

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**AR-GE PROJELERİNİN ÖNCELİKLENDİRİLMESİ VE SEÇİMİ ÜZERİNE
ÇOK KRİTERLİ BİR MODEL ÖNERİSİ**

DOKTORA TEZİ

Gizem FİLİZ TÜRKMEN

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Doktora Programı

ŞUBAT 2022

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**AR-GE PROJELERİNİN ÖNCELİKLENDİRİLMESİ VE SEÇİMİ ÜZERİNE
ÇOK KRİTERLİ BİR MODEL ÖNERİSİ**

DOKTORA TEZİ

**Gizem FİLİZ TÜRKMEN
(507122103)**

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Doktora Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Y. İlker TOPÇU

ŞUBAT 2022

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 507122103 numaralı Doktora Öğrencisi Gizem Filiz Türkmen, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “AR-GE PROJELERİNİN ÖNCELİKLENDİRİLMESİ VE SEÇİMİ ÜZERİNE ÇOK KRİTERLİ BİR MODEL ÖNERİSİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Y. İlker TOPÇU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Başar ÖZTAYŞI**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Sezi ÇEVİK ONAR
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Gülfem TUZKAYA
Marmara Üniversitesi

Prof. Dr. Şule ÖNSEL EKİCİ
İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa

Teslim Tarihi : 20 Ocak 2022
Savunma Tarihi : 24 Şubat 2022



ÖNSÖZ

Doktora tezi çalışmamda bana yol gösteren ve ışık olan kıymetli tez danışmanım Prof. Dr. Y. İlker TOPÇU'ya, yardım ve desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Gülfem TUZKAYA ve Prof. Dr. Başar ÖZTAYŞI'ye sonsuz şükranlarımı sunarım. Öğrenim hayatım boyunca yolumun kesiştiği tüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Bu uzun yolculukta bana destek olan eşim, annem, babam, arkadaşlarım ve iş arkadaşlarıma teşekkür ederim. Çalışmam süresince oğlumdan çaldığım her saniye için ondan özür dilerim.

Ocak 2022

Gizem Filiz Türkmen
(Endüstri Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
SEMBOLLER	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ... ..	1
1.1 Tezin Amacı	3
2. LİTERATÜR ÖZETİ	5
2.1 AR-GE Projesi Seçimi Literatürüne Genel Bakış	5
2.2 AR-GE Projesi Seçimi Literatürünün Analizi.....	9
2.3 AR-GE Projesi Seçiminde Kullanılan Yöntemler.....	12
2.3.1 Matematiksel yöntemler.....	13
2.3.2 Ekonometrik yöntemler.....	15
2.3.3 Finansal yöntemler	15
2.3.4 Çizelgeleme yöntemleri	16
2.3.5 Sıralama	17
2.3.6 Derecelendirme	17
2.3.7 Analitik hiyerarşi süreci	18
2.3.8 Analitik ağ süreci	19
2.3.9 PROMETHEE.....	19
2.3.10 DEMATEL.....	20
2.3.11 Performans karnesi (Kurumsal karne)	20
2.3.12 Veri zarflama analizi	20
2.3.13 Senaryo ağacı	21
2.3.14 Kalite fonksiyon yayılım matrisi.....	21
2.3.15 AR-GE proje portfolyo matrisi	22
2.3.16 Çok değişkenli istatistiksel analiz	23
2.3.17 Simülasyon.....	23
2.3.18 Sezgisel algoritmalar	24
2.3.19 Bulanık mantık.....	25
2.3.20 Gri sistem	26
2.3.21 Karar destek sistemleri.....	26
3. TEZ ÇALIŞMASINDA ÖNERİLEN MODELİN BASAMAKLARI	29
4. AR-GE PROJE SEÇİMİ KRİTERLERİNİN ELDESİ	31
4.1 AR-GE Proje Seçimi Kriterlerinin Belirlenmesi.....	31
4.2 AR-GE Proje Seçimi Kriterleri Arasındaki İlişkinin Analizi.....	34
5. PROJE PERFORMANSLARININ ELDESİ	39

5.1 Analitik Ağ Süreci ile Kriter Önemlerinin Bulunması.....	39
5.2 Projelerin Kriterlere Göre Performans Değerlerinin Eldesi	42
5.2.1 Bulanık TOPSIS	45
5.2.1.1 (1c) Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	46
5.2.1.2 (6a) AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	49
5.2.1.3 (6b) AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	51
5.2.2 Bulanık risk değerlendirme	54
5.2.2.1 (16a) Planlanan maliyetin üzerine çıkma riski	56
5.2.2.2 (16b) Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	58
5.2.2.3 (17a) Ticari riskler.....	60
5.2.2.4 (18a) Teknik başarısızlık riski.....	62
5.2.3 Karar ağacı analizi.....	64
5.2.3.1 Proje 1	65
5.2.3.2 Proje 2	67
5.2.3.3 Proje 3	68
5.2.3.4 Proje 4	70
5.2.3.5 Proje 5	72
5.2.4 Olası net bugünkü değer analizi	73
5.2.5 Derecelendirme	77
5.3 Global Proje Performanslarının Eldesi	77
6. PROJE PORTFÖYÜ OPTİMİZASYONU.....	79
6.1 Problemin Tanımlanması.....	79
6.2 Amaçların Ağırlıklandırıldığı Öncelikli Hedef Programlama Modelinin Kurulması	81
6.2.1 Amaç fonksiyonunun belirlenmesi.....	81
6.2.2 Kısıtların belirlenmesi	82
6.2.3 Modelin açık formda düzenlenmesi	84
6.3 Modelin Çözümü ve Çıktının Yorumlanması	86
7. SENARYO ANALİZLERİ	89
7.1 Senaryo I : Aylık Getiri Hedefinin \$200.000 Olarak Belirlenmesi.....	89
7.2 Senaryo II : Yıllık \$200.000 Değerinde Devlet Desteği Alınması ve Hedef I'ın \$312.500 Olarak Belirlenmesi.....	91
7.3 Senaryo III : Yıllık \$400.000 Değerinde Devlet Desteği Alınması ve Hedef I'ın \$375.000 Olarak Belirlenmesi.....	92
7.4 Senaryo Analizleri Sonucunda Elde Edilen Bulgular ve Yorumu	94
8. SONUÇLAR	97
KAYNAKLAR.....	103
EKLER.....	111
ÖZGEÇMİŞ.....	153

KISALTMALAR

AAS	: Analitik Ağ Süreci
AC/DC	: Alternatif akım / Doğru akım
AHS	: Analitik Hiyerarşi Süreci
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
B2B	: Business-to-Business
ÇEA	: Çapraz Etki Analizi
DEMATEL	: The Decision Making Trial ve Evaluation Laboratory
IMS	: IP-based Multimedia Subsystem
ISO	: International Organization for Standardization
KDS	: Karar Destek Sistemleri
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
KOSGEB	: Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı
MKO	: Marjinal Katkı Oranı
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
NBD	: Net Bugünkü Değer
NP-hard	: Non-Deterministic Polynomial Time - Hard
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development
ONBD	: Olası Net Bugünkü Değer
PROFIT	: Programa de Fomento de la Innovación Tecnológica
PROMETHEE	: The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation
R&D	: Research and Development
RFR	: Risk-free Rate
SBIR	: Small Business Innovation Research
TOPSIS	: Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
VZA	: Veri Zarflama Analizi

SEMBOLLER

A, B, C, D	: Her bir hedef için belirlenen sabit değerler
a_i, b_i, c_i, d_i	: Projelerin ilgili hedefler için katsayıları
$\tilde{a}_{ij}, \tilde{b}_{ij}, \tilde{c}_{ij}$	: Bulanık karar matrisindeki bulanık sayıların medyan ve limitleri
c_1	: Proje değerlendirme kriterleri
CC_i	: Yakınlık kat sayısı
C_s	: Nakit akışı
d_i^-	: Bulanık negatif ideal çözüme olan uzaklık
d_i^+	: Bulanık pozitif ideal çözüme olan uzaklık
DCF_s	: İskontolu nakit akışı
$E, F, \dots, T$	: Hedef programlama modeline ait sabitler
$e_i, f_i, \dots, t_i$	: Hedef programlama modelinin kısıtları
F	: İskonto faktörü
I_n	: Riskin etkisi
P_i	: Proje seçenekleri
P_j	: Hedeflerin önem katsayısı
P_n	: Riskin gerçekleşme olasılığı
P_s	: Başarı olasılığı
Q_s	: Son bulma olasılığı
RFR	: Risksiz oran
$\tilde{r}_{ij}$	: Normalizasyon eşitliği
R_n	: Risk
s_j^-, s_j^+	: Hedeflerden negatif ve pozitif sapmalar
T	: Süre
$\tilde{v}_{ij}$	: Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi değerleri
$\tilde{v}_j^-$	: Bulanık negatif ideal çözüm
$\tilde{v}_j^+$	: Bulanık pozitif ideal çözüm
w_j	: Karar kriterleri
Z_k	: Optimizasyon modelinin hedefleri



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1 : Nihai kriter listesi.	32
Çizelge 4.2 : Makale-kriter eşleme matrisi.	34
Çizelge 4.3 : Kriterler arası ilişkiler matrisinden bir kesit.	35
Çizelge 5.1 : Kriter önemleri.	41
Çizelge 5.2 : Kriter önemlerini elde etme yöntemleri.	43
Çizelge 5.3 : Bulanık TOPSIS yönteminde kullanılacak sözel ifadeler ve önem ölçekleri	45
Çizelge 5.4 : Karar ölçütleri (1c).	46
Çizelge 5.5 : Karar ölçütlerinin sözel ifadeler ile değerlendirilmesi (1c).	46
Çizelge 5.6 : Projelerin sözel ifadeler ile değerlendirilmesi (1c).	46
Çizelge 5.7 : Bulanık karar matrisi (1c).	46
Çizelge 5.8 : Normalize bulanık karar matrisi (rij) (1c).	47
Çizelge 5.9 : Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi (vij) (1c).	47
Çizelge 5.10: Seçeneklerin bulanık pozitif ideal çözüme ($di *$) ve bulanık negatif ideal çözüme uzaklığı ($di -$) (1c).	48
Çizelge 5.11 : CC_i yakınlık kat sayıları (1c).	48
Çizelge 5.12: Karar ölçütleri (6a).	49
Çizelge 5.13 : Karar ölçütlerinin sözel ifadeler ile değerlendirilmesi (6a).	49
Çizelge 5.14 : Projelerin sözel ifadeler ile değerlendirilmesi (6a).	49
Çizelge 5.15 : Bulanık karar matrisi (6a).	50
Çizelge 5.16 : Normalize bulanık karar matrisi (rij) (6a).	50
Çizelge 5.17 : Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi (vij) (6a).	50
Çizelge 5.18 : Seçeneklerin bulanık pozitif ideal çözüme ($di *$) ve bulanık negatif ideal çözüme uzaklığı ($di -$) (6a).	51
Çizelge 5.19 : CC_i yakınlık kat sayıları (6a).	51
Çizelge 5.20 : Karar ölçütleri (6b).	51
Çizelge 5.21 : Karar ölçütlerinin sözel ifadeler ile değerlendirilmesi (6b).	52
Çizelge 5.22 : Projelerin sözel ifadeler ile değerlendirilmesi (6b).	52
Çizelge 5.23: Bulanık karar matrisi (6b).	52
Çizelge 5.24 : Normalize bulanık karar matrisi (rij) (6b).	52
Çizelge 5.25 : Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi (vij) (6b).	53
Çizelge 5.26 : Seçeneklerin bulanık pozitif ideal çözüme ($di *$) ve bulanık negatif ideal çözüme uzaklığı ($di -$) (6b).	53
Çizelge 5.27 : CC_i yakınlık kat sayıları (6b).	53
Çizelge 5.28 : Risk analizinde kullanılan sözel ifadeler ve bulanık karşılıkları.	54
Çizelge 5.29 : Risk belirleme çalışması (16a).	55
Çizelge 5.30: Bulanık risk hesaplama (16a).	57
Çizelge 5.31 : Durulaştırma ve risk puanının belirlenmesi (16a).	58
Çizelge 5.32 : Bulanık risk hesaplama (16b).	59

Çizelge 5.33 : Durulaştırma ve risk puanının belirlenmesi (16b).	60
Çizelge 5.34 : Bulanık risk hesaplama (17a).	61
Çizelge 5.35 : Durulaştırma ve risk puanının belirlenmesi (17a).	62
Çizelge 5.36 : Bulanık risk hesaplama (18a).	63
Çizelge 5.37 : Durulaştırma ve risk puanının belirlenmesi (18a).	64
Çizelge 5.38 : Proje 1 için ONBD analizi.	75
Çizelge 5.39 : Proje 2 için ONBD analizi.	75
Çizelge 5.40 : Proje 3 için ONBD analizi.	76
Çizelge 5.41 : Proje 4 için ONBD analizi.	76
Çizelge 5.42 : Proje 5 için ONBD analizi.	77
Çizelge 5.43 : Global proje performanslarının eldesi.	78
Çizelge 7.1 : Senaryo parametreleri.	94
Çizelge 7.2 : Senaryo sonuçları.	95



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Ülkelerin AR-GE ile ilgili insan kaynağı ve finansal kaynağının karşılaştırılması.....	1
Şekil 2.1 : Yayın çalışmalarının yıllara göre dağılımı.	9
Şekil 2.2 : Yayın sayılarının 10 yıllık periyodlara göre dağılımı.	10
Şekil 2.3 : Yayın çalışmalarının ülkelere göre dağılımı.	10
Şekil 2.4 : Karar verici tipi.	11
Şekil 2.5 : AR-GE proje seçimi probleminin çözümünde kullanılan yöntemlerin sıklığı.	13
Şekil 2.6 : AR-GE proje portfolyo matrisi	22
Şekil 3.1: Çalışma basamakları.....	29
Şekil 4.1 : Bilişsel harita.....	36
Şekil 5.1: AAS Modeli.	40
Şekil 5.2 : Proje 1 için karar ağacı analizi.	65
Şekil 5.3 : Proje 2 için karar ağacı analizi.	67
Şekil 5.4 : Proje 3 için karar ağacı analizi.	69
Şekil 5.5 : Proje 4 için karar ağacı analizi.	71
Şekil 5.6 : Proje 5 için karar ağacı analizi.	72
Şekil 6.1: Proje seçimi sonuçlarına dair Lingo çıktısı.	86
Şekil 6.2 : Amaç fonksiyonu, hedef ve kısıtlar için Lingo çıktısı.	87
Şekil 7.1: Senaryo I için proje seçimi sonuçları.	90
Şekil 7.2 : Senaryo I için amaç fonksiyonu, hedef ve kısıtlar.	90
Şekil 7.3 : Senaryo II için proje seçimi sonuçları.	91
Şekil 7.4 : Senaryo II için amaç fonksiyonu, hedef ve kısıtlar.	92
Şekil 7.5 : Senaryo III için proje seçimi sonuçları.....	93
Şekil 7.6 : Senaryo III için amaç fonksiyonu, hedef ve kısıtlar.....	93
Şekil A.1: Literatür analizi özeti.....	112
Şekil B.1: Kriterler arası ilişkiler.....	118
Şekil C.1: İkili karşılaştırma anketi.....	126
Şekil D.1: İkili karşılaştırma anketi sonuçları.....	127
Şekil E.1: Ağırlıklandırılmamış süpermatris.....	130
Şekil F.1: Ağırlıklandırılmış süpermatris.....	131
Şekil G.1: Limit matris.....	132



AR-GE PROJELERİNİN ÖNCELİKLENDİRİLMESİ VE SEÇİMİ ÜZERİNE ÇOK KRİTERLİ BİR MODEL ÖNERİSİ

ÖZET

Ülkeler için güçlü AR-GE politikalarının kaçınılmaz bir gereksinim halini aldığı bilişim çağını yaşamaktayız. Üniversiteler, özel şirketler, kamu kurum ve kuruluşları bir yandan AR-GE çalışmaları yapmak, bir yandan da yapılan çalışmaları desteklemek, fonlamak ve bu ekosistemin parçası olan tüm unsurları güçlendirmek için büyük çaba sarfetmektedirler. Bu nedenle AR-GE proje seçimi problemi, dev bütçeleri ve çok büyük kitleleri etkileyen kritik bir karar verme problemi olarak her gün daha fazla önem kazanmakta. Bu devasa ekosistemdeki her bir paydaş AR-GE projelerini kendi hedef ve çıkarları doğrultusunda ele almakta ve bu doğrultuda faaliyetlerine devam etmektedirler. Bu çalışmada sözü edilen karar verme modeli ise AR-GE yapan ve ticari gelir elde etmeyi amaçlayan şirketlerin AR-GE proje seçimi çalışmalarını konu almakta ve çok kriterli karar verme problemi olarak analitik bir yaklaşımla değerlendirmektedir. Ülkemizin en büyük teknoparklarından birinde AR-GE çalışmaları yürüten firmalar ile gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda, AR-GE proje seçiminin veriye dayalı analitik yaklaşımlarla yapılmasında saptanan eksikliğin giderilmesi bu çalışmanın temel motivasyonu olmuştur.

Science Direct ve Wiley veri tabanlarında yapılan AR-GE proje seçimi konulu literatür araştırması sonucunda 83 çalışmanın detaylı analizini içeren EK A hazırlanmış, literatürün istatistiksel analizi sunulmuş ve AR-GE projesi seçiminde kullanılan yöntemler özetlenmiştir. Ayrıca, literatürde AR-GE proje seçimi ile AR-GE proje portfolyosu seçimi olarak geçen kavramların aynı manaya gelecek biçimde kullanımı sonucu ortaya çıkan kargaşayı gidermek üzere öneriler sunulmuştur.

Literatür taramasını izleyen bölümde, önerilen yöntemin basamakları özetlenmektedir. Burada bahsedildiği gibi, ilk aşama kriter havuzunun oluşturulması ve ikinci aşama AR-GE proje seçimi kriterlerinin belirlenmesidir. Üçüncü aşama, kriterler arasındaki ilişkilerin analizidir ve dördüncü aşamada AAS ile kriter önemlerinin bulunması açıklanmaktadır. Beşinci aşama projelerin kriterlere göre performans değerlerinin, altıncı aşama ise global proje performanslarının eldesidir. Yedinci aşama proje portföyünün optimizasyonudur ve son aşama ise parametrelerdeki değişimlerin sonuç üzerindeki etkisinin irdelenmesidir.

Önerilen AR-GE proje seçimi modelinin ilk aşamasında, literatür taramasında incelenen araştırmalardan yola çıkılarak AR-GE proje seçimi kriterleri için bir ön liste hazırlanmıştır. Bu liste göz önünde bulundurularak, uzmanlardan kriterler hakkındaki

görüşleri alınmış ve 39 kriterden oluşan nihai AR-GE proje seçim kriterleri listesi oluşturulmuştur. Bilişsel haritalama yöntemi ile kriterler arası ilişkiler incelenmiş ve modelin yapısının ağ olarak ele alınmasının daha uygun olduğu görülmüştür. Uzmanlara ikili karşılaştırma anketi gönderilerek sonuçlar toplanmış ve Analitik Ağ Süreci (AAS; Analytic Network Process - ANP) ile kriter önemleri hesaplanmıştır.

Söz konusu 39 kriterle göre proje performanslarının bulunması aşamasında 1a, 1b, 2a, 2b, 2c, 3a, 4a, 4b, 5a, 5b, 7b, 8a, 9a, 9b, 9c, 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c, 11d, 12b, 13a, 13b, 14a, 14b, 14c, 15a ve 15b kriterleri için derecelendirme; 1c, 6a ve 6b kriterleri için bulanık TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution); 7a kriteri için olası net bugünkü değer analizi; 12a kriteri için karar ağacı; 16a, 16b, 17a ve 18a kriterleri için bulanık risk değerlendirme yönteminden faydalanılmıştır. Derecelendirme yönteminden faydalanılan değerlendirmelerde karar verici her bir kriter için projelere 1-100 arasında bir performans puanı vermiştir. Bulanık TOPSIS değerlendirmelerinde karar vericiden her bir kriter için ölçütler tanımlaması ve bu ölçütlerin önemini belirlemek amacı ile bulanık ifadeler seçmesi istenmiş, ardından her bir ölçüt için bulanık ifadeler seçerek proje performanslarını değerlendirmiştir. Net bugünkü değer analizi çalışmaları her bir projenin gerçek finansal değerinden faydalanılarak gerçekleştirilmiştir. Karar ağacı çalışmasında, her bir proje için ürün pazara sürüldükten sonraki 1 yıllık gelir tahminlerini baz alan pazar analizi ortaya konmuştur. Bulanık risk değerlendirme çalışmalarında ise karar verici tarafından her bir kriter için belirlenen risklerin gerçekleşme olasılığı ve gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkacak etki, yamuk bulanık sayılar yardımıyla belirlenmiş ve bulanık risk değerleri hesaplanmıştır.

Her bir kriter için bulunan proje performansları, AAS ile bulunan kriter önemleriyle çarpılarak her bir projenin global performans puanı elde edilmiştir. Buna göre, beşinci proje 84.56 puan, üçüncü proje 73.58 puan, dördüncü proje 73.53 puan, ikinci proje 72.88 puan ve birinci proje 52.20 puan almıştır. Projelerin global performans puanlarına göre sıralanması Proje 5, Proje 3, Proje 4, Proje 2, Proje 1 şeklindedir.

Sonuçların değerlendirilmesi ve senaryo analizi yapılması amacıyla hedefler, mevcut kaynak kısıtları ve karar vericinin tercihleri çerçevesinde hangi projelerin gerçekleştirilmesinin şirket için daha iyi olacağını ortaya koyan bir optimizasyon modeli tasarlanmıştır. Kurulan hedef programlama modelinin sonuçları ve senaryo analizleri sunulmuştur. Buna göre, firmanın kaynak kısıtlarını ve stratejik hedeflerini ele alarak optimizasyon yapmadan, global proje puanlarının yüksekten düşüğe sıralanması ile proje seçimi yapması durumunda Proje 5 ile 3'ün yapılmasına karar verilebileceği, oysaki kaynak kısıtlarını ve stratejik hedefleri göz önüne alan hedef programlama modelinin çıktılarına göre Proje 2, 3 ve 4'ün yapılmasının daha uygun olduğu ortaya konmuştur. Öte yandan senaryo analizi sonuçları ise hedef ve kısıtların farklı belirlendiği koşullar altında Proje 2 ve 4'ün veya Proje 1, 2 ve 5'in yapılmasının daha uygun olabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak bu doktora tezi kapsamında, AR-GE proje seçimi için bir çok kriterli karar verme modeli tasarlanmış ve bu model beş potansiyel projeyi değerlendirmeyi planlayan bir AR-GE firmasında uygulanmıştır. Böylece, firmanın kendi strateji ve kısıtları doğrultusunda uygun AR-GE projelerini gerçekleştirmesini sağlayacak bir çözüm önerisi sunulmuştur.

A MULTI-CRITERIA MODEL PROPOSAL ON PRIORITIZATION AND SELECTION OF R&D PROJECTS

SUMMARY

Strong research and development (R&D) strategies became an inevitable requirement for countries in the information age. Nowadays, universities, companies, public institutions, and organizations make great efforts to carry out, support, and fund the R&D studies. They endeavor to strengthen all the elements that are part of this ecosystem. R&D operations have gained significant importance for companies aiming to survive and succeed in the business world. Therefore, R&D budgets were increased day by day, while selecting and funding R&D projects became an important problem. Moreover, the characteristics of R&D projects, such as difficulties in determining the budget, estimating the duration of projects, high level of project risks, and unforeseen problems caused by uncertainty, make the problem more complicated for decision-makers. Each stakeholder in the R&D ecosystem discusses the problem in line with their own goals and interests. This thesis's main purpose is to build a decision-making model that can be used for R&D project selection processes conducted by institutions and organizations that carry out R&D projects. As an application of the proposed model, the evaluation of five projects at an R&D company in information technologies is discussed. The main motivation of this study was to eliminate the deficiency of R&D project selection approaches utilizing data-based analytical methods in R&D companies that reside in one of the largest technology and science parks in Turkey.

The decision-maker in the case study is the co-founder & CEO of the company. In their pipeline, the company has five candidate R&D projects for their five different potential customers. However, their resource is not enough to take on all projects since they have a small team and limited source. Therefore, they need to evaluate projects and decide which projects they would like to focus on. Project 1, named Smart Home, is a smart home mobile application that controls electric, water, and gas resources, electrical appliances, security systems, lightings, and temperature of rooms. Project 2, named VasGateway, is a gateway that combines different mobile operators, platforms, and protocols for mobile applications. Project 3, named Prime, develops a location-based smart notification system for mobile applications. Project 4, named Mirket, is a location-based restaurant revenue maximization solution that depends on customer behaviors and patterns. Finally, Project 5, named Smart Hotel, is a mobile application for hotels. It can open room doors, manage check-in/check-out processes, place an order from restaurants, book a table in the restaurant, book treatments from spa/hairdresser, manage laundry requests, etc., in the hotel.

First of all, the literature was reviewed, and main findings were highlighted. As a result of the literature search in Science Direct and Wiley databases, Annex A, which

includes a detailed analysis of 83 studies, was prepared. Statistical analysis of the literature was presented, and the methods used in R&D project selection were summarized. Accordingly, the R&D selection problem has observed an increasing interest from researchers in recent years. The number of studies increased 200% in the '90s and '2000s. The majority of research has been conducted in the US, China, South Korea, Taiwan and UK. Different types of decision makers, e.g. public sector, private sector, public funds and investors, were observed, which have different approaches and project selection criteria depending on their objectives. Various solution approaches were obtained from the literature, such as mathematical programming, multi-criteria decision-making, and financial methods. The most frequently used methods are Fuzzy Logic and Linear Integer Programming followed by Scoring, DEA, DSS, AHP, Ranking and Real Options Theory. Addition to highlights, a common confusion, which caused by using the same meaning for "R&D Project Selection" and "R&D Portfolio Selection" terms, was determined and distinct definitions for these two terms were proposed.

Secondly, a pool of R&D project selection criteria was extracted from the literature review. Considering this pool, a pre-list was created, and the final list of R&D project selection criteria list was formed by obtaining the experts' opinions. Experts' opinions are gathered together utilizing the Delphi approach which is a structured and systematic communication technique that collects information from experts and reaches a group consensus.

Third, the relationships between the criteria were examined with the cognitive mapping method by taking experts' group decisions. The cognitive mapping approach, introduced by Tolman (1948) in the psychology area and generalized to determine causal relationships in different disciplines by Eden in 1988, forms the relationship structure among selection criteria within this study. It was found that it is more suitable to consider the structure of the model as a network rather than a hierarchy since a significant number of relationships among criteria were obtained in the cognitive map. Thus, the importance of criteria was calculated by utilizing the Analytic Network Process. The pairwise comparisons survey was shared with experts and choosing one of the linguistic definitions from the scale was requested to determine the relationship among criteria. Answers were collected, and the group decision was obtained. Then, importance of 39 criteria were derived by help of the Super Decisions software.

Fourth, the performance of projects by 39 criteria were obtained via several methods defined by decision maker considering attributes, available data and company-specific dynamics. Rating method was preferred for criteria 1a, 1b, 2a, 2b, 2c, 3a, 4a, 4b, 5a, 5b, 7b, 8a, 9a, 9b, 9c, 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c, 11d, 12b, 13a, 13b, 14a, 14b, 14c, 15a and 15b. Fuzzy TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) was preferred for criteria 1c, 6a and 6b. Expected net present value analysis was preferred for criterion 7a. Decision tree analysis was preferred for criterion 12a and fuzzy risk evaluation was used for criteria 16a, 16b, 17a and 18a. In the rating method evaluations, the decision maker assigned the projects a performance score between 1-100 for each criterion. In fuzzy TOPSIS evaluations, the decision maker was asked to define attributes for each criterion. Then, choose linguistic expressions to determine the importance of these attributes and performance of projects for each attribute. Thus, project performances were evaluated by fuzzy TOPSIS. Net present value analysis calculations were carried out by utilizing the real financial value of each project. In the decision tree study, a market analysis based on the 1-year revenue estimations after the product launch for each project is revealed. In fuzzy risk

assessment studies, the fuzzy probability of realization of the risks and the impact of potential risks were determined by the decision maker for each criterion and fuzzy risk values were calculated with the help of trapezoidal fuzzy numbers.

Fifth, the global performance of each project was obtained by multiplying the project scores for each criterion utilized by methods defined above with the criteria importance obtained by Analytic Network Process. According to the results, the first project got 52.20 points, the second project got 72.88 points, the third project got 73.58 points, the fourth project got 73.53 points, and the fifth project got 84.56 points. Hence, the projects can be ranked as Project 5, Project 3, Project 4, Project 2, and Project 1 according to their global performances.

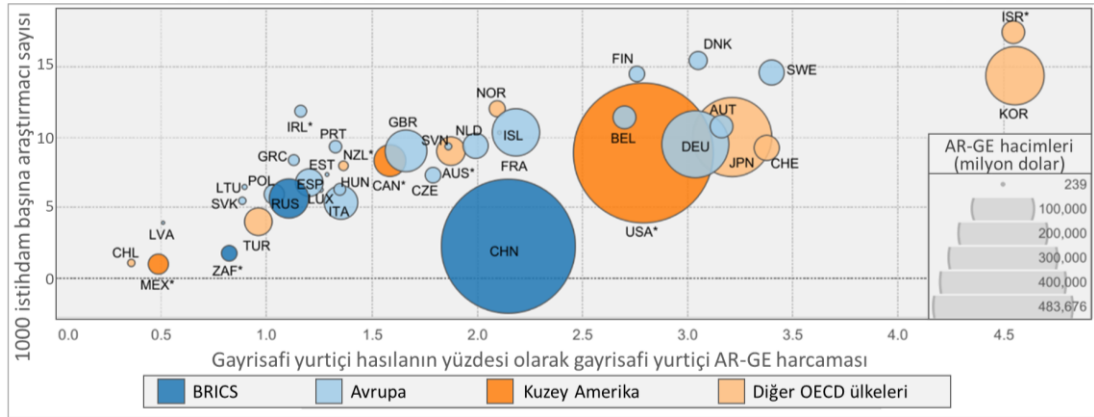
Finally, an optimization model, which analyzes projects by considering goals, resource constraints, and decision maker's preferences, was designed to evaluate the best project portfolio and make scenario analysis. Optimization results and scenario analysis of the goal programming model were presented. Accordingly, if decision maker selects projects by considering only the project evaluation scores without an optimization, the company may decide to run Project 5 and 3. However, according to the outputs of the goal programming model, which takes resource constraints and strategic goals into consideration, it has been proved that it is more suitable to carry out Projects 2, 3, and 4. On the other hand, scenario analysis results show that Projects 2 and 4 or Projects 1, 2, and 5 could be appropriate under different conditions where goals and constraints were adjusted.

As a result, within the scope of this PhD thesis, a multi-criteria decision making model was designed to solve R&D project selection and the proposed model was implemented in an R&D firm that plans to evaluate five potential projects. Thus, a solution approach has been presented to enable the company to carry out appropriate R&D projects in line with its own strategies and constraints. The proposed framework could be applied in different case studies for further research, and results could be compared with this study's outputs. Another exciting research subject could be implementing developments in the artificial intelligence area and recent trends in data collection and procession techniques to the R&D project selection problem.



1. GİRİŞ

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerin insanlık tarihine yön verdiği Bilişim Çağı, ekonomik ve sosyal fayda sağlayan inovasyonlar sayesinde hayat kalitesinin iyileşmesini ve sosyal refahın artmasını beraberinde getirmiş, uluslararası rekabet ve sürdürülebilir gelişim ilkeleri doğrultusunda hareket eden ülkeler için güçlü AR-GE politikaları kaçınılmaz bir gereksinim halini almıştır. Yapılan ampirik çalışmalar da ülkelerin AR-GE harcamaları ile ekonomik büyümeleri arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır (Akçalı ve Şişmanoğlu, 2015). 2019 yılı OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development; Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) verilerine göre ülkelerin AR-GE harcamaları, gayri safi yurtiçi hasıllarının bir yüzdesi olarak göz önünde bulundurulduğunda, AR-GE proje seçimi probleminin ne kadar büyük bir bütçeyi etkileyen, ne denli kritik bir karar verme problemi olduğu gözler önüne serilmektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 : Ülkelerin AR-GE ile ilgili insan kaynağı ve finansal kaynağının karşılaştırılması (OECD, 2019).

TÜİK'e (Türkiye İstatistik Kurumu) göre ülkemizdeki gayrisafi yurtiçi AR-GE harcamasının gayrisafi yurt içi hasıla içindeki oranı 2010 yılında 0,84 iken, aynı değer 2020 yılında yine TÜİK tarafından 1,09 olarak hesaplanmıştır. Buna ek olarak, özel şirketlerin AR-GE harcamalarının 2010'dan 2020'ye kadarki 10 yılda yaklaşık 9 kat arttığı görülmektedir. Kamusal harcamalar aynı dönemde 3 kat artış göstermiş, yükseköğretim AR-GE harcamaları ise 3,5 kat artmıştır. Yine TÜİK tarafından

açıklanan rakamlara göre 2020 yılında yapılan toplam AR-GE harcaması miktarı yaklaşık 54 milyar Türk lirasıdır.

Ülkemizde çeşitli kamu kurum ve kuruluşları gerek hibe ve destekleri ile gerekse düzenlediği eğitim ve hızlandırma programları ile AR-GE çalışmalarını desteklemektedir. 2021 yılı ekim ayı itibariyle ülkemizde kurulan 73 teknopark (yasal adı ile Teknoloji Geliştirme Bölgesi) faaliyetlerine devam etmekte ve bu teknoparklarda 7 binin üzerinde AR-GE şirketi yaklaşık 74 bin personel ile AR-GE çalışmalarını sürdürmektedir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2021). Yine Nisan 2021 itibariyle ülkemizde 1260 AR-GE merkezinde (burada 5746 sayılı kanun kapsamında kurulan ve faaliyet gösteren AR-GE merkezlerinden söz edilmektedir) yaklaşık 70 bin AR-GE personeli ile inovasyon çalışmaları sürdürülmektedir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2021). Öte yandan, ülkemizdeki özel sermaye fonları pek çok AR-GE şirketine yatırım yapmakta, bankalar çeşitli AR-GE ve girişimcilik fonları ile kredi paketleri sunarak AR-GE çalışmalarına finansal destek sağlamaktadır. Tüm bu AR-GE odaklı ekosistemde her bir paydaş kendi hedef ve çıkarları doğrultusunda AR-GE projelerini değerlendirmektedir. Söz gelimi, bankalar AR-GE projelerinin başarı olasılığı ve yatırımın geri dönüşü gibi unsurlara odaklanırken, kamu kuruluşları projelerin ülke ekonomisine yapacağı katkı, yaratacağı istihdam artışı veya ihracata olan katkısı gibi kriterlere önem verebilmekte, üniversiteler ise projelerin yayın potansiyeli veya sanayi ile iş birliği gibi farklı kriterleri göz önüne alarak seçim yapabilmektedir. Bu çalışmada sözü edilen karar verme modeli ise AR-GE yapan ve ticari gelir elde etmeyi amaçlayan şirketlerin AR-GE proje seçimi çalışmalarını ele almaktadır.

Bu tez kapsamında AR-GE projesi seçimi, çok kriterli karar verme problemi olarak analitik bir yaklaşımla değerlendirilmektedir. Böylece, şirketlerin doğru AR-GE projelerini ele alması sağlanarak inovasyon potansiyellerinin geliştirilmesi, başarı oranları, karlılık ve verimlilik gibi faktörlerinin iyileştirilmesi beklenmektedir. Bununla birlikte, dolaylı olarak ülke ekonomisine ve toplumsal refaha yaptıkları katkının da artması amaçlanmaktadır.

Birinci bölümde tezin amacı özetlenmiş, ikinci bölümde ise literatür analizine yer verilmiştir. Üçüncü bölüm tez çalışmasında önerilen modelin basamaklarını açıklamaktadır. Dördüncü bölümde AR-GE proje seçimi kriterlerinin eldesi ve kriterler arasındaki ilişkilerin analizi sunulmaktadır. Beşinci bölümde öncelikle

analitik ağ süreci (AAS; Analytic Network Process - ANP) ile kriter önemleri hesaplanmakta, projelerin kriterlere göre performans değerleri elde edilmekte ve global proje performansları bulunmaktadır. Altıncı bölümde amaçların ağırlıklandırıldığı öncelikli hedef programlama (pre-emptive goal programming by weighting the objective) modeli kurularak en iyi proje portföyü oluşturulmakta, böylece kısıtlar göz önüne alınarak aynı anda gerçekleştirilmesi en uygun proje grubu belirlenmektedir. Yedinci bölümde hedef programlama modelinin temel öğelerindeki değişimin sonucu nasıl etkileyeceğini ele alan senaryo analizleri incelenmektedir. Sekizinci bölümde ise sonuçlar özetlenmekte ve gelecek çalışmalar için öneriler sunulmaktadır.

1.1 Tezin Amacı

Araştırma geliştirme faaliyetleri yürüten özel şirketlerin, olası AR-GE projelerini değerlendirme sürecinde yararlanabilecekleri bir karar modelinin kurulması, bu tez çalışmasının temel amacını oluşturmaktadır.

Ülkemizin en büyük teknoparklarından birinde yer alan yaklaşık 30 AR-GE firması ve 10 kuluçka firması¹ ile yapılan yüz yüze görüşmeler sonucunda, AR-GE proje seçiminin veriye dayalı bilimsel yöntemler ile yapılmasında saptanan eksikliğin giderilmesi bu çalışmanın temel motivasyonu olmuştur. Yapılan bu görüşmelerde bilgi sistemleri üzerine çalışanların yanı sıra elektronik, bilişim, ilaç sanayii, bankacılık, tıp ve kriptoloji gibi farklı alanlardaki AR-GE firmalarından görüş alınmıştır. Bu araştırma sonucunda AR-GE firmalarının pek çoğunun proje seçimi için detaylı çalışmalar yapmadığı veya yapamadığı ve bu nedenle yapılacak çalışmanın gereklerine kendilerini uyarlamak durumunda kaldıkları öğrenilmiştir. Buna ek olarak, şirketlerin karşılaştığı en büyük problemlerden birinin belirsizlik ile mücadele olduğu saptanmıştır. Proje süre ve bütçelerini doğruya yakın belirleyememe, pazar payına dair doğru tahminleme yapamama, riskleri önceden saptayamama gibi sorunlar ile karşılaştıkları, bu sebeple projelerin başarısız olması veya başarıyla tamamlanan projelerden beklenen maddi getirinin elde edilememesi durumuyla karşı karşıya

¹ “Kuluçka firması” ifadesinde yer alan kuluçka kelimesi, İngilizcedeki “incubator” kelimesinin karşılığı olarak dilimize geçmiştir. Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği’ne göre kuluçka merkezleri “özellikle genç ve yeni işletmeleri geliştirmek amacıyla; girişimci firmalara ofis hizmetleri, ekipman desteği, yönetim desteği, mali kaynaklara erişim, kritik iş ve teknik destek hizmetlerinin bir çatı altında tek elden sağlandığı yapılar” olarak tanımlanmıştır. “Kuluçka firması” ise fikrini ve girişimini geliştirmek için kuluçka merkezlerinde yer alan firmaları ifade etmektedir.

kaldıkları ortaya çıkmıştır. Bu durum özellikle küçük ölçekli firmalarda ve bilişim/bilgi sistemleri odaklı firmalarda AR-GE proje seçiminin ne denli önemli olduğunu göstermekle kalmayıp, bu firmaların kılavuz olarak kullanabilecekleri bir çalışmaya ne denli ihtiyaç duyduklarının kanıtı olmuştur.

AR-GE projelerinin doğru seçilmesinin şirketlerin bireysel amaçlarının yanı sıra ülke ekonomisi için de hayati önem taşıdığı, yapılan inovasyon çalışmalarının toplumsal refah ve sürdürülebilir ekonomik kalkınmanın lokomotifi rolünü üstlendiği, yadsınamaz bir gerçek olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde gerçekleşen 2020 yılı AR-GE harcamalarını baz aldığımızda, bu harcamaların yalnızca %1'inin hatalı seçilmesinin 54 milyon TL'lik bir milli servete tekabül ettiği görülmektedir. Bu da söz konusu tez önerisinin etkileyebileceği maddi büyüklüğü gözler önüne sermektedir.

Bu tezin özgün değerlerinden bir diğeri de şirketlerin AR-GE projelerine kendi hedefleri ve kısıtları doğrultusundaki bakış açısını, uymak zorunda oldukları devlet politikaları ile optimum paydada birleştirme hedefidir. Çünkü, ülkemizde AR-GE çalışmaları yürüten pek çok kuruluş devlet eliyle yönetilen teknoparklarda yer almakta veya kanunlarla çalışma esasları belirlenmiş ve çeşitli destekler sunulmuş olan kurum içi AR-GE merkezlerinde çalışmalarını sürdürmektedir. Pek çok firma, AR-GE çalışmaları için hibe ve desteklerden faydalanmayı hedeflemektedir. Böylece her iki bakış açısını ortak bir paydada buluşturarak önemli toplumsal faydalar sağlanması amaçlanmıştır.

En iyi proje portföyünü seçmeye odaklanan pek çok çalışmanın, büyük resmi göz ardı ederek projelerin mevcut kaynaklar ile yapılıp yapılamayacağını analitik biçimde sorgulamıyor olması, yapılan literatür çalışmasında göze çarpan en büyük problemlerden biridir. Bu tez çalışmasının özgün değerlerinden bir diğeri de projeler değerlendirilirken mevcut kaynakların göz önüne alınması durumunda, proje seçiminde ortaya çıkacak farklılıkların ortaya konulmuş olmasıdır. Yapılan çalışmanın ve önerilen AR-GE proje seçimi modelinin araştırmacılar, şirketler ve ülkemiz için olumlu katkılar sağlayacağı ön görülmektedir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 AR-GE Projesi Seçimi Literatürüne Genel Bakış

Literatür taraması kapsamında Science Direct ve Wiley veri tabanlarında 1970 yılından 2021 yılına kadar yapılan araştırma sonucunda tespit edilen AR-GE proje seçimi konulu makaleler incelenmiş ve gelecek araştırmalar için kaynak oluşturacak kapsamlı bir literatür taraması sunulmuştur. Yapılan araştırma sonucunda AR-GE proje seçimi ile ilgili bir yöntem, sistem veya karar destek sistemi öneren 83 çalışmanın detaylı analizini içeren EK A hazırlanmıştır. Bu analize dahil olmayan fakat tez çalışması kapsamında incelenen diğer araştırmalar ise AR-GE proje seçimi ile ilgili süreçsel veya organizasyonel araştırmaları, uluslararası AR-GE deneyimleri gibi spesifik durumları, mali ve finansal incelemeleri, KOBİ'lere (Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler) yönelik araştırmaları veya literatür taramalarını konu alan çalışmalardır.

AR-GE projeleri doğası gereği belirsizliği yüksek, disiplinler arası projelerdir. AR-GE proje seçimi ise genel olarak mevcut öneriler içerisinde en iyi seçeneği seçme, seçenekleri sıralama veya seçenek kümesinden en iyi alt kümeyi elde etme problemlerini kapsamaktadır. OECD'nin (2002) literatürde genel kabul görmüş araştırmasına göre AR-GE çalışmalarını; (i) temel araştırma, (ii) uygulamalı araştırma ve (iii) deneysel geliştirme olmak üzere üç ana başlık altında sınıflandırmak mümkündür. Literatürdeki AR-GE proje seçimi çalışmalarının bir kısmı tüm AR-GE sınıflarına hitap ederken (Abbassi ve diğ, 2014; Ballesteros ve Rico, 2001; Archibald ve Finifter, 2003; Coldrick ve diğ, 2005; Hassanzadeh ve diğ, 2014a; Hsu ve diğ, 2003; Huang ve diğ, 2008; Lawson ve diğ, 2006; Santamaria ve diğ, 2010) bir kısmı ise (Feng ve diğ, 2011) bu AR-GE sınıflarından bir veya ikisine yöneliktir. Literatürdeki pek çok çalışmanın ise herhangi bir spesifik AR-GE sınıfına göre özelleştirilmediği görülmekte fakat detaylı incelendiğinde genellikle uygulamalı araştırma ve/veya deneysel geliştirmeye yönelik olduğu anlaşılmaktadır.

AR-GE proje seçimi problemi ile ilgili literatür incelendiğinde problemin sıklıkla ülkemizdeki TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu), KOSGEB (Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı) ve diğer ülkelerdeki benzer kuruluşların AR-GE projelerini fonlaması bakış açısı ile ele alındığı görülmüştür. TÜBİTAK'ın proje seçim problemini ele alan Karasakal ve Aker (2017) öncelikle Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi ile sınıflandırma yapan ve ardından AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci; Analytic Hierarchy Process - AHP) kullanarak proje performanslarını belirleyen bir model önermiştir. Huang vd. (2008) yaptıkları çalışmada Tayvan'da devlet tarafından fonlanacak AR-GE projelerinin seçimi konusunu ele alarak bulanık AHS yöntemi ile probleme çözüm önerisi sunmuştur. Shin vd. (2007) ise yine AHS yöntemini kullanmış ve Kore Ulusal Nükleer AR-GE Programı'nın fonlayacağı AR-GE projelerinin seçimi problemini ele almıştır. Öztayşi ve diğ. (2017) hibe fonlama (grant funding) problemini 6 ana ve 24 alt kriterin olduğu bir bulanık grup AHS ile çözmüştür. Probleme bakış açıları gereği tüm bu yöntemlerde çeşitli çıktıların varlığı ve çeşitli kriterlere uygunluk ön planda tutulmakta böylece problemin çözümü için detaylı araştırmalar sonucu ortaya konan kapsamlı çözümler üretilmektedir. AR-GE projeleri yapan özel şirketler açısından problemi ele alan çalışmalar incelendiğinde ise daha çok finansal modeller karşımıza çıkmaktadır. Şirketlerin asıl hedeflerinin kar elde etmek olması bu durumun olası sebeplerinden biri olarak görülmektedir.

Portfolyo seçimi ve yatırım kararı konulu problemlerin AR-GE proje seçimi problemi ile benzerliklerinin bulunduğu ve oldukça benzer çözüm yöntemleri ile sonuca ulaşıkları görülmüştür. Ortaya çıktığı 1950'lerde sermaye bütçeleme ve borsa yatırımı alanlarında kullanılan portfolyo seçimi/yönetimi yaklaşımına, matematiksel modeller, derecelendirme, tam sayılı doğrusal programlama, karma tam sayılı doğrusal programlama ve sezgisel algoritmalar gibi pek çok yöntemle çözüm aranmıştır (Arratia ve diğ, 2016). Portfolyo seçimi probleminin finansal yaklaşımlarla çözülmesi portfolyoyu çeşitlendirerek riski düşürme fikrini temel almaktadır. Ancak AR-GE proje portfolyosuna finansal portfolyo yaklaşımı gibi bakabilmek için çözülmesi gereken problem, finansal varlıkların pazar değeri olmasına karşın, AR-GE projelerinin net bir pazar değeri olmaması sebebiyle yapılması gereken kompleks tahmindir (Abbassi ve diğ, 2014). Bu nedenle reel opsiyonlar teorisi gibi belirsizlik

altında kompleks tahminler yapmada başarılı yöntemler AR-GE portfolyo seçimi problemine uyarlanmıştır (Carlsson ve diğ., 2007).

AR-GE proje seçimini bir yatırım problemi olarak ele aldığımızda ve çözüm aradığımızda ise AR-GE proje seçiminin doğasındaki belirsizlik, projeler arası bağımlılıklar, proje sürelerindeki aşımalar ve ölçülmesi zor başarı faktörleri aşılması gereken problemler olarak karışımıza çıkar (Coldrick ve diğ., 2005). Yatırım problemi olarak konuyu ele alan oldukça ilginç ve etkileyici çalışmalardan biri, menkul kıymetlerin ve AR-GE projelerinin karma bir varlık portfolyosunda birlikte değerlendirildiği durumu incelemiş ve böyle bir durumda yatırım seçeneklerinin (çeşitli AR-GE projeleri ve menkul kıymetlerden oluşan karma seçeneklerin) nasıl birlikte değerlendirilebileceğini senaryo ağacı ile incelemiştir (Fang ve diğ., 2008).

İspanya’da gerçekleştirilen bir çalışma (Blanes ve Busom, 2004) seçim sürecinin bir adım öncesini ele almakta ve sübvansiyon veren kurum/kuruluşlar ile bu sübvansiyonlara başvuran firmaların çeşitli özellikleri arasında bir ilişki olup olmadığını incelemektedir. Bu çalışmada göze çarpan önemli sonuçlardan biri (düşük teknoloji yoğunluklu endüstriler hariç) aynı endüstrideki programların farklı değişkenler ile hareket ettiğinin, yani farklı kriterler ile ve farklı amaçlar ile seçim yaptığının saptanmış olmasıdır. Diğer bir önemli sonuç ise firmaların önceki deneyimlerinin ve firma büyüklüklerinin katılıma olumlu etki ediyor oluşudur.

Lee ve Om (1996) kamusal ve özel AR-GE enstitülerinde proje seçimindeki faktörlerin önem dereceleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını Kolomogorov-Smirnov testi ile test etmiştir. Araştırma sonucunda anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna varmış olsalarda yalnızca Kore Enstitülerine dair verinin incelenmiş olması sebebiyle bulgularını genelleştirmek için daha fazla araştırma yapma gerekliliğinin altını çizmektedirler.

Bu çalışmada “AR-GE proje seçimi” olarak ele alınan problemin, içerik bakımından aynı problemi ifade etmesine rağmen literatürde “AR-GE proje seçimi”, “AR-GE proje portfolyosu seçimi”, “AR-GE yatırım portfolyosu seçimi” veya “teknoloji portfolyosu seçimi” olarak adlandırılabilirdiği gözlemlenmiştir. “Proje seçimi” ve “proje portfolyo seçimi” kavramları literatürde birbiri ile girift bir ilişki içerisindedir ve aslında pek çok çalışmada aralarında ayırım gözetilmeden kullanılmaktadır. Literatürdeki bu kavramsal karışıklığın giderilmesi için projelerin portfolyo olarak bir

küme ifade edecek biçimde değerlendirildiği çalışmaların “AR-GE proje portfolyo seçimi” olarak adlandırılması, projelerin birbirlerinden bağımsız olarak değerlendirildiği ve bir projenin seçiminin diğer projeleri etkilemediği yöntemlerin ise “AR-GE proje seçimi” olarak adlandırılması önerilmektedir.

Söz gelimi bir kamu fonunun dağıtım problemi, projelerin bireysel olarak aldıkları puana göre sıralanıp en çok puan alandan başlanarak fon miktarı tükenene kadar fonlandığı bir sistemde, yapılan değerlemeyi ele alalım. Burada bir projenin riskli olup olmaması (eğer bir risk alt sınırı yoksa) tamamen diğer projelerden bağımsız biçimde değerlendirilen bir puana karşılık gelmektedir ve diğer projelerin risk kriterinden aldıkları puanlar bu projenin seçilip seçilmemesi hususunu etkilememektedir. İkinci örnek sistemimizde ise kamu fonu dağıtılırken, fonun toplam riskinin belli bir değeri geçmemesi gibi bir kriterin var olduğunu yahut fon dağıtımındaki amaçlardan birinin toplam riski minimize etmek olduğunu varsayalım. Bu durumda herhangi bir projenin risk miktarı, diğer projelerin risk miktarından bağımsız bir değişken olmayıp, bir projenin seçilip seçilmemesi diğer projelerin risklerine göre göreceli olarak etkilenecektir. Buradaki iki örnekten hareketle bu çalışmada önerilen, ilk örnekteki yöntemin “AR-GE proje seçimi” ikinci örnekteki yöntemin ise “AR-GE proje portfolyo seçimi” olarak adlandırılmasıdır.

“AR-GE proje seçimi” ve “AR-GE proje portfolyo seçimi” kavramlarının birbirinden net biçimde ayrılması, karar verici davranışlarının yorumlanması açısından da önemlidir. Aloysius (1999), riskten kaçınma davranışını incelediği çalışmasında, birden fazla projeyi fonlayarak riski dağıtmanın ve riskli bir projeyi birden fazla şirket ile gerçekleştirmenin, riskten kaçınma davranışını azalttığını ortaya koymaktadır. Projelerin toplu değerlendirilmesinde kabul edilebilecek bazı risk derecelerinin projelerin tek tek değerlendirilmesi durumunda kabul edilmeyecek olduğunu ortaya koyan bir başka çalışma ise Graves ve Rinquist (1996) tarafından yürütülmüştür. Dolayısıyla AR-GE proje seçiminde portfolyo bakış açısının olması veya olmamasının karar vericileri etkilediği görülmektedir.

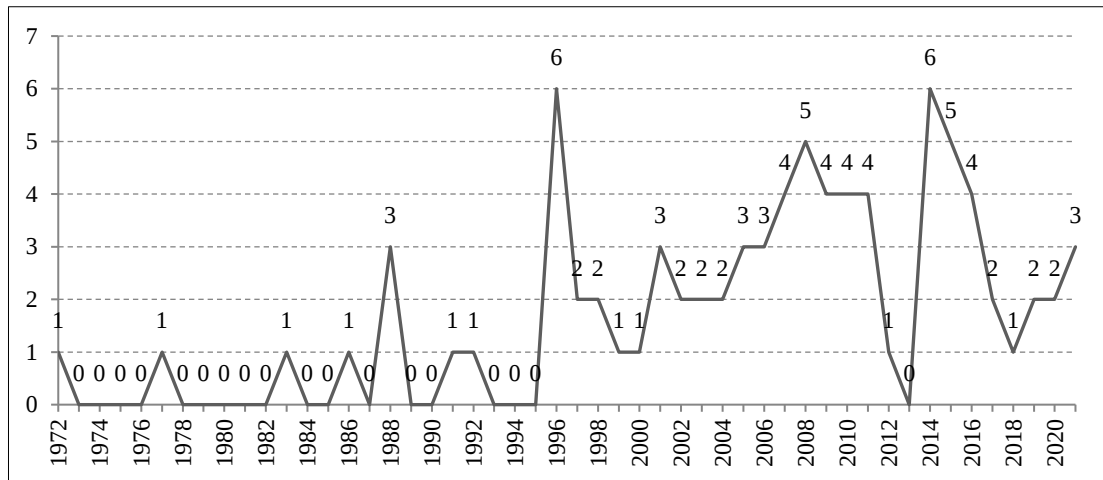
Proje portfolyo seçimi üzerine pek çok araştırmada gözden kaçırılan önemli bir nokta, AR-GE firmalarının halihazırda yürütmekte olduğu projelerin bu seçim aşamasına dahil edilmiyor oluşudur. Oysa mevcut projelerdeki değişiklikler mevcut kaynak miktarı gibi kısıtlarda değişikliğe ve toplam risk hesaplamalarında farklılığa sebep olabileceği gibi, çeşitli bağımlılıklar da doğurabilir. Bu durumda mevcut projeleri sabit

kabul ediyor olmak, hesaplamada kolaylık sağlaması açısından tercih edilebilir bir seçenek gibi görünse de seçim süreci üzerindeki etkisi bilinmemektedir. Doğru bir yaklaşım olup olmadığına dair bir araştırmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu sebeple gelecek araştırma konularından biri olabileceği düşünülmektedir. Literatürdeki mevcut AR-GE projelerini de göz önüne alarak proje seçimi yapan tek çalışma Hassanzadeh ve diğerlerinin (2014a) çalışmasıdır. Bu tez çalışmasında önerilen AR-GE proje seçimi modeli, proje portföyü optimizasyonu ve senaryo analizleri ile desteklenerek, söz konusu firmanın halihazırda yürütmekte olduğu projelerin de hesaba katılması sağlanmıştır. Bunun yanı sıra, projelerin gerçekleştirileceği zaman zarfında hedef ve kısıtlarda oluşabilecek değişikliklerin proje seçimini nasıl etkileyeceği incelenmiştir. Bu incelemenin sonucu olarak projelerin bir portföy olarak ele alınması ve kaynak kısıtlarının göz önünde bulundurulmasının gerekliliği ortaya konmuş ve bu durumda farklı proje alternatiflerinin seçilebileceği görülmüştür.

AR-GE proje seçimi probleminin önem ve kapsamının açıklanmasına yardımcı olacak detaylı analiz bir sonraki başlıkta ele alınacak ve ardından literatürde karşılaşılan yöntemler detaylandırılacaktır.

2.2 AR-GE Projesi Seçimi Literatürünün Analizi

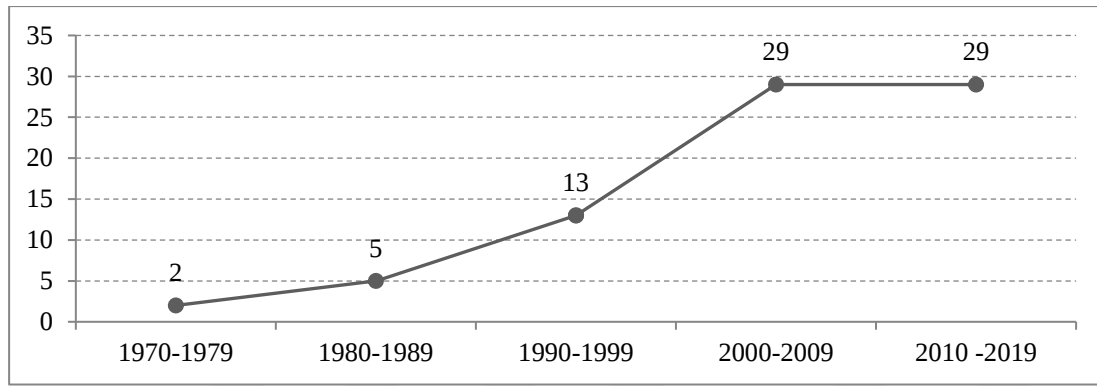
Literatür analizi kapsamında, EK A'da matris formunda sunulan veriler detaylı olarak incelenerek, yapılan sınıflamalar ve elde edilen trendler grafiksel olarak yorumlanmış, yayınların yıllara ve ülkelere göre dağılımı, karar verici grupları ve problemin çözümünde kullanılan teori ve yöntemlerin sıklığı analiz edilmiştir.



Şekil 2.1 : Yayın çalışmalarının yıllara göre dağılımı.

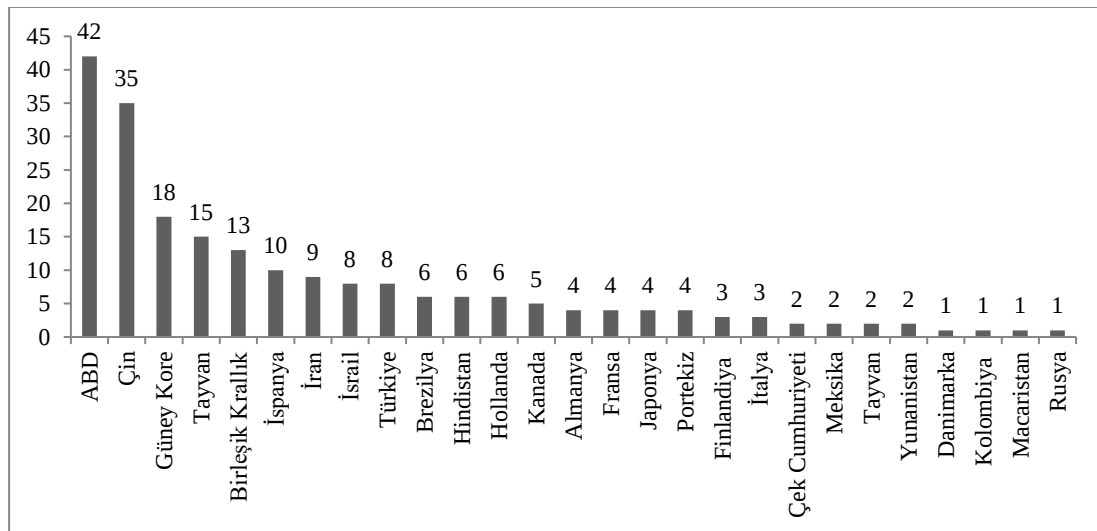
1970 yılından bu yana AR-GE proje seçimi konusunda yapılan çalışmalar yıl bazında incelendiğinde (Şekil 2.1) ilk yayının 1972’de yapıldığı, 1996 ve 2014 yıllarında ise en yüksek değere ulaştığı gözlemlenmektedir.

Yıl bazında yayın sayısı grafiğini daha iyi anlayabilmek ve artışı daha iyi gözlemleyebilmek için, 10 yıllık periyodlardaki toplam yayın sayısını gösteren Şekil 2.2 hazırlanmıştır. Yayın sayılarının 10 yıllık periyodlara göre dağılımı incelendiğinde 90’lı yıllar ve sonrasındaki artış daha iyi gözlemlenebilmektedir. 1990-1999 yılları arasındaki yayın sayısı 13 iken, bu sayı bir sonraki 10 yıllık periyotta yaklaşık %200 artış göstermiş ve ardından gelen 10 yıllık periyotta ise sabit kalmıştır.



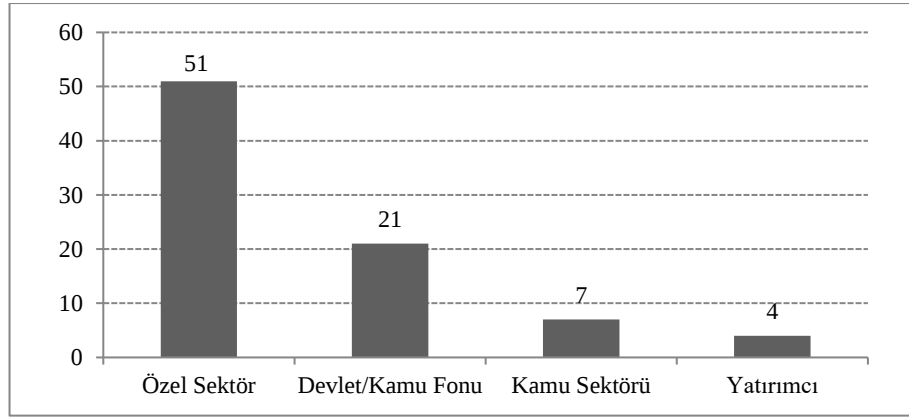
Şekil 2.2 : Yayın sayılarının 10 yıllık periyodlara göre dağılımı.

Literatürün coğrafik olarak incelenmesi amacıyla, yazarların ülkeleri analiz edilmiş (Şekil 2.3) ve AR-GE proje seçimi konusunun Amerika Birleşik Devletleri, Çin, Güney Kore, Tayvan ve Birleşik Krallık’ta (Britanya) yoğun olarak ele alındığı gözlemlenmiştir.



Şekil 2.3 : Yayın çalışmalarının ülkelere göre dağılımı.

Literatürdeki AR-GE proje seçimi araştırmalarına konu olan karar vericilerin; devlet/kamu fonu, kamu kurumları, özel sektör ve yatırımcı olmak üzere dört grup altında toplanması (Şekil 2.4) mümkündür. Burada “Karar verici tipi”, AR-GE proje seçimini yapan karar verici gruplarını ifade etmektedir. “Devlet/kamu fonu” ülke politikalarına paralel olarak AR-GE projelerine hibe ve destek sunan çeşitli kurum ve kuruluşlardan oluşan gruba, “kamu sektörü” temel işlevi araştırma ve geliştirme çalışmaları olan veya kamu iktisadi teşekkülleri gibi asıl işi AR-GE olmayan fakat kendi iş alanlarında AR-GE çalışmaları yürüten kurumları, “özel sektör” büyüklüğüne bakılmaksızın AR-GE çalışmaları yürüten tüm özel şirketleri, “yatırımcı” ise AR-GE çalışmalarına yatırım yapan yani bir anlamda bu çalışmaları fonlayan ve kamusal olmayan her türlü girişimi ifade etmektedir. Şekil 2.4’teki verileri yüzdesel olarak ifade etmek gerekirse, literatürdeki AR-GE proje seçimi araştırmalarının %62’si özel sektörde AR-GE projeleri yürüten şirketlerin AR-GE proje seçimini konu aldığını, %25’inin kamusal fonlama veya hibe verme çalışmalarını konu aldığını, %8’inin kamu sektöründe AR-GE proje seçimini konu aldığını, %5’inin ise yatırımcılar açısından probleme çözüm aradığını söylemek mümkündür. Buna göre, AR-GE proje seçimi üzerine yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu özel sektör AR-GE proje seçimi konusunda karar veren grubun bakış açısı ile problemi ele almaktadır.



Şekil 2.4 : Karar verici tipi.

Devlet/kamu fonu karar verici grubu içerisinde incelenen kamusal fonlama veya kamusal finansman, dünya genelinde oldukça yaygın bir yaklaşımdır. Çin, Avrupa Birliği ülkeleri, Rusya, Meksika, Güney Kore, Tayvan, Türkiye gibi pek çok ülkede yürütülen kamusal fonlama çalışmaları literatürde ele alınan konular arasındadır. Gerek fonların büyüklüğü ve gerekse ülke ekonomisine katkısı sebebiyle fon dağıtım problemi sıklıkla üzerinde çalışılan (Richards, 1972; Arratia ve diğ., 2016; Ballesteros

ve Rico, 2001; Arratia ve diğ, 2016; Jeng ve Huang 2015; Atzei, ve Jensen, 2001; Feng ve diğ, 2011; Giebe ve diğ, 2006; Hsu ve diğ. 2003; Lee ve Om, 1996; Oral ve diğ, 1991) AR-GE proje seçimi problemlerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Küçük şirketleri fonlayan NASA'nın (National Aeronautics and Space Administration) SBIR (Small Business Innovation Research) programı (Archibald ve Finifter, 2003), Kore hükümetinin ulusal AR-GE destekleme programı (Jung ve Seo, 2010), Türkiye'deki devlet fonlaması (Karasakal ve Aker, 2017), İspanya hükümetinin temel teknik destek programı (The National Plan of Scientific, Research, Development ve Technological Innovation) ile bütünleşik PROFIT (Programa de Fomento de la Innovación Tecnológica) programı (Santamaria ve diğ, 2010), literatürdeki önemli örnekler arasında gösterilebilir. Kim (1987) araştırmasında Hong Kong ve Kore'deki başarısız teknoloji inovasyonu örnekleri ile Asya Bölgesindeki gelişmiş ülkelerden biri olan Japonya'daki başarılı örnekleri kıyaslayarak aradaki farklılıkları ortaya koymuştur. Tüm bu kamusal fonlama literatürünün en önemli ortak noktası, farklı alanlarda, farklı büyüklüklerde ve farklı niteliklerdeki AR-GE projelerine homojen fonlama yapmaya çalışırken finansal hedeflerden ziyade stratejik hedefler ile yola çıkarak değer maksimizasyonunu önde tutmalarıdır.

Kamusal olmayan yatırımcıların bir kısmı AR-GE çalışmalarını bir yatırım enstrümanı olarak ele almakta ve buna göre AR-GE proje seçimi yapmaktadır. Bu bakış açısını ele alan araştırmaların (Wan ve diğ, 2015; Aloysius, 1999; Fang ve diğ, 2008; Mehrez, 1988) en önemli ortak özelliği, seçim sürecinin temelinde finansal enstrümanları kullanmalarıdır.

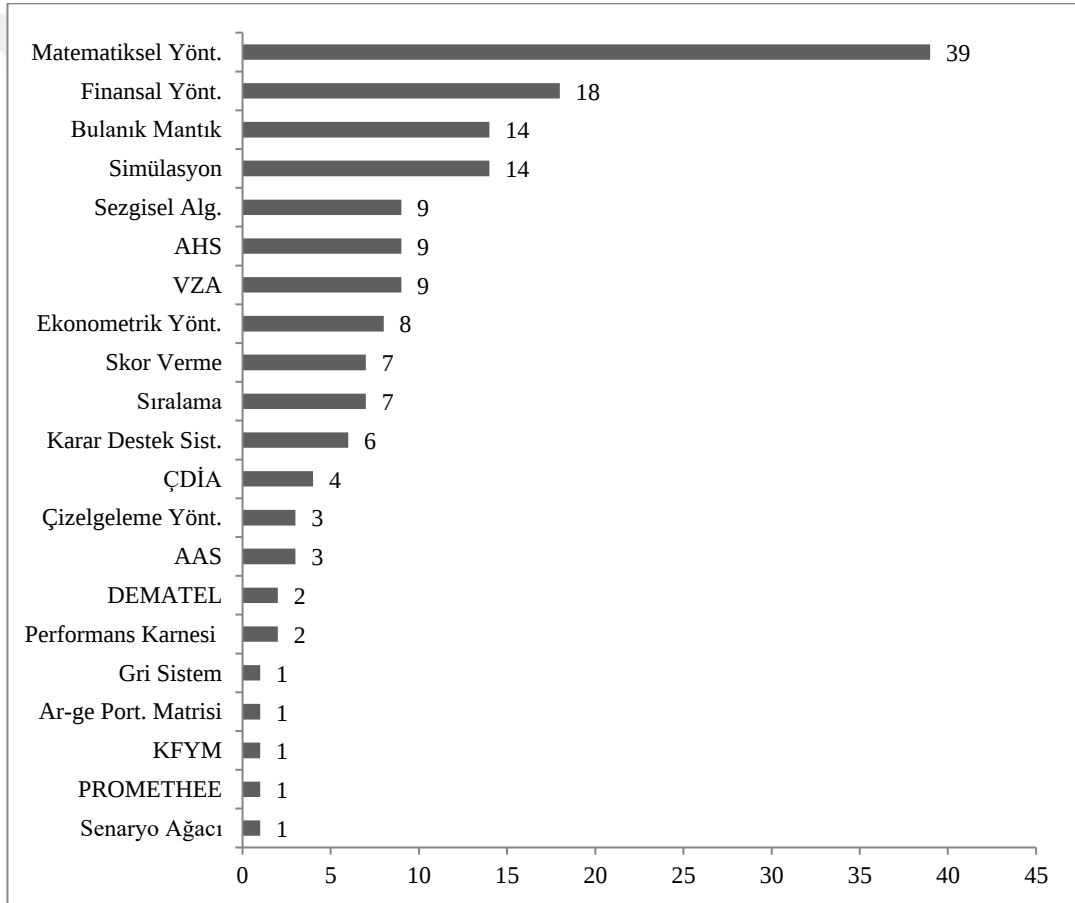
İster kamu sektöründe ister özel sektörde olsun, kendi gerçekleştirecekleri AR-GE projelerini seçmeyi amaçlayan karar verici grubu, diğer iki karar verici grubundan çeşitli açılardan ayrılmaktadır. Bunlardan ilki kaynak kısıtları doğrultusunda karar vermenin öne çıkması iken bir diğeri risk unsurlarının (teknik, finansal, çevresel vb. riskler) değerlemeye katılıyor oluşudur. AR-GE çalışmasını yürütecek taraf için seçim kriterlerinin diğer gruplara göre farklı biçimde önemlendiriliyor olması da teorik olarak beklenen ve literatürde de örnekler ile kanıtlanan bir başka önemli farklılıktır.

2.3 AR-GE Projesi Seçiminde Kullanılan Yöntemler

AR-GE proje seçimi probleminin çözümü söz konusu olduğunda, literatürde karşımıza pek çok farklı yöntem çıkmaktadır. Bu bölümde yöntemler, uygulamaları ile birlikte

detaylı olarak sınıflandırılarak incelenmiştir. Sınıflandırma yapılırken, yöntemlerin bilimsel nitelikleri ve ilgili oldukları disiplin göz önünde bulundurulmuş ve bu tezin konusu olan kullanım alanları dikkate alınmıştır.

Şekil 2.5'te AR-GE proje seçimi probleminin çözümünde kullanılan yöntemler ile bunların sıklıkları analiz edilmiştir. Pek çok çalışma çeşitli yöntemlerin uygun biçimde entegre edilmesinden oluşan karma modeller sunmaktadır. Bu sebeple Şekil 2.5'teki analizde bir makalede kullanılan her yöntem "1" olarak ifade edilmektedir. Söz gelimi bir makalede bulanık AHS kullanıldığında hem bulanık mantık hem de AHS'nin değerleri 1 arttırılarak bu tablo hazırlanmıştır. Tablodaki tüm yöntemler ilerleyen başlıklarda tek tek detaylandırılacaktır.



Şekil 2.5 : AR-GE proje seçimi probleminin çözümünde kullanılan yöntemlerin sıklığı.

2.3.1 Matematiksel yöntemler

Matematiksel yöntemler pek çok farklı alanda kullanılan oldukça eski ve yaygın bir disiplin olarak karşımıza çıkmaktadır, buna paralel olarak AR-GE proje seçim probleminin çözümü için de sıklıkla matematiksel modellerin kullanıldığı

görülmektedir. Bu modellerin çözümü için ise simpleks algoritması (Arratia ve diğ, 2016), dal sınır yöntemi (Eilat ve diğ, 2008; Ringuest ve diğ, 2004) ve çeşitli sezgisel algoritmalar (Bhattacharyya ve diğ, 2011; Bin ve diğ, 2015; Coffin ve Taylor, 1996; Davoudpour ve diğ, 2012; Eilat ve diğ, 2006; Huang ve Zhao, 2014; Klapka ve Pinos, 2002; Medaglia ve diğ, 2007) gibi yöntemler sıkça kullanılmaktadır.

Graves ve Ringues (1992) AR-GE proje seçimi probleminin çözümü için çok amaçlı bir doğrusal programlama modeli kurmuştur. Modelde pazar payı ve faydayı ele alan iki amaç bulunmaktadır. Arratia ve diğ. (2016), portfolyo yönetimi bakış açısıyla, fonlanan proje sayısını ve portfolyonun toplam etkisini maksimize eden karma tam sayılı doğrusal programlama problemini simpleks ile dal sınır algoritmasını kullanarak çözmüştür. Carlsson ve diğ. (2007), bulanık karma tam sayılı programlama modeli vasıtasıyla AR-GE projelerinin bulanık reel opsiyon değerlerini kullanarak net şimdiki değeri maksimize etmiştir. Chu ve diğ. (1996) söz konusu probleme bir sıralama problemi gibi yaklaşmış ve dinamik programlama ile çözüm aramıştır. Sıkça kullanılan matematiksel modellerden biri de stokastik dinamik programlama modelleridir. Eckhause ve diğ. (2009) stokastik dinamik programlama ile kamu sektöründe tedarikçi optimizasyonu yapmıştır. Stokastik tam sayılı programlama kullanan araştırmalardan bir diğeri de Solak ve diğ. (2010)'ne aittir.

Hassanzadeh ve diğ. (2014a) ilaç sektörü üzerine araştırmalar yapan sözleşmeli araştırma kuruluşları için AR-GE proje portfolyo seçimi yapmakta ve problemin çözümünde karma tam sayılı doğrusal programlamadan faydalanmaktadır. AR-GE proje seçimi problemleri için kurulan matematiksel modellerde genel olarak amaç fayda maksimizasyonudur. Hassanzadeh ve diğ. (2014b) bir diğ. çalışmalarında ise gürbüz genişletilmiş ağırlıklı Tchebycheff modeli kurarak proje portfolyo seçim problemine çözüm aramışlardır.

Giebe ve diğ. (2006) genel kamusal fonlama mantalitesine farklı bir bakış açısı ile yaklaştığı çalışmasında, en iyi projelerin sıralanarak, talep ettikleri ödenekler doğrultusunda en iyiden başlanmak suretiyle bütçe bitene kadar fonlanması yerine, ödeneklerin sıralanması ve maksimum faydayı verecek şekilde ödeneğin dağıtılmasının verimliliği arttıracaklarını iddia etmekte ve bu ödenek paylaşımının açık arttırma benzeri bir yöntem ile yapılmasını önermektedir. Liu ve Wang (2011) ise süreye bağlı kaynak kısıtı olan proje seçimi ve çizelgeleme probleminin çözümü için kısıt programlama yöntemini kullanmıştır.

2.3.2 Ekonometrik yöntemler

Ekonometrik yöntemler en basit tanımıyla ekonomi teorisinin matematiksel ve istatistiksel yöntemler ile kesişimi olarak ifade edilmektedir. AR-GE proje seçim literatüründe kendine anlamlı bir yer edinen ekonometrik modeller özellikle fayda kuramına dayanmaktadırlar. Ana yöntem olarak veya ana yöntemin bir parçası olarak fayda kuramının kullanıldığı çalışmalara (Mehrez (1988); Liberatore (1986); Klapka ve Pinos (2002); Graves ve Rinquest (1996); Aloysius (1999)) literatürde sıklıkla rastlanmaktadır.

Ballesteros ve Rico (2001), İspanya’da ulusal AR-GE programı kapsamında kamusal fonlama talebinde bulunan AR-GE firmalarına fonun dağıtılması üzerine çalışmışlardır. Fon dağıtımını problemini çözerken firma özellikleri, bulunduğu sektör, proje bütçesi ve hangi ulusal programla ilgili olduğuna göre, en adil şekilde üniform dağılımı sağlayacak ekonometrik bir model ortaya koymayı hedeflemişlerdir. Ringuest ve diğ. (2004), ortalama–gini analizi ve dal sınır algoritması kullanmış, Rocha ve diğ. (2014) fayda fonksiyon teorisine dayanan doğrusal ve üstel normalizasyon temelli opsiyon değerine göre karar verici tercihlerini sıralayan bir yöntem ile proje portfolyo seçim problemini ele almıştır. Mehrez (1988), AR-GE proje seçim problemine yatırımcı açısından bakarak beklenen fayda yöntemine dayalı çok aşamalı ekonometrik bir karar modeli geliştirmiştir.

2.3.3 Finansal yöntemler

Finansal yöntemler AR-GE proje seçim problemi literatüründe matematiksel yöntemlerden sonra en fazla kullanılan ikinci yöntem grubu olarak karşımıza çıkmaktadır. AR-GE çalışmaları yürüten özel şirketlerin temel amacının kar elde etmek olması, AR-GE projelerinin de aslında bir yatırım enstrümanı gibi görülmesini beraberinde getirmekte, bu sebeple özel sektör AR-GE proje seçiminde finansal yöntemler öne çıkmaktadır. İç karlılık oranı, net şimdiki değer, yatırım karlılığı, fayda maliyet analizi ve opsiyon değeri belirleme sıklıkla rastlanan yaklaşımlardır.

Finansal modelleri etkili ve basit yöntemler ile birleştiren ve AR-GE tipine göre farklı seçim yöntemleri öneren Lawson ve diğ. (2006), temel araştırmalar için sıralama yöntemini kullanırken, uygulamalı araştırma ve deneysel geliştirme çalışmalarında derecelendirme yöntemi ile entegre ettiği hibrit yöntemi kullanmakta ve AR-GE projesi eğer yeni ürün geliştirme ile ilgiliyse fayda maliyet analizi, mevcut ürün ile

ilgiliyse indirgenmiş nakit akışı ile değerlendirme yapmaktadır. Vonortas ve Hertzfeld (1998) fayda maliyet analizi ve net şimdiki değer analizini bütünleşik biçimde kullanmıştır. Cioffe (2011) net bugünkü değer analizi ile simülasyon tekniğini bütünleştirmiştir. Öte yandan literatürde, fayda maliyet analizinin derecelendirme (Coldrick ve diğ, 2005; Liberatore, 1986) ve AHS (Liberatore, 1986; Liberatore, 1988) gibi yöntemlere yardımcı olarak kullanıldığı çalışmalar da bulunmaktadır.

Reel opsiyon teorisi kompleks hesaplamalar içermesi sebebiyle özellikle AR-GE proje seçimine finansal disiplinler yönünden bakan araştırmalarda sıklıkla kullanılan yöntemlerden birisidir. Çin imalat endüstrisi örneğinde Jinfa ve Biting (2017), net bugünkü değer analizi kullanıldığında potansiyel bir fırsatın kaçırılabilmesi oldukça muhtemelken reel opsiyon teorisi ile bu fırsatların kaçırılmayacağını iddia etmektedir. Bir başka reel opsiyonlar örneği ise Lo Nigro ve diğerlerinin (2014) biyo-eczacılık ile ilgili AR-GE proje seçimi problemi örneğidir. Van Bekkum ve diğ. (2009) yine reel opsiyonları kullanarak probleme çözüm aranmıştır. Wang ve Hwang (2007) bulanık bileşik opsiyon değerlendirme modelini temel alarak çözüme ulaşmıştır. Reel opsiyon teorisinin bulanık mantık ile birlikte kullanıldığı bir başka çalışma da Carlsson ve diğerlerine (2007) aittir.

2.3.4 Çizelgeleme yöntemleri

Çizelgeleme yöntemleri özellikle üretim sistemlerinde ve proje planlamada yoğun olarak kullanılmakta ve genellikle bazı amaçlara ulaşmak amacıyla kısıtlı kaynakların optimum kullanımını hedeflemektedir. Bu yaklaşım, AR-GE proje seçimi problemini çözmek için kullanılan bir başka yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Çizelgeleme yöntemlerini kullanan örneklerde maliyet, kaynak ihtiyacı, proje süresi gibi kısıtlar doğrultusunda (bazı paralel yürüyen projelerin de olabileceği şekilde) olası projelerin hangi sıralama ile yapılacağı sorusuna yanıt aranmakta ve buna en uygun biçimde proje seçimi yapılmaktadır. Bu bakış açısına en güzel örneklerden biri de Chu ve diğerlerinin (1996) bütçe, zaman, kaynak gibi kısıtları göz önüne alarak en uygun sıralama konusunda yöneticilere yardımcı olan ve AR-GE projelerinin optimum kombinasyonunu ortaya koyan karar destek sistemidir. Latipova (2015), AR-GE proje seçimi problemini, projelerin firma stratejileri ve getirileri doğrultusunda projeleri önceliklendirdiği bir çizelgeleme problemi olarak ele almış, grafik işleme birimi programlama (Graphics processing unit programming) yöntemi ile çözüme ulaşmıştır.

Problemi çizelgeleme olarak ele alan bir başka çalışmada (Sun ve Ma, 2005) bir firmanın 5 yıllık AR-GE planı, her yılın farklı bir sırt çantası problemi olarak ele alındığı bir çoklu sırt çantası modeli olarak incelenmekte, projeler kısıtlar doğrultusunda seçilmekte ve çizelgelenmektedir. Sırt çantası probleminin çözümünde 0-1 tam sayılı programlama kullanılmıştır.

2.3.5 Sıralama

Pek çok farklı alanda kullanılan temel karar verme yöntemlerinden biri olan sıralama yöntemi, yalınlığı, nispeten sınırlı bilgi birikimine sahip karar vericiler tarafından da uygulanabilir olması ve uyarlanabilme kolaylığı sebebiyle AR-GE proje seçimi literatüründe oldukça sık karşılaşılan yöntemlerden biri olmuştur.

Devlete bağlı bir AR-GE merkezinde, sıralama ve derecelendirme yöntemlerini bir arada kullanarak 5 temel kriter ile proje seçimi yapan Costello (1983), oldukça yalın bir AR-GE proje seçim prosedürü tasarlamış ve uygulamıştır. Bhattacharyya (2015), gri sistem teorisiyle bütünleşik derecelendirme ve sıralama yöntemlerini kullanarak AR-GE projelerinin çeşitli nitelikleri ne kadar karşıladığına göre sıralama yapmış ve Hindistan'daki orta-büyük ölçekli bir özel şirketin proje portfolyosunu belirlemiştir. Atzei ve Jensen (2001) çalışmalarında sıralama yöntemini kullanarak amaç, plan ve kaynakların harmonizasyonunu sağlamaktadır. Green ve diğ. (1996) sıralama ve veri zarflama yöntemlerini entegre etmiş, Hwang ve Yu (1998) ise sıralama yöntemini bulanık mantık teorisi ile birleştirmiştir.

2.3.6 Derecelendirme

Derecelendirme (rating) yöntemi, sıralama yöntemi gibi pek çok farklı alanda kullanılan temel karar verme yöntemlerinden biridir. Güçlü yanlarından biri basit yapısıdır. Kısa ön hazırlık ve kısa hesaplama süresi sayesinde pek çok karar verici tarafından uygulanabilirliği yüksek olan bir yöntemdir. Herhangi bir yazılıma veya ileri hesaplama yeteneğine gerek olmadan kolayca çözüme ulaşmaya imkan sağlamaktadır.

Cluzel ve diğ. (2016) çevreci inovasyon olarak adlandırdığı AR-GE proje seçimi problemini çözerken; ön eleme, çok ölçütlü karar verme ve portfolyo balans kontrolü olmak üzere 3 temel aşamadan oluşan bir yöntem önermiştir. Burada karar verme aşamasında derecelendirmeye dayalı bir yöntem uygulamış, alüminyum sanayindeki

Alstom Grid firmasında AC/DC (Alternatif Akım/Doğru Akım) dönüşüm alt istasyonundaki proje seçim problemine çözüm aramıştır. Coldrick ve diğ. (2005), derecelendirme, finansal analiz ve risk analizinin bileşiminden oluşan modellerini gaz tribünü üzerine 3 farklı AR-GE projesini değerlendirmede kullanmıştır. Önerdiği 5 aşamalı modele, tasarım aşaması ile başlamakta, ardından derecelendirme yöntemini temel alarak AR-GE projelerini değerlendirmekte, 3 ve 4. aşamalarda risk ve finansal analizler yapmakta ve ardından 5. aşamada problemi bir bütün olarak ele alıp portfolyo seçimini tamamlamaktadırlar. Rengarajan ve Jagannathan (1997) Hindistan'daki bir elektrik ekipmanı üreticisinde derecelendirme yöntemini kullanarak AR-GE biriminin proje seçim problemine çözüm önerisi getirmiştir. Yetis (1977) Türk Demir Çelik Endüstrisi'nde uyguladığı çalışmada derecelendirme ile proje seçim problemine çözüm aramıştır. Bir başka çalışmada Feng ve diğ. (2011) sıralama ve AHS'yi birlikte kullanarak yalın ve etkili bir yöntem geliştirmişlerdir.

2.3.7 Analitik hiyerarşi süreci

Analitik hiyerarşi süreci karar verme sürecini ayrıntılı bir hiyerarşi ile tanımlayarak, ikili karşılaştırmalar ile kriterlerin önem derecelerini saptayan ve ardından seçeneklerin görece sıralamasını gerçekleştiren, nicel ve nitel yargıları birleştirme imkanı sunan etkin bir yöntemdir. AR-GE proje seçimi problemine AHS kullanarak çözüm arayan Liberatore'nin (1986) çalışması, bu amaçla tasarlanacak bir uzman destek sisteminin, organizasyonel içeriği, sosyal ve ekonomik fayda-maliyet analizleri ve çoklu seçim kriterlerini bir araya getirip değerlendiren bir yöntemi içermesi gerektiğini belirtmiştir. AHS, derecelendirme, hedef programlama ve çok nitelikli karar verme teorisinin kullanımı üzerine açıklamalar sunan araştırma aynı zamanda proje kaynak dağıtımı için fayda maliyet analizi ve 0-1 doğrusal tam sayılı programlama yöntemlerine değinmiştir. Bu çalışmanın devamında ise Liberatore (1988), konuyu doğrudan uzman destek sistemi olarak ele almış ve projeleri AHS ile puanladıktan sonra, firmanın kaynak kısıtlarına uygunluğunu fayda maliyet analizi ve doğrusal tam sayılı programlama ile incelemiştir.

Cho ve Kwon (2004), çapraz etki analizi (ÇEA; Cross-impact Hierarchy Process - CHP) ile AHS'yi birleştirerek AR-GE proje seçim problemine uyarlamıştır, burada ÇEA'nın görevi projeler arasındaki bağımlılığın modele katılmasını sağlamaktır. ÇEA; projelerin birbirleri üzerindeki çapraz etkilerini belirlemekte ve herhangi

birindeki değişimin diğerlerini nasıl etkilediğini analiz etmektedir. Hsu ve diğ. (2003), farklı bakış açılarını bir arada harmanlayan bir grup karar verme modeli ile Tayvan Ulusal Araştırma Enstitüsü tarafından fonlanacak projelerin seçimi probleminin çözümü için bulanık AHS uygulamıştır. Yine bulanık AHS kullanan bir başka devlet destekli AR-GE programı ise Tayvan'ın Endüstriyel Teknoloji Geliştirme Programı'dır (Huang ve diğ, 2008). Bulanık AHS kullanan çalışmalardan bir diğeri de Imoto ve diğerlerinin (2008) ağır metal endüstrisindeki bir firmanın AR-GE projelerini analiz ettiği araştırmasıdır. Kim ve diğ. (2010) AHS temelli yöntemleri ile yeni teknolojileri önceliklendirme problemini ele almış ve Güney Kore'deki gelecek AR-GE teknolojilerine yön verme stratejisini belirleme üzerine odaklanmıştır.

Feng ve diğ. (2011) farklı bir yaklaşım geliştirerek AR-GE proje seçimi problemi ile oldukça yakın olan işbirlikçi AR-GE projelerinin kamusal fonlar tarafından fonlanma amacıyla seçimi için ağırlıklandırılmış geometrik ortalama, AHS ve derecelendirmeye dayalı bir yöntem öne sürmüştür. İş birliği ve rekabetçilik başlıkları altında toplanan kriterler AHS ve derecelendirme ile değerlendirilirken, iş birliği ve rekabetçilik kriterlerinin ağırlıklı geometrik ortalaması alınmakta ve projenin değerlendirme puanı elde edilmektedir.

2.3.8 Analitik ağ süreci

Analitik hiyerarşı süreci ile benzer bir metodoloji izleyen AAS'yi, AHS'den ayıran temel unsur AAS'de kriter ve seçeneklerin birbirini etkileyebileceğinin ve bağımlı olabileceğinin varsayılmasıdır. Bu sebeple ağ modelleri daha detaylı analizlere imkan sağlamakta fakat kriterler ve seçenekler arası ilişkilerin de hesaplanıyor olması nedeniyle işlemsel yük artmaktadır. Yuen ve Lau (2009) analitik ağ sürecini bulanık mantık teorisi ile birleştirerek proje seçiminde kullanmıştır. Literatürde AAS kullanan (Jung ve Seo, 2010) veya AAS'yi farklı yöntemler ile (uyarlanmış Delphi ve DEMATEL) bütünleşik olarak kullanan (Jeng ve Huang, 2015) çalışmalar bulunmakta ancak genel olarak literatürde AAS kullanımına AHS kadar yoğun rastlanmamaktadır.

2.3.9 PROMETHEE

Karar verme literatüründe kendine yer edinmiş üstünlük yöntemlerinden biri olan PROMETHEE (The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) yöntemi (Brans ve diğ., 1986) kısmi sıralama elde eden PROMETHEE I ve tam sıralamaya olanak sağlayan PROMETHEE II olarak adlandırılmış iki yaygın

versiyona sahiptir. Bu yöntemi kullanarak AR-GE proje seçimi literatürünü zenginleştiren Bin ve diğ. (2015), Brezilya’da elektrik sektöründe, regülasyonları da göz önüne alarak proje seçimi yapmak amacıyla problemin sırt çantası problemi şeklinde ele alındığı ve sonuca tam sayılı programlama ile ulaşılan çalışmalarında, kaynak kısıtlarındaki değişikliklerle başa çıkabilmek için PROMETHEE kullanmıştır.

2.3.10 DEMATEL

DEMATEL (The Decision Making Trial ve Evaluation Laboratory) faktörleri sebep ve sonuç şeklinde gruplara ayırarak nedensel ilişkiyi diyagram şeklinde ortaya koyan bir analiz yöntemidir (Gabus ve Fontela, 1972). Lin ve Wu (2008), 50’nin üzerinde çalışanı olan Tayvanlı bir ileri teknoloji şirketinde bulanık DEMATEL uygulayarak proje seçim problemine grup karar verme ile çözüm aramışlardır. Jeng ve Huang (2015) uyarlanmış delphi yöntemini entegre ettikleri DEMATEL temelli AAS içeren bütünleşik grup karar verme yöntemleri ile ulusal araştırma enstitülerindeki AR-GE proje seçimini konu aldıkları 16 kriterli bir değerlendirme modeli kurgulamışlardır.

2.3.11 Performans karnesi (Kurumsal karne)

Bir şirketin misyon ve stratejisinin sayısal olarak ifade edilmesi amacıyla ortaya çıkan ve sıklıkla şirketlerin iç birimlerinin performans ölçümünde kullanılan performans karnesi (kurumsal karne) yöntemi, AR-GE proje seçimi literatüründe ender rastlanan yöntemlerden biridir. Eilat ve diğ. (2006) AR-GE proje seçimi problemini çözmek için veri zarflama ile performans karnesini bütünleştirdikleri ilk çalışmada kurdukları matematiksel modeli sıg öncelikli arama (Breadth First Search - BFS) ile çözmüş ve daha sonra bu araştırmayı geliştirerek (Eilat ve diğ, 2008) dal sınır algoritmasına dayalı çözüm bulan bir karar destek sistemi kurgulamışlardır.

2.3.12 Veri zarflama analizi

Çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde sıklıkla karşımıza çıkan yöntemlerden biri olan veri zarflama analizi, yoğun olarak performans değerlendirme ve etkinlik ölçümü gibi problemler için tercih edilmektedir. İlk defa 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından literatüre kazandırılmıştır. Oral ve diğerlerinin (1991) Türkiye’deki demir çelik endüstrisi projelerinin fonlanmasına yönelik proje seçimi problemini inceledikleri ve VZA ile çözüm sundukları araştırma, literatürdeki pek çok çalışmanın da ilham kaynağıdır. Cook ve Green (2000), karma ikili doğrusal

programlamayla bütünleştirdikleri VZA yöntemini kullanmakta ve Oral ve diğerlerinin (1991) çalışmasını verimlilik yönünden geliştirdiklerini iddia etmektedirler. Oral ve diğerlerinin (1991) verisini ele alarak kendi yöntemini uygulayan bir başka araştırmada ise Wu ve diğ. (2016) daha fazla projeye fonlanma şansı veren ve fon bütçesinden faydalanma oranını yükselten bir sonuç elde ederek literatüre katkı sağlamıştır. Bir diğer ilginç çalışma, performans karnesi yöntemini VZA'ya entegre ederek İsrail Federal Araştırma Laboratuvarı'ndaki proje değerlendirme problemi için farklı portfolyo alt kümeleri elde eden çalışmadır (Eilat ve diğ, 2006). Green ve diğ. (1996) çalışmalarında VZA ve sıralama yöntemini birleştirerek sonuca ulaşmış, Karasakal ve Aker (2017) ise interval AHS eklenmiş VZA yöntemini kullanmıştır. Literatürdeki bir diğer ilginç çalışma ise Wu ve diğerlerinin (2009) Nash Pazarlık Oyunu Teorisi'ni (NPOT; Nash Bargaining Game Theory - NBGT) kullanarak VZA'daki karar verme birimlerini NPOT'deki bağımsız oyuncular olarak ele aldığı çalışmadır. VZA kullanarak projeleri (i) kabul, (ii) ileride tekrar değerlendirme ve (iii) ret olmak üzere 3 gruba toplayan ve karar vermeyi sağlayan bir başka çalışmada ise Linton ve diğ. (2002) farklı bir yaklaşım geliştirmişlerdir.

2.3.13 Senaryo ağacı

Olay ağacı olarak da adlandırılan senaryo ağacı, bir olaya bağlı olarak ortaya çıkabilecek sonuçların akışını, olasılıkları ile birlikte diyagram halinde sunan tümevarımsal bir analiz yöntemidir. Menkul kıymetlerin ve AR-GE projelerinin karma bir varlık portfolyosunda birlikte değerlendirildiği durumda, yatırım seçeneklerinin neler olabileceğini inceleyen Fang ve diğ. (2008) çalışmalarında senaryo üretimi yöntemini kullanmışlardır. Burada amaç, getirisi en yüksek olan senaryoya göre proje seçimi yapmaktır. AR-GE proje seçimi literatüründe karşılaşılan tek senaryo ağacı örneği bu çalışmaya aittir.

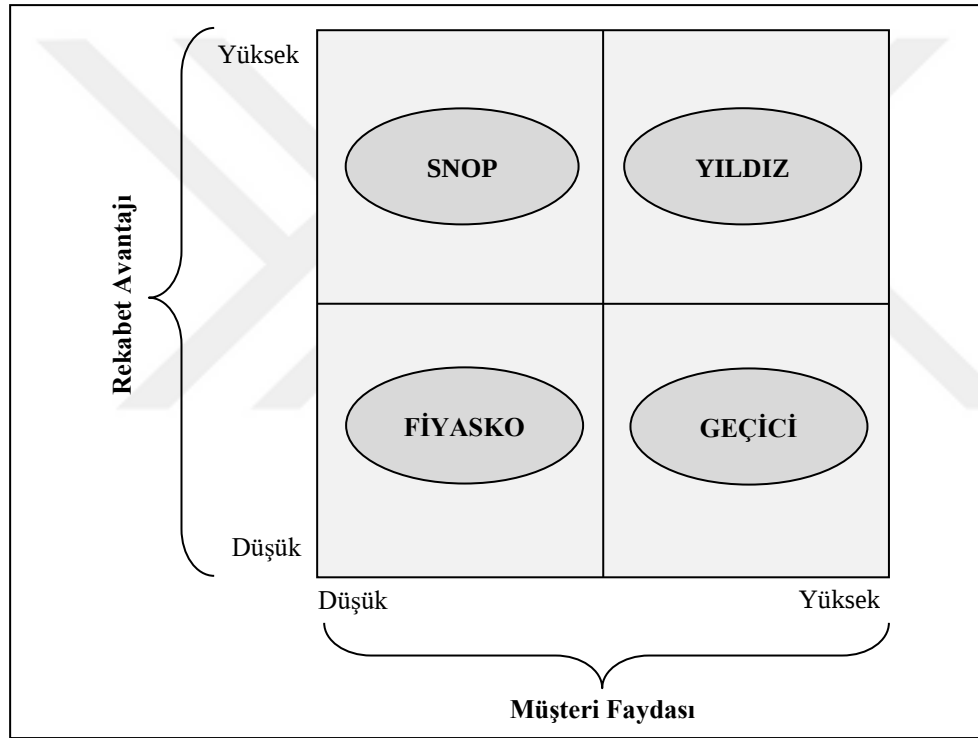
2.3.14 Kalite fonksiyon yayılım matrisi

Japonya'da 1970'lerin başında Mitsubishi firmasında ortaya çıkan kalite fonksiyon yayılımı (KFY; Quality Function Deployment - QFD) yöntemi, AR-GE proje seçimi literatüründe sık rastlanmayan bir yöntem olup, daha çok bir kalite yönetim tekniği olarak literatürde kabul görmektedir. Kim ve diğ. (1997) Kore Telekom'dan yola çıkarak telekomünikasyon sektöründe teknoloji seçimi için kalite fonksiyon yayılım

matrisini kullanmışlardır. Bu çalışmanın dikkat çekici unsurlarından biri, müşteri tercihlerini ön planda tutarak AR-GE proje seçimi yapılıyor oluşudur.

2.3.15 AR-GE proje portfolyo matrisi

Capon ve Glazer tarafından 1987 yılında öne sürülen teknoloji portfolyo matrisini geliştirerek, ileri teknoloji firmalarının rekabet avantajları ve müşteri faydası arasındaki ayrılığı ortaya koymak için kullanan Mikkola (2001), AR-GE proje portfolyo matrisi olarak adlandırdığı yöntem ile AR-GE proje portfolyolarını analiz etmekte ve dört grupta toplamaktadır; (i) yıldız, (ii) fiyasko, (iii) geçici, (iv) snop (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 : AR-GE proje portfolyo matrisi (Mikkola, 2001).

Matrisin x eksenini müşteri faydasını, y eksenini ise firmaların rekabet avantajlarını ifade etmekte ve yüksek ya da düşük olarak tanımlanmaktadır. Müşteri faydası; kalite, düşük fiyat, zamanında teslim, özelleştirme, satış sonrası servis, yardım desteği, erişilebilirlik, güvenlik, geri dönüşüm gibi perspektifleri ifade etmekte iken rekabet avantajları; ürün geliştirmede öne çıkan tasarım ve malzemeler, ürün performansı, imalat ve üretim teknikleri, pazarlama araştırması, firmanın pazar payı, lojistik yönetimi gibi unsurları anlatmaktadır. Mikkola (2001) bu dört grubu şöyle açıklamaktadır. Yıldız grubu hem rekabet avantajı hem de müşteriye faydası yüksek

başarılı AR-GE projelerini tanımlamaktadır. Yıldız grubunun tam tersi olan fiyasko grubu firmaya pozitif dönüş yaratması mümkün görünmeyen, eğer mümkünse portfolyodan elimine edilmesi daha uygun olan AR-GE projeleridir. Geçici olarak adlandırılan gruptaki AR-GE projelerinin, müşteriye faydası yüksek fakat rekabet avantajı düşüktür. Kolayca taklit edilebilen ürünler bu gruba örnek gösterilebilir. Snop grubu ise rekabetçi avantajı yüksek olmasına rağmen müşteri ihtiyaçlarını tam karşılayamayanları ifade etmektedir. Mikkola'ya göre (2001) bu AR-GE projelerini portfolyoda tutma ve yatırım yapma kararları alınırken dikkatli olunmalı ve uzun dönemli stratejik planlara dikkat edilmelidir.

2.3.16 Çok değişkenli istatistiksel analiz

İstatistiksel analiz teknikleri oldukça geniş bir çalışma alanı olup pek çok bilimsel araştırmada kullanım alanı bulunmaktadır. Bilim dünyası için önemli olan bu disiplin, verilerin analiz edilmesini ve yorumlanmasını sağladığı gibi, çıkarsamaların yapılmasına da olanak sunmaktadır. İstatistiksel analizin bir alt dalı olan çok değişkenli istatistiksel analizi, tek değişkenli analizden ayıran özelliği, adından anlaşılacağı gibi birden fazla değişkeni inceliyor oluşudur. AR-GE proje seçimi incelendiğinde çok değişkenli analiz yöntemlerini kullanan iki araştırma göze çarpmaktadır. Bunlardan ilki faktör analizini kullanan Lee ve Om'un (1996) çalışmasıdır. Lee ve Om (1996), dört kamusal ve yedi özel AR-GE enstitüsündeki AR-GE proje seçim sürecini incelemiş ve arada anlamlı bir farklılık olmadığını tespit etmiştir. İkincisi ise NASA'nın küçük işletmeleri fonladığı SBIR (Small Business Innovation Research) programında desteklenen projelerin ticarileşmesi konusunda yapılan bir çalışmadır (Archibald ve Finifter, 2003). Logit regresyon modelini kullanan bu çalışma sonucunda proje seçim kriterlerinde ticarileşme kriterinin önemi artırıldığında ticarileşmenin de arttığı gözlemlenmiş fakat bu durumun pazarla ilgili olmayan çıktıları olumsuz etkilediği saptanmıştır.

2.3.17 Simülasyon

Gerçek dünya sistemlerinin modellenmesi ve farklı senaryoların denenmesine imkan sunan simülasyon çalışmaları, araştırmacılar için maliyet ve zaman açısından avantajlı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Heidenberger ve Stummer (1999), Giebe ve diğ. (2006), Huang ve diğ. (2008), van Bekkum ve diğ. (2009) ve Cioffe (2011) AR-

GE proje seçimi çalışmalarını test etmek için simülasyondan ve kontrollü deneylerden faydalanmıştır.

AR-GE proje seçimi literatüründe sıklıkla karşılaşılan Monte Carlo simülasyonu bazı araştırmalarda yardımcı yöntem olarak, bazılarında ise çözüm yönteminin bel kemiği olarak kullanılmıştır. Cioffe (2011) ilaç endüstrisi üzerine yaptığı bir araştırmada AR-GE proje portfolyosu seçiminin önemine değinmiş ve bu alanda yapılan optimizasyon çalışmalarında sıkça Monte Carlo simülasyonu kullanıldığından söz etmiştir. Bir başka çalışmada araştırmacılar (Hassanzadeh ve diğ., 2014a) ürettikleri çözüm seçeneklerini filtrelemek için yine Monte Carlo simülasyonundan faydalanmıştır. Hassanzadeh ve diğ. (2014b), Cho ve Kwon (2004), Bin ve diğ. (2015), Medaglia ve diğ. (2007), Fang ve diğ. (2008), Ringuest ve diğ. (2004) Monte Carlo simülasyonundan faydalanan diğer araştırmacılarıdır.

2.3.18 Sezgisel algoritmalar

Genellikle problemin NP-zor (NP-hard) olduğu ve tüm çözüm uzayının aranmasının mümkün olmadığı ya da çok zor olduğu durumlarda sıklıkla sezgisel yöntemlere başvurulmaktadır. Literatürde özellikle doğa olaylarının veya hayvan davranışlarının taklidi ile elde edilmiş pek çok etkin sezgisel algoritma bulunmaktadır. Bu algoritmalar çoğunlukla en iyi sonucu bulmayı garanti etmemekte fakat en iyiye oldukça yakın sonuçlara hızlı biçimde ulaşabilmeyi sağlamaktadır. Genetik algoritma, arı kolonisi algoritması, karınca kolonisi algoritması, tabu arama algoritması, yer çekimi arama algoritması, ağaç-tohum algoritması ve tavlama benzetimi yöntemi gibi çok çeşitli sezgisel algoritmalar bulunmakta ve pek çok farklı problem tipinin çözümünde kullanım alanı bulmaktadır.

Sezgisel algoritmaların AR-GE proje seçimi problemi literatüründe karşımıza çıkmasının en önemli sebebi, AR-GE projelerini gerçekleştirecek firmalar için proje seçiminin aynı zamanda bir kaynak optimizasyonunu veya çizelgeleme problemini de beraberinde getirmesi ve bu nedenle problemin oldukça kompleks bir hal almasıdır. Abbassi ve diğ. (2014) bir firmanın kaynak kısıtları doğrultusunda getirisi yüksek ve riski düşük proje portfolyosu seçimi hedefini sağlamak için amaç fonksiyonu değer maksimizasyonu ve risk minimizasyonu olan bir 0-1 tam sayılı programlama modelini çapraz entropi algoritması (cross entropy algorithm) ile çözmüştür. Bhattacharyya ve diğ. (2011) çok amaçlı bir bulanık matematiksel modelin çözümü için genetik

algoritma kullanmıştır. Huang ve Zhao'nun (2014) çalışması doğrusal olmayan karma tam sayılı programlama modelinin çözümü için genetik algoritmayı kullanan bir başka araştırmadır. Medaglia ve diğ. (2007) AR-GE proje seçimini stokastik, çok amaçlı, doğrusal kısıtlı bir model olarak ele almış ve problemi çok amaçlı bir genetik algoritma geliştirerek çözmüştür. Sezgisel yaklaşım içeren diğer bir çalışmada ise sırt çantası problemi olarak modellenen AR-GE proje seçimi probleminin çözümünde ışın arama algoritması (Beam Search Algorithm) kullanılmaktadır (Bin ve diğ, 2015). Işın arama algoritmasını kullanarak AR-GE proje portfolyosu seçimi problemine çözüm arayan bir başka önemli araştırma ise, çok amaçlı matematiksel modeli bulanık hale getirerek çözüme gitmekte olan ve Coffin ve Taylor'ın (1996) çalışmasıdır. Yenilenebilir enerji teknolojileri portfolyosu seçimi için kurduğu matematiksel modeli tabu arama ve tavlama benzetimi algoritması kullanarak çözen Davoudpour ve diğ. (2012) portfolyonun değerini ve portfolyodaki projelerin organizasyon stratejilerine olan katkısını optimize etmektedir. Klapka ve Pinos (2002) sıg öncelikli arama algoritması (Breadth Search Algorithm) kullanarak bir karar destek sistemi geliştirmiştir.

2.3.19 Bulanık mantık

Lotfi Aliasker Zadeh tarafından 1961 yılında literatüre kazandırılan bulanık mantık teorisi, AR-GE proje seçimi literatüründe sıklıkla karşımıza çıkan yöntemlerden biridir. Bulanık mantık, proje seçme yönteminin omurgasını oluşturduğu nadir örnekler (Oztaysi ve diğ, 2017) dışında, genellikle problemin doğasından gelen belirsizliklerin ve değerlendirme aşamasındaki sözel ifadelerin aşılması amacıyla başka yöntemlerle bütünleşik olarak kullanılmaktadır. AR-GE proje seçiminde bulanık mantık kullanımının öncü örneklerden biri olarak Dias'ın (1988) çalışması karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada Dias, AR-GE proje seçimi problemini, sözel proje değerlendirme kriterlerinin bulanık sayılar ile temsil edildiği çok kriterli bir karar verme problemi olarak modellemiştir.

AR-GE proje seçim problemi literatüründe bulanık mantık teorisinin sıklıkla AHS (Hsu ve diğ, 2003; Huang ve diğ, 2008; Imoto ve diğ, 2008) ve AAS (Yuen ve Lau, 2009) yöntemleri ile bütünleşik kullanıldığı görülmektedir. Reel opsiyonlar teorisini bulanık sayılar ile birleştiren (Carlsson ve diğ, 2007; Wang ve Hwang, 2007) çalışmaların yanı sıra sezgisel algoritmalarla bulanık mantık teorisinin beraber kullanıldığı (Bhattacharyya ve diğ, 2011; Coffin ve Taylor, 1996) çalışmalar da

bulunmaktadır. Lin ve Wu (2008) grup karar verme olarak ele aldıkları AR-GE proje seçimi probleminin çözümünde bulanık DEMATEL kullanmaktadır. Problemi bulanık grup karar verme olarak ele alan bir diğer araştırma ise Wan ve diğerlerinin (2015) bir girişim sermayesi için yatırım seçeneklerini değerlendirdiği çalışmadır. Tian ve diğ. (2005) bulanık mantık teorisini geliştirdikleri karar destek sisteminde kullanmışlardır.

2.3.20 Gri sistem

Belirsizliğin var olduğu sistemler söz konusu olduğunda kullanışlı bir yöntem olan Gri Sistem teorisi bilgilerin kısmen var olduğu kısmen eksik olduğu durumlarda, tam olarak değeri bilinmeyen bir gri sayının bulunduğu aralığı tanımlayarak işlem yapılabilmesine olanak tanımaktadır (Oztaysi, 2014). Bhattacharyya (2015) gri sistem teorisini kullanarak derecelendirme ve sıralama yaptıkları çalışmada AR-GE proje portfolyosunu belirlemeyi amaçlamaktadır. Literatürde AR-GE proje seçimi ile gri sistem teorisinin kesiştiği örneklerle sık rastlanmamaktadır.

2.3.21 Karar destek sistemleri

Karar destek sistemleri (KDS) genellikle bilgisayar temelli olan ve karar verme için gerekli verilerin toplanması, saklanması, işlenmesi gibi işlevleri yerine getirerek karar vericiye yardımcı olacak çıktılar ortaya koyan sistemlerdir. Liberatore (1988), geliştirdikleri sistemi uzman destek sistemi olarak adlandırmıştır. AHS'ye dayanan bir seçim yöntemi içeren, tam sayılı programlama ile fayda maliyet analizini kullanarak kaynak atama yapan bir yazılım olan bu sistem nitelik ve yöntem bakımından değerlendirildiğinde literatürdeki karar destek sistemlerinin ilk örneklerindendir.

Tian ve diğ. (2005), Çin Ulusal Doğa Bilimleri Vakfı'nın fonlama amaçlı proje seçim problemini organizasyonel bağlamda ele aldıkları çalışmalarında bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Bu sistem; proje belgelerinin teslimi, bilirkişilerin atanması, değerlendirmelerin yapılması, değerlendirme sonuçlarının toplanması ve ilgili departman tarafından karar modeli ile değerlendirilmesi, fonlanması planlanan projelerin dağılımının çıkarılması ve son kararın verilmesi adımlarını kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Çin Ulusal Doğa Bilimleri Vakfı'nın yıllık 34 binden fazla projeyi değerlendirdiği seçim süreci geliştirilen bu sistem ile yönetilmektedir.

Chu ve diğerlerinin (1996) önerdiği karar destek sistemi, spesifik fonksiyonları olan dört alt sistemden oluşmaktadır. Bu alt sistemler kısaca, proje ve görevler hakkında

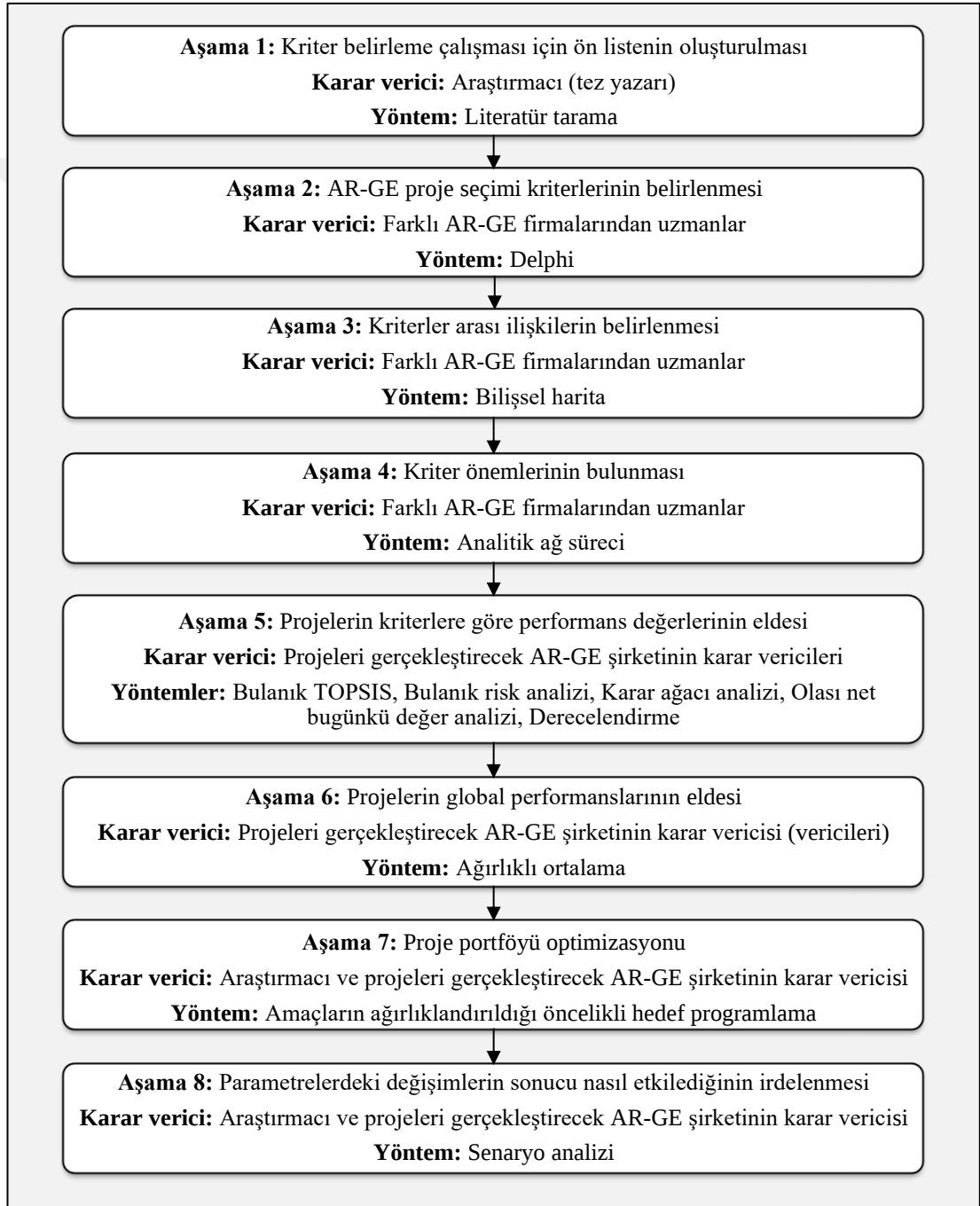
detaylı verilerin karar verici tarafından ortaya konduğu “alışma panosu”, tahmini parametrelere göre mümkün olmayan projelerin elendiği “veri kontrol sistemi”, dinamik programlama kullanarak optimal sınırın belirlendiği “stratejik seçim sistemi” ve birim maliyetler ile kaynak miktarı tutarlılığının incelendiği “kaynak veri tabanı” alt sistemleridir. Burada karar destek sisteminin omurgasını maliyet modeli oluşturmakta ve dinamik programlamaya dayanan bir stratejik seçim algoritması ile AR-GE projelerinin optimum kombinasyonu aranmaktadır.

Eilat ve diğ. (2008) farklı aşamalaradaki AR-GE projelerinin değerlendirilmesini ele aldıkları çalışmalarında veri zarflama ve kurumsal karne yöntemlerini bütünleştiren bir karar destek sistemi tasarlamışlardır. Klapka ve Pinos (2002) AR-GE proje seçimi ve bilgi sistemleri proje seçimi için geliştirdikleri karar destek sistemlerinin temelinde fayda fonksiyonunu kullanmış ve sığ öncelikli arama algoritması ile çözüme ulaşmışlardır. Lawson ve diğ. (2006) Birleşik Krallık’ta mühendislik alanındaki KOBİ’lerin AR-GE proje seçimini ele almış ve bu çalışma kapsamında indirgenmiş nakit akışı ve fayda maliyet analizi yöntemlerini değerlendirmenin temelinde konumlandırıdıkları bir karar destek sistemi önermişlerdir.



3. TEZ ÇALIŞMASINDA ÖNERİLEN MODELİN BASAMAKLARI

AR-GE projesi seçimi probleminin ele alındığı bu çalışmada önerilen yöntem Şekil 3.1’de özetlenen 8 temel basamaktan oluşmaktadır.



Şekil 3.1: Çalışma basamakları.

İlk aşamada literatür taraması yapılmış ve olası AR-GE proje seçimi kriterlerinden oluşan bir ön liste hazırlanmıştır. İkinci aşamada farklı AR-GE firmalarında çalışan uzmanlara Delphi tekniği ile danışılarak AR-GE proje seçim kriterleri belirlenmiş ve üçüncü aşamada bilişsel haritalar tekniği ile kriterler arası ilişkiler irdelenmiştir. Bilişsel haritalama çalışmasının sonuçları doğrultusunda, AAS yönteminin uygulanmasını mümkün kılacak miktarda kriterler arası ilişkinin varlığı saptanmıştır. Dördüncü aşamada AAS ile kriter önemleri bulunmuştur. Beşinci aşamada bulanık TOPSIS, bulanık risk analizi, karar ağacı analizi, olası net bugünkü değer analizi ve derecelendirme yöntemlerinin kullanıldığı bütünleşik bir model ile projelerin kriterlere göre performans değerleri elde edilmiştir. Altıncı aşamada global proje skorlarının eldesi için ağırlıklı ortalama yöntemi kullanılmış ve kriter önemleri ile projelerin kriterlere göre performans değerleri çarpılmıştır. Yedinci aşamada hedef programlama modeli kurularak mevcut kısıtlar ile proje skorlarını bir arada değerlendiren ve hangi projelerin aynı anda yapılmasının hedeflere daha uygun olduğunu ortaya koyan bir optimizasyon çalışması yapılmıştır. Son aşamada ise senaryo analizleri ile parametrelerdeki değişimlerin AR-GE proje seçimi sonucunu nasıl etkilediği irdelenmiştir. Tez çalışmasının ilerleyen başlıklarında bu aşamalar detaylı olarak sunulacak, son bölümde ise sonuç ve önerilere yer verilecektir.

4. AR-GE PROJE SEÇİMİ KRİTERLERİNİN ELDESİ

AR-GE proje seçimi kriterlerinin nasıl belirlendiğini açıklayan bu bölümde, uzmanlara sunulan ön listenin eldesi, uzman görüşleri alınarak proje seçim kriterlerinin belirlenmesi ve bilişsel haritalar tekniği ile kriterler arası ilişkilerin irdelenmesi aşamaları ele alınacaktır.

Uzmanların tamamı ülkemizdeki özel şirketlerde AR-GE birimlerinde çalışan ve proje seçimi sürecinde karar verici rolünde bulunan orta ve üst düzey yöneticilerdir. Gerçekleştirilecek tez çalışması için 36 uzmana ulaşılmış ve 12 uzman çalışmada yer almayı kabul etmiştir. 1 uzman kriter belirleme aşamasından sonra iş yoğunluğu sebebi ile çalışmadan ayrılmış ve çalışmanın diğer aşamaları 11 uzman ile tamamlanmıştır. Kişilerin objektifliğinin etkilenmemesi amacıyla uzmanlar birbiri ile ilişki içerisinde olmayan kimselerden seçilmiş ve araştırma sonuna kadar kimlikleri gizli tutulmuştur.

4.1 AR-GE Proje Seçimi Kriterlerinin Belirlenmesi

Bölüm 2’de söz edildiği gibi, AR-GE proje seçimi üzerine yapılan kapsamlı literatür araştırması sonucunda 83 adet makale belirlenmiştir (EK A). Söz konusu makalelerin 11’inden yararlanılarak AR-GE proje seçimi kriterleri için bir ön liste elde edilmiştir.

Delphi süreciyle (Dalkey ve Helmer, 1963) 12 uzmanın söz konusu ön liste hakkındaki görüşleri alınmıştır. Delphi yaklaşımı, uzman fikirlerinin toplandığı, birleştirildiği ve tekrar uzmanlara sunularak fikirler üzerinde görüş birliğine varıldığı 3 aşamadan oluşur. Bu irdelemenin sebebi, AR-GE proje seçimi ile ilgilenen uzmanların görüşlerini alarak araştırmanın devamında kullanılacak karar kriterlerini gerçekçi ve doğru biçimde belirleyebilmektir. Uzmanlara 3 konuda ulaşılarak (i) kriterlerin uygunluğu hakkındaki görüşleri, (ii) kriterler arası ilişkiler ile ilgili görüşleri ve (iii) kriterlerin önemleri ile ilgili görüşleri sorulmuştur. İlk çalışmanın sonucunda, 39 kriterden oluşan nihai kriter listesi (Çizelge 4.1) elde edilmiştir. Bu kriterler ile literatür çalışmasında incelenen makaleleri eşleştirebilmek için makale-kriter eşleme matrisi (Çizelge 4.2) hazırlanmıştır.

Çizelge 4.1 : Nihai kriter listesi.

Ana Kriter	#	Kriter	Açıklama
Çıktılar	Bilgiye, inovasyona ve paydaşlara sunulan katkılar	1a AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	Projenin tamamını veya kısmi parçalarını konu alan akademik ya da akademik olmayan yayınların hazırlanabilme potansiyeli
		1b Projenin toplumsal faydaya etkisi	Projenin şirket kültürüne, paydaşlara ve toplumdaki bireylere katkısı
		1c Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	Proje çıktılarının uygulanabilme alanlarının genişliği, sürdürülebilirliği, etki alanının büyüklüğü ve gelecek projelere katkısı
	Kurum içi katkılar	2a Kurumsal bilgiye katkı sağlaması	Projenin kurumsal bilgi birikimine katkı sağlayarak mevcut çalışmalara veya gelecek çalışmalara pozitif etki yapması
		2b Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	Projenin şirketin kurumsal teknik ve/veya teknolojik gelişimine yapacağı katkı
		2c İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	Projenin kurum içi inovasyon kültürüne katkı sağlayarak çalışanları cesaretlendirmesi ve/veya kurumda yürütülecek inovasyon çalışmalarına pozitif katkı sunması
	Üni.-sanayi iş birliğine sun. katkılar	3a Üniversite-sanayi iş birliğini sağlaması	Projenin akademik iş birliği, staj olanakları sunma, öğrenci araştırmalarını destekleme gibi faaliyetler ile üniversite ve sanayi iş birliğine katkı sağlaması
Fikri/mülki haklar	Fikri/mülki haklarının korunabilme potansiyeli ve rekabet durumu	4a Korunabilir sonuçlara erişme potansiyeli	Projenin olası çıktılarının patent, faydalı model ve endüstriyel tasarım gibi fikri ve sınai haklar çerçevesinde yurt içi ve yurt dışında korunabilir olması
		4b Rekabet içinde bulunan patent ve yayınlar	Rekabet halinde olduğu mevcut patent, faydalı model, endüstriyel tasarım veya yayınlar var ise bu durumun projenin gerçekleştirilmesi önünde bir engel olup olmadığının detaylı incelenmesi, engel oluşturmadığı saptanmış ise rekabet halinde alınacak aksiyonların planlanmış olması
Finans	Maliyet planı	5a Finansal kaynak planlaması	Şirketin mevcut finansal kaynaklarının söz konusu AR-GE projesini yürütebilmek için ne kadar yeterli olduğu
		5b Araştırma maliyetlerinin açıklanabilirliği ve kabul edilebilirliği	Proje maliyetlerinin açıklanabilir ve makul olması (gerekliliğine dair herkesçe hemfikir olunması ve maliyet kalemlerinin olası miktarlardan az veya fazla hesaplanmamış olması)
	Fonlanma potansiyeli	6a AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli
		6b AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	AR-GE projesinin özel sermaye fonları, melek yatırımcılar, aile şirketleri, bankalar gibi kuruluşlar tarafından fonlanma potansiyeli
	Yatırımın geri dönüşü	7a Yatırımın geri dönüş potansiyeli	Yatırımdan elde edilecek geri dönüşün tatmin ediciliği
		7b Beklenen geri ödeme periyodu	Şirketin beklentileri ve maddi ihtiyaçları doğrultusunda yatırımın geri dönüş süresinin şirket dinamiklerine uyumu
İnsan kaynağı	Projenin i.k.ya katkısı	8a AR-GE projesinin çalışanlara yapacağı katkı potansiyeli	AR-GE projesinin çalışanların bilgi birikimine yapacağı katkının yanı sıra öğrenme ve kendini geliştirme becerilerine de katkı sağlanması
	İnsan kaynağının projedeki önemi	9a Projeye olan kurum içi bağlılığın derecesi	Gerek üst yönetim gerek diğer kadroların projeye olan kurum içi bağlılığının derecesi
		9b Angaje ve motive olmuş takımın varlığı	Şirket içerisindeki personel ile veya şirkete yeni katılacak personeller ile bu projeye angaje olabilecek motive bir takımın bir araya getirilebilme potansiyeli
		9c İlgili geçmiş deneyimler	AR-GE projesi için gerekli becerinin ve ilgili geçmiş deneyimlerin kurum içindeki varlığı

Çizelge 4.1 (devam): Nihai kriter listesi.

Kurum stratejisi	Kuruma uygunluğu	10a	Kurum prestijine yapılan katkı	Projenin kurum prestijine katkısı
		10b	Kurumun stratejik amaçları ile uyum	Kurumun stratejik amaçları ile proje çıktılarının ve proje sürecinin uyumu
		10c	Diğer ürün ve süreçler ile ortaya çıkardığı sinerji	Diğer ürün, hizmet, süreç ve projeler ile ortaya çıkardığı sinerji
	Paydaşlara uygunluğu	11a	Ülkenin bilim ve teknoloji politikaları ile uygunluğu	Ülkenin bilim ve teknoloji politikaları ile proje çıktılarının uygunluğu
		11b	Çevre ve güvenlik ile uyum	Çevre ve güvenlik yasaları veya paydaş hassasiyetleri ile uyum
		11c	Paydaşlar ile uyumu	Proje sürecinin ve çıktıların paydaşların çıkarları, tercihleri, verdikleri hizmetler gibi unsurlar ile uyumu
		11d	İnsan hayatına yaptığı katkının şirket imajına etkisi	Projenin toplumsal faydasının şirket prestijine ve/veya mevcut markalarına pozitif katkısı
Pazar	Başarı olasılığı	12a	Pazarda başarılı olma fırsatı	Rekabet halinde olacağı ürün ve hizmetler ile kıyaslandığında pazarda başarılı olma olasılığı
		12b	Kopyalanabilirliğinin zor olması	Proje çıktılarının olası rakipler tarafından kopyalanabilirliğinin zor olması
	Pazar koşulları	13a	Pazar dengesi	Ürün veya hizmetin beklenen pazar payı, yeni pazarlara açılabilme potansiyeli ve uzun dönemde sahip olacağı pazar payı potansiyeli
		13b	Pazara çıkış süresi	Pazarlanabilir bir teknolojinin piyasaya sürülmesi için gereken sürenin kabul edilebilirliği ve şirket beklentileri ile uyumu (tüm endüstriyel ve yasal gereklilikler dahil)
Proje yürütme	Yönetim ve çizelgeleme	14a	İş yükleme ve proje çizelgeleme	Projeye ait iş yükleme ve çizelgeleme belgelerinin kaynaklar, maliyetler ve proje gereksinimleri gibi unsurlar ile uygunluğu
		14b	İşgücü dışındaki kaynakların planlanması	İşgücü dışındaki kaynak planlamasının (gerekli alt yapı, ekipman vb.) kaynaklar, maliyetler ve proje gereksinimleri gibi unsurlar ile uygunluğu
		14c	Proje süresinin makul olması	Projenin hesaplanan süresinin projenin içeriği, çıktıları ve kaynakları bakımından gereğinden uzun veya kısa belirlenmemiş olması
Regülasyonlar	Regülasyonlar, yaptırımlar ve engeller	15a	Mevcut veya olası regülasyonlara uyumluluk	Proje çıktılarının mevcut ve/veya gelecekteki ulusal ve uluslararası muhtemel regülasyonlar/yaptırımlar ile uyum sağlayabilmesi
		15b	Engelleri aşabilme	Proje sürecini veya proje çıktılarını etkileyebilecek olası kurum içi veya kurum dışı sınırlayıcı etmenleri (karşıt gruplar, daha önceki başarısızlıklar vb.) aşabilme potansiyeli
Risk	Finansal	16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	Gerçekleşen maliyetlerin planlananın üzerine çıkma riski
		16b	Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	Proje süresinin planlananın sürenin üzerine çıkma riski
	Ticari	17a	Ticari riskler	Ticarileşme aşamasında karşılaşılabilecek risklerin tanımlanması ve bu riskler için alınan önlemlerin yeterliliği
	Teknik	18a	Teknik başarısızlık riski	Projenin teknik aşamalarında karşılaşılabilecek risklerin tanımlanması ve bu riskler için alınan önlemlerin yeterliliği

Çizelge 4.2 : Makale-kriter eşleme matrisi.

Kriter	Karasakal, E., & Aker, P. (2017)	Bhattacharyya, R. (2015)	Oztaysi, B., vd. (2017)	Rocha, A., vd. (2014)	Abbassi, M., vd. (2014)	Feng, B., vd (2011)	Imoto, S., vd. (2008)	Tolga, A.C. & Kahraman, C. (2008)	Huang, C. C., vd. (2008)	Shin, C. O., vd. (2007)	Coldrick, S., vd. (2005)
1a, 1b, 1c	x	x	x	x	x				x	x	
2a, 2b, 2c		x		x			x				
3a	x		x	x						x	
4a, 4b			x	x			x				x
5a, 5b	x	x	x	x	x				x		
6a, 6b							x				
7a, 7b	x			x	x			x			x
8a			x		x			x			
9a, 9b, 9c	x		x	x	x	x			x	x	
10a, 10b, 10c					x						x
11a, 11b, 11c, 11d	x				x				x		
12a, 12b	x			x	x			x	x		
13a, 13b	x			x	x		x	x	x		x
14a, 14b, 14c	x	x	x		x		x	x	x	x	
15a, 15b			x		x						x
16a, 16b		x	x						x		
17a					x				x		x
18a	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x

4.2 AR-GE Proje Seçimi Kriterleri Arasındaki İlişkinin Analizi

Nihai kriter listesinin belirlenmesinin ardından, kriter önemlerinin eldesinde kullanılacak yöntemin seçimine ışık tutmak amacıyla bilişsel haritalar tekniği ile kriterler arasındaki olası ilişkiler incelenmiştir.

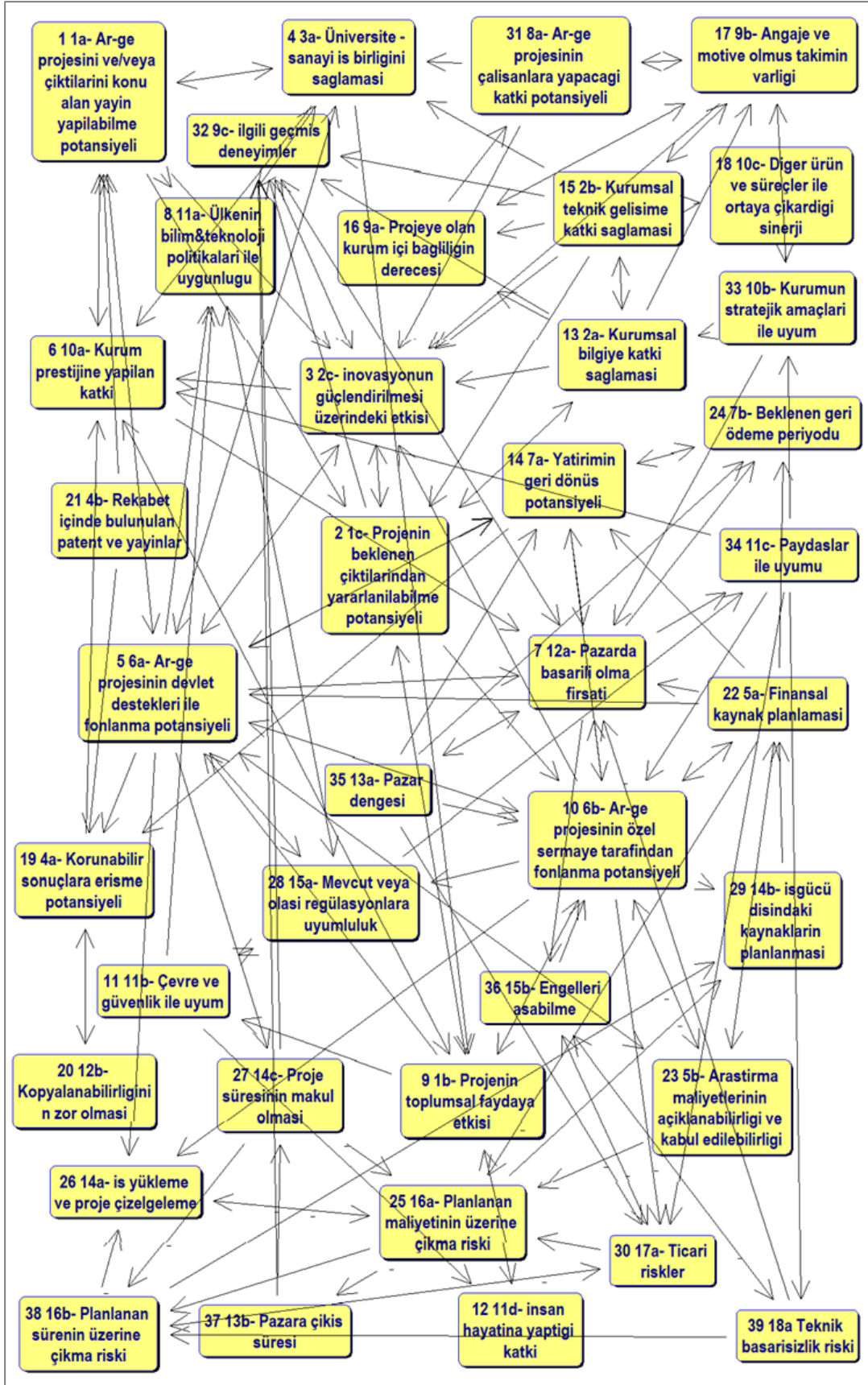
AR-GE proje seçimi literatüründe AHS yönteminin AAS'den daha fazla tercih edilmiş olması ve iki yöntemin AR-GE proje seçimi uygulamalarının kıyaslanmasına yönelik somut bir araştırmaya rastlanmamış olması nedeniyle, kriterler arasındaki ilişkinin bilişsel harita hazırlanarak incelenmesine ihtiyaç duyulmuştur.

Nihai kriter listesi kullanılarak 11 uzmanın kriterler arası ilişkiler hakkındaki görüşleri sorulmuştur. Uzmanlardan bir kriterin diğer bir kriteri etkileyip etkilemediği, eğer etkiliyor ise hangi yönde etkilediği hakkındaki görüşlerini ifade etmek için “+ : pozitif ilişki var”, “0 : ilişki yok”, “- : negatif ilişki var” seçeneklerinden birini seçmeleri istenmiştir. Bu bağlamda, uzmanlar ilk kriterin (satır kriterinin) değeri arttığında, ikinci kriterin (sütun kriterinin) değerinin de arttığını veya ilk kriterin değeri azaldığında ikinci kriterin de değerinin azaldığını düşünüyorlarsa “pozitif ilişki” seçeneğini seçmişlerdir. İlk kriterin değeri arttığında ikinci kriterin değerinin azaldığını veya ilk kriterin değeri azaldığında ikinci kriterin değerinin arttığını düşünüyorlarsa “negatif ilişki” seçeneğini seçmişlerdir. İlk kriterdeki artışın veya azalışın, ikinci kriteri etkilemediğini düşünmeleri durumunda ise “ilişki yok” seçeneğini seçmişlerdir. Görüşleri alınan 11 uzmanın yanıtları çoğunluk kuralı uygulanarak kriterler arası ilişkiler matrisinde (EK B) bir araya getirilmiştir.

EK B’deki kriterler arası ilişkiler matrisinde yer alan sayıları ve anlamını aşağıdaki kesit üzerinden (Çizelge 4.3) bir örnek ile ifade etmek gerekirse, 1a kriterinin, 1c kriterini etkilemesi hakkında 7 uzman pozitif ilişki olduğunu, 4 uzman ilişki olmadığını düşünmekte ve uzmanlardan hiçbiri negatif ilişki tanımlamamaktadır. Bu tabloda sütunlardaki kriterlerin satırlardakilere etkisinin pozitif ilişki, ilişki yok veya negatif ilişki olarak sorgulanması söz konusudur.

Çizelge 4.3 : Kriterler arası ilişkiler matrisinden bir kesit.

	1a	1b	1c
Kriter	AR-GE projesini ve/veya çıktıları konu alan yayın yapılabilme potansiyeli (+, 0, -)	Projenin toplumsal faydaya etkisi (+, 0, -)	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli (+, 0, -)
1a AR-GE projesini ve/veya çıktıları konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	4-7-0	5-6-0	7-4-0
1b Projenin toplumsal faydaya etkisi	5-6-0	3-8-0	7-4-0
1c Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	5-6-0	7-4-0	3-8-0



Şekil 4.1 : Bilişsel harita.

Grup kararının nasıl elde edileceğini somutlaştırmak için daha önce yapılan çalışmalar incelenmiş ve “çoğunluk” (majority) tipi grup kararına göre katılımcıların en fazla tercih ettiği ilişki tipi çoğunluk kararı olarak kabul edilerek (Tegarden ve Sheetz, 2003) bilişsel harita hazırlanmıştır. Örneğin uzmanların 5’inin “pozitif ilişki”, 6’sının “ilişki yok” tanımladığı durumda, bilişsel harita için grup kararı “ilişki yok” olarak belirlenmiş; uzmanlardan 5’inin “pozitif ilişki”, 4’ünün “ilişki yok”, 3’ünün “negatif ilişki” tanımladığı durumda grup kararı “pozitif ilişki” olarak belirlenmiştir. Ancak bu çalışma kapsamında karşılaşılan istisnai eşitlik durumlarında (5-5-1 veya 4-3-4 gibi) grup kararı “ilişki yok” olarak kabul edilmiştir. Burada ilişkinin yönünün ve varlığının tanımlanması konusunda uzmanların farklı görüşlerde olması sebebiyle ortak bir görüş elde edilemediğinden fazlalık ilişki tanımlamaktan kaçınılmış ve ilişki tanımlamamak daha uygun bulunmuştur.

Kriterler arasındaki ilişkilerin bilişsel haritası (Şekil 4.1), 11 uzmanın “çoğunluk” görüşüne dayanarak Banxia Decision Explorer² programı yardımıyla hazırlanmıştır. Hazırlanan bilişsel harita 39 düğümden oluşmaktadır.

Kriterler arası ilişkiler matrisi (EK B) incelendiğinde, tanımlanan kriterler arası pozitif ve negatif ilişkiler ve geri beslemeler nedeniyle karar modelinin ağ yapısında olduğu ve ağ yapısındaki modeli tanımlamak için gerekli ilişki varlığının mevcut olduğu görülmektedir. Bu nedenle kriter önemlerinin belirlenmesi için AAS yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir. Öte yandan bilişsel harita çalışması sırasında tanımlanan ilişkiler, AAS modelinin hazırlanmasında kullanılmıştır.

² Yazılım <https://banxia.com/dexplore/> adresinden indirilmiş ve akademik versiyonu kullanılmıştır.



5. PROJE PERFORMANSLARININ ELDESİ

5.1 Analitik Ağ Süreci ile Kriter Önemlerinin Bulunması

Kriter önemlerin eldesi için AAS modelinin hazırlanması aşamasında Super Decisions programından faydalanılmıştır (Şekil 5.1).

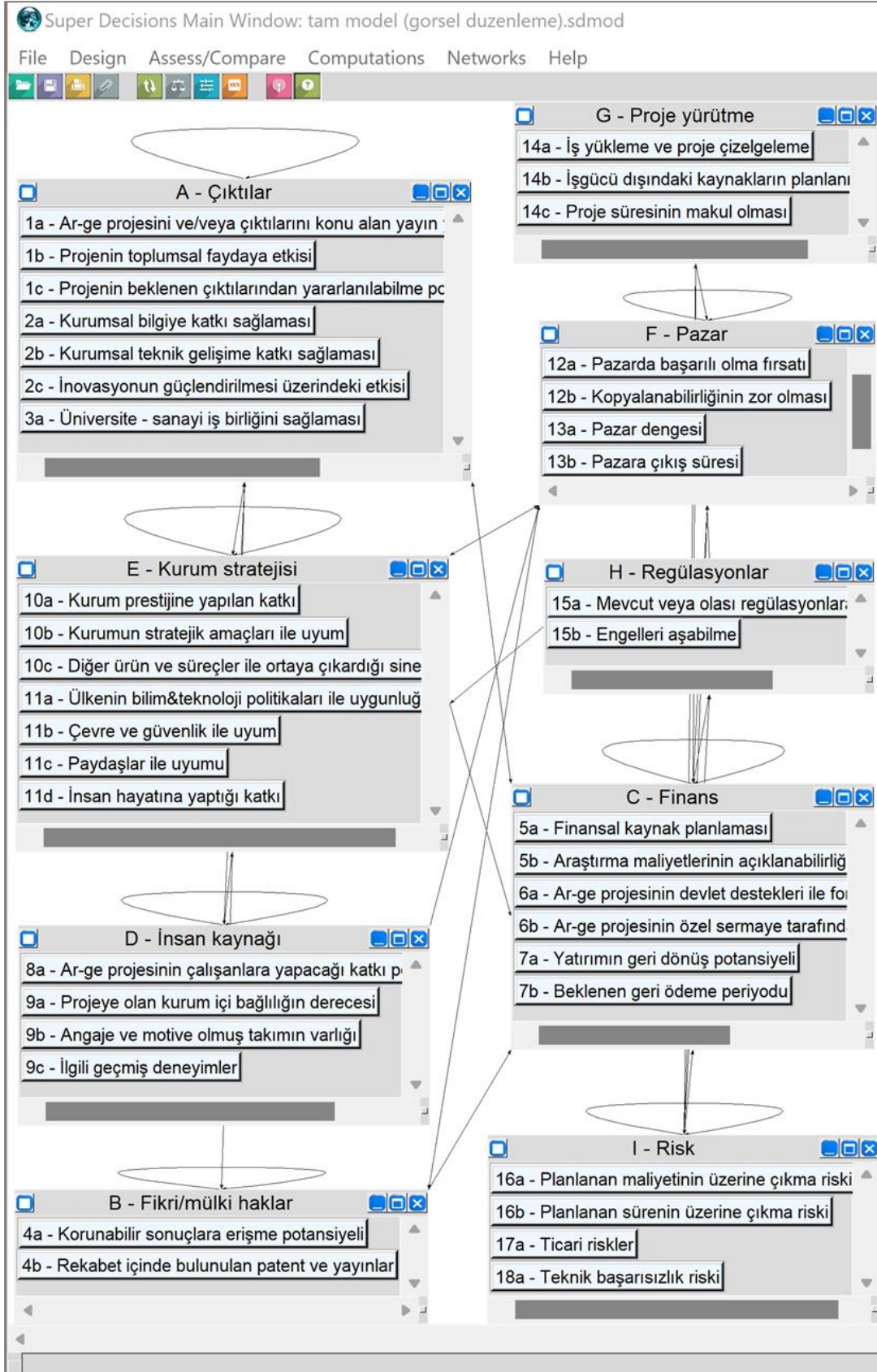
AAS modelinin hazırlanabilmesi için öncelikle ikili karşılaştırma anketi (EK C) hazırlanmış ve uzmanlara gönderilmiştir. Uzmanlardan gelen yanıtlar bir araya getirilmiş ve geometrik ortalama yöntemi kullanılarak grup kararı hesaplanmıştır (EK D).

Grup kararının elde edilmesinin ardından, bulunan değerler Super Decisions programındaki ikili karşılaştırma matrislerine girilerek ilgili her matris için özvektör ve tutarlılık hesaplaması yapılmıştır. Yapılan hesaplama sonucunda tutarlılık oranı tüm matrisler için %10'un altında kaldığından, uzman yanıtlarının tutarlı ve güvenilir olduğunun söylenmesi mümkündür.

Bir sonraki adımda özvektörlerin matris üzerindeki konumlarına yerleştirilmesi ile ağırlıklandırılmamış süpermatris (EK E) oluşturulmuş ve bu matrisin normalize edilmesi sonucunda ağırlıklandırılmış süpermartis (EK F) elde edilmiştir.

Son olarak ağırlıklandırılmış süpermatris, değerlerin yakınsadığı yeterince büyük bir üsse yükseltilmiş ve limit matris (EK G) bulunmuştur. Limit matristeki değerler kriter önemlerini göstermektedir. Böylece ikili karşılaştırma anketi yardımıyla uzmanlardan toplanan yanıtlar kullanılarak kriter önemleri hesaplanmış ve Çizelge 5.1'de önemine göre sıralanarak liste halinde sunulmuştur.

Çizelge 5.1'e göre, "2b-Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması", "1c-Projenin beklenen çıktılardan yararlanılabilme potansiyeli", "10b-Kurumun stratejik amaçları ile uyum", "2a-Kurumsal bilgiye katkı sağlaması", "9b-Angaje ve motive olmuş takımın varlığı", "12a-Pazarda başarılı olma fırsatı", "6b-AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli" ve "8a-AR-GE projesinin çalışanlara yapacağı katkı potansiyeli" kriterleri en yüksek öneme sahip kriterlerdir.



Şekil 5.1: AAS Modeli.

Çizelge 5.1 : Kriter önemleri.

#	Kriter	Önem ↓
2b	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	% 7,7645
1c	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	% 6,6812
10b	Kurumun stratejik amaçları ile uyum	% 6,3526
2a	Kurumsal bilgiye katkı sağlaması	% 6,2248
9b	Angaje ve motive olmuş takımın varlığı	% 5,8639
12a	Pazarda başarılı olma fırsatı	% 5,6771
6b	AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	% 4,9305
8a	AR-GE projesinin çalışanlara yapacağı katkı potansiyeli	% 4,1408
10c	Diğer ürün ve süreçler ile ortaya çıkardığı sinerji	% 3,8257
6a	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	% 3,5674
18a	Teknik başarısızlık riski	% 2,8569
16b	Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	% 2,7163
11c	Paydaşlar ile uyumu	% 2,5269
13b	Pazara çıkış süresi	% 2,4615
15b	Engelleri aşabilme	% 2,4601
17a	Ticari riskler	% 2,3477
1b	Projenin toplumsal faydaya etkisi	% 2,2869
16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	% 2,2804
7a	Yatırımın geri dönüş potansiyeli	% 2,2402
4a	Korunabilir sonuçlara erişme potansiyeli	% 2,2167
2c	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	% 2,0406
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	% 2,0306
5a	Finansal kaynak planlaması	% 1,9462
14c	Proje süresinin makul olması	% 1,8778
5b	Araştırma maliyetlerinin açıklanabilirliği ve kabul edilebilirliği	% 1,7202
10a	Kurum prestijine yapılan katkı	% 1,6446
9a	Projeye olan kurum içi bağlılığın derecesi	% 1,6436
3a	Üniversite-sanayi iş birliğini sağlaması	% 1,3137
4b	Rekabet içinde bulunan patent ve yayınlar	% 1,1821
13a	Pazar dengesi	% 0,8657
15a	Mevcut veya olası regülasyonlara uyumluluk	% 0,7879
12b	Kopyalanabilirliğinin zor olması	% 0,7389
11a	Ülkenin bilim ve teknoloji politikaları ile uygunluğu	% 0,7153
14b	İşgücü dışındaki kaynakların planlanması	% 0,6487
11d	İnsan hayatına yaptığı katkının şirket imajına etkisi	% 0,3795
14a	İş yükleme ve proje çizelgeleme	% 0,3611
11b	Çevre ve güvenlik ile uyum	% 0,2880
7b	Beklenen geri ödeme periyodu	% 0,2336
9c	İlgili geçmiş deneyimler	% 0,1598

5.2 Projelerin Kriterlere Göre Performans Değerlerinin Eldesi

Öne sürülen modelin bir uygulama üzerinden açıklanması amacıyla bilgi teknolojileri alanında AR-GE çalışmaları yapan bir firmanın 5 projesi ele alınmıştır:

- I. Proje 1, “Smart home” olarak adlandırılmıştır. Kullanıcıların elektrik, su, doğalgaz gibi kaynakları, elektrikli ev aletleri ve güvenlik sistemleri gibi elektronik cihazları, aydınlatma ve sıcaklık gibi oda bazlı değerleri yönetmesini sağlayacak, IMS (IP-based Multimedia Subsystem) tabanlı bir akıllı ev sistemidir.
- II. Proje 2, farklı operatörlerden, farklı platform ve protokolleri tek bir yapıya çeviren ve “VasGateway” olarak adlandırılan bir uygulama altyapısıdır.
- III. Proje 3, “Prime” olarak adlandırılan, mobil uygulamalar için bağlam bazlı bir akıllı bildirim sistemidir.
- IV. Proje 4, “Mirket” olarak adlandırılan, restoranlarda lokasyon bazlı sipariş ve müşteri davranışlarına göre örüntü çıkartarak restoran gelirini maksimize eden bir çözümdür.
- V. Proje 5 ise ”Smart Hotel” olarak adlandırılan, otelleri akıllı hale getiren bir mobil destekli çözümdür.

Bu çalışma kapsamında önerilen model, yukarıda söz edilen beş potansiyel projeyi ele alan uygulama çalışması ile detaylı olarak açıklanacaktır. Projelerin değerlendirilmesi için kurulan bütünleşik model kapsamında; derecelendirme, bulanık TOPSIS, olası net bugünkü değer analizi, karar ağacı ve bulanık risk analizi yöntemleri kullanılarak elde edilen proje performansları, AAS modelinde elde edilen kriter önemleri ile ağırlıklandırılarak global proje performansları elde edilecektir.

Projelerin (seçeneklerin) kriterlere göre değerlendirilmesinde hangi kriter için hangi yöntemin kullanıldığı Çizelge 5.2’de sunulmaktadır. Farklı yöntemlerin tercih edilmesinin temel sebebi, tez kapsamında öne sürülen AR-GE proje seçimi modelinin farklı sektörlerden, farklı yönetim biçimlerine sahip firmalarda uygulanabilir olmasını sağlamaktır. Bu nedenle bazı kriterler daha detaylı yöntemler ile irdelenerek karar vericinin belirleyeceği kısıtlımlar ışığında değerlendirilmiş, böylece her sektörden ve her tipten AR-GE projelerinin seçimi için uygulanabilir bir yöntem öne sürülmesi hedeflenmiştir.

Çizelge 5.2 : Kriter önemlerini elde etme yöntemleri.

#	Kriter	Değerlendirme Yöntemi
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktıları konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	Derecelendirme
1b	Projenin toplumsal faydaya etkisi	Derecelendirme
1c	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	Bulanık TOPSIS
2a	Kurumsal bilgiye katkı sağlaması	Derecelendirme
2b	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	Derecelendirme
2c	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	Derecelendirme
3a	Üniversite-sanayi iş birliğini sağlaması	Derecelendirme
4a	Korunabilir sonuçlara erişme potansiyeli	Derecelendirme
4b	Rekabet içinde bulunulan patent ve yayınlar	Derecelendirme
5a	Finansal kaynak planlaması	Derecelendirme
5b	Araştırma maliyetlerinin açıklanabilirliği ve kabul edilebilirliği	Derecelendirme
6a	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	Bulanık TOPSIS
6b	AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	Bulanık TOPSIS
7a	Yatırımın geri dönüş potansiyeli	ONBD Analizi
7b	Beklenen geri ödeme periyodu	Derecelendirme
8a	AR-GE projesinin çalışanlara yapacağı katkı potansiyeli	Derecelendirme
9a	Projeye olan kurum içi bağlılığın derecesi	Derecelendirme
9b	Angaje ve motive olmuş takımın varlığı	Derecelendirme
9c	İlgili geçmiş deneyimler	Derecelendirme
10a	Kurum prestijine yapılan katkı	Derecelendirme
10b	Kurumun stratejik amaçları ile uyum	Derecelendirme
10c	Diğer ürün ve süreçler ile ortaya çıkardığı sinerji	Derecelendirme
11a	Ülkenin bilim ve teknoloji politikaları ile uygunluğu	Derecelendirme
11b	Çevre ve güvenlik ile uyum	Derecelendirme
11c	Paydaşlar ile uyumu	Derecelendirme
11d	İnsan hayatına yaptığı katkının şirket imajına etkisi	Derecelendirme
12a	Pazarda başarılı olma fırsatı	Karar Ağacı Analizi
12b	Kopyalanabilirliğinin zor olması	Derecelendirme
13a	Pazar dengesi	Derecelendirme
13b	Pazara çıkış süresi	Derecelendirme
14a	İş yükleme ve proje çizelgeleme	Derecelendirme
14b	İşgücü dışındaki kaynakların planlanması	Derecelendirme
14c	Proje süresinin makul olması	Derecelendirme
15a	Mevcut veya olası regülasyonlara uyumluluk	Derecelendirme
15b	Engelleri aşabilme	Derecelendirme
16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	Bulanık risk değerlendirme
16b	Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	Bulanık risk değerlendirme
17a	Ticari riskler	Bulanık risk değerlendirme
18a	Teknik başarısızlık riski	Bulanık risk değerlendirme

Çizelge 5.2’de yer alan yöntemler belirlenirken, sözel ifadeler ile değerlendirme yapmanın daha uygun olduğu kriterler için bulanık mantığa dayanan yöntemlerin kullanımı tercih edilmiştir. Bu sebeple “1c-Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli”, “6a-AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli” ve “6b-AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli” kriterleri için göreceli değerlendirmeye izin veren Bulanık TOPSIS yöntemi seçilmiştir. Bulanık TOPSIS’in potansiyeli sorgulayan 1c, 6a ve 6b kriterlerinde kullanılmasının bir diğer sebebi ise literatürde bu yöntemin çeşitli unsurların potansiyelini araştırmada başarıyla kullanılmış olmasıdır. Soba vd. (2015) alışveriş merkezi yeri seçimi probleminde, yer seçeneklerinin potansiyelini Bulanık TOPSIS ile belirlemiştir. Vatansever (2013), tedarikçi seçimi üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada tedarikçilerin potansiyelini incelerken Bulanık TOPSIS’ten faydalanmıştır.

Önerilen AR-GE projelerine dair yapılan ön çalışmalar ve ortaya konan veriler ışığında, karar vericinin bilgi birikimi ve deneyimi ile yorumlanabilmesi mümkün olan kriterler 1a, 1b, 2a, 2b, 2c, 3a, 4a, 4b, 5a, 5b, 7b, 8a, 9a, 9b, 9c, 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c, 11d, 12b, 13a, 13b, 14a, 14b, 14c, 15a, 15b için karar vericinin değerlendirmesini doğrudan ortaya koyan derecelendirme yönteminin kullanılması tercih edilmiştir.

AR-GE projesinin finansal analizi söz konusu olduğunda literatürdeki pek çok çalışmanın net bugünkü değer (NBD) analizi ve reel opsiyon teorisine dayanan yöntemlerden faydalandığı görülmektedir. Bu iki yönteme ek olarak olası net bugünkü değer (ONBD) analizini de inceleyen ve bu üç yöntemin artı ve eksilerinin değerlendiren Pandey’in (2003) ilaç sektöründeki AR-GE proje yatırımlarını ele aldığı çalışmada, olası net bugünkü değer ile yapılan hesaplamanın, belirsizlik içeren AR-GE projelerini değerlemede NBD’den daha gerçekçi sonuç verdiği ve reel opsiyon teorisine göre daha basit ve anlaşılır olduğu öne sürülmektedir. Olası net bugünkü değer hesabının temelinde NBD ve karar ağacı analizinin birleştirilmesi yatmaktadır. Bu nedenle “7a -Yatırımın geri dönüş potansiyeli” kriterinin değerlendirilmesinde ONBD hesabının kullanımı tercih edilmiş ve buna paralel olarak ‘12a-Pazarda başarılı olma fırsatı’ kriteri karar ağacı yöntemi ile incelenmiştir.

Riski konu alan “16a-Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski”, “16b-Planlanan sürenin üzerine çıkma riski”, “17a-Ticari riskler” ve “18a-Teknik başarısızlık riski” kriterlerinin değerlendirilmesinde ise Wulan ve Petrovic’in (2012) çalışmasında

kullanılan bulanık risk hesabından faydalanılmıştır. İkizkenar yamuk (trapezoidal) bulanık sayılar ile işlem yapılan bu çalışmada risk hesabı basitçe, risk olarak belirlenen olayın gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkacak etkinin $I(n)$, riskin gerçekleşme olasılığı $P(n)$ ile çarpımı $R(n) = P(n) \times I(n)$ olarak tanımlanmaktadır. Burada riskin yüksek olması, proje açısından olumsuz karşılanacak bir durum olduğundan risk değeri hesaplamasında elde edilen değer, en yüksek değer olan 100 birimden çıkarılarak kullanılacaktır.

5.2.1 Bulanık TOPSIS

TOPSIS, seçeneklerin göreceli olarak kıyaslandığı bir çok kriterli karar verme yöntemidir (Hwang ve Yoon, 1981). Seçeneklerin pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklıklarına göre sıralanmasını temel alır.

Çizelge 5.3 : Bulanık TOPSIS yönteminde kullanılacak sözel ifadeler ve önem ölçekleri (Vatansever, 2013).

Karar ölçütlerinin önem ölçeği			Seçenek (Proje) değerlendirme ölçeği		
Dilsel İfade	Kısaltma	Üçgen Bulanık Sayılar	Dilsel İfade	Kısaltma	Üçgen Bulanık Sayılar
Çok Düşük	ÇD	(0,0,0,0,1)	Çok Kötü	ÇK	(0,0,1)
Düşük	D	(0,0,0,1,0,3)	Kötü	K	(0,1,3)
Orta Düşük	OD	(0,1,0,3,0,5)	Orta Kötü	OK	(1,3,5)
Orta	OD	(0,3,0,5,0,7)	Orta Kötü	K	(3,5,7)
Orta Yüksek	OY	(0,5,0,7,0,9)	Orta İyi	Oİ	(5,7,9)
Yüksek	Y	(0,7,0,9,1,0)	İyi	İ	(7,9,10)
Çok Yüksek	ÇY	(0,9,1,0,1,0)	Çok İyi	Çİ	(9,10,10)

Önceki başlıkta söz edildiği gibi “1c-Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli”, “6a-AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli” ve “6b-AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli” kriterleri için Bulanık TOPSIS yöntemi tercih edilmiştir. Vatansever’in (2013) üçgen bulanık sayıları (Çizelge 5.3) kullandığı ve grup karar verme olarak ele aldığı Bulanık TOPSIS çalışması uyarlanarak her bir projenin 1c, 6a ve 6b kriterleri için puanlarının eldesinde kullanılmıştır. Üçgen bulanık sayıların tercih edilmesinin sebebi, seçenekler ve karar ölçütleri değerlendirilirken “civarında” dilsel ifadesi ile matrisin doldurulmasının tercih edilmiş olmasıdır.

5.2.1.1 (1c) Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli

Adım 1: Bulanık TOPSIS çalışmasının ilk adımı, projelerin 1c kriteri için değerlendirilmesinde kullanılacak karar ölçütlerinin, w_j , belirlenmesidir. Karar verici tarafından belirlenen karar ölçütleri Çizelge 5.4’te sunulmuştur.

Çizelge 5.4 : Karar ölçütleri (1c).

w_j	Karar ölçütleri
w_1	Çıktılardaki yenilikler
w_2	Çıktılara olan/olması muhtemel talep
w_3	Çıktıların başka yeni projelerle iyileştirilebilme veya dönüştürülebilme potansiyeli

Adım 2: Karar vericiden, karar ölçütlerinin ve proje seçeneklerinin Çizelge 5.3’teki sözel ifadeler ile değerlendirilmesi istenmiş, böylece karar ölçütlerinin önemlerinin belirlenmesini sağlayacak Çizelge 5.5 ile projelerin (P_i , $i:1,2,3,4,5$) 1c kriteri için değerlendirilmelerini sağlayacak Çizelge 5.6 elde edilmiştir.

Çizelge 5.5 : Karar ölçütlerinin sözel ifadeler ile değerlendirilmesi (1c).

w_j	Karar Ölçütleri	Sözel İfade	Bulanık Sayılar
w_1	Çıktılardaki yenilikler	Y	(0.7,0.9,1.0)
w_2	Çıktılara olan/olması muhtemel talep	ÇY	(0.9,1.0,1.0)
w_3	Çıktıların başka yeni projelerle iyileştirilebilme veya dönüştürülebilme potansiyeli	O	(0.3,0.5,0.7)

Çizelge 5.6 : Projelerin sözel ifadeler ile değerlendirilmesi (1c).

Kriter	Projeler				
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
c_1	İ	OK	Çİ	Oİ	İ
c_2	OK	Oİ	O	O	Çİ
c_3	ÇK	Çİ	İ	İ	İ

Adım 3: Çizelge 5.6’daki sözel ifadelerin bulanık karşılıklarının yer aldığı bulanık karar matrisi (Çizelge 5.7) hazırlanmıştır.

Çizelge 5.7 : Bulanık karar matrisi (1c).

Kriter	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
c_1	(7,9,10)	(1,3,5)	(9,10,10)	(5,7,9)	(7,9,10)
c_2	(1,3,5)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(9,10,10)
c_3	(0,0,1)	(9,10,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)

Bu adımda fayda ölçütleri için denklem 5.1, maliyet ölçütleri için denklem 5.2 kullanılarak normalize karar matrisinin elde edilmesi gerekmektedir.

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right) \text{ ve } c_j^* = \max c_{ij} \quad (5.1)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) \text{ ve } a_j^- = \max c_{ij} \quad (5.2)$$

Çizelge 5.7'deki ölçütlerin tamamı fayda kriteri olduğundan, normalize bulanık karar matrisinin (Çizelge 5.8) eldesinde yalnızca denklem 5.1'den faydalanılmıştır.

Çizelge 5.8 : Normalize bulanık karar matrisi ($\tilde{r}_{ij}$) (1c).

Kriter	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
c ₁	(0.7,0.9,1.0)	(0.1,0.3,0.5)	(0.9,1.0,1.0)	(0.5,0.7,0.9)	(0.7,0.9,1.0)
c ₂	(0.1,0.3,0.5)	(0.5,0.7,0.9)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.9,1.0,1.0)
c ₃	(0.0,0.0,0.1)	(0.9,1.0,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.7,0.9,1.0)

Adım 4: Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi, normalize bulanık karar matrisinin kriter ağırlıkları ile çarpımı (denklem 5.3) sonucunda elde edilmektedir.

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_j \quad (5.3)$$

Denklem 5.3 kullanılarak ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi (Çizelge 5.9) hazırlanmıştır.

Çizelge 5.9 : Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi ($\tilde{v}_{ij}$) (1c).

Kriter	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
c ₁	(0.5,0.8,1.0)	(0.1,0.3,0.5)	(0.6,0.9,1.0)	(0.4,0.6,0.9)	(0.5,0.8,1.0)
c ₂	(0.1,0.3,0.5)	(0.5,0.7,0.9)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.8,1.0,1.0)
c ₃	(0.0,0.0,0.1)	(0.3,0.5,0.7)	(0.2,0.5,0.7)	(0.2,0.5,0.7)	(0.2,0.5,0.7)

Adım 5: Pozitif ve negatif ideal çözümlerin tanımlanmasıdır. Vatansever (2013) çalışmasında üçgen bulanık sayıları kullanan Bulanık TOPSIS için bulanık pozitif ideal çözümü $\tilde{v}_j^*$, $\tilde{v}_j^* = (1,1,1)$ olarak; bulanık negatif ideal çözümü ise $\tilde{v}_j^-$, $\tilde{v}_j^- = (0,0,0)$ olarak kabul etmeyi tercih etmiştir. Bu tez kapsamında ise TOPSIS'in göreceli kıyas özelliğini daha iyi yansıtmak amacıyla gerçek bulanık pozitif ideal çözüm ve gerçek bulanık negatif ideal çözümün kullanılması tercih edilmiştir. Böylece seçeneklerin söz konusu kriterlerden alacağı puanların da 0-100 aralığında yer alması sağlanmıştır.

Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisine göre c_1 için bulanık pozitif ideal çözüm $\tilde{v}_1^* = (0.6, 0.9, 1.0)$ ve bulanık negatif ideal çözüm $\tilde{v}_1^- = (0.1, 0.3, 0.5)$ 'tir. c_2 için bulanık pozitif ideal çözüm $\tilde{v}_2^* = (0.8, 1.0, 1.0)$ ve bulanık negatif ideal çözüm $\tilde{v}_2^- = (0.1, 0.3, 0.5)$ 'tir. c_3 için bulanık pozitif ideal çözüm $\tilde{v}_3^* = (0.3, 0.5, 0.7)$ ve bulanık negatif ideal çözüm $\tilde{v}_3^- = (0.0, 0.0, 0.1)$ 'dir.

Adım 6: Denklem 5.4, 5.5 ve 5.6'dan faydalananarak her bir seçeneğin bulanık pozitif ideal çözüm ile olan uzaklığı d_i^* ve bulanık negatif ideal çözüm ile olan uzaklığı d_i^- hesaplanmış ve Çizelge 5.10 elde edilmiştir.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5.4)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5.5)$$

$$d_i(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j) = \sqrt{\frac{1}{3} \left[\sum_{j=1}^3 (\tilde{v}_{ij} - \tilde{v}_j)^2 \right]}, \quad \forall i \quad (5.6)$$

Çizelge 5.10: Seçeneklerin bulanık pozitif ideal çözüme (d_i^*) ve bulanık negatif ideal çözüme uzaklığı (d_i^-) (1c).

	P ₁			P ₂			P ₃			P ₄			P ₅		
	d_i^*	d_i^-	Σ	d_i^*	d_i^-	Σ	d_i^*	d_i^-	Σ	d_i^*	d_i^-	Σ	d_i^*	d_i^-	Σ
c ₁	0,08	0,47	0,55	0,56	0,02	0,58	0,02	0,54	0,56	0,22	0,33	0,55	0,08	0,47	0,55
c ₂	0,64	0,01	0,65	0,27	0,38	0,66	0,45	0,19	0,65	0,45	0,19	0,65	0,01	0,64	0,65
c ₃	0,50	0,02	0,51	0,02	0,48	0,49	0,06	0,45	0,51	0,06	0,45	0,51	0,06	0,50	0,55
Σ	1.715			1.731			1.717			1.707			1.757		

Adım 7: Denklem 5.7 kullanılarak her bir seçenek için yakınlık kat sayısı CC_i hesaplanmış ve Çizelge 5.11'de sunulmuştur.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* \oplus d_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5.7)$$

Çizelge 5.11 : CC_i yakınlık kat sayıları (1c).

	Proje 1	Proje 2	Proje 3	Proje 4	Proje 5
CC_i	0.29	0.51	0.69	0.57	0.92

Bulanık TOPSIS sonuçlarının yorumuna göre CC_i kat sayısı en yüksek olan proje, “1c-Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli” kriteri açısından en iyi projedir. Proje değerlendirme modelindeki tüm ölçütlerin 100 üzerinden puanlanıyor olması sebebiyle, buradaki sonuçlar da 100 ile çarpılarak genelleştirilmiştir.

Dolayısıyla 1c kriteri için proje performansları; Proje 5 için 92, Proje 3 için 69, Proje 4 için 57, Proje 2 için 52 ve Proje 1 için 29 olarak hesaplanmıştır.

Kriter 1c için açıklanan Bulanık TOPSIS yaklaşımı ve adımları, ilerleyen başlıklarda kriter 6a ve 6b için uygulanacaktır.

5.2.1.2 (6a) AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli

Adım 1: Karar vericiden “6a-AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli” kriterine göre projeleri değerlendirmek için uygun karar ölçütlerini belirlemesi istenmiş ve Çizelge 5.12 elde edilmiştir.

Çizelge 5.12: Karar ölçütleri (6a).

w_j	Karar Ölçütleri
w_1	Fon bütçesi
w_2	Destek yüzdesi
w_3	Ödeme süresi

Adım 2: Karar vericiden, karar ölçütlerinin ve proje seçeneklerinin Çizelge 5.3'teki sözel ifadeler ile değerlendirilmesi istenmiş, böylece karar ölçütlerinin önemlerinin belirlenmesini sağlayacak Çizelge 5.13 ile projelerin 6a kriteri için değerlendirilmesini sağlayacak Çizelge 5.14 elde edilmiştir.

Çizelge 5.13 : Karar ölçütlerinin sözel ifadeler ile değerlendirilmesi (6a).

w_j	Karar Ölçütleri	Sözel İfade	Bulanık Sayılar
w_1	Fon bütçesi	Y	(0.7,0.9,1.0)
w_2	Destek yüzdesi	Y	(0.7,0.9,1.0)
w_3	Ödeme süresi	Y	(0.7,0.9,1.0)

Çizelge 5.14 : Projelerin sözel ifadeler ile değerlendirilmesi (6a).

Kriter	Projeler				
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
c_1	O	O	O	Oİ	İ
c_2	Oİ	Oİ	Oİ	Oİ	Oİ
c_3	K	K	K	K	Çİ

Adım 3: Çizelge 5.14'teki sözel ifadelerin bulanık karşılıklarının yer aldığı bulanık karar matrisi (Çizelge 5.15) hazırlanmıştır.

Çizelge 5.15 : Bulanık karar matrisi (6a).

Kriter	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
c ₁	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)
c ₂	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
c ₃	(0,1,3)	(0,1,3)	(0,1,3)	(0,1,3)	(0,0,1)

Çizelge 5.15'teki ölçütlerin tamamı fayda kriteri olduğundan, normalize bulanık karar matrisinin (Çizelge 5.16) eldesinde denklem 5.1'den faydalanılmıştır.

Çizelge 5.16 : Normalize bulanık karar matrisi ($\tilde{r}_{ij}$) (6a).

Kriter	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
c ₁	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.7,0.9)	(0.7,0.9,1.0)
c ₂	(0.6,0.8,1.0)	(0.6,0.8,1.0)	(0.6,0.8,1.0)	(0.6,0.8,1.0)	(0.6,0.8,1.0)
c ₃	(0.0,0.3,1.0)	(0.0,0.3,1.0)	(0.0,0.3,1.0)	(0.0,0.3,1.0)	(0.0,0.0,0.3)

Adım 4: Denklem 5.3 kullanılarak ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi (Çizelge 5.17) elde edilmiştir.

Çizelge 5.17 : Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi ($\tilde{v}_{ij}$) (6a).

Kriter	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
c ₁	(0.2,0.5,0.7)	(0.2,0.5,0.7)	(0.2,0.5,0.7)	(0.4,0.6,0.9)	(0.5,0.8,1.0)
c ₂	(0.4,0.7,1.0)	(0.4,0.7,1.0)	(0.4,0.7,1.0)	(0.4,0.7,1.0)	(0.4,0.7,1.0)
c ₃	(0.0,0.3,1.0)	(0.0,0.3,1.0)	(0.0,0.3,1.0)	(0.0,0.3,1.0)	(0.0,0.0,0.3)

Adım 5: Pozitif ve negatif ideal çözümlerin tanımlanmasıdır. Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisine göre c_1 için bulanık pozitif ideal çözüm $\tilde{v}_1^* = (0.5, 0.8, 1.0)$ ve bulanık negatif ideal çözüm $\tilde{v}_1^- = (0.2, 0.5, 0.7)$ 'dir. C_2 için bulanık pozitif ideal çözüm $\tilde{v}_2^* = (0.4, 0.7, 1.0)$ ve bulanık negatif ideal çözüm $\tilde{v}_2^- = (0.4, 0.7, 1.0)$ 'dir. C_3 için bulanık pozitif ideal çözüm $\tilde{v}_3^* = (0.0, 0.3, 1.0)$ ve bulanık negatif ideal çözüm $\tilde{v}_3^- = (0.0, 0.0, 0.3)$ 'tür.

Adım 6: Denklem 5.4, 5.5 ve 5.6'den faydalanarak her bir seçeneğin bulanık pozitif ideal çözüm ile olan uzaklığı d_i^* ve bulanık negatif ideal çözüm ile olan uzaklığı d_i^- hesaplanmış ve Çizelge 5.18 elde edilmiştir.

Çizelge 5.18 : Seçeneklerin bulanık pozitif ideal çözüme (d_i^*) ve bulanık negatif ideal çözüme uzaklığı (d_i^-) (6a).

Kriter	P ₁			P ₂			P ₃			P ₄			P ₅		
	d_i^*	d_i^-	Σ	d_i^*	d_i^-	Σ	d_i^*	d_i^-	Σ	d_i^*	d_i^-	Σ	d_i^*	d_i^-	Σ
c ₁	0,31	0,03	0,34	0,31	0,03	0,34	0,31	0,03	0,34	0,14	0,16	0,31	0,01	0,30	0,31
c ₂	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
c ₃	0,00	0,44	0,44	0,00	0,44	0,44	0,00	0,44	0,44	0,00	0,44	0,44	0,42	0,02	0,44
Σ	0,796			0,796			0,796			0,758			0,762		

Adım 7: Denklem 5.7 kullanılarak her bir seçenek için yakınlık kat sayısı CC_i hesaplanmış ve Çizelge 5.19 elde edilmiştir.

Çizelge 5.19 : CC_i yakınlık kat sayıları (6a).

	Proje 1	Proje 2	Proje 3	Proje 4	Proje 5
CC_i	0.60	0.60	0.60	0.80	0.43

Bulanık TOPSIS sonuçlarının bu çalışma için genelleştirilmiş yorumuna göre 6a kriteri için 4 numaralı projenin puanı 80; 1, 2 ve 3 numaralı projelerin puanı 60 ve 5 numaralı projenin puanı 43 olarak hesaplanmıştır.

5.2.1.3 (6b) AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli

Adım 1: Karar vericiden “6b-AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli” kriterine göre projeleri değerlendirmek için uygun karar ölçütlerini belirlemesi istenmiş ve Çizelge 5.20 elde edilmiştir.

Çizelge 5.20 : Karar ölçütleri (6b).

w_j	Karar Ölçütleri
w_1	Projenin fonlayan tarafın imajına katkısı
w_2	Projenin ticari getirisinin fonlayan tarafın beklentilerini karşılaması
w_3	Projenin fonlanma için ticari uygunluğu

Adım 2: Karar vericiden, karar ölçütlerinin ve proje seçeneklerinin Çizelge 5.3’teki sözel ifadeler ile değerlendirilmesi istenmiş, böylece karar ölçütlerinin önemlerinin belirlenmesini sağlayacak Çizelge 5.21 ile projelerin 6b kriteri için değerlendirilmesini sağlayacak Çizelge 5.22 elde edilmiştir.

Çizelge 5.21 : Karar ölçütlerinin sözel ifadeler ile değerlendirilmesi (6b).

w_j	Karar Ölçütleri	Sözel İfade	Bulanık Sayılar
w_1	Projenin fonlayan tarafın imajına katkısı	ÇY	(0,9,1,0,1,0)
w_2	Projenin ticari getirisinin fonlayan tarafın beklentilerini karşılaması	ÇY	(0,9,1,0,1,0)
w_3	Projenin fonlanma için ticari uygunluğu	Y	(0,7,0,9,1,0)

Çizelge 5.22 : Projelerin sözel ifadeler ile değerlendirilmesi (6b).

Kriter	Projeler				
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
c_1	ÇK	O	O	O	Çİ
c_2	ÇK	Çİ	Oİ	O	Çİ
c_3	Oİ	OK	Çİ	O	Çİ

Adım 3: Çizelge 5.22’teki sözel ifadelerin bulanık karşılıklarının yer aldığı bulanık karar matrisi (Çizelge 5.23) elde edilmiştir.

Çizelge 5.23: Bulanık karar matrisi (6b).

Kriter	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
c_1	(0,0,1)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(9,10,10)
c_2	(0,0,1)	(9,10,10)	(5,7,9)	(3,5,7)	(9,10,10)
c_3	(5,7,9)	(1,3,5)	(9,10,10)	(3,5,7)	(9,10,10)

Çizelge 5.23’teki ölçütlerin tamamı fayda kriteri olduğundan, normalize bulanık karar matrisinin (Çizelge 5.24) eldesinde denklem 5.1’den faydalanılmıştır.

Çizelge 5.24 : Normalize bulanık karar matrisi ($\tilde{r}_{ij}$) (6b).

Kriter	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
c_1	(0,0,0,0,0,1)	(0,3,0,5,0,7)	(0,3,0,5,0,7)	(0,3,0,5,0,7)	(0,9,1,0,1,0)
c_2	(0,0,0,0,0,1)	(0,9,1,0,1,0)	(0,5,0,7,0,9)	(0,3,0,5,0,7)	(0,9,1,0,1,0)
c_3	(0,5,0,7,0,9)	(0,1,0,3,0,5)	(0,9,1,0,1,0)	(0,3,0,5,0,7)	(0,9,1,0,1,0)

Adım 4: Denklem 5.3 kullanılarak ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi (Çizelge 5.25) hazırlanmıştır.

Çizelge 5.25 : Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi ($\tilde{v}_{ij}$) (6b).

Kriter	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
c ₁	(0.0,0.0,0.1)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.8,1.0,1.0)
c ₂	(0.0,0.0,0.1)	(0.8,1.0,1.0)	(0.5,0.7,0.9)	(0.3,0.5,0.7)	(0.8,1.0,1.0)
c ₃	(0.4,0.6,0.9)	(0.1,0.3,0.5)	(0.6,0.9,1.0)	(0.2,0.5,0.7)	(0.6,0.9,1.0)

Adım 5: Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisine göre c_1 için bulanık pozitif ideal çözüm $\tilde{v}_1^* = (0.8, 1.0, 1.0)$ ve bulanık negatif ideal çözüm $\tilde{v}_1^- = (0.0, 0.0, 0.1)$ 'dir. c_2 için bulanık pozitif ideal çözüm $\tilde{v}_2^* = (0.8, 1.0, 1.0)$ ve bulanık negatif ideal çözüm $\tilde{v}_2^- = (0.0, 0.0, 0.1)$ 'dir. c_3 için bulanık pozitif ideal çözüm $\tilde{v}_3^* = (0.3, 0.5, 0.7)$ ve bulanık negatif ideal çözüm $\tilde{v}_3^- = (0.1, 0.3, 0.5)$ 'dir.

Adım 6: Denklem 5.4, 5.5 ve 5.6'den faydalanarak her bir seçeneğin bulanık pozitif ideal çözüm ile olan uzaklığı d_i^* ve bulanık negatif ideal çözüm ile olan uzaklığı d_i^- hesaplanmış ve Çizelge 5.26 elde edilmiştir.

Çizelge 5.26 : Seçeneklerin bulanık pozitif ideal çözüme (d_i^*) ve bulanık negatif ideal çözüme uzaklığı (d_i^-) (6b).

Kriter	P ₁			P ₂			P ₃			P ₄			P ₅		
	d_i^*	d_i^-	Σ	d_i^*	d_i^-	Σ	d_i^*	d_i^-	Σ	d_i^*	d_i^-	Σ	d_i^*	d_i^-	Σ
c ₁	0,90	0,00	0,90	0,45	0,48	0,93	0,45	0,48	0,93	0,45	0,48	0,93	0,01	0,91	0,91
c ₂	0,90	0,00	0,90	0,01	0,91	0,91	0,27	0,67	0,94	0,45	0,48	0,93	0,01	0,91	0,91
c ₃	0,22	0,33	0,55	0,56	0,02	0,58	0,02	0,54	0,56	0,38	0,16	0,54	0,02	0,54	0,56
Σ	2.360			2.425			2.433			2.407			2.387		

Adım 7: Denklem 5.7 kullanılarak her bir seçenek için yakınlık kat sayısı CC_i hesaplanmış ve Çizelge 5.27 elde edilmiştir.

Çizelge 5.27 : CC_i yakınlık kat sayıları (6b).

	Proje 1	Proje 2	Proje 3	Proje 4	Proje 5
CC_i	0.14	0.58	0.69	0.46	0.99

Bulanık TOPSIS sonuçlarının (Çizelge 5.27) bu çalışma için genelleştirilmiş yorumuna göre 6b kriteri için proje 5'in puanı 99, proje 3'ün puanı 69, proje 2'nin puanı 58, proje 4'ün puanı 46 ve proje 1'in puanı 14 olarak hesaplanmıştır.

5.2.2 Bulanık risk değerlendirme

Risk analizi literatürü incelendiğinde pek çok farklı analiz yöntemi olduğu görülmekte ve sıklıkla bu yöntemlerin bulanık mantık ile bütünleştirilmiş uygulamalarıyla karşılaşılmaktadır. Bu çalışmaların bir kısmı ISO 31000 Risk Yönetimi Standardı gibi uluslararası kalite güvence standartlarına atıfta bulunan araştırmalar iken, bir kısmı da özgün ve daha hassas hesaplamaların yer aldığı ileri çalışmalardır. ISO 31000 Risk Yönetimi Standardı incelendiğinde, bu standardın özel şirketler, kamu kurumları veya dernekler gibi pek çok farklı sektörde ve farklı amaçlarla hizmet veren yapıların risk yönetimi felsefesini ortaya koymak için genel kurallar belirleyen bir çerçeve olduğu görülmektedir. Oysa AR-GE projelerindeki risklerin değerlendirilmesi söz konusu olduğunda, problemin belirsizliği yüksek doğası gereği özelleştirilmiş, detaylı ve hassas bir risk değerlemesine ihtiyaç duyulmaktadır. Öte yandan bazı çalışmalar bulanık mantık kullanımının, öznel yargılardan ve değerlendirmelerden kaçmanın mümkün olmadığı bir karar verme ortamında gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiğini öne sürmektedir. Bu sebeple riski konu alan “16a-Planlanan maliyetin üzerine çıkma riski”, “16b-Planlanan sürenin üzerine çıkma riski”, “17a-Ticari riskler” ve “18a-Teknik başarısızlık riski” kriterlerinin değerlendirilmesinde Wulan ve Petrovic’in (2012) çalışmasında kullanılan bulanık risk değerlendirme hesabından faydalanılmıştır.

Çizelge 5.28 : Risk analizinde kullanılan sözel ifadeler ve bulanık karşılıkları (Wulan ve Petrovic, 2012).

Sözel İfadeler		İkizkenar Yamuk Bulanık Sayılar
İmkânsız	İ	(0.00,0.00,0.00,0.00)
Çok düşük	ÇD	(0.00,0.00,0.02,0.07)
Düşük	D	(0.04,0.10,0.18,0.23)
Orta düşük	OD	(0.17,0.22,0.36,0.42)
Orta	OD	(0.32,0.41,0.58,0.65)
Orta yüksek	OY	(0.58,0.63,0.80,0.86)
Yüksek	Y	(0.72,0.78,0.92,0.97)
Çok yüksek	ÇY	(0.93,0.98,1.00,1.00)
Kesinlikle	K	(1.00,1.00,1.00,1.00)

Çizelge 5.29 : Risk belirleme çalışması (16a).

Kod	Kriter	Riskler	Açıklama	P1		P2		P3		P4		P5	
				P _n	I _n	P _n	I _n	P _n	I _n	P _n	I _n	P _n	I _n
16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	Projenin iyi planlanmamış olması	Gereksinimlerin değişmesi, sözleşmedeki eksiklik veya hatalardan kaynaklanan problemler, müşteri/dışarıdan alınacak veri setlerindeki problemler vb. sebepler ile doğabilecek planlama hatası riskleri	D	Y	D	Y	D	Y	D	O	O	ÇY
		Beklenmeyen aksilikler	Yanlış fonksiyon ve özellik geliştirme, kilit personelin işten ayrılması, program kısıtları vb. sebepler ile doğabilecek riskler	ÇY	O	ÇY	D	ÇY	O	ÇY	D	ÇY	Y
16b	Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	Projenin iyi planlanmamış olması	Gereksinimlerin değişmesi, sözleşmedeki eksiklik veya hatalardan kaynaklanan problemler, müşteri/dışarıdan alınacak veri setlerindeki problemler vb. sebepler ile doğabilecek planlama hatası riskleri	D	Y	D	Y	D	Y	D	O	D	ÇY
		Beklenmeyen aksilikler	Yanlış fonksiyon ve özellik geliştirme, kilit personelin işten ayrılması, program kısıtları vb. sebepler ile doğabilecek riskler	ÇY	O	ÇY	O	ÇY	O	ÇY	O	ÇY	O
17a	Ticari riskler	Pazara çıkış gecikmesi	Ürünün veya pazarlama çalışmalarının tamamlanmasını geciktirebilecek problemler	D	D	D	D	D	D	D	O	D	Y
		Rekabet edebilir bir ikame ürünün pazara çıkması	Benzer bir ürünün daha önce ya da aynı dönemde pazara çıkması veya lansmanının yapılması riski	D	ÇY	D	D	D	O	D	O	D	Y
		Çok vizyoner bir ürünün pazara çıkması	Çok vizyoner bir ürünün daha önce ya da aynı dönemde pazara çıkması veya lansmanının yapılması riski	ÇY	ÇY	D	D	ÇY	ÇY	D	O	D	D
		Değişime direnen müşteri	Değişimin getirdiği belirsizlikten veya müşteri tarafında çeşitli kademelerdeki fikir ayrılıklarından kaynaklanabilen problemler	Y	Y	O	O	D	D	O	D	O	ÇY
18a	Teknik başarısızlık riski	Kullanılan teknolojiye bağlı problemler	Geliştirme ortamı vb. sebepler ile ortaya çıkabilecek problemler	O	ÇY	D	D	D	ÇY	D	O	D	ÇY
		Personel kaynaklı riskler	Personelin teknik bilgi birikimi ve deneyimindeki eksikliklerden kaynaklanabilecek problemler	D	ÇY	D	ÇY	D	ÇY	D	ÇY	D	ÇY

Wulan ve Petrovic'in (2012) yamuk (trapezoidal) bulanık sayılar (Çizelge 5.28) ile işlem yaptığı çalışmada risk hesabı basitçe, risk olarak belirlenen olayın gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkacak etkinin $I(n)$, riskin gerçekleşme olasılığı $P(n)$ ile çarpımı $Risk(n) = P(n) \times I(n)$ olarak tanımlanmaktadır. Yamuk bulanık sayıların kullanımı, burada AR-GE projelerindeki belirsizlikler sebebiyle tanımlamanın zor olduğu $P(n)$ ve $I(n)$ değerlerini yaklaşık bir aralık ile ifade etme olanağı sunmaktadır. Riskin yüksek olması, proje açısından olumsuz karşılanacak bir durum olduğundan bu tez kapsamında yapılan çalışmada elde edilen risk değerleri, o kriterden alınabilecek tam puan olan 100 değerinden çıkarılarak kullanılmaktadır.

Bulanık risk değerlendirme çalışması kapsamında öncelikle karar verici ile riski konu alan tüm kriterler (16a, 16b, 17a ve 18a) için risk belirleme çalışması yapılmış ve belirlenen riskleri Çizelge 5.28'deki sözel ifadeler ile değerlendirmesi istenmiştir. Böylece Çizelge 5.29 hazırlanmıştır.

16a, 16b, 17a ve 18a ölçütlerinin risk hesaplamaları (sırayla) başlık 5.2.2.1, 5.2.2.2, 5.2.2.3 ve 5.2.2.4'te detaylı olarak açıklanmaktadır.

5.2.2.1 (16a) Planlanan maliyetin üzerine çıkma riski

Karar verici, kriter 16a için "Projenin iyi planlanmamış olması" ve "Beklenmeyen aksilikler" olmak üzere eşit ağırlıklı iki risk tanımlamıştır (Çizelge 5.29). Bunlardan ilki gereksinimlerin değişmesi, sözleşmedeki eksiklik veya hatalardan kaynaklanan problemler, müşteriden/dışarıdan alınacak veri setlerindeki problemler vb. sebepler nedeniyle doğabilecek planlama hatası risklerini kapsamaktadır. İkincisi ise yanlış fonksiyon ve özellik geliştirme, kilit personelin işten ayrılması, program kısıtları vb sebepler ile doğabilecek durumları ifade etmektedir. Bu iki risk grubu için karar verici Çizelge 5.28'teki sözel ifadeleri kullanarak gerçekleşme olasılığı P_n ve etki I_n değerlerini belirlemiş ve bulanık çarpım ile $R_n = P_n \times I_n$ elde edilmiştir (Çizelge 5.31).

Bulanık risk hesabı (R_n) çarpımının ardından her bir projenin performansını elde etmek amacıyla denklem 5.8 kullanılarak 16a kriteri için bulanık risk değerleri bulunmuş ve Çizelge 5.32 hazırlanmıştır.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \times I_i}{\sum_{i=1}^n I_i} \quad (5.8)$$

Çizelge 5.30: Bulanık risk hesaplama (16a).

	Kriter	Riskler	Gerçekleşme Olasılığı (P_i)	Etkisi (I_i)	$R_n = P_i \times I_i$
PROJE 1 16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	Projenin iyi planlanmamış olması	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.03,0.08,0.17,0.22)
		Beklenmeyen aksilikler	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.30,0.40,0.58,0.65)
PROJE 2 16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	Projenin iyi planlanmamış olması	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.03,0.08,0.17,0.22)
		Beklenmeyen aksilikler	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.04,0.10,0.18,0.23)
PROJE 3 16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	Projenin iyi planlanmamış olması	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.03,0.08,0.17,0.22)
		Beklenmeyen aksilikler	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.30,0.40,0.58,0.65)
PROJE 4 16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	Projenin iyi planlanmamış olması	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.01,0.04,0.10,0.15)
		Beklenmeyen aksilikler	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.04,0.10,0.18,0.23)
PROJE 5 16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	Projenin iyi planlanmamış olması	(0.30,0.40,0.58,0.65)	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.30,0.40,0.58,0.65)
		Beklenmeyen aksilikler	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.67,0.76,0.92,0.97)

Proje değerlendirme modelinde tüm değerlendirmeler 100 üzerinden yapıldığı için, bulunan bulanık değer durulaştırılmış ve 100 ile çarpılarak risk puanı belirlenmiştir. Durulaştırma için literatürde sıklıkla kullanılan mean-max yöntemi tercih edilmiştir. Riskin yüksek olması, proje açısından olumsuz karşılanacak bir durum olduğundan elde edilen risk değerleri, herhangi bir kriterden alınabilecek tam puan olan 100'den çıkarılarak kullanılmıştır (Çizelge 5.31).

Çizelge 5.31 : Durulaştırma ve risk puanının belirlenmesi (16a).

Kriter	$\frac{\sum_{i=1}^n P_i x I_i}{\sum_{i=1}^n I_i}$	Durulaştırma (Mean-Max)	Duru Puan (100α)	Kriter Puanı (100-100α)
P1 16a Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	(0.39,0.52,0.67,0.74)	0.59	59	41
P2 16a Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	(0.09,0.21,0.34,0.41)	0.27	27	73
P3 16a Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	(0.39,0.52,0.67,0.74)	0.59	59	41
P4 16a Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	(0.14,0.29,0.41,0.47)	0.35	35	65
P5 16a Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	(0.78,0.86,0.97,0.99)	0.91	91	9

Kriter 16a için Proje 2'nin puanı 73, Proje 4'ün puanı 65, Proje 1 ve 3'ün puanı 41 ve Proje 5'in puanı ise 9 olarak hesaplanmıştır.

5.2.2.2 (16b) Planlanan sürenin üzerine çıkma riski

Maliyet ve süre ile ilgili riskler birbirini etkileyebilmeleri sebebiyle girift bir yapı ifade ederler. Örneğin süre artışı beraberinde getirdiği kaynak gereksinimi sebebiyle maliyet artışına da sebep olabilmekte veya maliyet artışına sebep olan bir riskin proje süresini de etkileyebildiği görülmektedir. Bu sebeple karar verici 16a ve 16b kriterleri için benzer risk unsurlarını tanımlamayı uygun görmüş ve bu unsurları kriterin kapsamına göre değerlendirmiştir. Kriter 16b için “Projenin iyi planlanmamış olması” ve “Beklenmeyen aksilikler” olmak üzere eşit ağırlıklı iki risk tanımlamıştır (Çizelge 5.32). Bunlardan ilki (kriter 16a'ya benzer şekilde) gereksinimlerin değişmesi, sözleşmedeki eksiklik veya hatalardan kaynaklanan problemler, müşteriden/dışarıdan alınacak veri setlerindeki problemler vb. sebepler ile doğabilecek planlama hatası risklerini kapsamaktadır. İkincisi ise yanlış fonksiyon ve özellik geliştirme, kilit personelin işten ayrılması, program kısıtları vb. sebepler ile doğabilecek durumları ifade etmektedir. Bu iki risk grubu için karar verici sözel ifadeler ile gerçekleşme olasılığı, P_n , ve etki, I_n , değerlerini belirlemiş, bu sözel ifadelerin bulanık sayı karşılıkları kullanılarak $R_n = P_n \times I_n$ çarpımı elde edilmiştir (Çizelge 5.32).

Çizelge 5.32 : Bulanık risk hesaplama (16b).

Kriter	Riskler	Gerçekleşme Olasılığı (P_i)	Etkisi (I_i)	$R_n = P_i \times I_i$
PROJE 1 16b Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	Projenin iyi planlanmamış olması	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.03,0.08,0.17,0.22)
	Beklenmeyen aksilikler	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.30,0.40,0.58,0.65)
PROJE 2 16b Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	Projenin iyi planlanmamış olması	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.03,0.08,0.17,0.22)
	Beklenmeyen aksilikler	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.30,0.40,0.58,0.65)
PROJE 3 16b Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	Projenin iyi planlanmamış olması	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.03,0.08,0.17,0.22)
	Beklenmeyen aksilikler	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.30,0.40,0.58,0.65)
PROJE 4 16b Planlanan sürenin üzerine çıkma riski ki	Projenin iyi planlanmamış olması	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.01,0.04,0.10,0.15)
	Beklenmeyen aksilikler	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.30,0.40,0.58,0.65)
PROJE 5 16b Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	Projenin iyi planlanmamış olması	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.04,0.10,0.18,0.23)
	Beklenmeyen aksilikler	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.30,0.40,0.58,0.65)

Bulanık risk hesabı (R_n) çarpımının ardından denklem 5.8 kullanılarak 16b kriterinin bulanık risk değeri bulunmuş ve Çizelge 5.33 hazırlanmıştır. Proje değerlendirme modelinde tüm değerlendirmeler 100 üzerinden yapıldığı için, bulunan bulanık değer durulaştırılmış ve 100 ile çarpılarak risk puanı belirlenmiştir. Riskin yüksek olması,

proje açısından olumsuz karşılanacak bir durum olduğundan elde edilen risk değerleri, herhangi bir kriterden alınabilecek tam puan olan 100 birimden çıkarılarak kullanılmıştır (Çizelge 5.33).

Çizelge 5.33 : Durulaştırma ve risk puanının belirlenmesi (16b).

	Kriter	$\frac{\sum_{i=1}^n P_i x I_i}{\sum_{i=1}^n I_i}$	Durulaştırma (Mean-Max)	Duru Puan (100 α)	Kriter Puanı (100-100 α)
P1	16b Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	(0.39,0.52,0.67,0.74)	0.59	59	41
P2	16b Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	(0.39,0.52,0.67,0.74)	0.59	59	41
P3	16b Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	(0.39,0.52,0.67,0.74)	0.59	59	41
P4	16b Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	(0.57,0.65,0.76,0.80)	0.71	71	29
P5	16b Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	(0.34,0.47,0.66,0.73)	0.56	56	44

Kriter 16b için Proje 5'in puanı 44, Proje 1, 2 ve 3'ün puanı 41 puan ve Proje 4'ün puanı 29 olarak hesaplanmıştır.

5.2.2.3 (17a) Ticari riskler

Karar verici, kriter 17a için “Pazara çıkışın gecikmesi”, “Rekabet edebilir bir ikame ürünün pazara çıkması”, “Çok vizyoner bir ürünün pazara çıkması” ve “Değişime direnen müşteri” olmak üzere dört eşit ağırlıklı risk tanımlamıştır (Çizelge 5.34). Bunlardan ilki ürünün veya pazarlama çalışmalarının tamamlanmasını geciktirebilecek problemleri; ikincisi benzer bir ürünün daha önce ya da aynı dönemde pazara çıkması veya lansmanının yapılması riskini, üçüncüsü çok vizyoner bir ürünün daha önce yada aynı dönemde pazara çıkması veya lansmanının yapılması riskini, son olarak dördüncüsü ise değişimin getirdiği belirsizlikten veya müşteri tarafında çeşitli kademelerdeki fikir ayrılıklarından kaynaklanabilen riskleri ifade etmektedir. Bu dört risk grubu için karar verici sözel ifadeler ile gerçekleşme olasılığı P_n ve etki I_n değerlerini belirlemiş, bu sözel ifadelerin bulanık sayı karşılıkları kullanılarak $R_n = P_n \times I_n$ çarpımı elde edilmiştir (Çizelge 5.34).

Çizelge 5.34 : Bulanık risk hesaplama (17a).

Kriter	Riskler	Gerçekleşme Olasılığı (P_i)	Etkisi (I_i)	$R_n = P_i \times I_i$
PROJE 1 17a	Pazara çıkışın gecikmesi	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.00,0.01,0.03,0.05)
	Rekabet edebilir bir ikame ürünün pazara çıkması	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.04,0.10,0.18,0.23)
	Çok vizyoner bir ürünün pazara çıkması	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.86,0.96,1.00,1.00)
	Değişime direnen müşteri	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.52,0.61,0.85,0.94)
PROJE 2 17a	Pazara çıkışın gecikmesi	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.00,0.01,0.03,0.05)
	Rekabet edebilir bir ikame ürünün pazara çıkması	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.00,0.01,0.03,0.05)
	Çok vizyoner bir ürünün pazara çıkması	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.00,0.01,0.03,0.05)
	Değişime direnen müşteri	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.10,0.17,0.34,0.42)
PROJE 3 17a	Pazara çıkışın gecikmesi	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.00,0.01,0.03,0.05)
	Rekabet edebilir bir ikame ürünün pazara çıkması	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.01,0.04,0.10,0.15)
	Çok vizyoner bir ürünün pazara çıkması	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.86,0.96,1.00,1.00)
	Değişime direnen müşteri	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.00,0.01,0.03,0.05)
PROJE 4 17a	Pazara çıkışın gecikmesi	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.01,0.04,0.10,0.15)
	Rekabet edebilir bir ikame ürünün pazara çıkması	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.01,0.04,0.10,0.15)
	Çok vizyoner bir ürünün pazara çıkması	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.01,0.04,0.10,0.15)
	Değişime direnen müşteri	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.01,0.04,0.10,0.15)
PROJE 5 17a	Pazara çıkışın gecikmesi	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.03,0.08,0.17,0.22)
	Rekabet edebilir bir ikame ürünün pazara çıkması	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.72,0.78,0.92,0.97)	(0.03,0.08,0.17,0.22)
	Çok vizyoner bir ürünün pazara çıkması	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.00,0.01,0.03,0.05)
	Değişime direnen müşteri	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.30,0.40,0.58,0.65)

Bulanık risk hesabı (R_n) çarpımının ardından denklem 5.8 kullanılarak 17a kriterinin bulanık risk değeri bulunmuş ve Çizelge 5.35 hazırlanmıştır. Bulunan bulanık değer durulaştırılmış ve 100 ile çarpılarak risk puanı belirlenmiştir. Riskin yüksek olması, proje açısından olumsuz karşılanacak bir durum olduğundan elde edilen risk değerleri, herhangi bir kriterden alınabilecek tam puan olan 100 birimden çıkarılarak kullanılmıştır (Çizelge 5.35).

Çizelge 5.35 : Durulaştırma ve risk puanının belirlenmesi (17a).

Kriter	$\frac{\sum_{i=1}^n P_i x I_i}{\sum_{i=1}^n I_i}$	Durulaştırma (Mean-Max)	Duru Puan (100 α)	Kriter Puanı (100-100 α)
P1 17a Ticari riskler	(0.94,0.99,1.00,1.00)	0.99	99	1
P2 17a Ticari riskler	(0.27,0.34,0.52,0.61)	0.43	43	57
P3 17a Ticari riskler	(0.91,0.97,1.00,1.00)	0.99	99	1
P4 17a Ticari riskler	(0.07,0.19,0.38,0.49)	0.28	28	72
P5 17a Ticari riskler	(0.34,0.50,0.72,0.80)	0.61	61	39

Kriter 17a için Proje 4'ün puanı 72, Proje 2'nin puanı 57, Proje 5'in puanı 39, Proje 1 ve 3'ün puanı ise 1 olarak hesaplanmıştır.

5.2.2.4 (18a) Teknik başarısızlık riski

Karar verici kriter 18a için “Kullanılan teknolojiye bağlı problemler” ve “Personel kaynaklı riskler” olmak üzere eşit ağırlıklı iki risk tanımlamıştır (Çizelge 5.36). Bunlardan ilki geliştirme ortamı vb. sebepler ile ortaya çıkabilecek problemleri kapsamaktadır. İkincisi ise personelin teknik bilgi birikimi ve deneyimindeki eksikliklerden kaynaklanabilecek durumları ifade etmektedir. Bu iki risk grubu için karar verici sözel ifadeleri kullanarak gerçekleşme olasılığı P_n ve etki I_n değerlerini belirlemiş, bu sözel ifadelerin bulanık sayı karşılıkları kullanılarak $R_n = P_n \times I_n$ çarpımı elde edilmiştir (Çizelge 5.36).

Çizelge 5.36 : Bulanık risk hesaplama (18a).

	Kriter	Riskler	Gerçekleşme Olasılığı (P_i)	Etkisi (I_i)	$R_n = P_i \times I_i$
PROJE 1 18a	Teknik başarısızlık riski	Kullanılan teknolojiye bağlı problemler	(0.32,0.41,0.58,0.65)	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.30,0.40,0.58,0.65)
		Personel kaynaklı riskler	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.04,0.10,0.18,0.23)
PROJE 2 18a	Teknik başarısızlık riski	Kullanılan teknolojiye bağlı problemler	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.00,0.01,0.03,0.05)
		Personel kaynaklı riskler	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.04,0.10,0.18,0.23)
PROJE 3 18a	Teknik başarısızlık riski	Kullanılan teknolojiye bağlı problemler	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.04,0.10,0.18,0.23)
		Personel kaynaklı riskler	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.04,0.10,0.18,0.23)
PROJE 4 18a	Teknik başarısızlık riski	Kullanılan teknolojiye bağlı problemler	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.00,0.01,0.03,0.05)
		Personel kaynaklı riskler	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.04,0.10,0.18,0.23)
PROJE 5 18a	Teknik başarısızlık riski	Kullanılan teknolojiye bağlı problemler	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.04,0.10,0.18,0.23)
		Personel kaynaklı riskler	(0.04,0.10,0.18,0.23)	(0.93,0.98,1.00,1.00)	(0.04,0.10,0.18,0.23)

Bulanık risk hesabı (R_n) çarpımının ardından denklem 5.8 kullanılarak 18a kriterinin bulanık risk değeri bulunmuş ve Çizelge 5.37 hazırlanmıştır. Bulunan bulanık değer durulaştırılmış ve 100 ile çarpılarak risk puanı belirlenmiştir. Riskin yüksek olması, proje açısından olumsuz karşılanacak bir durum olduğundan elde edilen risk değerleri,

herhangi bir kriterden alınabilecek tam puan olan 100'den çıkarılarak kullanılmıştır (Çizelge 5.37).

Çizelge 5.37 : Durulaştırma ve risk puanının belirlenmesi (18a).

	Kriter	$\frac{\sum_{i=1}^n P_i x I_i}{\sum_{i=1}^n I_i}$	Durulaştırma (Mean-Max)	Duru Puan (100α)	Kriter Puanı (100-100α)
P1	18a Teknik başarısızlık riski	(0.33,0.46,0.66,0.73)	0.56	56	44
P2	18a Teknik başarısızlık riski	(0.04,0.11,0.21,0.27)	0.16	16	84
P3	18a Teknik başarısızlık riski	(0.07,0.19,0.33,0.41)	0.26	26	74
P4	18a Teknik başarısızlık riski	(0.04,0.11,0.21,0.27)	0.16	16	84
P5	18a Teknik başarısızlık riski	(0.07,0.19,0.33,0.41)	0.26	26	74

Kriter 18a için 1. Projenin 44 puan, 2. ve 4. Projelerin 84 puan, 3. ve 5. Projelerin ise 74 puan aldığı sonucuna ulaşılmıştır.

5.2.3 Karar ağacı analizi

Karar ağaçları özellikle veri madenciliğinde, coğrafi bilgi sistemlerinde, tıpta ve finansal analizlerde sıklıkla kullanılan bir karar verme yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Olayları, olasılıkları ve sonuçları ile birlikte görsel bir konseptte sunan karar ağacı analizi, bu tez kapsamında “12a-Pazarda başarılı olma fırsatı” kriteri için kullanılacaktır.

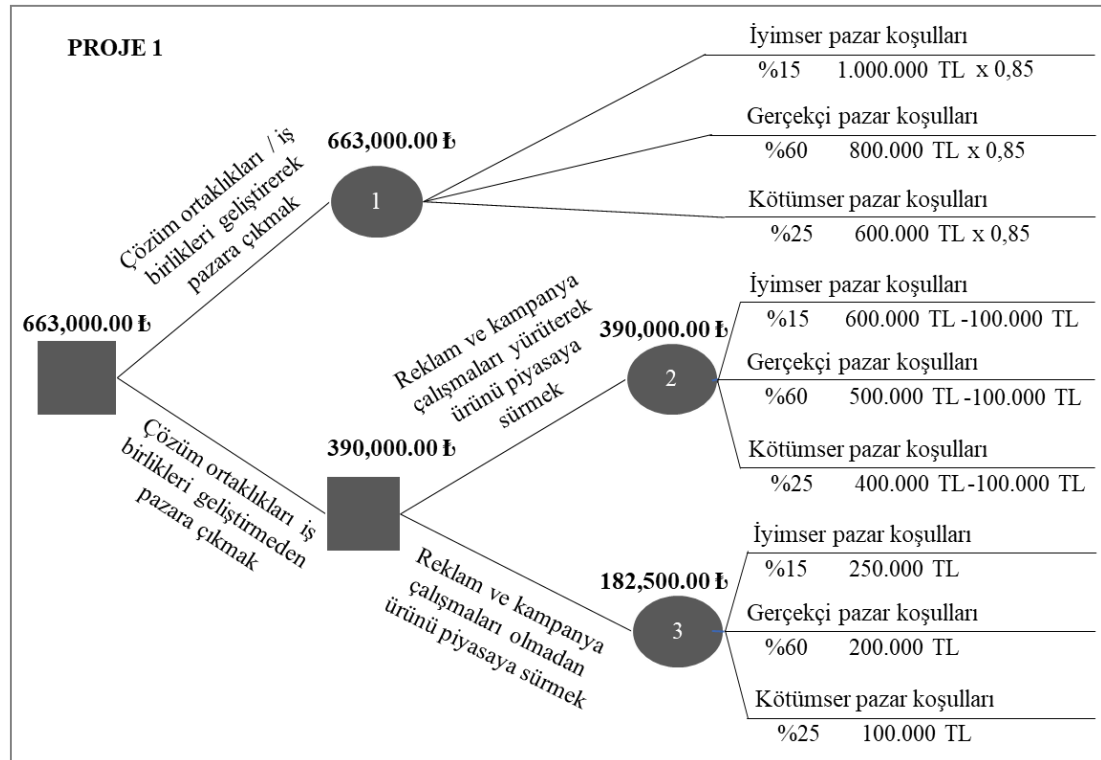
Karar ağacı kullanımının iki temel sebebi bulunmaktadır. Bunlardan ilki, karar ağacının finansal analizler için literatürde sıklıkla kullanılması ve başarılı sonuçlar alınmasıdır. İkincisi ise “7a-Yatırımın geri dönüş potansiyeli” kriteri için kullanılacak olası net bugünkü değer analizi ile sağladığı uyumdur. Böylece pazarda başarılı olma durumu ve geri dönüş potansiyeli bütünleşik olarak irdelenebilecektir. Her bir proje için ürün pazara sürüldükten sonraki 1 yıllık gelir tahminlerini baz alan pazar analizini ortaya koyan karar ağacı çalışması yapılarak başlık 5.2.3.1, 5.2.3.2, 5.2.3.3, 5.2.3.4 ve 5.2.3.5’te sunulmuştur.

Karar ağacı çalışmalarında “iyimser”, “gerçekçi” ve “kötümser” pazar koşulları ve bu pazar koşullarının gerçekleşme olasılıkları belirlenirken; karar vericinin bilgi birikimi ve uzmanlığı, şirketin geçmiş yıllarda gerçekleştirdiği projelerden elde ettiği deneyim ve proje geliştirme aşamasında gerçekleştirilen analizlerden yararlanılmıştır.

Karar ağacı analizlerinin proje puanına dönüştürülmesinde marjinal katkı oranı, $MKO = (getiri-maliyet)/getiri$ kullanılmıştır. Proje değerlendirme puanlarının 100 üzerinden olması sebebiyle MKO, 100 birim ile çarpılarak genelleştirilmiştir.

5.2.3.1 Proje 1

Karar verici, tüm projeler için öncelikle tek başına pazara çıkma seçeneğine karşı, çözüm ortağı veya iş birlikleri ile pazara çıkma seçeneğini değerlendirmektedir. Eğer pazara tek başına çıkar ise reklam ve/veya kampanya çalışmaları yapma ve yapmama seçeneklerini ele alacaktır. Alternatif seçenekte ise yol haritası, işbirliği yapılan firma ile ortak belirleneceği için dallanmaya gidilmemiştir. Burada önemli olan noktalar, karar vericinin karının ne kadarını paylaşmaya istekli olduğu ve bu kar paylaşımı sonucunda gelirden nasıl bir artış beklediğidir. Mevcut projeler özelinde değerlendirme yapıldığında; reklam ve kampanya çalışmalarının bazı durumlarda geliri arttıracacağı, bazı durumlarda ise önemli bir katkı sağlayamayacağı düşünülmektedir.



Şekil 5.2 : Proje 1 için karar ağacı analizi.

Proje 1 ele alındığında (Şekil 5.2), çözüm ortağı ve iş birliği geliştirme seçeneği için karar vericinin arzu ettiği ciro paylaşım oranı %15'tir. Bu paylaşım oranı karşılığında çeşitli iş ortakları ile beraber çalışmanın mümkün ve faydalı olabileceğine inanmaktadır.

Yapılan çalışmalara göre, %15 olasılıkla pazar koşullarının iyimser tahmine paralel gerçekleşeceği ve cironun 1 milyon TL bandında olacağı, %60 olasılıkla pazar koşullarının gerçekçi tahmine paralel gerçekleşeceği ve cironun 800 bin TL bandında olacağı, %25 olasılıkla ise pazar koşullarının kötümser tahmine paralel gerçekleşeceği ve cironun 600 bin TL bandında olacağı beklenmektedir.

Karar verici pazara tek başına çıkma seçeneğini ele aldığı, reklam ve kampanya çalışmaları ile ürünü piyasaya sürme veya bu çalışmalar olmadan piyasaya sürme seçenekleri söz konusu olmaktadır. Karar verici eğer 100 bin TL'lik reklam ve kampanya çalışmaları yürütülürse %15 olasılıkla pazar koşullarının iyimser tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 600 bin TL bandında olacağını, %60 olasılıkla pazar koşullarının gerçekçi tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 500 bin TL bandında olacağını, %25 olasılıkla ise pazar koşullarının kötümser tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 400 bin TL bandında olacağını düşünmektedir.

Öte yandan karar verici, eğer reklam ve kampanya çalışmaları yapılmazsa; %15 olasılıkla pazar koşullarının iyimser tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 250 bin TL bandında olacağını, %60 olasılıkla pazar koşullarının gerçekçi tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 200 bin TL bandında olacağını, %25 olasılıkla ise pazar koşullarının kötümser tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 100 bin TL bandında olacağını düşünmektedir.

Şekil 5.2'de sunulan analiz sonucuna göre Proje 1 için en yüksek getiri 663 bin TL olan çözüm ortaklıkları ve iş birlikleri geliştirerek pazara çıkma seçeneğindedir. Proje 1'in akıllı ev sistemi projesi olması sebebiyle, ürünün pazarlamasında inşaat şirketleri, yapı marketleri veya GSM operatörleri ile iş birlikleri veya çözüm ortaklıkları geliştirmek, ciro paylaşımını beraberinde getirmesine rağmen daha karlı görünmektedir.

Karar ağacı analizinin proje puanına dönüştürülmesi için marjinal katkı oranı hesabı,

$$MKO = (getiri - maliyet) / getiri$$

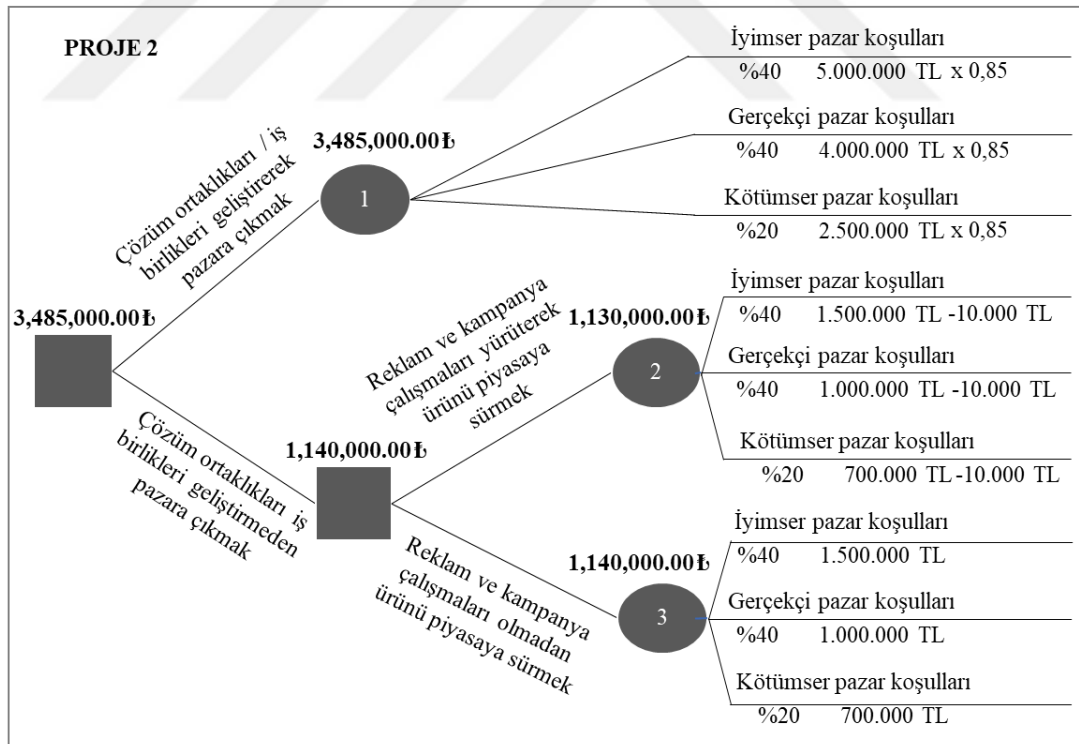
$$MKO = (663,000.00 \text{ ₺} - 350,000.00 \text{ ₺}) / 663,000.00 \text{ ₺}$$

MKO = 0.47'dir.

Proje 1 için MKO değeri 0.47 olarak hesaplanmış ve 100 ile çarpılarak proje 1 için değerlendirme puanı 47 olarak elde edilmiştir. Buradaki '*maliyet*' değeri Proje 1'in Çizelge 5.38'de yer alan araştırma ve geliştirme aşamalarındaki maliyetlerinin toplamıdır.

5.2.3.2 Proje 2

Proje 2 ele alındığında (Şekil 5.3), karar vericinin çözüm ortağı ve iş birliği geliştirme seçeneği için arzu ettiği ciro paylaşım oranı %15'tir. Yapılan çalışmalara göre bu senaryoda; %40 olasılıkla pazar koşullarının iyimser tahmine paralel gerçekleşmesi ve cironun 5 milyon TL bandında olması, %40 olasılıkla pazar koşullarının gerçekçi tahmine paralel gerçekleşmesi ve cironun 4 milyon TL bandında olması, %20 olasılıkla ise pazar koşullarının kötümser tahmine paralel gerçekleşmesi ve cironun 2,5 milyon TL bandında olması beklenmektedir.



Şekil 5.3 : Proje 2 için karar ağacı analizi.

Pazara tek başına çıkma dalı ele alındığında, reklam ve kampanya çalışmaları ile ürünü piyasaya sürme veya bu çalışmalar olmadan piyasaya sürme seçenekleri söz konusu olmaktadır. Karar verici eğer 10 bin TL'lik reklam ve kampanya çalışmaları

yürütülürse %40 olasılıkla pazar koşullarının iyimser tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 1,5 milyon TL bandında olacağını, %40 olasılıkla pazar koşullarının gerçekçi tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 1 milyon TL bandında olacağını, %20 olasılıkla ise pazar koşullarının kötümser tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 700 bin TL bandında olacağını düşünmektedir.

Öte yandan karar verici reklam ve kampanya çalışmaları yapılma ve yapılmama durumlarında benzer pazar koşullarının oluşacağına inanmaktadır. Bunun sebebi söz konusu projenin oldukça spesifik bir B2B (business-to-business) projesi olması nedeniyle, karar vericinin profesyonel bağlantılar yoluyla ve ürünün kalitesi sayesinde satışların gerçekleşeceğine inanmasıdır. Hedef kitleye reklam ve kampanyalar yoluyla ulaşmanın pek mümkün olmadığı ancak 10.000 TL'lik bir bütçe ayırarak hediye ürünler dağıtılabileceği veya çeşitli durumlarda sponsor olarak prestij açısından projeye fayda sağlanabileceği düşünülmektedir.

Analiz sonucuna göre Proje 2 için en yüksek getiri 3 milyon 485 bin TL olan çözüm ortaklıkları ve iş birlikleri geliştirerek pazara çıkma seçeneğindedir. Proje 2'nin oldukça teknik bir B2B projesi olması sebebiyle, ürünün pazarlamasında iş birlikleri veya çözüm ortaklıkları geliştirme seçeneği, %15 ciro paylaşımını beraberinde getirmesine rağmen daha karlı görünmektedir.

Karar ağacı analizinin proje puanına dönüştürülmesi için marjinal katkı oranı;

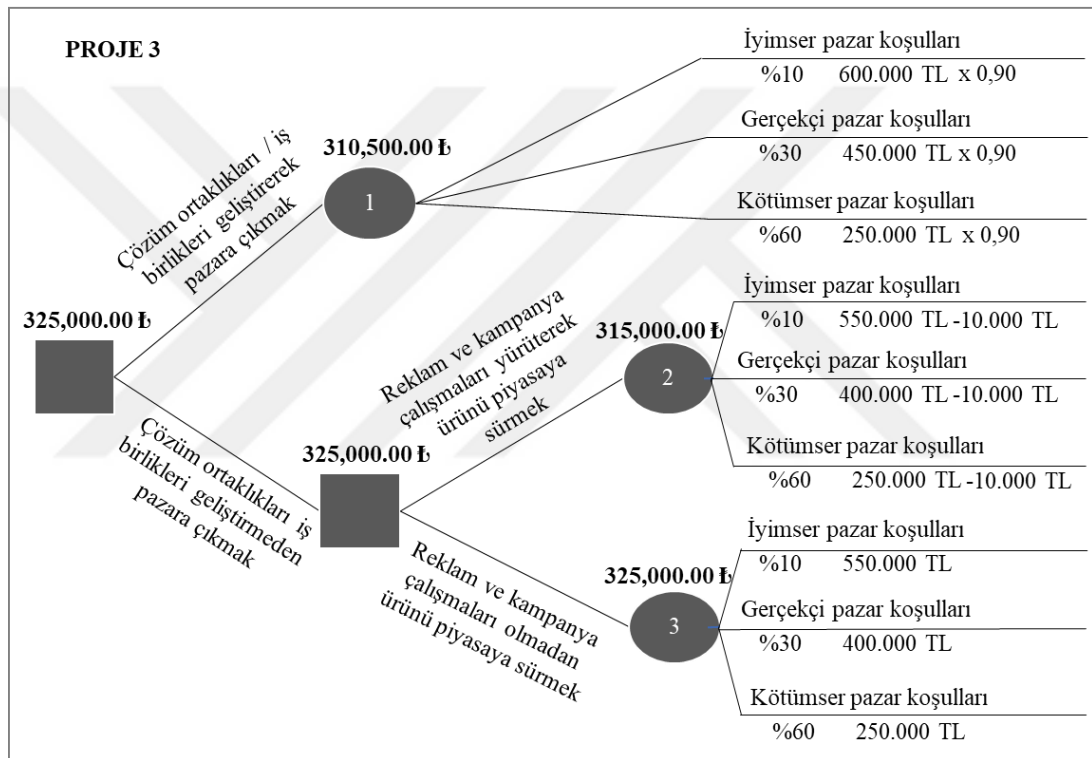
$$\text{MKO} = (3,485,000.00 \text{ ₺} - 1,100,000.00 \text{ ₺}) / 3,485,000.00 \text{ ₺} = 0.68 \text{ 'dir.}$$

Proje 2 için MKO değeri 0.68 olarak hesaplanmış ve 100 ile çarpılarak Proje 2 için değerlendirme puanı 68 olarak elde edilmiştir. Buradaki '*maliyet*' değeri Proje 2'nin Çizelge 5.39'da yer alan araştırma ve geliştirme aşamalarındaki maliyetlerinin toplamıdır.

5.2.3.3 Proje 3

Proje 3 ele alındığında (Şekil 5.4), karar vericinin çözüm ortağı ve iş birliği geliştirme seçeneği için arzu ettiği ciro paylaşım oranı %10'dur. Oranın diğer projelere göre düşük olmasının sebebi karar vericinin iş ortaklığının bu proje için diğer projeler büyük bir katma değer yaratmayacağına inanması ve ürünün hedef kitlesinde anlamlı bir genişleme yaratamayacağını düşünmesidir.

Yapılan çalışmalara göre bu senaryoda; %10 olasılıkla pazar koşullarının iyimser tahmine paralel gerçekleşmesi ve cironun 600 bin TL bandında olması, %30 olasılıkla pazar koşullarının gerçekçi tahmine paralel gerçekleşmesi ve cironun 450 bin TL bandında olması, %60 olasılıkla ise pazar koşullarının kötümser tahmine paralel gerçekleşmesi ve cironun 250 bin TL bandında olması beklenmektedir. Mobil uygulama geliştirme alanında büyük oyuncuların yanı sıra sektörde çok fazla küçük oyuncu bulunması, sektöre girişin kolay olması ve başlangıç yatırımı düşük bir girişimcilik alanı olması sebebiyle karar verici, kötümser senaryo olasılığını %60 gibi büyük bir oran olarak belirlemiştir.



Şekil 5.4 : Proje 3 için karar ağacı analizi.

Karar verici eğer 10 bin TL’lik reklam ve kampanya çalışmaları yürütülürse %10 olasılıkla pazar koşullarının iyimser tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 550 bin TL bandında olacağını, %30 olasılıkla pazar koşullarının gerçekçi tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 400 bin TL bandında olacağını, %60 olasılıkla ise Pazar koşullarının kötümser tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 250 bin TL bandında olacağını düşünmektedir.

Öte yandan karar verici reklam ve kampanya çalışmaları yapılmama durumu için de benzer pazar koşullarının oluşacağına inanmaktadır. Bunun sebebi söz konusu

projenin B2B projesi olması sebebiyle, karar vericinin profesyonel bağlantılar yoluyla ve ürünün özellikleri sayesinde satışların gerçekleşeceğine inanmasıdır. Hedef kitleye reklam ve kampanyalar yoluyla ulaşmanın satışların artışında etkili olmayacağı, ancak 10.000 TL’lik bir bütçe ayırarak hediye ürünler dağıtılabileceği veya çeşitli durumlarda sponsor olarak prestij açısından projeye fayda sağlanabileceği düşünülmektedir.

Analiz sonucuna göre Proje 3 için en yüksek getiri 325 bin TL olan çözüm ortağı veya iş birliği yapılmadan ve reklam ya da kampanya çalışmaları olmadan ürünü piyasaya sürme seçeneğindedir.

Karar ağacı analizinin proje puanına dönüştürülmesi için marjinal katkı oranı;

$$\text{MKO} = (325,000.00 \text{ ₺} - 150,000.00 \text{ ₺}) / 325,000.00 \text{ ₺} = 0.54 \text{’t}{\ddot{u}}r.$$

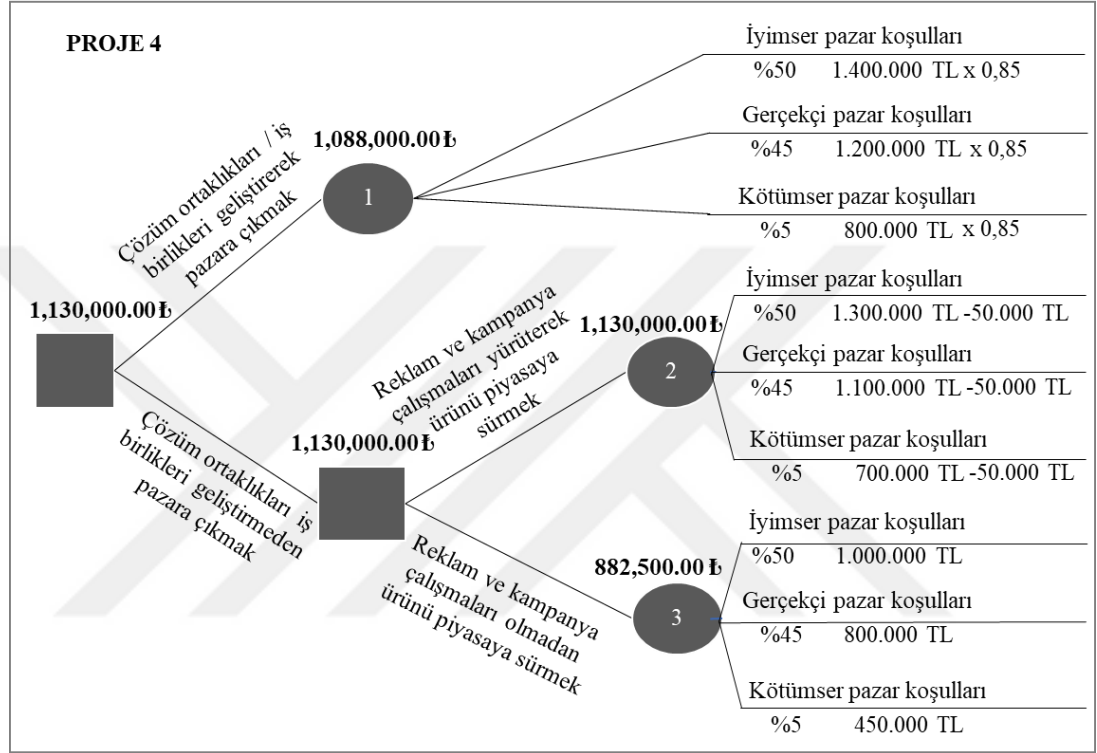
Proje 3 için MKO değeri 0.54 olarak hesaplanmış ve 100 ile çarpılarak Proje 3 için değerlendirme puanı 54 olarak elde edilmiştir. Buradaki ‘*maliyet*’ değeri Proje 3’ün Çizelge 5.40’ta yer alan araştırma ve geliştirme aşamalarındaki maliyetlerinin toplamıdır.

5.2.3.4 Proje 4

Proje 4 ele alındığında (Şekil 5.5), karar vericinin çözüm ortağı ve iş birliği geliştirme seçeneği için arzu ettiği ciro paylaşım oranının %15 olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalara göre bu senaryoda %50 olasılıkla pazar koşullarının iyimser tahmine paralel gerçekleşmesi ve cironun 1,4 milyon TL bandında olması, %45 olasılıkla pazar koşullarının gerçekçi tahmine paralel gerçekleşmesi ve cironun 1,2 milyon TL bandında olması, %5 olasılıkla ise pazar koşullarının kötümser tahmine paralel gerçekleşmesi ve cironun 800 bin TL bandında olması beklenmektedir.

Pazara tek başına çıkma düğümünde, reklam ve kampanya çalışmaları ile ürünü piyasaya sürme veya bu çalışmalar olmadan piyasaya sürme seçenekleri ele alınmaktadır. Karar verici eğer 50 bin TL’lik reklam ve kampanya çalışmaları yürütülürse %50 olasılıkla pazar koşullarının iyimser tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 1,3 milyon TL bandında olacağını, %45 olasılıkla pazar koşullarının gerçekçi tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 1,1 milyon TL bandında olacağını, %5 olasılıkla ise pazar koşullarının kötümser tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 700 bin TL bandında olacağını düşünmektedir.

Öte yandan eğer reklam ve kampanya çalışmaları yapılmazsa; %50 olasılıkla pazar koşullarının iyimser tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 1 milyon TL bandında olacağını, %45 olasılıkla pazar koşullarının gerçekçi tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 800 bin TL bandında olacağını, %5 olasılıkla ise pazar koşullarının kötümser tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 450 bin TL bandında olacağını düşünmektedir.



Şekil 5.5 : Proje 4 için karar ağacı analizi.

Analiz sonucuna göre Proje 4 için en yüksek getiri 1 milyon 130 bin TL olan reklam ve kampanya çalışmaları yürüterek ürünü piyasaya sürme seçeneğindedir. Nodlar arasındaki gelir farklılığının diğer projelere oranla yüksek olmamasının sebebi, karar vericinin projenin halihazırda istekli bir hedef kitlesinin bulunduğuna dair ön araştırmasıdır. Yaptığı araştırmalar ve çalışmalar sebebiyle karar verici, hangi şekilde pazarlama yapılırsa yapılsın uygun bir fiyat politikası belirlenmesi şartıyla, ürüne ihtiyacı olan kitlenin ürünü satın alacağı inancındadır.

Karar ağacı analizinin proje puanına dönüştürülmesi için marjinal katkı oranı;

$$MKO = (1,130,000.00 \text{ ₺} - 550,000.00 \text{ ₺}) / 1,130,000.00 \text{ ₺} = 0.51 \text{ 'dir.}$$

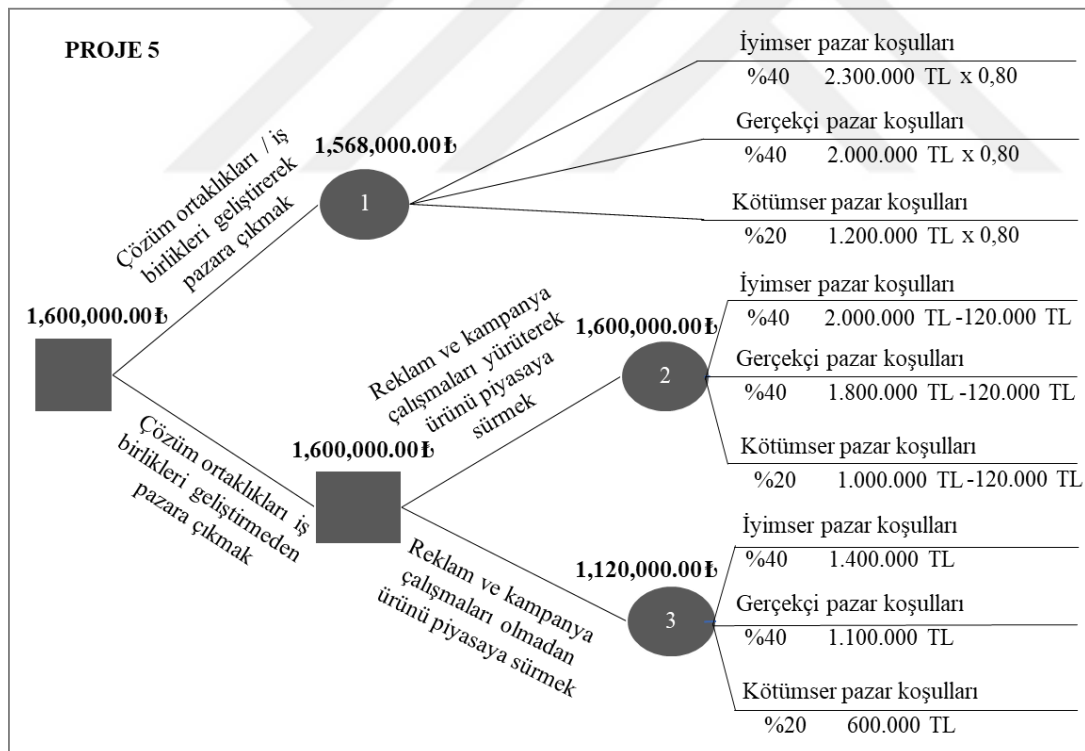
Proje 4 için MKO değeri 0.51 olarak hesaplanmış ve 100 ile çarpılarak Proje 4 için değerlendirme puanı 51 olarak elde edilmiştir. Buradaki 'maliyet' değeri Proje 4'ün

Çizelge 5.41’de yer alan araştırma ve geliştirme aşamalarındaki maliyetlerinin toplamıdır.

5.2.3.5 Proje 5

Proje 5 ele alındığında (Şekil 5.6), karar vericinin çözüm ortağı ve iş birliği geliştirme seçeneği için arzu ettiği ciro paylaşım oranının %20 olduğu görülmektedir. Bu oranın diğer projelere göre daha yüksek olmasının sebebi, otel sektörüne yönelik geliştirilen bu uygulamanın uluslararası piyasaya sürülecek olması ve güçlü bir iş ortağı bulabilmek için karar vericinin cirodan daha fazla pay vermeyi kabul etmesidir.

Yapılan çalışmalara bu senaryoda %40 olasılıkla pazar koşullarının iyimser tahmine paralel gerçekleşmesi ve cironun 2,3 milyon TL bandında olması, %40 olasılıkla pazar koşullarının gerçekçi tahmine paralel gerçekleşmesi ve cironun 2 milyon TL bandında olması, %20 olasılıkla ise pazar koşullarının kötümser tahmine paralel gerçekleşmesi ve cironun 1,2 milyon TL bandında olması beklenmektedir.



Şekil 5.6 : Proje 5 için karar ağacı analizi.

Karar verici eğer 120 bin TL’lik reklam ve kampanya çalışmaları yürütülürse %40 olasılıkla pazar koşullarının iyimser tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 2 milyon TL bandında olacağını, %40 olasılıkla pazar koşullarının gerçekçi tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 1,8 milyon TL bandında olacağını, %20 olasılıkla

ise pazar koşullarının kötümser tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 1 milyon TL bandında olacağını düşünmektedir. Bu projede karar vericinin reklam bütçesini yüksek tutma sebebi, reklam çalışmalarının farklı dillerde ve farklı kültürlerle özgü yürütülmesini faydalı görmesi ve buna göre bütçe planlamasıdır.

Öte yandan eğer reklam ve kampanya çalışmaları yapılmazsa; %40 olasılıkla pazar koşullarının iyimser tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 1,4 milyon TL bandında olacağını, %40 olasılıkla pazar koşullarının gerçekçi tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 1,1 milyon TL bandında olacağını, %20 olasılıkla ise pazar koşullarının kötümser tahmine paralel gerçekleşeceğini ve cironun 600 bin TL bandında olacağını düşünmektedir.

Analiz sonucuna göre Proje 5 için en yüksek getiri 1 milyon 600 bin TL olan reklam ve kampanya çalışmaları yürüterek ürünü piyasaya sürme yani nod 2 seçeneğinde olmasına rağmen, nod 1 ve nod 2 arasındaki gelir farkı karar vericinin yorumuna göre stratejik bakımdan ele alındığında çok yüksek değildir. Bu nedenle iyi bir iş ortağı olması durumunda karar verici bu seçeneğe de yönelebileceğini dile getirmiştir. Bu çalışma kapsamında ise matematiksel olarak büyük olan nod 2 seçeneği üzerinden devam edilecektir.

Karar ağacı analizinin proje puanına dönüştürülmesi için marjinal katkı oranı;

$$MKO = (1,600,000.00 \text{ ₺} - 600,000.00 \text{ ₺}) / 1,600,000.00 \text{ ₺} = 0.63 \text{’tür.}$$

Proje 5 için MKO değeri 0.63 olarak hesaplanmış ve 100 ile çarpılarak Proje 5 için değerlendirme puanı 63 olarak elde edilmiştir. Buradaki ‘*maliyet*’ değeri Proje 5’in Çizelge 5.42’de yer alan araştırma ve geliştirme aşamalarındaki maliyetlerinin toplamıdır.

5.2.4 Olası net bugünkü değer analizi

“7a-Yatırımın geri dönüş potansiyeli” kriterinin değerlendirilmesinde ONBD hesabının kullanımı tercih edilmiştir. Olası net bugünkü değer analizinin temelinde NBD ve karar ağacı analizinin birleştirilmesi yatmaktadır. Bu sebeple ONBD analizindeki son aşamayı oluşturan “pazar” durumunun değerlendirilmesini işaret eden ‘12a-Pazarda başarılı olma fırsatı’ kriterinin incelenmesinde karar ağacı yöntemi kullanılmış ve bu çalışmadan gelen veriler ONBD’nin son aşamasında bütünleşik olarak incelenmiştir.

Olası net bugünkü değer hesabı; bir projenin temel aşamalarına dair başarı olasılıkları (P_s), nakit akışları (C_s) ve süre bilgisinin (T) bir fonksiyonu olarak hesaplanmaktadır. Bu hesaplamada bir risksiz oran (RFR: Risk-free rate) göz önünde bulundurulur. Tez kapsamında ele alınan beş projenin ortalama süresi 2 yıldır, bu sebeple risksiz oran olarak 2 yıllık devlet tahvili faizi oranı uygun görülmüştür. Söz konusu iki yıllık devlet tahvili faiz oranı belirlenirken 2016-2017 yıllarındaki devlet tahvili faiz oranlarının yaklaşık ortalaması olan %12 oranı tercih edilmiştir. Projelerin; araştırma, geliştirme ve pazar olarak 3 aşamada ele alınması uygun görülmüş ve olası net bugünkü değer hesabı için gerekli veriler toplanmıştır.

Olası net bugünkü değer hesabı için;

- i. Öncelikle s adet aşamadan oluşan bir projenin herhangi bir aşaması için başarılı olma olasılığı olan P_s değeri kullanılarak her bir aşamaya ulaşmak için gerekli toplam olasılık değeri ($P'_{s-1} = P_0 \times P_1 \times \dots \times P_{s-1}$) ve projenin o aşamada son bulma ($Q_s = P'_{s-1} \times (1 - P_s)$) olasılığı hesaplanır.
- ii. Risksiz oran (RFR) kullanılarak iskonto faktörü ($F = 1 + RFR$) bulunur.
- iii. Nakit akışı C_s ile iskonto faktörü F kullanılarak iskontolu nakit akışı ($DCF_s = C_s / F^T$) hesaplanır.
- iv. Bir projenin olası net bugünkü değeri, projenin tüm aşamalarındaki iskontolu nakit akışlarının, projenin o aşamada son bulma olasılığı ile çarpımlarının toplanması ($Q_1 \times DCF_1 + Q_2 \times DCF_2 + \dots + Q_s \times DCF_s$) ile bulunur.

Tüm projeler için olası net bugünkü değer hesaplaması yapılarak Çizelge 5.38, Çizelge 5.39, Çizelge 5.40, Çizelge 5.41 ve Çizelge 5.42’de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre olası net bugünkü değer Proje 1 için 1,011,459.82 ₺, Proje 2 için 5,920,355.16 ₺, Proje 3 için 288,544.02 ₺, Proje 4 için 1,017,500.34 ₺ ve Proje 5 için 2,458,217.09 ₺ olarak hesaplanmıştır.

Bir projenin 7a kriteri için performansı, o projenin araştırma ve geliştirme aşamalarındaki maliyetlerinin iskontolu nakit akışlarının toplamı ile projenin olası net bugünkü değerinin oranıdır. Buna göre, 7a kriteri için Proje 2’nin performans puanı 85, Proje 5’in performans puanı 80, Proje 1’in performans puanı 70, Proje 4’ün performans puanı 53 ve Proje 3’ün performans puanı 52 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.38 : Proje 1 için ONBD analizi.

	Araştırma	Geliştirme	Pazar		
			İyimser	Gerçekçi	Kötümser
Aşama kodu	1	2	3a	3b	3c
Aşamanın koşullu başarı olasılığı	0.8	0.9	0.15	0.6	0.25
Aşamaya ulaşmak için toplam olasılık	1	0.8	0.72	0.72	0.72
Aşamaya gelme ve bu aşamada sonlanma olasılığı	0.2	0.08	0.612	0.288	0.54
Nakit akışı (TL)	-50,000.00 ₺	-300,000.00 ₺	1,000,000.00 ₺	800,000.00 ₺	600,000.00 ₺
Süre (yıl)	0.25	1.5	1	1	1
Risksiz oran	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
İskonto faktörü	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
İskontolu nakit akışı	- 48,603.27 ₺	- 253,101.21 ₺	892,857.14 ₺	714,285.71 ₺	535,714.29 ₺
Her aşamanın olası iskontolu nakit akışı	- 9,720.65 ₺	- 20,248.10 ₺	546,428.57 ₺	205,714.29 ₺	289,285.71 ₺
ONBD:	1,011,459.82₺	Projenin 7a kriteri için performans puanı: 100x[(DCF1+DCF2)/ONBD]			70

Çizelge 5.39 : Proje 2 için ONBD analizi.

	Araştırma	Geliştirme	Pazar		
			İyimser	Gerçekçi	Kötümser
Aşama kodu	1	2	3a	3b	3c
Aşamanın koşullu başarı olasılığı	0.95	0.95	0.4	0.4	0.2
Aşamaya ulaşmak için toplam olasılık	1	0.95	0.9025	0.9025	0.9025
Aşamaya gelme ve bu aşamada sonlanma olasılığı	0.05	0.0475	0.5415	0.5415	0.722
Nakit akışı (TL)	-100,000.00 ₺	-1,000,000.00 ₺	5,000,000.00 ₺	4,000,000.00 ₺	2,500,000.00 ₺
Süre (yıl)	0.5	2	1	1	1
Risksiz oran	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
İskonto faktörü	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
İskontolu nakit akışı	-94,491.12 ₺	-797,193.88 ₺	4,464,285.71 ₺	3,571,428.57 ₺	2,232,142.86 ₺
Her aşamanın olası iskontolu nakit akışı	-4,724.56 ₺	-37,866.71 ₺	2,417,410.71 ₺	1,933,928.57 ₺	1,611,607.14 ₺
ONBD:	5,920,355.16 ₺	Projenin 7a kriteri için performans puanı: 100x[(DCF1+DCF2)/ONBD]			85

Çizelge 5.40 : Proje 3 için ONBD analizi.

	Araştırma	Geliştirme	Pazar		
			İyimser	Gerçekçi	Kötümser
Aşama kodu	1	2	3a	3b	3c
Aşamanın koşullu başarı olasılığı	0.95	0.95	0.4	0.4	0.2
Aşamaya ulaşmak için toplam olasılık	1	0.95	0.9025	0.9025	0.9025
Aşamaya gelme ve bu aşamada sonlanma olasılığı	0.05	0.0475	0.5415	0.5415	0.722
Nakit akışı (TL)	-100,000.00 ₺	-1,000,000.00 ₺	5,000,000.00 ₺	4,000,000.00 ₺	2,500,000.00 ₺
Süre (yıl)	0.5	2	1	1	1
Risksiz oran	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
İskonto faktörü	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
İskontolu nakit akışı	-94,491.12 ₺	-797,193.88 ₺	4,464,285.71 ₺	3,571,428.57 ₺	2,232,142.86 ₺
Her aşamanın olası iskontolu nakit akışı	-4,724.56 ₺	-37,866.71 ₺	2,417,410.71 ₺	1,933,928.57 ₺	1,611,607.14 ₺
ONBD:	₺288,544.02	Projenin 7a kriteri için performans puanı:			52
		100x[(DCF1+DCF2)/ONBD]			

Çizelge 5.41 : Proje 4 için ONBD analizi.

	Araştırma	Geliştirme	Pazar		
			İyimser	Gerçekçi	Kötümser
Aşama kodu	1	2	3a	3b	3c
Aşamanın koşullu başarı olasılığı	0.8	0.8	0.5	0.45	0.05
Aşamaya ulaşmak için toplam olasılık	1	0.8	0.64	0.64	0.64
Aşamaya gelme ve bu aşamada sonlanma olasılığı	0.2	0.16	0.32	0.352	0.608
Nakit akışı (TL)	-100,000.00 ₺	-450,000.00 ₺	1,300,000.00 ₺	1,100,000.00 ₺	700,000.00 ₺
Süre (yıl)	0.5	1.5	1	1	1
Risksiz oran	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
İskonto faktörü	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
İskontolu nakit akışı	-94,491.12 ₺	-379,651.81 ₺	1,160,714.29 ₺	982,142.86 ₺	625,000.00 ₺
Her aşamanın olası iskontolu nakit akışı	-18,898.22 ₺	-60,744.29 ₺	371,428.57 ₺	345,714.29 ₺	380,000.00 ₺
ONBD:	1,017,500.34 ₺	Projenin 7a kriteri için performans puanı:			53
		100x[(DCF1+DCF2)/ONBD]			

Çizelge 5.42 : Proje 5 için ONBD analizi.

	Araştırma	Geliştirme	Pazar		
			İyimser	Gerçekçi	Kötümser
Aşama kodu	1	2	3a	3b	3c
Aşamanın koşullu başarı olasılığı	0.95	0.95	0.4	0.4	0.2
Aşamaya ulaşmak için toplam olasılık	1	0.95	0.9025	0.9025	0.9025
Aşamaya gelme ve bu aşamada sonlanma olasılığı	0.05	0.0475	0.5415	0.5415	0.722
Nakit akışı (TL)	-100,000.00 ₺	-500,000.00 ₺	2,000,000.00 ₺	1,800,000.00 ₺	1,000,000.00 ₺
Süre (yıl)	0.5	2	1	1	1
Risksiz oran	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
İskonto faktörü	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
İskontolu nakit akışı	-94,491.12 ₺	-398,596.94 ₺	1,785,714.29 ₺	1,607,142.86 ₺	892,857.14 ₺
Her aşamanın olası iskontolu nakit akışı	-4,724.56 ₺	-18,933.35 ₺	966,964.29 ₺	870,267.86 ₺	644,642.86 ₺
ONBD:		2,458,217.09 ₺	Projenin 7a kriteri için performans puanı:		80
			100x[(DCF1+DCF2)/ONBD]		

5.2.5 Derecelendirme

AR-GE projelerine dair yapılan (fizibilite, araştırma, projelendirme vb.) çalışmalar ve ortaya konan veriler ışığında, karar vericinin bilgi birikimi ve deneyimi ile yorumlanabilmesi mümkün kriterler olan 1a, 1b, 2a, 2b, 2c, 3a, 4a, 4b, 5a, 5b, 7b, 8a, 9a, 9b, 9c, 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c, 11d, 12b, 13a, 13b, 14a, 14b, 14c, 15a, 15b için, karar vericinin değerlendirmesini doğrudan ortaya koyan derecelendirme yönteminin kullanılması tercih edilmiştir.

Karar verici tüm projelere ilgili kriterler için 0-100 skalasında (0 ve 100 dahil) bir puan vererek değerlendirmeyi gerçekleştirmiştir. Sonuçlar Çizelge 5.43'te verilmektedir. Buradaki kriter önemleri, daha önce Çizelge 5.1'de listelenmiş ve uzman görüşleri doğrultusunda AAS ile bulunmuştur.

5.3 Global Proje Performanslarının Eldesi

Projelerin her bir kriter için uygun değerlendirme yöntemi ile elde edilen performansları, AAS ile elde edilen kriter önemleri ile çarpılmış ve global proje performansları elde edilmiştir (Çizelge 5.43). Buna göre Proje 5'in puanı 84.56, Proje 3'ün puanı 73.58, Proje 4'ün puanı 73.53 Proje 2'nin puanı 72.88 ve Proje 1'in puanı 52.20'dir.

Çizelge 5.43 : Global proje performanslarının eldesi.

Ana kriter	Kriter	#	Kriter önemi	Proje 1	Proje 2	Proje 3	Proje 4	Proje 5
Çıktılar	Bilgiye, inovasyona ve paydaşlara sunulan katkılar	1a	% 2,0306	50	30	100	80	75
		1b	% 2,2869	60	60	75	80	90
		1c	% 6,6812	29	51	69	57	92
	Kurum içi katkılar	2a	% 6,2248	50	85	75	70	90
		2b	% 7,7645	60	85	75	75	85
		2c	% 2,0406	65	50	90	75	90
Fikri/mülki haklar	Üniversite-sanayi iş birliğine sunulan katkılar	3a	% 1,3137	50	50	100	100	100
	Fikri/mülki haklarının korunabilme potansiyeli ve rekabet durumu	4a	% 2,2167	70	50	75	60	80
		4b	% 1,1821	85	85	75	85	85
Finans	Maliyet planı	5a	% 1,9462	100	100	100	100	100
		5b	% 1,7202	100	100	100	100	100
	Fonlanma potansiyeli	6a	% 3,5674	60	60	60	80	43
		6b	% 4,9305	14	58	69	46	99
	Yatırımın geri dönüşü	7a	% 2,2402	70	85	52	53	80
		7b	% 0,2336	25	100	50	50	75
İnsan kaynağı	Projenin insan kaynağına katkısı	8a	% 4,1408	75	50	100	85	100
	İnsan kaynağının projedeki önemi	9a	% 1,6436	80	80	80	80	80
		9b	% 5,8639	80	80	80	80	90
		9c	% 0,1598	100	100	100	100	100
Kurum stratejisi	Kuruma uygunluğu	10a	% 1,6446	80	50	100	75	100
		10b	% 6,3526	10	100	80	80	100
		10c	% 3,8257	10	50	75	75	100
	Paydaşlara uygunluğu	11a	% 0,7153	100	100	100	100	100
		11b	% 0,2880	100	100	100	100	100
		11c	% 2,5269	100	100	100	100	100
		11d	% 0,3795	100	100	100	100	100
Pazar	Başarı olasılığı	12a	% 5,6771	47	68	54	51	63
		12b	% 0,7389	80	50	90	50	75
	Pazar koşulları	13a	% 0,8657	50	50	50	50	100
		13b	% 2,4615	25	100	50	75	100
Proje yürütme	Yönetim ve çizelgeleme	14a	% 0,3611	100	100	100	100	100
		14b	% 0,6487	100	100	100	100	100
		14c	% 1,8778	100	100	100	100	100
Regülasyonlar	Regülasyonlar, yaptırımlar ve engeller	15a	% 0,7879	100	100	100	100	100
		15b	% 2,4601	25	100	60	100	100
Risk	Finansal	16a	% 2,2804	41	73	41	65	9
		16b	% 2,7163	41	41	41	29	44
	Ticari	17a	% 2,3477	1	57	1	72	39
	Teknik	18a	% 2,8569	44	84	74	84	74
Global Proje Performansları				52.20	72.88	73.58	73.53	84.56

6. PROJE PORTFÖYÜ OPTİMİZASYONU

6.1 Problemin Tanımlanması

Karar verici ile yapılan görüşmelerde, birden fazla amacın söz konusu olduğu görülmüş ve yapılan fikir alışverişi sonucunda probleme en uygun optimizasyon modelinin amaçların ağırlıklandırıldığı öncelikli hedef programlama (pre-emptive goal programming by weighting the objective) olduğuna karar verilmiştir. Karar vericiden alınan bilgiler ve mevcut veriler doğrultusunda oluşturulan modelin hedef ve kısıtları aşağıda maddeler halinde sunulmaktadır.

Hedef 1 (Kısıt 1): Firma için önceliği en yüksek hedef, projeler için harcanan her bir ay karşılığında elde edilecek olası net bugünkü değerin 250.000 \$'ın üzerinde olmasıdır. Bu nedenle her bir proje için, proje değerlendirme sürecinde 'Yatırımın geri dönüş potansiyeli' (7a) kriteri kapsamında hesaplanan projenin olası net bugünkü değeri, proje süresine bölünmüş ve projeler için harcanan her bir ay karşılığında elde edilecek olası net bugünkü değer hesaplanmıştır.

Hedef 2 (Kısıt 2): Karar verici tarafından belirlenen ikincil öncelikli hedef yapılacak projelerin, global proje performanslarının ortalamasının 70 ve üzeri olmasıdır. Burada karar verici dengeli bir proje portföyü elde etmek için ortalama performansın 70 ve üzerinde kalmasını arzu etmektedir. Böylece performansı düşük herhangi bir projenin portföyde bulunması durumunda, performansı yüksek projeler ile 70 puanlık ortalama değerinin üzerinde kalınması ve portföyün dengelenmesi amaçlanmıştır.

Hedef 3 (Kısıt 3): Üçüncül öncelikli hedef gerçekleştirilecek olan projelerin fonlanma potansiyeli ortalamasının 70 puan ve üzerinde kalması olarak belirlenmiştir. Hedef programlama modelinde kullanılacak olan "fonlanma potansiyeli" değerleri proje değerlendirme sürecinde Bulanık TOPSIS ile incelenen "AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli" (6a) kriterinden gelmektedir.

Hedef 4 (Kısıt 4): Projelere atanabilecek yazılım geliştirici (software developer) sayısının en çok 8 olmasıdır. Mevcut durumda yakın zamanda projeleri bitecek olan 8 yazılım geliştirici bulunmaktadır. Büyüme hedefleri doğrultusunda gelecekte

istihdamı muhtemel geliştiricilerin yetiştirilmeye başlanacak olması nedeniyle, firma yazılım geliştirici unvanında yeni personel alımına sıcak bakmaktadır. Bu nedenle 8'den daha fazla yazılım geliştirici olacak şekilde proje seçimi yapılabilmesi mümkündür. Bununla birlikte, mevcut yazılım geliştirici personelin tamamının da projelere atanıyor olması arzu edilmektedir. Diğer unvanlardaki personeller ile ilgili ise işe alım söz konusu değildir.

Kısıt 5-6: Projelerde çalışacak kilit personellere ait kısıtlardır. Firmada yakın zamanda mevcut projeleri bitecek olan veya ekibe yeni katılacak olan (halihazırda işe alımı yapılmış) 4 proje yöneticisi (project manager) ve 4 tasarım uzmanı (designer) bulunmaktadır. Proje yöneticisi (kısıt 5) sayısının büyüme planlarına paralel olması, pahalı bir kaynak olması ve yer alacağı uygun bir proje bulunmadığında firmanın finansal yönetimi açısından olumsuz etki yaratması nedeniyle, yeni istihdam fikrine sıcak bakılmamaktadır. Öte yandan mevcut tasarım uzmanı sayısı da (kısıt 6) firmanın büyüme planları ile uyumludur. Yeni tasarım uzmanı istihdamına sıcak bakılmamasının bir sebebi de, tasarım ihtiyacının çeşitli durumlarda dış kaynak ile karşılanmasının mümkün olabilmesidir.

Kısıt 7-8-9: Devam eden projeler göz önünde bulundurulduğunda şirket önümüzdeki 3 yıl boyunca yıllık 800.000 \$'lık bütçesini yeni başlayacağı projeler için ayırmayı planlamaktadır. Kısıt 7 ilk yılın, kısıt 8 ikinci yılın, kısıt 9 ise üçüncü yılın bütçesini ifade etmektedir.

Kısıt 10: Gerçekleştirilmesi kararlaştırılan projelerin, kurumsal bilgiye yapacağı katkının ortalama puanın 75 ve üzeri olması arzu edilmektedir. Buradaki puanlama 'Kurumsal bilgiye katkı sağlaması' (2a) kriteri için derecelendirme yöntemi ile yapılan hesaplardan gelmektedir.

Kısıt 11: Gerçekleştirilmesi kararlaştırılan projelerin kurumsal teknik gelişime yapacağı katkının ortalama puanın 75 ve üzeri olması arzu edilmektedir. Buradaki puanlama 'Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması' (2a) kriteri için derecelendirme yöntemi ile yapılan hesaplardan gelmektedir.

Kısıt 12-13-14-15: Kısıt 12 'Planlanan maliyetin üzerine çıkma riski' (16a), kısıt 13 'Planlanan sürenin üzerine çıkma riski' (16b), kısıt 14 'Ticari riskler' (17a) ve kısıt 15 'Teknik başarısızlık riski' (18a) için karar vericinin belirlediği, ortalama risk puanının 70'in üzerinde olmaması durumunu ifade etmektedir.

Kısıt 16: 1, 2 ve 3. müşterisi kısıtlı olan ve satışı teknik elemanlardan oluşan satış ekibi tarafından gerçekleştirilecek olan projelerdir. 4 ve 5. projelerde ortaya konacak olan ürünün satışı ise teknik olmayan satış ekibi tarafından yürütülecektir ve olası müşteri sayısı oldukça fazladır, ayrıca bu ürünlerin yurt dışına satışı da planlanmaktadır. Satış ekibinin 4 ve 5. projelerin çıktısı olan iki farklı ürün nedeniyle enerjisini ikiye bölmesi arzu edilmediği için bu iki projeden yalnızca birinin yapılması uygun görülmektedir.

6.2 Amaçların Ağırlıklandırıldığı Öncelikli Hedef Programlama Modelinin Kurulması

6.2.1 Amaç fonksiyonunun belirlenmesi

Modelin hedefleri Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 olarak verilmektedir. Beş proje bulunmasından ötürü $i=1,2,3,4,5$ 'tir.

a_i, b_i, c_i, d_i değerleri projelerin ilgili hedefler için katsayıları ve A, B, C, D sabitleri her bir hedef için belirlenen değerlerdir.

$$Z_1(x) = \min \sum_i a_i x_i \geq A \quad (6.1)$$

$$Z_2(x) = \min \sum_i b_i x_i \geq B \sum x_i \quad (6.2)$$

$$Z_3(x) = \min \sum_i c_i x_i \geq C \sum x_i \quad (6.3)$$

$$Z_4(x) = \min \sum_i d_i x_i \leq D \quad (6.4)$$

Hedef programlama modelinin çözümünde hedeflere pozitif ve negatif sapma değişkenleri eklenir ve hedefler kısıt olarak ele alınır. $j=1,2,3,4$ olmak üzere s_j^- ifadesi hedeflerden negatif sapmaları yani hedefin altında kalınmasını, s_j^+ ifadesi ise hedeflerden pozitif sapmaları yani hedefin aşılmasını ifade eder (Topçu ve Kabak, 2021).

$$Z_1(x) = \left[\sum_i a_i x_i \right] + s_1^- - s_1^+ = A \quad (6.5)$$

$$Z_2(x) = \left[\sum_i b_i x_i \right] + s_2^- - s_2^+ = B \sum x_i \quad (6.6)$$

$$Z_3(x) = \left[\sum_i c_i x_i \right] + s_3^- - s_3^+ = C \sum x_i \quad (6.7)$$

$$Z_4(x) = \left[\sum_i d_i x_i \right] + s_4^- - s_4^+ = D \quad (6.8)$$

Hedef 1 (denklem 6.1), hedef 2 (denklem 6.2) ve hedef 3 (denklem 6.3) büyük eşit “ $\geq$ ”, hedef 4 (denklem 6.4) ise küçük eşit “ $\leq$ ” olduğu için, modelin amaç fonksiyonu hedef 1, 2 ve 3’teki negatif sapmalar (s_1^- , s_2^- , s_3^-) ile hedef 4’teki pozitif sapmanın (s_4^+) minimizasyonu olacaktır. “ P_j ” hedeflerin önem katsayısı ve $j=1,2,3,4$ olmak üzere amaç fonksiyonunun denklem 6.9’daki gibi ifade edilmesi mümkündür.

Çözölmek istenen problem bir amaçların ağırlıklandırıldığı öncelikli hedef programlama problemi olduğu için, P_j ’lerin büyüklüğü hedeflerin önem sırasını yansıtacaktır. Öncelikli hedefin katsayısının diğer hedeflerden büyük olması, amaç fonksiyonunun ilk olarak bu hedefi gerçekleştirmesini sağlamak bakımından önemlidir (Topçu ve Kabak, 2021). Bu nedenle ilgili problem için $P_1 > > > P_2 > > > P_3 > > > P_4$ olarak seçilmelidir.

$$Z(x) = \min \sum_j P_j s_j \quad (6.9)$$

6.2.2 Kısıtların belirlenmesi

Amaçların ağırlıklandırıldığı öncelikli hedef programlama modelinde probleme ait kısıtlar ve hedeflerden gelen kısıtlar olmak üzere iki grup kısıt bulunmaktadır. Hedeflerden gelen kısıtlar denklem 6.10, 6.11, 6.12 ve 6.13’te verilmiştir. Probleme ait kısıtlar denklem 6.14, 6.15, 6.16, 6.17, 6.18, 6.19, 6.20, 6.21, 6.22, 6.23, 6.24 ve 6.25’te ifade edilmektedir. Denklem 6.26 ve 6.27 ise matematiksel kısıtlardır.

Denklem 6.14 ve 6.15 sırasıyla proje yöneticisi ve tasarımcı kısıtlarını ifade etmektedir. Buna paralel olarak e_i ve f_i katsayıları projelerde yer alacak proje yöneticisi ve tasarımcı sayılarını, E ve F sabitleri ise projelere atanabilecek maksimum yönetici ve tasarımcı sayılarını ifade etmektedir.

Denklem 6.16, 6.17 ve 6.18 yapılacak projelerin yıllık bütçesinin her yıl için (sırasıyla birinci, ikinci ve üçüncü yıllar için) belirlenen bütçenin altında kalma kısıtlarını ifade etmektedirler. Bu nedenle g_i ilk yıl için, h_i ikinci yıl için ve k_i de üçüncü yıl için projelerin yıllık bütçesini ifade etmekte; G, H, K sabitleri ise projeler için ayrılacak maksimum yıllık bütçeyi ifade etmektedir.

Denklem 6.19 kurumsal bilgiye sağlanması arzu edilen minimum ortalama katkıyı ve denklem 6.20 kurumsal teknik gelişime sağlanması arzu edilen minimum ortalama katkıyı ifade etmekte, buna paralel olarak m_i ve n_i katsayıları projelerin sağladıkları katkıları, M ve N sabitleri ise yapılacak projeler için belirlenen minimum ortalama katkı miktarını ifade etmektedir.

Denklem 6.21, 6.22, 6.23 ve 6.24 risk ile ilgili kısıtları ifade etmektedir. p_i, r_i, s_i ve t_i ilgili risk kısıtı için projelerin risk puanlarını; P, R, S, T sabitleri ise istenen maksimum ortalama risk puanını ifade etmektedir.

Denklem 6.25 bağımlılık kısıtıdır. Bu problem için 4 ve 5 numaralı projelerden ikisinin birden yapılamayacağını ifade etmek üzere kullanılacaktır. Bu durumda projelerden ikisinin birden yapılmaması veya yalnızca birinin yapılması durumlarından yalnızca biri mümkün olacaktır.

$$\sum_i a_i x_i + s_1^- - s_1^+ = A \quad (6.10)$$

$$\sum_i b_i x_i + s_2^- - s_2^+ = B \sum_i x_i \quad (6.11)$$

$$\sum_i c_i x_i + s_3^- - s_3^+ = C \sum_i x_i \quad (6.12)$$

$$\sum_i d_i x_i + s_4^- - s_4^+ = D \quad (6.13)$$

$$\sum_i e_i x_i \leq E \quad (6.14)$$

$$\sum_i f_i x_i \leq F \quad (6.15)$$

$$\sum_i g_i x_i \leq G \quad (6.16)$$

$$\sum_i h_i x_i \leq H \quad (6.17)$$

$$\sum_i k_i x_i \leq K \quad (6.18)$$

$$\sum_i m_i x_i \geq M \sum x_i \quad (6.19)$$

$$\sum_i n_i x_i \geq N \sum x_i \quad (6.20)$$

$$\sum_i p_i x_i \leq P \sum x_i \quad (6.21)$$

$$\sum_i r_i x_i \leq R \sum x_i \quad (6.22)$$

$$\sum_i s_i x_i \leq S \sum x_i \quad (6.23)$$

$$\sum_i t_i x_i \leq T \sum x_i \quad (6.24)$$

$$\sum_i x_i \leq 1 \quad (6.25)$$

$$\forall x_i = 0, 1 \quad (6.26)$$

$$s_1^-, s_2^-, s_3^-, s_4^-, s_1^+, s_2^+, s_3^+, s_4^+ \geq 0 \quad (6.27)$$

6.2.3 Modelin açık formda düzenlenmesi

Problemin tanımında belirtilen katsayı ve sabitlerin denklemlerde yerlerine konması ile modelin açık formda yazılmış hali elde edilir. Modelin açık formunda denklem 6.28 amaç fonksiyonunu, denklem 6.29, ... , 6.46 ise kısıtları ifade etmektedir. Denklem 6.28'deki P_j katsayıları, sapma değerinin alacağı büyüklükle çarpıldığında hedeflerin önceliklendirilmesini sağlayacak büyüklükte belirlenmiştir.

Karar değişkenleri x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 : 0 veya 1 değerini alabilen değişkenlerdir. 1 değerini alması projenin yapılmasının önerildiği, 0 değerini alması ise projenin yapılmamasının önerildiği anlamına gelir.

$s_1^-, s_2^-, s_3^-, s_4^-$: hedeflerden negatif sapmanın miktarını verir, yani hedefin altında kalma miktarını ifade eder.

$s_1^+, s_2^+, s_3^+, s_4^+$: hedeflerden pozitif sapmanın miktarını verir, yani hedefin aşılma miktarını ifade eder.

Amaç fonksiyonu;

$$\text{Min } 1.000.000.000 s_1^- + 10.000 s_2^- + 100 s_3^- + s_4^+ \quad (6.28)$$

Kısıtlar;

$$48.164,75x_1 + 197.345,17x_2 + 19.236,27x_3 + 42.395,85x_4 + 81.940,57x_5 + s_1^- - s_1^+ = 250.000 \quad (6.29)$$

$$\begin{aligned} 52,20 x_1 + 72,88 x_2 + 73,58 x_3 + 73,53 x_4 + 84,56x_5 + s_2^- - s_2^+ \\ = 70 (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) \end{aligned} \quad (6.30)$$

$$\begin{aligned} 60 x_1 + 60 x_2 + 60 x_3 + 80 x_4 + 43 x_5 + s_3^- - s_3^+ \\ = 70 (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) \end{aligned} \quad (6.31)$$

$$2 x_1 + 5 x_2 + x_3 + 3 x_4 + 4 x_5 + s_4^- - s_4^+ = 8 \quad (6.32)$$

$$x_1 + 2x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \leq 4 \quad (6.33)$$

$$x_1 + x_2 + 0.5 x_3 + x_4 + 2 x_5 \leq 4 \quad (6.34)$$

$$\begin{aligned} 200.000 x_1 + 350.000 x_2 + 125.000 x_3 + 250.000 x_4 + 225.000x_5 \\ \leq 800.000 \end{aligned} \quad (6.35)$$

$$\begin{aligned} 150.000 x_1 + 500.000 x_2 + 25.000 x_3 + 225.000 x_4 + 250.000x_5 \\ \leq 800.000 \end{aligned} \quad (6.36)$$

$$250.000 x_2 + 125.000x_5 \leq 800.000 \quad (6.37)$$

$$50 x_1 + 85 x_2 + 75 x_3 + 70 x_4 + 90 x_5 \geq 75 (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) \quad (6.38)$$

$$60 x_1 + 85 x_2 + 75 x_3 + 75 x_4 + 85 x_5 \geq 75 (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) \quad (6.39)$$

$$59 x_1 + 27 x_2 + 59 x_3 + 35 x_4 + 91 x_5 \leq 70 (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) \quad (6.40)$$

$$59 x_1 + 59 x_2 + 59 x_3 + 71 x_4 + 56 x_5 \leq 70 (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) \quad (6.41)$$

$$99 x_1 + 43 x_2 + 99 x_3 + 28 x_4 + 61 x_5 \leq 70 (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) \quad (6.42)$$

$$56 x_1 + 16 x_2 + 26 x_3 + 16 x_4 + 26 x_5 \leq 70 (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) \quad (6.43)$$

$$x_4 + x_5 \leq 1 \quad (6.44)$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 = 0 \text{ veya } 1 \quad (6.45)$$

$$s_1^-, s_2^-, s_3^-, s_4^-, s_1^+, s_2^+, s_3^+, s_4^+ \geq 0 \quad (6.46)$$

6.3 Modelin Çözümü ve Çıktının Yorumlanması

Modelin çözümü Lingo 18.0 programı ile yapılmıştır. Program kodu EK H’de yer almaktadır. Modelin çalıştırılması ile elde edilen sonuç EK I’de verilmiş ve sonuç çıktısının önemli bölümleri yorumlanmak üzere bu başlık altında sunulmuştur.

Modelin çözümüne göre (Şekil 6.1) proje 2, proje 3 ve proje 4’ün yapılması ile hedeflere ulaşılmaktadır. Bu sonuca göre proje 1 ve proje 5 yapılmayacaktır.

Variable	Value	Reduced Cost
PROJE (1)	0.000000	1002.000
PROJE (2)	1.000000	1005.000
PROJE (3)	1.000000	1001.000
PROJE (4)	1.000000	-997.0000
PROJE (5)	0.000000	2704.000

Şekil 6.1: Proje seçimi sonuçlarına dair Lingo çıktısı.

Amaç fonksiyonu, hedefler ve kısıtlara dair Lingo çıktısında (Şekil 6.2) ilk satır amaç fonksiyonunu; 2, 3, 4 ve 5’inci satırlar ise sırasıyla hedef 1, 2, 3 ve 4’ü ifade etmektedir. 6, 7, 8, ..., 17 numaralı satırlar problemin kendisinden gelen kısıtlardır. 18, 19, 20 ve 21 numaralı satırlar ise negatif ve pozitif sapmaların sıfırdan büyük olacağını ifade eden matematiksel kısıtlardır.

Satır 1’e göre amaç fonksiyonu değeri 1001.000 bulunmuştur. Satır 2’deki 8977.287 değeri, hedef 1’in ne kadar aşıldığını göstermektedir. Başka bir deyişle beklenen 250.000 \$’lık aylık getiri, proje 2, 3 ve 4’ün yapılması ile 258.977,29 \$ olarak gerçekleşecektir.

Satır 3’teki 9.99 değeri, hedef 2’nin ne kadar aşıldığını göstermektedir. Başka bir deyişle seçilen projelerin ortalama puanı, hedeflenen ortalama puan değeri olan 70’i aşmaktadır. Üç proje seçildiği 9.99 değeri üçe bölünmelidir. $9.99/3=3.3$ olduğu için gerçekleşen değer ortalamanın 3.3 puan üzerinde 73.3 olacaktır.

Satır 4'e göre, hedef 3 karşılanamamaktadır. Bu da bize seçilen üç projenin ortalamasının, hedeflenen değer olan 70 puanın altında kaldığını gösterir. Satır 20'den anlaşılacağı üzere hedeflenen değer 70'in $10/3=3.3$ puan altında kalınmıştır. Üç proje olduğu için burada 10 değeri 3'e bölünmüştür. Başka bir deyişle bu 3 projenin ortalama fonlanma potansiyeli (yani Hedef 3'ün değeri) $70-3.3=66.7$ olacaktır.

Satır 5'e göre, hedef 4 aşılmaktadır. Hedef 4'te arzu edilen pozitif sapmanın minimizasyonu olduğu için, negatif sapmaların minimize edildiği diğer hedeflerden farklı yorumlanacaktır. Satır 21'den anlaşılacağı üzere 8 yazılım geliştirici 1 birim aşılmakta ve bu 3 projenin gerçekleştirilmesi için toplam 9 yazılım geliştiriciye ihtiyaç duyulmaktadır.

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1001.000	-1.000000
2	8977.287	0.000000
3	9.990000	0.000000
4	0.000000	-100.0000
5	0.000000	1.000000
6	0.000000	0.000000
7	1.500000	0.000000
8	74999.96	0.000000
9	49999.97	0.000000
10	550000.0	0.000000
11	5.000000	0.000000
12	10.00000	0.000000
13	89.00000	0.000000
14	21.00000	0.000000
15	40.00000	0.000000
16	152.0000	0.000000
17	0.000000	0.000000
18	0.000000	0.000000
19	0.000000	0.000000
20	10.00000	0.000000
21	1.000000	0.000000

Şekil 6.2 : Amaç fonksiyonu, hedef ve kısıtlar için Lingo çıktısı.

Satır 6 ve 7 sırasıyla projelere atanmayan proje yöneticisi ve tasarım uzmanı sayılarını vermektedir. 6. satırdaki “slack or surplus” değeri 0.000000 olduğundan proje yöneticilerinin tamamının projelere atandığı anlaşılmaktadır. Öte yandan 1,5 tasarım uzmanının hiçbir projeye atanmadığı görülmektedir. Başka bir deyişle bir tasarım uzmanı hiçbir projede yer almayacak ve 1 tasarım uzmanı da bir projede yarı zamanlı olarak çalışacaktır.

Satır 8, 9 ve 10'daki “slack or surplus” değerleri sırasıyla 1., 2. ve 3. yıllarda ayrılan 800.000 \$'lık bütçeden arta kalan miktarları göstermektedir. Buna göre ilk yıl yıl

75.000,00 \$ (çıktıda 74.999,96 \$ yazmasının sebebi Lingo'nun yuvarlama hatasıdır, bu nedenle yorumda olması gereken tam sayılar belirtilecektir) ikinci yıl 50.000,00 \$ ve üçüncü yıl 550.000 \$ kullanılmayacaktır.

Satır 11 ve 12, projelerin kurumsal bilgiye ve teknik bilgiye yapacağı ortalama katkıların 75 puan ve üzerinde olmasını ifade eden kısıtlardır. Proje 2, 3 ve 4'ün seçimi ile kurumsal bilgiye yapılacak katkı ortalama $5/3=1,67$ puan ve teknik bilgiye olan katkı ortalama $10/3=3,33$ puan aşılabacaktır.

Satır 13, 14, 15 ve 16 risk ile ilgili kısıtları ifade etmektedir. Sırasıyla 89, 21, 40 ve 152 olan “slack or surplus” değerleri sınır olan ortalama 70 değerinin üçle çarpımı olan 210'un ne kadar altında kaldığını göstermektedir. Bu durumda satır 13 için bulunan 89 değeri, üç projenin mali riskinin 210 değerinden 89 puan daha az olduğunu göstermektedir. Yani iki projenin ortalama mali risk puanı $210-89=121$ ve $121/3=40,33$ puan olarak gerçekleşecektir.

7. SENARYO ANALİZLERİ

Hedef programlama modelinin temel öğelerindeki değişimin etkisini incelemek amacıyla 3 adet senaryo tasarlanmış, her bir senaryo için model yeniden düzenlenerek Lingo 18.0 yazılımı ile çözülmüştür. Senaryolar belirlenirken karar vericinin beklentileri ve olası devlet destekleri ile ilgili görüşü göz önüne alınarak karar verilmiştir. Senaryolar ve senaryo analizlerine dair elde edilen sonuçlar bu bölümde tartışılacaktır.

Senaryo analizleri kapsamında, öncelikle orijinal modelin çözümü incelenmiştir. Öncelik sırasına göre en önemli hedef olan hedef 1’de, ay başına beklenen olası net bugünkü değer için belirlenen \$250.000,00’lık hedef, proje 2, 3 ve 4’ün seçimi ile sağlanmaktadır. Öte yandan, arzu edilen gelirin elde edildiği durumda 3. ve 4. öncelikli hedeflere ulaşamadığı görülmektedir. Bu nedenle karar verici ile görüşülmüş ve daha fazla hedefin karşılanabilme durumunu incelemek için aylık ONBD beklentisinin \$200.000’a kadar düşürülebileceği öğrenilmiştir. Bu bilgiye istinaden Senaryo I kurgulanmıştır.

Orijinal model, herhangi bir devlet desteğinin alınmadığı durumu ifade etmektedir. Öte yandan karar verici projelerden bir veya en çok ikisinin fonlanabileceğini öngörmektedir. Bu nedenle devlet desteği alınması durumunda ortaya çıkacak bütçe artışının proje seçimine etkisini gözlemlemek için Senaryo II ve Senaryo III kurgulanmıştır. Bütçedeki artışa paralel olarak karar vericinin Hedef 1 için belirlediği ONBD beklentisi de artmaktadır. Senaryo II ve III bu durum göz önüne alınarak hazırlanmış ve hedef 1 değerleri doğrusal orantı kullanılarak oransal olarak arttırılmıştır.

7.1 Senaryo I : Aylık Getiri Hedefinin \$200.000 Olarak Belirlenmesi

Firmanın belirlediği ilk hedef, projeler için harcanan her bir ay karşılığında elde edilecek olası net bugünkü değer \$250.000’ın üzerinde olmasıdır. Ancak bu durumda 3 ve 4. öncelikli hedeflere ulaşamamaktadır. Bu nedenle Senaryo I için karar verici ile görüşülmüş ve daha fazla hedefin karşılanabilme durumunu incelemek

için aylık ONBD beklentisini \$200.000'a kadar düşürülebileceği öğrenilmiştir. Model, Hedef 1 için yapılan değişiklik sonrası tekrar çözülmüş ve Ek J'deki sonuç çıktısı elde edilmiştir.

Variable	Value	Reduced Cost
PROJE (1)	0.000000	0.000000
PROJE (2)	1.000000	0.000000
PROJE (3)	0.000000	0.000000
PROJE (4)	1.000000	0.000000
PROJE (5)	0.000000	0.000000

Şekil 7.1: Senaryo I için proje seçimi sonuçları.

Sonuç çıktısının proje seçimi ile ilgili bölümü Şekil 7.1'de; amaç fonksiyonu, hedefler ve kısıtlar ile ilgili bölümü Şekil 7.2'de verilmektedir. Şekil 7.1'e göre, proje 2 ve 4'ün seçildiği ve orijinal modelden farklı olarak proje 3'ün seçilmediği görülmektedir.

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.000000	-1.000000
2	39741.02	0.000000
3	6.410000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	1.000000	0.000000
7	2.000000	0.000000
8	199999.9	0.000000
9	74999.96	0.000000
10	550000.0	0.000000
11	5.000000	0.000000
12	10.000000	0.000000
13	78.000000	0.000000
14	10.000000	0.000000
15	69.000000	0.000000
16	108.000000	0.000000
17	0.000000	0.000000
18	0.000000	0.000000
19	0.000000	0.000000
20	0.000000	0.000000
21	0.000000	0.000000

Şekil 7.2 : Senaryo I için amaç fonksiyonu, hedef ve kısıtlar.

Şekil 7.2'deki satır 2 incelendiğinde hedef 1 için belirlenen \$200.000 değerinin \$39.741,02 aşıldığı görülmektedir. Bu durumda orijinal modelde elde edilen \$258.977,29'lık gelirin altında kalınacak ve \$239.741'lık aylık getiri elde edilecektir. Satır 3, 4, 5, 19, 20 ve 21 incelendiğinde, hedef 2'nin aşıldığı, hedef 3 ve hedef 4'ün ise tam karşılandığı (yani altında veya üstünde kalınmadığı) anlaşılmaktadır. Satır 8, 9 ve 10 incelendiğinde her bir yıl için kullanılmayacak olan bütçe miktarı görülmektedir. İlk yıl \$200.000,00, ikinci yıl \$75.000,00 ve üçüncü yıl \$550.000 atıl

kalmaktadır. Satır 11, 12, 13, 14, 15, 16'ya göre ise kurumsal bilgi, teknik bilgi ve riskler ile ilgili kısıtların tamamı sağlanmaktadır.

7.2 Senaryo II : Yıllık \$200.000 Değerinde Devlet Desteği Alınması ve Hedef I'ın \$312.500 Olarak Belirlenmesi

Orijinal model, herhangi bir devlet desteğinin alınmadığı durumu ifade etmekte, öte yandan karar verici projelerden bir veya en çok ikisinin fonlanabileceğini öngörmektedir. Söz konusu projelerden herhangi biri için alınabilecek ortalama devlet desteğinin yıllık \$200.000 bütçe artışını sağlayacağı hesaplanmaktadır. Yıllık \$200.000 değerinde devlet desteği alınması durumunu incelemek için, Hedef I de karar vericinin isteği doğrultusunda oransal olarak arttırılarak \$312.500 olarak belirlenmiş ve Senaryo II kurgulanmıştır. Lingo modeli, bütçe artışı ve Hedef 1 için yapılan değişiklik sonrası tekrar çözülmüş ve Ek K'daki sonuç çıktısı elde edilmiştir.

Variable	Value	Reduced Cost
PROJE (1)	1.000000	179002.0
PROJE (2)	1.000000	-27795.00
PROJE (3)	0.000000	-34799.00
PROJE (4)	0.000000	-36297.00
PROJE (5)	1.000000	-142896.0

Şekil 7.3 : Senaryo II için proje seçimi sonuçları.

Sonuç çıktısının proje seçimi ile ilgili bölümü Şekil 7.3'te; amaç fonksiyonu, hedefler ve kısıtlar ile ilgili bölümü Şekil 7.4'te verilmektedir. Şekil 7.3'e göre, proje 1, 2 ve 5 seçilmektedir. Orijinal modelden farklı olarak proje 1 ve proje 4 yapılacak, proje 3 ve 4 yapılmayacaktır.

Şekil 7.4'teki satır 2 incelendiğinde hedef 1 için belirlenen \$312.500 değerinin \$14.950,50 aşıldığı görülmektedir. Bu durumda orijinal modelde elde edilen \$258.977,29'lık gelirin üstüne çıkılacak ve \$327.450,50'lık aylık getiri elde edilecektir. Satır 3, 4, 5, 19, 20 ve 21 incelendiğinde, hedef 2, hedef 3 ve hedef 4'ün karşılanamadığı (yani hedef 2 ve 3'ün altında, hedef 4'ün üstünde kaldığı) anlaşılmaktadır. Hedef 2'nin 0,12 puan, hedef 3'ün ise 15,7 puan altında kalınmakta, hedef 4 ise 3 birim aşılmaktadır. Başka bir deyişle, bu üç projenin ortalama proje puanını ifade eden hedef 2 değeri, $70 - 0,12 = 69,88$ olarak gerçekleşecek, ortalama fonlanma potansiyelini ifade eden hedef 3 değeri, $70 - 15,7 = 54,3$ olarak gerçekleşecek ve 8 geliştirici personele ek olarak 3 personelin daha istihdam edilmesi gerekecektir.

Satır 8, 9 ve 10 incelendiğinde her bir yıl için kullanılmayacak olan bütçe miktarı görülmektedir. İlk yıl \$225.000,00, ikinci yıl \$100.000,00 ve üçüncü yıl \$625.000,00 atıl kalmaktadır. Satır 11, 12, 13, 14, 15, 16'ya göre ise kurumsal bilgi, teknik bilgi ve riskler ile ilgili kısıtların tamamı sağlanmaktadır.

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	8303.000	-1.000000
2	14950.50	0.000000
3	0.000000	-10000.00
4	0.000000	-100.0000
5	0.000000	1.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	224999.9	0.000000
9	99999.97	0.000000
10	625000.0	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	5.000000	0.000000
13	33.00000	0.000000
14	36.00000	0.000000
15	7.000000	0.000000
16	112.0000	0.000000
17	0.000000	0.000000
18	0.000000	0.000000
19	0.3600000	0.000000
20	47.00000	0.000000
21	3.000000	0.000000

Şekil 7.4 : Senaryo II için amaç fonksiyonu, hedef ve kısıtlar.

7.3 Senaryo III : Yıllık \$400.000 Değerinde Devlet Desteği Alınması ve Hedef I'ın \$375.000 Olarak Belirlenmesi

Söz konusu projelerden herhangi ikisinin devlet tarafından fonlanması durumunda alınabilecek ortalama devlet desteğinin yıllık \$400.000 bütçe artışı sağlayacağı hesaplanmaktadır. Yıllık \$400.000 değerinde devlet desteği alınması durumunu incelemek için, Hedef I karar vericinin isteği doğrultusunda oransal olarak arttırılarak \$375.000 olarak belirlenmiş ve Senaryo III kurgulanmıştır. Lingo modeli, bütçe artışı ve Hedef 1 için yapılan değişiklik sonrası tekrar çözülmüş ve Ek L'deki sonuç çıktısı elde edilmiştir.

Sonuç çıktısının proje seçimi ile ilgili bölümü Şekil 7.5'te; amaç fonksiyonu, hedefler ve kısıtlar ile ilgili bölümü Şekil 7.6'da verilmektedir. Şekil 7.5'e göre, proje 1, 2 ve 5 seçilmektedir. Orijinal modelden farklı olarak proje 1 ve proje 4 yapılacak, proje 3 ve 4 yapılmayacaktır.

Variable	Value	Reduced Cost
PROJE (1)	1.000000	-0.4816475E+14
PROJE (2)	1.000000	-0.1973452E+15
PROJE (3)	0.000000	-0.1923627E+14
PROJE (4)	0.000000	-0.4239585E+14
PROJE (5)	1.000000	-0.8194057E+14

Şekil 7.5 : Senaryo III için proje seçimi sonuçları.

Şekil 7.6'daki satır 2 ve satır 18 incelendiğinde hedef 1 için belirlenen \$375.000 değerine ulaşamadığı ve \$47.549,51 altında kaldığı görülmektedir. Bu durumda \$327.450,49'lık aylık getiri elde edilecektir. Satır 3, 4, 5, 19, 20 ve 21 incelendiğinde, hedef 2, hedef 3 ve hedef 4'ün karşılanamadığı (yani hedef 2 ve 3'ün altında, hedef 4'ün üstünde kaldığı) anlaşılmaktadır. Hedef 2'nin 0,12 puan, hedef 3'ün ise 15,7 puan altında kalınmakta, hedef 4 ise 3 birim aşılmaktadır. Başka bir deyişle, bu üç projenin ortalama proje puanını ifade eden hedef 2 değeri, $70 - 0,12 = 69,88$ olarak gerçekleşecek, ortalama fonlanma potansiyelini ifade eden hedef 3 değeri, $70 - 15,7 = 54,3$ olarak gerçekleşecek ve 8 yazılım geliştirici personele ek olarak 3 personelin daha istihdam edilmesi gerekecektir. Satır 8, 9 ve 10 incelendiğinde her bir yıl için kullanılmayacak olan bütçe miktarı görülmektedir. İlk yıl \$425.000,00, ikinci yıl \$300.000,00 ve üçüncü yıl \$825.000,00 atıl kalmaktadır. Satır 11, 12, 13, 14, 15, 16'ya göre ise kurumsal bilgi, teknik bilgi ve riskler ile ilgili kısıtların tamamı sağlanmaktadır.

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4754951E+14	-1.000000
2	0.000000	-0.1000000E+10
3	0.000000	-10000.00
4	0.000000	-100.0000
5	0.000000	1.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	424999.9	0.000000
9	300000.0	0.000000
10	825000.0	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	5.000000	0.000000
13	33.00000	0.000000
14	36.00000	0.000000
15	7.000000	0.000000
16	112.0000	0.000000
17	0.000000	0.000000
18	47549.51	0.000000
19	0.3600000	0.000000
20	47.00000	0.000000
21	3.000000	0.000000

Şekil 7.6 : Senaryo III için amaç fonksiyonu, hedef ve kısıtlar.

7.4 Senaryo Analizleri Sonucunda Elde Edilen Bulgular ve Yorumu

Senaryo analizlerini karşılaştırmak amacıyla hazırlanan Çizelge 7.1’de her bir senaryo için kullanılan model parametreleri yer almaktadır. Tüm senaryolar için aynı olan parametreler bu tabloya dahil edilmemiştir. Senaryolarda değişimi incelenen parametreler koyu olarak gösterilmektedir. Örnek olarak Senaryo 1’de, Hedef 1’in değerinin \$250.000’dan \$200.000’a indirilmesi durumu incelendiği için \$200.000 değeri tabloda koyu olarak belirtilmiştir.

Çizelge 7.1 : Senaryo parametreleri.

	Parametreler						
	Hedefler				Personel Sayıları		Yıllık Bütçe
	H1	H2	H3	H4	PY	T	
OM	250.000,00 \$	70	70	8	4	4	800.000,00 \$
S I	200.000,00 \$	70	70	8	4	4	800.000,00 \$
S II	312.500,00 \$	70	70	8	4	4	1.000.000,00 \$
S III	375.000,00 \$	70	70	8	4	4	1.200.000,00 \$

Senaryolarda elde edilen sonuçlar Çizelge 7.2’de özetlenmektedir. Bu tabloda ilk sütun grubunda ‘Proje Seçimi’ yer almaktadır. ‘X’ işareti bulunduğu sütundaki projenin, bulunduğu satırdaki senaryo sonucunda seçilmediğini, ‘√’ işareti ise seçildiğini göstermektedir. Benzer şekilde ikinci sütun grubu olan ‘Hedef Karş.’ grubunda, karşılanan hedefler için ‘√’ işareti, karşılanamayan hedefler için ‘X’ işareti kullanılmıştır. ‘Hedefteki Sapma’ sütun grubu, hedefin aşılması veya altında kalınması durumunda gerçekleşen değerleri göstermektedir. ‘Atanamayan Pers.’ sütun grubu, her bir senaryo için herhangi bir projeye atanamayan Proje Yöneticisi ve Tasarımcı sayılarını ifade etmektedir. Son sütun grubu olan ‘Atıl Kalan Bütçeler’ ise her bir yıl için ayrılan bütçeden ne kadarının kullanılmadığını ifade etmektedir.

Orijinal model ve senaryolar toplu olarak incelendiğinde, orijinal modelde proje 2 3 ve 4’ün yapılması önerilirken, Senaryo I’de Proje 2 ve 4’ün yapılması önerilmiştir. Senaryo II ve III’te ise yapılması önerilen projeler 1, 2 ve 5 numaralı projelerdir. Tüm hedefler yalnızca Senaryo I’de karşılanmaktadır. Senaryo II’de yalnızca Hedef 1 karşılanmakta, Senaryo III’te ise hiçbir hedefin karşılanamadığı görülmektedir. Senaryolar toplam atanamayan personel sayısı açısından incelendiğinde en az toplam atanamayan personel sayısı Senaryo II ve III’tedir. Senaryo sonuçları atıl bütçeler

bakımından incelendiğinde orijinal modelin senaryolardan daha az atıl bütçe verdiği ve Senaryo I'in ise en az atıl bütçe veren senaryo olduğu görülmektedir.

Çizelge 7.2 : Senaryo sonuçları.

Proje Seçimi	Hedef Karş.	Hedefteki Sapma				Atana mayan Pers.			Atıl Kalan Bütçeler		
		H1	H2	H3	H4	PY	T		Y1	Y2	Y3
OM	X √ √ √ X √ √ X X	8.977,29\$	3.3	-3.3	1	0	1,5		75.000\$	50.000\$	550.000\$
S I	X √ X √ X √ √ √ √	39.741,00\$	3.2	0	0	1	2		200.000\$	75.000\$	550.000\$
S II	√ √ X X √ √ X X X	14.950,50\$	-0.12	-15.7	3	0	0		225.000\$	100.000\$	625.000\$
S III	√ √ X X √ X X X X	-47.549,51\$	-0.12	-15.7	3	0	0		425.000\$	300.000\$	825.000\$

Senaryo analizlerinin ortak bir çerçevede incelenmesi sonucunda firmaya aşağıdaki önerilerde bulunulması mümkündür;

Orijinal modelin sonucuna göre, proje 2, 3 ve 4'ün yapılması önerilmekte ve mevcut koşullar altında hedef 3 ile 4'ün sağlanamadığı görülmektedir. Tüm hedeflerin sağlanması arzu ediliyor ise Senaryo I uygulanmalı ve firma proje 3'ü gerçekleştirmekten vazgeçmelidir.

Firma için en yüksek maddi getiri, projelerden biri için devlet desteği aldığı durumu ifade eden Senaryo II'de gerçekleşmektedir. Öte yandan Senaryo II'nin sonuçları bize hedef 2, 3 ve 4'ün sağlanamadığını göstermektedir. Bu durumda firma, devlet desteği alması söz konusu olduğunda, daha yüksek maddi getiri için hedeflerinden vazgeçip vazgeçemeyeceğine karar vermelidir.

Bir başka bakış açısı ile konuya yaklaşarak, proje değerlendirme puanları ile optimizasyon sonuçlarının karşılaştırılması faydalı görülmektedir. Yapılan proje değerlendirme çalışmasına göre beşinci proje 84.56 puan, üçüncü proje 73.58 puan, dördüncü proje 73.53 puan, ikinci proje 72.88 puan ve birinci proje 52.20 puan almıştır. Eğer firma kaynak kısıtlarını ve stratejik hedeflerini ele alarak optimizasyon yapmadan proje değerlendirme puanlarına göre proje seçimi yapsaydı, Proje 5 ile 3'ün yapılmasına karar verebilirdi. Oysaki kaynak kısıtlarını ve stratejik hedefleri göz önüne alan hedef programlama modelinin (orijinal modelin) çıktılarına göre Proje 2, 3 ve 4 yapılmalıdır. Öte yandan senaryo analizi sonuçları ise farklı koşullar altında Proje 2 ve 4'ün veya Proje 1, 2 ve 5'in yapılmasını önermektedir.



8. SONUÇLAR

Akademi ve iş dünyası tarafından sıklıkla ele alınan AR-GE proje seçimi problemi hem özel şirketler hem de kamu kurum ve kuruluşları için kritik bir öneme sahiptir. Bu nedenle, zengin bir literatüre sahip bu problemin çözümü için çok çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir. Burada altı çizilmesi gereken önemli noktalardan biri, her problemin kendine has dinamikleri olduğu ve bu nedenle probleme uygun bir yaklaşıma gerek duyulduğudur. Örneğin, fonlama amacıyla yapılan AR-GE proje seçimi ile yeni ürün geliştirme amacıyla yapılan AR-GE proje seçimi farklı motivasyonlara sahiptir ve değerlendirme aşamasında pek çok bakımdan birbirinden ayrılır. Dolayısıyla AR-GE proje seçimi modeli kurgulanırken, seçim amacı, kurumsal stratejiler, karar verici tercihleri, mevcut veriler, kısıtlar ve proje seçimi üzerinde önemli etkisi saptanan diğer tüm olası unsurlar göz önünde bulundurulmalıdır. Öte yandan bu unsurları göz önünde bulundururken, detaylı bir seçim süreci tasarlamak ile sürecin süresi, maliyeti ve uygulanabilirliği arasında doğru dengeyi bulmak önemlidir.

Bu doktora tezi kapsamında AR-GE projesi seçimi çok kriterli karar verme problemi olarak ele alınmış, uygulamanın yapıldığı firmanın yöneticileri ile görüşülerek probleme ve firmaya özel uyarlanmış bir model kurgulanmıştır. Böylece, ilgili firmanın kendi strateji ve kısıtları doğrultusunda uygun AR-GE projelerini gerçekleştirmesini sağlayacak bir çözüm geliştirilmiş ve uygulanmıştır.

Kurgulanan karar verme modeli, temelde uzman görüşleri doğrultusunda AAS ile elde edilen kriter önemlerinin, uygun yöntemlerle karar verici tarafından belirlenen proje performansları ile çarpılması sonucunda global proje performansının eldesine dayanmaktadır. Böylece, başka AR-GE firmaları tarafından da kendi dinamiklerine uyarlanarak kullanılabilecek bir model ortaya konmuştur. Önerilen model sayesinde uygulama çalışmasının yapıldığı firma, potansiyel projeleri bilimsel bir yöntem ile analitik olarak değerlendirme olanağı bulmuştur. Ardından, proje portföyü optimizasyonu yapılarak hangi proje kümesinin daha iyi olduğu sorgulanmış, kurumsal amaç ve kısıtları en iyi karşılayan proje grubu elde edilmiştir. Böylece söz konusu firma, projeleri tek tek değerlendirmiş olmanın yanı sıra, hangileri bir arada

yapılabilir ve böylece kurumsal amaçlar en iyi biçimde karşılanır sorularına yanıt bulmuştur. Son olarak, senaryo analizleri yapılarak, firmanın hedef ve kısıtlarındaki değişimlerin sonucu nasıl etkileyeceği incelenmiştir. Bu inceleme, firmanın amaç ve kısıtlarını gözden geçirip farklı potansiyel sonuçları analiz etmesine ve gerçekleşmesi olası olan diğer senaryolar altında hangi projeleri hayata geçirebileceğine dair aksiyon planları hazırlamasına olanak sunmuştur.

Bu çalışmayı özgün kılan unsurları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür:

- Literatürde sıkça aynı manaya gelecek biçimde kullanılan “AR-GE proje seçimi” ve “AR-GE proje portfolyo seçimi” kavramlarını birbirinden net biçimde ayıracak tanımlamalar önerilmiştir.
- Kurgulanan model, AR-GE çalışmaları yürüten şirketlerin proje seçimi sürecinde, kurumsal hedeflerini ve kısıtlarını, uymak zorunda oldukları devlet politikaları ile nasıl optimum paydada birleştirebileceğini göstermesi açısından önemli bir örnek teşkil etmektedir.
- Kapsamlı bir kriter listesi hazırlanarak gelecek çalışmalar ve uygulamalar için değerli bir kaynak oluşturulmuştur. Bu listeden yola çıkılarak, örnek firmaya benzer yapıdaki AR-GE firmalarının faydalanabileceği, uzman görüşleri ile elde edilmiş kriter önemleri sunulmuştur.
- Proje seçimi yapılırken mevcut kaynak kısıtlarının göz önüne alınması durumunda, seçim sonucunun değişebileceğinin ortaya konmuş olması, bu çalışmanın bir başka dikkat çekici yanıdır. Sonuçlar göstermiştir ki, en iyi proje portföyünü seçmeye odaklanırken, bu portföyün mevcut kaynaklarla yapıp yapılamayacağının sorgulanmasında ve mevcut kısıtların göz önünde bulundurulmasında fayda vardır.
- Karar verici ile birlikte her bir kriter için proje performanslarının eldesinde olası uygun yöntemler değerlendirilmiştir. Mevcut veriler, kriterin doğası, yöntemin kompleksliği, karar vericinin tercihleri ve projelerin dinamikleri göz önünde bulundurularak yöntem seçimi yapılmıştır. Buna göre proje performanslarının eldesinde, potansiyeli sorgulayan kriterler için Bulanık TOPSIS’ten, riski değerlendiren kriterler için bulanık risk hesabından, AR-GE projesinin finansal analizini ele alan kriterler için ONBD ve karar ağacı analizinden, karar vericinin bilgi birikimi ve deneyimi ile yorumlanabilmesi

mümkün olan kriterler için ise derecelendirme yönteminden faydalanılmıştır. Böylece problemin ve firmanın dinamiklerine en uygun karar modelinin oluşturulması amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın vurgulanması gereken bulgu ve sonuçları, araştırmacılar ve uygulayıcılar için aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- AR-GE proje seçimi gerek özel şirketler gerekse kamu kurum ve kuruluşları için hayati önem taşıyan bir problemdir ve sadece onları değil, tüm paydaşlarını, bireyleri ve ülkeleri etkileyebilecek kritik bir karardır.
- AR-GE proje seçimi veya AR-GE portfolyo seçimi süreci nasıl kurgulanmalı sorusunun yanıtı, seçim amacının, kurumsal stratejilerin ve karar verici tercihlerinin doğru analizi ile mümkündür.
- Literatür analizi göstermektedir ki AR-GE proje seçimi konulu çalışmalar 90'lı ve 2000'li yıllarda bir önceki 10 yıla göre %200'den fazla artmıştır. Konuyu Amerika Birleşik Devletleri, Çin, Güney Kore, Tayvan ve Birleşik Krallık araştırmacılarının yoğun olarak ele aldığı gözlemlenmiştir. Bu araştırmaların %62'sinin özel sektörde AR-GE projeleri yürüten şirketleri, %25'inin kamusal fonlama veya hibe verme çalışmalarını, %8'inin kamu sektöründeki AR-GE proje seçimini konu aldığını, %5'inin ise yatırımcılar açısından probleme çözüm aradığını söylemek mümkündür.
- AR-GE proje seçimi probleminin çözümü için literatürde en çok kullanılan yöntemler, çok kriterli karar verme yöntemleri, matematiksel yöntemler ve finansal yöntemlerdir.
- Önerilen karar verme modelinin, devlet destekleri alan ya da çeşitli teşviklerden yararlanan, araştırma geliştirme faaliyetleri yürüten, küçük ve orta ölçekli özel şirketler tarafından olası AR-GE projelerini değerlendirme sürecinde kullanılabilecek olması bu çalışmanın önemli çıktılarından biridir. Özellikle daha önce bilimsel ve analitik olmayan yaklaşımlar ile AR-GE proje seçimi yapan firmalar için bu çalışma önemli bir rehber niteliğindedir.
- Proje portföyü optimizasyonunun sonuçlarına göre, optimum proje portföyü Proje 2, Proje 3 ve Proje 4'ten oluşmaktadır. Bu sonuca göre Proje 1 ve Proje 5 yapılmayacaktır. Eğer firma kaynak kısıtlarını ve stratejik hedeflerini ele alarak optimizasyon yapmadan global proje performanslarına göre büyükten

küçüğe sıralayarak proje seçimi yapsaydı, Proje 5 ile 3'ün yapılmasına karar verebilirdi. Oysaki kaynak kısıtlarını ve stratejik hedefleri göz önüne alan hedef programlama modelinin çıktılarına göre Proje 2, 3 ve 4 yapılmalıdır. Bu da optimizasyonun seçim süreci üzerindeki olumlu katkısını ortaya koymaktadır.

- Senaryo analizi, karar vericinin tahminleri ve olası devlet destekleriyle ilgili beklentileri göz önüne alınarak farklı koşullar altında elde edilecek sonuçların nasıl değişeceğini ortaya koymak için yapılmıştır. Böylece söz konusu firmanın olası senaryolar için aksiyon planları hazırlayarak önlem alması ve kendini farklı senaryolara uyarlayacak alt yapıyı kurgulaması mümkün olmuştur. Nitekim analiz sonuçları, farklı koşullar altında Proje 2 ve 4'ün veya Proje 1, 2 ve 5'in yapılmasının daha uygun olacağını göstermektedir.

Bilimsel bir karar verme süreci veriye, veriye dayalı tahminlere ve kanıtlanmış yöntemlere ihtiyaç duymaktadır. Konuyu bu bağlamda değerlendirecek toplanan verinin arttığı ve işleme yöntemlerinin çeşitlendiği günümüz teknolojisinde, AR-GE proje seçimi problemine dair incelenen çalışmaların veri elde etme ve işleme konusunda büyük değişiklikler ve yenilikler sunmadığı görülmüştür. Geçtiğimiz yıllarda yapılması mümkün olmayan hesaplamalar bugün teknolojinin geldiği noktada oldukça kısa sürede yapılabilmektedir. Süper bilgisayarlar günlerce sürecektir hesaplamaları dakikalar içerisinde sonuçlandırabilecek imkanlar sunmaktadır. Pek çok konuda veri bulmak ve bu veriyi işlemek geçmiş yıllara kıyasla daha kolay hale gelmiştir. Büyük veri gibi iş dünyasında çığır açan yaklaşımların, birçok iş yapma ve karar verme şeklini kökten değiştirmiş olması, AR-GE proje seçimini de etkilediğine dair inancı güçlendirmekte, fakat bu etkinin henüz literatüre yansımadağı düşünülmektedir.

Chu ve diğ. (1996) araştırmalarında, çeşitli bilimsel yöntemlerin varlığına rağmen proje yöneticilerinin karar verirken çok daha basit yaklaşımları tercih ettiğini öne sürmektedir. Aynı fikir Bhattacharyya'nın (2015) makalesinde de desteklenmekte ve AR-GE proje seçimi yöntemlerinin ne yazık ki karar vericiler tarafından kullanım oranının bir tartışma konusu olduğu belirtilmektedir. Bu bağlamda, AR-GE proje seçimi konusunda yapılabilecek önemli katkılardan birinin de karar vericilerin uygulamada nasıl yöntemler izlediği, bu yöntemlerin kullanım oranı, yöntemlerin kullanımında çeşitli gruplar arasında bir farklılığın olup olmadığı gibi konuların

incelenmesi olduğu düşünölmektedir. Karar verici tarafın özellikleri ile (çalışan sayısı, uluslararasılık, deneyim, şirket stratejileri gibi) karar verme yöntemi ve süreci arasındaki ilişkilerin ortaya konmasının da bir başka önemli araştırma konusu olabileceğine inanılmaktadır.

Bugün karar verme yaklaşımları çok ilginç uygulama alanlarına sahiptir. Bunlardan biri de kişinin borsa, altın, dolar ve Forex sistemlerindeki değişimler karşısında davranışlarını öğrenip taklit ederek o kişiye özel al-sat-tut kararı veren ve uygulayan yazılımlardır. Borsa gibi kompleks bir sistemde kullanılan karar verme ve yapay zeka yaklaşımlarının özellikle binlerce proje için yatırım kararını inceleyen AR-GE proje seçimi süreçlerinde kullanılmasının heyecan uyandırıcı çalışmalar olacağına inanılmakta ve gelecek araştırmalara konu olması önerilmektedir.

Son olarak, AR-GE proje seçimi kritik sonuçları olan önemli bir problemdir ve problemin çözümü için bilimsel bir öneri sunan bu çalışmanın gelecekteki pek çok araştırmaya ışık tutması amaçlanmıştır. Önerilen AR-GE proje seçimi modelinin araştırmacılar, şirketler ve ülkemiz için olumlu katkılar sağlayacağı umulmaktadır. Özellikle veri elde etme, saklama ve işleme teknolojindeki gelişmeler ile yapay zeka çalışmalarındaki ilerlemenin AR-GE proje seçimi probleminin çözümünde uygulanması sonucunda heyecan verici gelişmelerin kaydedileceği ön görölmekte ve gelecek çalışmalar için araştırma konuları olarak öne çıkmaları beklenmektedir.



KAYNAKLAR

- Abbassi, M., Ashrafi, M., & Tashnizi, E. S.** (2014). Selecting balanced portfolios of R&D projects with interdependencies: A Cross-Entropy based methodology. *Technovation*, 34(1), 54-63.
- Akcali, B. Y., & Sismanoglu, E.** (2015). Innovation and the effect of research and development (R&D) expenditure on growth in some developing and developed countries. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195, 768-775.
- Aloysius, J. A.** (1999). Risk aggregation and the efficient selection of joint projects by a consortium. *Omega*, 27(3), 389-396.
- Archibald, R. B., & Finifter, D. H.** (2003). Evaluating the NASA small business innovation research program: Preliminary evidence of a trade-off between commercialization and basic research. *Research Policy*, 32(4), 605-619.
- Arratia M., N. M., Lopez I., F., Schaeffer, S. E., & Cruz-Reyes, L.** (2016). Static R&D project portfolio selection in public organizations. *Decision Support Systems*, 84, 53-63.
- Atzei, A., & Jensen, N.** (2001). European Initiative & Strategy For Prioritising and Harmonising Space Technology R&D. *Acta Astronautica*, 48(5-12), 257-263.
- Ballesteros, J. A., & Rico, A. M.** (2001). Public financing of cooperative R & D projects in Spain : the Concerted Projects under the National R & D Plan. *Research Policy*, 30(2001), 625-641.
- Bhattacharyya, R.** (2015). A Grey Theory Based Multiple Attribute Approach for R&D Project Portfolio Selection. *Fuzzy Information and Engineering*, 7(2), 211-225.
- Bhattacharyya, R., Kumar, P., & Kar, S.** (2011). Fuzzy R&D portfolio selection of interdependent projects. *Computers and Mathematics with Applications*, 62(10), 3857-3870.
- Bin, A., Azevedo, A., Duarte, L., Salles-Filho, S., & Massaguer, P.** (2015). R&D and innovation project selection: Can optimization methods be adequate? *Procedia Computer Science*, 55, 613-621.
- Blanes, J. V., & Busom, I.** (2004). Who participates in R&D subsidy programs?: The case of Spanish manufacturing firms. *Research Policy*, 33(10), 1459-1476.
- Brans, J.P., Vincke, P. & Mareschal, B.** (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European journal of operational research*, 24(2), pp.228-238.

- Çağlar, M., & Gürel, S. (2019). Impact assessment based sectoral balancing in public R&D project portfolio selection. *Socio-Economic Planning Sciences*, 66, 68-81.
- Capon, N. & Glazer, R. (1987). Marketing and technology: a strategic coalignment. *Journal of Marketing* 51 (July), 1–14.
- Carlsson, C., Fullér, R., Heikkilä, M., & Majlender, P. (2007). A fuzzy approach to R&D project portfolio selection. *International Journal of Approximate Reasoning*, 44(2), 93–105.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- Cho, K. T., & Kwon, C. S. (2004). Hierarchies with dependence of technological alternatives: A cross-impact hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 156(2), 420–432.
- Chu, P.-Y. V., Hsu, Y.-L., & Fehling, M. (1996). A decision support system for project portfolio selection. *Computers in Industry*, 32(2), 141–149.
- Cioffe, C. (2011). Portfolio Selection and Management in Pharmaceutical Research and Development: Issues and Challenges. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 89(2), 300–303.
- Cluzel, F., Yannou, B., Millet, D., & Leroy, Y. (2016). Eco-ideation and eco-selection of R&D projects portfolio in complex systems industries. *Journal of Cleaner Production*, 112, 4329–4343.
- Coffin, M. a., & Taylor III, B. W. (1996). Multiple criteria R&D project selection and scheduling using fuzzy logic. *Computers & Operations Research*, 23(3), 207–220.
- Coldrick, S., Longhurst, P., Ivey, P., & Hannis, J. (2005). An R&D options selection model for investment decisions. *Technovation*, 25(3), 185–193.
- Cook, W. D., & Green, R. H. (2000). Project prioritization: A resource-constrained data envelopment analysis approach. *Socio-Economic Planning Sciences*, 34(2), 85–99.
- Costello, D. (1983). A practical approach to R&D project selection. *Technological Forecasting ve Social Change*, 23(4), 353-368.
- Dalkey, N., & Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi method to the use of experts. *Management science*, 9(3), 458-467.
- Davoudpour, H., Rezaee, S., & Ashrafi, M. (2012). Developing a framework for renewable technology portfolio selection: A case study at a R&D center. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 4291–4297.
- Dias, O. P. (1988). The R & D project selection problem with fuzzy coefficients. *Fuzzy Sets ve Systems*, 26(3), 299–316.
- Eckhause, J. M., Hughes, D. R., & Gabriel, S. A. (2009). Evaluating real options for mitigating technical risk in public sector R&D acquisitions. *International Journal of Project Management*, 27(4), 365–377.

- Eden, C.** (1988). Cognitive mapping. *European Journal of Operational Research*, 36(1), 1-13.
- Eilat, H., Golany, B., & Shtub, A.** (2006). Constructing and evaluating balanced portfolios of R & D projects with interactions : A DEA based methodology. *European Journal of Operational Research*, 172, 1018–1039.
- Eilat, H., Golany, B., & Shtub, A.** (2008). R & D project evaluation : An integrated DEA and balanced scorecard approach. *Omega*, 36, 895–912.
- Estep, J., Daim, T., & Shaygan, A.** (2021). R&D project evaluation: Technology transfer focus. *The Electricity Journal*, 34(2), 106904.
- Fang, Y., Chen, L., & Fukushima, M.** (2008). A mixed R&D projects and securities portfolio selection model. *European Journal of Operational Research*, 185(2), 700–715.
- Feng, B., Ma, J., & Fan, Z.** (2011). An integrated method for collaborative R & D project selection : Supporting innovative research teams. *Expert Systems With Applications*, 38(5), 5532–5543.
- Gabus, A., & Fontela, E.** (1972). World problems, an invitation to further thought within the framework of DEMATEL. *Battelle Geneva Research Center, Geneva, Switzerland*, 1-8.
- Giebe, T., Grebe, T., & Wolfstetter, E.** (2006). How to allocate R&D (and other) subsidies: An experimentally tested policy recommendation. *Research Policy*, 35(9), 1261–1272.
- Graves, S. B., & Ringuest, J. L.** (1992). Choosing the best solution in an R&D project selection problem with multiple objectives. *Journal of High Technology Management Research*, 3(2), 213-224.
- Graves, S. B., & Rinquest, J. L.** (1996). EVALUATING A PORTFOLIO OF R & D INVESTMENTS. *The Journal of High Technology Management Research*, 7(1), 53–60.
- Green, R. H., Doyle, J. R., & Cook, W. D.** (1996). Preference voting and project ranking using DEA and cross-evaluation. *European Journal of Operational Research*, 90(3), 461–472.
- Hassanzadeh, F., Modarres, M., Nemati, H. R., & Amoako-Gyampah, K.** (2014a). A robust R&D project portfolio optimization model for pharmaceutical contract research organizations. *International Journal of Production Economics*, 158, 18–27.
- Hassanzadeh, F., Nemati, H., & Sun, M.** (2014b). Robust optimization for interactive multiobjective programming with imprecise information applied to R&D project portfolio selection. *European Journal of Operational Research*, 238(1), 41–53.
- Heidenberger, K., & Stummer, C.** (1999). Research and development project selection and resource allocation: A review of quantitative modelling approaches. *International Journal of Management Reviews*, 1(2), 197–224.

- Henig, M. I., & Katz, H.** (1996). R & D Project Selection : A Decision Process Approach. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 5(October 1994), 169–177.
- Hesarsorkh, A. H., Ashayeri, J., & Naeini, A. B.** (2021). Pharmaceutical R&D project portfolio selection and scheduling under uncertainty: A robust possibilistic optimization approach. *Computers & Industrial Engineering*, 155, 107114.
- Hsu, Y.-G., Tzeng, G.-H., & Shyu, J. Z.** (2003). Fuzzy multiple criteria selection of government-sponsored frontier technology R&D projects. *R&D Management*, 33(5), 539–551.
- Huang, C. C., Chu, P. Y., & Chiang, Y. H.** (2008). A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection. *Omega*, 36(6), 1038–1052.
- Huang, X., & Zhao, T.** (2014). Project selection and scheduling with uncertain net income and investment cost. *Applied Mathematics and Computation*, 247, 61–71.
- Hwang, C. L., & Yoon, K.** (1981). Methods for multiple attribute decision making. In *Multiple attribute decision making* (pp. 58-191). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hwang, H., & Yu, J.** (1998). R & D Project Evaluation Model Based on Fuzzy Set Priority. *Computers and Industrial Engineering*, 35(98), 567–570.
- Imoto, S., Yabuuchi, Y., & Watada, J.** (2008). Fuzzy regression model of R&D project evaluation. *Applied Soft Computing*, 8(3), 1266–1273.
- Jeng, D. J.-F., & Huang, K.-H.** (2015). Strategic project portfolio selection for national research institutes. *Journal of Business Research*, 68(11), 2305–2311.
- Jinfa, L., & Biting, L.** (2017). Evaluation Method of R&D Investment Value of Intelligent Manufacturing Enterprise Based on Growth Option. *Procedia Engineering*, 174, 301–307.
- Jung, U., & Seo, D. W.** (2010). An ANP approach for R & D project evaluation based on interdependencies between research objectives and evaluation criteria. *Decision Support Systems*, 49(3), 335–342.
- Karasakal, E., & Aker, P.** (2017). A Multicriteria Sorting Approach Based on Data Envelopment Analysis for R&D Project Selection Problem. *Omega*, 73, pp.79-92.
- Kim, K., Park, K., & Seo, S.** (1997). A matrix approach for telecommunications technology selection. *Computers & Industrial Engineering*, 33(3–4), 833–836.
- Kim, S. H.** (1987). Growing ve mature stage technology selection patterns of small sized firms in selected Asian countries - Korea, Hong Kong, ve Japan. *Technovation*, 7(1), 63-78
- Kim, W., Han, S. K., Oh, K. J., Kim, T. Y., Ahn, H., & Song, C.** (2010). The dual analytic hierarchy process to prioritize emerging technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(4), 566–577.

- Klapka, J., & Pinos, P.** (2002). Decision support system for multicriterial R & D and information systems projects selection. *European Journal of Operational Research*, 140, 434–446.
- Latipova, A. T.** (2015). On optimization of R&D Project Selection and Scheduling. *IFAC-PapersOnLine*, 48(25), 6–10.
- Lawson, C. P., Longhurst, P. J., & Ivey, P. C.** (2006). The application of a new research and development project selection model in SMEs. *Technovation*, 26(2), 242–250.
- Lee, M., & Om, K.** (1996). Different factors considered in project selection at public and private R & D institutes. *Technovation*, 16(6), 271–275.
- Liberatore, M. J.** (1986). R&D project selection. *Telematics and Informatics*, 3(4), 289–300.
- Liberatore, M. J.** (1988). An expert support system for R&D project selection. *Mathematical and Computer Modelling*, 11(C), 260–265.
- Lin, C. J., & Wu, W. W.** (2008). A causal analytical method for group decision-making under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 34(1), 205–213.
- Linton, J. D., Walsh, S. T., & Morabito, J.** (2002). Analysis, ranking and selection of R&D projects in a portfolio. *R&D Management*, 32(2), 139–148.
- Liu, F., Chen, Y. W., Yang, J. B., Xu, D. L., & Liu, W.** (2019). Solving multiple-criteria R&D project selection problems with a data-driven evidential reasoning rule. *International Journal of Project Management*, 37(1), 87–97.
- Liu, S. S., & Wang, C. J.** (2011). Optimizing project selection and scheduling problems with time-dependent resource constraints. *Automation in Construction*, 20(8), 1110–1119.
- Lo Nigro, G., Morreale, A., & Enea, G.** (2014). Open innovation: A real option to restore value to the biopharmaceutical R&D. *International Journal of Production Economics*, 149, 183–193.
- Mavrotas, G., & Makryvelios, E.** (2021). Combining multiple criteria analysis, mathematical programming and Monte Carlo simulation to tackle uncertainty in Research and Development project portfolio selection: A case study from Greece. *European Journal of Operational Research*, 291(2), 794–806.
- Medaglia, A. L., Graves, S. B., & Ringuest, J. L.** (2007). A multiobjective evolutionary approach for linearly constrained project selection under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 179(3), 869–894.
- Mehrez, A.** (1988). Selecting R&D projects: a case study of the expected utility approach. *Technovation*, 8(4), 299–311.
- Mikkola, J. H.** (2001). Portfolio management of R & D projects : implications for innovation management. *Technovation*, 21, 423–435.

- Organization for Economic Co-operation and Development (2002).** *Frascati Manual 2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific and Technological Activities*. Paris: OECD Publishing.
- Oral, M., Kettani, O., & Lang, P.** (1991). A Methodology for Collective Evaluation and Selection of Industrial R&D Projects. *Management Science*, 37(7), 871–885.
- Organization for Economic Co-operation and Development (2019).** *Human ve financial resources devoted to AR-GE*. Paris: OECD Publications. <http://oe.cd/rds>
- Oztaysi, B.** (2014). Knowledge-Based Systems A decision model for information technology selection using AHP integrated TOPSIS-Grey : The case of content management systems. *Knowledge-Based Systems*, 70(2014), 44–54.
- Oztaysi, B., Onar, S. C., Goztepe, K., & Kahraman, C.** (2017). Evaluation of research proposals for grant funding using interval-valued intuitionistic fuzzy sets. *Soft Computing*, 21(5), 1203-1218.
- Pandey, M.** (2003). Investment decisions in pharmaceutical R&D projects. *Drug Discovery Today*, 8(21), 968–971.
- Rengarajan, S., & Jagannathan, P.** (1997). Project selection by scoring for a large R&D organisation in a developing country. *R&D Management*, 27(2), 155–164.
- Richards, J.** (1972). Techno-economic studies as an aid to decisions on R & D programmes. *Industrial Marketing Management*, 1(2), 195-204
- Ringuest, J. L., Graves, S. B., & Case, R. H.** (2004). Mean-Gini analysis in R&D portfolio selection. *European Journal of Operational Research*, 154(1), 157–169.
- Rocha, A., Tereso, A., Cunha, J., & Ferreira, P.** (2014). Investments analysis and decision making: Valuing R&D project portfolios using the PROV exponential decision method. *Tékhne*, 12(1–2), 48–59.
- Santamaría, L., Barge-Gil, A., & Modrego, A.** (2010). Public selection and financing of R&D cooperative projects: Credit versus subsidy funding. *Research Policy*, 39(4), 549–563.
- Shin, C. O., Yoo, S. H., & Kwak, S. J.** (2007). Applying the analytic hierarchy process to evaluation of the national nuclear R&D projects: The case of Korea. *Progress in Nuclear Energy*, 49(5), 375-384.
- Soba, M., Şimşek, A., & Bayhan, M.** (2015). Bulanık Topsis Yöntemi İle Alışveriş Merkezi Kuruluş Yeri Seçimi: Uşak İlinde Bir Uygulama. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonomi Ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 3(2).
- Solak, S., Clarke, J. P. B., Johnson, E. L., & Barnes, E. R.** (2010). Optimization of R&D project portfolios under endogenous uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 207(1), 420–433.

- Sun, H., & Ma, T.** (2005). A packing-multiple-boxes model for R&D project selection and scheduling. *Technovation*, 25(11), 1355–1361.
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı.** (2021). *İstatistiki Bilgiler*. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı:
<https://www.sanayi.gov.tr/istatistikler/istatistiki-bilgiler> adresinden alındı
- Talias, M. A.** (2007). Optimal decision indices for R & D project evaluation in the pharmaceutical industry : Pearson index versus Gittins index. *European Journal of Operational Research*, 177, 1105–1112.
- Tegarden, D. P., & Sheetz, S. D.** (2003). Group cognitive mapping: A methodology and system for capturing and evaluating managerial and organizational cognition. *Omega*, 31(2), 113–125.
- Tian, Q., Ma, J., Liang, J., Kwok, R. C. W., & Liu, O.** (2005). An organizational decision support system for effective R & D project selection. *Decision Support Systems*, 39(2005), 403–413.
- Tolga, A.C., & Kahraman, C.** (2008). Fuzzy multiattribute evaluation of R&D projects using a real options valuation model. *International Journal of Intelligent Systems*, 23(11), 1153-1176.
- Tolman, E.C.** (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55, 189-208.
- Topcu, Y.I. and Kabak, O.** (2021). *Operations Research II Lecture Notes, END332E Operations Research II*. İTÜ:
<https://web.itu.edu.tr/topcuil/ya/END332E/END332E.pdf>, adresinden alındı
- URL-1** <<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=bilgi-teknolojileri-ve-bilgi-toplumu-102&dil=1>>, erişim tarihi 11.11.2021.
- Valdivia, M., Galan, J. L., Laffarga, J., & Ramos, J. L.** (2020). A research and technology valuation model for decision analysis in the environmental and renewable energy sectors. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 122, 109726.
- van Bekkum, S., Pennings, E., & Smit, H.** (2009). A real options perspective on R&D portfolio diversification. *Research Policy*, 38(7), 1150–1158.
- Vatansever, K.** (2013). Tedarikçi Seçim Kararlarında Bulanık TOPSIS Yönteminin Kullanımı ve Bir Uygulama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(3), 155-168.
- Vonortas, N. S., & Hertzfeld, H. R.** (1998). Research and development project selection in the public sector. *Journal of Policy Analysis and Management*, 17(4), 621–638.
- Wan, S.-P., Xu, G., Wang, F., & Dong, J.** (2015). A new method for Atanassov's interval-valued intuitionistic fuzzy MAGDM with incomplete attribute weight information. *Information Sciences*, 316(168), 329–347.
- Wang, J., & Hwang, W. L.** (2007). A fuzzy set approach for R&D portfolio selection using a real options valuation model. *Omega*, 35(3), 247–257.

- Wu, J., Chu, J., Sun, J., Zhu, Q., & Liang, L.** (2016). Extended secondary goal models for weights selection in DEA cross-efficiency evaluation. *Computers and Industrial Engineering*, 93, 143–151.
- Wu, J., Liang, L., Yang, F., & Yan, H.** (2009). Bargaining game model in the evaluation of decision making units. *Expert Systems with Applications*, 36(3 PART 1), 4357–4362.
- Wulan, M., & Petrovic, D.** (2012). A fuzzy logic based system for risk analysis and evaluation within enterprise collaborations. *Computers in Industry*, 63(8), 739–748.
- Yetis, N.** (1977). A methodology for identification, evaluation and comparison of R&D projects in R&D planning. *IFAC Proceedings Volumes*, 10(14), 59–64.
- Yoon, B., Jeong, Y., Lee, K., & Lee, S.** (2020). A systematic approach to prioritizing R&D projects based on customer-perceived value using opinion mining. *Technovation*, 98, 102164.
- Yuen, K. K. F., & Lau, H. C. W.** (2009). A Linguistic Possibility-Probability Aggregation Model for decision analysis with imperfect knowledge. *Applied Soft Computing Journal*, 9(2), 575–589.

EKLER

EK A : Literatür analizi

EK B : Kriterler arası ilişki analizi matrisi

EK C : İkili karşılaştırma anketi

EK D : İkili karşılaştırma anketi sonuçları

EK E: Ağırlıklandırılmamış süpermatris

EK F: Ağırlıklandırılmış süpermatris

EK G: Limit matris

EK H : Lingo kodu

EK I: Lingo çıktısı

EK J: Lingo çıktısı

EK K: Lingo çıktısı

EK L: Lingo çıktısı

EK A : Literatür analizi

Yayının Özellikleri				Karar Verici Öz.		Problemın Özellikleri		Problemın Çözümünde Kullanılan Yöntemler																				
Kaynak	Yıl	Ülke	Yayıncı	Karar Vericinin Tipi	Karar Vericinin Bakış Açısı	Problemın Amacı	Problem Tipi	Matematiksel Yönt.	Ekonometrik Yönt.	Finansal Yönt.	Sıralama	Skor Verme	VZA	AHS	AAS	Cizeleme Yönt.	Performans Karnesi	Senaryo Ağacı	PROMETHEE	DEMATEL	KEVM	Ar-ge Port. Matrisi	CDIA	Simülasyon	Sezgisel Alg.	Gri Sistem Teorisi	Bulanık Mantık	Karar Destek Sist.
Abbassi ve diğ. (2014)	2014	İran	Technovation	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Değer maksimizasyonu ve Risk Minimizasyonu	Doğrusal olmayan 0-1 tam sayılı programlama	x																	x			
Aloysius (1999)	1999	ABD	Omega	Yatırımcı	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi (Yatırım kararı amaçlı)	Kar maksimizasyonu	Risk minimizasyonu davranışının incelenmesi	x	x																			
Archibald ve Finifter (2003)	2003	ABD	Research Policy	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	En uygun fon dağılımı	İstatistiksel analiz																x					
Arratia ve diğ. (2016)	2016	Meksika / İspanya	Decision Support Systems Journal	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	Toplam portfolyo değerinin ve fonlanan proje sayısının maksimizasyonu	Matematiksel programlama	x																				
Atzei ve Jensen (2001)	2001	Hollanda	Acta Astronautica	Kamu Sektörü	Harmonizasyon	Amaçlar, planlar ve kaynakların harmonizasyonu	Önceliklendirme ve harmonizasyon				x																	
Ballesteros ve Rico (2001)	2001	İspanya	Research Policy	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	Fonun üniform dağılımı	Üniform dağılım elde etme		x																			
Bhattacharyya (2015)	2015	Hindistan	Fuzzy Information and Engineering	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Niteliklerin maksimizasyonu	Çok ölçütlü karar verme				x															x		
Bhattacharyya ve diğ. (2011)	2011	Hindistan	Computers and Mathematics with Applications	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Çıktılarının maksimizasyonu risklerin ve maliyetlerinin minimizasyonu	Çok ölçütlü karar verme	x																	x		x	
Bin ve diğ. (2015)	2015	Brezilya	Procedia Computer Science	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Toplam faydanın maksimizasyonu ve sıralama	Tam sayılı programlama ve çok ölçütlü karar verme	x										x						x	x			
Carlsson ve diğ. (2007)	2007	Finlandiya / Macaristan	International Journal of Approximate Reasoning	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Net bugünkü değeri maksimizasyonu	Karma tam sayılı programlama	x		x																	x	
Cho ve Kwon (2004)	2004	Güney Kore	European Journal of Operational Research	Özel Sektör	Ar-ge Proje Seçimi	En iyi seçeneğin bulunması	Çok ölçütlü karar verme						x											x				
Chu ve diğ. (1996)	1996	Tayvan / ABD	Computers in Industry	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Projelerin en iyi şekilde sıralanması için kaynakların dağıtımı	Dinamik programlama	x		x						x												x
Cioffe (2011)	2011	ABD	Clinical Pharmacology & Therapeutics	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Değer maksimizasyonu	Etkinlik sınırı	x		x														x				

Şekil A.1: Literatür özeti

Yayının Özellikleri				Karar Verici Öz.		Problemın Özellikleri		Problemın Çözümünde Kullanılan Yöntemler																				
Kaynak	Yıl	Ülke	Yayıncı	Karar Vericinin Tipi	Karar Vericinin Bakış Açısı	Problemın Amacı	Problem Tipi	Matematiksel Yönt.	Ekonomik Yönt.	Finansal Yönt.	Sıralama	Skor Verme	VZA	AHS	AAS	Çizelgelenme Yönt.	Performans Karnesi	Senaryo Ağacı	PROMETHEE	DEMATEL	KFYM	Ar-ge Port. Matrisi	CDIA	Simülasyon	Sezgisel Alg.	Gri Sistem Teorisi	Bulanık Mantık	Karar Destek Sist.
Cluzel ve diğ. (2016)	2016	Fransa	Journal of Cleaner Production	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Değer maksimizasyonu	Çok ölçütlü karar verme					x																
Coffin ve Taylor (1996)	1996	ABD	Computers & Operations Research	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Beklenen geri dönüşün ve ort. başarı olasılığının maksimizasyonu, tamamlanma zamanının minimizasyonu	Bulanık çok amaçlı karar verme	x																	x		x	
Coldrick ve diğ. (2005)	2005	Britanya	Technovation	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portf. Seçimi (Yatırım kararı)	Değer maksimizasyonu	Çok ölçütlü karar verme			x		x																
Cook ve Green (2000)	2000	Kanada / Britanya	Socio-Economic Planning Sciences	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	En iyi kaynak kullanımı	Karma 0-1 doğrusal programlama	x					x															
Costello (1983)	1983	ABD	Technological Forecasting and Social Change	Kamu Sektörü	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Değer maksimizasyonu	Çok ölçütlü karar verme				x	x																
Çağlar ve Gürel (2019)	2019	ABD / Türkiye	Socio-Economic Planning Sciences	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	En uygun fon dağılımı	Fonu dağıtma	x																				
Davoudpour ve diğ. (2012)	2012	İran	Renewable and Sustainable Energy Reviews	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Organizasyonun strateji ve değerlerine yapılan katkının maksimizasyonu	Çok ölçütlü karar verme	x																	x			
Dias (1988)	1988	Brezilya	Fuzzy Sets and Systems	Özel Sektör	Ar-ge Proje Seçimi	Değer maksimizasyonu	Çok ölçütlü karar verme	x																			x	
Eckhause ve diğ. (2009)	2009	ABD	International Journal of Project Management	Kamu Sektörü	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Tedarikçi seçenekleri portfolyosunun maksimizasyonu	Stokastik dinamik programlama	x																				
Eilat ve diğ. (2006)	2008	İsrail	Omega	Kamu Sektörü	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Kısıtların dengelenmesi	Çok ölçütlü karar verme	x				x				x									x			
Eilat ve diğ. (2008)	2006	İsrail	European Journal of Operational Research	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Portfolyonun farklı alt kümelerinin bulunması	Çok ölçütlü karar verme	x				x				x												x
Estep ve diğ. (2021)	2021	ABD	The Electricity Journal	Kamu Sektörü	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Değer maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme	x																				
Fang ve diğ. (2008)	2008	Japonya / Çin	European Journal of Operational Research	Yatırımcı	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi (Yatırım kararı amaçlı)	Servetin maksimizasyonu ve riskin minimizasyonu	İki amaçlı karma tam sayılı stokastik programlama										x							x				

Şekil A.1 (devam): Literatür özeti

Yayının Özellikleri				Karar Verici Öz.		Problemın Özellikleri		Problemın Çözümünde Kullanılan Yöntemler																				
Kaynak	Yıl	Ülke	Yayıncı	Karar Vericinin Tipi	Karar Vericinin Bakış Açısı	Problemın Amacı	Problem Tipi	Matematiksel Yönt.	Ekonometrik Yönt.	Finansal Yönt.	Sıralama	Skor Verme	VZA	AHS	AAS	Çizelgeme Yönt.	Performans Karnesi	Senaryo Ağacı	PROMETHEE	DEMATEL	KEYM	Ar-ge Port. Matrisi	CDIA	Simülasyon	Sezgisel Alg.	Gri Sistem Teorisi	Bulanık Mantık	Karar Destek Sist.
Feng ve diğ. (2011)	2011	Çin	Expert Systems With Applications	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	Rekabet edebilirlik ve iş birliğinin maksimizasyonu	Çok ölçütlü karar verme					x		x														
Giebe ve diğ. (2006)	2006	Almanya	Research Policy	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	Değer maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme	x																x				
Graves ve Ringuest (1992)	1992	ABD	Journal of High Technology Management Research	Özel Sektör	Ar-ge Proje Seçimi	Getiri maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme	x																				
Graves ve Rinquest (1996)	1996	ABD	The Journal of High Technology Management Research	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Fayda maksimizasyonu	Kumarcı oyunu teorisi		x																			
Green ve diğ. (1996)	1996	Kanada / Britanya	European Journal of Operational Research	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Performans maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme				x		x															
Hassanzadeh ve diğ. (2014a)	2014	İran / ABD	International Journal of Production Economics	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Hesap bakiyesi maksimizasyonu	Karma tam sayılı doğrusal programlama	x																x				
Hassanzadeh ve diğ. (2014b)	2014	ABD	European Journal of Operational Research	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Çok amaçlı matematiksel model	Karma ikili tam sayılı programlama	x																x				
Henig ve Katz (1996)	1996	İsrail	Journal of Multi-Criteria Dec. Analysis	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Çevresel uygunluk ve fayda maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme	x																				
Hesarsorkh ve diğ. (2021)	2021	İran / Hollanda	Computers & Industrial Engineering	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Kar maksimizasyonu	Optimizasyon	x		x																		
Hsu ve diğ. (2003)	2003	Tayvan	R&D Management	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	Değer maksimizasyonu	Bulanık çok kriterli karar verme							x													x	
Huang ve diğ. (2008)	2008	Tayvan	Omega	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	Değer maksimizasyonu	Bulanık çok kriterli karar verme							x										x			x	
Huang ve Zhao (2014)	2014	Çin	Applied Mathematics and Computation	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Beklenen net bugünkü değerın maksimizasyonu	Doğrusal olmayan karma tam sayılı programlama	x																	x			
Hwang ve Yu (1998)	1998	Güney Kore	Computers and Industrial Engineering	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Değer sıralama	Bulanık önceliklendirme				x																x	
Imoto ve diğ. (2008)	2008	Japonya	Applied Soft Computing	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Değer maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme							x													x	
Jeng ve Huang (2015)	2015	Tayvan	Journal of Business Research	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	Değer maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme								x					x								

Şekil A.1 (devam): Literatür özeti

Yayının Özellikleri				Karar Verici Öz.		Problemın Özellikleri		Problemın Çözümünde Kullanılan Yöntemler																				
Kaynak	Yıl	Ülke	Yayıncı	Karar Vericinin Tipi	Karar Vericinin Bakış Açısı	Problemın Amacı	Problem Tipi	Matematiksel Yönt.	Ekonometrik Yönt.	Finansal Yönt.	Sıralama	Skor Verme	VZA	AHS	AAS	Çizelgeleme Yönt.	Performans Karnesi	Senaryo Açacı	PROMETHEE	DEMATEL	KEYM	Ar-ge Port. Matrisi	CDIA	Simülasyon	Sezgisel Alg.	Gri Sistem Teorisi	Bulanık Mantık	Karar Destek Sist.
Jinfa ve Biting (2017)	2017	Çin	Procedia Engineering	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Değer maksimizasyonu	Reel opsiyon			x																		
Jou (2018)	2018	Taiwan	The Quarterly Review of Econ. and Finance	Özel Sektör	AR-GE Proje Seçimi	Yatırım seçimi	Reel opsiyon			x																		
Jung ve Seo (2010)	2010	Güney Kore	Decision Support Systems	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	Değer maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme								x													
Karasakal ve Aker (2016)	2016	Türkiye	Omega	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	Değer maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme					x	x															
Kim ve diğ. (1997)	1997	Güney Kore	Computers & Industrial Engineering	Özel Sektör	Ar-ge Proje Seçimi	Değer maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme														x							
Kim ve diğ. (2010)	2010	Güney Kore	Technological Forecasting and Social Change	Kamu Sektörü	Kamusal Fonlama/Strateji Yönetimi	Değer maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme						x															
Klapka ve Pinos (2002)	2002	Çek Cumhuriyeti	European Journal of Operational Research	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Fayda maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme	x	x																x		x	
Latipova (2015)	2015	Rusya	IFAC-PapersOnLine	Özel Sektör	Ar-ge Proje Seçimi ve Çizelgeleme	Çizelgeleme	Matematiksel programlama	x								x												
Lawson ve diğ. (2006)	2006	Britanya	Technovation	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Değer maksimizasyonu	Puanlama ve finansal analiz			x																		x
Lee ve Om (1996)	1996	Güney Kore	Research Policy	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	Faktörlerin kategorize edilmesi	Faktör analizi															x						
Liberatore (1986)	1986	ABD	Technovation	Özel Sektör	Ar-ge Proje Seçimi	Değer maksimizasyonu	Hedef programlama ve tam sayılı programlama	x	x	x		x		x														
Liberatore (1988)	1988	ABD	Mathematical and Computer Modelling	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Değer maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme ve tam sayılı programlama	x		x				x														x
Lin ve Wu (2008)	2008	Tayvan	Expert Systems with Applications	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Değer maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme													x							x	
Linton ve diğ. (2002)	2002	ABD	R&D Management	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Proje portfolyosunu kabul, red ve ileride tekrar değerlendirilmek üzere üç kategoriye ayrılması	Çok kriterli karar verme					x																

Şekil A.1 (devam): Literatür özeti

Yayının Özellikleri				Karar Verici Öz.		Problemın Özellikleri		Problemın Çözümünde Kullanılan Yöntemler																				
Kaynak	Yıl	Ülke	Yayıncı	Karar Vericinin Tipi	Karar Vericinin Bakış Açısı	Problemın Amacı	Problem Tipi	Matematiksel Yönt.	Ekonometrik Yönt.	Finansal Yönt.	Sıralama	Skor Verme	VZA	AHS	AAS	Çizelgeme Yönt.	Performans Karnesi	Senaryo Açacı	PROMETHEE	DEMATEL	KEVM	Ar-ge Port. Matrisi	CDIA	Simulasyon	Sezgisel Alg.	Gri Sistem Teorisi	Bulanık Mantık	Karar Destek Sist.
Liu ve diğ. (2019)	2019	Çin/Birleşik Krallık	International Journal of Project Management	Devlet/Kamu Fonu	AR-GE Proje Seçimi	En uygun fon dağılımı	Çok ölçütlü karar verme	x																				
Liu ve Wang (2011)	2011	Tayvan	Automation in Construction	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Getiri maksimizasyonu	Matematiksel programlama	x																				
Lo Nigro ve diğ. (2014)	2014	İtalya	International Journal of Production Economics	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Değer maksimizasyonu	Reel opsiyon			x																		
Mavrotas ve Makryvelios (2021)	2021	Yunanistan	European Journal of Operational Research	Devlet/Kamu Fonu	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	En uygun fon dağılımı	Çok ölçütlü karar verme	x																x				
Medaglia ve diğ. (2007)	2007	Kolombiya / ABD	European Journal of Operational Research	Özel Sektör	Ar-ge Proje Seçimi	Değer maksimizasyonu	Stokastik çok amaçlı doğrusal sınırlandırılmış optimizasyon	x																x	x			
Mehrez (1988)	1988	ABD	Technovation	Yatırımcı	Ar-ge Proje Portf. Seçimi (Yatırım kararı)	Fayda maksimizasyonu	Çok amaçlı karar vermeye dayanan beklenen fayda		x																			
Mikkola (2001)	2001	Danimarka	Technovation	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Kategorizasyon	Çok kriterli karar verme															x						
Oral ve diğ. (1991)	1991	Kanada	Management Science	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	Değer maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme	x				x																
Oztaysi ve diğ. (2017)	2017	Türkiye	Soft Computing	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	Değer maksimizasyonu	Çok kriterli grup karar verme																			x		
Rengarajan ve Jagannathan (1997)	1997	Hindistan	R&D Management	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Değer maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme				x																	
Richards (1972)	1972	Britanya	Industrial Marketing Management	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	Değer maksimizasyonu	Multi Criteria Decision Making			x																		
Ringuest ve diğ. (2004)	2004	ABD	European Journal of Operational Research	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Değer maksimizasyonu	Matematiksel programlama ve ekonometrik analiz	x	x															x				
Rocha ve diğ. (2014)	2014	Portekiz	Tékhne	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Değer maksimizasyonu	Çoklu fayda fonksiyonu		x		x																	
Santamaría ve diğ. (2010)	2010	İspanya	Research Policy	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	Kredi ve sübvansiyonların değerlendirilmesi	Çok kriterli karar verme			x																		
Solak ve diğ. (2010)	2010	ABD	European Journal of Operational Research	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Fayda maksimizasyonu	Çok aşamalı stokastik tam sayılı programlama	x																				

Şekil A.1 (devam): Literatür özeti

Yayının Özellikleri				Karar Verici Öz.		Problemın Özellikleri		Problemın Çözümünde Kullanılan Yöntemler																				
Kaynak	Yıl	Ülke	Yayıncı	Karar Vericinin Tipi	Karar Vericinin Bakış Açısı	Problemın Amacı	Problem Tipi	Matematiksel Yönt.	Ekonometrik Yönt.	Finansal Yönt.	Sıralama	Skor Verme	VZA	AHS	AAS	Çizelgeleme Yönt.	Performans Karnesi	Senaryo Açacı	PROMETHEE	DEMATEL	KEYM	Ar-ge Port. Matrisi	CDIA	Simülasyon	Sezgisel Alg.	Gri Sistem Teorisi	Bulanık Mantık	Karar Destek Sist.
Sun ve Ma (2005)	2005	Çin	Technovation	Özel Sektör	Ar-ge Proje Seçimi ve Çizelgeleme	Çizelgeleme	0-1 tam sayılı programlama	x								x												
Talias (2007)	2007	Almanya	European Journal of Operational Research	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Maliyet başına beklenen net değerin ve beklenen bugünkü değerin maksimizasyonu	İndislerin karşılaştırılması	x		x																		
Tian ve diğ. (2005)	2005	Çin	Decision Support Systems	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	Ar-ge proje seçimi sürecinin yönetilmesi	Nesne temelli karar destek sistemi																			x	x	
Valdivia ve diğ. (2020)	2020	İspanya	Renewable and Sustainable Energy Reviews	Özel Sektör	AR-GE Projesi Değerlendirme	Yatırım kararı	Çok ölçütlü karar verme	x		x													x	x				
van Bekkum ve diğ. (2009)	2009	Hollanda	Research Policy	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Değer maksimizasyonu	Reel opsiyon			x														x				
Vonortas ve Hertzfeld (1998)	1998	ABD	Journal of Policy Analysis and Management	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	Devam et/etme kararının alınması	Finansal analiz			x																		
Wan ve diğ. (2015)	2015	Çin	Information Sciences	Yatırımcı	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi (Yatırım kararı amaçlı)	Faydanın artırılması ve risklerin azaltılması	Bulanık çok ölçütlü grup karar verme	x			x															x		
Wang ve Hwang (2007)	2007	Tayvan	Omega	Özel Sektör	Ar-ge Proje Portfolyosu Seçimi	Ar-ge stratejik dengesinin sağlanması ve hedeflenen portf. değ. maksimizasyonu	Bulanık bileşik opsiyon değerlendirme			x																x		
Wu ve diğ. (2009)	2009	Çin	Expert Systems with Applications	Özel Sektör	Ar-ge Proje Seçimi	Değer maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme					x																
Wu ve diğ. (2016)	2016	Çin	Computers and Industrial Engineering	Devlet/Kamu Fonu	Kamusal Fonlama	Çok amaçlı model	Çok kriterli karar verme					x																
Yetis (1977)	1977	Türkiye	IFAC Proceedings Volumes	Kamu Sektörü	Ar-ge Proje Seçimi	Değer maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme				x																	
Yoon ve diğ. (2020)	2020	Güney Kore	Technovation	Özel Sektör	AR-GE Projesi Değerlendirme	Müşteri algısına göre proje önceliklendirme	İstatistiksel analiz																x	x				
Yuen ve Lau (2009)	2009	Çin	Applied Soft Computing Journal	Özel Sektör	Ar-ge Proje Seçimi	Değer maksimizasyonu	Çok kriterli karar verme								x											x		

Şekil A.1 (devam): Literatür özeti

EK B : Kriterler arası ilişki analizi matrisi

	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	4a	4b	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	9a	9b	9c	10a	10b	10c	11a	11b	11c	11d	12a	12b	13a	13b	14a	14b	14c	15a	15b	16a	16b	17a	18a	
1a	4-7-0	5-6-0	7-4-0	5-6-0	5-6-0	6-5-0	9-2-0	3-7-1	5-5-1	1-10-0	3-8-0	7-4-0	2-9-0	1-10-0	0-11-0	4-7-0	2-9-0	1-10-0	2-9-0	8-3-0	3-8-0	2-9-0	6-5-0	1-10-0	2-9-0	1-10-0	3-6-2	0-11-0	0-11-0	1-10-0	0-11-0	0-10-1	1-10-0	2-9-0	1-10-0	2-9-0	0-11-0	2-9-0	0-11-0	0-8-3
1b	5-6-0	3-8-0	7-4-0	5-6-0	3-8-0	3-8-0	3-8-0	1-10-0	1-10-0	2-9-0	3-8-0	6-5-0	6-5-0	3-8-0	1-10-0	2-9-0	5-6-0	4-7-0	1-10-0	6-5-0	1-10-0	1-10-0	5-6-0	6-5-0	4-7-0	10-1-0	5-6-0	0-11-0	1-10-0	0-11-0	1-10-0	1-10-0	0-11-0	3-8-0	1-10-0	0-11-0	0-11-0	0-10-1	0-11-0	0-11-0
1c	5-6-0	7-4-0	3-8-0	6-5-0	3-8-0	7-4-0	5-6-0	2-9-0	2-8-1	2-9-0	2-9-0	6-5-0	6-5-0	6-5-0	3-8-0	2-9-0	3-8-0	3-8-0	6-5-0	5-6-0	3-8-0	3-8-0	4-7-0	2-9-0	5-6-0	4-7-0	5-6-0	2-9-0	3-8-0	0-9-2	0-11-0	1-10-0	1-10-0	2-9-0	4-7-0	0-9-2	0-9-2	0-8-3	0-7-4	
2a	4-7-0	3-8-0	6-5-0	5-6-0	9-2-0	8-3-0	5-6-0	2-9-0	3-8-0	0-11-0	0-11-0	2-9-0	2-9-0	0-11-0	0-11-0	5-6-0	6-5-0	6-5-0	6-5-0	4-7-0	5-6-0	5-6-0	1-10-0	0-11-0	1-10-0	1-10-0	1-10-0	1-10-0	1-10-0	1-9-1	1-10-0	0-11-0	1-10-0	1-10-0	2-9-0	0-9-2	0-9-2	0-9-2	0-9-2	
2b	4-7-0	3-8-0	6-5-0	9-2-0	5-6-0	8-3-0	6-5-0	2-9-0	4-7-0	0-11-0	1-10-0	3-8-0	3-8-0	0-11-0	0-11-0	5-6-0	7-4-0	6-5-0	6-5-0	4-7-0	5-6-0	1-10-0	1-10-0	1-10-0	1-10-0	2-9-0	2-9-0	1-10-0	1-9-1	1-10-0	0-11-0	1-10-0	1-10-0	3-8-0	0-10-1	0-10-1	0-9-2	0-8-3		
2c	4-7-0	4-7-0	7-4-0	5-6-0	5-6-0	6-5-0	5-6-0	2-9-0	4-7-0	2-9-0	3-8-0	7-4-0	4-7-0	3-8-0	0-10-1	4-7-0	4-7-0	6-5-0	7-4-0	4-7-0	5-6-0	2-9-0	5-6-0	5-6-0	5-6-0	4-7-0	3-8-0	1-10-0	0-11-0	0-11-0	0-11-0	1-10-0	2-9-0	0-10-1	0-10-1	0-9-2	1-8-2			
3a	9-2-0	6-5-0	2-9-0	3-8-0	5-6-0	5-6-0	4-7-0	1-10-0	4-7-0	2-9-0	2-9-0	9-2-0	3-8-0	2-9-0	1-10-0	4-7-0	0-11-0	1-10-0	1-10-0	6-5-0	1-10-0	0-11-0	8-3-0	1-10-0	4-7-0	5-6-0	2-9-0	2-8-1	1-10-0	0-11-0	1-10-0	1-10-0	1-9-1	4-7-0	4-7-0	0-9-2	0-9-2	1-8-2	1-6-4	
4a	4-6-1	1-10-0	4-7-0	4-7-0	5-6-0	3-8-0	2-9-0	6-5-0	4-4-3	2-9-0	2-9-0	5-6-0	5-6-0	4-7-0	2-9-0	1-10-0	0-11-0	2-9-0	6-5-0	2-9-0	0-11-0	4-7-0	0-11-0	2-9-0	3-8-0	4-7-0	7-4-0	5-6-0	0-11-0	0-11-0	0-11-0	0-10-1	1-10-0	2-9-0	1-9-1	1-8-2	0-8-3	0-9-2		
4b	6-4-1	1-10-0	2-8-1	4-7-0	3-8-0	3-8-0	5-6-0	6-4-1	6-5-0	1-10-0	0-10-1	0-8-3	0-8-3	0-7-4	0-7-4	0-11-0	0-11-0	1-10-0	2-9-0	1-10-0	0-11-0	1-10-0	0-11-0	0-11-0	0-11-0	1-7-3	3-6-2	0-7-4	0-9-2	0-11-0	1-10-0	0-11-0	2-9-0	1-9-1	4-7-0	4-7-0	4-6-1			
5a	0-11-0	1-10-0	2-9-0	0-11-0	0-11-0	0-10-1	1-10-0	2-9-0	1-10-0	4-7-0	6-5-0	8-3-0	6-5-0	6-4-1	6-4-1	0-11-0	0-11-0	0-11-0	2-9-0	0-11-0	3-8-0	0-11-0	0-11-0	1-10-0	3-8-0	0-11-0	1-7-3	3-6-2	2-9-0	3-8-0	3-8-0	4-7-0	3-8-0	0-11-0	3-8-0	4-7-0	0-6-5	0-8-3	0-10-1	
5b	2-9-0	2-8-1	2-8-1	0-11-0	2-9-0	3-7-1	3-8-0	3-8-0	1-10-0	8-2-1	4-7-0	7-4-0	6-5-0	4-7-0	4-7-0	0-11-0	0-11-0	0-11-0	2-9-0	3-8-0	1-10-0	0-11-0	2-9-0	2-9-0	3-8-0	3-8-0	3-8-0	1-10-0	1-9-1	0-10-1	3-8-0	5-6-0	5-6-0	1-10-0	2-9-0	0-5-6	0-6-5	0-7-4	0-7-4	
6a	6-5-0	5-6-0	4-7-0	3-8-0	3-8-0	8-3-0	10-1-0	6-5-0	2-9-0	5-6-0	7-4-0	5-6-0	6-5-0	6-5-0	3-8-0	2-9-0	1-10-0	1-10-0	3-8-0	4-7-0	4-7-0	2-9-0	9-2-0	3-8-0	2-9-0	3-8-0	7-4-0	3-8-0	3-8-0	0-10-1	6-5-0	5-6-0	6-5-0	6-5-0	4-7-0	0-8-3	0-7-4	0-8-3	1-6-4	
6b	4-7-0	6-5-0	5-6-0	1-10-0	2-9-0	8-3-0	5-5-1	5-6-0	1-10-0	9-2-0	6-5-0	7-4-0	5-6-0	6-5-0	3-8-0	1-10-0	1-10-0	3-8-0	1-10-0	5-6-0	3-8-0	1-10-0	5-6-0	1-10-0	3-8-0	3-8-0	9-2-0	3-8-0	4-7-0	1-9-1	6-5-0	6-5-0	5-6-0	6-5-0	5-6-0	0-8-3	0-8-3	0-5-6	1-5-5	
7a	0-11-0	2-9-0	5-6-0	2-9-0	2-9-0	4-7-0	2-9-0	6-5-0	2-8-1	5-6-0	2-8-1	5-6-0	6-5-0	4-7-0	7-3-1	2-9-0	2-9-0	2-9-0	3-8-0	2-9-0	2-9-0	0-11-0	2-9-0	0-11-0	2-9-0	2-9-0	2-9-0	3-8-0	4-7-0	4-7-0	2-9-0	2-9-0	2-9-0	0-6-5	0-6-5	0-7-4	0-8-3			
7b	0-11-0	1-10-0	3-8-0	1-10-0	1-10-0	1-9-1	2-9-0	2-9-0	0-10-1	5-6-0	2-8-1	5-6-0	4-7-0	6-5-0	4-6-1	1-10-0	1-10-0	2-9-0	2-9-0	2-9-0	1-10-0	0-11-0	3-8-0	0-11-0	3-8-0	1-10-0	4-7-0	1-10-0	3-7-1	1-8-2	0-11-0	1-10-0	3-8-0	1-10-0	2-9-0	0-8-3	0-7-4	1-8-2	0-8-3	
8a	5-6-0	2-9-0	5-6-0	5-6-0	5-5-1	8-3-0	6-5-0	3-8-0	2-9-0	0-11-0	1-10-0	4-7-0	1-10-0	3-8-0	1-10-0	3-8-0	5-6-0	8-3-0	1-10-0	4-7-0	1-10-0	1-10-0	2-9-0	0-11-0	0-11-0	2-9-0	1-10-0	1-10-0	1-10-0	2-8-1	2-9-0	1-10-0	1-9-1	0-11-0	1-10-0	1-8-2	1-8-2	1-9-1	0-8-3	
9a	1-10-0	2-9-0	5-6-0	4-7-0	3-8-0	4-7-0	1-10-0	1-10-0	0-11-0	1-10-0	1-10-0	3-8-0	3-8-0	2-9-0	0-11-0	8-3-0	5-6-0	9-2-0	2-9-0	3-8-0	3-8-0	2-9-0	0-11-0	0-11-0	1-10-0	1-10-0	0-11-0	0-11-0	1-10-0	4-7-0	4-7-0	1-10-0	0-11-0	4-7-0	0-9-2	0-7-4	0-11-0	0-10-1		
9b	4-7-0	2-9-0	5-6-0	5-6-0	6-5-0	7-4-0	2-9-0	0-11-0	0-11-0	1-10-0	1-10-0	2-9-0	2-9-0	1-10-0	0-11-0	8-3-0	10-1-0	5-6-0	2-9-0	2-9-0	2-9-0	3-8-0	0-11-0	0-11-0	2-9-0	2-9-0	4-7-0	1-10-0	0-11-0	3-8-0	4-7-0	4-7-0	2-9-0	2-9-0	0-11-0	4-7-0	0-7-4	0-11-0	0-7-4	
9c	3-8-0	0-11-0	2-9-0	4-7-0	4-7-0	6-5-0	2-8-1	1-10-0	1-10-0	2-9-0	2-9-0	4-7-0	3-8-0	2-9-0	0-10-1	1-10-0	1-10-0	3-8-0	0-11-0	1-10-0	2-9-0	0-11-0	0-11-0	3-8-0	0-11-0	2-9-0	1-10-0	0-11-0	3-8-0	3-8-0	2-9-0	3-8-0	1-10-0	4-7-0	1-6-4	1-6-4	2-6-3	2-6-3		
10a	7-4-0	7-4-0	5-6-0	3-8-0	2-9-0	4-7-0	5-6-0	4-7-0	1-10-0	1-10-0	2-9-0	4-7-0	5-6-0	3-8-0	0-11-0	3-8-0	3-8-0	4-7-0	1-10-0	3-8-0	5-6-0	1-10-0	4-7-0	1-10-0	4-7-0	2-9-0	6-5-0	2-9-0	5-6-0	2-9-0	3-8-0	4-7-0	2-9-0	3-8-0	1-10-0	0-8-3	0-8-3	0-8-3	0-8-3	
10b	1-10-0	2-9-0	4-7-0	7-4-0	3-8-0	4-7-0	2-9-0	2-9-0	0-11-0	5-6-0	3-8-0	3-8-0	3-8-0	5-6-0	0-10-1	2-9-0	5-6-0	6-5-0	2-9-0	5-6-0	4-7-0	3-8-0	2-9-0	1-10-0	3-8-0	1-10-0	6-5-0	3-8-0	2-9-0	2-9-0	3-8-0	4-7-0	2-9-0	2-9-0	2-9-0	0-8-3	0-8-3	0-7-4	0-8-3	
10c	2-9-0	4-7-0	4-7-0	3-8-0	4-7-0	5-6-0	1-10-0	1-10-0	0-11-0	0-11-0	2-9-0	1-10-0	2-9-0	2-9-0	0-11-0	2-9-0	3-8-0	3-8-0	2-9-0	6-5-0	3-8-0	3-8-0	2-9-0	6-5-0	3-8-0	0-11-0	3-8-0	2-9-0	2-9-0	3-8-0	2-9-0	4-7-0	0-11-0	0-11-0	3-8-0	0-10-1	0-10-1	0-9-2	0-9-2	
11a	5-6-0	5-6-0	4-7-0	2-9-0	2-9-0	4-7-0	7-4-0	2-9-0	3-8-0	1-10-0	2-9-0	3-6-2	5-6-0	3-8-0	1-9-1	2-9-0	2-9-0	1-10-0	3-8-0	4-7-0	2-9-0	0-11-0	6-5-0	2-9-0	4-7-0	5-6-0	3-8-0	2-9-0	1-10-0	3-8-0	1-10-0	2-9-0	0-11-0	7-4-0	4-7-0	0-9-2	0-9-2	0-9-2	0-11-0	
11b	0-11-0	5-6-0	2-9-0	0-11-0	0-11-0	1-10-0	0-11-0	0-11-0	0-11-0	0-11-0	2-9-0	2-9-0	2-8-1	0-11-0	0-11-0	3-8-0	1-10-0	2-9-0	5-6-0	0-11-0	0-11-0	7-4-0	4-7-0	4-7-0	6-5-0	3-8-0	0-11-0	0-11-0	0-11-0	0-11-0	0-11-0	0-11-0	7-4-0	0-11-0	1-8-2	3-8-0	1-8-2	0-11-0		
11c	0-11-0	1-10-0	3-8-0	1-10-0	1-10-0	3-8-0	1-10-0	1-10-0	0-11-0	2-9-0	1-10-0	3-8-0	6-5-0	3-8-0	2-9-0	0-11-0	2-9-0	1-10-0	0-11-0	6-5-0	6-5-0	2-9-0	2-9-0	1-10-0	3-8-0	2-9-0	3-8-0	1-10-0	3-8-0	2-9-0	1-10-0	2-9-0	1-10-0	2-9-0	4-7-0	0-6-5	0-7-4	0-5-6	0-5-6	
11d	2-9-0	8-3-0	3-8-0	1-10-0	0-11-0	1-10-0	4-7-0	0-11-0	0-11-0	0-11-0	2-9-0	3-8-0	2-9-0	4-7-0	0-10-1	1-10-0	3-8-0	3-8-0	0-11-0	3-8-0	1-10-0	4-7-0	4-7-0	4-7-0	6-5-0	5-6-0	0-11-0	3-8-0	0-10-1	0-11-0	0-11-0	0-11-0	5-6-0	2-9-0	0-11-0	0-11-0	0-11-0	0-11-0		
12a	1-10-0	4-7-0	5-6-0	2-9-0	1-10-0	4-7-0	2-9-0	3-8-0	3-7-1	4-7-0	2-9-0	5-6-0	6-5-0	9-2-0	6-4-1	2-9-0	5-6-0	5-6-0	6-5-0	2-9-0	2-9-0	2-9-0	2-9-0	1-10-0	6-5-0	2-9-0	4-7-0	5-6-0	6-5-0	3-8-0	2-9-0	2-9-0	3-8-0	2-9-0	6-5-0	0-8-3	0-7-4	0-6-5	0-7-4	
12b	2-6-3	0-11-0	1-10-0	1-10-0	1-9-1	4-6-1	1-9-1	6-5-0	0-7-4	2-9-0	1-10-0	3-8-0	3-8-0	3-8-0	2-9-0	1-10-0	3-8-0	3-8-0	1-10-0	3-8-0	2-9-0	1-10-0	0-11-0	0-11-0	1-9-1	0-11-0	2-9-0	4-7-0	0-10-1	0-11-0	0-11-0	0-11-0	1-10-0	0-11-0	0-11-0	0-11-0	0-6-5	0-10-1		
13a	0-11-0	0-11-0	1-10-0	0-11-0	0-11-0	2-9-0	0-11-0	1-10-0	1-9-1	1-10-0	0-11-0	2-9-0	6-5-0	6-4-1	6-5-0	0-11-0	0-11-0	0-11-0	1-10-0	2-9-0	0-11-0	1-10-0	0-11-0	1-10-0	0-11-0	0-11-0	6-5-0	2-8-1	6-5-0	1-9-1	0-11-0	0-11-0	0-11-0	2-9-0	0-11-0	0-10-1	0-10-1	0-5-6	0-10-1	
13b	0-10-1	0-10-1	0-9-2	0-10-1	0-10-1	0-10-1	0-																																	

EK C : İkili karşılaştırma anketi

1b	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Projenin toplumsal faydaya etkisi” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
1c	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Üniversite - sanayi iş birliğini sağlaması	3a
10a	Kurum prestijine yapılan katkı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnsan hayatına yaptığı katkı	11d
1c	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Projenin toplumsal faydaya etkisi	1b
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	1c
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal bilgiye katkı sağlaması	2a
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	2b
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	2c
1b	Projenin toplumsal faydaya etkisi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	1c
1b	Projenin toplumsal faydaya etkisi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal bilgiye katkı sağlaması	2a
1b	Projenin toplumsal faydaya etkisi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	2b
1b	Projenin toplumsal faydaya etkisi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	2c
1c	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal bilgiye katkı sağlaması	2a
1c	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	2b
1c	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	2c
2a	Kurumsal bilgiye katkı sağlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	2b
2a	Kurumsal bilgiye katkı sağlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	2c
2b	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	2c

Şekil C.1: İkili karşılaştırma anketi

2a	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Kurumsal bilgiye katkı sağlaması” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
1c	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	2b
2b	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
8a	AR-GE projesinin çalışanlara yapacağı katkı potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Angaje ve motive olmuş takımın varlığı	9b
2c	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	1c
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal bilgiye katkı sağlaması	2a
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	2b
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	2c
1c	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal bilgiye katkı sağlaması	2a
1c	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	2b
1c	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	2c
2a	Kurumsal bilgiye katkı sağlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	2b
2a	Kurumsal bilgiye katkı sağlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	2c
2b	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	2c
6a	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	6b
8a	AR-GE projesinin çalışanlara yapacağı katkı potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Angaje ve motive olmuş takımın varlığı	9b
8a	AR-GE projesinin çalışanlara yapacağı katkı potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İlgili geçmiş deneyimler	9c
9b	Angaje ve motive olmuş takımın varlığı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İlgili geçmiş deneyimler	9c

Şekil C.1 (devam): İkili karşılaştırma anketi

3a	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Üniversite - sanayi iş birliğini sağlaması” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	2b
6a	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	6b
4a	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Korunabilir sonuçlara erişme potansiyeli” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
4a	Korunabilir sonuçlara erişme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Rekabet içinde bulunulan patent ve yayınlar	4b
6a	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırımın geri dönüş potansiyeli	7a
4b	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Rekabet içinde bulunulan patent ve yayınlar” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
4a	Korunabilir sonuçlara erişme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Rekabet içinde bulunulan patent ve yayınlar	4b
5a	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Finansal kaynak planlaması” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
5b	Araştırma maliyetlerinin açıklanabilirliği ve kabul edilebilirliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	6b
16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	16b
16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ticari riskler	17a
16b	Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ticari riskler	17a
5b	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Araştırma maliyetlerinin açıklanabilirliği ve kabul edilebilirliği” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
5a	Finansal kaynak planlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	6a
5a	Finansal kaynak planlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	6b
6a	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	6b
16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ticari riskler	17a
6a	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Projenin toplumsal faydaya etkisi	1b
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Projenin beklenen çıktılardan yararlanılabilme pot.	1c

Şekil C.1 (devam): İkili karşılaştırma anketi

1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	2c
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Üniversite - sanayi iş birliğini sağlaması	3a
1b	Projenin toplumsal faydaya etkisi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	1c
1b	Projenin toplumsal faydaya etkisi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	2c
1b	Projenin toplumsal faydaya etkisi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Üniversite - sanayi iş birliğini sağlaması	3a
1c	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	2c
1c	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Üniversite - sanayi iş birliğini sağlaması	3a
2c	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Üniversite - sanayi iş birliğini sağlaması	3a
5a	Finansal kaynak planlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Araştırma maliyetlerinin açıklanabilirliği ve kabul edilebilirliği	5b
5a	Finansal kaynak planlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	6b
5b	Araştırma maliyetlerinin açıklanabilirliği ve kabul edilebilirliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	6b
6b	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli ” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
1b	Projenin toplumsal faydaya etkisi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	1c
5a	Finansal kaynak planlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Araştırma maliyetlerinin açıklanabilirliği ve kabul edilebilirliği	5b
5a	Finansal kaynak planlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	6a
5a	Finansal kaynak planlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırımın geri dönüş potansiyeli	7a
5b	Araştırma maliyetlerinin açıklanabilirliği ve kabul edilebilirliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	6a
5b	Araştırma maliyetlerinin açıklanabilirliği ve kabul edilebilirliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırımın geri dönüş potansiyeli	7a
6a	AR-GE projesinin devlet dest. ile fonlanma potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırımın geri dönüş potansiyeli	7a
12a	Pazarda başarılı olma fırsatı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pazar dengesi	13a

Şekil C.1 (devam): İkili karşılaştırma anketi

15a	Mevcut veya olası regülasyonlara uyumluluk	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Engelleri aşabilme	15b
7a	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Yatırımın geri dönüş potansiyeli” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
5a	Finansal kaynak planlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	6a
5a	Finansal kaynak planlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	6b
5a	Finansal kaynak planlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Beklenen geri ödeme periyodu	7b
6a	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	6b
6a	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Beklenen geri ödeme periyodu	7b
6b	AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Beklenen geri ödeme periyodu	7b
12a	Pazarda başarılı olma fırsatı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pazar dengesi	13a
16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ticari riskler	17a
7b	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Beklenen geri ödeme periyodu” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
5a	Finansal kaynak planlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırımın geri dönüş potansiyeli	7a
12a	Pazarda başarılı olma fırsatı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pazar dengesi	13a
8a	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “AR-GE projesinin çalışanlara yapacağı katkı potansiyeli” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
9a	Projeye olan kurum içi bağlılığın derecesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Angaje ve motive olmuş takımın varlığı	9b
9a	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Projeye olan kurum içi bağlılığın derecesi ” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
2a	Kurumsal bilgiye katkı sağlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	2b
9b	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Angaje ve motive olmuş takımın varlığı ” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
2a	Kurumsal bilgiye katkı sağlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	2b
8a	AR-GE projesinin çalışanlara yapacağı katkı potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Projeye olan kurum içi bağlılığın derecesi	9a
9c	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “İlgili geçmiş deneyimler ” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
1c	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal bilgiye katkı sağlaması	2a
1c	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	2b

Şekil C.1 (devam): İkili karşılaştırma anketi

1c	Projenin beklenen çıktılarından yararlanılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	2c
2a	Kurumsal bilgiye katkı sağlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	2b
2a	Kurumsal bilgiye katkı sağlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	2c
2b	Kurumsal teknik gelişime katkı sağlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	2c
12a	Pazarda başarılı olma fırsatı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pazara çıkış süresi	13b
10a	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Kurum prestijine yapılan katkı” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Projenin toplumsal faydaya etkisi	1b
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	2c
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Üniversite - sanayi iş birliğini sağlaması	3a
1b	Projenin toplumsal faydaya etkisi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	2c
1b	Projenin toplumsal faydaya etkisi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Üniversite - sanayi iş birliğini sağlaması	3a
2c	İnovasyonun güçlendirilmesi üzerindeki etkisi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Üniversite - sanayi iş birliğini sağlaması	3a
10b	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Kurumun stratejik amaçları ile uyum” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
10c	Diğer ürün ve süreçler ile ortaya çıkardığı sinerji	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Paydaşlar ile uyumu	11c
11a	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Ülkenin bilim&teknoloji politikaları ile uygunluğu” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
1a	AR-GE projesini ve/veya çıktılarını konu alan yayın yapılabilme potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Üniversite - sanayi iş birliğini sağlaması	3a
11a	Ülkenin bilim&teknoloji politikaları ile uygunluğu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çevre ve güvenlik ile uyum	11b
11d	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “İnsan hayatına yaptığı katkı” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
11b	Çevre ve güvenlik ile uyum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İnsan hayatına yaptığı katkı	11d
12a	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Pazarda başarılı olma fırsatı” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
5a	Finansal kaynak planlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	6a

Şekil C.1 (devam): İkili karşılaştırma anketi

5a	Finansal kaynak planlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	6b
5a	Finansal kaynak planlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırımın geri dönüş potansiyeli	7a
6a	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	6b
6a	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırımın geri dönüş potansiyeli	7a
6b	AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırımın geri dönüş potansiyeli	7a
10a	Kurum prestijine yapılan katkı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurumun stratejik amaçları ile uyum	10b
13a	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Pazar dengesi” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
12a	Pazarda başarılı olma fırsatı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pazar dengesi	13a
13b	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Pazara çıkış süresi” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	16b
16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ticari riskler	17a
16b	Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ticari riskler	17a
14a	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “İş yükleme ve proje çizelgeleme” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
6a	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	6b
16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	16b
14b	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “İşgücü dışındaki kaynakların planlanması” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	16b
15a	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Mevcut veya olası regülasyonlara uyumluluk” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
6a	AR-GE projesinin devlet destekleri ile fonlanma potansiyeli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AR-GE projesinin özel sermaye tarafından fonlanma potansiyeli	6b
11a	Ülkenin bilim&teknoloji politikaları ile uygunluğu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çevre ve güvenlik ile uyum	11b
15b	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Engelleri aşabilme” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	16b
16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ticari riskler	17a

Şekil C.1 (devam): İkili karşılaştırma anketi

16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknik başarısızlık riski	18a
16b	Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ticari riskler	17a
16b	Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknik başarısızlık riski	18a
17a	Ticari riskler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknik başarısızlık riski	18a
16a	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
5a	Finansal kaynak planlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Araştırma maliyetlerinin açıklanabilirliği ve kabul edilebilirliği	5b
14a	İş yükleme ve proje çizelgeleme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proje süresinin makul olması	14c
16b	Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ticari riskler	17a
16b	Planlanan sürenin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknik başarısızlık riski	18a
17a	Ticari riskler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknik başarısızlık riski	18a
16b	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Planlanan sürenin üzerine çıkma riski” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ticari riskler	17a
16a	Planlanan maliyetinin üzerine çıkma riski	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknik başarısızlık riski	18a
17a	Ticari riskler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknik başarısızlık riski	18a
17a	Aşağıdaki faktörlerden hangisinin “Ticari riskler” üzerindeki etkisi daha fazladır? 1=Eşit 3=Biraz daha fazla 5=Fazla 7=Çok fazla 9=Aşırı derecede fazla																			
13a	Pazar dengesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pazara çıkış süresi	13b

Şekil C.1 (devam): İkili karşılaştırma anketi

EK D : İkili karşılaştırma anketi sonuçları

İkili karşılaştırmalar										Grup kararı	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11
1b																					
1c	987654321	123456789	3a	2,283	8	1	7	1/5	6	1	7	7	2	1/3	4						
10a	987654321	123456789	11d	2,283	9	1/4	1/7	1/7	1/8	1/9	1	1/7	1/5	1/9	5						
1c																					
1a	987654321	123456789	1b	0,658	1/8	3	1/8	1/2	1/7	9	5	1/9	1	3	1/5						
1a	987654321	123456789	1c	0,166	1/7	1/3	1/9	1/7	1/6	1/5	1/7	1/9	1/5	1/6	1/5						
1a	987654321	123456789	2a	0,716	1/9	1	8	1/4	1/5	1	1	1	4	1	1/7						
1a	987654321	123456789	2b	0,528	1/3	1	1	1/6	1/6	1	1	1/6	4	1	1/7						
1a	987654321	123456789	2c	0,394	1/8	1	1/6	1/7	1/4	1	1	1/9	1	3	1/7						
1b	987654321	123456789	1c	0,366	8	1/4	1/9	1/2	2	1/5	1/5	1/4	1/5	1/4	1/7						
1b	987654321	123456789	2a	0,916	4	1/3	7	3	3	1/9	1	4	1/2	1/7	1/7						
1b	987654321	123456789	2b	1,973	8	7	7	1	3	9	1/3	1	1/2	7	1/7						
1b	987654321	123456789	2c	0,540	1	1/3	1/7	1/2	4	1	1	1/2	1/2	1/3	1/7						
1c	987654321	123456789	2a	2,256	5	1	1/7	4	3	1	5	2	6	3	5						
1c	987654321	123456789	2b	3,915	5	7	3	1	2	5	5	3	6	7	5						
1c	987654321	123456789	2c	1,743	1	1	1/5	5	3	1	5	1	6	1	5						
2a	987654321	123456789	2b	0,591	1/6	1	1/6	1	1	1	1/3	1	1	1/3	1						
2a	987654321	123456789	2c	1,038	1/3	1	3	1	1	1	1	1	1/2	3	1						
2b	987654321	123456789	2c	0,568	1/6	1/7	6	1	1	1/6	1	1	1/2	1/6	1						
2a																					
1c	987654321	123456789	2b	0,867	1/3	1	1/3	4	1	1/3	1	1/5	1	1	7						
2b																					
8a	987654321	123456789	9b	1,135	8	3	1/8	1/7	/3	9	1	1/8	5	5	1						
2c																					
1a	987654321	123456789	1c	0,668	1/7	1	7	1	1/3	1	1/6	1/6	3	3	1/7						
1a	987654321	123456789	2a	0,591	1/7	1	1/5	3	1/2	1	3	1/4	1/3	2	1/7						
1a	987654321	123456789	2b	0,461	1/3	1	1/3	1/5	1/2	1	1/2	1/4	1/3	3	1/7						
1a	987654321	123456789	2c	0,381	1/9	1	1/9	1/9	1/2	1	1	1	1/4	1	1/7						
1c	987654321	123456789	2a	0,986	1/7	1	6	1/6	1/2	1	4	3	1	1	1						
1c	987654321	123456789	2b	2,131	7	7	6	1/5	2	7	1/3	3	1	5	1						
1c	987654321	123456789	2c	0,371	1/9	1/3	1/9	1/9	2	1/5	6	1/3	1/5	1/4	1						
2a	987654321	123456789	2b	1,510	8	1	5	1/6	1	7	4	1	1/2	5	1/5						
2a	987654321	123456789	2c	0,298	1/9	1/3	1/9	1/9	1	1/5	4	1/3	1/5	1/3	1/5						
2b	987654321	123456789	2c	0,320	1/6	1/3	1/9	1/9	2	1/5	3	1	1/5	1/9	1/5						
6a	987654321	123456789	6b	1,337	6	1	7	4	1/3	1	7	1/8	1/2	1	1						
8a	987654321	123456789	9b	1,830	8	5	1/7	3	1/3	9	1	1	3	5	1						
8a	987654321	123456789	9c	1,687	1/6	1	6	5	3	1	1	1	3	1	7						
9b	987654321	123456789	9c	1,496	1/6	1	6	1	4	1	1	1	3	1	7						
3a																					
1a	987654321	123456789	2b	4,003	7	8	7	6	1/2	9	2	1	5	8	5						
6a	987654321	123456789	6b	2,539	7	8	8	1	1/3	1	7	1	3	9	1						
4a																					
4a	987654321	123456789	4b	1,158	5	1	1/9	9	1/3	1	4	2	3	1/8	1						
6a	987654321	123456789	7a	0,606	1/8	6	2	3	1/8	1	1	1/7	1	1/4	1/5						
4b																					
4a	987654321	123456789	4b	0,780	7	1	1/9	1/9	1	1	3	2	1/2	1/4	1						
5a																					
5b	987654321	123456789	6b	0,836	7	1/3	1/7	8	1/2	1	1/6	1/8	5	1/7	7						
16a	987654321	123456789	16b	1,567	1/6	1	1	1	6	1	7	1	1	4	5						
16a	987654321	123456789	17a	0,734	1	1	1	4	1/5	1	1/6	1/4	1/3	3	1						
16b	987654321	123456789	17a	0,528	6	1	1/2	1/4	1/5	1	1/6	1/4	1/3	3	1/7						
5b																					
5a	987654321	123456789	6a	1,536	1/8	5	1/3	5	4	1	1/7	1	3	9	7						

Şekil D.1: İkili karşılaştırma anketi sonuçları

5a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6b	1,882	1	5	1/3	5	4	1	1/6	1	3	9	7
6a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6b	1,332	8	1	5	1/3	1/2	1	7	1	1/2	1	1
16a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	17a	0,869	3	1	1	3	1/2	1	1/7	1	1/3	1	1
6a																														
1a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1b	0,624	1/9	1	7	1/5	2	1/5	1	1/4	1/2	5	1/7
1a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1c	0,424	1/9	1/3	7	1/7	1	5	1/7	1/4	1/4	1/3	1/7
1a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2c	0,982	1/3	1	6	1/7	2	5	3	2	1/3	1	1/7
1a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	3a	0,727	1/4	1	1/6	1	2	1	5	1	1/2	1	1/7
1b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1c	0,690	1/6	1	1/7	3	1	5	1/7	1	1/3	5	1/5
1b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2c	0,918	7	1	1/3	5	1	5	1/5	1/3	1/2	1	1/5
1b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	3a	1,139	8	1	1/8	7	1	3	3	1	1	1/3	1/5
1c	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2c	2,031	9	1	1/4	6	2	1	6	1	3	1	5
1c	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	3a	1,664	9	1	1/7	7	1/2	1	6	1	2	1	5
2c	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	3a	1,319	6	1	1/8	7	1	1/5	4	2	1/2	1	5
5a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	5b	0,540	1/4	1/4	1/6	1/4	1	1	7	1/2	1	1/8	1
5a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6b	2,555	5	4	1/5	4	1	9	1	2	3	5	7
5b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6b	3,352	3	4	9	7	3	9	1/5	1	3	7	7
6b																														
1b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1c	0,202	1/8	1/6	1/9	1/3	4	1/9	1/6	1/9	1/5	1/8	1/7
5a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	5b	0,507	1	1/6	1/7	1/5	1	1	5	1	1	1/6	1/7
5a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6a	1,887	6	7	1/7	5	2	3	1/6	9	4	7	1/7
5a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	7a	0,169	1/8	1/7	1/9	1/2	1/7	1/5	1/6	1/9	1/3	1/8	1/7
5b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6a	3,049	8	7	1/8	8	3	5	1/7	9	4	7	7
5b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	7a	0,243	1/7	1/6	1/7	1/3	1/7	1/5	1/6	1/9	1/3	1/8	7
6a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	7a	0,201	1/7	1/6	1/8	1/7	1/7	1/7	7	1/9	1/5	1/8	1/8
12a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	13a	3,437	8	1	1	7	7	4	7	9	2	4	1
15a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	15b	1,772	2	1	1	3	6	5	1	1	3	1	1
7a																														
5a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6a	1,459	7	1	1/5	1/3	2	3	1/7	8	4	5	1
5a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6b	0,653	1/3	1	1/9	1/5	2	3	1/6	1/8	2	5	1
5a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	7b	0,483	4	1	1/3	1/8	1/2	1/2	1/7	1	1/3	1/6	1
6a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6b	0,550	1/5	1	1/7	1/4	1/2	1	7	1/9	1/2	1	1
6a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	7b	0,343	1/3	1/4	1/5	1/5	1/3	1/5	5	1/9	1/4	1/4	1
6b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	7b	0,554	1/5	1/4	1/5	1/2	1/3	1/5	6	9	1/3	1/4	1
12a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	13a	2,921	7	1	1	5	5	1	7	9	3	4	1
16a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	17a	0,653	1/7	1	1	1/3	1/2	1	7	1/9	1/2	1	1
7b																														
5a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	7a	0,254	1/7	1	1/9	1/7	1/7	1	1/6	1/9	1/3	1	1/7
12a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	13a	2,721	7	1	5	4	4	1	6	9	2	1	1
8a																														
9a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9b	0,371	1/4	1	1/6	1/4	1/4	1	1	1	1/4	1/5	1/7
9a																														
2a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2b	0,568	1/5	1	1/6	1	1/4	1	1	1/7	1/3	5	1
9b																														
2a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2b	1,158	7	1	4	1/3	1/2	5	1	1/7	1/2	3	1
8a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9a	2,737	2	1	6	3	1	4	4	4	4	1	7
9c																														
1c	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2a	0,811	1/7	1	5	1/3	1/4	1	5	1	1/3	1	1
1c	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2b	1,080	7	1	3	1/4	1/3	1	4	1	1/3	1	1
1c	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2c	1,233	6	1	5	1/2	1/3	1	4	1	1/2	1	1
2a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2b	1,014	7	1	1/6	1	2	1	1	1	1/2	1	1
2a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2c	1,571	4	1	6	1	2	1	3	1	1	1	1
2b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2c	0,808	1/7	1	1/6	1	1	1	2	1	2	1	1
12a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	13b	1,643	1/5	1	7	3	2	1	4	1	1	1	7
10a																														
1a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1b	0,350	1/8	1/8	1	1/5	1/3	1/8	4	1/9	1	1/6	1

Şekil D.2 (devam): İkili karşılaştırma anketi sonuçları

1a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2c	0,704	1/9	7	1	1	1/7	1	1	3	1/9	1	4	1/7				
1a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	3a	1,402	1/7	1	6	4	1	1	4	1	3	1	1					
1b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2c	2,566	8	7	9	1/3	2	7	1/3	9	1	9	1/2					
1b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	3a	2,504	6	1	9	5	2	5	1/3	9	3	1	1					
2c	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	3a	1,540	7	1	5	3	2	1/7	1	9	3	1/7	1					
10b																																			
10c	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11c	1,514	7	1	6	4	2	1	1	1/7	2	1	1					
11a																																			
1a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	3a	0,605	1/3	1	1/7	1	1/2	1	1	1	1/2	1	1/3					
11a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11b	2,171	7	1	4	9	2	1	1	1	2	1	5					
11d																																			
11b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11d	0,288	1/7	1/7	1/9	1/9	1	1/5	1	1/9	1/5	1	1					
12a																																			
5a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6a	1,761	5	1	2	3	2	1/5	1/6	9	4	1	7					
5a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6b	0,738	1/3	1	1/7	4	2	1/5	1/5	1/9	3	1	7					
5a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	7a	0,271	1/8	1	1/6	1/4	1/4	1/5	1/6	1	1/3	1/5	1/5					
6a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6b	0,594	1/5	1	1/6	1/2	1/2	1	7	1/9	1/2	1	1					
6a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	7a	0,294	1/8	1/5	1/7	1/5	1/4	1	6	1/9	1/4	1/3	1/7					
6b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	7a	0,377	1/7	1/5	1/7	1/6	1/3	1	6	1	1/3	1/3	1/7					
10a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10b	0,472	1	1/3	1/6	1/4	1/2	1	1	1/9	1/3	1	1					
13a																																			
12a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	13a	1,041	4	1	1/9	1/9	3	1	7	9	1/6	1	1					
13b																																			
16a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	16b	0,312	1/7	1	1/7	1/7	1/2	1/5	7	1/9	1/4	1/7	1/3					
16a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	17a	1,413	1/6	1	1	1	1/2	5	6	9	2	1/5	5					
16b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	17a	1,527	3	1	1	7	1/2	5	6	1	5	1/5	1/3					
14a																																			
6a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6b	1,985	6	1	5	1	1	1	7	9	1	1	1					
16a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	16b	1,484	1/7	1	1	1	2	1	6	9	1	1	5					
14b																																			
16a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	16b	1,997	7	1	2	1	4	1	4	9	1	1	1					
15a																																			
6a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6b	2,478	1/8	1	8	5	1	1	6	4	4	9	5					
11a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11b	1,313	1/9	1	5	2	2	1	3	1	1	1	3					
15b																																			
16a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	16b	1,567	7	1	1	1	1	1	4	1	1	1	5					
16a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	17a	0,874	1/5	1	4	3	1/3	1	4	1	1/2	1	1/7					
16a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	18a	0,926	1/8	1	2	2	1/2	1	4	1	3	1	1/7					
16b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	17a	0,678	1/5	1	5	1	1/3	1	1/4	1	1/2	1	1/3					
16b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	18a	0,628	1/7	1	1/3	1	1/2	1	1/4	1	3	1	1/3					
17a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	18a	0,833	1/3	1	1/5	1	2	1	1	1	3	1	1/3					
16a																																			
5a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	5b	2,344	7	1	1/2	4	2	1	3	7	4	1	5					
14a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	14c	0,905	1/3	1	3	1/2	1/3	1	4	1/4	2	1	1					
16b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	17a	1,475	8	1	9	1	1	1	4	1	1	1	1/4					
16b	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	18a	1,073	8	1	9	1/5	1	1	1/5	6	1/2	1	1/4					
17a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	18a	0,896	1/8	1	1	1/5	2	1	1	6	1	1	1					
16b																																			
16a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	17a	2,085	4	1	9	5	2	1	1/5	9	1	1	5					
16a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	18a	0,815	1/8	1	7	1/5	1/2	1	1/5	6	1	1	1					
17a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	18a	0,736	1/7	1	1	1/5	1	1	1/5	6	1	1	1					
17a																																			
13a	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	13b	1,529	8	1	4	4	1/6	1	1/3	5	3	1	1					

Şekil D.3 (devam): İkili karşılaştırma anketi sonuçları

Ağırlıklandırılmamış süpermatris

	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	4a	4b	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	9a	9b	9c	10a	10b	10c	11a	11b	11c	11d	12a	12b	13a	13b	14a	14b	4c	15a	15b	16a	16b	17a	18a			
1a	0.0000	0.0000	0.0940	0.0000	0.0000	0.1051	0.8001	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.1380	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1718	0.0000	0.0000	0.3769	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
1b	0.0000	0.0000	0.1298	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1973	0.1681	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4654	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1c	0.0000	0.6954	0.3620	0.4644	0.0000	0.1816	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3127	0.8319	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2513	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2a	0.0000	0.0000	0.1288	0.0000	1.0000	0.1646	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3622	0.5366	0.2944	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
2b	0.0000	0.0000	0.0999	0.5356	0.0000	0.1331	0.1999	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6378	0.4634	0.2314	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2c	0.0000	0.0000	0.1855	0.0000	0.0000	0.4156	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1816	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2230	0.2151	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
3a	0.0000	0.3046	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1704	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1477	0.0000	0.0000	0.6231	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4a	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5366	0.4382	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4b	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4634	0.5618	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5a	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4574	0.3236	0.1140	0.1892	0.2026	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1646	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.7010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
5b	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4553	0.0000	0.5343	0.1983	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2990	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
6a	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5721	0.7174	0.3773	0.0000	0.3062	0.0000	0.0000	0.0798	0.1375	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1201	0.0000	0.0000	0.0000	0.6650	0.0000	1.0000	0.7125	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
6b	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4279	0.2826	0.0000	0.0000	0.5447	0.2364	0.1421	0.0000	0.2562	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2034	0.0000	0.0000	0.0000	0.3350	1.0000	0.0000	0.2875	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000		
7a	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6227	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6079	0.0000	0.7974	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5119	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
7b	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4171	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
8a	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5316	0.4659	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.7324	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
9a	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2706	0.0000	0.2676	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
9b	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4684	0.2992	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.7294	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9c	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10a	0.0000	0.6954	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3207	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10b	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6793	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10c	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6022	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11a	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6846	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5677	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
11b	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3154	0.0000	0.0000	0.2236	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4323	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
11c	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3978	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
11d	0.0000	0.3046	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.7764	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					

Şekil E.1: Ağırlıklandırılmamış süpermatris

: Ağırlıklandırılmış süpermatris

[illegible]

Şekil F.1: Ağırlıklandırılmış süpermatris

G : Limit matrix

[illegible]

Şekil G.1: Limit matris

EK H

MODEL:

SETS:

ay /1..30/ ;

yil/1..3/ ;

projeler/1..5/:

proje,projepuani,fonlanmapotansiyeli,yonetici,gelistirici,tasarimci,projesuresi,toplammaliyet,oNBD,kurumsalbilgiyekatki,teknikbilgiyekatki,malirisk,sureriski,ticaririsk,teknikrisk,aylik_oNBD ;

aypro(projeler,ay): aylikmaliyet;

yilpro(projeler,yil): yillikmaliyet;

hedef /1..3/: negatifsapma ;

hedef2 /1..1/: pozitifsapma ;

ENDSETS

DATA:

projepuani= 52.20 72.88 73.58 73.53 84.56 ;

fonlanmapotansiyeli= 60 60 60 80 43 ;

yonetici=1 2 1 1;

gelistirici=2 5 1 3 4;

tasarimci=1 1 0.5 1 2;

projesuresi=21 30 15 24 30;

toplammaliyet=350000 1100000 150000 550000 600000;

oNBD=1011459.82 5920355.16 288544.02 1017500.34 2458217.09;

kurumsalbilgiyekatki=50 85 75 70 90;

teknikbilgiyekatki=60 85 75 75 85;

malirisk=59 27 59 35 91;

sureriski=59 59 59 71 56;

ticaririsk=99 43 99 28 61;

teknikrisk=56 16 26 16 26;

aylikmaliyet=	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67
	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67
	16666.67	16666.67	16666.67	0	0	0	0	0	0
		16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	41666.67	41666.67
	41666.67	41666.67	41666.67	41666.67	41666.67	41666.67	41666.67	41666.67	41666.67
	41666.67	41666.67	41666.67	41666.67	41666.67	41666.67	41666.67	41666.67	41666.67
	41666.67	41666.67	41666.67	41666.67					
		16666.67	16666.67	16666.67	8333.33	8333.33	8333.33	8333.33	8333.33
	8333.33	8333.33	0	0	0	0	0	0	0

	25000	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	25000	25000	25000	25000
25000	25000	25000	25000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20833.33	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	16666.67	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33
20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33
20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33	20833.33

ENDDATA

CALC:

```
@FOR(yilpro(s,i):
    yillikmaliyet(s,i)=@SUM(ay(j) | j#GE#((i-1)*12+1) #AND# j#LE#i*12 :aylikmaliyet(s,j));
);
```

```
@for(projeler(s):
    aylik_oNBD(s)= oNBD(s)/projesuresi(s);
);
```

ENDCALC

```
Min = 1000000000*negatifsapma(1) + 10000*negatifsapma(2) + 100*negatifsapma(3)+ pozitifsapma(1) ;

@sum(projeler(i):proje(i)*aylik_oNBD(i)) >= 250000-negatifsapma(1) ;

@sum(projeler(i):proje(i)*projepuani(i)) >= @sum(projeler(i):proje(i)*70)-negatifsapma(2) ;

@sum(projeler(i):proje(i)*fonlanmapotansiyeli(i)) >= @sum(projeler(i):proje(i)*70)-negatifsapma(3) ;

@sum(projeler(i):proje(i)*gelistirici(i)) <= 8 + pozitifsapma(1) ;

@sum(projeler(i):proje(i)*yonetici(i)) <= 4 ;

@sum(projeler(i):proje(i)*tasarimci(i)) <= 4 ;

@for(yil(i):
@sum(projeler(s):proje(s)*yillikmaliyet(s,i)) <= 800000 ;
);

@sum(projeler(i):proje(i)*kurumsalbilgiyekatki(i)) >= @sum(projeler(i):proje(i)*75) ;
```

```
@sum(projeler(i):proje(i)*teknikbilgiyekatki(i)) >= @sum(projeler(i):proje(i)*75) ;  
@sum(projeler(i):proje(i)*malirisk(i)) <= @sum(projeler(i):proje(i)*70) ;  
@sum(projeler(i):proje(i)*sureriski(i)) <= @sum(projeler(i):proje(i)*70) ;  
@sum(projeler(i):proje(i)*ticaririsk(i)) <= @sum(projeler(i):proje(i)*70) ;  
@sum(projeler(i):proje(i)*teknikrisk(i)) <= @sum (projeler(i):proje(i)*70) ;  
  
proje(4)+proje(5) <= 1 ;  
  
@for(projeler:@BIN(proje)) ;  
  
@for(hedef(i):  
negatifsapma(i) >= 0 ;  
);  
  
@for(hedef2(i):  
pozitifsapma(i) >= 0 ;  
);
```

END

EK I

Global optimal solution found.

Objective value: 1001.000
 Objective bound: 1001.000
 Infeasibilities: 0.000000
 Extended solver steps: 0
 Total solver iterations: 0
 Elapsed runtime seconds: 0.17

Model Class: MILP

Total variables: 9
 Nonlinear variables: 0
 Integer variables: 5

Total constraints: 21
 Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 83
 Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
PROJE (1)	0.000000	1002.000
PROJE (2)	1.000000	1005.000
PROJE (3)	1.000000	1001.000
PROJE (4)	1.000000	-997.0000
PROJE (5)	0.000000	2704.000
PROJEPUANI (1)	52.20000	0.000000
PROJEPUANI (2)	72.88000	0.000000
PROJEPUANI (3)	73.58000	0.000000
PROJEPUANI (4)	73.53000	0.000000
PROJEPUANI (5)	84.56000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (1)	60.00000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (2)	60.00000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (3)	60.00000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (4)	80.00000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (5)	43.00000	0.000000
YONETICI (1)	1.000000	0.000000
YONETICI (2)	2.000000	0.000000
YONETICI (3)	1.000000	0.000000
YONETICI (4)	1.000000	0.000000
YONETICI (5)	1.000000	0.000000
GELISTIRICI (1)	2.000000	0.000000
GELISTIRICI (2)	5.000000	0.000000
GELISTIRICI (3)	1.000000	0.000000
GELISTIRICI (4)	3.000000	0.000000
GELISTIRICI (5)	4.000000	0.000000
TASARIMCI (1)	1.000000	0.000000
TASARIMCI (2)	1.000000	0.000000
TASARIMCI (3)	0.500000	0.000000
TASARIMCI (4)	1.000000	0.000000
TASARIMCI (5)	2.000000	0.000000
PROJESURESİ (1)	21.00000	0.000000
PROJESURESİ (2)	30.00000	0.000000
PROJESURESİ (3)	15.00000	0.000000
PROJESURESİ (4)	24.00000	0.000000
PROJESURESİ (5)	30.00000	0.000000
TOPLAMMALIYET (1)	350000.0	0.000000
TOPLAMMALIYET (2)	1100000.	0.000000
TOPLAMMALIYET (3)	150000.0	0.000000
TOPLAMMALIYET (4)	550000.0	0.000000
TOPLAMMALIYET (5)	600000.0	0.000000
ONBD (1)	1011460.	0.000000
ONBD (2)	5920355.	0.000000
ONBD (3)	288544.0	0.000000
ONBD (4)	1017500.	0.000000
ONBD (5)	2458217.	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (1)	50.00000	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (2)	85.00000	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (3)	75.00000	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (4)	70.00000	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (5)	90.00000	0.000000
TEKNIKBIYGIYEKATKI (1)	60.00000	0.000000

TEKNIKBILGIYEKATKI (2)	85.00000	0.000000
TEKNIKBILGIYEKATKI (3)	75.00000	0.000000
TEKNIKBILGIYEKATKI (4)	75.00000	0.000000
TEKNIKBILGIYEKATKI (5)	85.00000	0.000000
MALIRISK (1)	59.00000	0.000000
MALIRISK (2)	27.00000	0.000000
MALIRISK (3)	59.00000	0.000000
MALIRISK (4)	35.00000	0.000000
MALIRISK (5)	91.00000	0.000000
SURERISKI (1)	59.00000	0.000000
SURERISKI (2)	59.00000	0.000000
SURERISKI (3)	59.00000	0.000000
SURERISKI (4)	71.00000	0.000000
SURERISKI (5)	56.00000	0.000000
TICARIRISK (1)	99.00000	0.000000
TICARIRISK (2)	43.00000	0.000000
TICARIRISK (3)	99.00000	0.000000
TICARIRISK (4)	28.00000	0.000000
TICARIRISK (5)	61.00000	0.000000
TEKNIKRISK (1)	56.00000	0.000000
TEKNIKRISK (2)	16.00000	0.000000
TEKNIKRISK (3)	26.00000	0.000000
TEKNIKRISK (4)	16.00000	0.000000
TEKNIKRISK (5)	26.00000	0.000000
AYLIK_ONBD (1)	48164.75	0.000000
AYLIK_ONBD (2)	197345.2	0.000000
AYLIK_ONBD (3)	19236.27	0.000000
AYLIK_ONBD (4)	42395.85	0.000000
AYLIK_ONBD (5)	81940.57	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 1)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 2)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 3)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 4)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 5)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 6)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 7)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 8)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 9)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 10)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 11)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 12)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 13)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 14)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 15)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 16)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 17)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 18)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 19)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 20)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 21)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 22)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 23)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 24)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 25)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 26)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 27)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 28)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 29)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 30)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 1)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 2)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 3)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 4)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 5)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 6)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 7)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 8)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 9)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 10)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 11)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 12)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 13)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 14)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 15)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 16)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 17)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 18)	41666.67	0.000000

AYLIKMALIYET (5, 6)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 7)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 8)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 9)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 10)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 11)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 12)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 13)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 14)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 15)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 16)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 17)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 18)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 19)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 20)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 21)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 22)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 23)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 24)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 25)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 26)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 27)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 28)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 29)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 30)	20833.33	0.000000
YILLIKMALIYET (1, 1)	200000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (1, 2)	150000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (1, 3)	0.000000	0.000000
YILLIKMALIYET (2, 1)	350000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (2, 2)	500000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (2, 3)	250000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (3, 1)	125000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (3, 2)	24999.99	0.000000
YILLIKMALIYET (3, 3)	0.000000	0.000000
YILLIKMALIYET (4, 1)	250000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (4, 2)	225000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (4, 3)	0.000000	0.000000
YILLIKMALIYET (5, 1)	225000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (5, 2)	250000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (5, 3)	125000.0	0.000000
NEGATIFSAPMA (1)	0.000000	0.1000000E+10
NEGATIFSAPMA (2)	0.000000	10000.00
NEGATIFSAPMA (3)	10.00000	0.000000
POZITIFSAPMA (1)	1.000000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1001.000	-1.000000
2	8977.287	0.000000
3	9.990000	0.000000
4	0.000000	-100.0000
5	0.000000	1.000000
6	0.000000	0.000000
7	1.500000	0.000000
8	74999.96	0.000000
9	49999.97	0.000000
10	550000.0	0.000000
11	5.000000	0.000000
12	10.00000	0.000000
13	89.00000	0.000000
14	21.00000	0.000000
15	40.00000	0.000000
16	152.0000	0.000000
17	0.000000	0.000000
18	0.000000	0.000000
19	0.000000	0.000000
20	10.00000	0.000000
21	1.000000	0.000000

EK J

Global optimal solution found.
Objective value: 0.000000
Objective bound: 0.000000
Infeasibilities: 0.000000
Extended solver steps: 0
Total solver iterations: 0
Elapsed runtime seconds: 0.07

Model Class: MILP

Total variables: 9
Nonlinear variables: 0
Integer variables: 5

Total constraints: 21
Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 83
Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
PROJE (1)	0.000000	0.000000
PROJE (2)	1.000000	0.000000
PROJE (3)	0.000000	0.000000
PROJE (4)	1.000000	0.000000
PROJE (5)	0.000000	0.000000
PROJEPUANI (1)	52.20000	0.000000
PROJEPUANI (2)	72.88000	0.000000
PROJEPUANI (3)	73.58000	0.000000
PROJEPUANI (4)	73.53000	0.000000
PROJEPUANI (5)	84.56000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (1)	60.00000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (2)	60.00000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (3)	60.00000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (4)	80.00000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (5)	43.00000	0.000000
YONETICI (1)	1.000000	0.000000
YONETICI (2)	2.000000	0.000000
YONETICI (3)	1.000000	0.000000
YONETICI (4)	1.000000	0.000000
YONETICI (5)	1.000000	0.000000
GELISTIRICI (1)	2.000000	0.000000
GELISTIRICI (2)	5.000000	0.000000
GELISTIRICI (3)	1.000000	0.000000
GELISTIRICI (4)	3.000000	0.000000
GELISTIRICI (5)	4.000000	0.000000
TASARIMCI (1)	1.000000	0.000000
TASARIMCI (2)	1.000000	0.000000
TASARIMCI (3)	0.500000	0.000000
TASARIMCI (4)	1.000000	0.000000
TASARIMCI (5)	2.000000	0.000000
PROJESURESİ (1)	21.00000	0.000000
PROJESURESİ (2)	30.00000	0.000000
PROJESURESİ (3)	15.00000	0.000000
PROJESURESİ (4)	24.00000	0.000000
PROJESURESİ (5)	30.00000	0.000000
TOPLAMMALİYET (1)	350000.0	0.000000
TOPLAMMALİYET (2)	1100000.	0.000000
TOPLAMMALİYET (3)	150000.0	0.000000
TOPLAMMALİYET (4)	550000.0	0.000000
TOPLAMMALİYET (5)	600000.0	0.000000
ONBD (1)	1011460.	0.000000
ONBD (2)	5920355.	0.000000
ONBD (3)	288544.0	0.000000
ONBD (4)	1017500.	0.000000
ONBD (5)	2458217.	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (1)	50.00000	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (2)	85.00000	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (3)	75.00000	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (4)	70.00000	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (5)	90.00000	0.000000
TEKNIKBIKGİYEKATKI (1)	60.00000	0.000000

TEKNIKBILGIYEKATKI (2)	85.00000	0.000000
TEKNIKBILGIYEKATKI (3)	75.00000	0.000000
TEKNIKBILGIYEKATKI (4)	75.00000	0.000000
TEKNIKBILGIYEKATKI (5)	85.00000	0.000000
MALIRISK (1)	59.00000	0.000000
MALIRISK (2)	27.00000	0.000000
MALIRISK (3)	59.00000	0.000000
MALIRISK (4)	35.00000	0.000000
MALIRISK (5)	91.00000	0.000000
SURERISKI (1)	59.00000	0.000000
SURERISKI (2)	59.00000	0.000000
SURERISKI (3)	59.00000	0.000000
SURERISKI (4)	71.00000	0.000000
SURERISKI (5)	56.00000	0.000000
TICARIRISK (1)	99.00000	0.000000
TICARIRISK (2)	43.00000	0.000000
TICARIRISK (3)	99.00000	0.000000
TICARIRISK (4)	28.00000	0.000000
TICARIRISK (5)	61.00000	0.000000
TEKNIKRISK (1)	56.00000	0.000000
TEKNIKRISK (2)	16.00000	0.000000
TEKNIKRISK (3)	26.00000	0.000000
TEKNIKRISK (4)	16.00000	0.000000
TEKNIKRISK (5)	26.00000	0.000000
AYLIK_ONBD (1)	48164.75	0.000000
AYLIK_ONBD (2)	197345.2	0.000000
AYLIK_ONBD (3)	19236.27	0.000000
AYLIK_ONBD (4)	42395.85	0.000000
AYLIK_ONBD (5)	81940.57	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 1)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 2)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 3)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 4)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 5)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 6)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 7)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 8)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 9)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 10)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 11)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 12)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 13)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 14)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 15)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 16)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 17)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 18)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 19)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 20)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 21)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 22)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 23)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 24)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 25)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 26)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 27)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 28)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 29)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 30)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 1)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 2)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 3)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 4)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 5)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 6)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 7)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 8)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 9)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 10)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 11)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 12)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 13)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 14)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 15)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 16)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 17)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 18)	41666.67	0.000000

AYLIKMALIYET (5, 6)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 7)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 8)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 9)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 10)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 11)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 12)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 13)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 14)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 15)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 16)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 17)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 18)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 19)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 20)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 21)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 22)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 23)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 24)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 25)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 26)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 27)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 28)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 29)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 30)	20833.33	0.000000
YILLIKMALIYET (1, 1)	200000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (1, 2)	150000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (1, 3)	0.000000	0.000000
YILLIKMALIYET (2, 1)	350000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (2, 2)	500000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (2, 3)	250000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (3, 1)	125000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (3, 2)	24999.99	0.000000
YILLIKMALIYET (3, 3)	0.000000	0.000000
YILLIKMALIYET (4, 1)	250000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (4, 2)	225000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (4, 3)	0.000000	0.000000
YILLIKMALIYET (5, 1)	225000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (5, 2)	250000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (5, 3)	125000.0	0.000000
NEGATIFSAPMA (1)	0.000000	0.1000000E+10
NEGATIFSAPMA (2)	0.000000	10000.00
NEGATIFSAPMA (3)	0.000000	100.0000
POZITIFSAPMA (1)	0.000000	1.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.000000	-1.000000
2	39741.02	0.000000
3	6.410000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	1.000000	0.000000
7	2.000000	0.000000
8	199999.9	0.000000
9	74999.96	0.000000
10	550000.0	0.000000
11	5.000000	0.000000
12	10.00000	0.000000
13	78.00000	0.000000
14	10.00000	0.000000
15	69.00000	0.000000
16	108.0000	0.000000
17	0.000000	0.000000
18	0.000000	0.000000
19	0.000000	0.000000
20	0.000000	0.000000
21	0.000000	0.000000

EK K

Global optimal solution found.
 Objective value: 8303.000
 Objective bound: 8303.000
 Infeasibilities: 0.000000
 Extended solver steps: 0
 Total solver iterations: 0
 Elapsed runtime seconds: 0.06

Model Class: MILP

Total variables: 9
 Nonlinear variables: 0
 Integer variables: 5

Total constraints: 21
 Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 83
 Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
PROJE (1)	1.000000	179002.0
PROJE (2)	1.000000	-27795.00
PROJE (3)	0.000000	-34799.00
PROJE (4)	0.000000	-36297.00
PROJE (5)	1.000000	-142896.0
PROJEPUANI (1)	52.20000	0.000000
PROJEPUANI (2)	72.88000	0.000000
PROJEPUANI (3)	73.58000	0.000000
PROJEPUANI (4)	73.53000	0.000000
PROJEPUANI (5)	84.56000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (1)	60.00000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (2)	60.00000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (3)	60.00000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (4)	80.00000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (5)	43.00000	0.000000
YONETICI (1)	1.000000	0.000000
YONETICI (2)	2.000000	0.000000
YONETICI (3)	1.000000	0.000000
YONETICI (4)	1.000000	0.000000
YONETICI (5)	1.000000	0.000000
GELISTIRICI (1)	2.000000	0.000000
GELISTIRICI (2)	5.000000	0.000000
GELISTIRICI (3)	1.000000	0.000000
GELISTIRICI (4)	3.000000	0.000000
GELISTIRICI (5)	4.000000	0.000000
TASARIMCI (1)	1.000000	0.000000
TASARIMCI (2)	1.000000	0.000000
TASARIMCI (3)	0.5000000	0.000000
TASARIMCI (4)	1.000000	0.000000
TASARIMCI (5)	2.000000	0.000000
PROJESURESI (1)	21.00000	0.000000
PROJESURESI (2)	30.00000	0.000000
PROJESURESI (3)	15.00000	0.000000
PROJESURESI (4)	24.00000	0.000000
PROJESURESI (5)	30.00000	0.000000
TOPLAMMALIYET (1)	350000.0	0.000000
TOPLAMMALIYET (2)	1100000.	0.000000
TOPLAMMALIYET (3)	150000.0	0.000000
TOPLAMMALIYET (4)	550000.0	0.000000
TOPLAMMALIYET (5)	600000.0	0.000000
ONBD (1)	1011460.	0.000000
ONBD (2)	5920355.	0.000000
ONBD (3)	288544.0	0.000000
ONBD (4)	1017500.	0.000000
ONBD (5)	2458217.	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (1)	50.00000	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (2)	85.00000	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (3)	75.00000	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (4)	70.00000	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (5)	90.00000	0.000000
TEKNIKBIYGIYEKATKI (1)	60.00000	0.000000

TEKNIKBILGIYEKATKI (2)	85.00000	0.000000
TEKNIKBILGIYEKATKI (3)	75.00000	0.000000
TEKNIKBILGIYEKATKI (4)	75.00000	0.000000
TEKNIKBILGIYEKATKI (5)	85.00000	0.000000
MALIRISK (1)	59.00000	0.000000
MALIRISK (2)	27.00000	0.000000
MALIRISK (3)	59.00000	0.000000
MALIRISK (4)	35.00000	0.000000
MALIRISK (5)	91.00000	0.000000
SURERISKI (1)	59.00000	0.000000
SURERISKI (2)	59.00000	0.000000
SURERISKI (3)	59.00000	0.000000
SURERISKI (4)	71.00000	0.000000
SURERISKI (5)	56.00000	0.000000
TICARIRISK (1)	99.00000	0.000000
TICARIRISK (2)	43.00000	0.000000
TICARIRISK (3)	99.00000	0.000000
TICARIRISK (4)	28.00000	0.000000
TICARIRISK (5)	61.00000	0.000000
TEKNIKRISK (1)	56.00000	0.000000
TEKNIKRISK (2)	16.00000	0.000000
TEKNIKRISK (3)	26.00000	0.000000
TEKNIKRISK (4)	16.00000	0.000000
TEKNIKRISK (5)	26.00000	0.000000
AYLIK_ONBD (1)	48164.75	0.000000
AYLIK_ONBD (2)	197345.2	0.000000
AYLIK_ONBD (3)	19236.27	0.000000
AYLIK_ONBD (4)	42395.85	0.000000
AYLIK_ONBD (5)	81940.57	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 1)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 2)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 3)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 4)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 5)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 6)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 7)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 8)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 9)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 10)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 11)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 12)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 13)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 14)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 15)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 16)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 17)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 18)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 19)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 20)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 21)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 22)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 23)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 24)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 25)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 26)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 27)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 28)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 29)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 30)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 1)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 2)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 3)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 4)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 5)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 6)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 7)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 8)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 9)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 10)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 11)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 12)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 13)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 14)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 15)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 16)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 17)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 18)	41666.67	0.000000

AYLIKMALIYET (5, 6)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 7)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 8)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 9)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 10)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 11)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 12)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 13)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 14)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 15)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 16)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 17)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 18)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 19)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 20)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 21)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 22)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 23)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 24)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 25)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 26)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 27)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 28)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 29)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 30)	20833.33	0.000000
YILLIKMALIYET (1, 1)	200000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (1, 2)	150000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (1, 3)	0.000000	0.000000
YILLIKMALIYET (2, 1)	350000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (2, 2)	500000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (2, 3)	250000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (3, 1)	125000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (3, 2)	24999.99	0.000000
YILLIKMALIYET (3, 3)	0.000000	0.000000
YILLIKMALIYET (4, 1)	250000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (4, 2)	225000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (4, 3)	0.000000	0.000000
YILLIKMALIYET (5, 1)	225000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (5, 2)	250000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (5, 3)	125000.0	0.000000
NEGATIFSAPMA (1)	0.000000	0.1000000E+10
NEGATIFSAPMA (2)	0.3600000	0.000000
NEGATIFSAPMA (3)	47.00000	0.000000
POZITIFSAPMA (1)	3.000000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	8303.000	-1.000000
2	14950.50	0.000000
3	0.000000	-10000.00
4	0.000000	-100.0000
5	0.000000	1.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	224999.9	0.000000
9	99999.97	0.000000
10	625000.0	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	5.000000	0.000000
13	33.00000	0.000000
14	36.00000	0.000000
15	7.000000	0.000000
16	112.0000	0.000000
17	0.000000	0.000000
18	0.000000	0.000000
19	0.3600000	0.000000
20	47.00000	0.000000
21	3.000000	0.000000

EK L

Global optimal solution found.
 Objective value: 0.4754951E+14
 Objective bound: 0.4754951E+14
 Infeasibilities: 0.000000
 Extended solver steps: 0
 Total solver iterations: 0
 Elapsed runtime seconds: 0.06

Model Class: MILP

Total variables: 9
 Nonlinear variables: 0
 Integer variables: 5

Total constraints: 21
 Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 83
 Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
PROJE (1)	1.000000	-0.4816475E+14
PROJE (2)	1.000000	-0.1973452E+15
PROJE (3)	0.000000	-0.1923627E+14
PROJE (4)	0.000000	-0.4239585E+14
PROJE (5)	1.000000	-0.8194057E+14
PROJEPUANI (1)	52.20000	0.000000
PROJEPUANI (2)	72.88000	0.000000
PROJEPUANI (3)	73.58000	0.000000
PROJEPUANI (4)	73.53000	0.000000
PROJEPUANI (5)	84.56000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (1)	60.00000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (2)	60.00000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (3)	60.00000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (4)	80.00000	0.000000
FONLANMAPOTANSIYELI (5)	43.00000	0.000000
YONETICI (1)	1.000000	0.000000
YONETICI (2)	2.000000	0.000000
YONETICI (3)	1.000000	0.000000
YONETICI (4)	1.000000	0.000000
YONETICI (5)	1.000000	0.000000
GELISTIRICI (1)	2.000000	0.000000
GELISTIRICI (2)	5.000000	0.000000
GELISTIRICI (3)	1.000000	0.000000
GELISTIRICI (4)	3.000000	0.000000
GELISTIRICI (5)	4.000000	0.000000
TASARIMCI (1)	1.000000	0.000000
TASARIMCI (2)	1.000000	0.000000
TASARIMCI (3)	0.5000000	0.000000
TASARIMCI (4)	1.000000	0.000000
TASARIMCI (5)	2.000000	0.000000
PROJESURESİ (1)	21.00000	0.000000
PROJESURESİ (2)	30.00000	0.000000
PROJESURESİ (3)	15.00000	0.000000
PROJESURESİ (4)	24.00000	0.000000
PROJESURESİ (5)	30.00000	0.000000
TOPLAMMALİYET (1)	350000.0	0.000000
TOPLAMMALİYET (2)	1100000.	0.000000
TOPLAMMALİYET (3)	150000.0	0.000000
TOPLAMMALİYET (4)	550000.0	0.000000
TOPLAMMALİYET (5)	600000.0	0.000000
ONBD (1)	1011460.	0.000000
ONBD (2)	5920355.	0.000000
ONBD (3)	288544.0	0.000000
ONBD (4)	1017500.	0.000000
ONBD (5)	2458217.	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (1)	50.00000	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (2)	85.00000	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (3)	75.00000	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (4)	70.00000	0.000000
KURUMSALBILGIYEKATKI (5)	90.00000	0.000000
TEKNIKBIKGİYEKATKI (1)	60.00000	0.000000

TEKNIKBILGIYEKATKI (2)	85.00000	0.000000
TEKNIKBILGIYEKATKI (3)	75.00000	0.000000
TEKNIKBILGIYEKATKI (4)	75.00000	0.000000
TEKNIKBILGIYEKATKI (5)	85.00000	0.000000
MALIRISK (1)	59.00000	0.000000
MALIRISK (2)	27.00000	0.000000
MALIRISK (3)	59.00000	0.000000
MALIRISK (4)	35.00000	0.000000
MALIRISK (5)	91.00000	0.000000
SURERISKI (1)	59.00000	0.000000
SURERISKI (2)	59.00000	0.000000
SURERISKI (3)	59.00000	0.000000
SURERISKI (4)	71.00000	0.000000
SURERISKI (5)	56.00000	0.000000
TICARIRISK (1)	99.00000	0.000000
TICARIRISK (2)	43.00000	0.000000
TICARIRISK (3)	99.00000	0.000000
TICARIRISK (4)	28.00000	0.000000
TICARIRISK (5)	61.00000	0.000000
TEKNIKRISK (1)	56.00000	0.000000
TEKNIKRISK (2)	16.00000	0.000000
TEKNIKRISK (3)	26.00000	0.000000
TEKNIKRISK (4)	16.00000	0.000000
TEKNIKRISK (5)	26.00000	0.000000
AYLIK_ONBD (1)	48164.75	0.000000
AYLIK_ONBD (2)	197345.2	0.000000
AYLIK_ONBD (3)	19236.27	0.000000
AYLIK_ONBD (4)	42395.85	0.000000
AYLIK_ONBD (5)	81940.57	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 1)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 2)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 3)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 4)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 5)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 6)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 7)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 8)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 9)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 10)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 11)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 12)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 13)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 14)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 15)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 16)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 17)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 18)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 19)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 20)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 21)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 22)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 23)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 24)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 25)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 26)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 27)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 28)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 29)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (1, 30)	0.000000	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 1)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 2)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 3)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 4)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 5)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 6)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 7)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 8)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 9)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 10)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 11)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 12)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 13)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 14)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 15)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 16)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 17)	41666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (2, 18)	41666.67	0.000000

AYLIKMALIYET (5, 6)	16666.67	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 7)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 8)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 9)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 10)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 11)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 12)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 13)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 14)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 15)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 16)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 17)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 18)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 19)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 20)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 21)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 22)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 23)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 24)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 25)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 26)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 27)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 28)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 29)	20833.33	0.000000
AYLIKMALIYET (5, 30)	20833.33	0.000000
YILLIKMALIYET (1, 1)	200000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (1, 2)	150000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (1, 3)	0.000000	0.000000
YILLIKMALIYET (2, 1)	350000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (2, 2)	500000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (2, 3)	250000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (3, 1)	125000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (3, 2)	24999.99	0.000000
YILLIKMALIYET (3, 3)	0.000000	0.000000
YILLIKMALIYET (4, 1)	250000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (4, 2)	225000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (4, 3)	0.000000	0.000000
YILLIKMALIYET (5, 1)	225000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (5, 2)	250000.0	0.000000
YILLIKMALIYET (5, 3)	125000.0	0.000000
NEGATIFSAPMA (1)	47549.51	0.000000
NEGATIFSAPMA (2)	0.3600000	0.000000
NEGATIFSAPMA (3)	47.00000	0.000000
POZITIFSAPMA (1)	3.000000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4754951E+14	-1.000000
2	0.000000	-0.1000000E+10
3	0.000000	-10000.00
4	0.000000	-100.0000
5	0.000000	1.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	424999.9	0.000000
9	300000.0	0.000000
10	825000.0	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	5.000000	0.000000
13	33.00000	0.000000
14	36.00000	0.000000
15	7.000000	0.000000
16	112.0000	0.000000
17	0.000000	0.000000
18	47549.51	0.000000
19	0.3600000	0.000000
20	47.00000	0.000000
21	3.000000	0.000000



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Gizem FİLİZ TÜRKMEN

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2010, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
- **Yüksek Lisans** : 2012, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- Lisans eğitimi sırasında Mars Logistics ve Sunny Elektronik şirketlerinde staj yaptı ve yarı zamanlı çalıştı. Zaman etüdü ve kalite standartları üzerine çalıştı.
- 2010-2012 yılları arasında Türk Hava Yollarının SAP implementasyon projesinde Proje Yönetimi Uzmanı olarak çalıştı ve aynı zamanda yüksek lisans eğitimini tamamladı.
- 2012-2015 yılları arasında çeşitli kamu kurumlarında mühendis olarak çalıştı. Özel projelerde danışman olarak görev aldı.
- 2015-2017 yılları arasında Yıldız Teknopark'ta İş Geliştirme Müdürü olarak çalıştı. Teknopark çatısı altındaki şirketlerin performans yönetimi, ticarileşmesi, yurt dışına açılması, iş birlikleri geliştirmesi ve tanınırlığının artması gibi konulara yönelik projeler üretti ve bu projeleri yönetti.
- 2018 yılında çocukları Endüstri 4.0 teknolojileri ile tanıştırmayı misyon edinen Futuristic Toys şirketini kurdu ve projenin ilk ayağını 3 boyutlu basım olarak belirledi. 5 yaş ve üzeri çocukların kullanımına uygun ev tipi 3 boyutlu yazıcıların körfez ülkelerinde eğitim, tanıtım ve satışına odaklandı. Halen Futuristic Toys şirketini yönetmeye devam etmektedir.

DOKTORA TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Filiz Turkmen, G., & Topcu, Y. I.** (2021). RESEARCH AND DEVELOPMENT PROJECT SELECTION: A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF THE TRENDS AND METHODS. *The South African Journal of Industrial Engineering*, 32(4), 24-43.
- **Filiz G. & Topcu Y.I.** (2019). An Integrated Multi Criteria Decision Making Method for R&D Project Selection. *The 25th International Conference on Multiple Criteria Decision Making*, June 16-21, İstanbul, Turkey (Book of abstracts p. 148).

