

**YETENEK TABANLI SAVUNMA PROJE SEÇİMİNDE
YENİ BİR YAKLAŞIM: MAQ VE ÇÖZÜMLERİ**

Birce BOĞA BAKIRLI

**DOKTORA TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAYIS 2012

ANKARA

**YETENEK TABANLI SAVUNMA PROJE SEÇİMİNDE
YENİ BİR YAKLAŞIM: MAQ VE ÇÖZÜMLERİ**

Birce BOĞA BAKIRLI

**DOKTORA TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAYIS 2012
ANKARA**

Birce BOĞA BAKIRLI tarafından hazırlanan “YETENEK TABANLI SAVUNMA PROJE SEÇİMİNDE YENİ BİR YAKLAŞIM: MAQ VE ÇÖZÜMLERİ” adlı bu tezin Doktora tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Cevriye GENCER
Tez Danışmanı,
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İhsan ALP
İstatistik Anabilim Dalı, G.Ü.

Prof. Dr. Cevriye GENCER
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Prof. Dr. Aydın ULUCAN
İşletme Anabilim Dalı, H.Ü.

Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Doç. Dr. Mehmet ATAK
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Tarih:28 /05/2012

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Doktora derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Birce BOĞA BAKIRLI

**YETENEK TABANLI SAVUNMA PROJE SEÇİMİNDE
YENİ BİR YAKLAŞIM: MAQ VE ÇÖZÜMLERİ
(Doktora Tezi)**

Birce BOĞA BAKIRLI

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Mayıs 2012

ÖZET

Savunma alanında projelerin değerlendirilmesi ve seçimi ülke açısından önemli bir karar problemidir. Projeler normal koşullarda parasal getirilerine dayalı olarak seçilirken; savunma alanında proje gerçekleştirilme riski, çevre, harekât alanındaki faydalar vb şeklinde farklı faydalarına göre değerlendirilmektedir. Projelerin faydalarına göre seçimi literatürde sermaye bütçeleme/sırt çantası/proje seçimi problemleri olarak tanımlanmaktadır.

Günümüzde savunma için uzun vadeli planlamalarda, klasik proje seçiminden yetenek tabanlı proje seçim yaklaşımına doğru bir geçiş yaşanmaktadır. Bu yeni yaklaşımda projelere, güvenlik alanındaki kullanımı, personel ve eğitim ihtiyaçları vb şeklinde bir bütün olarak bakılmakta ve farklı kullanım alanlarına göre farklı senaryolar tanımlanmaktadır.

Bu tezde, uzun dönemli savunma proje seçiminde yeni bir kombine yaklaşım, MAQ yaklaşımı önerilmektedir. MAQ yaklaşımı, çok amaçlı-AHP-KFY konularını içeren aşamalardan oluşmaktadır. MAQ yaklaşımı ile elde edilen veriler kullanılarak oluşturulan çok amaçlı-çoklu sermaye bütçeleme modeli hedef programlama ve bulanık hedef programlama ile çözülmektedir.

Karar vericinin, amaçlar arası öncelik veya amaç ağırlık değerleri bilgilerine sahip olması durumlarına göre öncelikli veya toplamsal ağırlıklı hedef ve bulanık hedef programlama modelleri kullanılmaktadır. Önerilen yaklaşım ve dört ayrı zm yöntemi, onaltı proje ve sekiz senaryo üzerinde uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar yorumlanmış ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Bilim Kodu : 906.1.080

Anahtar Kelimeler : Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY), Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Sermaye Btceleme Problemi (SBP), Hedef Programlama (HP), Bulanık Hedef Programlama (BHP)

Sayfa Adedi : 99

Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Cevriye GENCER

**A NEW APPROACH IN CAPABILITY BASED DEFENSE
PROJECT SELECTION: MAQ AND SOLUTIONS**

(Ph. D. Thesis)

Birce BOĞA BAKIRLI

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

May 2012

ABSTRACT

Evaluation and selection of projects in the field of defense is an important decision problem for the country. While in normal circumstances projects are selected based on financial returns, in the field of defense the realization risk of projects, environmental impact, war field benefits, etc. are evaluated as varied benefits. Selection of projects according to benefits is defined in the literature as capital budgeting problems.

Nowadays, “in long-term defense planning/projects”, the approach is transforming from classic project selection towards an approach based on capability based project selection. In this new approach projects are treated as a whole by including the use in defense sector, manpower requirements, and necessities of training and different scenarios are defined considering different areas.

In this dissertation, a new combined approach, MAQ is proposed for selection of the long-term defense projects. MAQ approach is composed of multi-objective- AHP-QFD stages. The capital budgeting problem, modeled by using data gathered from MAQ approach is solved by goal programming and fuzzy goal programming

Pre-emptive or additive goal and fuzzy goal programming models are used depending on condition of the decision maker having priority in between objectives or weight values of objectives. Suggested approach and four different solutions applied on sixteen projects and eight scenarios. The results are compared with each other and interpreted.

Science Code : 906.1.080

Key Words : Quality Function Deployment (QFD), Analytical Hierarchy Process (AHP), Capital Budgeting Problem (CBP), Goal Programming (GP), Fuzzy Goal Programming (FGP)

Page Number: 99

Adviser : Prof. Dr. Cevriye GENCER

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Hocam Prof. Dr. Cevriye GENCER'e yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım Prof. Dr. Mehmet ULUCAN'a, Doç.Dr. Mehmet ATAK'a ve Yrd. Doç.Dr. Emel KIZILKAYA AYDOĞAN'a, beni destekleyen kız kardeşim Gözde BOĞA'ya ayrıca manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli anne, babama ve eşim Barıő BAKIRLI ile kızım İnci BAKIRLI'ya teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ	1
2. SERMAYE BÜTÇELEME PROBLEMİ ve ÇEŞİTLERİ	4
2.1. Sermaye Bütçeleme Problemi.....	4
2.1.1. Sermaye bütçeleme problemi temel modeli.....	4
2.1.2. Çoklu sermaye bütçeleme problemi modeli	5
2.1.3. Çok amaçlı çoklu sermaye bütçeleme problemi modeli	6
2.2. SBP Literatür Araştırması	7
3. KULLANILAN YÖNTEMLER.....	9
3.1. Yetenek Tabanlı Planlama	9
3.1.1. YTP literatür araştırması	11
3.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi	12
3.2.1. AHP literatür araştırması.....	13
3.3. Kalite Fonksiyon Yayılımı.....	14
3.3.1. KFY literatür araştırması.....	17
3.4. Hedef Programlama.....	18

	Sayfa
3.4.1. HP literatür araştırması	20
3.5. Bulanık Hedef Programlama	21
3.5.1. BHP literatür araştırması	22
4. MAQ YAKLAŞIMI.....	24
4.1. Savunma Projelerinde Amaçlar	24
4.2. Savunma Projelerinde Bütçeler.....	24
4.3. Savunma Projelerinin Seçiminde MAQ Yaklaşımı	25
4.3.1. Senaryo ve yetenek mimarisinin belirlenmesi	27
4.3.2. Senaryo ve yetenek mimarisinin AHP ile ağırlıklandırılması	28
4.3.3. KFY uygulaması	29
4.3.4. Çok amaçlı çoklu SBP modelinin kurulması	29
4.3.5. HP ve BHP çözümleri	29
5. UYGULAMA	30
5.1. Senaryo ve Yetenek Mimarisinin Belirlenmesi	31
5.1.1. Fayda amacı için senaryo ve yeteneklerin belirlenmesi	31
5.1.2. Risk amacı için senaryo ve yeteneklerin belirlenmesi	34
5.1.3. Çevre amacı için senaryo ve yeteneklerin belirlenmesi	35
5.2. Senaryo ve Yetenek Mimarisinin AHP ile Ağırlıklandırılması	35
5.2.1. Fayda amacı için senaryo ve yetenek alanlarının AHP ile ağırlıklandırılması	35
5.2.2. Risk amacı için senaryo ve yetenek alanlarının AHP ile ağırlıklandırılması	38
5.2.3. Çevre amacı için senaryo ve yetenek alanlarının AHP ile ağırlıklandırılması	39
5.3. KFY Uygulaması	40

	Sayfa
5.3.1. Fayda amacı için KFY uygulaması	40
5.3.2. Risk amacı için KFY uygulaması.....	45
5.3.3. Çevre amacı için KFY uygulaması	47
5.4. HP ve BHP Çözümleri	49
5.4.1. Toplamsal ağırlıklı HP modeli	50
5.4.2. Öncelikli HP modeli.....	51
5.4.3. Toplamsal ağırlıklı BHP modeli.....	52
5.4.4. Öncelikli BHP modeli	56
5.5. Çözümlerin Karşılaştırılması ve Duyarlılık Analizi	57
5.5.1. HP çözümü	57
5.5.2. BHP çözümü.....	58
5.5.3. HP ve BHP karşılaştırılması ve duyarlılık analizi.....	59
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	64
KAYNAKLAR	67
EKLER.....	75
EK-1 Senaryo ağırlıklandırma anketleri	76
EK-2 Fayda yetenek alanı ağırlıklandırma anketleri	79
EK-3 Risk yetenek alanı ağırlıklandırma anketleri.....	93
EK-4 Çevre etkisi yetenek alanı ağırlıklandırma anketleri.....	96
ÖZGEÇMİŞ	99

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. KFY ilişki puanlama sistemi	15
Çizelge 5.1. Proje adları.....	30
Çizelge 5.2. Fayda senaryolarının detayları.....	33
Çizelge 5.3. Yetenek alanları	34
Çizelge 5.4. Risk senaryolarının detayları	35
Çizelge 5.5. Çevre etkisi senaryolarının detayları	35
Çizelge 5.6. Senaryo ağırlıkları	36
Çizelge 5.7. Yetenek alanı ağırlıkları	37
Çizelge 5.8. Çarpılan yetenek alanı ağırlıkları.....	37
Çizelge 5.9. Toplam yetenek alanı ağırlıkları	38
Çizelge 5.10. Risk yetenek alanları ağırlıkları.....	39
Çizelge 5.11. Çevre etkisi yetenek alanları ağırlıkları.....	39
Çizelge 5.12. Yeteneklerin listesi	41
Çizelge 5.13. Birinci adım KFY matrisi	42
Çizelge 5.14. İkinci adım KFY matrisi (proje 1-8).....	43
Çizelge 5.15. İkinci adım KFY matrisi (devamı proje 9-16).....	44
Çizelge 5.16. KFY sonuçları (projelerin faydaları)	45
Çizelge 5.17. Projelerin gerçekleşme riski KFY matrisi (proje 1-8).....	46
Çizelge 5.18. Projelerin gerçekleşme riski KFY matrisi (devamı proje 9-16)	46
Çizelge 5.19. KFY sonuçları (proje gerçekleşme riskleri)	47
Çizelge 5.20. Projelerin çevresel etki KFY matrisi (proje 1-8).....	48

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.21. Projelerin çevresel etki KFY matrisi (devamı proje 9-16)	48
Çizelge 5.22. KFY sonuçları (projelerin çevreye olumsuz etkisi).....	49
Çizelge 5.23. Farklı bütçe durumlarında kullanılan hedefler	57
Çizelge 5.24. Farklı bütçe durumlarına (1-2) göre kullanılan alt ve üst hedefler..	58
Çizelge 5.25. Farklı bütçe durumlarına (3-4) göre kullanılan alt ve üst hedefler..	58
Çizelge 5.26. Toplamsal ağırlıklı HP'da ve toplamsal ağırlıklı BHP'da	
amaca ulaşma durumları (bütçe durumu 1-2-3-4)	59
Çizelge 5.27. Öncelikli HP ve öncelikli BHP'da.....	
amaca ulaşma durumları (bütçe durumu 1-2-3-4)	60

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Kalite evi.....	15
Şekil 4.1. MAQ yaklaşımı ve çözüm aşamaları.....	26
Şekil 5.1. Senaryo boyutları.....	33
Şekil 5.2. Üyelik fonksiyonu-1	53
Şekil 5.3. Üyelik fonksiyonu-2	53
Şekil 5.4. Üyelik fonksiyonu-3	54
Şekil 5.5. Hedef karşılanma yüzdesi (bütçe durumu 1)	61
Şekil 5.6. Hedef karşılanma yüzdesi (bütçe durumu 2)	62
Şekil 5.7. Hedef karşılanma yüzdesi (bütçe durumu 3)	62
Şekil 5.8. Hedef karşılanma yüzdesi (bütçe durumu 4)	63

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklama
b_i	i projesinin faydası
c	Planlanan bütçe
c_j	Planlanan j'inci bütçe
çevre	Çevre amacının alt limiti
d^-	Fayda amacından negatif sapma
d^+	Fayda amacından pozitif sapma
e_i	i projesinin çevre etkisi
e^+	Çevre amacından pozitif sapma
e^-	Çevre amacından negatif sapma
fayda	Fayda amacının üst limiti
l_1	Fayda amacının alt limiti
m_i	i projesinin maliyeti
risk	Risk amacının alt limiti
r_i	i projesinin riski
r^+	Risk amacından pozitif sapma
r^-	Risk amacından negatif sapma
u_2	Risk amacının üst limiti
u_3	Çevre amacının üst limiti
x_i	Projenin yapılıp yapılmayacağını gösteren karar değişkeni
x_{ij}	Projenin j bütçesinde yapılıp yapılmayacağını gösteren karar değişkeni
w_k	k hedefinin ağırlığı
Z_1	Fayda amaç fonksiyonu

Simgeler Z_2 Z_3 μ_{Z_i} λ **Açıklama**

Risk amaç fonksiyonu

Çevre amaç fonksiyonu

Bulanık i amacının başarı derecesi

Amaçların öncelik sırası katsayısı

Kısaltmalar**AHP****ANP****ARGE****BHP****ÇGP****ÇAKV****ÇKKV****DEMATEL****FMS****HP****KFY****MAQ****NATO****OYTEP****PROMETHEE****SBP****SÇP****TOPSIS****YTP****Açıklama**

Analitik Hiyerarşi Prosesi

Analitik AĞSüreci (Analytic Network Process)

Araştırma ve Geliştirme

Bulanık Hedef Programlama

Çoklu Gelecek Projesi

Çok Amaçlı Karar Verme

Çok Kriterli Karar Verme

The Decision Making Trial and Evaluation
LaboratoryYabancı Askeri Alımlar (Foreign Military
Sales)

Hedef Programlama

Kalite Fonksiyon Yayılımı

Multi-objective, AHP and QFD

Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü (North
Atlantic Treaty Organization)

On Yıllık Tedarik Programı

The Preference Ranking Organization
Method For Enrichment Evaluation

Sermaye Bütçeleme Problemi

Sırt Çantası Problemi

Technique for Order Preference by Similarity
to Ideal Solution

Yetenek Tabanlı Planlama

1. GİRİŞ

Uzun dönemli stratejik planlamanın en önemli hedeflerinden biri organizasyonun gelecekte bulunacağı ortamı tahmin ederek kurumun bu ortamda başarılı olacağı bir yapıya dönüşümünü gerçekleştirmektir. Bu dönüşümün en önemli aracı organizasyonu gerçekleştireceği yeni yetenek kazandırıcı projeler ve bu projelerden elde edeceği kazanımlardır. Sermaye Bütçeleme Problemi (SBP) kaynakların dağılımında ve gerçekleştirilecek projelerin seçiminde hem kamu hem özel sektörde sık rastlanan önemli bir gerçek hayat problemidir. Projeler getirileri dikkate alınarak kurumun bütçe vb. kısıtları dikkate alınarak genellikle birden fazla birbiri ile çelişen amaç ele alınarak seçilirler.

Stratejik konumu nedeniyle modern askeri silah sistemleri bulundurma gereksiniminde olan ülkemizde, bu sistemlerin maliyetlerinin oldukça yüksek olması ve gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'nin askeri harcama kaynaklarının oldukça kısıtlı olması nedeniyle, savunma bütçesine ayrılan kaynakların çok hassas bir şekilde planlanması gerekmektedir. SBP Türk Silahlı Kuvvetleri'nin yüksek öncelikli ve karmaşık bir problem alanını oluşturmaktadır.¹

Kıt kaynakların etkin ve verimli bir şekilde organizasyonların amaç ve faaliyetlerini destekleyecek tarzda kullanımı, organizasyonların performanslarını ve rekabet güçlerini etkileyen temel unsurlardandır. Bu nedenle proje önceliklendirmesi ile ilgili çalışmalar önem kazanmaktadır [Gürsoy ve Özkil, 2003].

Son dönemde Yetenek Tabanlı Planlama (YTP), projelerin önceliklendirmesinde kullanılmaya başlanmıştır. YTP projenin tanımlanmasında yetenekleri öne çıkararak yapılan planlamadır. Yetenek, “öngörülen koşullar ve performans standartları dâhilinde, belirli bir görevi yerine getirebilme becerisi” olarak tanımlanmaktadır [Goss, 2005].

¹ Bu tezdeki görüşler yazarına aittir ve Türk Hava Kuvvetlerinin resmi görüşlerini yansıtmaz.

YTP düşmanın kim ya da nerede olacağından çok gelecekte neler yapabileceğine odaklanmaktadır. Klasik Tehdit Tabanlı Planlamadan, YTP'ye geçişte en önemli teknik değişiklik, birden fazla senaryonun ele alınmasıdır. Bu senaryoların birden fazla gelecek olasılığını temsil yeteneğine sahip olmaları gerekir. Genellikle, senaryoların ağırlıkları eşit olarak kabul edilmektedir [Mezey, 2008].

YTP'da yeni yeteneklerin tespit edilmesi gerekmektedir. Bu yeni yetenek alanındaki boşluklar, yeni projeler ile doldurulmaktadır. Bu tezde, her bir yeni projenin harekât alanına sağlayacağı katkı Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY) yöntemi kullanarak hesaplanmıştır.

KFY, kullanıcının gereksinimlerini ortaya çıkarmaya ve bu ihtiyaçları tasarıma yansıtmaya odaklanmaktadır. KFY, müşterilerin tam olarak ne istediklerini öğrendikten sonra, bu ihtiyaçların eldeki kaynaklarla en iyi şekilde nasıl karşılanacağını belirlemenin bir yoludur. [Chen ve Weng, 2006]

Gerçek hayatta sistemlerin birden fazla ve genellikle birbiriyle çelişen hedeflerinin olması söz konusudur. Bir projenin harekât alanındaki faydasının artırılması istenirken; diğer yandan projenin gerçekleşmeme riskinin azaltılması istenebilir. Bu gibi durumlarda hedeflerin en uygun bir şekilde gerçekleştirilmesi mümkün olamayabileceğinden; bunun yerine hedeflerin göreceli önemlerine göre uygun çözüm arayışına gidilebilir. Birden fazla hedefin söz konusu olduğu bu tip problemlere çok amaçlı programlama denilmektedir. Hedefler her zaman çok net sayısal ifadelerle belirtilemeyebilirler. Bu durumda da bulanıklık yaklaşımının kullanılması çözüme yardımcı olmaktadır.

Gerçek hayattaki koşulların daha doğru olarak modellenmesi için birden çok amaçın aynı anda dikkate alınması gerekmektedir. Bu amaçla kullanılan Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) tekniklerinin en sık kullanılanlarından biri hedef programlamadır (HP). Ancak bu teknik, gerçek hayattaki belirsizlik ortamının modellenmesinde tek başına yetersiz kalabilmektedir. Bu aşamada HP'nın bulanık mantıkla birleştirilerek kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir. Amaçların

bulanıklaştırılmasında kullanılan bulanık mantık sonucu HP ile hedeflerin karşılanıp karşılanamaması 0 veya 1 olarak ifade edilirken; bulanık hedef programlamada (BHP) amaçların karşılanma derecesi 0 ile 1 arasında bir değer ile ifade edilebilmekte ve karar vericiye daha fazla bilgi sunarak karar vermede esneklik sağlamaktadır.

Tezde savunma projeleri seçimi için, yetenek tabanlı MAQ ismi verilen kombine bir yaklaşım önerilmiştir. Bu kapsamda ikinci bölümde SBP, matematiksel modelleri ve çeşitleri; üçüncü bölümünde, YTP, AHP, KFY, HP ve BHP yöntemleri anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde, çok amaçlı-çoklu savunma projelerinin değerlendirilmesinde yeni bir yaklaşım olarak çok-amaçlı, AHP ve KFY (Multiobjective-AHP-QFD) aşamalarından oluşan yeni yaklaşım MAQ'ın çerçevesi tanımlanmıştır.

Beşinci bölümde MAQ yaklaşımının savunma projelerinde uygulaması yapılarak dört ayrı çözüm ve duyarlılık analizi verilmiştir.

Tezin altıncı bölümünde, sonuç ve öneriler yer almaktadır.

2. SERMAYE BÜTÇELEME PROBLEMİ ve ÇEŞİTLERİ

2.1. Sermaye Bütçeleme Problemi

Sermaye Bütçeleme Problemi (SBP-Capital Budgeting), için matematiksel programlama yaklaşımı 1963 yılında Weingartner tarafından tanımlanmıştır [Shi, 2001]. SBP aynı zamanda Sırt Çantası Problemi (SÇP-Knapsack Problem) olarak da bilinen ve projelerin seçiminde kullanılan [Martello ve Toth, 1990] matematiksel modeldir.

SBP kısıt ve amaç sayısına bağlı olarak çeşitlendirilmektedir. Kısıt sayısı fazla olan SBP'ne çoklu SBP, amaç sayısı fazla olan SBP'ne çok amaçlı SBP ve kısıt ve amaç sayısı fazla olan SBP'ne çok amaçlı çoklu SBP denilmektedir.

2.1.1. Sermaye bütçeleme problemi temel modeli

SBP'de seçim yapılacak m ($i= 1,2,\dots,m$) farklı proje söz konusudur. Her projenin maliyeti (m_i) ve faydası (b_i) vardır. Problemin amacı toplam maliyetleri bütçeyi (c) aşmayacak ve en fazla faydayı sağlayacak projelerden hangilerinin seçilmesi gerektiğini belirlemektir.

Karar Değişkenleri

$$x_i = \begin{cases} 1, & i \text{ projesi seçilirse} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^m b_i x_i \quad (2.1)$$

Kısıtlar

$$\sum_{i=1}^m m_i x_i \leq c \quad \forall i \quad (2.2)$$

$$x_i \in [0,1]^m \quad \forall i \quad (2.3)$$

Eş. 2.1, seçilen projelerden elde edilen karın en büyüklenmesini sağlayan amaç fonksiyonunu sağlarken; Eş. 2.2 kısıtı, bütçe miktarının aşılmamasını sağlayacaktır. Eş. 2.3 kısıtı, 0-1 tamsayı kısıtıdır.

2.1.2. Çoklu sermaye bütçeleme problemi modeli

Çoklu (multiple) SBP’de, seçim yapılacak m ($i= 1,2,\dots,m$) farklı projenin karşılanabileceği n ($j= 1,2,\dots,n$) farklı bütçe kısıt söz konusudur. Problemin amacı toplam maliyetleri bütçeleri (c_j) aşmayacak ve en fazla faydayı sağlayacak projelerden hangilerinin seçilmesi gerektiğini belirlemektir.

Genellikle finansal yönetim alanında kullanılan çoklu SBP modeli Pisinger (1999) çalışmasında yer aldığı şekilde aşağıda verilmiştir [Pisinger, 1999].

Karar Değişkenleri

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & i \text{ projesi } j \text{ inci bütçede yer alıyorsa} \\ 0, & i \text{ projesi } j \text{ inci bütçede yer almıyorsa} \end{cases}$$

Değişkenler

b_i : i projesinin faydası,

m_i : i projesinin maliyeti,

c_j : Planlanan j ’inci bütçe

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_i x_{ij} \quad (2.4)$$

Kısıtlar

$$\sum_{i=1}^m m_i x_{ij} \leq c_j \quad \forall j \quad (2.5)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq 1 \quad \forall i \quad (2.6)$$

$$x_{ij} \in [0,1]^{m \times n} \quad \forall ij \quad (2.7)$$

Eş. 2.4, seçilen projelerden elde edilen karın en büyüklüklenmesini; Eş. 2.5 kısıtı bütçe miktarlarının aşılmamasını; Eş. 2.6 kısıtı bir projenin tek bir bütçede yer almasını sağlayacaktır; Eş. 2.7 kısıtı, 0-1 tamsayı kısıtıdır.

2.1.3. Çok amaçlı çoklu sermaye bütçeleme problemi modeli

Çok amaçlı (multi-objective) çoklu (multiple) SBP'de seçim yapılacak m ($i = 1, 2, \dots, m$) farklı projenin karşılanabileceği n ($j = 1, 2, \dots, n$) farklı bütçe kısıtı ve z ($k = 1, 2, \dots, z$) adet amaç söz konusudur. Problemin amacı toplam maliyetleri bütçeleri (c_j) aşmayacak ve amaçların en uygun şekilde gerçekleştirilmesini sağlayan projeleri seçmektir.

Karar Değişkenleri

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{i projesi j inci bütçede yer alıyorsa} \\ 0, & \text{i projesi j inci bütçede yer almıyorsa} \end{cases}$$

Değişkenler

Z_k : k. amaç fonksiyonu,

m_i : i projesinin maliyeti,

c_j : Planlanan j'inci bütçe,

b_{ik} : i projesinin k amacına göre faydası,

$$Z_k = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_{ik} x_{ij} \quad (2.8)$$

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Min / Max } Z = [Z_1, Z_2, \dots, Z_k] \quad (2.9)$$

Kısıtlar

$$\sum_{i=1}^m m_i x_{ij} \leq c_j \quad \forall j \quad (2.10)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq 1 \quad \forall i \quad (2.11)$$

$$x_{ij} \in [0,1]^{m \times n} \quad \forall ij \quad (2.12)$$

Eş. 2.9, amaç fonksiyonunun türe göre seçilen projelerden elde edilen faydanın en iyilenmesini; Eş. 2.10 kısıtı bütçe miktarlarının aşılmamasını; Eş. 2.11 kısıtı bir projenin bir bütçede yer almasını sağlamaktadır; Eş. 2.12 kısıtı, 0-1 tamsayı kısıtıdır.

2.2. SBP Literatür Araştırması

O'Leary (1995) çalışmasında, bir projenin diğerine her zaman üstün olduğunun belirlendiği durumlar için tek kısıtlı bir sırt çantası problemi çözümü önermiştir [O'Leary,1995].

Sakawa ve ark. (1997) literatürde az sayıda rastlanan çok amaçlı ve çoklu sırt çantası problemini test problemi olarak kullanmakta ve bulanık bir genetik algoritma ile çözüm bulmaktadır [Sakawa ve ark., 1997].

Yavuz (2000) çalışmasında, Türk Silahlı Kuvvetleri'nin On Yıllık Tedarik Programının (OYTEP) yapılabilmesi için 0-1 tamsayılı bir SBP modeli tanımlamıştır [Yavuz, 2000].

Benli ve Yavuz (2002) çalışmalarında, problemin çok boyutlu bir örneğini özellikle savunma sektörü projeleri için parasal getiriye dikkate alarak çözmektedir [Benli ve Yavuz, 2002].

Bilici ve Benli (2002) çalışmalarında, SBP'ye risk faktörünü de bir kısıt olarak eklemiştir [Bilici ve Benli, 2002].

Mavrotas ve ark. (2006) çalışmalarında, proje seçimi probleminin çözümü için çok kriterli karar verme yöntemlerinden PROMETHEE (Preference Ranking Organisation METHod for Enrichment Evaluations) yöntemi ile SÇP çözüm yöntemlerini karşılaştırmaktadır [Mavrotas ve ark., 2006].

Baş (2011) çalışmasında, çok amaçlı ve çok boyutlu 0-1 karma tam sayılı bir sırt çantası problemini çözmektedir [Baş, 2011].

3. KULLANILAN YÖNTEMLER

Bu tezde savunma alanında yetenek tabanlı proje seçimine yönelik bir yaklaşım önerilmiştir. Bu bölümünde yaklaşımda kullanılan yöntemler anlatılmaktadır. Kullanılan yöntemler, Yetenek Tabanlı Planlama (YTP), Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY), Hedef Programlama (HP) ve Bulanık Hedef Programlamadır (BHP).

3.1. Yetenek Tabanlı Planlama

Yetenek terimi hem savunma alanında hem de özel sektörde kullanılmaktadır. Sistem mühendisliği yaklaşımında yetenek, belirli bir işlemi gerçekleştirebilmek olarak tanımlanmaktadır.

Planlama, genel anlamda yönetici tarafından kullanılabilen kaynakların bir amacı gerçekleştirmek üzere ne zaman, nerede, nasıl kullanılacağına bir öngörüsü olarak tanımlanabilir.

Bu durumda YTP, amaçların personel, eğitim, usul vb. tüm bileşenleri ile birlikte, tanımlandığı yeteneklere ne zaman, nerede ve nasıl ulaşılacağına planlanmasıdır.

YTP’da amaç benzer yeteneklerin tekrarını önlemek ve farklı gelecek senaryolarına göre birden fazla amaca hizmet edebilecek yetenekleri öncelikli olarak kazanmayı planlamaktır.

Burada senaryoyu, gerçekleşebileceği öngörülen bir olayın sayısal, sözel ve/veya görsel ifadeleri olarak tanımlayabiliriz [Tideman ve ark., 2008].

Öncelikle etkinliği artırmak amacıyla hem sivil sektörde hem de askeri hizmetlerde çeşitli gelecek senaryoları incelenerek uzun dönemli planlama kararları verilmektedir.

Yeni ürün tasarımı da senaryo yaklaşımı kullanılmaktadır. Aslında portföy analizi gibi konularda tek veya çok faktörlü yaklaşımlardan senaryo tabanlı yaklaşımlara geçiş yeni değildir [Markowitz ve Perold, 1981].

Uzun dönemli savunma planlaması anlamında düşündüğümüzde yeteneklerin planlanabilmesi için önce mevcut yetenek havuzunun tespiti daha sonra her yıl ulaşılmak istenen durumun tespiti ve aradaki yetenek açığının kapatılması için bir dönüşüm planının yapılması gerekmektedir. Tüm bu aşamalarda belirleyici olan ulaşılmak istenen son durumdur. Bu son durum belirlenirken geleceğe yönelik çeşitli olası durumlar diğer bir deyişle senaryolara ihtiyaç olacaktır.

NATO uzun dönemli savunma planlama el kitabında hiçbir senaryonun tek başına geleceğin belirsizliklerini karşılayamayacağı; bu nedenle bir senaryo grubuna ihtiyaç olacağı belirtilmiştir [Bakken, 2003].

Senaryolar arasında en önemli farkı yaratacak olan buluşların kullanımını içeren yeni yetenek alanlarında üretilecek projelerdir.

Buluş, karmaşık problemlere yeni bir bakış açısıyla çözüm bulmayı veya yeni süreçler, ürünler ve endüstriler ortaya çıkarmayı içerir [Kressel ve Lento, 2007]. En önemlisi iş yapış şekillerinde bir değişiklik anlamına gelmektedir.

YTP yönteminde çeşitli senaryolara bağlı olarak fayda sağlayacak buluşları içeren yetenekler belirlenmekte ve bir yetenek birden fazla senaryoda etkili olarak kullanılabilir. Bu durumda daha çok senaryoda etkili olarak kullanılan yetenekler daha fazla önem kazanacak ve öncelikle bu yetenekleri içeren projeler seçilerek daha etkin bir dönüşüm planı yapılması sağlanacaktır.

3.1.1. YTP literatür araştırması

Taylor (1992) çalışmasında, gelecekteki olası olayları ileriye doğru açılan bir olasılıklar konisi şeklinde resimlemiş ve savunma alanında kullanılacak çeşitli senaryolar ortaya koymuştur [Taylor, 1992].

Troxell (1997) çalışmasında, kuvvet yapısı planlamasında kullanılan temel iki yaklaşımdan bahsetmektedir. Bunların birincisi tek bir büyük tehdide karşı kazanmayı hedefleyen tehdit tabanlı yaklaşım ikincisi ise çeşitli senaryolara karşı hazırlıklı olmayı içeren senaryo tabanlı yaklaşımdır [Troxell, 1997].

Davis (2000) çalışmasında, uzun dönemli planlamalarda gelecekte oluşacak durumun belirsizliği nedeniyle çeşitli durumlara uyum sağlayabilecek şekilde esnek planlama yapma ihtiyacı bulunduğunu ve seçimi yapılacak uzun vadeli planlarda yer alacak yeni ve yıkıcı projelerin belirlenmesinde öncelikle yeni yetenek alanlarından ve bu alanlarla ilgili yetenek setinden yararlanılması gerektiğini belirtmektedir [Davis, 2000].

Peterson ve ark. (2003) çalışmalarında, gelecek için senaryoların nasıl hazırlanabileceğini örneklerle anlatmışlardır [Peterson ve ark., 2003].

Davis ve ark. (2005) çalışmalarında, YTP'nin komuta kontrol, eğitim, platform, silah ve doktrin gibi konuları da içerecek şekilde bir bütün olarak incelenmesi gerektiği ve karar destek modelleri tarafından bütçe kısıtının mutlaka dikkate alınması gerektiği belirtilmektedir [Davis ve ark., 2005].

Mezey (2008) çalışmasında, tehdit tabanlı planlamadan YTP'ya geçiş yapmış ve stratejiden göreve yaklaşımını kullanarak, senaryoların gerçekleşme durumlarını eşit kabul etmiştir. Fakat gerçek hayatta bu ağırlıklar her zaman eşit değildir. Bu çalışmada YTP yaklaşımı KFY ile birlikte kullanılmış ve paylaşılan kaynakların çok amaçlı bir ortamda atanmasında analitik ve sözel modelleme kullanılarak grupla karar verme örneği sergilenmiştir [Mezey, 2008].

Meydan ve Demirel (2010) çalışmalarında, YTP yaklaşımında uzun vadede meydana gelebilecek belirsizlik ortamını netleştirmek için senaryo uzayı yaklaşımı kullanılmaktadır [Meydan ve Demirel, 2010].

Aplak ve ark. (2010) çalışmalarında, belirsizlik ortamının gerekçeleri ve hangi durumlarda senaryo yaklaşımının kullanılmasının uygun olacağını belirtmişlerdir. Geleceğe yönelik belirsizlikleri yönetmek amacıyla da bir uygulama çalışması yapmışlardır [Aplak ve ark., 2010].

3.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi

Çok kriterli karar verme (ÇKKV) tekniklerinden bir olan AHP ikili karşılaştırmalara dayalı bir ölçüm teorisidir ve öncelikleri belirlemede uzman görüşlerini kullanır [Saaty, 2008]. Uzmanların karmaşık bir problemi hiyerarşik bir şekilde organizasyon yapısı veya yönetim seviyelerine göre elemanlarına ayırmalarına imkân verir [Shi, 2001].

AHP'nin ikili karşılaştırma yöntemi, özellikle çok kriterli gerçek hayat problemlerinde kriterlerin ve kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılabilir.

AHP metodolojisi elektronik işlerde başarı için web sitesi kalitesinden [Hu ve ark., 2009] bakım stratejisi seçimine [Bevilacqua ve Braglia, 2000] kadar çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Ayrıca [Vaidya ve Kumar, 2006] da AHP metodolojisinin literatürdeki diğer uygulamaları hakkında özet bilgilere ulaşılabilir.

AHP yöntemi karar vericilerin görüşlerini ikili karşılaştırmalar sonucu elde etmede kullanım kolaylığı açısından tercih edilmiştir. Ağırlıklandırma aşamasında diğer ÇKKV yöntemleri de kullanılabilir. Örneğin karar vericilerin görüşlerinin net sayısal ifadelerle dönüştürülmesinin zor olduğu durumlarda bulanık AHP, senaryolar arası ilişkilerin belirtilmesi gerektiği düşünüldüğünde Analitik Ağ Süreci (Analytic

Network Process-ANP) ve senaryo sayısı arttığında sıralama ile ağırlıklandırma (weighting from ranking) yöntemlerinin kullanılması düşünülebilir.

3.2.1. AHP literatür araştırması

AHP, yaygın olarak kullanılan bir ÇKKV yöntemidir. Bu nedenle bu aşamada sadece proje seçimi alanında ve 2006 yılı sonrası yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

Gabriel ve ark. (2006) çalışmalarında proje seçimi problemini çok amaçlı olarak ele almış ve projelerin alacağı puanların hesaplanmasında AHP'yi kullanmışlardır [Gabriel ve ark., 2006].

Bertolini ve Bevilacqua (2006) çalışmalarında, AHP yöntemi ile öncelikli hedef programlama yöntemini kullanmışlar ve bir petrol rafinerisinde kullanılacak pompaların tamir yöntemlerini belirlemişlerdir. AHP yöntemini arızaların meydana gelme sıklığı, ciddiyeti ve fark edilebilirliği gibi parametrelerin ağırlıklarını belirlemede kullanmışlardır [Bertolini ve Bevilacqua, 2006].

Wong ve Li (2008) çalışmalarında, AHP yöntemini akıllı yapı sistemlerinin seçiminde kullanmışlardır. Üç seviyeli bir kriter hiyerarşisinin belirlendiği çalışma sonunda en yüksek ağırlığı iş verimliliği kriteri almıştır [Wong ve Li, 2008].

Huang ve ark. (2008) çalışmalarında, devlet destekli ARGE projelerinin seçiminde bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır. Akademi, endüstri ve hükümet temsilcisi uzmanların yer aldığı gruplar tarafından ağırlıklar belirlenmiştir. En önemli kriter olarak bilimsel ve teknolojik katkılar seçilmiştir. Kriterlerin çeşitli risk ortamlarında nasıl değiştiği de bir simülasyonla gösterilmiştir [Huang ve ark., 2008].

Kim ve ark. (2010) çalışmalarında, ülke seviyesinde ARGE projelerinin seçiminde iki ayrı AHP yöntemi kullanmışlardır. Bunlar normal AHP yöntemi ve Bayes tipi AHP yöntemidir. Problem teknik, stratejik ve ekonomik perspektiften incelenmiştir [Kim ve ark., 2010].

Amiri (2010) çalışmasında, kriterleri belirledikten sonra kriterlerin ağırlıklandırılmasında AHP yöntemini kullanmıştır. Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra alternatiflerin puanlarının hesaplanmasında ise bulanık TOPSIS yöntemini kullanmıştır. Belirlenen 6 kritere göre 5 ayrı proje değerlendirilmiştir [Amiri, 2010].

Hsueh ve Yan (2011) çalışmalarında, AHP metodunu sürdürülebilir toplum için verimli enerji projeleri seçiminde kullanmışlardır. Değerlendirmelerin toplanmasında Delphi metodu kullanılmıştır [Hsueh ve Yan, 2011].

Feng ve ark. (2011) çalışmalarında, ARGE projelerinin seçiminde AHP yönteminde iki yeni ana kriter kullanmışlardır bunlar projelerin birbirlerine karşı rekabetleri ve ortak çalışabilirlikleridir [Feng ve ark., 2011].

Özkır ve Demirel (2012) çalışmalarında ulaştırma sektöründe yatırım projelerinin seçiminde bulanık AHP yöntemini kullanmışlar ve bir gerçek uygulama çalışması yapmışlardır [Özkır ve Demirel, 2012].

Yu ve Liu (2012) çalışmalarında, otoyol emniyeti geliştirme projelerinin seçiminde AHP yöntemini kullanmışlardır. AHP yöntemi kullanılarak teknik, ekonomik ve sosyal etkiler ağırlıklandırılmıştır. Mevcut sıralama yöntemi ile önerilen AHP yöntemi karşılaştırılmıştır [Yu ve Liu, 2012].

3.3. Kalite Fonksiyon Yayılımı

KFY yöntemi 1970'li yıllarda Japon endüstrisinde ortaya çıkmış ve kullanıcının gereksinimlerini ortaya çıkarmaya ve bu ihtiyaçları ürünün tasarımına yansıtmaya odaklanmıştır [Chang, 1989].

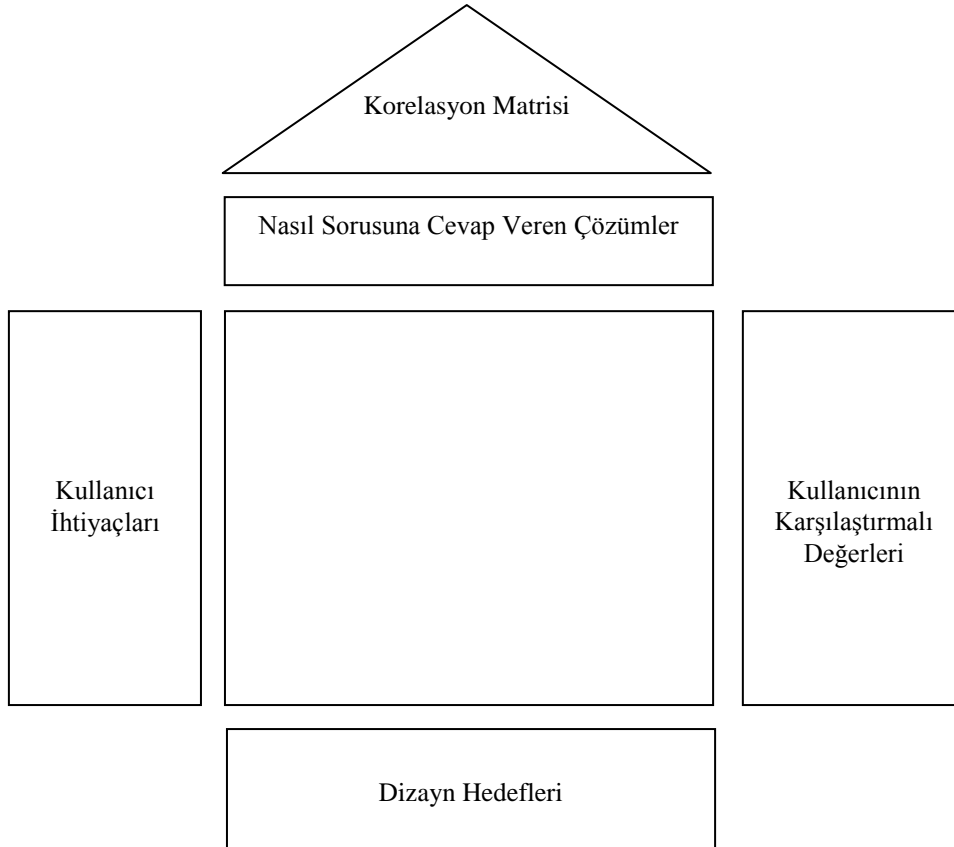
KFY yönteminde genellikle Çizelge 3.1'de bir örneği yer alan 0-9 arası puan vermeyi içeren bir puanlama sistemi vardır.

Çizelge 3.1. KFY ilişki Puanlama Sistemi

İlişki/Korelasyon derecesi	Puanlama
Güçlü ilişki/korelasyon	9 Θ
Orta ilişki/korelasyon	3 O
Zayıf ilişki/korelasyon	1 Δ
Çok zayıf ilişki/korelasyon	0 -

Puanlama yerine kullanıcı görüşlerinin sözel olarak belirtildiği bulanık uygulamalar da vardır [Bevilacqua ve ark., 2006].

Şekil 3.1’de özetlenen kalite evinin ilişki matrisi bölümü Çizelge 3.1’de belirtilen şekilde doldurulur ve başlangıç ağırlıkları ile daha sonra karar vericiler tarafından verilen ağırlıklarda dikkate alınarak hesaplamalar yapılır.



Şekil 3.1. Kalite evi [Benner ve ark., 2003]

KFY yönteminde farklı seviyelerdeki kriterlerin birbirlerine olan katkısı değerlendirilmekte, bu etkileşim alt dallara inildikçe diğer kriterlere yayılmaktadır. Başlangıç kriterlerinin ağırlıkları bu dallanmanın en alt basamağında yer alan kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılmaktadır.

KFY yönteminin kullanımı hem kullanıcı isteklerinin daha iyi anlaşılmasını hem de yapılan kaynak planlamasının gerekçelerinin dokümanite edilmesini sağlar.

KFY metodu özellikle yeni ürün geliştirme aşamasında kullanıcının önceliklerinin değerlendirilmesinde diğer kalite yöntemleri ile birlikte eş zamanlı mühendislik uygulaması olarak kullanılmaktadır [Shina, 1991].

Burke (1999) çalışmasında KFY'nın askeri amaçlı ve proje seçimi uygulamalarına bir örnek oluşturmuş ve stratejiden göreve giden bir yapı kullanmıştır [Burke, 1999].

KFY yöntemi SBP'lerinde ve genel olarak kaynak dağıtım problemlerinde de kullanılmaktadır [Chang, 2002].

Chan ve Wu (2002) çalışmalarında, özellikle yeni başlayanlar için KFY ile ilgili organizasyonları, yazılımları ve kaynakları belirtmişlerdir [Chan ve Wu, 2002].

Carnevali ve Miguel (2008) çalışmalarında, KFY ile ilgili detaylı literatür araştırması yapmışlardır [Carnevali ve Miguel, 2008].

KFY yöntemi bir sistemden faydalanacak olan müşteri veya kullanıcı durumundaki kişilerin görüşlerinin ürünün dizaynı aşamasında alınmasını ve olası eksik ve yanlışların önceden giderilmesini amaçlamaktadır. Tam da bu yönü ile sonuçta bir ürün olarak düşünülebilecek olan uzun dönemli savunma proje planlamasında da kazanılacak projeleri harekât alanında kullanacak olan, planlamalarına ekleyecek olan harekât plancıların görüşlerinin dikkate alınması hedeflenmektedir. Bu yöntemde karar vericilerin görüşlerini daha esnek bir şekilde toplayabilmek amacı ile bulanık KFY de kullanılabilir.

3.3.1. KFY literatür araştırması

KFY, yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu nedenle bu aşamada sadece proje seçimi alanında yapılan çalışmalar ile AHP ve KFY yöntemlerini birlikte kullanan çalışmalar özetlenmiştir.

Kim (1997) çalışmasında telekomünikasyon alanında teknoloji projelerinin seçiminde KFY yöntemini kullanmıştır. Kullanıcının isteklerinin KFY yöntemi ile toplanmak istendiği çalışmada hizmet ve alt yapı ihtiyaçları ayrı ayrı KFY matrisleri ile ele alınmıştır [Kim, 1997].

KFY, en çok AHP ile birleştirilerek kullanılan beş yöntemden biridir [Ho, 2008]. AHP ve KFY'nin birlikte kullanıldığı çalışmalara örnekler aşağıda sıralanmıştır.

Köksal ve Eğitim (1998) çalışmalarında uygun eğitim yöntemi seçiminde AHP ve KFY yöntemlerini birlikte kullanmışlardır [Köksal ve Eğitim, 1998].

Partovia ve Epperly (1999) çalışmalarında kullanıcıların isteklerini belirlemek için öncelikli alanlarının KFY yönteminde girdi olarak kullanılacak ağırlıklarını belirlemek için AHP yöntemini kullanmışlardır [Partovia ve Epperly, 1999].

Chen ve ark., (2007) çalışmalarında, yarı iletken endüstrisinde bilgi yönetimi usullerinin seçiminde belirlenen kriterlerin ağırlıkları için AHP yöntemini sonuç ağırlıklarını bulmak için ise KFY yöntemini kullanmışlardır [Chen ve ark., 2007].

Karsak ve Özoğul (2009), çalışmalarında, şirket kaynak planlama sistemi seçiminde KFY yöntemini kullanmışlardır. Faktörlerin ağırlıklarının belirlenmesinde AHP yöntemini kullanmışlardır [Karsak ve Özoğul, 2009].

3.4. Hedef Programlama

Gerçek hayat problemleri genellikle çelişen amaçlar içerir. Birden fazla amaç içeren bu tür problemlerin çözümünde kullanılan tekniklerden birisi de HPdır. HP ile çok amaçlı probleme “optimum” değil daha çok amaçlara ve önceliklerine uygun olarak bir “uygun” (compromise) çözüm bulunmaktadır.

HP yaklaşımı ilk olarak A.Charnes ve W.W.Cooper tarafından isimlendirilmiştir. Daha sonra Y.Ijiri ve S.M.Lee tarafından geliştirilmiştir [Schniederjans, 1984].

Amaç (objective), “karar vericilerin arzu ettiği genel bir ifade”, hedef ise (goal), “istenilen bir seviye ile belirlenmiş bir amaç” olarak tanımlamaktadır [Ignizio, 1982].

Hedef değerden sapan değişkenler her bir hedeften hem pozitif yönde hem de negatif yönde sapmalar şeklinde iki boyutta gösterilir.

d_i^+ : pozitif sapan değişken

d_i^- : negatif sapan değişken

Amaç fonksiyonu yalnızca bu sapan değişkenlerden oluşturulur.

Genel olarak ($i= 1,2,\dots,m$) m adet hedef, ($j= 1,2,\dots,n$) n adet kısıt vardır.

Problemin matematiksel gösterimi aşağıdaki şekilde oluşturulur:

$$\text{Min } Z = \sum_{i \in m} (d_i^+ + d_i^-) \quad (3.1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - d_i^+ + d_i^- = b_i \quad (3.2)$$

$$d_i^+, d_i^-, x_j \geq 0 \quad (3.3)$$

Problemin HP'ya dönüştürülebilmesinde, her bir amaç için erişilmek istenen birer hedef değer belirlenmesi gerekir. HP'da amaç hedeflerden istenmeyen yöndeki sapmaların en küçük olmasıdır. Aynı anda hem pozitif sapma hem de negatif sapma meydana gelemeyeceğinden sapan değişkenlerin en az bir tanesinin veya her ikisinin de sıfır olması gerekmektedir.

HP, birbiriyle çelişen çoklu amaçların olduğu durumlarda çözümde esneklik sağlamaktadır. Ana hedef programlama yöntemleri öncelikli HP ve ağırlıklı HP'dır. Öncelikli (pre-emptive veya lexicographic) HP'da çoklu hedefler önemlerine göre sıralanıp çözümü aşamalı olarak yapılır [Rardin, 1998].

Öncelikli HP'da belirlenen öncelik sırasına göre, birinci öncelikli amacın çözümü yapılır. Elde edilen sonuca göre birinci öncelikli modelde, en küçüklenmesi istenen sapma değeri ikinci öncelikli amaç modeline kısıt olarak ilave edilir ve çözümü yapılır. Bu sırayla tüm amaçlar için çözümler hesaplanır.

Ağırlıklandırma yönteminde ise birleştirilmiş bir amaç fonksiyonu kullanılır. Her bir hedefin göreceli önemiyle ilgili karar vericinin tercihlerini yansıtan pozitif ağırlıklar atanır. Örneğin tüm amaçlar için $w_i=1$ ağırlığı, bütün hedeflerin eşit ağırlık taşıdığını gösterir. Bu ağırlıkların özgül değerlerinin belirlenmesi kişiye göre değişen bir konudur. Nitekim literatürde geliştirilmiş olan karmaşık görünümlü analitik yöntemler de her zaman sübjektif değerlendirmeleri temel almıştır [Taha, 2000].

HP birden fazla ve çelişen amaçlar içeren problemlerin çözümünde kullanılmaktadır. Bu tür karar problemleri parametrelere oldukça bağımlıdır. Seçilen hedef değerlere göre uygun (compromise) çözüm değişmektedir. Karar vericilere yaptıkları kabullerin öneminin gösterilmesi ve bazı kararlardan önce bu kabullerin yapılabilmesi için çeşitli araştırmaların yapılması gerekliliği gösterilmek istenmektedir. Hem HP hem BHP modellerinin çözümünde karar verici tarafından amaçlar arasında bir öncelik veya ağırlık bilgisine gerek duyulmaktadır. Bu aşamada tezde dört ayrı alternatif model kullanılmıştır.

3.4.1. HP literatür araştırması

1970'lere kadar literatürde kısıtlı sayıda HP uygulamasına rastlanmaktadır. [Charnes ve ark., 1968]'in çalışmasında bir mesajın yayılması için uygun medyanın seçiminde HP kullanılmıştır.

Charnes ve Cooper (1976) çalışmalarında, özellikle kendi çalışmalarını içeren bir literatür araştırması yapmışlardır [Charnes ve Cooper, 1976].

Bres ve ark., (1980) çalışmalarında, askeri çalışmalara bir örnek olarak Amerikan deniz kuvvetleri insan kaynakları yönetiminde kullanılmak üzere subayların kariyer alanlarının seçiminde HP kullanmışlardır [Bres ve ark., 1980].

HP'nın, tüm zamanların en yaygın kullanılan çok kriterli karar verme tekniği olduğu [Tamiz ve ark., 1998] çalışmasında belirtilmektedir.

HP, proje seçiminden [Benjamin,1985], performans değerlendirmesi [Turanlı ve Köse, 2005], sistem karşılaştırması [Pati ve ark., 2008] gibi pek çok alanda kullanılmaktadır.

HP, yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu nedenle bu aşamada sadece proje seçimi alanında ve 2008 yılı sonrası yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

Ravi ve ark. (2008) çalışmalarında, ömrünü dolduran bilgisayarlar için yapılacak tersine lojistik projelerinin seçiminde ANP ve HP yöntemlerini birlikte kullanmışlardır [Ravi ve ark., 2008].

Wang ve Chin (2008) çalışmalarında, yeni ürün seçiminde bulanık AHP ağırlıklarını bulmada HP yönteminden yararlanmaktadırlar [Wang ve Chin, 2008].

Özcan ve Toklu (2009) çalışmalarında HP tekniği ile amaçlar arasındaki öncelik sırasını koruyarak öncelikli (pre-emptive) diğer bir deyişle “Lexicographic” HP kullanmışlardır ve amaçların hedef değerleri karar vericiler tarafından belirlenmiştir [Özcan ve Toklu, 2009].

Tsai ve ark. (2010) çalışmalarında, bilgi teknolojileri kaynağı seçiminde DEMATEL, ANP ve 0-1 HP yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmada uzman görüşlerine başvurma sonucu şirketin önemli kararlarının en iyilenebileceği örneklenmiştir [Tsai ve ark., 2010].

Martinez ve ark. (2011) çalışmalarında, büyük boyutlu bir sistemde çok amaçlı proje seçimi için oluşturdukları modelin çözümünde HP kullanmışlardır [Martinez ve ark., 2011].

Zhang ve ark. (2011) çalışmalarında, uluslar arası projeleri ele alan SBP çözümünde HP kullanmışlardır. Modelde projelerin parasal getirilerinin ele alınmasında uluslararası kur farkı gibi faktörler de dikkate alınmaktadır [Zhang ve ark., 2011].

3.5. Bulanık Hedef Programlama

Bulanık küme teorisinin temelleri 1965 yılında yayınladığı “Fuzzy Sets (Bulanık Kümeler)” adlı makale ile L.A. Zadeh tarafından atılmıştır [Zadeh,1965].

Hedefler her zaman çok net sayısal ifadelerle belirtilemeyebilirler, bu durumda bulanıklık yaklaşımının kullanılması çözüme yardımcı olmaktadır. Klasik eniyileme problemleri kesin veriler kullanılarak modellenirken, bulanık mantık yaklaşımıyla parametreler bir aralık içerisinde tanımlanmaktadır. Bulanık küme teorisi olarak adlandırılan bu felsefesinin temel düşüncesi, bir yargı için doğruluk değerleri (veya bulanık kümelerde üyelik değerleri) klasik küme yaklaşımındaki gibi sadece 0 veya 1 değeri almaz, 0 ile 1 arasında değişen değerler alır.

HP için yapılan sınıflandırmaya benzer olarak ana BHP yöntemleri, toplamsal ağırlıklı BHP ve öncelikli BHP'dir.

Bulanık doğrusal programlama modelleri parametreleri bulanık olan ve doğrusal fonksiyonlar kullanılarak modellenebilen problemlerin çözümü için önerilmiştir ve karar vericinin taleplerini esnek olarak ifade edebilmesine olanak sağlamaktadır [Bozdağ ve Türe, 2008].

3.5.1. BHP literatür araştırması

Tiwari ve ark. (1986) çalışmalarında, bir öncelikli BHP yöntemi olarak her bir öncelik seviyesindeki problemi bir alt seviyedeki problemde bir kısıt olarak görmüş ve çözümleri buna göre yapmışlardır [Tiwari ve ark., 1986].

Özkan (2002) çalışmasında, bulanık ortamda karar verme konusu genel hatlarıyla açıklamış ve üretim planlaması için bir model kurarak çözüme ulaşmıştır [Özkan, 2002].

Pramanik ve Roy (2008) çalışmalarında, ulaştırma problemi için öncelikli bir BHP modeli kullanmışlardır. Bu modelin sonuçlarını değerlendirmede "euclid mesafesi" yöntemini uygulamışlardır [Pramanik ve Roy, 2008].

Özcan ve Toklu (2009) çalışmalarında, HP ile BHP'nin sonuçlarını karşılaştırdıkları çalışmada toplamsal BHP modelini kullanılmışlardır [Özcan ve Toklu, 2009].

Sadi-Nezhad ve ark. (2010) çalışmalarında, SBP'nin çözümünde çok amaçlı bir BHP modeli kullanmışlar ancak amaçların ağırlığını ve öncelik derecesini eşit kabul ederek basit bir toplamsal ağırlık metodu kullanmışlardır [Sadi-Nezhad ve ark., 2010].

Saghaei ve Didekhani (2011) alışmalarında, altı sigma projelerinin seçiminde BHP kullanmışlardır [Saghaei ve Didekhani, 2011].

Bilbao-Terol ve ark. (2012) alışmalarında, finansal ve etik kriterlerin bir BHP modelinde toplandığı bir yöntem izlemişlerdir. Sosyal olarak sorumluluk taşıyan bir portföy yönetimini amaçlamışlardır [Bilbao-Terol ve ark., 2012].

4. MAQ YAKLAŞIMI

Ülke savunmasının gerçekleştirilebilmesi için yapılan uzun dönemli planlama ve programlamada gerçekleştirilecek savunma projelerinin bütçe kısıtı altında seçilmesinde analitik bir yöntem geliştirilmesi ihtiyacı belirlenmiştir. Bu kapsamda literatür araştırılarak çok amaçlı çoklu SBP'nin kullanılabileceği değerlendirilmiştir.

Bu tezde, savunma projelerinde çeşitli bütçe kısıtları altında çeşitli amaçlara ulaşmak için, projelerin hangilerinin gerçekleştirileceğinin belirlenmesini amaçlayan SBP modeli verilerinin elde edilmesinde kullanılmak üzere bir yaklaşım ve dört ayrı çözüm yöntemi önerilmektedir.

4.1. Savunma Projelerinde Amaçlar

Savunma projelerinde amaç parasal getiri yani kârı en büyükmek değil; harekât alanındaki faydayı en büyükmektir. Bunun yanında, projelerin genel olarak ARGE projeleri olması nedeniyle gerçekleştirilmesindeki riskler de önem kazanmaktadır. Bu nedenle projenin gerçekleşme riski amaç olarak tanımlanabilmektedir. Ayrıca günümüzde kaynakların sonsuz olmadığı ve korunması gerektiğinden çevremize olan etkilerin de değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle projelerin çevreye olan etkileri de amaç olarak tanımlanabilmektedir.

Dolayısıyla tezde savunma projelerinin seçiminde üç amaç belirlenmiştir. Harekât alanındaki fayda amacının en büyüklemesi; projelerin gerçekleşme riski amacının en küçüklenmesi ve çevre etkileri amacının en küçüklenmesi hedeflenmektedir.

4.2. Savunma Projelerinde Bütçeler

Savunma projelerinin parasal kaynağı ayrılırken yapılan projenin özelliğine bağlı olarak modernizasyon bütçesi ve Yabancı Askeri Alımlar (Foreign Military Sales - FMS) bütçesi olmak üzere iki ayrı bütçe tanımlanmaktadır.

Bu tezde de modernizasyon bütçesi ve FMS bütçesi olmak üzere iki bütçe kısıtı tanımlanmıştır.

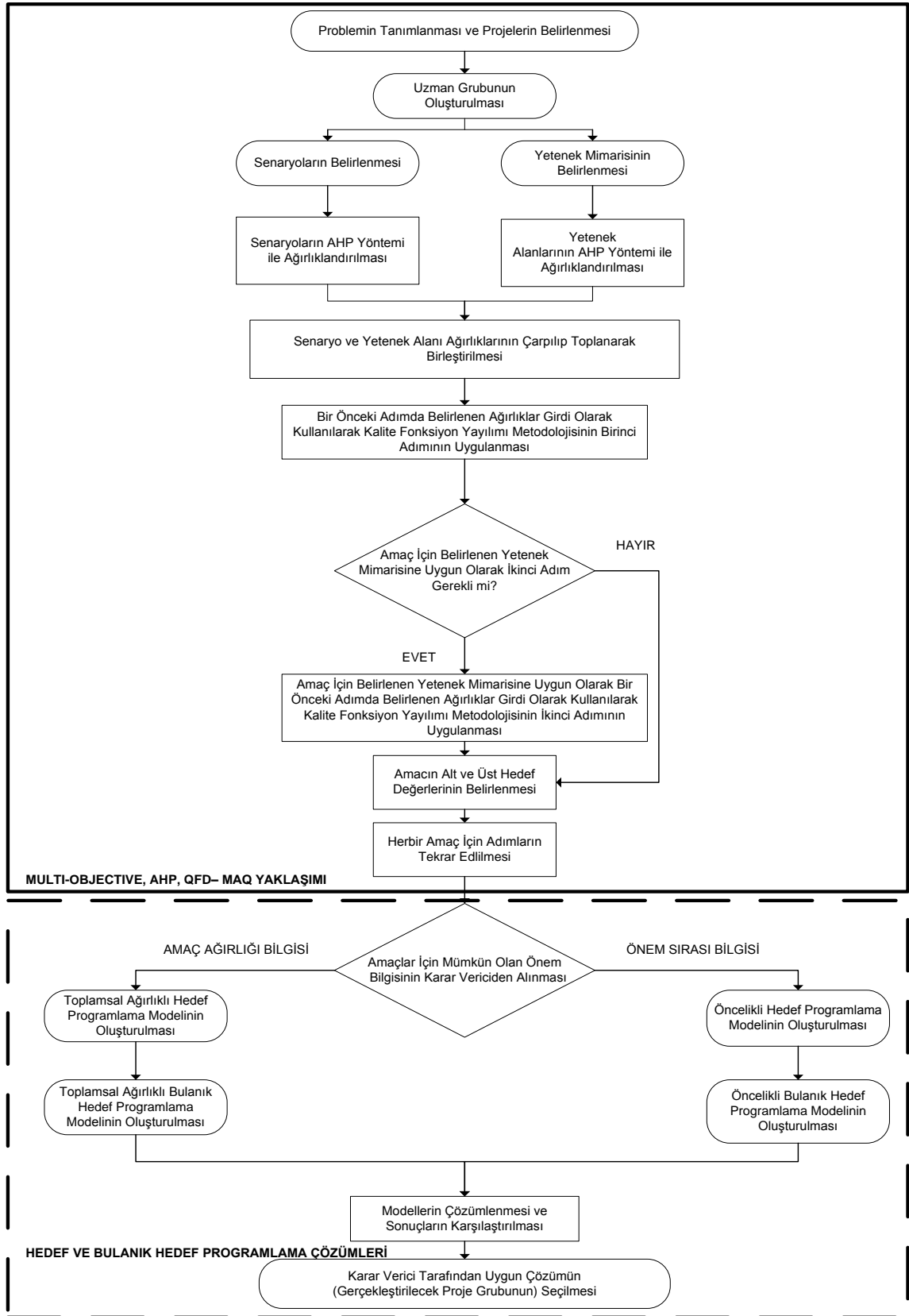
4.3. Savunma Projelerinin Seçiminde MAQ Yaklaşımı

Tezde, savunma projelerinin seçimi için bütçeler ve amaçlar belirlendikten sonra çok amaçlı-çoklu SBP modelinin oluşturulması için amaçlarda yer alacak amaç fonksiyonu katsayılarının belirlenmesinde YTP'ya yönelik yeni bir yaklaşım ve çözüme yönelik dört yöntem önerilmektedir.

YTP kapsamında her bir yetenek alanı grup çalışması ile tanımlanmalı ve ayrıca her alandaki yetenekler grup çalışması ile belirlenmelidir. İki aşamalı bir KFY matrisi yaklaşımı kullanılarak yetenek alanları içinde yeteneklerin ve her bir projenin hangi yeteneği ne ölçüde karşıladığı değerlendirilmelidir. Yeni bir projenin hangi yetenekleri ne oranda karşılaması gerektiğinin sayısal olarak ifade edilebilmesi özellikle harekât alanının sayısallaştırılmasına bağlıdır.

Amaç fonksiyonu katsayılarının sayısallaştırılmasında AHP yönteminden sonra KFY yöntemi kullanılmaktadır. Harekât alanındaki faydanın belirlenmesi için iki aşamalı olarak uygulanan KFY yönteminin ilk aşamasında başlangıç ağırlıkları senaryo ve yetenek alanları kriterleri AHP yöntemi ile ikili karşılaştırmalar yapılarak bulunmaktadır. İkinci aşamada yeteneklerin projelerle ilişkisi ortaya konmaktadır. Böylece her bir projenin fayda değerleri çok amaçlı çoklu SBP modelinde kullanılmak üzere elde edilmiş olacaktır.

Savunma projelerinin seçiminde YTP'dan faydalanarak oluşturulan çok amaçlı-çoklu SBP modelinin çözümünde, karar vericilerin belirlenen alternatifler arasında seçim yapmasını kolaylaştırmak ve esneklik sağlamak için ÇAKV alanı içerisinde yer alan HP ve BHP yöntemleri kullanılmış ve bu yöntemlerden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. MAQ yaklaşımının ve çözümlerinin aşamaları Şekil 4.1'de verilmektedir.



Şekil 4.1. MAQ yaklaşımı ve çözüm aşamaları

4.3.1. Senaryo ve yetenek mimarisinin belirlenmesi

Uzman grubu oluşturularak her bir amaç için temel gelecek senaryoları ve bu senaryolar ışığında kullanılması muhtemel yeni teknolojileri içeren yetenek alanları belirlenir.

Yetenek Tabanlı Uzun Dönemli Planlama adımları sırasıyla incelendiğinde birinci adım, belirsiz gelecek için temel senaryoların belirlenmesidir. Buna örnek olarak Türkiye'nin Avrupa Birliğine girmesi durumu ve girmemesi durumu iki ayrı temel senaryo olarak verilebilir.

İkinci adımda, temel senaryolar ışığında planlamada kullanılacak senaryolar, geçmiş harekât bilgileri kullanılarak ve çeşitli harekât çeşitleri -terörizme karşı mücadele, güvenlik, barışı destekleme, insani yardım, harp gibi- ele alınarak olası senaryolar oluşturulmuştur.

Daha sonra yetenek planlanması ve yönetimi adımında öncelikle yetenek alanları, yetenekler ve aktivitelerin belirlenmesi daha sonra aktivitelerin etki seviyelerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Dördüncü adım olarak senaryoda veya senaryo setinde istenen etki seviyesine ulaşabilmek için gerekli yetenekler ve bunların mevcut olan hangi platformlarla karşılanabileceği belirlenir. Karşılanamayan ihtiyaçlar yetenek zafiyetleri olarak ele alınır. İngiliz Savunma Bakanlığı tarafından artık tek bir senaryoya dayalı analizlerin kabul edilmediği belirtilmiştir. Bu amaçla senaryoların birbirlerine etkileri aynı anda gerçekleşmeleri durumunda ortaya çıkan ihtiyaçlar statik en kötü durum ve dinamik olasılıklara dayalı zaman içindeki değişiklikleri ele alacak şekilde incelenir. Yapılan bu incelemede zafiyetler ortaya çıkarılır.

Beşinci adımda zafiyetler senaryolarda geçiş sıklıkları, büyüklükleri ve nedenleri ele alınarak incelenir. Genellikle sözel değerlendirmelere dayalı risk analizi teknikleri

kullanılarak zafiyetler ve giderilememesi durumunda ortaya çıkacak riskler sıralandırılır. Zamanında hazır olamama, aynı anda hazır olamama, harekâta başarılı olamama ve politik riskler gibi riskler üzerinde durularak bunların kabul edilebilirlikleri sıralandırılır. Bu risklere teknolojik gerçekleştirilebilme riskinin de eklenmesi ve riskin bir sistem olarak modellenmesi gerekir.

Altıncı adımda, bahse konu yetenek zafiyetlerinin en maliyet etkin sistemlerle giderilebilmesi için projeler başlatılması veya bu yetenek zafiyetlerinin müttefik ülke-NATO imkânları ile karşılanabilmesi esas inceleme konusunu oluşturmaktadır. Sonuç olarak; ortaya öneme ve maliyete göre sıralandırılmış bir zafiyet listesi ile bu zafiyetleri karşılayacak projeler listesi çıkmaktadır. Mevcut kuvvet yapısı ile karşılanamayan bazı yeteneklerin yani zafiyetlerin endüstrinin imkânları da kullanılarak orta veya uzun vadeli olarak elde edilmesi maksadıyla projeler başlatılması uygun olacaktır. Başlatılmış olan projelerin de bu zafiyet öncelik listesine göre ve maliyet açısından değerlendirilmesi uygun olacaktır. Nereye kadar yetenek tanımlarını nereden itibaren projeleri ele almak gerektiği bir tartışma konusudur.

4.3.2. Senaryo ve yetenek mimarisinin AHP ile ağırlıklandırılması

Bir önceki aşamada belirlenen senaryo ve yeteneklerin uzmanlar tarafından önceliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Literatürdeki çalışmalarda genellikle öncelikler eşit kabul edilmiştir [Mezey, 2008]. Ancak gerçek hayatta senaryoların ülkenin konumu, karar vericinin deneyimi, sahip olunan silah sistemleri, komşuları ile ilişkisi, teknolojik alt yapısı ve ülkenin demografik yapısı gibi nedenlerden dolayı eşit olmayacağı değerlendirildiğinden; bu tezde, senaryo ve yeteneklerin belirlenmesi için ÇKKV yöntemlerinden uygulanmasının kolay olması nedeniyle AHP tercih edilmiştir.

4.3.3. KFY uygulaması

Bir önceki aşamada AHP ile elde edilen ağırlıklar KFY matrisinde yetenek alanlarına uzmanlar tarafından verilen önemi gösteren başlangıç ağırlıkları olarak kullanılır. Uzmanlar tarafından KFY matrisi yeteneklerin birbirleri ile ilişkisi dikkate alınarak doldurulur. KFY matrisinden her bir amaç için projelerin yetenek alanlarına göre önemleri hesaplanır.

4.3.4. Çok amaçlı çoklu SBP modelinin kurulması

KFY matrisinden elde edilen veriler çok amaçlı-çoklu SBP modelinde amaç fonksiyonunu oluşturur. Tanımlanan problemdeki bütçelere göre de bütçe kısıtları tanımlanır.

4.3.5. HP ve BHP çözümleri

Bir önceki kısımda oluşturulan çok amaçlı-çoklu SBP modelinde amaç sayısı birden fazla olduğu için çözümde HP kullanılır.

HP çözümünde projeler 1 ve 0 değeri almakta dolayısıyla projelerle ilgili yap-yapma kararı alınmaktadır. Bu durumda bütçelerin tamamının kullanılmama durumuyla karşılaşılabilir. Savunma projelerinde bir sonraki senenin bütçesinin belirlenmesinde bir önceki yılın esas alınması nedeniyle karar vericiler tarafından ilgili yılda ayrılan bütçenin en az %80'inin kullanılması hedeflenmektedir. Bu durumda da projelerin 1 veya 0 ile değil bulanık olarak modellenmesinin daha iyi olacağı değerlendirilmiş ve BHP ile de çözüm yapılmıştır.

5. UYGULAMA

Tezde, önerilen MAQ yaklaşımı on altı proje, sekiz senaryo, iki bütçe kısıtı ve üç amacın bulunduğu bir problemde hangi projelerin seçileceğine karar verilmek üzere uygulanmıştır.

Çalışmada seçim yapılması istenen projeler Çizelge 5.1’de yer almaktadır.

Çizelge 5.1. Proje adları

Proje Numarası	Proje Adı
1	Yüksek Enerjili Lazer
2	Düşük Enerjili Lazer
3	Nano Teknoloji
4	Güvenlik Veri Tabanı
5	İleri Metal Alaşım Teknolojileri
6	Karar Destek Sistemleri
7	Bilgi Haberleşmesi
8	Bilgi İşleme
9	Bilgi Değişimi
10	Bilgi Güvenliği
11	Bilgi Yönetimi ve Kontrol
12	Bilgi Sistemleri Binaları
13	Bilgi Hissetme
14	Bilgiyi Görselleştirme ve Temsil
15	Elektroptik Sensörler
16	Radar Sistemleri

5.1. Senaryo ve yetenek mimarisinin belirlenmesi

Bu tezde fayda, risk ve çevre olmak üzere üç amaç belirlenmiş olup bu amaçlar için senaryo yaklaşımı uygulanmıştır.

5.1.1. Fayda amacı için senaryo ve yeteneklerin belirlenmesi

Tezde fayda amacı için senaryoların belirlenmesinde NATO'da yapılan çalışmalardan faydalanılmıştır.

NATO'da, YTP geçiş için Mart 2008 ayında Çoklu Gelecek Projesi (ÇGP) başlatılmış ve Mayıs 2009'da sonuçlandırılmıştır. Bu projede, tavsiye niteliğinde gelecek 10 ile 25 yıl içerisinde neler olacağını tahminleri yapılmış; bu tahminlere dayalı olarak askeri planlamacıların harekât tarzlarının çerçevesi oluşturulmuştur.

NATO projesinde belirlenen tahminler yapısal ve uzun dönemli olarak ikiye ayrılmıştır. Yapısal faktörler olarak ki bunlar: entegrasyon (ekonomi ve küreselleşme), asimetri (ülkeler/politik girdiler) ve sürtüşme (gücün dağılımı) dir.

Uzun dönemli faktörler olarak ise: ülke kapasitesi, kaynaklar, iklim değişikliği, teknoloji kullanımı, demografi (göç ve şehirleşme), yarışan dünya görüşleri sayılabilir. Bu faktörlerin etkisi altında yapılan grup çalışmaları sonucu 2030'lu yıllarda meydana gelebilecek dört farklı gelecek ana senaryosu ortaya konmuştur.

Bunlar:

Zenginliğin Karanlık Yüzü (Dark Side of Exclusivity)

Bu gelecek küreselleşme ve iklim değişikliğinin ve kaynak azlığının küreselleşen dünya dışındaki ülkeleri nasıl derinden etkilediğini ve nüfuslarının ihtiyaçlarını karşılamalarını nasıl engellediğini anlatmaktadır. Zayıf ülkeler istikrarsızlık kaynağıdır ve küreselleşen dünyanın ülkeleri nasıl davranacakları hakkında stratejik seçimlerle karşı karşıyadırlar.

Yanıltıcı İstikrar (Deceptive Stability)

Gelişmiş ülkelerin yaşlanan nüfusları ve genç göçmen nüfusu arasındaki sosyal duruma odaklandığı ve dış jeopolitik risklere hazırlıksız yakalandığı bir dünya tasvir edilmektedir.

Modernliklerin Çatışması (Clash of Modernities)

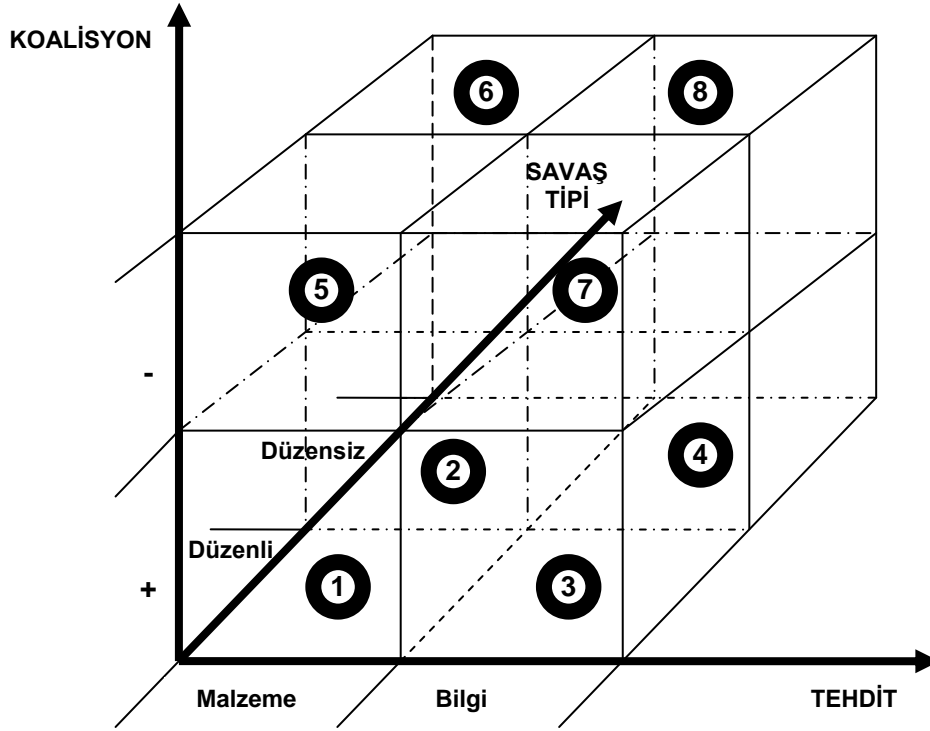
Üçüncü gelecek rasyonalizme olan güçlü bir inanç, özgünlük ve teknolojik yeniliklerle kendine göstermekte ve dünya çapında gelişmiş ağlarla birbirine bağlanan toplulukları ve bunların yatay ilişkileri desteklemektedir. Kurulan bu ağa dışarıdan otoriter rejimler içeriden ise sivil özgürlükler ile hükümet arasındaki tehlikeli bir denge tarafından meydan okunmaktadır.

Yeni Güç Politikaları (New Power Politics)

Büyüyen mutlak zenginlik ve Kitlesele İmha Silahlarının yaygınlaşarak artması aralarında hassas bir denge olan büyük güçlerin sayısını artırmıştır. Bu güçler kaynaklara ve etki odaklarına ulaşım için yarış ettikleri ve küresel ulaşımı engelledikleri için ticaretin birleşimi sonucu oluşan küreselleşme ve uluslararası kabul edilen standartlar göz ardı edilmiştir.

İlave olarak Küresel Salgın ve Kitlesele İmha Silahları olmak üzere iki Stratejik Sürpriz durum ele alınmış ve bunların belirlenen dört ayrı gelecek ana senaryosu üzerinde oluşturabileceği etkiler incelenmiştir [NATO Raporu, 2009].

Bu tezde, NATO kapsamında yapılan çalışmalara benzer olarak, geleceğe yönelik sekiz ayrı jenerik senaryo belirlenmiştir. Belirlenen senaryo uzayı; koalisyon, savaş tipi ve tehdit tipi boyutlarını içermektedir. Şekil 5.1.'de görüldüğü gibi ülke bir koalisyona mensup olabilir veya olmayabilir (-/+), savaş düzenli veya düzensiz yapıda olabilir, tehdit malzeme tabanlı veya bilgi tabanlı olabilir.



Şekil 5.1. Senaryo boyutları

Çalışmada oluşturulan jenerik senaryo detayları Çizelge 5.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 5.2. Fayda senaryolarının detayları

#	Senaryo Detayları
1	Bir koalisyon içinde yer alınan, düşmanın malzeme türü tehditlere sahip olduğu düzenli bir savaş. (Müttefiklere Stratejik Saldırı)
2	Bir koalisyon içinde yer alınan, düşmanın malzeme türü tehditlere sahip olduğu düzensiz bir savaş. (Teröre Karşı Küresel Savaş)
3	Bir koalisyon içinde yer alınan, düşmanın bilgi türü tehditlere sahip olduğu düzenli bir savaş. (Müttefiklere Karşı Siber Savaş)
4	Bir koalisyon içinde yer alınan, düşmanın bilgi türü tehditlere sahip olduğu düzensiz bir savaş. (Müttefiklere Karşı Asimetrik Savaş)
5	Bir koalisyon içinde yer alınmayan, düşmanın malzeme türü tehditlere sahip olduğu düzenli bir savaş. (Ülkeye Stratejik Saldırı)
6	Bir koalisyon içinde yer alınmayan, düşmanın malzeme türü tehditlere sahip olduğu düzensiz bir savaş. (Terör Karşıtı)
7	Bir koalisyon içinde yer alınmayan, düşmanın bilgi türü tehditlere sahip olduğu düzenli bir savaş. (Ülkeye Karşı Siber Savaş)
8	Bir koalisyon içinde yer alınmayan, düşmanın bilgi türü tehditlere sahip olduğu düzensiz bir savaş. (Ülkeye Karşı Asimetrik Savaş)

Bu senaryolarda etkili olabileceği düşünölen önemli/etkin/vurucu (disruptive) buluş yani yetenek alanları uzman görüşleri ile belirlenmiştir.

Gelecekte önemli olacağı değeriendirilen yedi adet jenerik yetenek alanı aşağıda Çizelge 5.3’de yer almaktadır. Çeşitli buluşları içeren bu yetenek alanları potansiyel olarak iş yapış şekillerinde değışiklik içermektedir.

Çizelge 5.3. Yetenek alanları

Yetenek Alanı Numarası	Yetenek Alanı Adı
1	Lazer
2	Robotlar
3	Donanımlı Güvenlik Personeli
4	Detektörler
5	Bilgisayarlar
6	İHALar
7	Uydular

5.1.2. Risk amacı için senaryo ve yeteneklerin belirlenmesi

Yapılan literatür çalışmasında risk konusunda yetenek tabanlı proje seçimi uygulamasına rastlanmamıştır. Dolayısıyla çalışma grubu ile birlikte, ekonomik faktörlerin iyimser ve kötümser olması durumlarına göre iki farklı senaryo belirlenmiştir. Bazı projeler özellikle büyük maliyete sahip olanlar ve döviz ile gerçekleştirilecek olanlar bu ekonomik faktörlerden daha fazla etkileneceklerdir. İki senaryonun olasılığı eşit kabul edilmiştir. Risk senaryolarının detayları Çizelge 5.4.’de verilmiştir.

Çizelge 5.4. Risk senaryolarının detayları

#	Risk Senaryoları Detayları
1	Ekonomik Faktörler İyimser Olursa. (%50)
2	Ekonomik Faktörler Kötümser Olursa. (%50)

5.1.3. Çevre amacı için senaryo ve yeteneklerin belirlenmesi

Yapılan literatür çalışmasında çevre konusunda yetenek tabanlı proje seçimi uygulamasına rastlanmamıştır. Dolayısıyla çalışma grubu ile birlikte, çevre politikalarının sıkı ve gevşek olması durumlarına göre iki farklı senaryo belirlenmiştir. İki senaryonun olasılığı eşit kabul edilmiştir. Çevre etkisi senaryolarının detayları Çizelge 5.5’de verilmiştir.

Çizelge 5.5. Çevre etkisi senaryoları detayları

#	Çevre Etkisi Senaryoları Detayları
1	Çevre Koruma Politikaları Daha Sıkı Olursa. (%50)
2	Çevre Koruma Politikaları Daha Gevşek Olursa. (%50)

5.2. Senaryo ve Yetenek Mimarisinin AHP ile Ağırlıklandırılması

Her amaç için Senaryo ve yetenek mimarisi belirlendikten sonra AHP ile ağırlıklandırılmıştır.

5.2.1. Fayda amacı için senaryo ve yetenek alanlarının AHP ile ağırlıklandırılması

Fayda amacı için AHP, hem senaryoların hem de yetenek alanlarının ağırlıklandırılmasında kullanılmıştır. Senaryolar için karar vericilere uygulanan anketler EK-1’de verilmektedir.

Anketlere göre, öncelikle ikili karşılaştırmalar ile senaryoların ağırlıkları belirlenmiştir. Böylece daha fazla ağırlığı olan senaryoda kullanılacak yetenekler daha fazla önem kazanmaktadır. AHP sonucu belirlenen senaryo ağırlıkları aşağıda Çizelge 5.6’da sunulmuştur.

Çizelge 5.6. Senaryo ağırlıkları

Senaryolar	Ağırlıklar (%)
Senaryo 1	13.72
Senaryo 2	15.70
Senaryo 3	8.29
Senaryo 4	15.70
Senaryo 5	11.64
Senaryo 6	11.22
Senaryo 7	14.66
Senaryo 8	9.07

Her senaryodaki yetenek alanlarının ağırlıkları karar vericiler tarafından doldurulan anketler yardımıyla hesaplanmıştır. Yetenek alanları için hazırlanan anketler EK-2 de verilmektedir. Çizelge 5.7’de her senaryo için yetenek alanı ağırlıkları toplu halde verilmiştir.

Her senaryodaki yetenek alanlarının ağırlıkları, senaryo ağırlıkları (Bkz Çizelge 5.6) ile çarpılarak yetenek alanlarının her bir senaryodaki ağırlıkları elde edilir. Elde edilen ağırlıklar Çizelge 5.8’de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Yetenek alanı ağırlıkları

Yetenek Alanları Senaryolar	Lazer %	Robotlar %	Donanımlı Güvenlik Personeli %	Detektörler %	Bilgisayarlar %	İHA'lar %	Uydular %
Senaryo 1	16,84	16,84	1,87	13,32	17,04	17,04	17,04
Senaryo 2	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29
Senaryo 3	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29
Senaryo 4	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29
Senaryo 5	15,41	10,68	10,68	13,61	15,07	16,54	18,00
Senaryo 6	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29
Senaryo 7	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29
Senaryo 8	15,19	15,19	8,88	15,19	15,19	15,19	15,19

Çizelge 5.8. Çarpılan yetenek alanı ağırlıkları

Yetenek Alanları Senaryolar	Lazer %	Robotlar %	Donanımlı Güvenlik Personeli %	Detektörler %	Bilgisayarlar %	İHA'lar %	Uydular %
Senaryo 1	2,31	2,31	0,26	1,83	2,34	2,34	2,34
Senaryo 2	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24
Senaryo 3	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Senaryo 4	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24
Senaryo 5	1,79	1,24	1,24	1,58	1,75	1,92	2,10
Senaryo 6	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Senaryo 7	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
Senaryo 8	1,38	1,38	0,81	1,38	1,38	1,38	1,38

Tüm senaryolar için elde edilen ağırlıklar da toplanarak (örneğin lazer için, $2,31+2,24+1,18+2,24+1,79+1,60+2,09+1,38 = 14,85$ gibi) toplam yetenek alanı ağırlık değerleri elde edilir. Elde edilen ağırlıklar aşağıda Çizelge 5.9'da verilmiştir.

Çizelge 5.9. Toplam yetenek alanı ağırlıkları

Yetenek Alanları	Ağırlıklar (%)
Lazer	14,85
Robotlar	14,30
Donanımlı Güvenlik Personeli	11,67
Detektörler	14,16
Bilgisayarlar	14,84
İHA lar	15,01
Uydular	15,18

Çizelge 5.8 ve Çizelge 5.9 birlikte incelendiğinde, daha çok senaryoya hitap eden yeteneklerin daha fazla önem kazandığı ve ağırlık değerlerinin daha fazla olduğu görülmektedir. Örneğin, Çizelge 5.8’de uydu yetenek alanı sütunu incelendiğinde beş ayrı senaryoda %2’nin üzerinde ağırlıklandırıldığı, bu nedenle de Çizelge 5.9’da yer alan toplam yetenek alanı ağırlığında en yüksek değere ulaştığı görülebilir.

5.2.2. Risk amacı için yetenek alanlarının AHP ile ağırlıklandırılması

Risk amacı için yetenek alanları grup çalışması ve literatür araştırması sonucu tespit edilmiştir. Risk çeşitlerine örnekler, [Halman ve Kaizer, 1994] ve [Dey, 2010]’un çalışmalarında bulunabilir. Bu çalışmada yetenek alanları belirlenirken, hem savunma sektörü hem de genel proje seçiminde dikkate alınmasının uygun olabileceği değerlendirilen riskler ele alınmıştır. Belirlenen riskler, “yeni teknoloji” kullanımından kaynaklanan risk, “yeterli maliyet” yani bütçenin aşılması riski ve “zaman uzaması” riskidir. Belirlenen yetenek alanı ağırlıklarının hesaplanması AHP ile yapılmıştır. Uzman görüşü almak için hazırlanan anketler EK-3’de verilmektedir.

Anket sonuçlarına göre, ikili karşılaştırmalar kullanılarak eşit ağırlıklı kabul edilen her bir senaryo durumunda risk amacı için yetenek alanları ağırlıkları belirlenmiştir. Elde edilen ağırlıklar Çizelge 5.10’da verilmektedir.

Çizelge 5.10. Risk yetenek alanları ağırlıkları

Risk Yetenek Alanları	Ağırlıklar (%)
Yeni Teknoloji	50,4
Yeterli Maliyet	31,2
Zaman Uzaması	18,4

5.2.3. Çevre etkisi amacı için yetenek alanlarının AHP ile ağırlıklandırılması

Çevre etkisi amacı için yetenek alanları grup çalışması ve literatür araştırması sonucu tespit edilmiştir. Çevre etkisi çeşitlerine örnekler, [Daniel ve ark., 2004], [Linkov ve ark., 2007], [Liu ve ark., 2007] ve [Sorvari ve Seppala, 2010]'un çalışmalarında bulunabilir. Bu çalışmada genel proje seçiminde dikkate alınmasının uygun olabileceği değerlendirilen çevre etkileri ele alınmıştır. Belirlenen çevre etkisi yetenek alanları, “insan sağlığı etkisi”, “yerel doğal etkiler”, “Küresel Etkiler” ve “Kaynakların Sürdürülebilirliği” dir. Belirlenen yetenek alanı ağırlıklarının hesaplanması AHP ile yapılmıştır. Uzman görüşü almak için hazırlanan anketler EK-4’de verilmektedir.

Anket sonuçlarına göre, ikili karşılaştırmalar kullanılarak eşit ağırlıklı kabul edilen her bir senaryo durumunda çevre amacı için yetenek alanları ağırlıkları belirlenmiştir. Elde edilen ağırlıklar Çizelge 5.11’de verilmektedir.

Çizelge 5.11. Çevre etkisi yetenek alanları ağırlıkları

Çevre Etkisi Yetenek Alanları	Ağırlıklar (%)
İnsan Sağlığı Etkisi	49,2
Yerel Doğal Etkiler	20,4
Küresel Etkiler	17,3
Kaynakların Sürdürülebilirliği	13,1

5.3. KFY Uygulaması

Bölüm 5.2 de tüm amaçların yetenek alanları için ayrı ayrı hesaplanan yetenek alanı ağırlıkları KFY yöntemi için girdi teşkil eder. KFY, harekât alanında projenin sonuçlarını kullanacak olanların gereksinimlerini önceden ortaya çıkarmak amacıyla her üç amaç için de uygulanmaktadır. Fayda değerlerinin hesaplanması için KFY adımları, her bir yetenek alanındaki yetenekler ve yetenekleri elde etmeyi sağlayacak projelerin değerlendirilmesi iki aşamada; Risk ve Çevre etkisi amaçları için tek aşamada yapılmaktadır. Elde edilen değerler çok amaçlı-çoklu SBP ve bulanık çok amaçlı-çoklu SBP çözümlerinde kullanılmıştır.

5.3.1. Fayda amacı için KFY uygulaması

Fayda değerlerinin hesaplanması için KFY, her bir yetenek alanındaki yetenekler ve yetenekleri elde etmeyi sağlayacak projelerin değerlendirilmesi olmak üzere iki adımda uygulanmaktadır. Birinci adımda değerlendirmesi yapılan Yeteneklerin listesi Çizelge 5.12’de yer almaktadır.

Birinci adımda Yeni Yetenek Alanlarının AHP ile hesaplanan ağırlıkları girdi olarak kabul edilmiş her bir alan ile 1’den 13’e kadar Yeteneklerin ilgisi (0, 1, 3, 9) değerleri kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçta elde edilen ağırlıklar bir sonraki adımın girdileridir.

Çizelge 5.12. Yeteneklerin listesi

Yetenek Numarası	Yetenek Adı
1	Görüntü Toplama
2	Veri Analizi
3	İstihbarat, Gözetleme ve Keşif
4	Sabit Hedeflere Angajman
5	Hareketli Hedeflere Angajman
6	Planlama
7	İzleme
8	Yönetme
9	Araştırma ve Geliştirme
10	Strateji ve Değerlendirme
11	Kuvveti Hareket Ettirme
12	Yedek Malzeme Yönetimi
13	Devam Ettirme

Birinci adımda elde edilen KFY matrisi Çizelge 5.13’de verilmiştir.

Çizelge 5.13. Birinci adım KFY matrisi

Yetenekler	Görüntü Toplama			Veri Analizi			İstihbarat, Gözetleme ve Keşif			Sabit Hedeflere Angajman			Hareketli Hedeflere Angajman			Planlama			İzleme			Yönetme			Araştırma ve Geliştirme			Strateji ve Değerlendirme			Kuvveti Hareket Ettirme			Yedek Malzeme Yönetimi			Devam Ettirme		
	Yetenek 1			Yetenek 2			Yetenek 3			Yetenek 4			Yetenek 5			Yetenek 6			Yetenek 7			Yetenek 8			Yetenek 9			Yetenek 10			Yetenek 11			Yetenek 12			Yetenek 13		
Yetenek Alanları	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3			
Lazer	1	1	1	1	1	1	1	3	1	9	0	9	9	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Robotlar	3	3	1	1	3	1	3	3	1	3	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3	3	1	3	0	1	3	3	3	3	0	3	1	1
Donanımlı Güvenlik Personeli	3	1	3	3	3	3	0	3	1	3	3	1	1	1	1	1	9	9	0	3	0	0	3	0	9	3	3	3	9	9	9	3	0	0	3	0	9	0	0
Detektörler	3	0	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bilgisayarlar	0	9	0	9	9	9	9	9	0	1	1	1	9	9	9	9	9	9	0	9	9	9	9	0	3	9	9	9	9	0	0	9	1	1	1	1	9	9	0
İHAlar	9	9	9	1	1	1	3	3	3	0	9	9	9	0	9	3	3	3	9	9	9	3	3	3	0	9	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Uydular	9	9	9	1	1	1	0	9	0	3	3	3	9	9	0	0	0	0	9	9	9	3	3	3	0	0	0	0	0	0	3	3	1	1	1	1	1	1	1

Birinci adım sonunda hesaplanan yetenek ağırlıkları kullanılarak tüm projelerin bu yetenekleri ne oranda karşıladıkları (0, 1, 3, 9) değerleri kullanılarak Çizelge 5.14’de gösterildiği gibi belirlenmiştir.

Çizelge 5.14. İkinci adım KFY matrisi (Proje 1-8)

Projeler	Yüksek Enerjili Lazer			Düşük Enerjili Lazer			Nano Teknoloji			Güvenlik Veri Tabanı			İleri Metal Alaşım Teknolojileri			Karar Destek Sistemleri			Bilgi Haberleşmesi			Bilgi İşleme		
	Proje 1			Proje 2			Proje 3			Proje 4			Proje 5			Proje 6			Proje 7			Proje 8		
Yetenekler (Fayda)	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3	K V 1	K V 2	K V 3
Görüntü Toplama	1	1	1	1	1	1	9	0	0	9	9	0	1	3	1	1	1	1	9	9	0	9	0	9
Veri Analizi	1	1	1	1	1	1	0	0	9	9	9	9	1	1	1	9	9	9	3	0	0	9	9	9
İstihbarat, Gözetleme ve Keşif	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	9	9	1	3	1	9	0	9	0	0	0	0	0	0
Sabit Hedeflere Angajman	9	0	9	3	3	0	1	1	1	1	3	1	3	3	0	0	0	3	1	3	3	3	3	3
Hareketli Hedeflere Angajman	9	0	9	3	0	3	1	1	1	1	1	1	3	3	0	0	0	3	1	3	3	0	0	0
Planlama	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	9	9	9	0	9	9	9	0	0
İzleme	1	1	1	1	1	1	9	9	0	1	1	3	1	1	1	0	0	9	3	3	3	0	0	0
Yönetme	1	1	3	1	1	3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	9	0	0	9	0	0	3	0	0
Araştırma ve Geliştirme	9	0	9	9	0	9	9	9	9	1	3	0	3	3	3	9	0	0	1	3	3	0	0	0
Strateji ve Değerlendirme	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	1	9	9	9	0	9	9	9	9	9
Kuvveti Hareket Ettirme	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3	3	0
Yedek Malzeme Yönetimi	1	1	1	1	1	1	1	3	0	3	1	1	1	1	1	9	9	9	9	0	9	3	0	9
Devam Ettirme	1	1	1	1	1	1	1	0	3	1	3	3	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3

Çizelge 5.15. İkinci adım KFY matrisi (devamı proje 9-16)

Projeler	Bilgi Değişimi			Bilgi Güvenliği			Bilgi Yönetimi ve Kontrol			Bilgi Sistemleri Binaları			Bilgi Hissetme			Bilgiyi Görselleştirme ve Temsil			Elektro optik Sensörler			Radar Sistemleri		
	Proje 9			Proje 10			Proje 11			Proje 12			Proje 13			Proje 14			Proje 15			Proje 16		
Yetenekler (Fayda)	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Görüntü Toplama	9	0	9	1	3	3	0	0	3	0	3	0	3	3	3	9	9	9	9	9	9	1	1	1
Veri Analizi	0	0	9	3	1	1	0	9	9	3	3	0	9	0	9	9	9	0	3	3	1	3	3	1
İstihbarat, Gözetleme ve Keşif	0	0	0	1	3	1	9	0	0	0	0	0	9	9	0	9	0	0	1	1	3	0	3	3
Sabit Hedeflere Angajman	3	0	9	9	0	0	1	3	1	1	1	1	3	0	9	3	0	0	0	0	0	3	3	3
Hareketli Hedeflere Angajman	9	9	9	0	9	9	1	1	3	1	1	1	9	9	9	0	0	0	9	9	9	3	3	1
Planlama	9	9	9	3	3	3	9	9	0	9	9	9	9	0	0	0	0	9	3	3	0	3	0	0
İzleme	9	0	9	3	0	3	0	9	9	9	9	0	9	9	0	9	9	0	0	0	3	9	9	9
Yönetme	0	9	9	3	3	3	9	9	0	9	9	9	0	9	9	9	9	9	9	9	0	9	9	0
Araştırma ve Geliştirme	1	3	3	0	0	3	9	0	0	9	0	9	9	9	9	0	0	3	9	0	9	3	3	3
Strateji ve Değerlendirme	9	9	9	0	0	3	0	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0	3	0	0	3	1	1
Kuvveti Hareket Ettirme	0	0	9	9	9	9	0	0	0	1	1	1	3	3	0	9	0	9	9	9	0	0	0	9
Yedek Malzeme Yönetimi	3	0	0	3	3	3	9	9	0	3	3	3	3	3	0	3	3	3	1	3	3	1	3	1
Devam Ettirme	0	0	3	3	1	1	0	0	9	3	3	1	3	1	0	3	0	1	3	3	3	1	1	3

Sonuçta elde edilen ağırlıklar projelerin fayda değerlerini yani harekât alanına katkısını göstermektedir. Projelerin faydaları (KFY yöntemi sonuçları) Çizelge 5.16’da verilmektedir.

Çizelge 5.16. KFY sonuçları (projelerin faydaları)

Proje Numarası	Fayda Değerleri
1	0,046
2	0,031
3	0,047
4	0,053
5	0,031
6	0,074
7	0,063
8	0,054
9	0,094
10	0,053
11	0,070
12	0,072
13	0,100
14	0,078
15	0,076
16	0,058

5.3.2. Risk amacı için KFY uygulaması

AHP uygulamasında elde edilen ağırlıklar (Bkz. Çizelge 5.9) KFY Matrisinde kullanılmaktadır. Elde edilen KFY matrisi Çizelge 5.17 ve Çizelge 5.18’de verilmiştir.

Çizelge 5.17. Projelerin gerçekleştirme riski KFY matrisi (Proje 1-8)

Projeler	Yüksek Enerjili Lazer			Düşük Enerjili Lazer			Nano Teknoloji			Güvenlik Veri Tabanı			İleri Metal Alaşım Teknolojileri			Karar Destek Sistemleri			Bilgi Haberleşmesi			Bilgi İşleme		
Yetenek Alanları (Risk)	Proje 1			Proje 2			Proje 3			Proje 4			Proje 5			Proje 6			Proje 7			Proje 8		
	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3
Yeni Teknoloji	1	3	9	3	1	6	6	9	3	6	9	8	1	6	9	9	9	6	3	8	9	9	6	9
Yeterli Maliyet	6	1	3	3	3	1	1	6	9	6	9	3	1	1	6	3	3	3	3	3	1	6	3	6
Zaman Uzaması	3	3	1	9	6	1	9	1	3	9	9	6	3	6	9	9	3	3	3	9	3	6	3	6

Çizelge 5.18. Projelerin gerçekleştirme riski KFY matrisi (devamı proje 9-16)

Projeler	Bilgi Değişimi			Bilgi Güvenliği			Bilgi Yönetimi ve Kontrol			Bilgi Sistemleri Binaları			Bilgi Hissetme			Bilgiyi Görselleştirme ve Temsil			Elektro optik Sensörler			Radar Sistemleri		
Yetenek Alanları (Risk)	Proje 9			Proje 10			Proje 11			Proje 12			Proje 13			Proje 14			Proje 15			Proje 16		
	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3
Yeni Teknoloji	1	1	1	6	3	1	1	3	6	1	1	3	3	9	9	9	3	6	3	1	1	1	3	6
Yeterli Maliyet	3	3	3	1	1	3	3	6	9	3	6	6	9	1	9	1	1	9	3	6	3	6	6	6
Zaman Uzaması	6	3	3	9	9	9	9	9	1	9	9	6	6	6	3	6	3	3	6	9	6	3	9	3

Projelerin risk değerleri (KFY yöntemi sonuçları) Çizelge 5.19’da verilmektedir.

Çizelge 5.19. KFY sonuçları (proje gerçekleştirme riskleri)

Proje Numarası	Risk Değerleri
1	0,048
2	0,045
3	0,073
4	0,095
5	0,061
6	0,078
7	0,066
8	0,086
9	0,029
10	0,051
11	0,062
12	0,051
13	0,085
14	0,065
15	0,045
16	0,059

5.3.3. Çevre amacı için KFY uygulaması

AHP adımından gelen ağırlıklar (Bkz. Çizelge 5.11) KFY matrisinde kullanılmıştır. Elde edilen KFY matrisi Çizelge 5.20 ve Çizelge 5.21’de verilmiştir.

Çizelge 5.20. Projelerin çevresel etki KFY matrisi (Proje 1-8)

Projeler	Yüksek Enerjili Lazer			Düşük Enerjili Lazer			Nano Teknoloji			Güvenlik Veri Tabanı			İleri Metal Alaşım Teknolojileri			Karar Destek Sistemleri			Bilgi Haberleşmesi			Bilgi İşleme		
Yetenek Alanları (Çevre)	Proje 1			Proje 2			Proje 3			Proje 4			Proje 5			Proje 6			Proje 7			Proje 8		
	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3
İnsan Sağlığı Etkisi	1	3	9	3	1	6	6	9	3	6	9	8	1	6	9	9	9	6	3	8	9	9	6	9
Yerel Doğal Etkiler	6	3	3	3	6	1	1	6	9	6	1	3	1	6	6	3	9	3	3	6	1	6	6	6
Küresel Etkiler	3	3	1	9	6	1	9	1	3	9	9	6	3	6	9	9	3	3	3	9	3	6	3	6
Kaynakların Sürdürülebilirliği	3	9	6	6	9	3	3	1	6	1	6	6	3	6	3	3	9	1	9	6	9	6	3	3

Çizelge 5.21. Projelerin çevresel etki KFY matrisi (devamı proje 9-16)

Projeler	Bilgi Değişimi			Bilgi Güvenliği			Bilgi Yönetimi ve Kontrol			Bilgi Sistemleri Binaları			Bilgi Hissetme			Bilgiyi Görselleştirme ve Temsil			Elektro optik Sensörler			Radar Sistemleri		
Yetenek Alanları (Çevre)	Proje 9			Proje 10			Proje 11			Proje 12			Proje 13			Proje 14			Proje 15			Proje 16		
	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3
İnsan Sağlığı Etkisi	1	1	1	6	3	1	1	3	6	1	1	3	3	9	9	9	3	6	3	1	1	9	6	6
Yerel Doğal Etkiler	3	1	3	1	3	3	3	1	9	3	3	6	9	6	9	3	9	9	9	6	1	6	6	6
Küresel Etkiler	6	3	3	9	9	9	9	9	1	9	9	6	6	6	3	6	3	3	6	9	6	6	9	9
Kaynakların Sürdürülebilirliği	9	6	9	6	6	3	1	13	13	6	6	3	1	1	6	1	6	1	9	6	6	9	9	9

Projelerin çevre etkisi değerleri (KFY yöntemi sonuçları) Çizelge 5.22’de verilmektedir.

Çizelge 5.22. KFY sonuçları (projelerin çevreye olumsuz etkisi)

Proje Numarası	Çevresel Etki Değerleri
1	0,050
2	0,049
3	0,064
4	0,078
5	0,062
6	0,078
7	0,071
8	0,080
9	0,033
10	0,053
11	0,058
12	0,045
13	0,077
14	0,066
15	0,049
16	0,088

5.4. HP ve BHP Çözümleri

Projelerin fayda, risk ve çevre etkisi değerleri hesaplandıktan sonra bu değerler çok amaçlı toplamsal ağırlıklı ve öncelikli hedef programlama modeli ve çok amaçlı toplamsal ağırlıklı ve öncelikli bulanık hedef programlama modeli olmak üzere dört modelin kurulmasında kullanılmıştır. Kurulan modeller aşağıda verilmiştir.

Uygulamada modernizasyon bütçe kısıtı 105.000 TL ve Yabancı Askeri Alım bütçe kısıtı 135.000 TL olarak belirlenmiştir.

5.4.1. Toplamsal ağırlıklı HP modeli

Amaç ağırlıkları uzman görüşü alınarak AHP ile hesaplanmıştır.

Toplamsal ağırlıklı HP modeli aşağıda verilmiştir:

$$\text{Min} = 0,546 d^- + 0,4 r^+ + 0,054 e^+ \quad (5.1)$$

$$\sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^2 b_i x_{ij} + d^- - d^+ = \text{fayda} \quad (5.2)$$

$$\sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^2 r_i x_{ij} + r^- - r^+ = \text{risk} \quad (5.3)$$

$$\sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^2 e_i x_{ij} + e^- - e^+ = \text{çevre} \quad (5.4)$$

$$\sum_{i=1}^{16} m_i x_{i1} \leq 105\ 000 \quad (5.5)$$

$$\sum_{i=1}^{16} m_i x_{i2} \leq 135\ 000 \quad (5.6)$$

$$\sum_{j=1}^2 x_{ij} \leq 1 \quad \forall i \quad (5.7)$$

$$x_{ij} \in [0,1]^{16 \times 2} \quad \forall ij \quad (5.8)$$

$$d^-, d^+, r^-, r^+, e^-, e^+ \geq 0 \quad (5.9)$$

Eş. 5.1 amaç fonksiyonu; Eş. 5.2, Eş. 5.3 ve Eş. 5.4 kısıtları sırasıyla fayda, risk ve çevre amaçlarına ilişkin kısıtları; Eş. 5.5 ve Eş. 5.6 kısıtları sırasıyla modernizasyon

ve yabancı dış alım bütçe kısıtlarını; Eş. 5.7 kısıtı bir projenin sadece bir bütçede yer alması kısıtı; Eş. 5.8 kısıtı tam sayı kısıtı; Eş. 5.9 kısıtı ise sapma değişkenlerinin sıfıra eşit veya büyük olma kısıtıdır.

5.4.2. Öncelikli HP modeli

Proje seçiminde fayda, risk ve çevre etkisi olmak üzere belirlenen üç amaç farklı şekillerde önceliklendirilebilir. Ancak savunma sektöründe öncelikli amaç fayda olduğundan; fayda hedefine ulaşılması durumunda risk ve çevre amaçları değerlendirilmektedir. Dolayısıyla öncelik sıralaması fayda, risk, çevre olmaktadır.

Öncelikli HP modeli aşağıda verilmiştir:

$$\text{LEXMIN } \{d^-, r^+, e^+\} \quad (5.10)$$

$$\sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^2 b_i x_{ij} + d^- - d^+ = \text{fayda} \quad (5.11)$$

$$\sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^2 r_i x_{ij} + r^- - r^+ = \text{risk} \quad (5.12)$$

$$\sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^2 e_i x_{ij} + e^- - e^+ = \text{çevre} \quad (5.13)$$

$$\sum_{i=1}^{16} m_i x_{i1} \leq 105\ 000 \quad (5.14)$$

$$\sum_{i=1}^{16} m_i x_{i2} \leq 135\ 000 \quad (5.15)$$

$$\sum_{j=1}^2 x_{ij} \leq 1 \quad \forall i \quad (5.16)$$

$$x_{ij} \in [0,1]^{16 \times 2} \quad \forall ij \quad (5.17)$$

$$d^-, d^+, r^-, r^+, e^-, e^+ \geq 0 \quad (5.18)$$

Eş. 5.10 amaç fonksiyonu; Eş. 5.11, Eş. 5.12 ve Eş. 5.13 kısıtları sırasıyla fayda, risk ve çevre amaçlarına ilişkin kısıtları; Eş. 5.14 ve Eş. 5.15 kısıtları sırasıyla modernizasyon ve yabancı dış alım bütçe kısıtlarını; Eş. 5.16 kısıtı bir projenin sadece bir bütçede yer alması kısıtı Eş. 5.17 kısıtı tam sayı kısıtı Eş. 5.18 kısıtı ise sapma değişkenlerinin sıfıra eşit veya büyük olma kısıtıdır.

5.4.3. Toplamsal ağırlıklı BHP modeli

Bu modelde her hedefin başarıma derecelerinin toplamının maksimize edilmeye çalışıldığı Tiwari ve ark.'nın önerdiği toplamsal ağırlıklı model yöntemi (additive weighting) kullanılarak amaçlar bulanıklaştırılmıştır [Özkan, 2003].

Bulanık programlamada amaçların üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi gerekmektedir. Tezde, üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde Zimmerman'ın doğrusal programlama için amaç fonksiyonuna bağlı olarak geliştirdiği üyelik fonksiyonlarından faydalanılmıştır. Tezde kullanılan üyelik fonksiyonları aşağıdadır [Özkan, 2003].

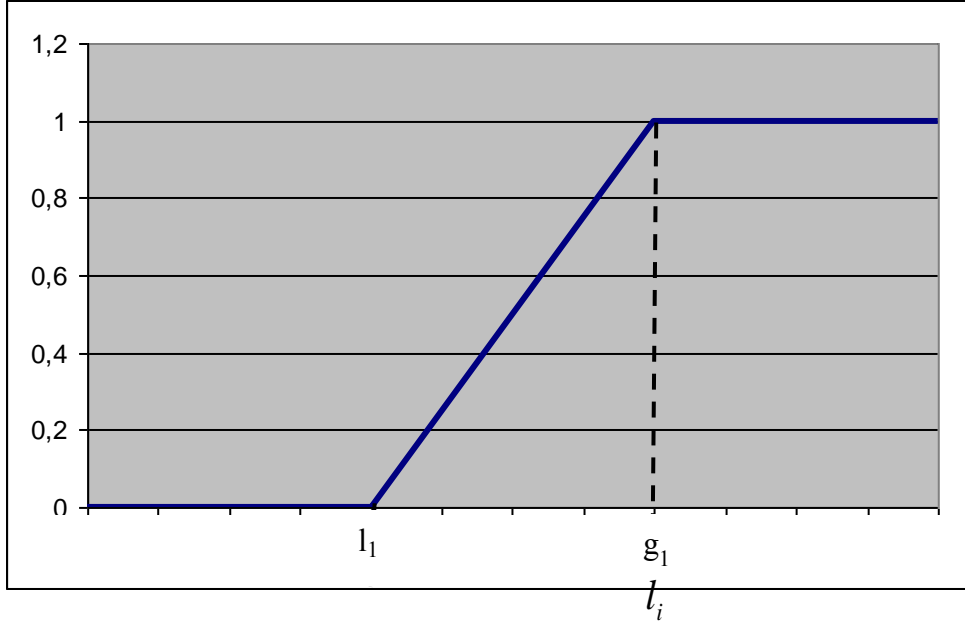
$$\mu_{Z_1} = \begin{cases} 1 & \text{eğer } Z_1 \geq \text{fayda} \\ Z_1 - l_1 / \text{fayda} - l_1 & \text{eğer } l_1 < Z_1 < \text{fayda} \\ 0 & \text{eğer } Z_1 \leq l_1 \end{cases} \quad (5.19)$$

$$\mu_{Z_2} = \begin{cases} 1 & \text{eğer } Z_2 \leq \text{risk} \\ u_2 - Z_2 / u_2 - \text{risk} & \text{eğer } \text{risk} < Z_2 < u_2 \\ 0 & \text{eğer } Z_2 \geq u_2 \end{cases} \quad (5.20)$$

$$\mu_{Z_3} = \begin{cases} 1 & \text{eğer } Z_3 \leq \text{çevre} \\ u_3 - Z_3 / u_3 - \text{çevre} & \text{eğer } \text{çevre} < Z_3 < u_3 \\ 0 & \text{eğer } Z_3 \geq u_3 \end{cases} \quad (5.21)$$

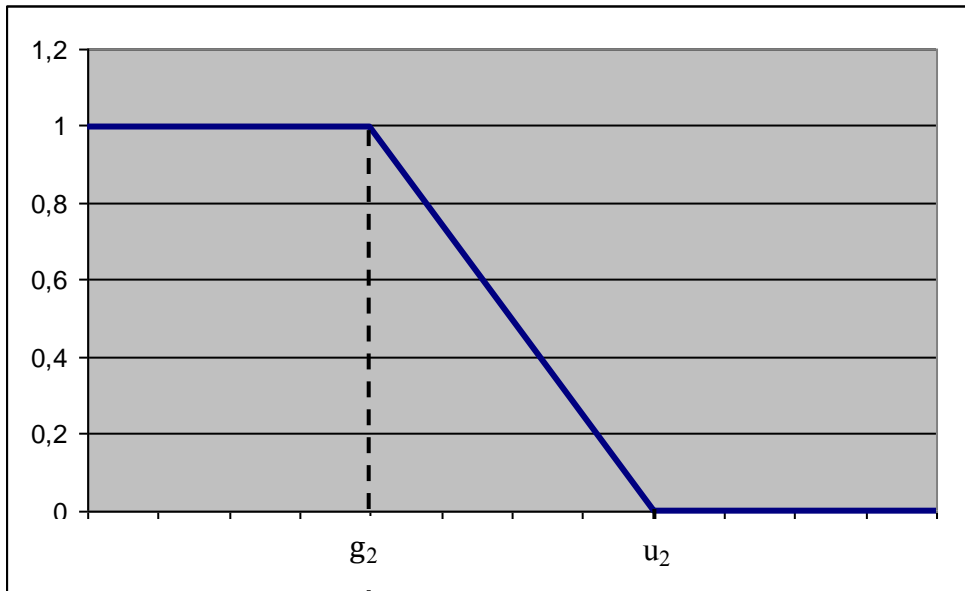
Üyelik fonksiyonlarının grafikleri Şekil 5.3. – Şekil 5.5.'de verilmektedir.

Hedefin en büyükleme şeklinde olduğu fayda amacı üyelik fonksiyonu; $Z_1 > g_1$



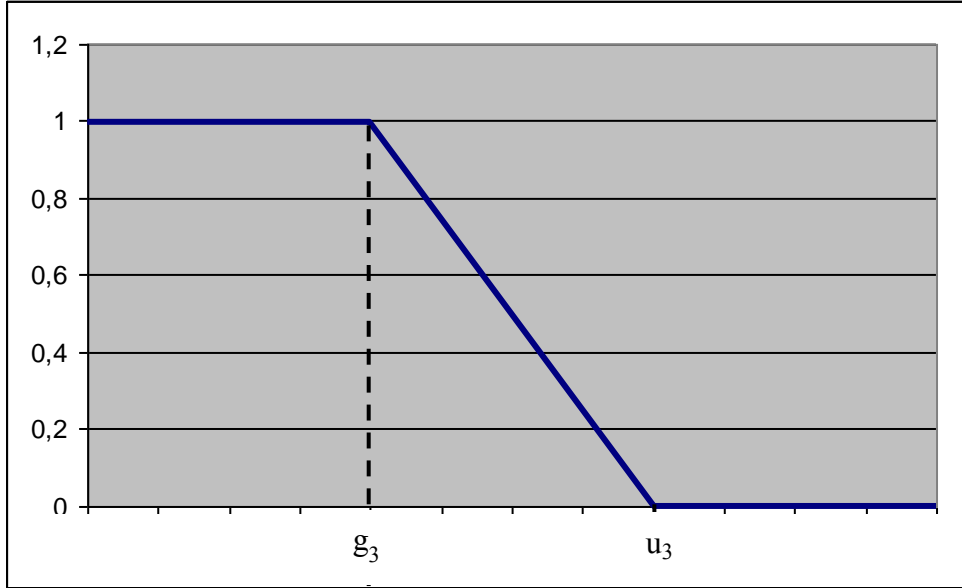
Şekil 5.2. Üyelik Fonksiyonu-1

Hedefin en küçükleme şeklinde olduğu risk amacı üyelik fonksiyonu; $Z_2 < g_2$



Şekil 5.3. Üyelik Fonksiyonu-2

Hedefin en küçükleme şeklinde olduğu çevre amacı üyelik fonksiyonu; $Z_3 < g_3$



Şekil 5.4. Üyelik Fonksiyonu-3

Tanımlanan üyelik fonksiyonlarının doğrusal modelde kullanılabilmesi için bulanık kısıt haline dönüştürülmesi gerekmektedir.

Fayda amacı için üst değer 1, alt değer 0 olduğu için arada kalan kısım:

$$\mu_{Z_1} \leq \frac{Z_1 - l_1}{\text{fayda} - l_1} \Rightarrow \mu_{Z_1} (\text{fayda} - l_1) \leq Z_1 - l_1 \quad (5.22)$$

$$Z_1 = \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^2 b_i x_{ij} \quad \text{ise} \quad (5.23)$$

$$\mu_{Z_1} (\text{fayda} - l_1) \leq \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^2 b_i x_{ij} - l_1 \Rightarrow \quad (5.24)$$

$$\mu_{Z_1} (\text{fayda} - l_1) - \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^2 b_i x_{ij} + l_1 \leq 0 \quad (5.25)$$

elde edilir.

Benzer şekilde risk ve çevre etkisi için elde edilen kısıtlar aşağıdadır:

$$\mu_{Z_2} (u_2\text{- risk}) + \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^2 r_i x_{ij} - u_2 \leq 0 \quad (5.26)$$

$$\mu_{Z_3} (u_3\text{- çevre}) + \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^2 e_i x_{ij} - u_3 \leq 0 \quad (5.27)$$

Bu durumda toplamsal bulanık hedef programlama modeli aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$\text{Max } f(\mu) = w_1 \mu_{Z_1} + w_2 \mu_{Z_2} + w_3 \mu_{Z_3} \quad (5.28)$$

$$\mu_{Z_1} (\text{fayda} - l_1) - \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^2 b_i x_{ij} + l_1 \leq 0 \quad \forall ij \quad (5.29)$$

$$\mu_{Z_2} (u_2\text{- risk}) + \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^2 r_i x_{ij} - u_2 \leq 0 \quad \forall ij \quad (5.30)$$

$$\mu_{Z_3} (u_3\text{- çevre}) + \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^2 e_i x_{ij} - u_3 \leq 0 \quad \forall ij \quad (5.31)$$

$$\sum_{i=1}^{16} m_i x_{i1} \leq 105\ 000 \quad (5.32)$$

$$\sum_{i=1}^{16} m_i x_{i2} \leq 135\ 000 \quad (5.33)$$

$$\sum_{j=1}^2 x_{ij} \leq 1 \quad \forall i \quad (5.34)$$

$$x_{ij} \in [0,1]^{16 \times 2} \quad \forall ij \quad (5.35)$$

$$0 \leq \mu_{Z_1}, \mu_{Z_2}, \mu_{Z_3} \leq 1 \quad (5.36)$$

Eş. 5.28 amaç fonksiyonu; Eş. 5.29, Eş. 5.30 ve Eş. 5.31 kısıtları sırasıyla fayda, risk ve çevre amaçlarına ilişkin kısıtları; Eş. 5.32 ve Eş. 5.33 kısıtları sırasıyla modernizasyon ve yabancı dış alım bütçe kısıtlarını; Eş. 5.34 kısıtı bir projenin sadece bir bütçede yer alması kısıtı; Eş. 5.35 kısıtı tam sayı kısıtı; Eş. 5.36 kısıtı ise üyelik fonksiyonlarının 0 ila 1 arasında değer alması kısıtıdır.

5.4.4. Öncelikli BHP modeli

Tezde önem sırası karar vericiler tarafından Z_1 (FAYDA) $\gg Z_2$ (RİSK) $\gg Z_3$ (ÇEVRE) olarak belirlenmiştir. Bu bilgi ışığında öncelikli BHP modeli aşağıdadır:

$$\text{Max } f(\mu) = \mu_{Z_1} + \mu_{Z_2} + \mu_{Z_3} + \lambda \left[(\mu_{Z_1} - \mu_{Z_2}) + (\mu_{Z_2} - \mu_{Z_3}) \right] \quad (5.37)$$

$$\mu_{Z_1} (\text{fayda} - l_1) - \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^2 b_i x_{ij} + l_1 \leq 0 \quad \forall ij \quad (5.38)$$

$$\mu_{Z_2} (u_2 - \text{risk}) + \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^2 r_i x_{ij} - u_2 \leq 0 \quad \forall ij \quad (5.39)$$

$$\mu_{Z_3} (u_3 - \text{çevre}) + \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^2 e_i x_{ij} - u_3 \leq 0 \quad \forall ij \quad (5.40)$$

$$\sum_{i=1}^{16} m_i x_{i1} \leq 105\,000 \quad (5.41)$$

$$\sum_{i=1}^{16} m_i x_{i2} \leq 135\,000 \quad (5.42)$$

$$\sum_{j=1}^2 x_{ij} \leq 1 \quad \forall i \quad (5.43)$$

$$x_{ij} \in [0,1]^{16 \times 2} \quad \forall ij \quad (5.44)$$

$$0 \leq \mu_{Z_1}, \mu_{Z_2}, \mu_{Z_3} \leq 1 \quad (5.45)$$

$$\lambda \geq 0 \quad (5.46)$$

Eş. 5.37 amaç fonksiyonu; Eş. 5.38, Eş. 5.39 ve Eş. 5.40 kısıtları sırasıyla fayda, risk ve çevre amaçlarına ilişkin kısıtları; Eş. 5.41 ve Eş. 5.42 kısıtları sırasıyla modernizasyon ve yabancı dış alım bütçe kısıtlarını; Eş. 5.43 kısıtı bir projenin sadece bir bütçede yer alması kısıtı; Eş. 5.44 kısıtı tam sayı kısıtı; Eş. 5.45 kısıtı üyelik fonksiyonlarının 0 ila 1 arasında değer alması kısıtı; Eş. 5.46 kısıtı amaç fonksiyonunda yer alan λ katsayısının sıfırdan büyük olması kısıtıdır.

5.5. Modellerin Çözümü, Karşılaştırılması ve Duyarlılık Analizi

Modellerin çözümünde Lingo 8.0 paket programı kullanılmıştır. Birden fazla amaç söz konusu olduğundan bu amaçlara ilişkin katsayıları oluşturan veri setleri karar vericinin önceliklerinin doğru yansıtılabilmesi için toplamsal normalizasyon metodu kullanılarak normalize edilmiştir.

5.5.1. HP çözümü

HP modelinin çözümü için amaçların hedef değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Uzman görüşü alınarak belirlenen hedef değerleri Çizelge 5.23’de verilmiştir.

Çizelge 5.23. Farklı bütçe durumlarında kullanılan hedefler

Amaç	Tanım	Bütçe Durum 1	Bütçe Durum 2	Bütçe Durum 3	Bütçe Durum 4
		Hedef	Hedef	Hedef	Hedef
Max Z_1	Fayda	1	0,857	0,773	0,726
Min Z_2	Risk	0,471	0,241	0,182	0,131
Min Z_3	Çevre Etkisi	0,489	0,243	0,181	0,129

Ayrıca savunma projelerinin uygulanmasında dönem başında belirli bir bütçe ayrılmasına rağmen ilerleyen dönemlerde kısıtlamalar olabilmesi nedeniyle; bütçe kısıtları kesintisiz, 1/3, 1/2 ve 2/3 kesinti durumlarına göre de çözülmüştür.

Toplamsal Ağırlıklı HP Çözümü

Toplamsal ağırlıklı HP çözümleri Çizelge 5.26'da verilmiştir.

Öncelikli HP Çözümü

Elde edilen çözümler Çizelge 5.27'de verilmiştir.

5.5.2. BHP çözümü

BHP modelinin çözümü için öncelikle amaçların hedef değerlerinin alt ve üst limitlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Uzman görüşü alınarak belirlenen bütçenin en az %80'inin kullanılması durumunda her bir amaç için en iyi ve en kötü olası hedef değerleri hesaplanmış ve Çizelge 5.24 - Çizelge 5.25'de verilmiştir. Hedef programlamada ve bulanık hedef programlamada bu alt ve üst hedefler kullanılmıştır.

Çizelge 5.24. Farklı bütçe durumlarına (1-2) göre kullanılan alt ve üst hedefler

Amaç	Tanım	Bütçe Durum 1		Bütçe Durum 2	
		Alt Hedef	Üst Hedef	Alt Hedef	Üst Hedef
Max Z_1	Fayda	0,421	1	0,2139	0,8569
Min Z_2	Risk	0,471	1	0,241	0,7934
Min Z_3	Çevre Etkisi	0,489	1	0,2432	0,7706

Çizelge 5.25. Farklı bütçe durumlarına (3-4) göre kullanılan alt ve üst hedefler

Amaç	Tanım	Bütçe Durum 3		Bütçe Durum 4	
		Alt Hedef	Üst Hedef	Alt Hedef	Üst Hedef
Max Z_1	Fayda	0,183	0,7727	0,1303	0,726
Min Z_2	Risk	0,182	0,6976	0,1308	0,625
Min Z_3	Çevre Etkisi	0,181	0,6689	0,1288	0,6053

Toplamsal Ağırlıklı BHP Çözümü

Elde edilen çözümler Çizelge 5.26'da verilmiştir.

Öncelikli BHP Çözümü

Elde edilen çözümler Çizelge 5.27'de verilmiştir.

5.5.3. HP ve BHP karşılaştırılması ve duyarlılık analizi

HP ve BHPnin karşılaştırılması toplamsal ağırlıklı ve öncelikli olmasına göre ayrı ayrı yapılmıştır.

Toplamsal Ağırlıklı HP ve BHP Karşılaştırılması ve Duyarlılık Analizi

Hem toplamsal ağırlıklı hedef programlama hem de toplamsal ağırlıklı bulanık hedef programlama modelleri çözülmüştür. Dört ayrı bütçe durumuna göre sonuçlar aşağıda Çizelge 5.26'da verilmiştir.

Çizelge 5.26. Toplamsal ağırlıklı HP'da ve toplamsal ağırlıklı BHP'da amaca ulaşma durumları (bütçe durumu 1-2-3-4)

Bütçe Durumları	Amacın Gerçekleşme Yüzdesi							
	Toplamsal Ağırlıklı HP (0,546 Z ₁ +0,4 Z ₂ +0,054 Z ₃)			Toplamsal Ağırlıklı BHP (0,546 Z ₁ +0,4 Z ₂ +0,054 Z ₃)				
	Fayda %	Risk %	Çevre Etkisi %	Fayda %	Risk %	Çevre Etkisi %	Z	Proje Sayısı
Durum 1 (Kesintisiz bütçe)	0	0	0	63	68	65	65	11
Durum 2 (1/3 kesintili)	100	0	0	51	73	74	61	7
Durum 3 (1/2 kesintili)	100	0	0	74	45	43	60,5	7
Durum 4 (2/3 kesintili)	100	0	0	69	48	47	59,5	7

Çizelge 5.26. incelendiğinde, toplamsal ağırlıklı hedef programlama sonuçlarına göre AHP ile bulunan [0,546; 0,4; 0,054] ağırlıkları kullanıldığında ve kesintisiz bütçe durumunda hiçbir amacın sağlanamadığı görülmektedir. Toplamsal ağırlıklı bulanık hedef programlamada ise fayda için %63, risk için %68 çevre etkisi için %65 başarıma değerlerine ulaşılmaktadır. Amaç fonksiyonu değerinin bütçe azaldıkça azaldığı yine gerçekleştirilen proje sayısının da bütçe azaldıkça azaldığı görülmektedir.

Öncelikli HP ve BHP Karşılaştırılması ve Duyarlılık Analizi

Dört ayrı bütçe durumuna göre sonuçlar aşağıda Çizelge 5.27’de sunulmuştur.

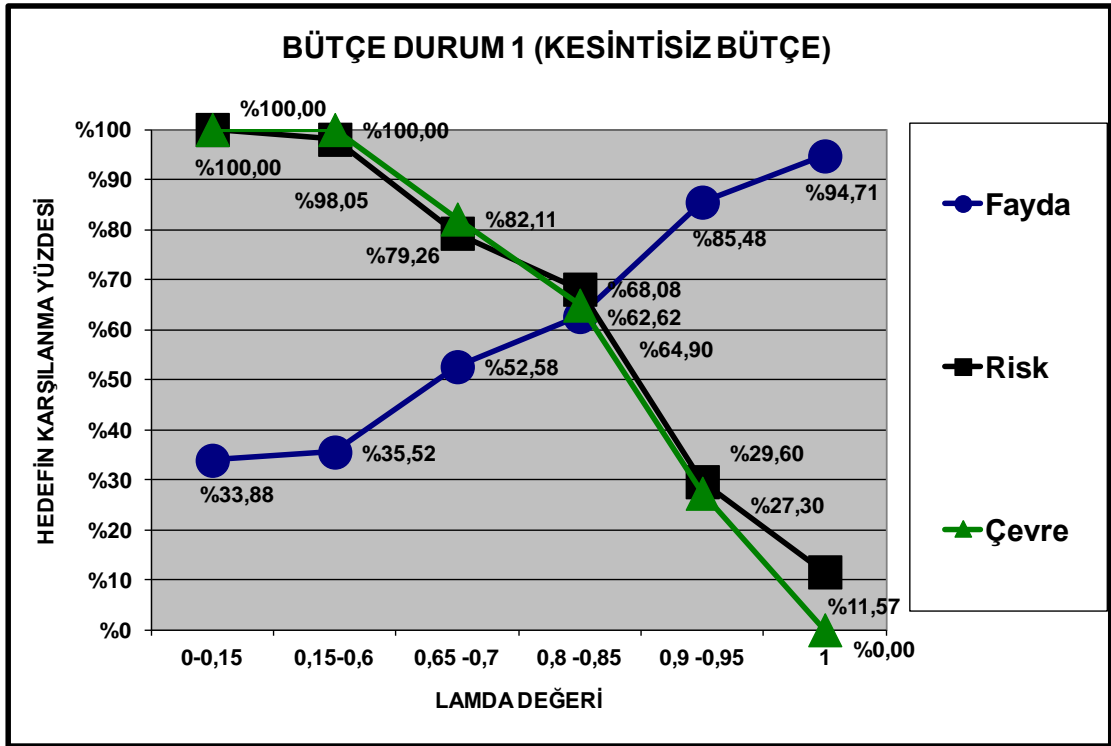
Çizelge 5.27. Öncelikli HP ve öncelikli BHP’da amaca ulaşma durumları (bütçe durumu 1-2-3-4)

Bütçe Durumları	Amacın Gerçekleşme Yüzdesi							
	Öncelikli Hedef Programlama			Öncelikli Bulanık Hedef Programlama				
	$Z_1 (FAYDA) \gg Z_2 (RİSK) \gg Z_3 (ÇEVRE)$							
	Fayda %	Risk %	Çevre Etkisi %	Fayda %	Risk %	Çevre Etkisi %	Z	Proje Sayısı
Durum 1 (Kesintisiz bütçe)	100	0	0	42	92	96	2	9
Durum 2 (1/3 kesintili)	100	0	0	32	94	95	1,94	5
Durum 3 (1/2 kesintili)	100	0	0	40	82	82	1,77	5
Durum 4 (2/3 kesintili)	0	0	0	35	84	84	1,76	4

* $\lambda=0,5$

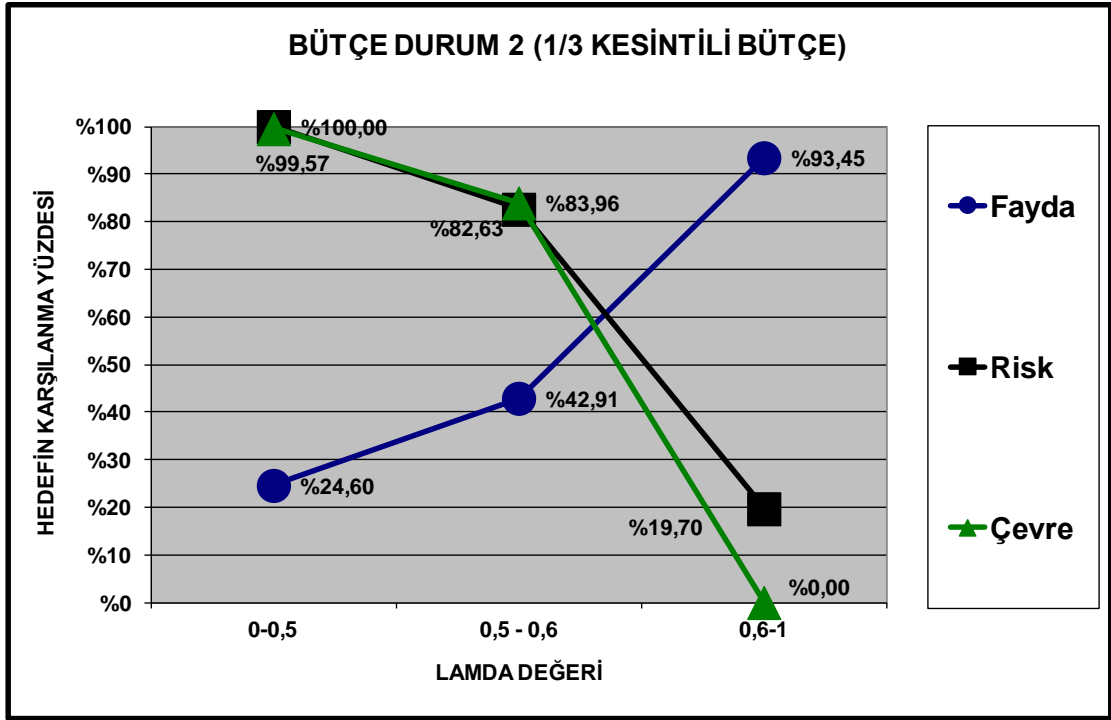
Çizelge 5.27’ye bakıldığında amaç fonksiyonu değerinin bütçe azaldıkça azaldığı yine gerçekleştirilen proje sayısının da bütçe azaldıkça azaldığı görülmektedir.

Çizelge 5.27.’de değerler Öncelikli BHP’da $\lambda=0,5$ olduğu durumlar için sunulmuştur. λ ’nın farklı değerleri için elde edilen hedef karşılanma yüzdeleri aşağıda Şekil 5.5 - Şekil 5.8’de verilmiştir.

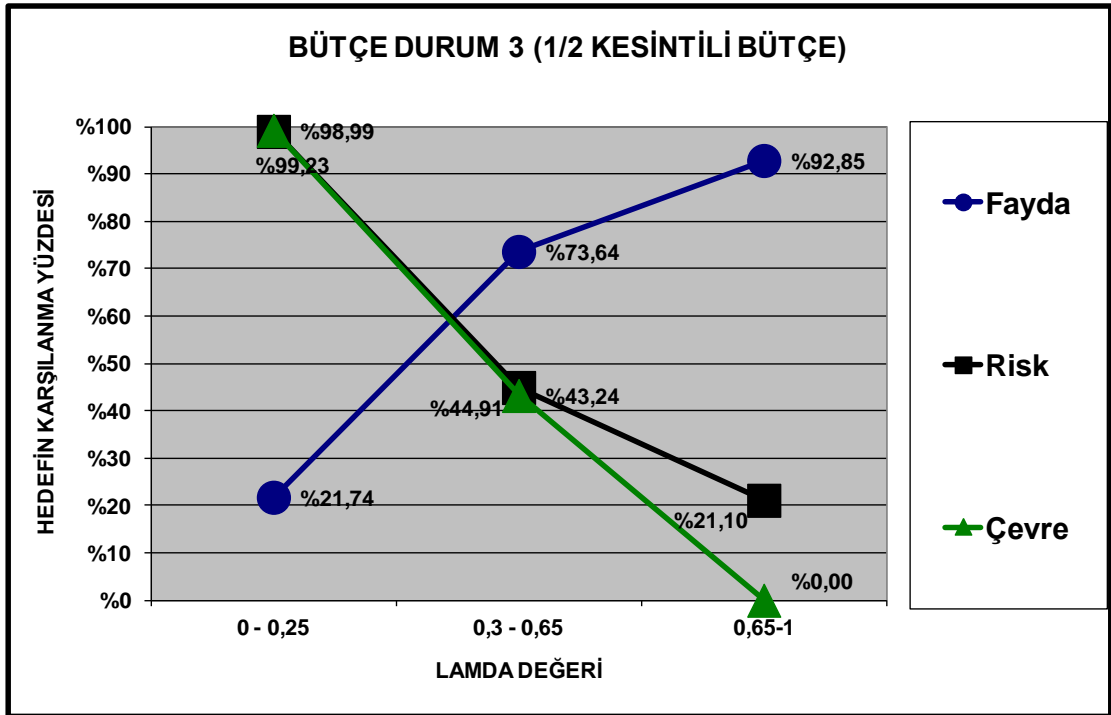


Şekil 5.5. Hedef karşılanma yüzdesi (bütçe durumu 1)

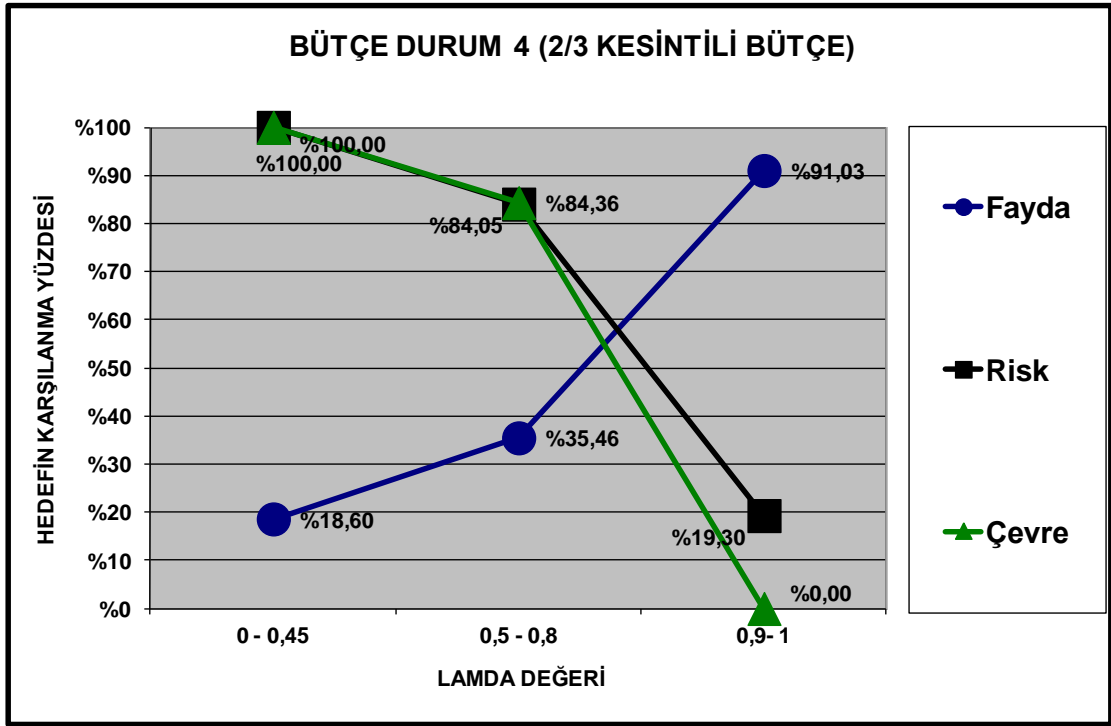
Şekil 5.5'den de görüldüğü gibi karar vericiler tarafından fayda önceliğinin artırılması isteniyorsa λ 'nın alacağı değerin artırılması uygun olacaktır. Benzer durum diğer bütçe durumlarında ortaya çıkan şekillere (Bkz. Şekil 5.6 - Şekil 5.8) bakıldığında da görülmektedir.



Şekil 5.6. Hedef karşılanma yüzdesi (bütçe durumu 2)



Şekil 5.7. Hedef karşılanma yüzdesi (bütçe durumu 3)



Şekil 5.8. Hedef karşılanma yüzdesi (bütçe durumu 4)

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Stratejik konumu nedeniyle modern askeri silah sistemleri bulundurma gereksiniminde olan ülkemizde, bu sistemlerin maliyetlerinin oldukça yüksek olması ve gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'nin askeri harcama kaynaklarının oldukça kısıtlı olması nedeniyle, savunma bütçesine ayrılan kaynakların çok hassas bir şekilde planlanması gerekmektedir.

Bir savunma kurumu için gerçekleştirilecek projelerin faydası maliyetle değil projelerin harekât alanındaki faydası ile ölçülmektedir. Savunma sanayinde dışa bağımlılık ve yeni teknolojilerin kullanımı gibi nedenlerle risk faktöründe amaçlar arasına katılmalıdır. Ayrıca günümüzde doğal kaynakların azalması, çevre faktörünün insan sağlığı üzerine etkileri gibi nedenler dolayısıyla çevre faktöründe proje seçiminde değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda tezde projelerin seçiminde harekât alanındaki fayda, risk ve çevre olmak üzere üç amaç belirlenmiştir.

NATO'da da kullanılmaya başlanan, yakın zamanda diğer ülkelere tavsiye edilen ve ülkemizde geçmesinin faydalı olacağı değerlendirilen YTP yaklaşımı ile proje seçimi bu tezde çalışılmıştır.

YTP düşmanın kim ya da nerede olacağı ile birlikte gelecekte neler yapabileceğine odaklanmaktadır. Klasik tehdit tabanlı planlamadan, YTPye geçişte en önemli teknik değişiklik, birden fazla senaryonun ele alınmasıdır. Bu senaryolar birden fazla gelecek olasılığını temsil yeteneğine sahiptirler.

Uzun dönemli savunma planlaması yöntemlerinden biri olan YTP yaklaşımı, incelemeler ve uzman görüşleri sonucu ortaya çıkarılan çeşitli senaryolarda ortak kullanılan yeteneklere öncelik verilmesini sağlar ve yapılan planlamanın etkinliğini artırır. Yapılan çalışmaların başarısı için organizasyon içerisinde stratejik seviyede destek ihtiyacı vardır. Yetenek alanları ve yetenekleri içeren yetenek mimarisi

geliştirme çalışmaları sonucu yeteneklerin somut ölçütlerle ifade edilebilmesi ve bu sayede istenen yeteneğin hangi amaca hizmet ettiği ile ilgili direk sayısal bağlantıların oluşturulması ve gerektiğinde vazgeçilen yeteneğin hangi sonuçları doğuracağıının izlenebilir olması YTP'nin en önemli faydalarıdır.

Tezde tüm amaçlar için kullanılan YTP yaklaşımı; literatürde harekât alanındaki fayda için kullanılmış olmakla birlikte; risk ve çevre amaçları için ilk kez uygulanmıştır.

Savunma planlamasında da harekâtı icra edenlerin isteklerinin, bütçeyi ve projeleri planlayanlara tam olarak iletilmesi önemlidir. Bu aşamada KFY yaklaşımı hem kullanıcı isteklerinin daha iyi anlaşılmasını hem de yapılan kaynak planlamasının gerekçelerinin dokümente edilmesini sağlar.

Bu tezde proje seçiminde özgün olarak YTP yaklaşımına uygun bir senaryo uzayı yöntemi ve özellikle değişken durumlara bağlı olan verilerin sayısal hale getirilmesi için AHP ve KFY gibi metodları birleştirilerek kullanan yeni bir yaklaşım, MAQ yaklaşımı önerilmiştir.

MAQ yaklaşımı tüm amaçlar için, sistem bütünlüğü içerisinde senaryolardan başlayan ve AHP, KFY adımları ile devam eden; kullanıcıların taleplerinin sayısal hale getirilmesinde kullanılan bir yaklaşımdır.

MAQ yaklaşımı ile elde edilen veriler çok amaçlı-çoklu SBP olarak modellenmiştir. Modelin çözümünde hedef programlama ve bulanık hedef programlama yöntemleri toplamsal ağırlıklı ve öncelikli olmak üzere kullanılmıştır.

Önerilen yaklaşımın uygulaması, fayda için sekiz senaryo ve yedi yetenek alanı ile on üç yetenek, diğer amaçlar (risk, çevre) için ise ikişer senaryo ve risk için üç, çevre için dört ayrı yetenek alanı ve iki bütçe kısıtlı bir problem üzerinde yapılmıştır.

Kurulan dört modelin çözümü Lingo 8.0 paket programı ile elde edilmiştir. Savunma bütçesinde yapılabilecek çeşitli kesintiler dikkate alınarak dört farklı bütçe kısıtı için duyarlılık analizi yapılmıştır.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda yetenek alanlarının birbirleri ile ilişkileri olan örnekler için ANP ve yetenek alanları ile yeteneklerin ve yetenekler ile projelerin ilişkilerini belirlemede bulanık KFY yaklaşımları kullanılabilir. Risk ve çevre için de senaryo uzayları geliştirilerek daha fazla olası planlama durumu dikkate alınabilir.

KAYNAKLAR

1. Amiri, M.P., “Project selection for oil-fields development by using the AHP and fuzzy TOPSIS methods”, *Expert Systems with Applications*, 37(9):6218-6224, (2010).
2. Aplak, H.S., Köse, E., Burmaoğlu, S., “Geleceğe Yönelik Projelerin Senaryo Planlama Tekniği ile Analizi”, *Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Dergisi*, 9(2):41-65 (2010).
3. Bakirli, B.B., Aydoğan, E.K., Gencer, C., “A New Combined Approach Based on AHP and QFD for Prioritizing New Technologies in Capability Based Long Term Defense Planning”, *1st International Symposiums on Computing in Science and Engineering*, Haziran 3-5, Kuşadası, Aydın, Turkey, 785-789 (2010).
4. Bakken, B.E, “NATO RTO-TR-069 Handbook on Long Term Defense Planning”, *SAS-025 RTO, NATO Handbook*, 1-16 (2003).
5. Baş E., “An investment plan for preventing child injuries using risk priority number of failure mode and effects analysis methodology and a multi-objective, multi-dimensional mixed 0-1 knapsack model”, *Reliability Engineering and System Safety*, 96:748–756 (2011).
6. Benli, Ö.S., Yavuz, S., “Making Project Selection Decisions: A Multi-Period Capital Budgeting Problem”., *International Journal Of Industrial Engineering-Theory Applications And Practice*, 9(3):301-310 (2002).
7. Benner M., Linnemann A.R., Jongen W.M.F., Folstar P., “Quality Function Deployment (QFD)-can it be used to develop food products?”, *Food Quality and Preference*, 14(4):327-339, (2003).
8. Bertolini, M., Bevilacqua, M., “A combined goal programming—AHP approach to maintenance selection problem”, *Reliability Engineering & System Safety*, 91(7): 839-848, (2006).
9. Bevilacqua, M., Braglia, M., “The Analytic Hierarchy Process Applied To Maintenance Strategy Selection”, *Reliability Engineering and System Safety*, 70:71-83 (2000).
10. Bevilacqua, M., Ciarapicab, F.E., Giacchettab, G., “A fuzzy-QFD approach to supplier selection”, *Journal of Purchasing & Supply Management*, 12:14–27, (2006).
11. Bilbao-Terol, A., Arenas-Parra, M., Cañal-Fernández, V., “Selection of Socially Responsible Portfolios using Goal Programming and fuzzy technology”, *Information Sciences*, 189:110-125 (2012).

12. Bilici, H., Benli, Ö.S., “Capital Budgeting with Risk Adjustment for Large-Scale Interdependent Projects “, *Review of Social, Economic & Business Studies*, 7(8):71-82, (2002).
13. Bozdağ, N., Türe, H., “Bulanık Doğrusal Programlama Ve İmkb Üzerine Bir Uygulama”, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1):1-18 (2008).
14. Bres, E. S., Burns, D., Charnes, A., Cooper, W. W., “A Goal Programming Model for Planning Officer Accessions”, *Management Science*, 26(8):773-783 (1980).
15. Burke, E.M., “Quality Function Deployment from an Operations Research Perspective”, Yüksek Lisans Tezi, *AFIT/GOR/ENS/99M-03*, Dayton, Ohio, 1-144 (1999).
16. Carnevalli, J. A., Miguel, P.C., “Review, analysis and classification of the literature on QFD-Types of research, difficulties and benefits”, *Int. J. Production Economics*, 114:737-754 (2008).
17. Chan, L.K., Wu, M.L., “Quality function deployment: A literature review”, *European Journal of Operational Research*, 143:463-497 (2002).
18. Chang, C.H., “Quality Function Deployment (QFD) processes in an integrated quality information system”, *Computers & Industrial Engineering*, 17(1-4):311-316 (1989).
19. Chang, F.J., “A QFD and ABC Based Capital Investment Evaluation Model for PCB Fabrication Industry”, Doktora Tezi, *Stevens Institute of Technology*, 1-35 (2002).
20. Charnes, A., Cooper, W.W., “Goal programming and multiple objective optimizations”, *European Journal of Operational Research*, 1:39-54, (1977).
21. Charnes, A., Cooper, W.W., DeVoe, J.K., Learner, D.B., Reinecke, W., “Goal programming model for media planning”, *Management Science*, 14(8):B-423-B-430 (1968).
22. Chen, L.H., Weng, M.C., “An evaluation approach to engineering design in QFD processes using fuzzy goal programming models”, *European Journal of Operational Research*, 172:230-248 (2006).
23. Chen, S.C., Yang, C.C., Lin, W.T., Yeh, T.M., Lin, Y.S., “Construction of key model for knowledge management system using AHP-QFD for semiconductor industry in Taiwan”, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 18(5):576-598 (2007).

24. Cheng, H.W., "A satisficing method for fuzzy goal programming problems with different importance and priorities", *Quality & Quantity*, 45:1-14, (2011).
25. Colin, O., Benjamin, A., "Linear Goal-Programming Model for Public-Sector Project Selection", *The Journal of the Operational Research Society*, 36(1):13-23 (1985).
26. Daniel, E.S., Tsoulfas, G.T., Pappis, C.P., Rachaniotis, N.P., "Aggregating and evaluating the results of different Environmental Impact Assessment methods", *Ecological Indicators*, 4:125-138 (2004).
27. Davis, P. K., "Analytic Architecture for Capabilities-Based Planning, Mission-System Analysis, and Transformation", *National Defense Research Institute RAND, Santa Monica, CA*, 1-92 (2000).
28. Davis, P.K., Kulick, J., Egner, M., "Implications of Modern Decision Science for Military Decision-Support Systems", *National Defense Research Institute RAND, Santa Monica, CA*, 1-182 (2005).
29. Dey, P.K., "Managing project risk using combined analytic hierarchy process and risk map", *Applied Soft Computing*, 10(4):990-1000 (2010).
30. Feng, B., Ma, J., Fan, Z., "An integrated method for collaborative R&D project selection: Supporting innovative research teams", *Expert Systems with Applications*, 38(5):5532-5543, (2011).
31. Gabriel, S.A., Kumar, S, Ordonez, J., Nasserian, A., "A multiobjective optimization model for project selection with probabilistic considerations", *Socio-Economic Planning Sciences*, 40:297-313 (2006).
32. Goss, T., "Building a Contingency Menu: Using Capabilities-Based Planning for Homeland Defense and Homeland Security", *Homeland Security Affairs*, 1(1):1-16 (2005).
33. Gürsoy, G., Özkil, A., "Project Evaluation & Selection Methodology For The Defence Organizations", *Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Dergisi*, 2(1): 13-24 (2003).
34. Halman, J.I.M., Kaizer, J.A., "Diagnosing Risks in Product-innovation Projects", *International Journal of Project Management*,. 12(2):75-80 (1994).
35. Ho, W., "Integrated analytic hierarchy process and its applications - A literature review", *European Journal of Operational Research*, 186(1):211-228 (2008).

36. Hsueh, S., Yan, M., “Enhancing Sustainable Community Developments A Multi-criteria Evaluation Model for Energy Efficient Project Selection”, *Energy Procedia*, 5:135-144, (2011).
37. Hu, C., Zhao, Y., Guo, M., “AHP and CA Based Evaluation of Website Information Service Quality: An Empirical Study on High-Tech Industry Information Center Web Portals”, *Journal of Service Science and Management*, 2(3):168-180 (2009).
38. Huang, C., Chu, P., Chiang, Y., “A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection”, *Omega*, 36(6):1038-1052, (2008).
39. Ignizio, J.P., “Linear programming in single- & multiple-objective systems”, *Prentice-Hall*, (Englewood Cliffs, N.J.), 400-497 (1982).
40. Karsak, E.E., Özogul, C.O., “An integrated decision making approach for ERP system selection”, *Expert Systems with Applications*, 36(1):660-667, (2009).
41. Kim K., Park K., Seo S., “A matrix approach for telecommunications technology selection”, *Computers & Industrial Engineering*, 33(3)–4:833-836, (1997).
42. Kim, W., Han, S.K., Oh, K. J., Kim, T.Y., Ahn, H., Song, C., “The dual analytic hierarchy process to prioritize emerging Technologies”, *Technological Forecasting and Social Change*, 77(4):566-577, (2010).
43. Köksal, G., Eğıtman, A., “ Planning and design of industrial engineering education quality”, *Computers and Industrial Engineering*, 35 (3–4):639–642(1998).
44. Kressel, H., Lento, T.V., “Competing for the Future: How Digital Innovations are Changing the World”, *Cambridge University Press*, New York, 1-6 (2007).
45. Linkov, I., Satterstrom, F.K., Steevens, J., Ferguson, E., Pleus, R.C., “Multi-criteria decision analysis and environmental risk assessment for nanomaterials”, *Journal of Nanoparticle Research*, 9:543-554 (2007).
46. Liu, K.F.R., Huang, S.C., Liang, H.H., “A Qualitative Decision Support for Environmental Impact Assessment Using Fuzzy Logic”, *Environmental Informatic Archives*, 5:469-479 (2007).
47. Markowitz, H.M., Perold, A.F., “Portfolio Analysis with Factors and Scenarios”, *The Journal of Finance*, 36(4):871-877 (1981).
48. Martello, S., Toth, P., “Knapsack Problems, Algorithms and Computer Implementations”, *John Wiley*, New York, 1-182 (1990).

49. Martinez, L. J., Joshi, N. N. and Lambert, J. H., "Diagramming qualitative goals for multiobjective project selection in large-scale systems", *Syst. Engin.*, 14:73-86, (2011).
50. Mavrotas, G., Diakoulaki, D., Caloghirou, Y., "Project prioritization under policy restrictions. A combination of MCDA with 0–1 programming", *European Journal Of Operational Research*, 171:296-308 (2006).
51. Meydan, C.H., Demirel, A., "Savunma Planlamasında Belirsizlik ve Belirsizlikle Başa Çıkma Esnek Yaklaşımlar", *Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Dergisi*, 9(1):13-27 (2010).
52. Mezey, G., "A practical prioritization by multi-level group decision Support", *Central European Journal of Operations Research*, 16:1–15 (2008).
53. NATO Raporu, "Multiple Futures Project-Navigating towards 2030", *Supreme Allied Command Transformation, Virginia*, Final Report:3-68, (2009).
54. O'Leary, D.E., "Financial Planning with 0-1 Knapsack Problems Part 1: Domination Results", *Advances in Mathematical Programming and Financial Planning*, 4:139-150, (1995).
55. Özcan, U., Toklu, B., "Multiple-criteria decision-making in two-sided assembly line balancing: A fuzzy goal programming and a fuzzy goal programming models", *Computers & Operational Research*, 36:1955-1965 (2009).
56. Özkan, M.M., "Bulanık hedef programlama modeli ve bir uygulama denemesi", *Review of Social, Economic & Business Studies*, 2:265-301(2002).
57. Özkan, M.M., "Bulanık Hedef Programlama", *Ekin Kitabevi*, İstanbul, 1-288 (2003).
58. Özkır, V., Demirel, T., "A fuzzy assessment framework to select among transportation investment projects in Turkey", *Expert Systems with Applications*, 39(1):74-80, (2012).
59. Partovia, F.Y., Epperly, J.M., "A quality function deployment approach to task organization in peacekeeping force design", *Socio-Economic Planning Sciences*, 33:131-49 (1999).
60. Pati, R.K., Vrat, P., Kumar, P., "A Goal Programming Model For Paper Recycling System", *Omega*, 36:405-417 (2008).
61. Peterson, Cumming ve Carpenter, "Scenario Planning: a Tool for Conservation in an Uncertain World," *Conservation Biology*, 17(2):358-366 (2003).

62. Pisinger, D., “An exact algorithm for large multiple knapsack problems”, *European Journal of Operational Research* 114:528-541(1999).
63. Pramanik, S., Roy, T. K., “Multiobjective transportation model with fuzzy parameters: a priority based fuzzy goal programming approach”, *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology , China , ELSEVIER*, 8(5):61-67, (2008).
64. Rardin, R.L., “Optimization in operations research”, *Prentice Hall*, (Upper Saddle River, N.J.) 389-400 (1998).
65. Ravi, V., Shankar ,R., Tiwari, M.K., “Selection of a reverse logistics project for end-of-life computers: ANP and goal programing approach”, *International Journal of Production Research*, 46(17): 4849–4870, (2008).
66. Saaty, T.L., “Decision making with the analytic hierarchy process”, *Int. J. Services Sciences*, 1(1):83-98 (2008).
67. Sadi-Nezhad, S., Damghani, K.K., Pilevari, N., “Application of 0-1 Fuzzy Programming in Optimum Project Selection”, *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 64:335-339, (2010).
68. Saghaei, A., Didekhani, H., “Developing an integrated model for the evaluation and selection of six sigma projects based on ANFIS and fuzzy goal programming”, *Expert Systems with Applications*, 38(1):721-728, (2011).
69. Sakawa, M., Kato, K., Shibano, T., “An interactive fuzzy satisficing method for multiobjective multidimensional 0–1 knapsack problems through genetic algorithms”, *IEEE International Conference on Evolutionary Computation*, 243–246 (1996).
70. Schniederjans, M.J., “Linear Goal Programming”, *Petrocelli Boks,Inc.*, USA, (1984).
71. Shi, Y., “Multiple Criteria and Multiple Constraint Levels Linear Programming: Concepts, Techniques and Applications”, *World Scientific Pub Co. Pte. Ltd.*, 407-420 (2001).
72. Shina, S.G., “Concurrent engineering: New rules for world-class companies”, *IEEE Spectrum*, 28(7): 22-26 (1991).
73. Sorvari, J., Seppala, J., “A decision support tool to prioritize risk management options for contaminated sites”, *Science of The Total Environment*, 408(8):1786-1799 (2010).
74. Taha, H.A., (Çev. Baray, Ş.A., Esnaf, Ş.), “Yöneylem Araştırması”, *Literatür Yayıncılık*, İstanbul, 343-361 (2000).

75. Tamiz, M., Jones, D., Romero, C., “Goal programming for decision making: An overview of the current state-of-the-art”, *European Journal of Operational Research*, 111:569-581 (1998).
76. Taylor, W. Charles, *Alternative World Scenarios for a New Order of Nations*, *Strategic studies Institute*, Pennsylvania, 1-120 (1992).
77. Tideman, M., van der Voort, M.C., van Houten, F.J.A.M., “A new product design method based on virtual reality, gaming and scenarios”, *Int J Interact Des Manuf*, 2:195–205 (2008).
78. Tiwari, R. N., Dharmar, S., Rao, J.R., “Fuzzy Goal Programming: An Additive Model” *Fuzzy Sets And Systems*, 24 (1): 27-34. (1987).
79. Tiwari, R. N., Dharmar, S., Rao, J.R., “Priority Structure In Fuzzy Goal Programming”, *Fuzzy Sets And Systems*, 19(3):251-259 (1986).
80. Troxell, J., “Force Planning in an Era of Uncertainty: Two MRCs as a Force Sizing Framework”, *US Army War College, Carlisle*, 1-60, (1997).
81. Tsai, W., Leu, J., Liu, J., Lin, S., Shaw, M.J., “A MCDM approach for sourcing strategy mix decision in IT projects”, *Expert Systems with Applications*, 37(5):3870-3886, (2010).
82. Turanlı, M., ve Köse, A., “Doğrusal Hedef Programlama Yöntemi İle Türkiye’deki Sigorta Şirketlerinin Performanslarının Değerlendirilmesi”, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(7):19-39 (2005).
83. Vaidya, O.S., Kumar, S., “Analytic Hierarchy Process: An overview of applications”, *European Journal of Operational Research*, 169(1):1-29, (2006).
84. Wang, Y., Chin, K., “A linear goal programming priority method for fuzzy analytic hierarchy process and its applications in new product screening”, *International Journal of Approximate Reasoning*, 49(2):451-465, (2008).
85. Wong, J.K.W., Li, H., “Application of the analytic hierarchy process (AHP) in multi-criteria analysis of the selection of intelligent building systems”, *Building and Environment*, 43(1):108-125, (2008).
86. Yavuz, S., “Türk Silahlı Kuvvetleri’nin On Yıllık Tedarik Programı (OYTEP) için Bir 0-1 Tamsayı Programlama Modeli”, Yüksek Lisans Tezi, *Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü*, Ankara, 2-12 (2000).
87. Yu, J., Liu, Y., “Prioritizing highway safety improvement projects: A multi-criteria model and case study with SafetyAnalyst”, *Safety Science*, 50(4):1085-1092, (2012).

88. Zadeh, L., “Fuzzy sets”, *Inf Control*, 8:338–353(1965).
89. Zhang, Q., Huang, X., Tang, L., “Optimal multinational capital budgeting under uncertainty”, *Computers & Mathematics with Applications*, 62(12):4557-4567, (2011).

EKLER

EK-1. Senaryo ağırlıklandırma anketleri

Senaryo ağırlıklandırma anketleri üç konu uzmanı tarafından cevaplandırılmıştır. Öncelikle sekiz senaryo anketi dolduracak uzmanlara tanıtılmış gelecek 10 ile 25 yıl içerisinde bu senaryoların gerçekleşme durumlarının birbirleri ile karşılaştırılarak ikili ilişkilerinin belirlenmesi istenmiştir. AHP yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan ölçek aşağıda sunulmuştur:

Çizelge 1. AHP ölçeği

DEĞER	TANIMI	AÇIKLAMASI
1	Eşit derecede	İki senaryonun gerçekleşme durumunu eşit görüyorum.
3	Birinci ikinciye göre orta derecede üstün	Birinci senaryonun gerçekleşme durumunu ikinciye göre orta derecede üstün görüyorum.
5	Birinci ikinciye göre oldukça üstün	Birinci senaryonun gerçekleşme durumunu ikinciye göre oldukça üstün görüyorum.
7	Birinci ikinciye göre çok üstün	Birinci senaryonun gerçekleşme durumunu ikinciye göre çok üstün görüyorum.
9	Birinci ikinciye göre aşırı üstün	Birinci senaryonun gerçekleşme durumunu ikinciye göre aşırı üstün görüyorum.
2,4,6,8	Ara değerler	Birinci senaryonun gerçekleşme durumunu ikinciye göre iki değer arasında görüyorum.
1/3,1/5,1/7,1/9	Ters karşılaştırma değerleri	İkinci senaryonun gerçekleşme durumunu birinciye göre orta/oldukça/çok/aşırı derecede üstün görüyorum.

EK-1. (Devamı) Senaryo ağırlıklandırma anketleri

Çizelge 4. AHP senaryo değerlendirme (Uzman 3)

Uzman 3	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4	Senaryo 5	Senaryo 6	Senaryo 7	Senaryo 8
Senaryo 1	1	0,333	1,000	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
Senaryo 2	3,000	1	3,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Senaryo 3	1,000	0,333	1	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
Senaryo 4	3,000	1,000	3,000	1	1,000	1,000	1,000	1,000
Senaryo 5	3,000	1,000	3,000	1,000	1	1,000	1,000	1,000
Senaryo 6	3,000	1,000	3,000	1,000	1,000	1	1,000	1,000
Senaryo 7	3,000	1,000	3,000	1,000	1,000	1,000	1	1,000
Senaryo 8	3,000	1,000	3,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1

Çizelge 5. AHP senaryo değerlendirme (Uzman 1-3)

Uzman 1-3	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4	Senaryo 5	Senaryo 6	Senaryo 7	Senaryo 8
Senaryo 1	1	0,87358	1,5874	0,87358	1,4938	1,25992	0,87358	1,38672
Senaryo 2	1,14471	1	1,81712	1	1,70998	1,44225	1	1,5874
Senaryo 3	0,62996	0,55032	1	0,55032	0,94104	0,55032	0,55032	0,87358
Senaryo 4	1,14471	1	1,81712	1	1,70998	1,44225	1	1,5874
Senaryo 5	0,66943	0,5848	1,06266	0,5848	1	1,44225	1	1,5874
Senaryo 6	0,7937	0,69336	1,81712	0,69336	0,69336	1	0,69336	1,25992
Senaryo 7	1,14471	1	1,81712	1	1	1,44225	1	1,5874
Senaryo 8	0,72112	0,62996	1,14471	0,62996	0,62996	0,7937	0,62996	1

Çizelge 6. AHP senaryo değerlendirme sonucu

Senaryo Numarası	Ağırlığı (%)
Senaryo 1	13,72
Senaryo 2	15,70
Senaryo 3	8,29
Senaryo 4	15,70
Senaryo 5	11,64
Senaryo 6	11,22
Senaryo 7	14,66
Senaryo 8	9,07

EK-2. Fayda yetenek alanı ağırlıklandırma anketleri

Fayda yetenek alanı ağırlıklandırma anketleri üç konu uzmanı tarafından cevaplandırılmıştır. Senaryo anketlerini dolduran uzmanlar tarafından doldurulmuştur. Yedi yetenek alanı anketi dolduracak uzmanlara tanıtılmış gelecekte gerçekleşme olasılığı olan her bir senaryo için yedi yetenek alanının hangisinin daha önemli olduğunun ikili karşılaştırmalar yolu ile belirlenmesi istenmiştir. AHP yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan ölçek aşağıda sunulmuştur:

Çizelge 1. AHP ölçeği

DEĞER	TANIMI	AÇIKLAMASI
1	Eşit derecede	İki yetenek alanı söz konusu senaryoda eşit derecede önemlidir..
3	Birinci ikinciye göre orta derecede üstün	Birinci yetenek alanı söz konusu senaryoda ikinci yetenek alanına göre orta derecede önemlidir.
5	Birinci ikinciye göre oldukça üstün	Birinci yetenek alanı söz konusu senaryoda ikinci yetenek alanına göre oldukça üstün derecede önemlidir.
7	Birinci ikinciye göre çok üstün	Birinci yetenek alanı söz konusu senaryoda ikinci yetenek alanına göre çok üstün derecede önemlidir.
9	Birinci ikinciye göre aşırı üstün	Birinci yetenek alanı söz konusu senaryoda ikinci yetenek alanına göre aşırı üstün derecede önemlidir.
2,4,6,8	Ara değerler	Birinci yetenek alanının önemini ikinciye göre iki değer arasında görüyorum.
1/3,1/5,1/7,1/9	Ters karşılaştırma değerleri	İkinci yetenek alanının önemini birinciye göre orta/oldukça/çok/aşırı derecede üstün görüyorum.

EK-2. (Devamı) Fayda yetenek alanı ağırlıklandırma anketleri

Çizelge 24. Senaryo 7 Uzman 3 İkili karşılaştırmaları

Senaryo 7 Uzman 3	Lazer	Robotlar	Donanımlı Güvenlik Personeli	Detektörler	Bilgisayarlar	İnsansız Hava Araçları (İHA)	Uydular
Lazer	1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Robotlar	1,000	1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Donanımlı Güvenlik Personeli	1,000	1,000	1	1,000	1,000	1,000	1,000
Detektörler	1,000	1,000	1,000	1	1,000	1,000	1,000
Bilgisayarlar	1,000	1,000	1,000	1,000	1	1,000	1,000
İnsansız Hava Araçları (İHA)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1	1,000
Uydular	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1

Çizelge 25. Senaryo 8 Uzman 3 İkili karşılaştırmaları

Senaryo 8 Uzman 3	Lazer	Robotlar	Donanımlı Güvenlik Personeli	Detektörler	Bilgisayarlar	İnsansız Hava Araçları (İHA)	Uydular
Lazer	1	1,000	5,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Robotlar	1,000	1	5,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Donanımlı Güvenlik Personeli	0,200	0,200	1	0,200	0,200	0,200	0,200
Detektörler	1,000	1,000	5,000	1	1,000	1,000	1,000
Bilgisayarlar	1,000	1,000	5,000	1,000	1	1,000	1,000
İnsansız Hava Araçları (İHA)	1,000	1,000	5,000	1,000	1,000	1	1,000
Uydular	1,000	1,000	5,000	1,000	1,000	1,000	1

EK-2. (Devamı) Fayda yetenek alanı ağırlıklandırma anketleri

Çizelge 26. Uzman 1-3 İkili karşılaştırmaları sonucundaki ağırlıklar

Ağırlıklar (%) Uzman 1-3	Lazer	Robotlar	Donanımlı Güvenlik Personeli	Detektörler	Bilgisayarlar	İnsansız Hava Araçları (İHA)	Uydular
Senaryo 1	16,84	16,84	1,87	13,32	17,04	17,04	17,04
Senaryo 2	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29
Senaryo 3	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29
Senaryo 4	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29
Senaryo 5	15,41	10,68	10,68	13,61	15,07	16,54	18,00
Senaryo 6	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29
Senaryo 7	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29	14,29
Senaryo 8	15,19	15,19	8,88	15,19	15,19	15,19	15,19

Bu ağırlıklar senaryo ağırlıkları ile çarpılıp her bir senaryo için toplanarak KFY'ye girdi olacak yetenek alanı ağırlıkları bulunmuştur. Bu ağırlıklar tezde Çizelge 5.9'da yer almaktadır.

EK-3. Risk yetenek alanı ağırlıklandırma anketleri

Risk yetenek alanı ağırlıklandırma anketleri üç konu uzmanı tarafından cevaplandırılmıştır. Üç yetenek alanı anketi dolduracak uzmanlara tanıtılmış gelecek 10 ile 25 yıl içerisinde gerçekleşme olasılığı olan iki senaryo için üç yetenek alanının hangisinin daha önemli olduğunun ikili karşılaştırmalar yolu ile belirlenmesi istenmiştir. AHP yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan ölçek aşağıda sunulmuştur:

Çizelge 1. AHP ölçeği

DEĞER	TANIMI	AÇIKLAMASI
1	Eşit derecede	İki yetenek alanı söz konusu senaryoda eşit derecede önemlidir..
3	Birinci ikinciye göre orta derecede üstün	Birinci yetenek alanı söz konusu senaryoda ikinci yetenek alanına göre orta derecede önemlidir.
5	Birinci ikinciye göre oldukça üstün	Birinci yetenek alanı söz konusu senaryoda ikinci yetenek alanına göre oldukça üstün derecede önemlidir.
7	Birinci ikinciye göre çok üstün	Birinci yetenek alanı söz konusu senaryoda ikinci yetenek alanına göre çok üstün derecede önemlidir.
9	Birinci ikinciye göre aşırı üstün	Birinci yetenek alanı söz konusu senaryoda ikinci yetenek alanına göre aşırı üstün derecede önemlidir.
2,4,6,8	Ara değerler	Birinci yetenek alanının önemini ikinciye göre iki değer arasında görüyorum.
1/3,1/5,1/7,1/9	Ters karşılaştırma değerleri	İkinci yetenek alanının önemini birinciye göre orta/oldukça/çok/aşırı derecede üstün görüyorum.

EK-3. (Devamı) Risk yetenek alanı ağırlıklandırma anketleri

Yapılan değerlendirmeler aşağıda Çizelge 2-7’de verilmiştir.

Çizelge 2. Senaryo 1 Uzman 1 İkili karşılaştırmaları

Ekonomik Faktörler İyimser Olursa - Uzman 1	Yeni Teknoloji	Yeterli Maliyet	Zaman Uzaması
Yeni Teknoloji	1,00	2,00	6,00
Yeterli Maliyet	0,50	1,00	3,00
Zaman Uzaması	0,17	0,33	1,00

Çizelge 3. Senaryo 2 Uzman 1 İkili karşılaştırmaları

Ekonomik Faktörler Kötümser Olursa - Uzman 1	Yeni Teknoloji	Yeterli Maliyet	Zaman Uzaması
Yeni Teknoloji	1,00	2,00	2,00
Yeterli Maliyet	0,50	1,00	1,00
Zaman Uzaması	0,50	1,00	1,00

Çizelge 4. Senaryo 1 Uzman 2 İkili karşılaştırmaları

Ekonomik Faktörler İyimser Olursa - Uzman 2	Yeni Teknoloji	Yeterli Maliyet	Zaman Uzaması
Yeni Teknoloji	1,00	3,00	9,00
Yeterli Maliyet	0,33	1,00	3,00
Zaman Uzaması	0,11	0,33	1,00

EK-3. (Devamı) Risk yetenek alanı ağırlıklandırma anketleri

Çizelge 5. Senaryo 2 Uzman 2 İkili karşılaştırmaları

Ekonomik Faktörler Kötümser Olursa - Uzman 2	Yeni Teknoloji	Yeterli Maliyet	Zaman Uzaması
Yeni Teknoloji	1,00	5,00	5,00
Yeterli Maliyet	0,20	1,00	1,00
Zaman Uzaması	0,20	1,00	1,00

Çizelge 6. Senaryo 1 Uzman 3 İkili karşılaştırmaları

Ekonomik Faktörler İyimser Olursa - Uzman 3	Yeni Teknoloji	Yeterli Maliyet	Zaman Uzaması
Yeni Teknoloji	1,00	0,20	0,20
Yeterli Maliyet	5,00	1,00	2,00
Zaman Uzaması	5,00	0,50	1,00

Çizelge 7. Senaryo 2 Uzman 3 İkili karşılaştırmaları

Ekonomik Faktörler Kötümser Olursa - Uzman 3	Yeni Teknoloji	Yeterli Maliyet	Zaman Uzaması
Yeni Teknoloji	1,00	3,00	3,00
Yeterli Maliyet	0,33	1,00	1,00
Zaman Uzaması	0,33	1,00	1,00

EK-4. Çevre etkisi yetenek alanı ağırlıklandırma anketleri

Çevre etkisi yetenek alanı ağırlıklandırma anketleri üç konu uzmanı tarafından cevaplandırılmıştır. Dört yetenek alanı anketi dolduracak uzmanlara tanıtılmış gelecekte gerçekleşme olasılığı olan iki senaryo için dört yetenek alanının hangisinin daha önemli olduğunun ikili karşılaştırmalar yolu ile belirlenmesi istenmiştir. AHP yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan ölçek aşağıda sunulmuştur:

Çizelge 1. AHP ölçeği

DEĞER	TANIMI	AÇIKLAMASI
1	Eşit derecede	İki yetenek alanı söz konusu senaryoda eşit derecede önemlidir..
3	Birinci ikinciye göre orta derecede üstün	Birinci yetenek alanı söz konusu senaryoda ikinci yetenek alanına göre orta derecede önemlidir.
5	Birinci ikinciye göre oldukça üstün	Birinci yetenek alanı söz konusu senaryoda ikinci yetenek alanına göre oldukça üstün derecede önemlidir.
7	Birinci ikinciye göre çok üstün	Birinci yetenek alanı söz konusu senaryoda ikinci yetenek alanına göre çok üstün derecede önemlidir.
9	Birinci ikinciye göre aşırı üstün	Birinci yetenek alanı söz konusu senaryoda ikinci yetenek alanına göre aşırı üstün derecede önemlidir.
2,4,6,8	Ara değerler	Birinci yetenek alanının önemini ikinciye göre iki değer arasında görüyorum.
1/3,1/5,1/7,1/9	Ters karşılaştırma değerleri	İkinci yetenek alanının önemini birinciye göre orta/oldukça/çok/aşırı derecede üstün görüyorum.

EK-4. (Devamı) Çevre etkisi yetenek alanı ağırlıklandırma anketleri

Yapılan değerlendirmeler aşağıda Çizelge 2-7’de verilmiştir.

Çizelge 2. Senaryo 1 Uzman 1 İkili karşılaştırmaları

Çevre Politikaları Daha Sıkı Olursa- Uzman 1	İnsan Sağlığı Etkisi	Yerel Doğal Etkiler	Küresel Etkiler	Kaynakların Sürdürülebilirliği
İnsan Sağlığı Etkisi	1,00	5,00	2,00	1,00
Yerel Doğal Etkiler	0,20	1,00	1,00	1,00
Küresel Etkiler	0,50	1,00	1,00	1,00
Kaynakların Sürdürülebilirliği	1,00	1,00	1,00	1,00

Çizelge 3. Senaryo 2 Uzman 1 İkili karşılaştırmaları

Çevre Politikaları Daha Gevşek Olursa- Uzman 1	İnsan Sağlığı Etkisi	Yerel Doğal Etkiler	Küresel Etkiler	Kaynakların Sürdürülebilirliği
İnsan Sağlığı Etkisi	1,00	2,00	2,00	2,00
Yerel Doğal Etkiler	0,50	1,00	1,00	1,00
Küresel Etkiler	0,50	1,00	1,00	1,00
Kaynakların Sürdürülebilirliği	0,50	1,00	1,00	1,00

Çizelge 4. Senaryo 1 Uzman 2 İkili karşılaştırmaları

Çevre Politikaları Daha Sıkı Olursa- Uzman 2	İnsan Sağlığı Etkisi	Yerel Doğal Etkiler	Küresel Etkiler	Kaynakların Sürdürülebilirliği
İnsan Sağlığı Etkisi	1,00	6,00	3,00	3,00
Yerel Doğal Etkiler	0,17	1,00	2,00	1,00
Küresel Etkiler	0,33	0,50	1,00	1,00
Kaynakların Sürdürülebilirliği	0,33	1,00	1,00	1,00

EK-4. (Devamı) Çevre etkisi yetenek alanı ağırlıklandırma anketleri

Çizelge 5. Senaryo 2 Uzman 2 İkili karşılaştırmaları

Çevre Politikaları Daha Gevşek Olursa- Uzman 2	İnsan Sağlığı Etkisi	Yerel Doğal Etkiler	Küresel Etkiler	Kaynakların Sürdürülebilirliği
İnsan Sağlığı Etkisi	1,00	0,50	2,00	2,00
Yerel Doğal Etkiler	2,00	1,00	1,00	2,00
Küresel Etkiler	0,50	1,00	1,00	2,00
Kaynakların Sürdürülebilirliği	0,50	0,50	0,50	1,00

Çizelge 6. Senaryo 1 Uzman 3 İkili karşılaştırmaları

Çevre Politikaları Daha Sıkı Olursa- Uzman 3	İnsan Sağlığı Etkisi	Yerel Doğal Etkiler	Küresel Etkiler	Kaynakların Sürdürülebilirliği
İnsan Sağlığı Etkisi	1,00	6,00	6,00	6,00
Yerel Doğal Etkiler	0,17	1,00	3,00	3,00
Küresel Etkiler	0,17	0,33	1,00	1,00
Kaynakların Sürdürülebilirliği	0,17	0,33	1,00	1,00

Çizelge 7. Senaryo 2 Uzman 3 İkili karşılaştırmaları

Çevre Politikaları Daha Gevşek Olursa- Uzman 3	İnsan Sağlığı Etkisi	Yerel Doğal Etkiler	Küresel Etkiler	Kaynakların Sürdürülebilirliği
İnsan Sağlığı Etkisi	1,00	6,00	3,00	9,00
Yerel Doğal Etkiler	0,17	1,00	1,00	2,00
Küresel Etkiler	0,33	1,00	1,00	3,00
Kaynakların Sürdürülebilirliği	0,11	0,50	0,33	1,00

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BOĞA BAKIRLI, Birce
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 13.05.1976 Zonguldak
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (312) 414 26 61
 Faks : 0 (312) 414 xx xx
 e-mail : birceboga@yahoo.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	AFIT-ABD /Sistem Müh. Bölümü	2002
Lisans	Hava Harp Okulu/ Endüstri Müh.	1998
Lise	Bursa Anadolu Lisesi	1994

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
1998-2012	Hava Kuvvetleri K.lığı	Subay

Yabancı Dil

İngilizce

Yayımlar

1. Bakirli, B.B., Aydoğan, E.K., Gencer, C., “A New Combined Approach Based on AHP and QFD for Priotizing New Technologies in Capability Based Long Term Defense Planning”, *1st International Symposiums on Computing in Science and Engineering*, 334:785-789 (2010).

Hobiler

Basketbol, Kayak, Yüzme.