uygulama adımlarıyla çeşitli ürünlerin elde edildiği, aynı ve nakdi kaynaklarla yürütülen bir çalışma olarak tanımlamışlardır [18].

Proje Yönetimi alanında uluslararası rehber olarak kabul edilen PMI'ya (Project Management Institute) göre proje, eşsiz ürün, hizmet ya da sonuç ortaya koymak amacıyla sarf edilen geçici bir çabadır. Projelerin doğasında geçicilik olduğundan belirli bir başlangıç ve bitiş tarihine sahiptirler [19].

Projenin geçici oluşu proje sonucunda ulaşılan ürün, hizmet ya da çıktı için geçerli değildir. Çoğu proje kalıcı etki yaratmayı amaçlar. Örneğin inşa edilen bir stadyumun sosyal ve ekonomik etkisi yıllarca devam edecektir. Projeler savunma, havacılık, otomotiv, inşaat gibi çeşitli sektörlerde ortaya çıkabilir.

Proje tanımlarında yer alan önemli özellikler aşağıda açıklanmıştır;

Geçicilik

Projeler belirli zaman diliminde başlar ve belirli bir süre sonra sonlanır. Proje önceden belirlenen hedeflere ulaşıldığında, hedeflere ulaşılamayacağı yöneticiler tarafından anlaşılıp proje iptali kararı verildiğinde veya projenin çıktılarına ihtiyaç kalmadığında bitmiş sayılır.

Özgünlük

Projeler benzersizdir. Daha önce yapılmamış ürün, hizmet ya da çıktı üretmeyi hedeflerler. Bazı projelerde benzer unsurlar kullanılsa da (beton, çimento vb. gibi) bu benzerlikler projenin özgün oluşunu değiştirmez. Örneğin inşa edilen tüm binalar benzer malzemelerle yapılırsa da konum, tasarım, etki anlamında kendilerine özgüdür.

Hedef ve amaç

Projelerin belirli bir amacı ve kapsamı vardır. Genellikle müşteri isterleri olarak karşımıza çıkan bu amaçlar projeye yön verir ve projenin başarıya ulaşması için gerekli kriterleri tanımlar.

Sınırlı kaynaklar

Projeler işgücü, zaman, bütçe gibi sınırlı kaynaklarla sürdürülür. Bu sınırlı kaynakların proje boyunca etkin yönetimi proje başarısının temelini oluşturur.

Sonuç yaratma

Projeler belirli bir sonuç yaratırlar. Bu sonuçlar soyut ya da somut olabilir. Özgün ürün geliştirme, hizmet üretme ya da hizmet üretim kabiliyetinin kazanılması, hali hazırda var

olan bir ürün ya da hizmetin iyileştirilmesi, yeni bir dokümanın (prosedür, talimat vb) oluşturulması proje sonuçlarına örnek olarak verilebilir.

Çizelge 3.1. Proje ve operasyonların kıyaslanması

Proje	Operasyon
Geçici çabadır.	Sürekli ve tekrarlıdır.
Çıktı özgündür.	Çıktı özgün olmayabilir.
Tüm faaliyetler tanımlı değildir.	Tüm faaliyetler net ve tanımlıdır.
Yüksek risk içerir.	Düşük risk içerir.
Kısıtlı kaynaklar (iş gücü, bütçe vb.) kullanılır.	Kısıtlı kaynaklar (iş gücü, bütçe vb.) kullanılır.

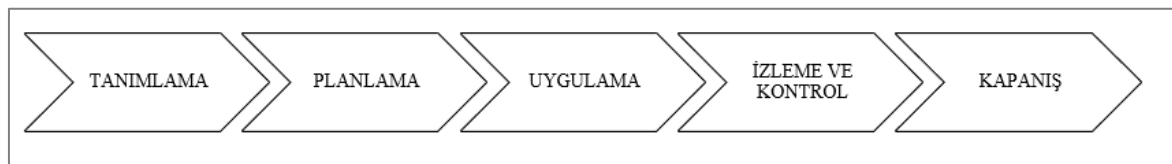
Literatürde yer alan proje tanımlarında “geçicilik” ve “özgünlük” özellikleri sıklıkla vurgulanmıştır. Projeler sahip oldukları bu özelliklerle operasyonlardan ayrılırlar.

Operasyonlar projelerin aksine “sürekli” ve “tekrar eden” süreçlerdir. Bu nedenle operasyonlarda kaynak kullanımı sürekli olup, riskler daha öngörülebilir ve yönetilebilir durumdadır. Örnek vermek gerekirse özgün bir hava aracının tasarlanması, üretilmesi, test ve doğrulanması süreci “proje” iken aynı hava aracının seri üretim aşaması “operasyon” olarak adlandırılır. Proje ve operasyon kavramlarına ait özellikler Çizelge 3.1’de gösterilmektedir.

3.2. Proje Yönetimi

Projelerin başarıya ulaşması ancak etkin proje yönetimi ile mümkündür. Proje yönetimi, proje gereksinimlerinin karşılanması amacıyla bilgi, beceri, araç ve tekniklerin proje faaliyetlerine uygulanmasıdır [19]. Bu uygulama proje yöneticileri tarafından proje yaşam döngüsü boyunca etkin biçimde sürdürülmelidir.

Proje yaşam döngüsü Şekil 3.1’de gösterilen 5 temel adımdan meydana gelmektedir.



Şekil 3.1. Proje yaşam döngüsü

3.2.1. Tanımlama adımı

Projenin başlangıç noktasıdır. Bu noktada genellikle proje yöneticisi, ekip üyeleri ve paydaşlar belirlenmektedir. Proje hedefleri, bütçe kaynağı, proje başarı kriterleri gibi stratejik konular bu adımda tanımlanır. Tanımlama aşamasında projenin temel taşları oluşturulur. Tüm paydaşların beklentileri ve gereksinimler açık şekilde ortaya konulur. Bu aşamanın doğru yürütülmesi ilerleyen aşamalarda karşılaşılabilecek sorunları en aza indirir.

3.2.2. Planlama adımı

Tanımlama adımı, tarif edilen hedeflere ulaşabilmek amacıyla projeye dair detaylı planlama faaliyetlerinin yapıldığı adımdır. Proje yönetim planı, kaynak ve bütçe planı, iş gücü planı, risk yönetim planı, proje takvimi gibi önemli planlar bu adımda oluşturulur. Bu adımda ortaya çıkan planlar organizasyondaki paydaşların faaliyetlerini nasıl yürüteceklerine ışık tutar. Proje takvimi oluşturulurken projenin tamamlanabilmesi için gerekli tüm faaliyetler ve bu faaliyetler arası ilişkiler ortaya konulur. Proje bütçesi belirli bir risk faktörü çerçevesinde faaliyet seviyesine kırılabilecek faaliyet bütçeleri belirlenir.

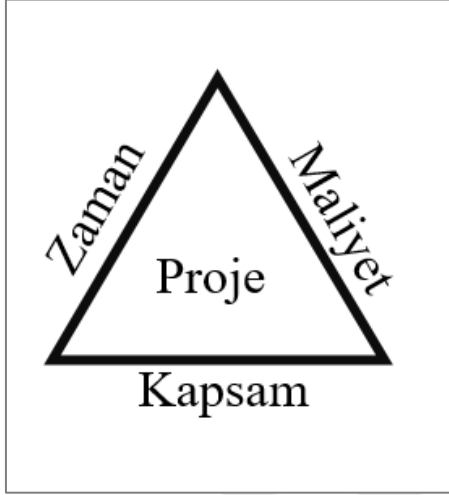
3.2.3. Gerçekleşme adımı

Planların hayata geçirildiği adımdır. Projede tanımlı faaliyetler kendilerine atanmış kaynaklar tarafından tamamlanır. Planlama adımında tanımlanan riskler bu adımda gerçekleşir ya da bertaraf edilir.

3.2.4. İzleme ve kontrol adımı

Proje yöneticileri tarafından gerçekleşme adımına ait verilerin toparlanarak sürekli gözden geçirildiği adımdır. Planlanan durumla gerçekleşen durum proje dinamikleri gereği farklılaşabilmektedir. Bu farklılaşmanın kontrol altında tutulması, projenin hedeflerinden sapmasının önüne geçilmesi için önemlidir. Proje yöneticileri daha sonra detaylı açıklanacak olan KDA gibi bazı yöntemlerle projenin durumu ve gidişatı ile ilgili bilgi sahibi olurlar. Portföy yöneticileri ise bu raporlarla projelerin önceliklendirilmesi, iptali gibi stratejik kararlar verirler.

Atkinson 1999 yılında yaptığı çalışmada zaman, maliyet ve kalite parametrelerinin proje ölçüm ve izleme için kullanıldığını belirtmiştir. Bu 3 parametre “demir üçgen” olarak ifade edilmektedir [20]. Şekil 3.2.’de projenin demir üçgeni verilmiştir.

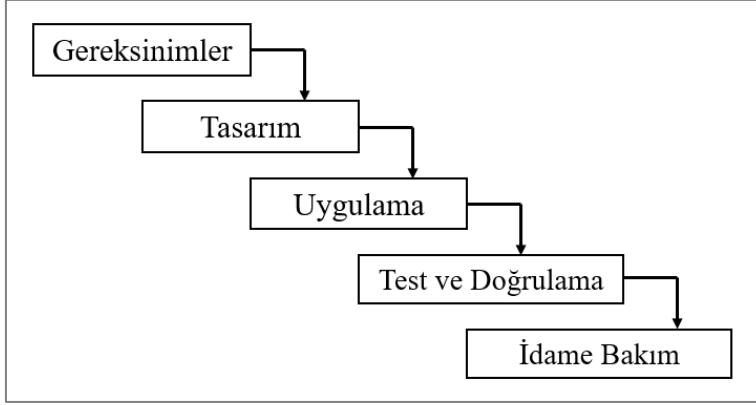


Şekil 3.2. Proje'nin demir üçgeni

Projenin demir üçgeni, Zaman – Maliyet ve Kapsam parametreleri arasında etkileşim olduğunu gösterir. Bu 3 parametre arasında bir denge noktası bulunarak proje yönetim faaliyetleri gerçekleştirilir.

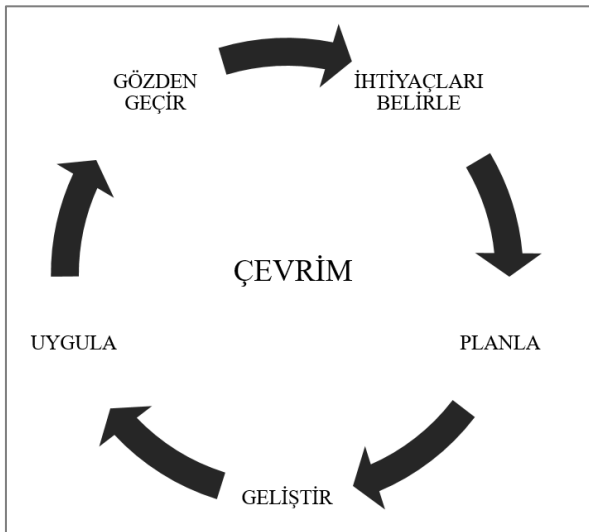
3.2.5. Kapanış adımı

Bu son adımda proje çıktıları tamamlanır ve ilgili paydaşlara teslim edilir. Projeye ait sonuçların değerlendirildiği, öğrenilmiş derslerin kurumsal hafızaya kaydedildiği adımdır. Günümüzde tüm proje yaşam döngüsü boyunca projeyi yönetmek amacıyla kullanılan çeşitli yaklaşımlar bulunmaktadır. Proje yöneticisi, proje kapsamı ve mevcut organizasyonel yapılanmaya göre hangi yaklaşımı uygulayacağına karar verir. Şelale tipi (geleneksel) proje yönetim yaklaşımlarından biridir (Şekil 3.3). Bu yaklaşımda aşamalar birbiriyle ardışık sıralanmıştır. Her aşama kendinden önceki aşamanın çıktılarını kullanarak bir sonraki aşamanın girdilerini oluşturur. Bu yaklaşım oldukça basit planlama ve kontrol imkânı sağlar. Gereksinimlerinin net olduğu ve daha az değişim içeren projelerde sıklıkla kullanılan bir yaklaşımdır.



Şekil 3.3. Şelale tipi proje yönetim adımları [21]

Müşteri isteklerinin hızlı değişim gösterdiği dinamik projelerde ise şelale tipi yaklaşımın yetersiz kalması nedeniyle çevik proje yönetimi gibi yeni yaklaşımlar geliştirilmiştir. Çevik proje yönetimi yaklaşımında gereksinimleri karşılayacak çözüm öncelikle düşük olgunlukta sunulur. Bu düşük olgunlukta çözüm kademe kademe (çevrimler aracılığıyla) iyileştirilir ve nihayet gereksinimleri karşılayan kaliteli çözüm müşteriye sunulur. Çevik projelerde gereksinimler şelale tipinde olduğu gibi ilk aşamada çok net değildir. Çevrimler esnasında müşteriyle koordinasyon kurularak gereksinimlerin durumu sürekli değerlendirilir. Gereksiz bulunan gereksinimler çıkarılır, yeni gereksinimler sürece dahil edilir. Faaliyetlerin dinamik ve esnek olarak sürdürülmesi sağlanır. Helikopter, uçak geliştirme gibi gereksinimlerin görece net olduğu projelerde şelale tipi model sıklıkla kullanılmaktadır. Yazılım gibi daha fazla esnekliğe ihtiyaç duyulan projelerde ise çevik yaklaşımlara başvurulmaktadır [22].



Şekil 3.4. Çevik yaklaşım çevrimleri

Çevik yaklaşıma ait çevrimler Şekil 3.4’de verilmiştir. Çevik yaklaşım, bu çevrimlerin iteratif olarak uygulandığı bir metodolojidir.

3.3. Portföy Yönetimi

Portföy yönetimi, organizasyon içerisinde yer alan çeşitli ölçekteki proje ve programların stratejik hedeflerle uyumlu olarak bütünleşik koordine edilmesi ve yönetilmesi sürecidir [19].

Portföy yöneticisi, portföyünde yer alan proje ve programlara organizasyonun vizyon ve hedefleri doğrultusunda kaynak tahsis eder, gerektiğinde aralarındaki önceliklendirmeyi yapar ve bütünleşik riskleri yönetir. Bu yaklaşımda merkezilik ön plandadır. Merkezde bulunan portföy yöneticisi proje ve programlardan gelen bilgiler (proje ilerlemeleri ve durum raporları) doğrultusunda stratejik kararlar alır. Kaynak kıtlığı ya da iş gücünün yetersiz olduğu durumda bazı projeler ertelenebilir, iptal edilebilir. Portföy yönetiminin temel adımları aşağıda açıklanmıştır;

Portföy planlaması

Bu adım, organizasyonun stratejik vizyon ve hedeflerine ulaşmak için portföyde yer alacak proje/programların belirlenmesi, seçilmesi ve organizasyona entegre edilmesi süreçlerinden oluşur. Savunma sanayii projeleri özelinde portföyde yer alacak proje/programlar, ülkenin güvenlik stratejilerini destekleyecek şekilde seçilmektedir.

Kaynak tahsis edilmesi

Organizasyonların sahip olduğu kaynaklar (bütçe, insan kaynağı, zaman, üretim kapasitesi vb.) sınırlıdır. Portföy yöneticisi elindeki sınırlı kaynakları proje/programlara tahsis eder. Bu adım, hangi projelere öncelik verileceği ve optimum kaynak tahsisinin nasıl yapılacağı gibi kararlardan oluşur.

Portföy risk yönetimi

Portföyün genel risk profilinin belirlenmesi ve yönetilmesi adımıdır. Bu adımda proje/program seviyesi risklerin yanı sıra portföy seviyesi bütünleşik risk yönetimi

yapılmaktadır. Stratejik hedeflerden sapmaya neden olacak riskler tespit edilir ve önlem alınır.

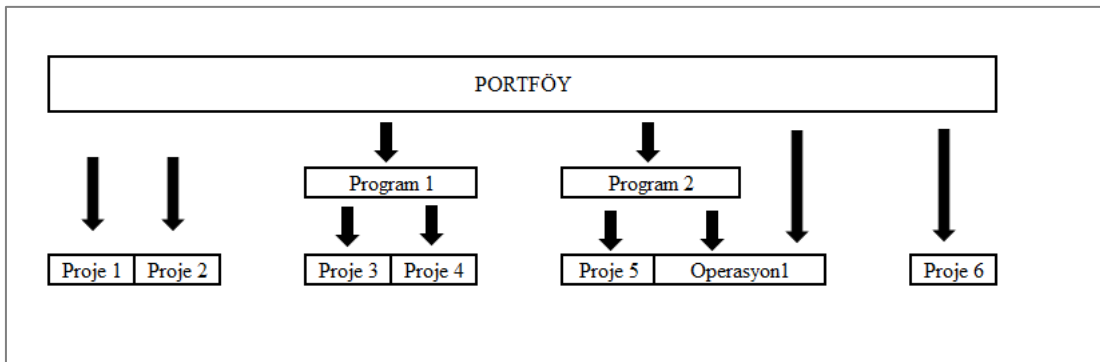
Portföy performans yönetimi

Yönetici raporları aracılığıyla portföyün performansının sistematik olarak incelenmesi ve düzeltici önlemler alınması adımdır. Performans metrikleri (KPI'lar) aracılığıyla ilerlemelerin stratejik hedeflerle ne derece uyumlu olduğu ölçülür.

Değer ve fayda yönetimi

Organizasyonlar için stratejik hedefler kadar ürettikleri değer ve faydalar da önemlidir. Portföyde yer alan projeler önceden belirlenmiş bütçe, zaman ve kapsamda tamamlanamamış olabilir ancak bu projelerden hedeflenen farklı kazanımlar (değer, fayda) bulunabilir. Bu adımda proje/programlardan elde edilecek değer ve faydalar belirlenir, izlenir, değerlendirilir.

Portföy yönetimi yalnızca projelerin başarılı şekilde tamamlanmasını değil aynı zamanda bu projelerin organizasyonel hedef ve faydalara uygun yürütülmesini hedefler. Süreci genellikle portföy yöneticisi ya da merkezi portföy yönetim ofisi (PMO) yönetir. Portföy yönetim yaklaşımı sayesinde organizasyonlar, piyasa koşulları, organizasyon yapısı ve stratejik öncelik değişikliklerine kolay uyum sağlarlar.



Şekil 3.5. Portföy, program, proje

Portföy, program, proje ve operasyon hiyerarşisi Şekil 3.5’de gösterilmiştir. Bu hiyerarşiye göre portföy, program, proje ve operasyonları bünyesinde barındıran bir üst nesnedir.

3.4. Proje Yönetimi Tarihçesi

Proje yönetimi, kökleri Antik Mısır'a kadar uzanan binlerce yıllık bir uygulamadır. Uzun geçmişine rağmen organizasyonların sistematik proje yönetim tekniklerini benimseyip karmaşık projelere uygulamaları ancak yarım yüzyıl kadar önceye uzanmaktadır [23].

Doğaldır ki kavram, tarihsel süreç içerisinde birçok kez evrim geçirip şekillenerek günümüzde kullandığımız modern halini almıştır. Antik Mısır ve Mezopotamya'da bulunan Giza Piramidi, Çin Seddi gibi yapıların inşası kapsamlı planlama, kaynak yönetimi ve işgücü organizasyonu gerektirdiğinden proje yönetiminin erken örnekleri olarak değerlendirilebilir. Antik Roma döneminde yapılmış Kolezyum, yollar, köprüler ve su kanalları da yine detaylı planlama ve kaynak yönetimi gerektiren uygulamalardır [24].

Sanayii devrimi, 18 ve 19. yüzyıllarda büyük ölçekli mühendislik ve inşaat projelerinin ortaya çıkmasına neden oldu. Bu dönemde proje yönetimi daha sistematik hale gelmeye başladı. Proje yönetimi ilkelerinden zaman çizelgeleri, maliyet hesaplamaları ve kalite uygulamaları gerçekleştirildi.

Modern proje yönetimi kavramı köklerinin 20. yüzyıl başlarında karşımıza çıktığı değerlendirilmektedir. 1900'lü yıllarda Frederick Taylor'un iş süreci analizi ve 1917 yılında Henry Gantt'ın geliştirdiği Gantt Şeması modern proje yönetim uygulamalarının ilk adımları olmuştur. 1942 yılında Amerika'da atom bombası geliştirmek için başlatılan Manhattan Projesi modern proje yönetiminin başlangıç noktası olarak kabul edilmektedir.

1950'lerin sonunda CPM ve PERT tekniklerinin geliştirilmesiyle proje planlama ve kontrol süreçleri daha sistematik bir hal almıştır. 1969 yılında Amerika merkezli PMI kuruldu ve proje yönetim tekniklerinin standartlaştırılması için çalışmalar başlatıldı. Bu kuruluş 1996 yılında Project Management Body of Knowledge (PMBOK) adıyla bilinen ilk endüstriyel proje yönetim kılavuzunu çıkardı [25].

1970'lerin başında savunma, havacılık, uzay, inşaat ve ilaç gibi öne çıkan sektörlerde proje yönetim yaklaşımları uygulanmıştır. Bu projelerde karşılaşılan iyi uygulamalar, 2. Dünya Savaşı sonrasında görece istikrar ortamında büyük çaplı projelerin yönetiminde kullanılmıştır [26].

2000’li yılların başında teknoloji ve müşteri isteklerinin gelişmesiyle çevik proje yönetim metodolojisi gibi günümüzde de sıklıkla kullanılan yeni kavramlar geliştirildi.

Günümüz organizasyonlarında rekabet avantajı sağlamak, değişen koşullara adapte olabilmek için birçok geleneksel, yenilikçi ve hibrit proje yönetim tekniği kullanılmaktadır. Modern proje yönetimi tarihçesine bakıldığında proje yönetim tekniklerinin savunma sanayii projelerine sıklıkla uygulandığı görülmektedir. Özellikle 2. Dünya Savaşı sırasında Manhattan Projesi gibi birçok askeri proje çeşitli yönetim teknikleri kullanılarak planlanmış ve takip edilmiştir.

3.5. Proje Yönetimi Bilgi Alanları

Projelerin etkin yönetilebilmesi ancak proje içerisinde birbiriyle etkileşim içerisinde bulunan bilgi alanlarının doğru tanımlanması ve yönetilmesi ile mümkündür. Her bir bilgi alanı kendi içinde projeyi başarıya götürecek bilgi ve süreçleri muhafaza eder. PMI’ya göre proje yönetimi bilgi alanları kapsam yönetimi, zaman yönetimi, maliyet yönetimi, kalite yönetimi, insan kaynakları yönetimi, iletişim yönetimi ve risk yönetimi, tedarik yönetimi ve paydaş yönetimi ve entegrasyon yönetimidir [19]. Proje başarısında direkt rolü bulunan bilgi alanlar ayrıntılı olarak aşağıda incelenmiştir.



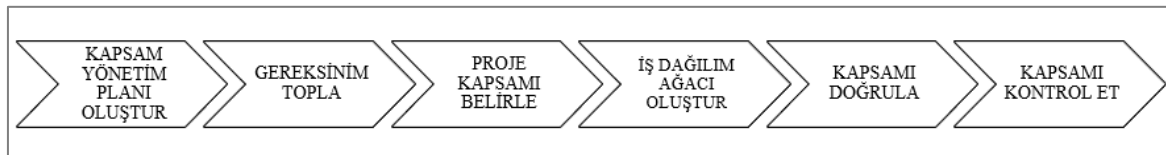
Şekil 3.6. Proje yönetimi bilgi alanları [19]

3.5.1. Kapsam yönetimi

Proje kapsam yönetimi, projenin başarıyla tamamlanabilmesi için gerekli tüm çıktı ve faaliyetlerin tanımlanması sürecidir.

Proje yöneticisinin titizlikle ele alması gereken konulardan biri proje kapsamının yönetilmesidir. Proje kapsamı doğru yönetildiğinde zaman, kalite, maliyet gibi diğer kritik parametreler de etkinlik sağlanır [27].

Proje kapsamı belirlenirken projeye nelerin dahil edilip nelerin edilmeyeceği değerlendirilir. Proje kapsamının belirlenmesinde en önemli girdiydi müşteri gereksinimleri (isterleri) oluşturur. Savunma projelerindeyse müşteri gereksinimleri sözleşme öncesinde genellikle belirlidir. Gereksinimler mühendislik diline çevrilir ve gereksinimlerin birbiriyle uyumu sistem mühendislerince kontrol edilir. Mühendislik çevrimlerinden geçmiş, netleşmiş gereksinimler müşteriyle tekrar müzakere edilir ve nihayet ürün kapsamı çizilmiş olur. Bir sonraki adım gereksinimleri sağlayacak ürünü geliştirebilmek için gerekli faaliyetlerin belirlenmesidir. Proje yapısına göre farklı teknik ve yöntemler geliştirilmiş olsa da genellikle proje faaliyetlerinin tanımlanmasında iş dağılım ağacı (İDA) yapıları kullanılmaktadır.



Şekil 3.7. Proje kapsam yönetimi aşamaları

Proje yöneticisi proje başlangıcından itibaren tüm paydaşları proje kapsamına dair bilgilendirir. Süreç içerisinde gereksinimlerde değişiklikler meydana gelebilir. Tüm paydaşların güncel kapsamı bilmesi proje başarısının anahtarıdır. Paydaşlarda oluşan bu farkındalık olası müşteri memnuniyetsizliklerinin önüne geçer. Proje kapsam yönetimi adımları Şekil 3.7.'de özetlenmiştir.

3.5.2. Zaman yönetimi

Proje zaman yönetimi, projenin önceden belirlenen sürede tamamlanabilmesi için uygulanan planlama, izleme ve kontrol sürecidir. Proje çıktılarını ihtiyaç tarihinde üretebilmek için

yapılması gereken görevler detay seviyede oluşturulur ve görevler arası ilişkiler (öncül ardıl) kurulur. Bu süreç genellikle “proje takvimi” adı verilen doküman üzerinden yönetilir. Projeler özgün çıktı ürettiğinden detay görevlerin ne kadar süreceğini belirlemek her zaman çok kolay olmamaktadır. Özellikle savunma/havacılık projeleri gibi karmaşık projelerde detay görevleri belirlemek ve görev tamamlanma sürelerini doğru tahmin etmek ciddi proje yönetim deneyimi gerektirmektedir.

Proje takvimleri, projenin ilk adımlarının atıldığı konsept aşamasından projenin son adımı olan kapanış adımına kadar olan tüm süreçte önemli rol üstlenir [28].

Zaman yönetiminin bir diğer önemli bileşeni, görevleri tamamlamak için gereken kaynak miktarının belirlenmesi ve görev seviyesi atamalarının yapılmasıdır. Proje yöneticisi ilgili görevi gerçekleştirmek için gereken malzeme, insan kaynağı, ekipman ya da sarf malzeme miktarını tahmin eder. Detay görevlerin kaynak ihtiyacına göre proje için gereken toplam kaynak hesaplanmış olur. Günümüzde yüzlerce görevden oluşan proje takvimlerini yönetebilmek için gelişmiş yazılımlar bulunmaktadır. Proje zaman yönetimi adımları Şekil 3.8’de özetlenmiştir.



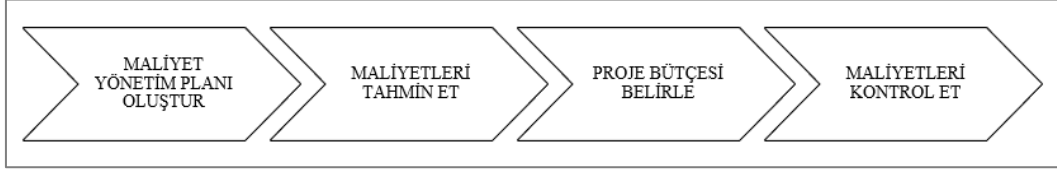
Şekil 3.8. Proje zaman yönetimi adımları

3.5.3. Maliyet yönetimi

Maliyet yönetimi, proje bütçesinin tahmin aşamasından başlayarak projenin belirlenen bütçe dahilinde bitirilmesi sürecidir. Proje başarısının önemli göstergelerinden biri projenin önceden belirlenen bütçeyi aşmaksızın tamamlanmasıdır. Faaliyetlerin planlanan bütçeyle uyum içerisinde sürdürülebilmesi için proje bütçesinin doğru tahmin edilmesi kritiktir. Bu süreç sırasıyla proje maliyetinin tahmin edilmesi, maliyetlerin bütçelendirilmesi, bütçeye uyumun takibi ve kontrolü adımlarından oluşur.

Savunma sanayii projeleri, yüksek karmaşıklık ve risk barındırırlar. Bu nedenle bütçe tahmini yapmak çok kolay bir iş değildir. Özellikle çok büyük savunma projelerinde

devletler bütçe kaynağı olabilmektedir. İş gücü, Ar-Ge harcamaları, ham malzeme/ekipman tedariki, üretim test altyapısı kurulumu savunma projelerinin temel maliyet kalemlerini oluşturur. Maliyet yönetim aşamaları Şekil 3.9.'da gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Proje maliyet yönetimi

3.5.4. Kalite yönetimi

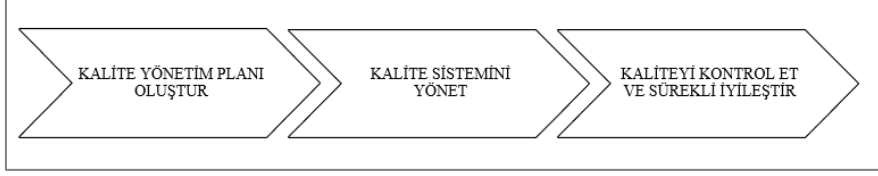
Kalite bir ürün ya da hizmetin belirlenen veya olabilecek ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayalı özelliklerinin tümüdür.

Proje kalite yönetim aktiviteleri ise paydaşların beklentilerini karşılamak amacıyla organizasyonun kalite politikalarından beslenecek şekilde ürüne ait kalite gerekliliklerinin tanımlanması, yönetilmesi ve kontrol edilmesi işlemidir.

Proje başarısı ve müşteri memnuniyetinin sağlanabilmesi kalite yönetimi ile doğrudan ilişkilidir. Çok sayıda tedarikçinin yer aldığı ve ulaşım-ticaret ağlarının gelişmiş olduğu dünya düzeninde kaliteli ürün üretmeden ayakta kalmak mümkün değildir. Kaliteli ürün üreten organizasyonlar pazardan daha fazla pay alır, marka değeri oluşturur.

Her organizasyonun ürettiği ürün/hizmete göre baz aldığı uluslararası/endüstriyel seviyede kabul görmüş kalite standardı bulunmaktadır. ISO 9001, AQAP-2110, AS 9100 savunma ve havacılık alanında sıklıkla kullanılan uluslararası geçerliliği olan bazı kalite standartlarıdır. Organizasyonlar bu rehber standartları kullanarak kurumsal seviyede kalite prosedürlerini oluşturur. Kurumsal seviyede yazılmış prosedürler portföy içerisindeki proje seviyesi kalite planlarını besler. Planlama aşamasından sonra, proje boyunca kalite isterlerinin sağlanabilmesi ve sürekli iyileştirilmesi amacıyla kalite güvence faaliyetleri yürütülür. Süreç çıktısı olarak kalite denetim raporları, süreç iyileştirme önerileri yöneticilere sunulmaktadır. Son aşamada ise proje çıktılarının tanımlı kalite standartlarında üretildiğinin doğrulandığı nihai ürün kalite kontrol faaliyetleri yürütülür. Kontrol esnasında kalite standartlarından

sapma tespit edilirse kalite bulgusu olarak raporlanır ve tüm paydaşlarca bulgunun etkileri analiz edilir. Kalite yönetim aşamaları Şekil 3.10’da verilmiştir.



Şekil 3.10. Kalite yönetimi

3.5.5. Kaynak yönetimi

Kaynak yönetimi, proje esnasında kullanılacak insan kaynağı, tesis, altyapı gibi çeşitli unsurların planlanması ve proje boyunca etkin yönetilmesi sürecidir.

İnsan Kaynakları yönetimi, projede görev alacak insan kaynağının belirlenmesi ve proje başarısı hedefiyle uygun şekilde organize edilmesi sürecini ifade eder. Teknolojik gelişmelerle birlikte özellikle rutin üretim faaliyetlerinde insan iş gücü yerine makineler sıklıkla kullanılıyor olsa da günümüzde proje başarısı hala nitelikli insan kaynağına bağlıdır. Savunma projeleri ele alındığında bu bağımlılığın çok daha fazla olduğu görülmektedir. Devletler büyük savunma projelerini kurgularken fiziksel ürün tedariki yanında nitelikli insan kaynağı yetiştirmeyi hedefler. Önemli savunma projelerinde tecrübe kazanan personel deneyimini bir diğer karmaşık savunma projesine girdi olarak aktarır. Yüksek karmaşıklık içeren savunma projelerinde karmaşıklığın neden olduğu bilinmezliği azaltmanın en önemli anahtarı deneyimli personel ile çalışmaktır. Ayrıca savunma projeleri ülkelerin teknolojik gelişimi konusunda lokomotif görev görür. Savunma projelerinde deneyim kazanan insan kaynağı, ülkede yürütülen diğer projelerde de katma değer oluşturur. Günümüzde küresel güvenlik endişeleri giderek artmaktadır. Bu nedenle dünya genelinde savunma projelerinde deneyimli insan kaynağı ihtiyacı giderek artmaktadır.

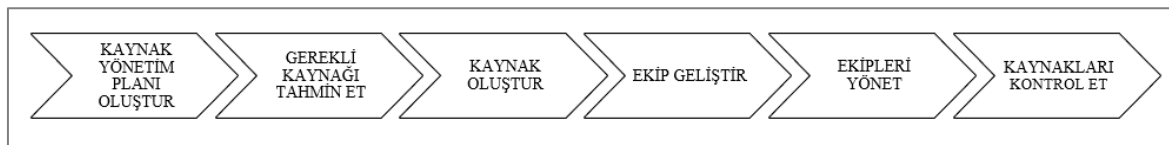
Organizasyonda bulunan en deneyimli, en yetkin personel bile doğru motive edilmezse üreteceği çıktılar oldukça sınırlı olacaktır. Proje yöneticisinin yanında insan kaynakları uygulamaları da personelin etkinliğini arttırmada görev almaktadır [29].

İnsan kaynakları yönetimi sürecinin ilk adımı projeyi tamamlamak için gerekli insan kaynağının belirlenmesidir. İstihdam edilecek personelin proje süresince hangi görev tanımı ve rollerde olacağı, hangi organizasyon şeması ile faaliyetlerini sürdüreceği tanımlanır. Sürecin ikinci adımında tanımlanan rol ve iş tanımına göre istihdam edilecek aday personel belirlenir ve işe alım süreçleri yürütülür. Son adımda proje kapsamında istihdam edilen personelin performansı izlenir ve geri bildirimler yardımıyla performansının iyileştirilmesi sağlanır.

Projede görevli personel kadar proje yöneticisinde olması gereken nitelikler de önemlidir. Genel olarak proje yöneticisinde aşağıdaki niteliklerin bulunması gerekir:

- Liderlik olarak tanımlanan ekibi motive etme, yönlendirme ve ilham verme becerisi bulunmalıdır.
- Çeşitli sosyal statüde ve bilgi birikimine sahip çok sayıda personeli anlayacak, empati yapacak ve doğru yönlendirecek açık iletişim becerisine sahip olmalıdır.
- Gerektiğinde inisiyatif ve sorumluluk alabilme yeteneği bulunmalıdır.
- Oluşacak problemlere karşı analitik değerlendirme ve çözüm üretme becerisi bulunmalıdır.
- Doğru zamanlamayla doğru girdileri kullanarak doğru tahminleri yapabilecek karar verme yetkinliği bulunmalıdır.
- Savunma projeleri gibi yoğun stres altında çalışılan projelerde sakin kalabilme, motivasyonu bozulmuş ekip üyesini etkileyerek motivasyonunu arttırabilme becerisine sahip olmalıdır.
- Personelin yetkinlik ve gelecek hedeflerini anlayan, kariyer gelişimini sağlayacak yönlendirmeleri yapabilen koçluk yetkinliği olmalıdır.

Proje kaynak yönetimi aşamaları Şekil 3.11.'de özetlenmiştir.



Şekil 3.11. Proje kaynak yönetimi aşamaları

3.5.6. İletişim yönetimi

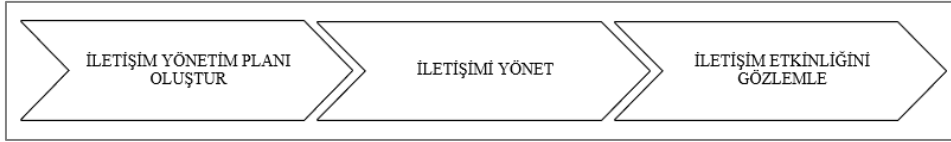
Organizasyonların temelinde insan bulunur. İnsan sosyal bir varlıktır. Proje kapsamında üretilen ürünler teknik anlamda çoğu zaman karmaşık olsalar da organizasyonların asıl zorluğu birbirinden farklı yapı ve bakış açısına sahip insanların aynı hedef doğrultusunda çalışmalarının sağlanmasıdır. Bahsedilen zorluk ancak paydaşlar arası etkin iletişim yönetimi kullanılarak aşılabılır. İletişim yönetimi, paydaşların projeye dair zamanında, güncel ve doğru bilgiye ulaşmalarını sağlamak amacıyla iletişim planının oluşturulması, uygulanması ve kontrol edilmesi sürecidir.

Savunma projeleri kapsamında değerlendirme yapacak olursak bu projelerde birçok farklı disiplinden insan, farklı görevleri gerçekleştirmek üzere bir arada çalışır. Her birim nihai ürünü oluşturabilmek için kendi üzerine düşen parçayı (faaliyeti) tamamlamaya çalışır. Parçaların rahatça bir araya gelebilmesini sağlamak amacıyla belirli periyotlar halinde birimler arasında bilgi alışverişi olmalıdır. Savunma projeleri genellikle uzun süreli ve teknik olarak zor projeler olduğundan paydaşların motive, organizasyona bağlı, özgüven sahibi olmaları sağlanmalıdır.

Proje yöneticisi, sürecin ilk adımı olan iletişim planı oluştururken birimlerin hangi bilgiyle ne sıklıkta bilgilendirileceğini tanımlar. Bilginin hangi formatta iletileceği de planlarda yer alır. Genellikle paydaşların proje ilerlemeleri, toplantı planlamaları, eğitim planlamaları gibi konularda düzenli bilgilendirilmeleri gerekmektedir.

İkinci adım olan uygulama aşamasındaysa iletişim planı baz alınarak birimler arası bilgi akışı sağlanır. Bilgi akışı, küçük organizasyonlarda yüz yüze toplantılar, telefon görüşmeleriyle gerçekleştirilirken savunma projeleri gibi büyük organizasyonlarda genellikle kurumsal uygulamalar ve çalıştaylar aracılığıyla sağlanmaktadır.

Kontrol adımıdaysa paydaşlar arası iletişimin plan doğrultusunda sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir. Proje yöneticisi, çeşitli metotlarla paydaş beklentilerini toplar, paydaş memnuniyetini arttırarak paydaşların proje hedeflerine odaklanmasını sağlar. Proje iletişim yönetimi aşamaları Şekil 3.12.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.12. Proje iletişim yönetimi adımları

3.5.7. Risk yönetimi

Projeler doğası gereği birçok belirsizlik içerirler. Gerçekleştğinde proje hedeflerine olumlu katkı yapan belirsizlikler fırsat, projeyi hedeflerinden uzaklaştıran belirsizlikler risk olarak adlandırılır. Proje türüne göre belirsizlik değişkenlik gösterir. Risk ve fırsatların proje başında doğru tanımlanması ve risk azaltma planlarının geliştirilmesi proje başarısı için kritik öneme sahiptir. SWOT Analizi, Pareto Analizi, Balık Kılçığı Metodu, Beyin Fırtınası, Delphi Yaklaşımı, Neden-Sonuç Diyagramı gibi yöntemlerle proje risk belirleme çalışmaları yapılmaktadır.

Savunma projelerinde de diğer proje türlerinde olduğu gibi belirli riskler bulunmaktadır. Bu tür projelerde sık karşılaşılan riskler aşağıdaki gibidir;

Teknik risk

Savunma projelerinin çıktısı olan nihai ürünler genellikle teknik olarak zor ürünlerdir. Proje başında ulaşılan müşteri gereksinimlerinin tam olarak sağlanamaması teknik risk olarak adlandırılır.

Takvim riski

Özellikle özgün üretilen savunma ürünlerinde bazı alt faaliyetler ilk kez yapıldığından ne sürede tamamlanacaklarının tahmin etmek zordur. Planlanandan uzun süren alt faaliyetler öncülü olduğu diğer alt faaliyeti ve nihayetinde proje takvimini geciktirebilmektedir.

Maliyet riski

Savunma projelerinde alt faaliyetlerinin gerçekleşme maliyetlerini tahmin etmek de kolay değildir. Küresel ekonomik gelişmeler, faaliyet için gereken kaynak miktarının planlanandan fazla olması gibi nedenlerle proje bütçe aşmaları sıklıkla gerçekleşmektedir.

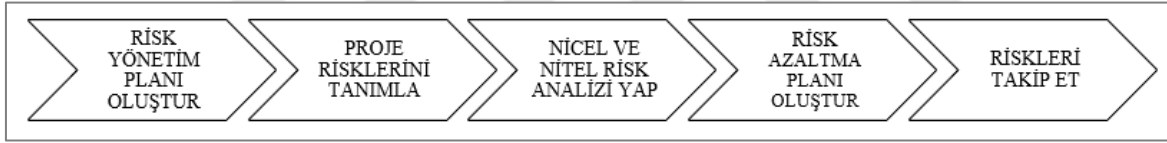
İnsan kaynakları riski

Savunma projelerinde alt faaliyetlerin zamanında tamamlanabilmesi için bilgi seviyesi yüksek personel gerekmektedir. Birçok nedenle bu tür projelerde yetişen personelin dünyanın çeşitli ülkelerinden iş teklifi aldığı ve istihdam edildiği bilinmektedir. Deneyim seviyesinin azalması projeye başarısıyla ilgili önemli risk oluşturmaktadır.

Tedarik riskleri

Diplomatik gerginlikler, doğrudan ve dolaylı ambargolar, salgın hastalık gibi nedenlerle tedarik zincirinin bozulması savunma projelerinin başarıya ulaşmasına engel teşkil eder. Motor gibi en karmaşık bileşenden civata gibi en basit bileşene kadar tedarik risklerinin doğru tanımlanması, azaltıcı önleyici risk planlarının oluşturulması gerekmektedir.

Proje risk yönetimi adımları Şekil 3.13’de verilmiştir.



Şekil 3.13. Proje risk yönetimi adımları

3.5.8. Tedarik yönetimi

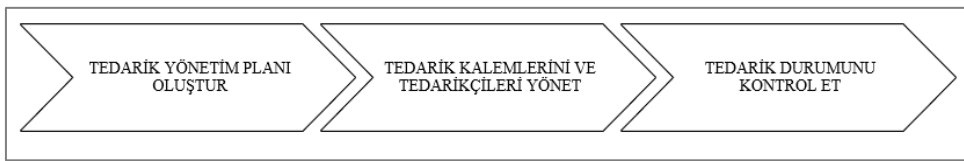
Proje çıktısını oluşturabilmek için gereken ham malzeme, ekipman, hizmet veya kaynağın tedarikçilerden sağlanması sürecidir. Tedarik yönetimi faaliyetlerinin hedefi, projenin ihtiyaç duyduğu tedarik kalemlerini zamanında, maliyet etkin ve belirli kalite standardında satın alınmasının sağlanmasıdır. Tedarik maliyetlerinin optimizasyonu ile kaynaklar verimli kullanılır ve proje çıktısı ürün piyasasında rekabet avantajı kazanır.

Projenin erken safhalarında proje kapsamında tedarik edilecek mal ve hizmetler tespit edilerek tedarik planı oluşturulur. Tedarik edilecek kalemlerin içeriği, ihtiyaç miktarı ve ihtiyaç zamanları plan içerisinde yer alır. Tedarik planları doğrultusunda tedarikçi seçim ve sözleşme yürütme faaliyetleri icra edilir. Genellikle potansiyel tedarikçiler belirlenerek teklifler toplanır. Teklif değerlendirme sonucu olumlu olan tedarikçi ile sözleşme imzalanır.

Doğru firmalarla tedarik zinciri oluşturulması proje sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir. Sözleşme imza aşamasında tedarikçi firmaya tedarik edilecek ürünü tarif eden teknik şartname, tedarik işleminin nasıl yapılacağını anlatan iş tanımı ve tedarik sürelerini tanımlayan teslimat takvimi iletilir. Özellikle iletilen bu dokümanları sağlayarak tedarik sürecini tamamlayan firmalar tedarik zincirinde öne çıkar. Organizasyonların tedarikçi performansını kayıt altına alması kurumsal hafızaya kaydetmesi gerekmektedir.

Savunma projeleri özelinde kritik teknoloji ve malzemelerin satın alındığı tedarik kalemleri projeler için risk oluşturabilmektedir. Savunma projeleri sıkı yasal düzenlemelere tabidir. Tedarik yönetim sürecinde gerekli izinlerin alınması ve yasal yükümlülüklerin yerine getirilmesi zorunluluğu bulunmaktadır.

Özellikle yurt dışı kaynaklardan alınan kritik teknolojilerde zaman zaman çeşitli nedenlerle ambargolar uygulanabilmektedir. Savunma projelerin başarıyla tamamlanabilmesi için kritik teknoloji içeren ekipmanların mümkün olduğunca yurt içi imkanlarla geliştirilmesi gerekmektedir. Uçak, helikopter gibi hava araçlarında kullanılan kritik teknolojilerin bir kısmı yabancı tedarikçiler tarafından stratejik nedenlerle hiçbir şekilde satılmamaktadır. Süreç içerisinde proje gizliliği konusu da hayati önem taşımaktadır. Tedarik esnasında güvenlik prosedürlerine uyum ve hassas bilgilerin korunması gerekmektedir. Proje tedarik yönetimi aşamaları Şekil 3.14.'de verilmiştir.



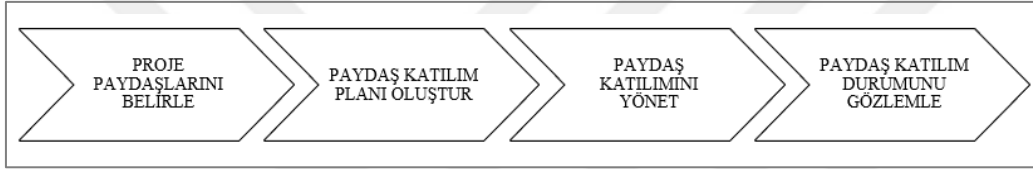
Şekil 3.14. Proje tedarik yönetimi aşamaları

3.5.9. Paydaş yönetimi

Projede rol alan, projeden etkilenen tüm personel veya grupların ihtiyaç ve beklentilerinin yönetilmesi sürecidir. Savunma projeleri, genellikle organizasyonların tek başına üstesinden gelemeyeceği kadar büyük ve karmaşık yapılardır. Maliyet etkinliği sağlamak ve zaman avantajı kazanmak adına proje kapsamında yapılacak tasarım, üretim, lojistik vb. gibi bazı iş paketleri kapsamında dış kaynak kullanılır. Organizasyonun kendi görevli personeli gibi kullanılan dış kaynak da paydaş olarak tanımlanabilir. İç veya dış tüm paydaşların projeye

katılım seviyesine göre paydaş yönetim planı oluşturularak beklentilerinin karşılanması hedeflenir. İletişim planında tanımlandığı formatta paydaşların tamamıyla gerekli zamanda güncel bilgiler paylaşılır. Projede güç ve ilgi sahibi paydaşların (müşteri, üst yönetim) ihtiyaçları öncelikli yerine getirilmeye gayret gösterilirken güç ve ilgi seviyesi düşük paydaşların (stajyer, projeye doğrudan katkı sağlamayan personel vb.) beklentileri düzenli olarak izlenir ve güncel bilgilendirme paylaşılır. Proje paydaş yönetimi basamakları Şekil 3.15’de özetlenmiştir.

Proje yöneticisi, sahip olduğu liderlik becerisiyle proje ekip üyeleri üzerinde etki yaratabilir. Güçlü liderlik sayesinde ekip üyeleri kişisel fayda yerine proje hedeflerine odaklanır [30].



Şekil 3.15. Proje paydaş yönetimi

3.5.10. Entegrasyon yönetimi

Proje yönetim süreci bütünleşik planlama gereken bir süreçtir. Proje bilgi alanlarında tanımlanan maliyet, zaman, kapsam, insan kaynakları, tedarik, kalite, paydaş, iletişim, risk süreçleri birbiriyle entegre yürütülmelidir. Proje yöneticisi entegrasyonu sağlamak ve parçaları bir araya getirmek amacıyla proje yönetim planını oluşturur. Bir yönetim sürecinden elde edilecek çıktıların diğer yönetim sürecinde nasıl girdi olarak kullanılacağını tanımlar.

Proje sürecinde ortaya çıkan değişiklikler proje planlarını etkilemektedir. Meydana gelen değişikliği kimlerin değerlendirip uygulamaya koyacağı proje yönetim planında tanımlanmalıdır. Değişiklik talepleri zorunlu olabileceği gibi iyileştirme amacıyla da oluşabilmektedir. Savunma projeleri gibi çok katmanlı projelerde değişikliğin etkilerinin detaylı analiz edilmesi oluşabilecek olumsuzlukların önüne geçer.

Savunma projelerinin entegrasyonunda önemli kavramlardan birisi de kurumsal hafızanın oluşturulmasıdır. Savunma projelerinin icra aşamasında birçok katmanda farklı deneyimler kazanılmaktadır. Kazanılan bu deneyimin kurumsal hafıza olarak kaydedilmesi

gerekmektedir. Aksi takdirde bir proje kapsamında yapılan hata diğer projelerde de aynı şekilde meydana gelecek, zaman ve maddi kayıp oluşturacaktır. Diğer bir yandan bir projeyi geliştirirken edinilen bir kısa yol çözümü diğer projeye entegre edilebilirse zaman ve maliyet avantajı elde edilebilir. Proje yönetim planında kurumsal hafızanın nasıl oluşturulacağı yer almalıdır. Proje entegrasyon yönetim aşamaları Şekil 3.16.'da gösterilmiştir.



Şekil 3.16. Proje entegrasyon yönetimi

3.6. Proje Yönetimi Araçları

Bu başlık altında proje yönetiminde sıklıkla kullanılan araçlar detaylandırılmıştır.

3.6.1. İş dağılım ağacı (İDA)

İş Dağılım Ağacı (İDA), proje kapsamında yürütülecek faaliyetleri hiyerarşik bir düzende organize etmemizi sağlayan yapılardır. İDA yapıları projeyi küçük parçalara ayırarak daha kolay yönetmemize olanak sağlar [19].

İDA yapıları proje karmaşıklığı ve proje çıktılarının yapısına göre birçok seviyeden oluşacak şekilde kurgulanabilir. Savunma projeleri gibi teknik karmaşıklığı fazla olan projelerde İDA yapısı görece çok sayıda seviyeden oluşur. Her seviye belirli bir iş kapsamını ve belirli çözünürlükte ayrıntıyı içerir. Proje yöneticisi planlama safhasında tanımladığı iş paketlerine kaynak ataması gerçekleştirir. Proje paydaşları, yetki ve iş tanımlarına göre belirli seviyelerle daha çok ilgilenir. Örneğin proje yöneticisi detay seviyede bilgi içeren alt seviye iş paketlerini takip ederken portföy yöneticisi daha az detay içeren üst seviye faaliyetlerin ilerlemesini gözlemler. İDA yapısı kullanmak projelere yönetsel anlamda birçok avantaj sağlar.

İş dağılım ağacı büyük ve karmaşıklığı fazla olan projeleri küçük birimlere bölerek;

- İş paketlerinin izlenebilirliğini, takip edilebilirliğini artırır.
- Tüm işlerin tanımlanmasını sağlar, boşta iş kalmasının ya da fazla iş yapılmasının (mükerrer iş) önüne geçer.
- Projeye kapsamının net görülmesini sağlar, projeye kapsam dışı iş girişinin önüne geçer.
- Küçük iş paketleri arasındaki öncül/ardıl ilişkilerinin rahatça ortaya konulmasını sağlar.
- Projenin tamamlanma maliyetlerinin daha kolay ve başarılı tahmin edilmesini sağlar.
- Büyük projelerin alt ve üst kırılımlar olarak kurum hafızasına kaydedilmesine yardımcı olur. İleride üretilecek benzer projelerde kullanılacak faaliyet şablonu oluşturulur.
- Proje zaman yönetim sistemini, Kritik Yol Metodu (CPM) ve PERT gibi metodolojilerin kullanımına uygun hale getirir.
- Küçük birimlere risk yönetim yaklaşımının uygulanmasının önünü açar.
- Proje bilgi akışı kapsamında paydaşlar arasındaki koordinasyona yardımcı olur.

İDA'da sıklıkla yer alan seviyeler aşağıda verilmiştir;

Proje adı (seviye 1)

Projenin ana çıktısından oluşan en üst seviyedeki ögedir (Helikopter, Uçak, Zırhlı Taşıyıcı projesi vb.).

Ana/büyük iş paketleri (seviye 2)

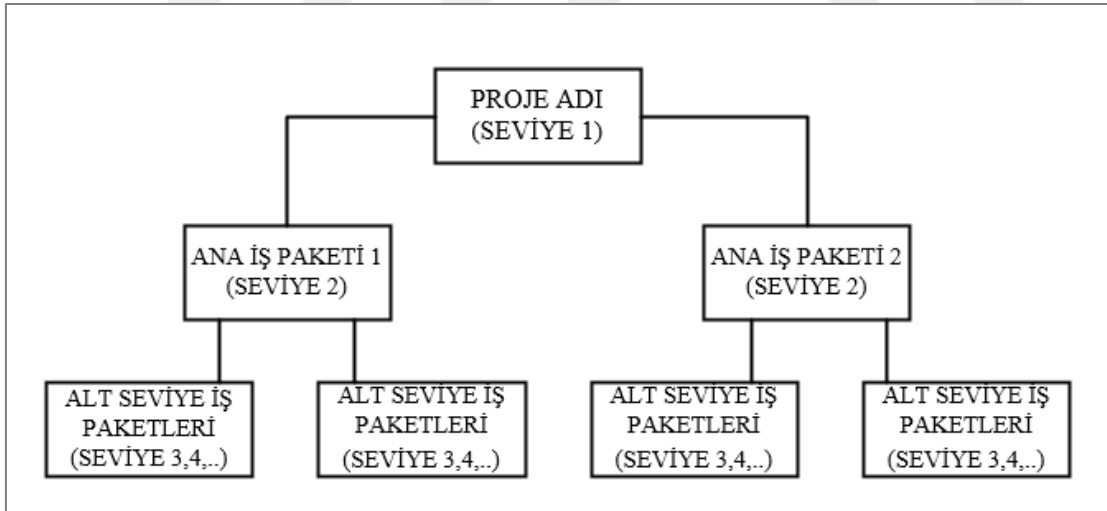
Proje isminden sonra gelen projenin en büyük parçalarını ifade eder. Savunma projelerinden örnek vermek gerekirse “hava aracı geliştirme faaliyetleri”, “uçuş eğitim simülatörü geliştirme faaliyetleri” üst seviye faaliyetlerdir. Stratejik yönetici ve müşteriler alt seviyede yer alan faaliyetlerden ziyade seviye 1 ve 2’de gerçekleşen proje ilerlemelerini takip eder. Seviye 2 ilerlemeleriye kendini oluşturan daha alt seviye faaliyet ilerlemelerinin toplamından tespit edilir.

Alt seviye iş paketleri (seviye 3)

Ana iş paketinin gerçekleştirilmesi için gerekli alt faaliyetlerin gösterildiği seviyedir. Heana iş paketi bir ya da birden fazla seviyede alt seviye iş paketlerine bölünür. Alt seviye iş paketlerinin ana iş paketlerine göre çözünürlüğü yüksek olup daha fazla detay içerirler. Savunma projesi örneğinden devam edecek olursak “hava aracı tasarım faaliyetleri”, “hava aracı üretim faaliyetleri”, “simülör kokpit üretim faaliyetleri”, “hava aracı gövde tasarım faaliyetleri” alt seviye iş paketleri olarak ifade edilebilir. Proje ve fonksiyon yöneticileri genellikle bu seviyeyi yakından takip eder.

Detay seviye iş paketleri (seviye 4 ve altı)

Alt seviye iş paketlerinin kaynak ataması yapılabilecek şekilde bölünmesiyle oluşan günlük, haftalık, aylık çözünürlükteki görev ve faaliyetlerdir. Bu seviye İDA yapısının yönetilebilir en küçük seviyesidir. Savunma projelerindeki “kiriş tasarımı”, “kablaj tasarımı”, “iniş takımı jant üretimi” detay seviye iş paketine örnek verilebilir.



Şekil 3.17. İDA seviyeleri

Başlıklar halinde açıklanan İDA seviyeleri, Şekil 3.17.’de gösterilmiştir.

3.6.2. Gantt çizelgesi

Gantt çizelgesinin, Amerikalı mühendis ve proje yönetim uzmanı Henry L. Gantt tarafından 1900’lerin başında geliştirildiği bilinmektedir.

Ramachandran ve Karthick'e göre endüstride "yönetim" kavramı konuşuluyorsa F.D.Taylor ve Henry Fayol ile birlikte Henry L.Gantt'ın da adı geçer. Henry L. Gantt, projelerin görsel ögeleri gösterimi üzerinde çalışmalar yürütmüş ve çubuklardan oluşan bir şema ortaya çıkarmıştır. 1910 ile 1915 yılları arasında daha sonra "Gantt Şeması" olarak adlandırılacak bu gösterim üzerinde çalışmalarını sürdürmüştür [31].

Gantt şeması, proje faaliyetlerinin gösteriminde güçlü bir görsellik sunar ve proje yöneticisine faaliyet durumlarını, kaynak doluluklarını kolaylıkla kontrol etme imkânı tanır. Bu avantajla birlikte Gantt şemaları, uzun yıllardır proje yönetiminde sıklıkla tercih edilen bir araç olarak karşımıza çıkmıştır.

Gantt şeması oluşturmak için öncelikle proje faaliyetleri belirlenir ve mantıksal akışa göre faaliyetler sıralanır. Proje faaliyetleri genellikle yatay çubuklar olarak görselleştirilmiştir. Yatay çubuğun uzunluğu faaliyetin tahmini süresiyle doğru orantılıdır. Çubuğun başladığı nokta planlanan faaliyet başlangıcı, çubuğun bittiği nokta planlanan faaliyet sonu olarak adlandırılır.

Gantt şeması, proje faaliyet ilerlemelerinin takip edilmesi ve yönetilmesine yardımcı olur. Görevlerin yüzdeler halinde ne kadar ilerlediği bilgisi çubukların içerisinde genellikle farklı renklerle gösterilecek şekilde yer almaktadır. Proje yöneticisi ve paydaşlar güncel ilerleme bilgisine kolaylıkla ulaşır, geciken faaliyetleri tespit eder ve önlem alırlar. Şema ayrıca faaliyetler arasındaki öncül-ardıl ilişkilerinin görülmesine de yardımcı olur. Günümüzde bilgisayar destekli Gantt şemalarında faaliyetlerin hangi kaynak tarafından icra edildiği bilgisi de yer almaktadır. Kaynak doluluklarının tespit edilmesi kaynakların aşırı yüklenmesinin önüne geçer ve daha verimli bir kaynak yönetim imkânı sağlar.

Gantt şemaları bahsedilen faydalarla birlikte bazı dezavantajlar da içermektedir:

- Savunma projeleri gibi faaliyet sayısının fazla olduğu projelerde şemanın görsellik avantajı kaybolmaktadır. Bu dezavantajı önleyebilmek adına çok faaliyetten oluşan projelerde Gantt şeması sadece üst seviye faaliyetleri içerecek şekilde tasarlanabilir.
- Şema bir faaliyette meydana gelen gecikmeyi gösterir ancak gecikmenin proje tamamlanmasına etkisini göstermez. Günümüzde projenin mevcut durumunda göre toplam gecikmeyi tahmin eden bilgisayar destekli Gantt şemaları kullanılmaktadır.

Kritik yol metodunun 1950'li yıllarda Morgan R. Walker ve James E. Kelly Jr. tarafından geliştirildiği bilinmektedir. CPM yaklaşımında proje başlangıç ve bitişi arasında tanımlı tüm işler faaliyetlerin tahmini tamamlanma sürelerini de içerecek şekilde gösterilir. CPM ilk kez, bir petro-kimya rafinerisinde yıllık bakım optimizasyonu amacıyla uygulanmıştır [34].

CPM, projelerin planlanması, icra edilmesi ve gözden geçirilmesi süreçlerini analitik hale getirerek proje yönetimini kolaylaştıran şebeke tabanlı bir modeldir. CPM'de projede yer alan faaliyet süreleri deterministik (önceden belirlenmiş) olarak kabul edilir. CPM metodunda sırasıyla proje faaliyetleri tanımlanır, faaliyet süreleri tahmin edilir, faaliyetler arası öncül ardıl ilişkiler şebeke halinde kurulur ve kritik yol hesaplanır.

CPM'in en önemli aksiyonu kritik yolun belirlenmesidir. Gecikmesi halinde projenin tamamlanmasını geciktiren faaliyetler kritik yolda yer alır. Kritik yolda yer alan faaliyetler doğrudan proje süresini etkilediğinden proje yöneticisi tarafından dikkatle ele alınmalı, risk yönetim süreci işletilmelidir. Kritik yolda yer alan faaliyetlerde hiç gecikme payı bulunmazken diğer faaliyetlerde bir miktar esneklik payı (aylak zaman) bulunmaktadır. Faaliyetlerde bulunan esneklik payının bilinmesi, proje yöneticisine karar aşamasında destek sağlar. Örneğin faaliyetler için ortak kaynak kullanımı gereken durumlarda hangi faaliyetin ne kadar ötelenebileceği sorusu yanıtlanmış olur.

Projenin beklenenden daha erken tamamlanabilmesi için kritik faaliyetlerin hızlandırılması gerekir. Proje yöneticisi projeyi hızlandırma maliyeti ile projeyi zamanında bitirdiğinde katlandığı fırsat maliyetini karşılaştırarak stratejik karar verebilir. CPM'de sıklıkla kullanılan tanımlar aşağıda verilmiştir;

Faaliyet

Projenin tamamlanması için yapılması gereken işlerdir.

Faaliyet süresi

Faaliyetin tamamlanması için gereken zamandır.

Faaliyet bağımlılığı

Bir faaliyetin başlaması ya da tamamlanması başka bir faaliyete bağlıysa faaliyetler arasında bağımlılık mevcuttur.

Erken başlangıç (ES)

Faaliyet bu tarihten erken başlayamaz.

Erken bitiş (EF)

Faaliyet bu tarihten erken bitemez. Faaliyetin erken başlangıç tarihine faaliyet süresi eklenerek hesaplanır.

Geç başlangıç (LS)

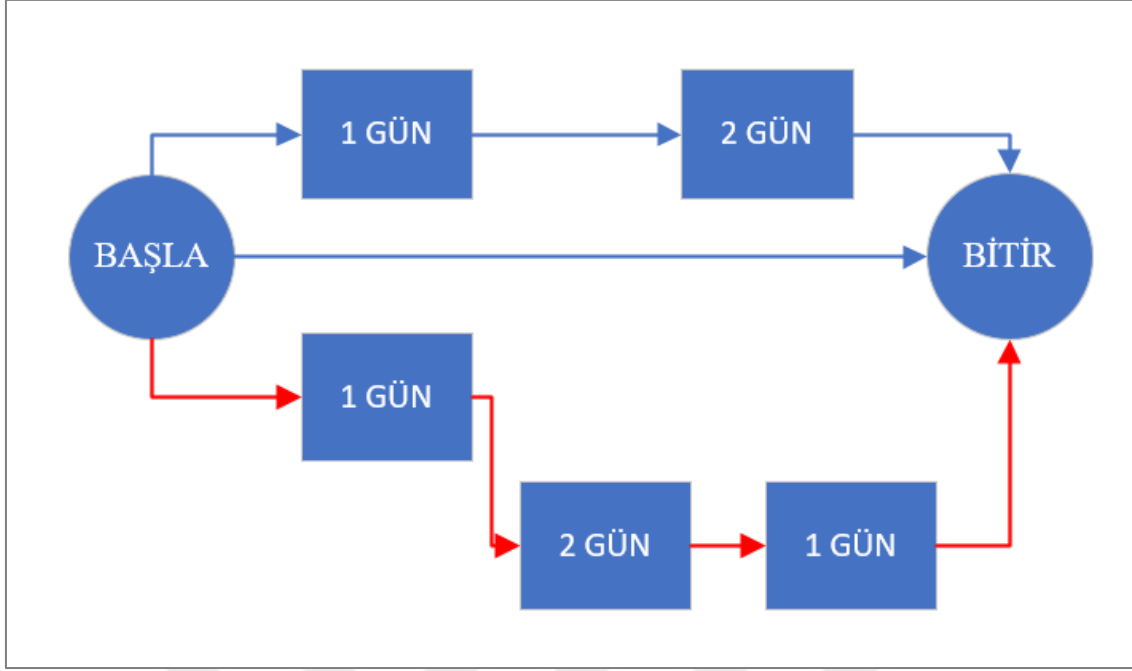
Faaliyetin proje süresini etkilemeden başlayabileceği en son tarihtir.

Geç bitiş (LF)

Faaliyetin proje süresini etkilemeden bitirilebileceği en son tarihtir.

Aylak zaman (esneklik)

Faaliyetin proje süresini etkilemeyecek şekilde ötelenebileceği süredir. Kritik yolda bulunan faaliyetlerin aylak zamanı 0'dır.



Şekil 3.19. Örnek kritik yol [35]

Şekil 3.19.'da örnek bir kritik yol verilmiştir. Başlangıçtan bitişe kadar olan sırasıyla süreleri 1,1,2,2,1 gün olan işler arası öncül ardıl ilişkileri kurulmuştur. Geciktiğinde proje tamamlanmasını geciktirecek faaliyetler kritik yolda yer almaktadır ve kırmızı renk ile gösterilmiştir.

3.6.4. Program değerlendirme ve gözden geçirme tekniği (PERT)

Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği (PERT)'in ilk olarak 1958 yılında Amerikan Donanması'nda kullanılması birçok kuruluşun ilgisini çekmiştir. Bu kuruluşlar PERT tekniğini kendi organizasyonlarına entegre etmenin çalışmasını yapmışlardır. Günümüzde birçok kurum ve kuruluşun PERT tekniğini kullandığı bilinmektedir [36].

PERT'de CPM gibi projelerin planlanması, icra edilmesi ve gözden geçirilmesinde kullanılan şebeke yapılı bir metottür. CPM'le şebeke tabanlı olmaları gibi benzer yönler bulunsa da aralarındaki en temel ayırım faaliyet sürelerinin belirliliğidir. Özgün savunma projeleri gibi faaliyet sürelerini önceden kesin olarak tahmin etmenin zor olduğu durumda PERT kullanılabilir.

PERT yönteminin ilk adımı projeye ait şebekenin çizilmesidir. Bu şebekede yaylar faaliyetleri, düğümler faaliyet başı/sonunu temsil eder. Şebeke çizildikten sonraki adımda

her faaliyet için iyimser, kötümser, olası olmak üzere 3 farklı süre tanımlaması yapılır [37]. Bu süreler şebeke üzerinde bir araya getirilerek projenin toplam tamamlanma süresine dair dağılım elde edilir. PERT 'de kullanılan süreler aşağıda açıklanmıştır;

İyimser süre (O)

Faaliyette etkisi bulunan tüm etkenlerin beklenenden daha olumlu senaryoda ilerleyerek faaliyetin en hızlı şekilde tamamlanabileceği süredir. Faaliyetin hem iç dinamiği hem de etkilendiği çevresel koşullarda tüm ihtimaller olumlu seyretmiştir.

Kötümser süre (P)

Faaliyet esnasında ihtimallerin en kötü şekilde gerçekleştiği (mücbir sebep dışında) süredir. Bu senaryo en fazla sorun ve gecikmenin yaşanarak faaliyetin en geç tamamlanacağı senaryodur. Örneğin projede tanımlı risklerin tamamı ya da büyük kısmı gerçekleşmiş olabilir.

Muhtemel süre (M)

Faaliyetin normal şartlarda makul sürelerde tamamlanabileceği senaryodur. Projeye dair muhtemel risklerin gerçekleşmesi de bu senaryoda hesaba katılır.

PERT tekniğinde faaliyetin beklenen süresi $E(T)$, faaliyet için tanımlanan iyimser süre, kötümser süre ve muhtemel süre kullanılarak hesaplanır. Beklenen süre beta dağılımıyla ilişkili olarak "Eş. 3.1" formülüyle hesaplanır.

$$E(T) = [O + 4M + P] / 6 \quad (3.1)$$

Formüle göre muhtemel süreye daha fazla ağırlık verildiği görülmektedir.

Projede belirsizlik ve risk analizlerini yapabilmek için faaliyetin varyansı ve standart sapması hesaplanmalıdır. Varyans ve standart sapma formülleri sırasıyla "Eş. 3.2" ve "Eş. 3.3" deki formüllerle hesaplanır.

$$\text{Varyans } (\sigma^2) \text{ formülü: } \sigma^2 = [(P-O) / 6]^2 \quad (3.2)$$

Standart sapama (σ) formülü: $\sigma = (P-O) / 6$ (2.3)

Bu formüller aracılığıyla faaliyet sürelerindeki değişkenliği hesaplanabilir. Standart sapmanın fazla olması belirsizliğin de fazlalığına işaret eder.



4. YÖNTEM

Bu bölümde sırasıyla literatürde yer alan KDA yöntemi, tez kapsamında önerilen savunma projelerine özel metrikler ve Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kapsamlı şekilde anlatılmıştır.

4.1. Kazanılmış Değer Analizi (KDA)

KDA, projelerin zaman, maliyet gibi proje performans unsuları açısından izlenmesini sağlayan önemli bir tekniktir. KDA yaklaşımı 1950'li yılların sonunda Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilmiş olsa da sadeleştirilerek daha fazla kabul görmesi 1997 yılında olmuştur [10]. Teknolojik gelişmeler ve proje yönetim yazılımlarının yaygınlaşmasıyla KDA yaklaşımı özellikle endüstriyel alanda kendine geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Günümüzde KDA yaklaşımını kullanan farklı sektörlerde birçok şirket olduğu bilinmektedir.

KDA proje yönetiminde kullanılan önemli bir takip ve geri bildirim aracıdır. Proje başlangıcı itibari ile etkin KDA kullanımı, projelere birçok fayda sağlar. KDA tekniğinin projelere sağladığı bazı faydalar aşağıdaki gibidir:

- KDA, projelerin gerçek zamanlı takip edilebilmesine olanak sağlar. Özellikle fazla sayıda faaliyetten oluşan karmaşık projelerde projenin anlık durumunu gözlemek çok kolay değildir. KDA raporları bu karmaşıklığı azaltarak yöneticiye karar verme aşamasında destek olur.
- Projenin belirli bir andaki performansının gözlemlenebilmesini sağlar. Proje yöneticisi KDA raporları aracılığıyla projenin mevcut durumuyla ilgili bilgi sahibi olur. Proje yöneticisi KDA kullanarak proje başında belirlediği hedeflere ne uzaklıkta olduğunu değerlendirebilir.
- KDA raporları, mevcut performansla devam edilirse projenin geleceğiyle ilgili tahmin yapılmasını sağlar.
- Projeler içerisinde birçok bilinmezi başka bir deyişle riskleri barındırır. KDA sistemi bu risklerin meydana gelmeden önce fark edilmesine yardımcı olur. Alınacak aksiyon planlarıyla risklerin yönetimini kolaylaştırır.
- Proje için tahsis edilmiş kaynakların yakından takip edilmesini sağlayarak kaynakların verimli kullanılmasına destek olur.

KDA yaklaşımı, proje performansını gösterirken planlanan değer, gerçekleşen maliyet, kazanılmış değer olmak üzere 3 temel parametreyi kullanır [38].

Planlanan değer (PV)

Proje kapsamında yürütülecek faaliyetler için planlanmış ve onaylanmış bütçeyi ifade eder. Bir başka deyişle PV, projede takvime bağlanmış işlerin bütçelenmiş maliyetidir. Planlanan değer yaygın kullanımda karşımıza BCWS (Budgeted Cost of Work Scheduled) olarak da çıkmaktadır. Proje başlangıcında genellikle toplam proje bütçesi, iş paketi büyüklüklerine göre alt kırılıma ayrılarak iş paketlerine tahsis edilmektedir. İş paketi büyüklüklerinin doğru tahmini proje maliyetinin kontrol altında tutulabilmesi için önemlidir.

Gerçekleşen maliyet (AC)

Projenin yürütülmesi esnasında faaliyet kapsamında harcanmış gerçek maliyeti ifade eder. Birçok nedenle projede gerçekleşen maliyetler planlanan maliyetlerden farklı olabilmektedir. Gerçekleşen maliyet (AC) yaygın kullanımda karşımıza ACWP (Actual Cost of Work Performed) olarak da çıkmaktadır.

Kazanılmış değer (EV)

Faaliyette ya da projede meydana gelen ilerlemenin bütçesel karşılığıdır. Kazanılmış değer (EV), planlanan değer (PV) üzerinden hesaplanır. Yaygın kullanımda karşımıza BCWP (Budgeted Cost of Work Performed) olarak çıkmaktadır. EV, “Eş. 4.1” formülüne göre hesaplanır.

$$EV = \text{Faaliyet ilerleme yüzdesi} \times PV \quad (4.1)$$

PV, AC ve EV değerleri KDA hesaplamaları için bir temel oluştururlar. KDA yaklaşımında türetilen tüm performans göstergeleri bu temel üzerinden hesaplanır. KDA performans göstergeleri, mevcut durumda proje takviminden ya da proje bütçesinden sapmaları ifade ettiği gibi projenin geleceğine dair tahminlerde de bulunur. Sıklıkla kullanılan proje performans göstergeleri aşağıda açıklanmıştır;

Maliyet sapması (CV)

Maliyet sapması, proje yöneticisinin bütçe performansını takip etmesine yarayan önemli bir göstergedir. Maliyet sapması, bir projede gerçekleşen maliyet ile kazanılmış değer arasındaki fark olarak ifade edilir. Proje yöneticisi bu göstereye bakarak belli bir anda planladığı bütçeye göre ne durumda olduğunu anlayabilir. CV değeri “Eş. 4.2” de yer alan formülle hesaplanır.

$$CV = EV - AC \quad (4.2)$$

Eğer hesaplama sonucunda;

$CV > 0$ ise proje bütçe dostu ilerlemektedir. Başka bir deyişle proje planlanan maliyetin altında ilerlemektedir. Sapma miktarı planlı bütçeden harcanmayarak tasarruf edilen miktarı göstermektedir.

$CV = 0$ ise proje maliyeti tam planlandığı haliyle devam etmektedir.

$CV < 0$ ise projede bütçe aşımı olduğu anlaşılmaktadır. Bu senaryoda proje başında tanımlı ya da tanımlanmamış riskler meydana gelmiş ve maliyetler yükselmiştir. Sapma miktarı kadar proje bütçesinde aşım meydana geldiği anlaşılmaktadır.

Takvim sapması (SV)

Takvim sapması, proje yöneticisinin proje takvimindeki son durumu takip etmesine yarayan önemli bir göstergedir. SV değeri “Eş. 4.3” deki gibi hesaplanır.

$$SV = EV - PV \quad (4.3)$$

Eğer hesaplama sonucunda;

$SV > 0$ ise proje takvimi planlanandan öndedir. Planlanandan sapma kadarlık iş daha fazla yapılmıştır.

$SV = 0$ ise proje takvimi planlamayla birebir aynı ilerlemektedir.

SV <0 ise proje takvimi gecikmektedir. Sapma kadarlık iş henüz tamamlanamamış anlamına gelir.

Maliyet performans endeksi (CPI)

Bütçe performans göstergelerinden biri de maliyet performans endekstir. Projenin planlanan bütçeyle ne kadar uyumlu ilerlediğini gösterir. CPI değeri “Eş. 4.4” deki formülle hesaplanır.

$$CPI = EV / AC \quad (4.4)$$

Eğer;

CPI = 1 ise proje, planlı bütçeyle tam uyumlu ilerlemektedir.

CPI > 1 ise proje bütçesi verimli kullanılmış, proje beklenenden düşük maliyetle ilerlemektedir.

CPI <1 ise projede başlangıçta planlanan bütçenin üzerine çıkmış, bütçe aşımı gerçekleşmiştir.

Takvim performans endeksi (SPI)

Projenin, planlanan takvime göre ne kadar uyumlu devam ettiğini gösteren bir endekstir. Planlanan iş paketleriyle tamamlanan iş paketlerini kıyaslayarak projedeki ilerleme ve gecikmeyi ifade eder. SPI değeri “Eş. 4.5” deki formülle hesaplanır.

$$SPI = EV / PV \quad (4.5)$$

Eğer;

SPI = 1 ise proje planlanan takvimle tam uyum içerisinde ilerlemektedir.

SPI > 1 ise mevcut durumda planlandan daha fazla iş tamamlanmıştır. Proje takvimin önündedir.

SPI <1 ise planlanan işlerin bir kısmı tamamlanamamıştır. Proje takvimi gecikmektedir.

Toplam bütçe (BAC)

Proje başında tanımlanan, projenin tamamlanması için planlanan toplam bütçeyi ifade eder. Başka bir ifadeyle proje için belirlenen toplam maliyet hedefidir.

Kalan işin tahmini maliyeti (ETC)

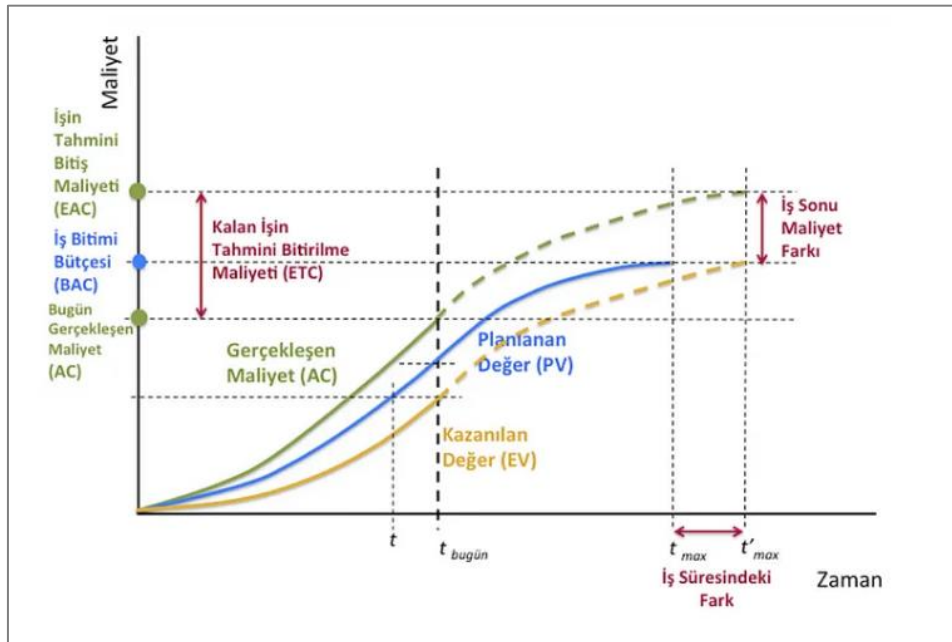
Mevcut performansla devam edildiği varsayımıyla projede kalan işler için toplam ne kadarlık bir harcama yapacağımızı tahmin eder. ETC değeri “Eş. 4.6” da gösterildiği gibi hesaplanır.

$$ETC = (BAC - CV) / CPI \quad (4.6)$$

Tahmini tamamlanma maliyeti (EAC)

Projenin geleceğine ait bir metriktir. Mevcut harcamalar ve proje performansını göz önünde bulundurarak proje tamamlandığında toplam maliyetin ne kadar olacağını tahmin eder. EAC değeri “Eş. 4.7” da gösterildiği gibi hesaplanır.

$$EAC = AC + ETC \quad (4.7)$$



Şekil 4.1. KDA metriklerinin gösterimi [39]

Bu bölümde yer alan KDA metriklerinin özet gösterimi Şekil 4.1.'de yapılmıştır.

4.2. Savunma Projelerine Özel KDA Metrikleri

Savunma projeleri ülkeler için stratejik önem taşımaktadır. Savaş, politik gerginlik, tedarik zincirinin bozulması, ambargo vb. gibi nedenler savunma projeleri için önemli risk kalemleridir. Özellikle kritik alt bileşenlerin hiçbir dış unsurdan etkilenmeyecek şekilde yerel imkanlarla geliştirilmesi oluşabilecek olumsuzlukların önüne geçerek proje risklerini azaltacaktır.

Savunma projelerinde kullanılan kritik alt bileşenler (motor, iniş takımı vb.) teknik karmaşıklık içeren sistemlerdir. Bu nedenle kritik alt bileşenlerin yerel imkanlarla geliştirilebilmesi ancak sektörde tecrübeli iş gücü ve üretim/test altyapılarının kazanımıyla mümkündür.

Literatürde yer alan KDA çalışmalarında proje performansları ölçülürken genellikle takvim ve maliyet parametrelerine odaklanılmıştır. Bu çalışmada literatürdeki odaktan farklı olarak ilk kez yerel imkanlarla tasarım-üretim kabiliyetinin kazanımı, personel yetkinliğinin artırılması gibi stratejik performans parametreleri ölçüme dahil edilmiştir. Bu bilgiler ışığında tez kapsamında savunma projelerine özel “teknoloji kazanım seviyesi”, “altyapı kazanım seviyesi” ve “personel yetkinlik kazanım seviyesi” metriklerinin de performans ölçülürken göz önünde bulundurulması önerilmiştir.

4.2.1. Teknoloji kazanım seviyesi (TKS)

Savunma projelerinde kritik bileşen/alt sistemlerin hiçbir kısıtlamaya tabi olmadan yerel imkanlarla geliştirilebilmesi stratejik bir kazanımdır. Örneğin özgün bir hava aracı geliştirme sürecinde hava aracına güç verecek motorun yerel imkanlarla tasarlanabiliyor, üretiliyor olması önem taşımaktadır. Bu kazanımla birlikte proje süresince oluşabilecek çeşitli risklerin önüne geçilmiş olur (Tedarik zincirinin bozulması, ambargo vb.).

ISO/IEC/IEEE 15288 uluslararası standardına göre ürün geliştirme süreci, Sistem İsterleri Gözden Geçirme (SİGG), Ön Tasarım Gözden Geçirme (ÖTGG), Kritik Tasarım Gözden Geçirme (KTGG), Teste Hazırlık Gözden Geçirme (THGG) ve Kalifikasyon Gözden Geçirme (KGG) aşamalarından oluşur [40]. Bu aşamaları tamamlayan ürünlerin kalifiye

oldukları tanımlanmıştır. SİGG adımında müşterinin sistemden beklentilerinin tanımlanır ve gereksinim seti müşteriyle uzlaşılır. Sistem gereksinimlerinin alt seviyelere (alt sistem/ekipman) tahsis edildiği ve bu gereksinimlere yanıt verecek kaba tasarım çözümlerinin tanımlandığı adım ÖTGG olarak adlandırılır. Sisteme ait detay seviyede tasarım çözümlerinin tamamlandığı, üretim – montaj faaliyetlerinin başlatıldığı adım KTGG'dir. Test altyapısının ve test prosedürlerinin hazırlandığı, sistemin kendinden beklenen gereksinimleri sağladığının test edilmeye başlandığı aşama THGG olarak adlandırılır. Sistemin kendinden beklenen tüm gereksinimleri karşıladığının test, analiz gibi metotlarla ispatlandığı adım KGG'dir.

Çizelge 4.1. Teknoloji kazanım seviyesi adımları

SİGG	Sistem İsterleri Gözden Geçirme
ÖTGG	Ön Tasarım Gözden Geçirme
KTGG	Kritik Tasarım Gözden Geçirme
THGG	Teste Hazırlık Gözden Geçirme
KGG	Kalifikasyon Gözden Geçirme

Sonuç olarak yeni bir özgün teknoloji (sistem/ekipman) sırasıyla SİGG, ÖTGG, KTGG, THGG, KGG aşamalarından geçerek geliştirilir, kazanım haline gelir. Çizelge 4.1.'de teknoloji kazanım seviyesi aşamaları özetlenmiştir.

4.2.2. Altyapı kazanım seviyesi (AKS)

Savunma projelerinde bazı kritik üretim, test altyapılarına sahip olmak projenin sürdürülebilirliği için önem taşımaktadır. Bazı üretim ve test altyapıları stratejik yapılar olduğundan birçok uluslararası kısıtlamaya, düzenlemeye tabidir. Oluşabilecek politik gerilimlerde bu üretim/test altyapıları farklı ülkelerin kullanıma kapatılabilmektedir.

Bir test/üretim altyapısının kazanımı süreci genel olarak, yatırım kararının verilmesiyle başlar. Bir sonraki adımda test/üretim altyapısında kullanılacak uygun tezgâh/ekipmanlar seçilir. Seçilen tezgâh/ekipmanlar için tedarik edilir, altyapı tesisi kurulur. Son olarak altyapıda çalışacak personelin sertifikasyon işlemleri tamamlanarak deneme test/üretim çalışmaları yürütülür.

Çizelge 4.2. Altyapı kazanım seviyesi aşamaları

Yatırım Kararının Verilmesi
Uygun Tezgâh/ Ekipmanın Seçilmesi
Tezgâh/Ekipman Tedariklerinin Tamamlanması
Altyapı Tesisin Kurulması
Deneme Üretimi / Personel Sertifikasyonunun Tamamlanması

Altyapı kazanım seviyesi aşamaları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Bu adımların tamamlanması sonucu altyapı kazanımı gerçekleşmiş olur.

4.2.3. Personel yetkinlik kazanım seviyesi (PYKS)

Savunma projeleri teknik karmaşıklık içeren projelerdir. Bu nedenle özellikle özgün ürün geliştirme projelerinde kalifiye iş gücü yetiştirmek ve muhafaza etmek kritiktir. Yetiştirilmiş iş gücü sayesinde karmaşık projelerin başarıya ulaşma ihtimali maksimize edilir.

İş gücü yetiştirebilmek için kurumların belirlediği bazı yetkinlik seviyeleri bulunmaktadır. Yeni mezun / yeni başlayan deneyimsiz personel istihdam edildikten sonra organizasyonel yapı ve kurum kültürüne adapte edilir. Savunma projeleri geliştirme faaliyetleri esnasında kullanılacak temel mühendislik yazılımlarına hakimiyet kazandırılır. Bir sonraki adımda proje süreç ve akışlarına hakimiyet kazandırılır. Personel detay tasarım yapabilme kabiliyeti kazanır. Yapılacak eğitim ve tecrübe ile personel geri bildirim verebilme, iyileştirme yetkinliğine ulaşır. Son aşamada personel, deneyimiyle liderlik / koçluk edebilme, ekip arkadaşlarına mentörlük yapabilme kabiliyeti kazanarak yetkinliklerini tamamlamış olur.

Çizelge 4.3. Personel yetkinlik kazanım seviyesi aşamaları

Organizasyonel Yapı ve Şirket Kültürünün Öğrenilmesi
Temel Mühendislik Yazılımlarına Hakimiyet Kazanılması
Proje Süreç ve Akışlarına Hakimiyet Kazanılması
Detay Tasarım Yapabilme Kabiliyeti
Geri Bildirim Verebilme / İyileştirme Kabiliyetinin Kazanılması
Liderlik/Koçluk Edebilme, Ekibe Mentörlük Yapabilme Kabiliyetinin Kazanılması

4.3. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Thomas L. Saty'nin 1970'lerde geliştirdiği Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ise zorlu karar problemlerinde sıklıkla başvurulan bir “çok kriterli karar analizi” yöntemidir. AHP, karar

aşamasında, birbirinden farklı belki de ödünleşim halinde bulunan kriterler ve alternatifler altında doğru şekilde karar vermemize yardımcı olur.

İnsanlar uzun yıllar boyunca fiziksel ve psikolojik olguların içeriklerinden ödün verilmeksizin uyumla bir araya getirilebileceği bir teoremin varlığını araştırmıştır. Niteliksel ve niceliksel içerikteki kriterleri değerlendirme altyapısına sahip olan AHP yöntemi bu iki farklı fenomenin ölçümünde kullanılabilir [41].

Ersöz ve Kabak 2010 yılında yaptıkları çalışmada, günlük yaşamımızdaki problemlerle ilgili karar verirken birbiriyle ödünleşim içinde bulunabilecek birçok kritere sahip olduğumuzu belirtmişlerdir. [42]. Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri bu kriterlerin en uygun olanını anlamamızı sağlayan sistematik işlemler bütünü olarak tanımlanabilir.

Her sistemde olduğu gibi AHP'nin de avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır;

Avantajları:

- Karmaşık karar problemlerini hiyerarşik düzende yapılandırarak modellememizi sağlar.
- Karar vermemize giden yolda tutarlılık hesabı yaparak hata payını azaltır.
- Nitel ve nicel içerikli olguları bir arada değerlendirmemizi sağlar.

Dezavantajları:

- Problemin ölçeği büyüdükçe karşılaştırma sayısı artar.
- Karar vericilerin kendi duygu ve düşüncelerini de içerecek şekilde çalışır. Bu durum belli bir hata artışına neden olabilir.
- Düşük tutarlılık oranı tespit edilirse tüm ikili karşılaştırmalar tekrar yapılır.

Saaty çalışmasında AHP sürecinin adımlarını aşağıdaki başlıklarla tanımlamıştır;

4.3.1. Problemin hiyerarşik düzende modellenmesi

İlk adımda karar almamız gereken problem, hedef, kriterler ve alternatifleri içerecek şekilde hiyerarşik düzende tanımlanır [43]. Karar verilmesi gereken hedef (örneğin en iyi otomobilin

seçilmesi), kararı etkileyen ana faktörler (örneğin fiyat, bakım kolaylığı vb.) ve karar verilecek seçenekler (a arabası, b arabası) belirlenir.

4.3.2. Karşılaştırma matrisinin oluşturulması

Öncelikle kriterlerin birbirine göre önem düzeyi tanımlanır. Bu işlem için ikili karşılaştırma matrisi olarak adlandırılan **A** matrisi oluşturulur. **A** matrisi, a_{ij} elemanlarından oluşan, $n \times n$ boyutlu bir matristir. **A** matrisinin gösterimi “Eş. 4.8” de verilmiştir.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ \frac{1}{a_{13}} & \frac{1}{a_{23}} & 1 & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \frac{1}{a_{3n}} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (4.8)$$

A matrisinde;

a_{ij} , *i* kriterinin *j* kriterine göre önem düzeyini gösterir. Önem düzeyi Saaty'nin 1-9 ölçeğine göre tanımlanır. İkili karşılaştırmada kullanılan 1-9 ölçeği, Çizelge 4.4'de verilmiştir.

$a_{ij} = 1/a_{ji}$ (ters simetri) özelliği sağlanır.

Çizelge 4.4. Saaty 1-9 ölçeği

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Eşit Önemde
3	Biraz Daha Önemli (Az üstünlük)
5	Oldukça Önemli (Fazla üstünlük)
7	Çok Önemli (Çok Üstünlük)
9	Son Derece Önemli (Kesin Üstünlük)
2,4,6,8	Ara Değerler (Uzlaşma Değerleri)

4.3.3. Öncelik vektörünün hesaplanması

A matrisinde sütun toplamları “Eş. 4.9” da verilen formüle göre hesaplanır.

$$S_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (4.9)$$

A matrisinin her elemanı sütun toplamına bölünerek normalize A matrisi A^N elde edilir. A^N matrisinin formülü “Eş. 4.10” da yer almaktadır.

$$A^N = \begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{s_1} & \frac{a_{12}}{s_2} & \dots & \frac{a_{1n}}{s_n} \\ \frac{a_{21}}{s_1} & \frac{a_{22}}{s_2} & \dots & \frac{a_{2n}}{s_n} \\ \frac{a_{31}}{s_1} & \frac{a_{32}}{s_2} & \dots & \frac{a_{3n}}{s_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{a_{n1}}{s_1} & \frac{a_{n2}}{s_2} & \dots & \frac{a_{nn}}{s_n} \end{bmatrix} \quad (4.10)$$

A^N matrisinde satır ortalamaları alınarak öncelik vektörü w elde edilir. “Eş. 4.11” öncelik vektörünün hesaplanmasını ifade etmektedir.

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij}^N \quad (4.11)$$

Öncelik vektörü w aşağıdaki formda bir sütun vektörüdür.

$$w = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (4.12)$$

4.3.4. Tutarlılık oranının hesaplanması

Tutarlılık oranı (CR), AHP yönteminde karşılaştırma matrisi A'nın tutarlı olup olmadığını kontrol etmek için hesaplanır. CR hesaplanırken en büyük özdeğer (λ_{max}), tutarlılık endeksi (CI) ve rastgelelik endeksi (RI) kullanılır.

Tutarlılık hesabı için;

Karşılaştırma matrisi A ve öncelik vektörü w çarpılır.

$$A.w = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \frac{1}{a_{13}} & \frac{1}{a_{23}} & 1 & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \frac{1}{a_{3n}} & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \\ \vdots \\ \lambda_n \end{bmatrix} \quad (4.13)$$

Maksimum özdeğer λ_{max} “Eş. 4.14” de verilen formülle hesaplanır.

$$\lambda_{Max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(A \cdot w)_i}{w_i} \quad (4.14)$$

Tutarlılık indeksi (CI)’ın hesaplanması “Eş. 4.15” de gösterilmiştir.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (4.15)$$

CI değeri 0’a yakınsa karşılaştırma matrisi tutarlıdır.

Son adımda rastgelelik indeksi (RI) kullanılarak tutarlılık oranı (CR) hesaplanır. CR’ın hesaplanmasında kullanılan formül “Eş. 4.16” de verilmiştir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4.16)$$

Saaty’nin rastgelelik indeksi (RI), A matrisinin boyutuna (n) bağlıdır.

Çizelge 4.5. Rastgelelik indeksi

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

$CR < 0,1$ ise A matrisi tutarlıdır.

$CR \geq 0,1$ ise A matrisinin tutarlılığı düşüktür. Yeniden değerlendirilmelidir.

5. UYGULAMA

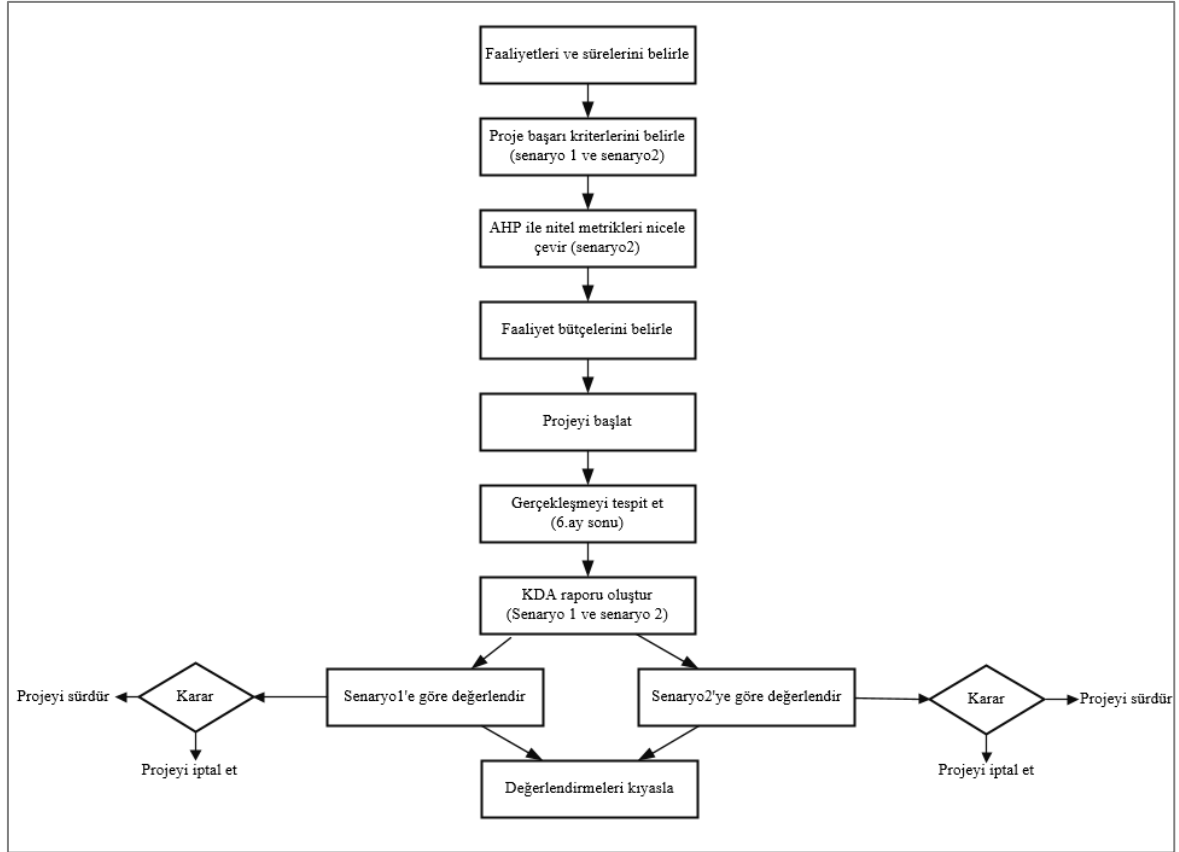
Çalışmanın literatür araştırması bölümünde KDA kapsamında yapılmış çalışmalar incelenmiş, genel bilgiler bölümünde proje yönetimi ve terminolojisi üzerinde durulmuş, yöntem bölümünde mevcut ve yeni KDA metriklerine dair hesaplama yöntemleri ve AHP süreci anlatılmıştır.

Çalışmanın bu bölümünde ise örnek bir savunma projesine (Proje X) KDA yaklaşımı uygulanmıştır. Literatürde yer alan KDA uygulamalarından farklı olarak KDA metriklerine savunma projelerine özel yeni metrikler eklenmiş ve yönetici değerlendirmesine sunulmuştur.

Portföy yöneticisi, portföyünde yer alan proje performanslarını izleyebilmeli, özellikle kaynakların kıt olduğu durumda (bütçe, personel yetersizliği vb.) beklentileri karşılama seviyesi yüksek, gelecek vadeden, stratejik önem taşıyan projelere kaynak ayırmaya devam etmelidir. Beklentileri karşılamayan, düşük performanslı projeleri önceden tespit ederek gerekirse bu projeleri durdurma, öteleme, iptal etme yollarıyla kaynakları etkin kullanılmalıdır.

Çalışmada sıklıkla vurgulandığı gibi savunma projelerinin başarısı diğer endüstriyel projelerden farklı olmalıdır. Portföy yöneticisi savunma projesinin performansını değerlendirirken sadece bütçe ve maliyet gibi KDA metriklerine bakmamalıdır. Bu durumda detayları 4. Bölümde tanımlanan CV, SV, CPI, SPI, ETC gibi sadece klasik KDA metriklerini baz alarak karar vermek portföy yöneticisini hatalı karar vermeye itebilir. Savunma projelerinde kendi dinamiklerinden gelen “yeni KDA performans metriklerinin” de göz önünde bulundurulmasının daha rasyonel karar verilmesine katkı sunacağı değerlendirilmektedir.

Yeni eklenen KDA metriklerinin kararları nasıl etkilediğini gözlemlemek için Şekil 5.1.’de tanımlanan metodoloji kullanılmıştır.



Şekil 5.1. Uygulama akış diyagramı

Metodolojide sırasıyla; projede yer alan faaliyetler ve süreleri belirlenmiş (örnek İDA ve proje takvimi), proje başarı kriterleri tanımlanmış (senaryo 1 ve senaryo 2), yöneticinin tanımladığı nitel metrikler nicel değerlere çevrilmiş, proje toplam bütçesi faaliyetlere tahsis edilmiş, proje başlangıcı gerçekleştirilmiş, 6. ay sonu itibari ile proje gerçekleştirmeleri tespit edilmiş, bu gerçekleştirmeler ışığında KDA raporu (senaryo 1 ve senaryo 2) oluşturulmuştur. Portföy yöneticisi önce senaryo 1'e ait KDA raporunu incelemiş ve ön değerlendirme yapmıştır. Daha sonra yönetici senaryo 2'ye ait KDA raporunu değerlendirmiş ve nihai kararını vermiştir. Yöneticinin verdiği iki karar arasındaki farklar sonuç bölümünde tartışılmıştır.

5.1. Proje X için İş Dağılım Ağacı

Çalışma kapsamında savunma ve havacılık alanında yürütülen bir özgün ürün geliştirme projesi örnek olarak kullanılmıştır. Projenin ismi “Proje X” olarak tanımlanmıştır.

Proje X'e ait iş dağılım ağacı Çizelge 5.1.'de tanımlanmıştır. Proje X'e ait İDA, bölüm 3.6.1'de tanımlanan seviyelere uygun olarak oluşturulmuştur.

Çizelge 5.1. Proje X iş dağılım ağacı

İDA NO	FAALİYET İSMİ
0	Özgün Ürün Geliştirme Projesi (Proje X)
1	Konsept Geliştirme
1.1	Pazar Araştırması
1.2	Gereksinimlerin Toplanması
1.3	Gereksinimlerin Değerlendirilmesi ve Nihai Haline Getirilmesi
1.4	Konsept Alternatiflerin Oluşturulması
1.5	Nihai Konseptin Seçimi
2	Tasarım Faaliyetleri
2.1	Yapısal Tasarım
2.1.1	Gövde Tasarımı
2.1.2	Kuyruk Tasarımı
2.1.3	Kanat Tasarımı
2.2	Elektrik Tasarım
2.2.1	Güç Kaynağı Tasarım
2.2.2	Elektrik Dağıtım Tasarım
2.2.3	Akım Düzenleyici Tasarım
2.3	Sistem Geliştirme
2.3.1	İniş Takımı
2.3.2	Motor
2.3.3	Hidromekanik Eyleyici
2.3.4	Yakıt Sistemi
2.3.5	Aviyonik Ekipman
3	Üretim Faaliyetleri
3.1	Öz Kaynak Üretim
3.1.1	Gövde
3.1.2	Kablaj
3.1.3	Komponent
3.2	Yardımcı Sanayi Üretim
3.2.1	NC Üretim Altyapısı Kurulumu
3.2.2	Tornalı üretim
4	Montaj Faaliyetleri
4.1	Elektriksel Montaj
4.2	Yapısal Montaj
4.3	Sistem Entegrasyonu
5	Test ve Doğrulama Faaliyetleri
5.1	Sistem Testleri
5.2	Yapısal Testler
5.3	Yer Testleri
5.4	Uçuş Testleri
5.5	Sertifikasyon Testleri
6	Kabul Faaliyetleri
7	Personel Eğitim Faaliyetleri

Proje X, temel olarak özgün ürünle ilgili konsept geliştirme, tasarım, üretim, montaj, test ve doğrulama, kabul ve eğitim faaliyetlerinden oluşmaktadır. Faaliyetlerin içerikleri aşağıda detaylandırılmıştır.

Konsept geliştirme

Bu iş paketi, geliştirilecek ürüne ait konsept alternatiflerinin belirlenerek en uygun olanın seçilmesi faaliyetlerinden oluşmaktadır. Öncelikle dünya çapında ne tip bir ürün ihtiyacı olduğu ile ilgili pazar araştırması yapılmıştır. Daha sonra hedeflenen ürüne dair kullanıcı ve müşterilerden gereksinim olarak adlandırılan beklentiler toplanmış ve analiz edilmiştir. Birbiriyle çelişen gereksinimler tespit edilerek kapsamdan çıkarılmıştır. Son olarak belirlenen gereksinimleri karşılayabilecek ürünün konsept alternatifleri tanımlanmış ve en uygun olan alternatif “nihai konsept” olarak seçilmiştir.

Tasarım faaliyetleri

Nihai konseptin seçilmesinden sonra gereksinimlere yanıt vermek amacıyla tasarım faaliyetleri yürütülmüştür. Ürünü oluşturan her bir alt bileşen tasarım sorumluları tarafından tasarlanmaktadır. Gövde, kuyruk, kanat gibi bütünlüğü sağlayan, yük taşıyan “yapısal tasarım” iş paketinde yer almaktadır.

Üründe yer alan ekipmanlar için elektrik gücü üretmek ve dağıtmak amacıyla “elektrik tasarım” iş paketleri oluşturulmuştur. Elektrik gücünü üretecek jeneratör, gücü ihtiyacı bulunan ekipmanlara enerji sağlayacak “elektrik dağıtım” ve sistemde fazla akım oluşursa ekipmanları koruyacak “akım düzenleyici” tasarım faaliyetleri bu iş paketi altında yürütülmüştür.

Üründe kullanılan sistemlerin tasarımı kapsamında “sistem geliştirme” iş paketi oluşturulmuştur. İniş takımı, motor, hidromekanik eyleyici, yakıt sistemi ve aviyonik ekipmanlar gibi sistemlerin tasarımı, geliştirilmesi sistem geliştirme iş paketi altında gerçekleştirilmektedir. Bu iş paketi kapsamında tasarlanacak “motor” ve “hidromekanik eyleyici” tasarım faaliyetleri stratejik önem barındırmaktadır. Yöneticiler bu iki sistem için tasarım kabiliyetinin kazanılmasını stratejik hedef olarak görmektedir.

Üretim faaliyetleri

Ürünü oluşturan bileşenlerin üretimi “üretim faaliyetleri” iş paketi kapsamında gerçekleştirilmektedir. Gövde, kablaj, alt komponentler öz kaynaklarla, NC üretim ve tornalı üretim ise “yardımcı sanayi üretimi” başlığı altında kurgulanmıştır. NC üretim kabiliyetinin kazanımı yöneticiler tarafından stratejik bir konu olarak değerlendirilmiştir. Yöneticiler bu kabiliyeti, gelecekte birçok özgün savunma projesinin üretiminde kullanmayı hedeflemektedir.

Montaj faaliyetleri

Üretilen ve yardımcı sanayiden satın alınan komponentlerin montaj işlemi “montaj faaliyetleri” iş paketi başlığında planlanmıştır. Tasarımı netleşen ve üretimi tamamlanan yapısal, elektriksel bileşenlerin montaj işlemi montaj faaliyetleri çatısı altında tanımlanmıştır. Üretimi tamamlanan sistemlerin ürünle entegrasyonu da bu başlık altında planlanmıştır.

Test ve doğrulama faaliyetleri

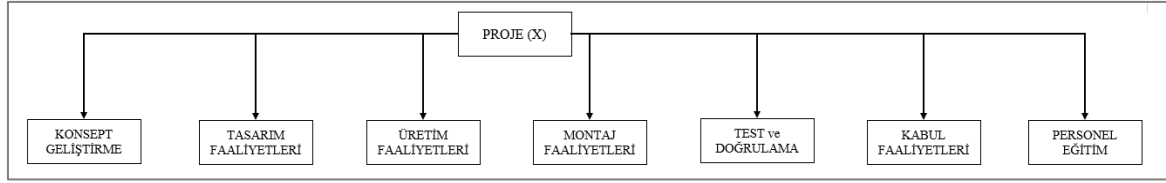
Montajı tamamlanan sistemlerin doğrulaması, yapısal parçaların dayanım testleri, ürünün yer ve uçuş ve sertifikasyon testleri “test ve doğrulama faaliyetleri” başlığı altında planlanmıştır.

Kabul faaliyetleri

Gereksinimlerin yapılan tasarımla doğrulandığının müşteriye kanıtlandığı adımdır. Kabul faaliyetleri kapsamında müşteri belirli testlere katılım sağlayacak ve verdiği gereksinimlerin sağlandığından emin olacaktır.

Personel eğitim faaliyetleri

Stratejik yöneticilerin Proje X’den beledikleri en önemli çıktılardan birisi yetişmiş insan gücünün oluşturulmasıdır. Yöneticiler, Proje X kapsamında istihdam ettikleri personele deneyim kazandırmayı, kazanılmış bu deneyimi bir başka özgün savunma projesinde kullanmayı hedeflemektedir.



Şekil 5.2. Proje X iş dağılım ağacı 1. seviye

Proje X'e ait 1. seviye ana iş paketleri Şekil 5.2.'de, diğer seviyelerse EK-1, EK-2, EK-3, EK-4 ve EK-5'de hiyerarşik olarak gösterilmiştir.

5.2. Proje X Proje Takvimi (Gantt Çizelgesi)

Proje X'i oluşturan faaliyetler tanımlandıktan sonra (iş dağılım ağacı) faaliyet süreleri belirlenmiştir. Proje X'e ait proje takvimi ve faaliyet süreleri Çizelge 5.2.'de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Proje X proje takvimi

İDA SEVİYESİ	Faaliyet İsmi	AYLAR												Faaliyet Süresi (ay)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
0	Özgün Ürün Geliştirme Projesi (Proje X)	[Gantt bar]												12
1	Konsept Geliştirme	[Gantt bar]												3
2	Pazar Araştırması	[Gantt bar]												1
2	Gereksinimlerin Toplanması	[Gantt bar]												1
2	Gereksinimlerin Değerlendirilmesi ve Nihai Haline Geterilmesi	[Gantt bar]												1
2	Konsept Alternatiflerin Oluşturulması	[Gantt bar]												1
2	Nihai Konseptin Seçimi	[Gantt bar]												1
1	Tasarım Faaliyetleri	[Gantt bar]												3
2	Yapısal Tasarım	[Gantt bar]												2
3	Gövde Tasarımı	[Gantt bar]												2
3	Kuyruk Tasarımı	[Gantt bar]												1
3	Kanat Tasarımı	[Gantt bar]												1
2	Elektrik Tasarım	[Gantt bar]												2
3	Güç Kaynağı Tasarım	[Gantt bar]												1
3	Elektrik Dağıtım Tasarım	[Gantt bar]												1
3	Akım Düzenleyici Tasarım	[Gantt bar]												2
2	Sistem Geliştirme	[Gantt bar]												5
3	İniş Takımı	[Gantt bar]												2
3	Motor	[Gantt bar]												5
3	Hidromekanik Eyleyici	[Gantt bar]												5
3	Yakıt Sistemi	[Gantt bar]												1
3	Aviyonik Ekipman	[Gantt bar]												2
1	Üretim Faaliyetleri	[Gantt bar]												3
2	Öz Kaynak Üretim	[Gantt bar]												2
3	Gövde	[Gantt bar]												2
3	Kablaj	[Gantt bar]												1
3	Komponent	[Gantt bar]												1
2	Yardımcı Sanayi Üretim	[Gantt bar]												2
3	NC Üretim Altyapısı Kurulumu	[Gantt bar]												2
3	Tornalı üretim	[Gantt bar]												1
1	Montaj Faaliyetleri	[Gantt bar]												2
2	Elektriksel Montaj	[Gantt bar]												1
2	Yapısal Montaj	[Gantt bar]												1
2	Sistem Entegrasyonu	[Gantt bar]												1
1	Test ve Doğrulama Faaliyetleri	[Gantt bar]												3
2	Sistem Testleri	[Gantt bar]												1
2	Yapısal Testler	[Gantt bar]												1
2	Yer Testleri	[Gantt bar]												1
2	Uçuş Testleri	[Gantt bar]												1
2	Sertifikasyon Testleri	[Gantt bar]												1
1	Kabul Faaliyetleri	[Gantt bar]												1
1	Personel Eğitim Faaliyetleri	[Gantt bar]												10

Toplam proje süresi 12 ay olarak hedeflenmektedir. Projenin erken safhalarında konsept ve tasarım faaliyetleri, proje ortasında üretim ve montaj faaliyetleri, projenin son safhasında ise test ve kabul faaliyetleri yer almaktadır. Personel eğitim faaliyetlerinin ise proje başından itibaren 10 ay süreceği planlanmaktadır. Faaliyet süreleri değerlendirildiğinde en uzun sürmesi beklenen faaliyetlerin “motor”, “hidromekanik eyleyici” tasarım faaliyetleri ve “personel eğitim faaliyetleri” olduğu tespit edilmiştir.

5.3. Proje Başarı Kriteri Tanımlanması

Projelerin doğası gereği projeden beklenen çıktılar bulunmaktadır. Çalışmada portföy yöneticisi, proje başlangıcında portföyünde yer alan “Proje X” için başarı kriterleri tanımlamıştır. Portföy yöneticisinin başarı kriteri 2 farklı senaryo oluşturularak tanımlanmıştır:

Senaryo 1

Bu senaryoda portföy yöneticisi, literatürde yer alan klasik KDA metrikleri üzerinden (PV, EV, AC, CV, SV, SPI, CPI, ETC, EAC) proje başarı kriterlerini belirlemiştir. Başarı performans göstergeleri olarak sadece SPI ve CPI sapmalarına odaklanılmıştır. 6. ay sonunda yapılacak değerlendirmede CPI ve SPI değerleri beklenenden düşük çıkarsa projenin “beklenenden düşük” performans gösterdiği algılanacak ve proje durdurma/iptali kararı verilecektir. Senaryo 1 kapsamında tanımlanan başarı kriterleri Çizelge 5.3.’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.3. Senaryo 1 proje başarı kriterleri

Metrik Adı	Beklenen Değer (6. ayın sonu itibari ile)
Maliyet Performans Endeksi (CPI)	> 0,90
Takvim Performans Endeksi (SPI)	> 0,98

Senaryo 2

Bu senaryoda ise portföy yöneticisi, proje başarı kriterlerini belirlerken klasik KDA metrikleri dışında savunma projelerine özel yeni KDA metriklerini (bölüm 4.2’de tanımlanmıştır) de baz almıştır. Proje takviminde yer alan “motor”, “hidromekanik eyleyici”

geliştirme, “NC üretim altyapısının kurulumu” ve “personel eğitim faaliyetleri” stratejik öneme sahip faaliyetler olarak belirlenmiştir. Bu faaliyetlerdeki ilerleme projede yer alan diğer tüm faaliyetlerden daha kritiktir. Dolayısıyla portföy yöneticisi bu faaliyetlerdeki ilerlemeye bakarak projenin performansıyla ilgili farklı bir bakış açısına ulaşmış olur. Senaryo 2’de portföy yöneticisinin tanımladığı başarı kriterleri Çizelge 5.4.’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.4. Senaryo 2 proje başarı kriterleri

Metrik Adı	Beklenen Değer (6. ayın sonu itibari ile)
Maliyet Performans Endeksi (CPI)	> 0,90
Takvim Performans Endeksi (SPI)	> 0,98
Motor geliştirme (TKS1)	THGG adımını tamamla
Hidromekanik eyleyici geliştirme (TKS2)	THGG adımını tamamla
NC üretim altyapısının kurulumu (AKS)	Tezgâh /ekipman tedariklerini tamamla
Personelin yetkinlik seviyesi kazanımı (PYKS)	Geri bildirim verebilme / iyileştirme yetkinliğini sağla

Portföy yöneticisi senaryo 2’de CPI, SPI değerleri beklenenin altında olsa dahi TKS1, TKS2, AKS ve PYKS değerlerine bakarak projenin başarısıyla ilgili çıkarım yapacaktır. Eğer 6. ayın sonu itibariyle motor geliştirme faaliyetleri (TKS1) ve hidromekanik eyleyici geliştirme faaliyetlerinde (TKS2) “teste hazırlık gözden geçirme (THGG)” adımı, NC üretim altyapısı kazanımında (AKS) kapsamında “tezgâh ve ekipman tedarikleri” adımı, personel yetkinlik seviyesi kazanımında (PYKS) “geri bildirim verebilme / iyileştirme yapabilme” adımı tamamlandıysa stratejik hedeflerin yolunda gittiği algılanacaktır.

Portföy yöneticisi, senaryo 2’de stratejik hedef olan başarı kriterlerini nitel olarak tanımlamıştır. Yöneticinin bu niteliklere karşılık gelen sayısal değerleri bilemeyeceği varsayılmaktadır. Hesaplama yapabilmek için bu metrikler bölüm 5.4.’de açıklandığı şekliyle AHP kullanılarak nicel değerlere çevrilmiştir.

5.4. Nitel Metriklerin Nicel Değerlere Çevrilmesi

Portföy yöneticisi, senaryo 2 kapsamında proje performans göstergelerini bölüm 4.2’de anlatılan alt kırılım doğrultusunda nitel olarak tanımlamıştır. Yönetici bu alt başlıkların ne kadarlık bir ilerlemeye denk geldiğini bilmemektedir. Yöneticinin nitelik olarak tanımladığı beklenti, çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP kullanarak nicel değerlere çevrilmiştir.

2'li karşılaştırma matrisleri oluşturulurken Çizelge 4.4 kullanılmıştır.

Ağırlıklandırma işlemi 3 yeni metrik için de (TKS, AKS, PYKS) ayrı ayrı yapılmıştır;

5.4.1. Teknoloji kazanım seviyesi (TKS) adımlarının ağırlıklandırılması

Ekipman/sistem seviyesinde bir teknoloji kazanımı ISO/IEC/IEEE 15288'de tanımlanan ürün geliştirme süreci sonunda elde edilmektedir [27]. Ürün geliştirme adımları tamamlandığında teknoloji kazanımı sağlanmış olur. Bu bölümde ürün geliştirme adımlarının AHP kullanılarak ağırlıklandırılması açıklanmıştır. Sistem isterleri gözden geçirme (SİGG), ön tasarım gözden geçirme (ÖTGG), kritik tasarım gözden geçirme (KTGG), teste hazırlık gözden geçirme (THGG), ve kalifikasyon gözden geçirme (KGG) kriterlerine ait karşılaştırma matrisi Çizelge 5.5'de, normalize edilmiş matris Çizelge 5.6.'da ve tutarlılık hesapları Çizelge 5.7'de gösterilmektedir. Ürün geliştirme adımları birikimli ilerlediğinden ağırlık hesaplanırken kümülatif ağırlıklar baz alınmıştır.

Çizelge 5.5. TKS adımları için karşılaştırma matrisi

Ürün Geliştirme Adımları (Teknoloji Kazanım Seviyesi)	SİGG	ÖTGG	KTGG	THGG	KGG
SİGG	1	1/3	1/5	1/7	1/9
ÖTGG	3	1	1/2	1/6	1/8
KTGG	5	2	1	1/3	1/5
THGG	7	6	3	1	1/3
KGG	9	8	5	3	1
Toplam	25,00	17,33	9,70	4,64	1,77

Çizelge 5.6. TKS için normalize edilmiş matris

						Toplam	Ağırlık	Kümülatif Ağırlık
SİGG	0,04	0,02	0,02	0,03	0,06	0,17	%3,47	%3,47
ÖTGG	0,12	0,06	0,05	0,04	0,07	0,34	%6,72	%10,18
KTGG	0,20	0,12	0,10	0,07	0,11	0,60	%12,07	%22,25
THGG	0,28	0,35	0,31	0,22	0,19	1,34	%26,78	%49,03
KGG	0,36	0,46	0,52	0,65	0,57	2,55	%50,97	%100,00

Hesaplama sonucuna göre SİGG, ÖTGG, KTGG, THGG, KGG adımlarının kümülatif ağırlıkları sırasıyla %3,47, %10,18, %22,25, %49.03 ve %100 olarak bulunmuştur. KGG adımı tamamlandığında ürün geliştirme süreci tamamlanmış olur.

Tutarlılık hesabı

Çizelge 5.7. TKS için tutarlılık hesabı

	(A.w)	(A.w) _i / w _i
SİGG	0,18	5,08
ÖTGG	0,34	5,06
KTGG	0,62	5,14
THGG	1,45	5,40
KGG	2,77	5,43
	$\lambda_{max}=5,22$	
	CR=0,05	

5.4.2. Altyapı kazanım seviyesi (AKS) adımlarının ağırlıklandırılması

Bu bölümde altyapı kazanım seviyesi adımları ağırlıklandırılmıştır. Yatırım kararının verilmesi, uygun tezgâh/ekipmanın seçimi, tezgâh/ekipman tedariklerinin tamamlanması, altyapı tesisinin kurulması, deneme üretimi / personel sertifikasyonunun tamamlanması kriterlerine ait karşılaştırma matrisi Çizelge 5.8’de, normalize edilmiş matris Çizelge 5.9.’da ve tutarlılık hesapları Çizelge 5.10 gösterilmektedir. Bu başlıktaki adımlar birbirinin devamıdır. Bu nedenle ağırlık hesaplanırken kümülatif ağırlıklar baz alınmıştır. AKS adımlarının ağırlıklandırılması işlemi sonucunda, yatırım kararının verilmesi, uygun tezgâh ekipman seçilmesi, tezgâh/ekipman tedariklerinin tamamlanması, altyapı tesisin kurulması, deneme üretimi / personel sertifikasyonunun tamamlanması adımlarının kümülatif ağırlıkları sırasıyla %3,78, %9,60, %22,10, %49,28 ve %100 olarak bulunmuştur. Deneme üretimi / personel sertifikasyonunun tamamlanması tamamlandığında altyapı kazanım süreci tamamlanmış olur.

Çizelge 5.8. AKS için karşılaştırma matrisi

Test/Üretim Altyapısı Kazanımı	Yatırım Kararının Verilmesi	Uygun Tezgâh/Ekipmanın Seçilmesi	Tezgâh/Ekipman Tedariklerinin Tamamlanması	Altyapı Tesisin Kurulması	Deneme Üretimi / Personel Sertifikasyonunun Tamamlanması
Yatırım Kararının Verilmesi	1	1/2	1/5	1/6	1/9
Uygun Tezgâh/Ekipmanın Seçilmesi	2	1	1/3	1/6	1/7
Tezgâh/Ekipman Tedariklerinin Tamamlanması	5	3	1	1/4	1/6
Altyapı Tesisin Kurulması	6	6	4	1	1/3
Deneme Üretimi / Personel Sertifikasyonunun Tamamlanması	9	7	6	3	1
Toplam	23	17,5	11,53	4,58	1,75

Çizelge 5.9. AKS için normalize edilmiş matris

						Toplam	Ağırlık	Kümülatif Ağırlık
Yatırım Kararının Verilmesi	0,04	0,03	0,02	0,04	0,06	0,19	%3,78	%3,78
Uygun Tezgâh/Ekipmanın Seçilmesi	0,09	0,06	0,03	0,04	0,08	0,29	%5,82	%9,60
Tezgâh/Ekipman Tedariklerinin Tamamlanması	0,22	0,17	0,09	0,05	0,10	0,63	%12,50	%22,10
Altyapı Tesisin Kurulması	0,26	0,34	0,35	0,22	0,19	1,36	%27,18	%49,28
Deneme Üretimi / Personel Sertifikasyonunun Tamamlanması	0,39	0,40	0,52	0,65	0,57	2,54	%50,72	%100,00

Tutarlılık hesabı

Çizelge 5.10. AKS için tutarlılık hesabı

	(A.w)	(A.w) _i / w _i
Yatırım Kararının Verilmesi	0,19	5,12
Uygun Tezgâh/Ekipmanın Seçilmesi	0,29	5,04
Tezgâh/Ekipman Tedariklerinin Tamamlanması	0,64	5,13
Altyapı Tesisin Kurulması	1,52	5,58
Deneme Üretimi / Personel Sertifikasyonunun Tamamlanması	2,82	5,56
	$\lambda_{max}=5,29$	
	CR =0,06	

5.4.3. Personel yetkinlik kazanım seviyesi (PYKS) adımlarının ağırlıklandırılması

Bu bölümde personel yetkinlik kazanım seviyesi adımları ağırlıklandırılmıştır. Organizasyonel yapı ve şirket kültürünün öğrenilmesi (OYŞKÖ), temel mühendislik yazılımlarına hakimiyet kazanılması (TMYHK), proje süreç ve akışlarına hakimiyet kazanılması (PSAHK), detay tasarım yapabilme kabiliyeti (DTYK), geri bildirim verebilme / iyileştirme kabiliyetinin kazanılması (GBVİKK), liderlik/koçluk edebilme, ekibe mentörlük yapabilme kabiliyetinin kazanılması (LEEMYKK) kriterlerine ait karşılaştırma matrisi Çizelge 5.11’de, normalize edilmiş matris Çizelge 5.12.’de ve tutarlılık hesapları Çizelge 5.13’de gösterilmektedir. Adımların her biri diğerinin devamıdır. Bu nedenle kümülatif ağırlıklar baz alınmıştır.

Çizelge 5.11. PYKS ikili karşılaştırma matrisi

Personel Yetkinlik Seviyesi	OYŞKÖ	TMYHK	PSHAK	DTYK	GBVİKK	LEEMYKK
OYŞKÖ	1	1/2	1/3	1/6	1/8	1/9
TMYHK	2	1	1/2	1/4	1/7	1/9
PSHAK	3	2	1	1/3	1/5	1/7
DTYK	6	4	3	1	1/5	1/6
GBVİKK	8	7	5	5	1	1/5
LEEMYKK	9	9	7	6	5	1
Toplam	29	23,5	16,83	12,75	6,67	1,73

PYKS ağırlıklandırma işlemi sonucunda, organizasyonel yapı ve şirket kültürünün öğrenilmesi, temel mühendislik yazılımlarına hakimiyet kazanılması, proje süreç ve akışlarına hakimiyet kazanılması, detay tasarım yapabilme kabiliyeti, geri bildirim verebilme / iyileştirme kabiliyetinin kazanılması, liderlik/koçluk edebilme, ekibe mentörlük yapabilme kabiliyetinin kazanılması aşamalarının kümülatif ağırlıkları sırasıyla %2,86, %6,97, %13,40, %26,08, %51,55 ve %100 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.12. PYKS normalize edilmiş matris

							Toplam	Ağırlık	Kümülatif Ağırlık
OYŞKÖ	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,06	0,17	%2,86	%2,86
TMYHK	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02	0,06	0,25	%4,11	%6,97
PSHAK	0,10	0,09	0,06	0,03	0,03	0,08	0,39	%6,44	%13,41
DTYK	0,21	0,17	0,18	0,08	0,03	0,10	0,76	%12,67	%26,08
GBVİKK	0,28	0,30	0,30	0,39	0,15	0,12	1,53	%25,47	%51,55
LEEMYKK	0,31	0,38	0,42	0,47	0,75	0,58	2,91	%48,45	%100,00

Tutarlılık hesabı

Çizelge 5.13. PYKS için tutarlılık hesabı

OYŞKÖ	(A.w)	(A.w) _i / w _i
TMYHK	0,18	6,20
PSHAK	0,25	6,14
DTYK	0,39	6,13
GBVİKK	0,79	6,22
LEEMYKK	1,82	7,16
OYŞKÖ	3,60	7,42
	$\lambda_{max}=6,55$	
	CR = 0,09	

5.5. Proje X Bütçe Planlaması

Proje X'in toplam bütçesinin 878 500 TL olduğu varsayılmıştır. Proje bütçesi, projeyi oluşturan tüm faaliyet kalemlerine iş paketi büyüklükleri düşünülerek tahsis edilmiştir. Faaliyet süresi 1'aydan fazla olan kalemlerin kendine tahsis edilmiş bütçeyi her ay eşit olarak harcayacağı varsayılarak planlama yapılmıştır.

1. seviye (ana) iş paketlerinin bütçelerine yakından bakılırsa, en fazla bütçenin "tasarım faaliyetlerine" ayrıldığı görülmektedir. Toplam proje bütçesinin %65'lik kısmı tasarım faaliyetlerinde kullanılacaktır. Bunun nedeni proje X'in tasarım yoğun aktivitelerden oluşan bir "özgün savunma ürünü geliştirme" projesi olmasıdır. Test ve doğrulama faaliyetleri de uçuş, yer ve sertifikasyon testlerini kapsadığından bütçenin %13'ü bu faaliyetlere ayrılmıştır. Bu faaliyetlerden sonra sırasıyla, üretim faaliyetleri (bütçenin %8'i), konsept tasarım faaliyetleri (bütçenin %6'sı), montaj faaliyetleri (bütçenin %3'ü), personel eğitim faaliyetleri (bütçenin %3'ü) ve kabul faaliyetleri (bütçenin %2'si) yer almaktadır.

Çizelge 5.14. Proje X faaliyetlere bütçe tahsisi

İDA SEVİYESİ	Faaliyet İsmi	AYLAR												BÜTÇE (TL)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
0	Özgün Ürün Geliştirme Projesi (Proje X)														878500
1	Konsept Geliştirme														55000
2	Pazar Araştırması	10000													10000
2	Gereksinimlerin Toplanması	15000													15000
2	Gereksinimlerin Değerlendirilmesi ve Nihai Haline Geterilmesi		10000												10000
2	Konsept Alternatiflerin Oluşturulması		15000												15000
2	Nihai Konseptin Seçimi			5000											5000
1	Tasarım Faaliyetleri														573000
2	Yapısal Tasarım														51000
3	Gövde Tasarım				15000	10000									25000
3	Kuyruk Tasarım				18000										18000
3	Kanat Tasarım				8000										8000
2	Elektrik Tasarım														37000
3	Güç Kaynağı Tasarım					10000									10000
3	Elektrik Dağıtım Tasarım						15000								15000
3	Akım Düzenleyici Tasarım					6000	6000								12000
2	Sistem Geliştirme														485000
3	İniş Takımı					37500	37500								75000
3	Motor					30000	30000	30000	30000	30000					150000
3	Hidromekanik Eyleyici					24000	24000	24000	24000	24000					120000
3	Yakıt Sistemi					60000									60000
3	Aviyonik Ekipman					40000	40000								80000
1	Üretim Faaliyetleri														73000
2	Öz Kaynak Üretim														28000
3	Gövde						6000	6000							12000
3	Kablaj							6000							6000
3	Komponent							10000							10000
2	Yardımcı Sanayi Üretim														45000
3	NC Üretim Altyapısının Kurulumu						17500	17500							35000
3	Tornalı üretim							10000							10000
1	Montaj Faaliyetleri														28000
2	Elektriksel Montaj								8000						8000
2	Yapısal Montaj								8000						8000
2	Sistem Entegrasyonu									12000					12000
1	Test ve Doğrulama Faaliyetleri														114500
2	Sistem Testleri										12000				12000
2	Yapısal Testler									7500					7500
2	Yer Testleri										20000				20000
2	Uçuş Testleri											40000			40000
2	Sertifikasyon Testleri											35000			35000
1	Kabul Faaliyetleri												15000		15000
1	Personel Eğitim Faaliyetleri	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000				20000

Proje X'e ait bütçe planlamasının tüm detayları Çizelge 5.14'de gösterilmektedir.

5.6. Proje X Faaliyet Gerçekleşmesi

Projeye ait 6. ayın sonu itibari ile gerçekleşme bilgisi bu başlıkta verilmiştir. Gerçekleşmeye ait ilerleme “yüzde ilerleme” ve “gerçekleşen maliyet (AC)” alt başlıkları olarak ele alınmıştır.

5.6.1. Proje yüzde (%) ilerlemesi

Projeye ait 6. ayın sonu itibari ile yüzde ilerleme bilgisi Çizelge 5.15'de verilmiştir.

Çizelgede tüm faaliyetlere ait yüzde ilerleme, Gantt görünümünde mevcuttur. Gantt

tablosunda yer alan açık gri renkli barlar planlanan, koyu gri renkli barlar gerçekleşen değerleri göstermektedir.

Çizelge 5.15. Proje gerçekleşmesi (6. ay sonu)

Faaliyet İsmi	AYLAR												Faaliyet Süresi (ay)	Yüzde İlerleme	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Özgün Ürün Geliştirme Projesi (Proje X)														12	
Pazar Araştırması	■													1	100%
Gereksinimlerin Toplanması	■													1	100%
Gereksinimlerin Değerlendirilmesi ve Nihai Haline Geterilmesi		■												1	100%
Konsept Alternatiflerin Oluşturulması		■												1	100%
Nihai Konseptin Seçimi			■											1	100%
Gövde Tasarımı				■	■	■								2	75%
Kuyruk Tasarımı					■	■								1	50%
Kanat Tasarımı					■	■								1	50%
Güç Kaynağı Tasarım						■	■							1	50%
Elektrik Dağıtım Tasarım							■	■						1	50%
Akım Düzenleyici Tasarım						■	■	■						2	75%
İniş Takımı						■	■	■						2	75%
Motor						■	■	■	■	■				5	60%
Hidromekanik Eyleyici						■	■	■	■	■				5	60%
Yakıt Sistemi						■	■							1	75%
Aviyonik Ekipman						■	■	■						2	100%
Gövde						■	■	■						2	50%
Kablaj							■	■						1	0%
Komponent								■	■					1	0%
NC Üretim Altyapısının Kurulması							■	■						2	30%
Tornalı üretim								■	■					1	0%
Elektriksel Montaj									■	■				1	0%
Yapısal Montaj										■	■			1	0%
Sistem Entegrasyonu											■	■		1	0%
Sistem Testleri												■	■	1	0%
Yapısal Testler													■	1	0%
Yer Testleri													■	1	0%
Uçuş Testleri													■	1	0%
Sertifikasyon Testleri													■	1	0%
Kabul Faaliyetleri													■	1	0%
Personel Eğitim Faaliyetleri	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	10	65%

Projenin doğası gereği bazı faaliyetlerin 6. ay itibari ile planlamadan geride bazı faaliyetlerin ise planlanandan ileride olduğu (Motor, Hidromekanik Eyleyici) görülmektedir.

Pazar araştırması, gereksinimlerin toplanması, gereksinimlerin değerlendirilerek nihai hale getirilmesi, konsept alternatiflerinin oluşturulması, nihai konseptin seçimi ve aviyonik ekipman tasarım faaliyetleri tamamlanmıştır (%100 ilerleme).

6. aydan önce bitirilmesi planlanan gövde tasarımı, kuyruk tasarımı, kanat tasarımı, güç kaynağı tasarımı, elektrik dağıtım tasarımı, iniş takımı tasarımı, yakıt sistemi tasarımı faaliyetlerinde gecikme meydana gelmiş, henüz tamamlanamamışlardır.

5.6.2. Proje maliyet gerçekleşmesi

Projeye ait 6. ayın sonu itibari ile gerçekleşen maliyet bilgisi Çizelge 5.16'da verilmiştir. Dış etkiler nedeniyle 6. ayın sonu itibariyle gerçekleşen maliyetler, planlanan maliyetlere göre

farklılık göstermiştir. Faaliyetler icra edilirken proje başında tanımlanan bazı proje riskleri gerçekleşmiş ve risk gerçekleşen faaliyetlerin maliyetleri artış göstermiştir.

Çizelge 5.16. Proje maliyet gerçekleşmesi (6. ayın sonu)

Faaliyet İsmi	GERÇEKLEŞEN					
	AYLAR					
	1	2	3	4	5	6
Özgün Ürün Geliştirme Projesi (Proje X)						
Pazar Araştırması	11500					
Gereksinimlerin Toplanması	12500					
Gereksinimlerin Değerlendirilmesi ve Nihai Haline Geterilmesi		9500				
Konsept Alternatiflerin Oluşturulması		14000				
Nihai Konseptin Seçimi			5500			
Gövde Tasarımı				15000	12000	
Kuyruk Tasarımı				19000		
Kanat Tasarımı				8000		
Güç Kaynağı Tasarım					10000	
Elektrik Dağıtım Tasarım						15000
Akım Düzenleyici Tasarım					7000	7000
İniş Takımı					40000	40000
Motor					50000	50000
Hidromekanik Eyleyici					30000	40000
Yakıt Sistemi					45000	
Aviyonik Ekipman					40000	40000
Gövde						6000
Kablaj						0
Komponent						0
NC Üretim Altyapısının Kurulması						18000
Tornalı üretim						0
Elektriksel Montaj						0
Yapısal Montaj						0
Sistem Entegrasyonu						0
Sistem Testleri						0
Yapısal Testler						0
Yer Testleri						0
Uçuş Testleri						0
Sertifikasyon Testleri						0
Kabul Faaliyetleri						0
Personel Eğitim Faaliyetleri	3000	3000	3000	3000	3000	3000

İlk 10 ay boyunca ayda 2 000 TL olarak öngörülen personel eğitim maliyeti, 6 ay boyunca 3 000'er TL olarak gerçekleşmiştir. 7. ay ve sonrasında başlatılması planlanan kablaj üretimi, komponent üretimi, tornalı üretim, elektriksel montaj, yapısal montaj, sistem entegrasyonu, sistem testleri, yapısal testler, yer testleri, uçuş testleri, sertifikasyon testleri ve kabul faaliyetleri için henüz harcama yapılmamıştır.

5.7. Proje X Kazanılmış Değer Analizi (KDA) Raporu

Proje X'in performans ölçümünü gerçekleştirmek üzere 6. ayın sonu itibari ile KDA raporu oluşturulmuştur. KDA raporu oluşturulurken, Proje X'e ait planlanan bütçe ve gerçekleşen

maliyet değerleri baz alınmış, başlık 4.1’de açıklanan KDA hesaplamaları kullanılmıştır. Senaryo 1 ve senaryo 2’ye ait metriklerin ölçümü sağlanmıştır.

Çizelge 5.17’de mevcut KDA metrikleri üzerinden sonuçlar gösterilmektedir.

Bu rapora göre;

- PV değeri 509 500’dür. Bugüne kadar toplam 509 500 TL’lik harcama yapılması planlanmıştır.
- EV değeri 481 000’dür. Bugüne kadar projede toplam 481 000 TL’lik değer üretilmiştir.
- AC değeri 563 000’dür. Yürütülen faaliyetlerde 563 000TL para harcanmıştır.
- CV değeri -82 000’dür. Kazanılan 481 000 TL’lik değere karşı 563 000 TL para harcanmıştır. Projede maliyet anlamında verimsiz ilerlemiş ve 6 ayda 82 000TL fazladan para harcanmıştır.
- SV değeri -28 500’dür. Planlanan 509 500 TL’lik değere karşı 6 ayda toplam 481 000 TL değer üretilmiştir. Planlanandan 28 500 TL’lik daha az değer üretilmiştir. Proje takviminin gerisinde olduğu gözlemlenmiştir.
- CPI değeri 0,85’dür. CPI’ değerinin 1’den küçük olduğu gözlemlenmiştir. Proje bütçesinde aşım olduğu görülmektedir.
- SPI değeri 0,94’dür. SPI değerinin 1’den küçük olduğu gözlemlenmiştir. Proje takviminin gecikmekte olduğu görülmektedir.
- ETC değeri 465 265’dür. Bu performansla gidilirse projede kalan işler toplam 456 265 TL’ye tamamlanacaktır.
- EAC değeri 1 028 265’dür. Bu performansla gidilirse proje toplam 1 028 265 TL’ye tamamlanacaktır.

Çizelge 5.17. Senaryo1'e ait KDA raporu (6. ayın sonu)

Faaliyet İsmi	Yüzde İlerleme	6.ay sonu KDA raporu											
		EV	AC	PV	CV	SV	CPI	SPI	ETC	EAC			
Özgün Ürün Geliştirme Projesi (Proje X)													
Pazar Araştırması	100%	10000	11500	10000	-1500	0	0,869565	1					
Gereksinimlerin Toplanması	100%	15000	12500	15000	2500	0	1,2	1					
Gereksinimlerin Değerlendirilmesi ve Nihai Haline Geterilmesi	100%	10000	9500	10000	500	0	1,052632	1					
Konsept Alternatiflerin Oluşturulması	100%	15000	14000	15000	1000	0	1,071429	1					
Nihai Konseptin Seçimi	100%	5000	5500	5000	-500	0	0,909091	1					
Gövde Tasarımı	75%	18750	27000	25000	-8250	-6250	0,694444	0,75					
Kuyruk Tasarımı	50%	9000	19000	18000	-10000	-9000	0,473684	0,5					
Kanat Tasarımı	50%	4000	8000	8000	-4000	-4000	0,5	0,5					
Güç Kaynağı Tasarım	50%	5000	10000	10000	-5000	-5000	0,5	0,5					
Elektrik Dağıtım Tasarım	50%	7500	15000	15000	-7500	-7500	0,5	0,5					
Akım Düzenleyici Tasarım	75%	9000	14000	12000	-5000	-3000	0,642857	0,75					
İniş Takımı	75%	56250	80000	75000	-23750	-18750	0,703125	0,75					
Motor	60%	90000	100000	60000	-10000	30000	0,9	1,5					
Hidromekanik Eyleyici	60%	72000	70000	48000	2000	24000	1,028571	1,5					
Yakıt Sistemi	75%	45000	45000	60000	0	-15000	1	0,75					
Aviyonik Ekipman	100%	80000	80000	80000	0	0	1	1					
Gövde	50%	6000	6000	6000	0	0	1	1					
Kablaaj	0%	0	0	0	0	0	0	0					
Komponent	0%	0	0	0	0	0	0	0					
NC Üretim Altyapısının Kurulması	30%	10500	18000	17500	-7500	-7000	0	0					
Tornalı üretim	0%	0	0	0	0	0	0	0					
Elektriksel Montaj	0%	0	0	0	0	0	0	0					
Yapısal Montaj	0%	0	0	0	0	0	0	0					
Sistem Entegrasyonu	0%	0	0	0	0	0	0	0					
Sistem Testleri	0%	0	0	0	0	0	0	0					
Yapısal Testler	0%	0	0	0	0	0	0	0					
Yer Testleri	0%	0	0	0	0	0	0	0					
Uçuş Testleri	0%	0	0	0	0	0	0	0					
Sertifikasyon Testleri	0%	0	0	0	0	0	0	0					
Kabul Faaliyetleri	0%	0	0	0	0	0	0	0					
Personel Eğitim Faaliyetleri	65%	13000	18000	20000	-5000	-7000	0,722222	0,65					
		481000	563000	509500	-82000	-28500	0,854352	0,944063	465265,1	1028265			

Yeni KDA metrikleri; proje başarı kriterleri tanımlanırken nitel olarak eklenmiş, AHP kullanılarak nicel değerlere çevrilmiştir. KDA raporu Çizelge 5.18'de özetlenmiştir.

Çizelge 5.18. Senaryo2'e ait KDA raporu (6.ayın sonu)

Yeni KDA Metriği	Faaliyet	Yüzde İlerleme
TKS1	Motor Tasarım	%60
TKS2	Hidromekanik Eyleyici Tasarım	%60
AKS	NC Üretim Altyapısının Kurulması	%30
PYKS	Personel Eğitim	%65

Yönetici, motor ve hidromekanik eyleyici tasarım faaliyetlerinin (TKS1) “teste hazırlık gözden geçirme (THGG) adımını geçmesini hedeflemiştir. THGG adımının yüzde ilerleme cinsinden nicel karşılığı %49,03 olarak hesaplanmıştır. 6. ay sonu itibarıyla oluşturulan KDA raporuna göre motor ve hidromekanik eyleyici tasarımının hedeften ileride (%60) olduğu gözlemlenmiştir.

Yönetici, NC üretim altyapısının kurulması (AKS) faaliyetlerinin “tezgâh/ekipman tedarik faaliyetlerinin tamamlanması” adımını tamamlayacak şekilde olmasını hedeflemiştir.

Tezgâh/ekipman tedarik faaliyetlerinin tamamlanması adımının yüzde ilerleme cinsinden nicel karşılığı %22,10 olarak hesaplanmıştır. 6.ay sonu itibari ile AKS metriği beklenenden fazla ilerlemiş ve %30 seviyesine gelmiştir.

Yönetici, personel yetkinlik seviyesini “geri bildirim verebilme/iyileştirme yapabilme kabiliyetinin kazanılması” olarak belirlemiştir. Bu adımın yüzde ilerleme cinsinden nicel karşılığı %51,5 olarak hesaplanmıştır. KDA raporuna göre PYKS metriği beklenenden fazla ilerlemiş ve %65 seviyesinde gerçekleşmiştir.

5.8. Yönetici Değerlendirmesi

Portföy yöneticisinden beklenen, içinde bulunduğu kaynak kıtlığı altında portföyünde yer alan savunma projelerinin değerlendirilmesi ve stratejik kararların verilmesidir. Yönetici proje performanslarını klasik KDA ve yeni metrikler eklenmiş KDA raporu yardımıyla incelemiştir. Raporu göre başarısız görünen projeler iptal edilecek, iptal edilen projelerin kaynağı başarılı/ümit vadeden projelere aktarılacaktır.

Senaryo 1'e ait proje başarı kriteri ve KDA raporu sonucu Çizelge 5.19'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.19. Yönetici değerlendirme özeti (senaryo 1)

Metrik	Beklenen Değer	Gerçekleşen Değer	Durum
CPI	> 0,90	0,85	Beklenenden kötü
SPI	> 0,98	0,94	Beklenenden kötü

Projeye sadece takvim ve maliyet başarı kriterleri açısından bakıldığında CPI ve SPI değerlerinin beklenenden düşük olduğu görülmektedir. Projede hem bütçe aşımı olmuş hem de takvimin gerisinde kalınmıştır. Proje 6. ay sonu itibariyle “başarısız” görülmektedir. Yöneticinin verdiği ilk karar, projenin durdurularak kaynakların diğer projelere aktarılması yönünde olmuştur.

Aynı yöneticiye savunma projelerinin stratejik hedeflerini de göz önünde bulunduracak şekilde yeni metrikler eklenmiş KDA raporu sunulmuş ve nihai değerlendirme alınmıştır. Senaryo 2'ye ait proje başarı kriteri ve KDA raporu sonucu Çizelge 5.20'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.20. Yönetici değerlendirme özeti (senaryo 2)

Metrik	Beklenen Değer	Gerçekleşen Değer	Durum
CPI	> 0,90	0,85	Beklenenden kötü
SPI	> 0,98	0,94	Beklenenden kötü
TKS1	>%49,03	%60	Beklenenden iyi
TKS2	> %49,03	%60	Beklenenden iyi
TKS3	>%22,10	%30	Beklenenden iyi
TKS4	>%51,55	%65	Beklenenden iyi

Yönetici bu kez aynı durumdaki projeye farklı bir bakış açısıyla değerlendirmiştir. Proje maliyet ve zaman anlamında beklenenden kötü durumda olsa da stratejik hedeflerdeki ilerlemenin beklenenden iyi durumda olduğu gözlemlenmiştir. Yönetici bu durumda verdiği ilk kararı değiştirerek stratejik hedeflere ulaşabilmek adına projenin devam etmesi gerektiğini nihai karar olarak vermiştir.

5.9. Portföy Yönetimi için Önerilen Matematiksel Model

Bölüm 5.9'a kadar portföy yöneticisi her iki senaryo için de başarı kriterlerini tanımlamış, 6. ay sonundaki KDA raporuna göre proje performansını değerlendirmiş ve proje X için devam kararını vermiştir.

Bu bölümde ise portföy yöneticisinin elinde bulunan 10 proje için belirli kısıtlar altında en fazla projeyi devam ettirme amacıyla matematiksel model önerilmiş ve projeler için en iyi kararın verilmesi amaçlanmıştır.

5.9.1. Problemin modellenmesi

Portföy yöneticisinin portföyünde yer alan projeler ve bu projelerin 6. ay sonu itibarıyla performans parametreleri Çizelge 5.21.'de verilmiştir.

Çizelge 5.21. Portföy yönetim modeli

Proje No	Proje Türü	CPI	SPI	TKS	AKS	PYKS	ETC	KAYNAK İHTİYACI
1	Taarruz	0,85	0,94	0,65	0,30	0,65	400 000	20
2	Taarruz	0,92	0,98	0,20	0,45	0,80	200 000	15
3	Genel Maksat	0,65	0,70	0,45	0,75	0,80	300 000	10
4	İnsansız	0,90	0,98	0,35	0,20	0,65	600 000	10
5	Genel Maksat	0,95	1,01	0,65	0,35	0,50	300 000	15
6	Taarruz	0,86	0,85	0,80	0,45	0,80	250 000	17
7	İnsansız	0,93	0,99	0,70	0,65	0,65	300 000	16
8	Genel Maksat	0,78	0,75	0,60	0,65	0,70	450 000	20
9	İnsansız	0,99	1,1	0,30	0,55	0,50	500 000	8
10	Taarruz	1,10	0,75	0,40	0,40	0,40	300 000	15

Portföyde 4 adet “taarruz”, 3 adet “genel maksat”, 3 adet “insansız” platform geliştirme projesi bulunmaktadır. Bu projelerin 6. ay sonu itibariyle;

- CPI değerleri sırasıyla 0,85; 0,92; 0,65; 0,90; 0,95; 0,86; 0,93; 0,78; 0,99; 1,10’dur. 10 numaralı proje maliyet anlamında en verimli projeyken 3 numaralı proje en verimsiz projedir.
- SPI değerleri sırasıyla 0,94; 0,98; 0,70; 0,98; 1,01; 0,85; 0,99; 0,75; 1,1 ve 0,75’dir.

9 numaralı proje takvimin en önünde olan projedir. 3 numaralı proje ise takvimsel gecikmelerin en fazla meydana geldiği projedir.

- TKS değerleri sırasıyla 0,94; 0,98; 0,70; 0,98; 1,01; 0,85; 0,99; 0,75; 1,1; 0,75’dir.

6 numaralı proje teknoloji kazanımının en fazla olduğu projeyken, 2 numaralı projede kazanım en düşüktür.

- AKS değerleri sırasıyla 0,30; 0,45; 0,75; 0,20; 0,35; 0,45; 0,65; 0,65; 0,55; 0,40’dır. 3 numaralı projede altyapı kazanımı en yüksek, 4 numaralı projede en düşüktür.
- PYKS değerleri sırasıyla 0,65; 0,80; 0,80; 0,65; 0,50; 0,80; 0,65; 0,70; 0,50; 0,40’dır.

2, 3 ve 6 numaralı projelerde personel yetkinlik kazanımı en yüksek, 10 numaralı projede en düşüktür.

- ETC değeri sırasıyla 400 000, 200 000, 300 000, 600 000, 300 000, 250 000, 300 000, 450 000,500 000 ve 300 000'dür.
- Projelerin devam etmesi durumunda gereken mühendis sayısı sırasıyla 20, 15, 10, 10, 15, 17, 16, 20, 8, 15'dir.

Devam edecek projelerin belirlenmesinde kullanılacak 0-1 tamsayılı doğrusal programlama modeli aşağıdaki amaç ve kısıtlar altında oluşturulmuştur;

Karar değişkeni

$X_i = 0$ veya 1 ($X_i=1$, i. proje devam eder, $X_i=0$ i. proje iptal edilir)

Kısıtlar

Kısıt1: Bütçe kısıtıdır. 6. ayın sonunda yılsonuna kadar kalan bütçe 1 200 000'dir. Devam ettirilecek projelerin "tahmini kalan tamamlanma maliyeti (ETC)" toplamı kalan bütçeden küçük ya da eşit olmalıdır.

$$400\ 000\ X_1 + 200\ 000\ X_2 + 300\ 000\ X_3 + 600\ 000\ X_4 + 300\ 000\ X_5 + 250\ 000\ X_6 + 300\ 000\ X_7 + 450\ 000\ X_8 + 500\ 000\ X_9 + 300\ 000\ X_{10} \leq 1\ 200\ 000 \quad (5.1)$$

Kısıt 2: Personel/kaynak kısıtıdır. 6. ayın sonu itibari ile şirkette 85 mühendis çalışmaktadır. Devam ettirilecek projelerin "kaynak ihtiyacı" toplamı kalan mühendis sayısından küçük ya da eşit olmalıdır.

$$20\ X_1 + 15\ X_2 + 10\ X_3 + 10\ X_4 + 15\ X_5 + 17\ X_6 + 16\ X_7 + 20\ X_8 + 8\ X_9 + 15\ X_{10} \leq 85 \quad (5.2)$$

Kısıt 3: Stratejik karar olarak insansız platformların en fazla ikisi ayın anda devam etmelidir.

$$X_4 + X_7 + X_9 \leq 2 \quad (5.3)$$

Kısıt 4: Stratejik karar olarak taarruz platformlarından 2 tanesi devam etmelidir.

$$X_1 + X_2 + X_6 + X_{10} = 2 \quad (5.4)$$

Kısıt 5: 3 ve 8 numaralı genel maksat projeleri birbiriyle ilgili olduğundan aynı anda devam ettirilmeli ya da iptal edilmelidir.

$$X_3 - X_8 = 0 \quad (5.5)$$

Kısıt 6: $X_i = 0$ veya 1 ($X_i=1$, i. proje seçilir; $X_i=0$, i. proje seçilmez)

$$X_i = \{0,1\} \quad (5.6)$$

Amaç fonksiyonu: Proje portföyünün toplam CPI değerini maksimize etmektir.

$$\text{Max } Z = 0,85 X_1 + 0,92 X_2 + 0,65 X_3 + 0,90 X_4 + 0,95 X_5 + 0,86 X_6 + 0,93 X_7 + 0,78 X_8 + 0,99 X_9 + 1,10 X_{10}$$

5.9.2. Problemin çözümü

Problem, 0-1 tamsayılı modellenerek lingo çözücüsü kullanılarak çözülmüştür.

Çözüm sonucu

$Z=3,90$ mevcut kısıtlar altında sadece 4 projenin devam edebileceği görülmüştür.

$$X_1=0, X_2=1, X_3=0, X_4=0, X_5=1, X_6=0, X_7=1, X_8=0, X_9=0, X_{10}=1$$

Bu değerlere göre;

2 ve 10 numaralı taarruz projeleri, 5 numaralı genel maksat projesi, 7 numaralı insansız platform projesinin devam edeceği, diğer projelerin durdurulacağı sonucuna ulaşılmıştır.

1 numaralı kısıt için kullanılmamış 100 000 TL'lik kaynak bulunmaktadır. 2 numaralı kısıtta 24 personellik kaynak kullanılmamıştır. 3 numaralı kısıtta sadece tek proje seçilmiştir. 4 ve 5 numaralı kısıtlarda sağ taraf değerleri tamamen kullanılmıştır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Savunma projelerinin diğer endüstriyel projelerden yapısal farklılıklarının bulunması tezin çıkış noktasını oluşturmuştur. Savunma proje yöneticileri, performans ölçümü yaparken sadece zaman ve maliyet odaklı değerlendirme yaparsa değerlendirme eksik kalacak, bu projelerin stratejik çıktıları göz ardı edilecektir. Özgün savunma projeleri, çoğunlukla personel yetiştirmeyi, kendi kendine yetecek kritik tasarım ve üretim kabiliyetlerine kavuşmayı hedefler. Hedeflerin her biri savunma projelerinin sürdürülebilirliği için hayati önem taşımaktadır.

Yetişmiş insan kaynağı, kazanılmış kritik tasarım ya da üretim kabiliyetleri bir sonraki özgün savunma projesine ışık tutacaktır. Bu kazanımlarla birlikte teknik karmaşıklığı fazla olan projeler daha az hatayla daha kısa sürede başarıya ulaşabilecektir.

Çalışmada proje performans ölçümünde kullanılan KDA yöntemine savunma projelerine özel bir bakış açısı eklenmiştir. Literatürde zaman ve maliyet odaklı bulunan KDA metriklerine teknoloji kazanımı, altyapı kazanımı ve personel yetkinlik kazanımı olmak üzere 3 farklı metrik eklenmiştir. Bütçe ve zaman gibi kısıtlı kaynaklar altında stratejik kararlar vermek durumunda olan yönetici, karar aşamasında literatürde var olan metriklere ek olarak yeni KDA metriklerini de göz önünde bulundurmıştır. Yeni metrikler, yöneticinin projeye bakış açısını değiştirmiş, ilk verdiği karardan farklı bir karar vermesine neden olmuştur.

Yönetici ilk önce, projeden beklentisini sadece zaman ve maliyet parametreleriyle tanımlamış, 6. ay sonunda klasik KDA kullanarak yaptığı değerlendirmede projenin beklenen performanstan uzakta olduğunu gözlemlemiştir. İlk değerlendirme sonucunda elindeki bütçenin kısıtlı olması nedeniyle projeyi iptal ederek kaynakları (bütçe ve personel) başarılı, ümit vadeden diğer projelere aktarmayı planlamıştır. İkinci durumda yönetici, proje beklentisini tanımlarken zaman ve maliyete ek olarak stratejik çıktılar olan "teknoloji kazanımı", "altyapı kazanımı" ve "personel yetkinlik kazanımı" hedeflerini de göz önünde bulundurmıştır. Bu yeni başarı kriterleriyle birlikte proje 6. ayın sonunda değerlendirildiğinde stratejik kazanımlardaki ilerlemenin iyi durumda olduğu gözlemlenmiştir. Proje zaman ve maliyet anlamında kötü performans sergilese de stratejik kazanımların elde edilmesi noktasında beklenenden iyi durumdadır. Proje bir miktar maliyet

ve takvim sapmasına rağmen ümit vadetmektedir. Yöneticinin nihai kararı değişerek projenin sürdürülmesi ve kaynak aktarımının devam etmesi yönünde olmuştur.

Yönetici teknoloji kazanımı, altyapı kazanımı ve personel yetkinlik kazanımı kapsamında performans ölçütü tanımlarken niteliksel tanımlamalar yapabilmıştır. Yönetici tanımladığı bu kriterlerin ne kadarlık bir yüzde ilerlemeye karşılık geldiğini bilmemektedir. Çalışmadaki niteliksel metrikler AHP yardımıyla nicel değerlere dönüştürülmüştür. Faaliyet ilerlemelerinin kişiden kişiye değişkenlik gösterebilmesi literatürde tartışılan bir durumdur. Çalışmada bu noktada özellikle ürün geliştirme, üretim altyapısı kazanımı ve personel yetkinlik kazanımı faaliyetlerindeki ilerleme alt faaliyetler halinde incelenmiş, bu alt faaliyetlerin karşılık geldiği nicel değerleri ortaya konulmuştur.

Çalışmanın son kısmında 10 adet projeden oluşan bir portföy, 0-1 tamsayılı doğrusal programlama modeli ile değerlendirilmiş ve çözüm yöneticiye sunulmuştur. Model oluşturulurken amaç fonksiyonu, projeler için en iyi Maliyet Performansını (CPI) gösteren projelerin seçimi şeklinde kurgulanmıştır. Tanımlanan kısıtlar altında sadece maliyet performansı en iyilenmeye çalışıldığında teknoloji kazanımı, altyapı kazanımı ve personel yetkinlik kazanımı gibi kriterlerin göz ardı edildiği gözlemlenmiştir.

Çalışma ayrıca, bir projenin planlanması, proje takviminin oluşturulması, faaliyetlere bütçe tahsis edilmesi gibi uygulama adımlarını da içermektedir.

Çalışmada bazı kısıtlılıklar da mevcuttur. Savunma projelerindeki bilgi gizliliği nedeniyle uygulama adımı kullanılan proje tamamen kurgusaldır. Faaliyet isimleri genel geçer isimler olarak yazılmıştır. Maliyet kalemleri ise gerçeği yansıtmamaktadır. Proje başarı kriteri senaryolar üzerinden tanımlandığından fazla sayıda stratejik yönetici değerlendirmesi yerine kısıtlı sayıda deneyimli program yöneticisi görüşü alınmıştır.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda; sadece kritik faaliyetleri değil tüm proje faaliyetlerindeki ilerlemeyi nicel olarak ölçebilecek bir yaklaşım geliştirilebilir. Portföy yönetim modeli arayüzü iyileştirilerek karar destek sistemi tasarlanabilir.

KAYNAKLAR

1. Government Accountability Office. (2021). *James Webb Space Telescope: Project nears completion, but work remains before launch and full cost estimate available* (GAO-21-306). Washington: U.S. Government Publishing, 1-5.
2. Tang, C. S., Zimmerman, J. D., and Nelson, J. I. (2009). Managing new product development and supply chain risks: The Boeing 787 case. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 10(2), 74-86.
3. Maurer, N., and Yu, C. (2010). *The big ditch: how America took, built, ran, and ultimately gave away the Panama Canal*. New Jersey: Princeton University Press, 1-2.
4. Valle, J. A., and Soares, C. A. P. (2006). *The use of earned value analysis (EVA) in the cost management of construction projects*. Paper presented at PMI® Global Congress 2006—EMEA, Project Management Institute. Madrid, Spain.
5. Bahar, M. (2008). *Hizmet alımı tipli sözleşmelerde kazanılmış değer analizi modeli ve bir uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
6. Gürbüz, A. (2010). *Kazanılmış değer analizi metodunun bir tersane projesine uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gebze.
7. Bhosekar, S. K., and Vyas, G. (2012). Cost controlling using earned value analysis in construction industries. *International Journal of Engineering and Innovative Technology*, 1(4), 324-332.
8. Duran, Z. (2016). *Bir proje performans ölçüm sistemi olarak kazanılmış değer analizi ve bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
9. Koçak, S. (2018). *İnşaat projelerinde kazanılmış değer analizi ile Primavera P6 destekli maliyet kontrolü ve bir uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
10. Şahin, Ç. (2020). *Proje yönetiminde kazanılmış değer analizi ve örnek bir uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
11. Nouban, F., Alijl, N., and Tawalbeh, M. (2020). Integrated earned value analysis and their impact on project success. *International Journal of Advanced Engineering, Sciences and Applications*, 1(1), 34-39.
12. Almeida, R., Abrantes, R., Romão, M., and Proença, I. (2021). The impact of uncertainty in the measurement of progress in earned value analysis. *Procedia Computer Science*, 181, 457-467.

13. Ünsal, A. (2022). *Kamu bina yapım işlerinde süre ve maliyet sapmalarının erken tespiti için kazanılmış değer analizine dayalı bir izleme sisteminin geliştirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
14. Soliman, E., Alrasheed, K. A., Alghanim, S., and Morsi, E. (2024). Integrating risk management and earned value framework to detect early warning signs–Case study. *Journal of Engineering Research*, 1016.
15. Desse, E. M., and Mengesha, W. J. (2024). Predicting construction cost under uncertainty using grey-fuzzy earned value analysis. *Heliyon*, 10(6), e27662.
16. Heerkens, G. R. (2002). *Project management*. New York: McGraw-Hill/Irwin, 10-12.
17. Tekir, G. (2006). *Proje yönetimi: Kavramları-metodolojisi ve uygulamaları*. İstanbul: Çağlayan Kitabevi, 8-13.
18. Ece, E., ve Kovancı, A. (2004). Proje yönetimi ve insan kaynakları ilişkisi. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 1(4), 75-85.
19. Project Management Institute. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*, Seventh Edition and The Standard for Project Management. Project Management Institute.
20. Atkinson, R. (1999). Project management: Cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. *International Journal of Project Management*, 17(6), 337-342.
21. Royce, W. W. (1987, March). *Managing the development of large software systems: concepts and techniques*. Proceedings of the 9th International Conference on Software Engineering, Honolulu, USA, 328-338.
22. İnternet: Beck, K., Beedle, M., Van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., and Thomas, D. (2001). *The agile manifesto*. URL: <https://agilemanifesto.org/>, Son Erişim Tarihi: 22.05.2025.
23. Kwak, Y. H. (2005). Part i fundamentals of project management. In: *The Story of Managing Projects: An Interdisciplinary Approach*. Connecticut: Greenwood Publishing Group, 1-2.
24. Seymour, T., and Hussein, S. (2014). The history of project management. *International Journal of Management & Information Systems (Online)*, 18(4), 233-240.
25. Morris, P. W. (2011). A brief history of project management. *Oxford Academic*, 15-36.
26. Levitt, R. E. (2011). Towards project management 2.0. *Engineering Project Organization Journal*, 1(3), 197-210.
27. Khan, A. (2006). Project scope management. *Cost Engineering*, 48(6), 12-16.
28. Ahuja, V., and Thiruvengadam, V. (2004). Project scheduling and monitoring: Current research status. *Construction Innovation*, 4(1), 19-31.

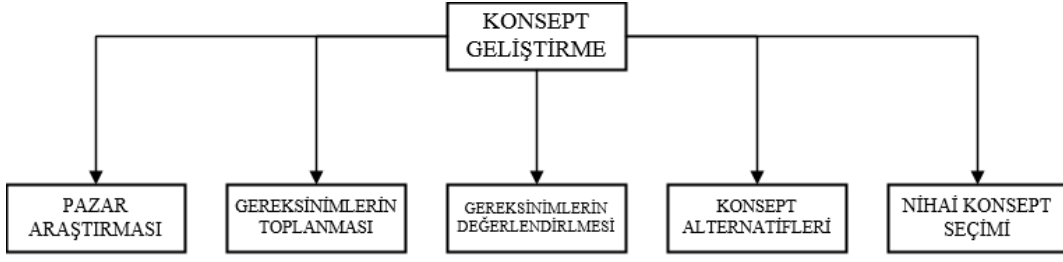
29. Huselid, M. A. (1995). The impact of human resource management practices on turnover, productivity, and corporate financial performance. *Academy of Management Journal*, 38(3), 635-672.
30. Schmid, B., and Adams, J. (2008). Motivation in project management: The project manager's perspective. *Project Management Journal*, 39(2), 60-71.
31. Ramachandran, K. K., and Karthick, K. K. (2019). Gantt chart: An important tool of management. *The International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(7), 140-142.
32. İnternet: Planport Bogs, Gant Chart Nedir. URL: <http://help.planports.com/Blog/Post/gantt-chart-nedir>, Son Erişim Tarihi: 26.04.2025.
33. Mazlum, M. (2014). *CPM, PERT ve bulanık mantık teknikleriyle proje yönetimi ve bir işletmede uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
34. Hofmann, P. A. (1993). Critical path method: an important tool for coordinating clinical care. *The Joint Commission Journal on Quality Improvement*, 19(7), 235-246.
35. İnternet: AcqNotes, Understanding the Critical Path (CPM). URL: <http://acqnotes.com/acqnote/tasks/critical-path-critical-path-method>, Son Erişim Tarihi: 26.04.2025.
36. Malcolm, D. G., Roseboom, J. H., Clark, C. E., and Fazar, W. (1959). Application of a technique for research and development program evaluation. *Operations Research*, 7(5), 646-669.
37. Cottrell, W. D. (1999). Simplified program evaluation and review technique (PERT). *Journal of construction Engineering and Management*, 125(1), 16-22.
38. Anbari, F. T. (2003). Earned value project management method and extensions. *Project Management Journal*, 34(4), 12-23.
39. İnternet: Kutman & Partners, Kazanılan Değer Yönetimi Nedir. URL: <http://www.kutmen.com/kazanilan-deger-yoenetimi-nedir>, Son Erişim Tarihi: 26.04.2025
40. ISO, I. (2015). *IEC/IEEE International Standard-Systems and software engineering—System life cycle processes*. ISO/IEC/IEEE 15288 First edition 2015–05–15, Technical Report.
41. Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3-5), 161-176.
42. Ersöz, F., ve Kabak, M. (2010). Savunma sanayi uygulamalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinin literatür araştırması. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 9(1), 97-125.
43. Yılmaz, Ö. (2024). *Çok kriterli karar verme ve hedef programlama ile eğitim uçağı seçimi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.



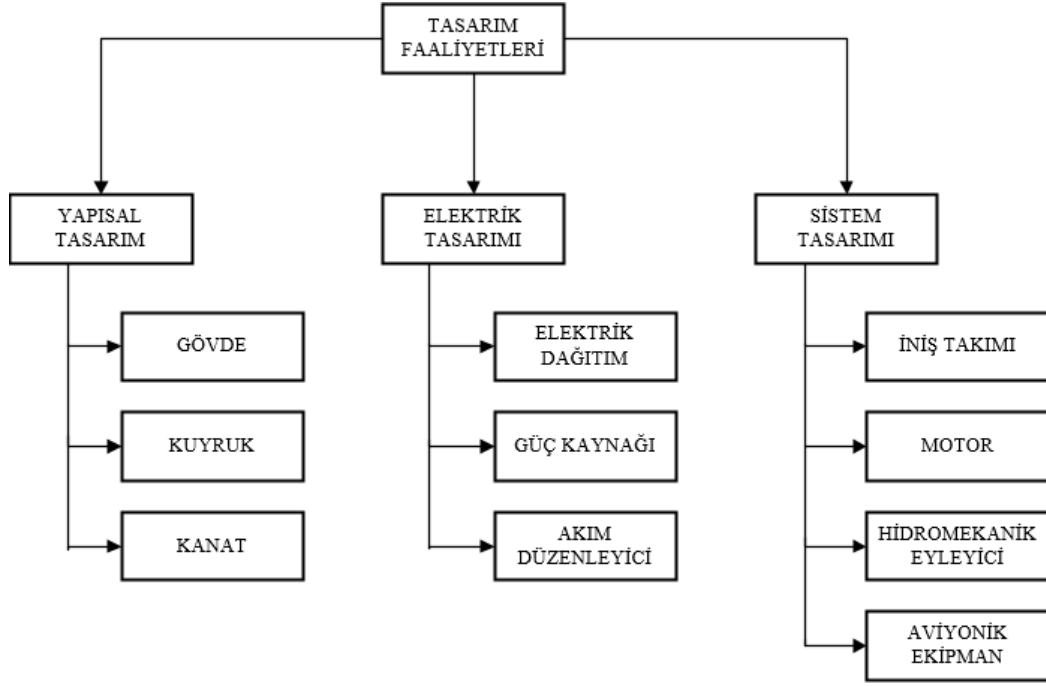


EKLER

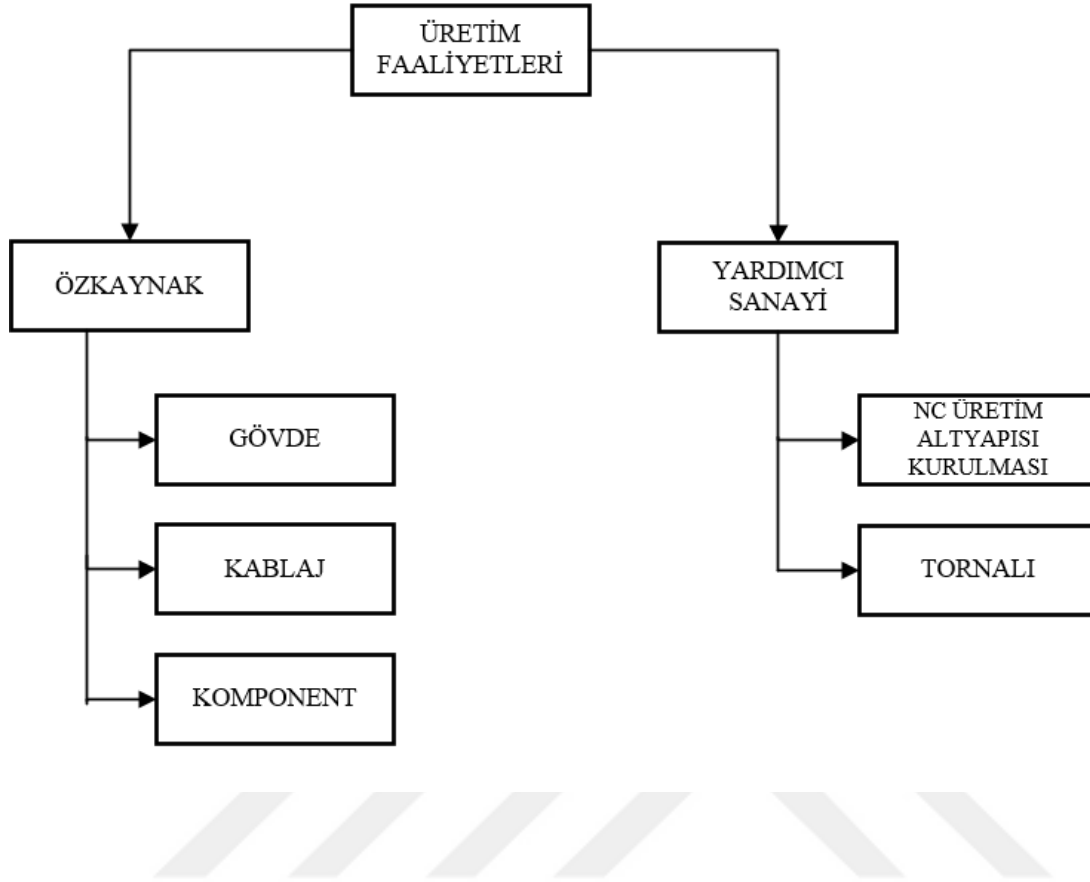
EK-1. Konsept Geliştirme Faaliyetleri Hiyerarşik Gösterim



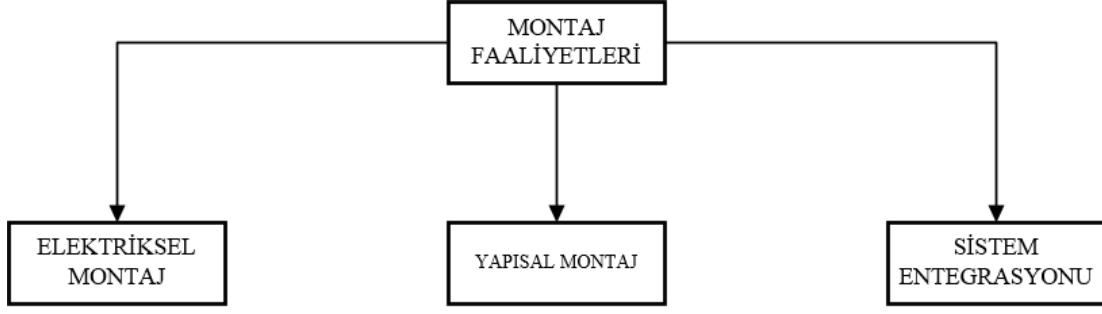
EK-2. Tasarım Faaliyetleri Hiyerarşik Gösterim



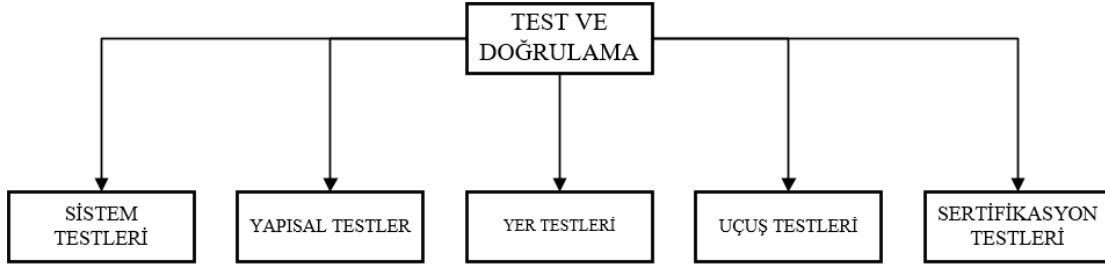
EK-3. Üretim Faaliyetleri Hiyerarşik Gösterim



EK-4. Montaj Faaliyetleri Hiyerarşik Gösterim



EK-5. Test ve Doğrulama Faaliyetleri Hiyerarşik Gösterim



EK-6. Matematiksel Modelin Lingo Çözümü

```

LINGO/WIN64 20.0.23 (5 Sep 2023 ), LINDO API 14.0.5099.295

Licensee info: Eval Use Only
License expires: 7 SEP 2025

Global optimal solution found.
Objective value:                3.900000
Objective bound:                3.900000
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:          0
Total solver iterations:        0
Elapsed runtime seconds:        0.06

Model Class:                    MILP

Total variables:                 10
Nonlinear variables:             0
Integer variables:              10

Total constraints:               6
Nonlinear constraints:           0

Total nonzeros:                 39
Nonlinear nonzeros:             0

```

Variable	Value	Reduced Cost
X1	0.000000	-0.8500000
X2	1.000000	-0.9200000
X3	0.000000	-0.6500000
X4	0.000000	-0.9000000
X5	1.000000	-0.9500000
X6	0.000000	-0.8600000
X7	1.000000	-0.9300000
X8	0.000000	-0.7800000
X9	0.000000	-0.9900000
X10	1.000000	-1.1000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	3.900000	1.000000
2	100000.0	0.000000
3	24.00000	0.000000
4	1.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000



Gazili olmak ayrıcalıktır