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

Deniz PEKER

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EKİM 2014

Deniz PEKER tarafından hazırlanan "AR-GE PROJELERİNİN ÖNCELİKLENDİRİLMESİ VE SEÇİMİ İÇİN ÇOK KRİTERLİ BİR MODEL ÖNERİSİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN

Endüstri Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum. .....

Başkan : Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN

Endüstri Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum. .....

Üye : Doç. Dr. Mehmet KABAK

Endüstri Mühendisliği, Kara Harp Okulu

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum. .....

Tez Savunma Tarihi: 14/10/2014

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

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

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.



Deniz PEKER

29.10.2014

AR-GE PROJELERİNİN ÖNCELİKLENDİRİLMESİ VE SEÇİMİ İÇİN
ÇOK KRİTERLİ BİR MODEL ÖNERİSİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Deniz PEKER

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ekim 2014

ÖZET

Ar-Ge projeleri konusunda çalışan bir kurumun stratejik hedeflerine ulaşabilmesi için Proje Seçimi önemli rol oynar. Ar-Ge projelerinin farklı kurumsal getirileri vardır. Bu sebeple Ar-Ge projelerinin çok boyutlu şekilde ele alınması, çeşitli ölçütlere göre kurum açısından taşıdığı değerin belirlenmesi ve bu değere göre en iyi seçimin yapılması gerekir. Ar-Ge projelerinin seçimi genel olarak finansal metodlar, matematiksel modeller veya Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri kullanılarak yapılmaktadır. Optimal şekilde proje seçimi yapılırken Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden faydalanılması, yöneticiye karar verme sürecinde büyük ölçüde yardımcı olur. Amaç, kuruma gelen proje önerilerinden en iyisini seçebilmek için projeleri değişik boyutları (finans, pazar, risk, strateji, teknoloji, yapılabilirlik) ile ele almak ve yöneticiye karar vermede yardımcı olması için pratik bir Ar-Ge Proje Seçim Metodolojisi geliştirmektir. Bu amaç doğrultusunda yapılan tez çalışmasında, Ar-Ge projelerinin önceliklendirilmesi ve seçimi problemine değinilmiştir. Öncelikle tezin temel konusu olan proje seçimi, daha sonra da karar verme yöntemleri ile ilgili literatür araştırması yapılmış ve genel bilgi verilmiştir. Çalışmada kullanılacak olan AHP ve TOPSIS metodlarından detaylı bir şekilde bahsedilmiştir. Uygulama aşamasında, on adet proje önerisinden en iyisini seçmek için her iki metod da uygulanmış ve hem MS Excel hem de Expert Choice programı kullanılarak kriterlerin ve seçeneklerin karşılaştırılması yapılmıştır. Her bir ana kriterin önem ağırlığının değişiminin, proje sıralamasını nasıl değiştirdiğini belirlemek için Duyarlık Analizi gerçekleştirilmiştir.

Bilim Kodu : 906.1.071

Anahtar Kelimeler : Ar-Ge Projeleri, Puanlama, Önceliklendirme, Proje Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme

Sayfa Adedi : 91

Danışman : Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN

A MULTI CRITERIA MODEL PROPOSAL FOR
PRIORITIZATION AND SELECTION OF R&D PROJECTS
(M. Sc. Thesis)

Deniz PEKER

GAZİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
October 2014

ABSTRACT

Project Selection plays an important role in order to achieve the strategic objectives of an institution working in the field of R&D projects. R&D projects have different corporate benefits. For this reason, R&D projects must be considered as multi dimensional, its value for institution based on several criteria need to be determined, and according to this value, the best choice must be selected. In order to select R&D projects, financial methods, mathematical models or Multi Criteria Decision Making Methods are generally used. While selecting the optimal project, use of multi criteria decision making techniques helps the administrator to decide. The goal is to examine projects with different dimensions (finance, market, risk, strategy, technology, feasibility) and develop a practical R&D Project Selection Methodology for helping the administrator to decide. In this thesis made for this purpose, R&D project prioritization and selection problem has been mentioned. A literature research was performed on the project selection and decision making methods which are the main theme of the thesis, then general information has been given. AHP and TOPSIS methods which will be used in study, were described in detail. In the implementation phase, both methods were applied to choose the best within ten project proposals and comparison of the criteria and options were made with using MS Excel and Expert Choice softwares. Sensitivity Analysis was performed to determine how the project ranking is modified by the change of importance of each main criteria weights.

Science Code : 906.1.071

Key Words : R&D Projects, Scoring, Prioritization, Project Selection, Multi Criteria Decision Making

Page Number : 91

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Metin DAĞDEVİREN

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca engin bilgisi, hoşgörüsü ve yardımlarıyla beni yönlendiren Değerli Hocam Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN'e, lisans ve yüksek lisans dönemimde kıymetli katkıları olan tüm Hocalarıma, eğitimimle iş hayatımı birlikte devam ettirmeme destek veren değerli yöneticilerime, TÜBİTAK'a, varlıkları ile beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli aileme, sevgili eşim Umut PEKER'e ve arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv
ABSTRACT v
TEŞEKKÜR vi
İÇİNDEKİLER vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ xii
RESİMLERİN LİSTESİ xiii
KISALTMALAR xiv
1. GİRİŞ 1
2. AR-GE VE PROJE SEÇİMİ 3
2.1. Araştırma-Geliştirme 3
2.1.1. Ar-Ge tanımı 3
2.1.2. Ar-Ge'nin önemi 4
2.1.3. Türkiye'de Ar-Ge 6
2.2. Ürün Geliştirme 11
2.3. Proje ve Proje Seçimi 13
2.3.1. Proje tanımı ve kısıtları 13
2.3.2. Proje seçim kriterleri ve modelleri 14
2.3.3. Ar-Ge projeleri ve başarı faktörleri 16
2.3.4. Ar-Ge projesi seçim kriterleri ve modelleri 18
3. KARAR TEORİSİ VE ANALİZİ 25
3.1. Karar Verme 25
3.1.1. Karar teorisi 26
3.1.2. Karar analizi 27
3.2. Karar Verme Modelleri 28
3.2.1. Belirlilik altında karar verme 28
3.2.2. Belirsizlik altında karar verme 29

Sayfa

3.2.3. Risk altında karar verme 30
3.2.4. Ek bilgi altında karar verme 32
3.2.5. Rekabet altında karar verme 32
3.3. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri 32
3.3.1. Ağırlıklı toplam yöntemi 34
3.3.2. Ağırlıklı çarpım yöntemi 35
3.3.3. Analitik hiyerarşi prosesi 35
3.3.4. Analitik ağ süreci 38
3.3.5. ELECTRE 39
3.3.6. TOPSIS 40
3.3.7. PROMETHEE 42
4. ÖNERİLEN MODEL 43
5. UYGULAMA 45
5.1. Proje Seçimi için AHP Modeli 46
5.2. Hiyerarşik Modelin Oluşturulması 48
5.3. Kriterler için İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması 49
5.4. Normalleştirilmiş Matrislerin Oluşturulması 51
5.5. Seçenekler için İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması 57
5.6. Seçenekler için Normalleştirilmiş Matrislerin Oluşturulması 59
5.7. AHP Değerlendirme 62
5.8. TOPSIS Metodu ile Çözüm 63
5.9. Alt Kriterler için TOPSIS Uygulanması 66
5.10. Duyarlılık Analizleri 70
5.11. Değerlendirme 78
6. SONUÇ 81
KAYNAKLAR 83
ÖZGEÇMİŞ 91

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 3.1. Önem skalası değerleri..... 36

Çizelge 5.1. Ana kriterlere ilişkin ikili karşılaştırma matrisi..... 49

Çizelge 5.2. Finans boyutu alt kriterine ilişkin ikili karşılaştırma matrisi..... 50

Çizelge 5.3. Pazar boyutu alt kriterine ilişkin ikili karşılaştırma matrisi..... 50

Çizelge 5.4. Risk boyutu alt kriterine ilişkin ikili karşılaştırma matrisi..... 50

Çizelge 5.5. Stratejik boyut alt kriterine ilişkin ikili karşılaştırma matrisi..... 51

Çizelge 5.6. Teknolojik boyut alt kriterine ilişkin ikili karşılaştırma matrisi..... 51

Çizelge 5.7. Yapılabilirlik boyutu alt kriterine ilişkin ikili karşılaştırma matrisi.. 51

Çizelge 5.8. Normalleştirilmiş ana kriterler matrisi ve tutarlılık oranı..... 52

Çizelge 5.9. Normalleştirilmiş finans boyutu matrisi ve tutarlılık oranı..... 52

Çizelge 5.10. Normalleştirilmiş pazar boyutu matrisi ve tutarlılık oranı..... 52

Çizelge 5.11. Normalleştirilmiş risk boyutu matrisi ve tutarlılık oranı..... 53

Çizelge 5.12. Normalleştirilmiş stratejik boyut matrisi ve tutarlılık oranı..... 53

Çizelge 5.13. Normalleştirilmiş teknolojik boyut matrisi ve tutarlılık oranı..... 53

Çizelge 5.14. Normalleştirilmiş yapılabilirlik boyutu matrisi ve tutarlılık oranı.. 54

Çizelge 5.15. Ana kriterler ve alt kriterlerin ağırlıkları..... 55

Çizelge 5.16. Alt kriterlerin sıralı genel (global) ağırlıkları..... 56

Çizelge 5.17. Finans boyutu kriterine göre seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi..... 57

Çizelge 5.18. Pazar boyutu kriterine göre seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi..... 57

Çizelge 5.19. Risk boyutu kriterine göre seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi..... 58

Çizelge 5.20. Stratejik boyut kriterine göre seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi..... 58

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.21. Teknolojik boyut kriterine göre seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi..... 59

Çizelge 5.22. Yapılabilirlik boyutu kriterine göre seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi..... 59

Çizelge 5.23. Finans boyutu kriterine göre seçeneklerin YA ve TO değerleri 60

Çizelge 5.24. Pazar boyutu kriterine göre seçeneklerin YA ve TO değerleri... 60

Çizelge 5.25. Risk boyutu kriterine göre seçeneklerin YA ve TO değerleri..... 60

Çizelge 5.26. Stratejik boyut kriterine göre seçeneklerin YA ve TO değerleri 61

Çizelge 5.27. Teknolojik boyut kriterine göre seçeneklerin YA ve TO değerleri..... 61

Çizelge 5.28. Yapılabilirlik boyutu kriterine göre seçeneklerin YA ve TO değerleri..... 61

Çizelge 5.29. Kriterlerin ve seçeneklerin ağırlıkları..... 62

Çizelge 5.30. Seçeneklerin puanları..... 62

Çizelge 5.31. Puanlara göre sıralanmış proje önerileri..... 63

Çizelge 5.32. Değerlendirme skalası..... 63

Çizelge 5.33. Karar matrisi (A)..... 64

Çizelge 5.34. Standart karar matrisi (R)..... 64

Çizelge 5.35. Ağırlıklı standart karar matrisi (V)..... 65

Çizelge 5.36. Pozitif ideal ve negatif ideal çözümler (A^* ve A^-)..... 65

Çizelge 5.37. Pozitif İdeal ve negatif ideal ayrım ölçüleri (S^* ve S^-)..... 66

Çizelge 5.38. İdeal çözüme yakınlık değerleri (C^*)..... 66

Çizelge 5.39. Finans boyutu karar matrisi (A)..... 67

Çizelge 5.40. Pazar boyutu karar matrisi (A)..... 67

Çizelge 5.41. Risk boyutu karar matrisi (A)..... 68

Çizelge 5.42. Stratejik boyut karar matrisi (A)..... 68

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.43. Teknolojik boyut karar matrisi (A)..... 69

Çizelge 5.44. Yapılabilirlik boyutu karar matrisi (A)..... 69

Çizelge 5.45. İdeal çözüme yakınlık değerleri (C^*)..... 70

Çizelge 5.46. AHP ve TOPSIS karşılaştırması..... 78

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.1. Ar-Ge harcamalarının GSYİH'ya oranı en yüksek olan ülkeler..... 7

Şekil 2.2. Ar-Ge harcamalarının GSYİH'ye oranı..... 7

Şekil 2.3. Ar-Ge harcamaları..... 8

Şekil 2.4. Geliştirilen sektörler bazında Ar-Ge harcamaları oranı..... 9

Şekil 2.5. Tam zaman eşdeğer Ar-Ge insan kaynağı..... 10

Şekil 2.6. Bilimsel yayın sayısı bakımından Türkiye'nin dünya sıralamasındaki yeri..... 10

Şekil 2.7. TPE tarafından verilen patent tescillerinin yıllara göre dağılımı..... 10

Şekil 4.1. Çalışmada izlenen süreç..... 43

Şekil 5.1. AHP ile çözümleme süreci akış şeması..... 46

Şekil 5.2. AHP Hiyerarşik modeli..... 49

Şekil 5.3. Proje önerilerinin AHP puanlarının grafiksel gösterimi..... 78

Şekil 5.4. Proje önerilerinin TOPSIS yakınlıklarının grafiksel gösterimi..... 79

Şekil 5.5. AHP'deki puanların ve TOPSIS'teki yakınlıkların grafiksel gösterimi..... 79

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim **Sayfa**

Resim 5.1. Expert Choice performans analiz başlangıç çözüm ekranı..... 71

Resim 5.2. Expert Choice dinamik analiz başlangıç çözüm ekranı..... 71

Resim 5.3. Expert Choice eğim analiz başlangıç çözüm ekranı..... 71

Resim 5.4. Expert Choice başa baş analiz başlangıç çözüm ekranı..... 72

Resim 5.5. Finans boyutu kriterinin en önemli olduğu durum ekranı..... 72

Resim 5.6. Finans boyutu kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesi..... 73

Resim 5.7. Pazar boyutu kriterinin en önemli olduğu durum ekranı..... 73

Resim 5.8. Pazar boyutu kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesi..... 74

Resim 5.9. Risk boyutu kriterinin en önemli olduğu durum ekranı..... 74

Resim 5.10. Risk boyutu kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesi..... 75

Resim 5.11. Stratejik boyut kriterinin en önemli olduğu durum ekranı..... 75

Resim 5.12. Stratejik boyut kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesi... 76

Resim 5.13. Teknolojik boyut kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesi 76

Resim 5.14. Yapılabilirlik boyutu kriterinin en önemli olduğu durum ekranı.... 77

Resim 5.15. Yapılabilirlik boyutu kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesi..... 77

KISALTMALAR

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

Kısaltmalar	Açıklamalar
AAS	Analitik Ağ Süreci
AÇY	Ağırlıklı Çarpım Yöntemi
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
AR-GE	Araştırma Geliştirme
ATY	Ağırlıklı Toplam Yöntemi
BTYK	Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu
CR	Consistency Ratio
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
ELECTRE	Elimination Et Choix Traduisant Le Realite
GA	Genel Ağırlık
GSYİH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
GSYARGEH	Gayri Safi Yurt İçi Ar-Ge Harcamaları
PMI	Project Management Institute
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Encrichment Evaluations
Rİ	Rasgele İndeks
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
TO	Tutarlılık Oranı
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
TPE	Türk Patent Enstitüsü
TZE	Tam Zaman Eşdeğer
UBTYS	Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi
YA	Yerel Ağırlık

1. GİRİŞ

Günümüzde, gelişmekte olan ülkelerde yapılan araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) projeleri ülkenin kalkınması ve rekabet gücünü arttırması açısından oldukça önemlidir. Ar-Ge, herhangi bir kurum veya kuruluşun bilim ve teknolojiyi kullanarak çalışma alanı ile ilgili yenilikçi faaliyetler yapması olarak tanımlanabilir. Ar-Ge'de teknolojik gelişmeler dikkate alınarak, yenilikçi yaklaşımlarla, ülkenin gelişmişlik düzeyini arttırmak ve sürekliliğini sağlamak amacıyla birtakım bilimsel faaliyetler yerine getirilir. Bu faaliyetler yerine getirilirken ülke kaynakları verimli ve etkin kullanılmalıdır. Bu bakımdan, ülkenin stratejik hedeflerine ve geleceğine en fazla katkı sağlayacak projelerin değerlendirilmesi ve seçimi de giderek önem kazanmaktadır. Büyüme ve gelişmenin temeli olan araştırma ve geliştirme projelerinin getirileri genellikle finansal, stratejik, teknolojik gibi farklı türlerde olabilir. Projeler geliştirilirken girdi olarak pek çok beşeri ve maddi kaynak kullanılır. Çıktı ise yeni ya da daha da iyileştirilmiş bir ürün, hizmet veya teknoloji olabilir.

Ar-Ge projelerinin değerlendirilmesi ve seçimi, birçok faktörü barındırdığı için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemi olarak değerlendirilebilir. Karar verme problemi; problemin tanımlanması, amacın, kriterlerin ve alternatiflerin belirlenmesi ve en iyi alternatifin seçilmesini içeren çok adımlı bir süreçtir. Bu karmaşık sürecin analizini ve kontrolünü gerçekleştirmek, sürecin etkinliğini arttırmak için ÇKVV yöntemlerinden yararlanılır. Karar verici, karar verme sürecine etki eden pek çok faktörü eş zamanlı olarak göz önüne alıp değerlendirme yapabilir. Ar-Ge projelerinin seçimi finansal analizler, matematiksel yöntemler veya ÇKKV yöntemleri ile yapılabilmektedir. Literatürde Ar-Ge projesi seçim yöntemleri ile ilgili diğer seçim problemlerine göre kısmen kısıtlı kaynak bulunmaktadır. Çalışmalar genellikle yatırım kararı olarak düşünülmüş ve ekonomik boyutu ile ele alınmıştır.

Literatürde Ar-Ge projelerinin önceliklendirilmesine ve seçimine yönelik çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Arunachalam, Sathya, Begum ve Makeswari (2013) Ar-Ge projelerini araştırma alanındaki benzerliklerine dayanarak kümelemek için metin madenciliği tabanlı bir yaklaşımı, Mohaghar, Fathi, Faghih ve Turkayesh (2012) bulanık analitik ağ süreci (AAS) ve bulanık TOPSIS (Technique for Order

Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemlerini, Gosenheimer (2012) önceliklendirme matrisini, Ayan ve Perçin (2012) grup kararına dayalı bulanık TOPSIS yaklaşımını, Pesen (2012), Seeber (2011), Murray, Alpaugh, Burgher, Flachsbart ve Elrod (2010), Tunç (2004) analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yöntemini, Aker (2010) veri zarflama analizini, Tolga ve Kahraman (2009) bulanık AHP yöntemini, Onursal (2009) bulanık TOPSIS yöntemini, Çağlar (2009) PROMETHEE V (Preference Ranking Organization Method for Encrichment Evaluations) yöntemini, Guo, Liang, Zhu ve Hu (2008) 0-1 doğrusal olmayan matematiksel programlama yöntemini, Eliat, Golany ve Shtub (2007) veri zarflama analizi ve dengelenmiş hedef kartı yaklaşımını, Huang, Chu ve Chiang (2006) bulanık AHP yöntemini, Carlsson, Fuller ve Majlender (2005) bulanık gerçek opsiyon yaklaşımını kullanmıştır. Bu tez çalışmasında, AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak Ar-Ge projelerinin seçim süreci çok kriterli olarak incelenmiştir. AHP ile ana kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıkları belirlenmiş, hem AHP hem de TOPSIS ile proje önerileri sıralanmıştır. AHP yöntemi, nitel ve nicel faktörleri aynı anda kıyaslamaya elverişli olması, kıyaslamaların tutarlılığını test etme imkanı vermesi, deneyim ve bilgilere önem vermesi, hiyerarşik modelleme yapılabilmesi, kolay anlaşılır ve uygulanabilir olması sebebiyle tercih edilmiş ve hem MS Excel 2007 hem de Expert Choice 2000 programından faydalanılmıştır. TOPSIS yöntemi de kolay anlaşılır ve uygulanabilir olması sebebiyle tercih edilmiş ve MS Excel 2007 programı kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

Bu tez çalışması altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, çalışmanın amacı, kapsamı ve yöntemi ile ilgili bilgi verilmiştir. İkinci bölümde, literatürde yer alan, Ar-Ge projelerinin değerlendirmesi, önceliklendirilmesi ve seçimi ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü bölümde, karar verme ve çok kriterli karar verme kavramlarından bahsedilmiş ve ÇKKV yöntemlerine değinilmiştir. Dördüncü bölümde, bu çalışmada önerilen yöntem tanıtılmıştır. Uygulamaya yer verilen beşinci bölümde, problemin hiyerarşik yapısı oluşturulmuş, belirlenen altı ana kriter ve otuzsekiz alt kriter temel alınarak, on adet proje önerisi için bu çalışmada önerilen yöntemler ile hesaplamalar yapılmış ve çıkan proje sıralamaları kıyaslanmıştır. Ayrıca modelin kriter ağırlıklarındaki değişikliklere duyarlılığını ölçmek amacıyla duyarlılık analizi yapılmıştır. Son bölüm olan altıncı bölümde ise uygulamadan elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. AR-GE VE PROJE SEÇİMİ

2.1. Araştırma-Geliştirme

Küreselleşen dünyada sürdürülebilir ekonomik büyüme, ne kadar yenilik üretildiği ile ilişkilendirilmektedir. Teknolojik anlamda ileri olan ekonomiler gelişmiş ülkeler olarak görülmekte ve bu ülkeler dünya ekonomileri ile rekabet edebilme şansını yakalamaktadır. İşletmeler açısından Ar-Ge faaliyetleri ile yeni ürünler geliştirmek, üretilen ürünlerin kalite standartlarını arttırmak, maliyet avantajı sağlayarak rekabet üstünlüğünü ele geçirmek amaçları güdülmekte, bu rasyonel davranış sayesinde ekonomik ve toplumsal faydalar sağlanmaktadır. Ar-Ge, ülke ekonomisi içinse; kaynakları etkin şekilde kullanmak, bilgi birikimini sürekli artırmak ve ulusal teknolojiler üretebilmek amaçlarına hizmet eder (Ünal ve Seçilmiş, 2013).

2.1.1. Ar-Ge tanımı

Ar-Ge, bilim ve teknolojinin gelişmesini sağlayacak yeni bilgileri elde etmek veya mevcut bilgilerle yeni malzeme, ürün ve araçlar üretmek, yazılım üretimi dahil olmak üzere yeni sistem, süreç ve hizmetler oluşturmak veya mevcut olanları geliştirmek amacı ile yapılan düzenli çalışmalardır. Diğer bir ifadeyle, ürün ve süreç yeniliğine veya artan bilimsel bilgiye yönelik organize edilmiş çabalardır (Zerenler, Türker ve Şahin, 2007).

Ar-Ge'nin adımları şu şekilde sıralanabilir: Kavram geliştirme, teknik ve ekonomik fizibilite, geliştirilen kavramdan tasarıma geçiş sürecinde yer alan çalışmalar, tasarım ve çizim çalışmaları, prototip ve deneme üretimi, patent ve lisans çalışmaları, satış sonrası sorun giderme hizmetleri (Pesen, 2012).

Tüm Ar-Ge projeleri, yenilik zincirinin aşağıdaki aşamalarından birine dahil edilebilir (Pfitzner ve Quadros, 2011):

- Temel Araştırma: Yenilik zincirinin teorik aşamasıdır. Doğa yasaları ve olaylarından yeni bilgiler üretmeyi amaçlar.

- Uygulamalı Araştırma: Temel araştırma boyunca üretilen bilginin uygulama aşamasıdır.
- Deneysel Geliştirme: Bu aşamada, araştırmanın teknik ve ekonomik fizibilitesi gösterilir.
- Prototip: Bu aşama, deneysel gelişmelerin sonuçlarını iyileştirmekten yola çıkarak, daha iyi prototiplerin oluşturulmasını amaçlar.
- Pilot Uygulama ve Pazara Yayılma: Proje, yenilik zincirindeki diğer aşamaları geçirdikten sonra ürünün ticarileştirilmesi ve pazarlaması yapılır.

Temel araştırma, ticari bir amaç gütmek yerine bilim ve teknolojiye objektif esaslar getirmeyi ve bilimin sınırlarını genişletmeyi hedef alan bilimsel çabadır. Esas amacı, ticari veya uygulamada yararlanılacak pratik bir sonuca ulaşmaktan çok araştırma konusu hakkında mevcut olan bilgiye yeni bilgiler ekleyerek bu alandaki bilgi birikimini arttırmaktır (Kurtulan, 2009).

Uygulamalı araştırma, mevcut bilimsel bilgi ve ilkelerin bazı özel sorunların çözümlenmesi amacıyla kullanılmasıdır. Az çok belirlenmiş pratik veya ticari bir amaç ile yürütülen bilimsel çaba ve incelemeler şeklinde de tanımlanabilir. İşletmelerin uygulamalı araştırma yapmalarının amacı; maliyetleri azaltma, kar elde etme, rekabet gücünü üstün kılma, hedeflere odaklanma, süreçleri iyileştirrme vb. pek çok konu olabilir (Kurtulan, 2009).

Geliştirme ise temel ve uygulamalı araştırma sonuçlarını kullanarak her tür faydalı madde, araç, ürün, sistem ve üretim yöntemleri ortaya çıkarmak veya mevcut olanları iyileştirmek olarak tanımlanabilir. Geliştirme aşaması, temel ve uygulamalı araştırma çıktılarının bir yarar sağlamak amacıyla kullanılması sebebiyle, araştırma ve üretim fazları arasında bir köprü görevi görmektedir (Kurtulan, 2009).

2.1.2. Ar-Ge'nin önemi

Bilimsel, teknik ve ekonomik yönden hızla değişen, küreselleşen, dinamik bir çevre içerisinde faaliyet gösteren işletmelerin ayakta kalabilmeleri ve kurumsal hedeflerini gerçekleştirebilmeleri, işletmenin çevreye uyumuna ve kendisini sürekli geliştirebilmesine bağlıdır. İşletmeler planlı ve sistemli Ar-Ge çalışmaları yürüterek

değişim ve gelişimi sağlayabilirler. Yeni ürünler ve üretim yöntemleri ortaya çıkarmak, mevcutları geliştirmek, kurumsal anlamda büyümek ve gelişen dünyaya ayak uydurabilmek için Ar-Ge faaliyetleri önem arzetmektedir. Tüketicilerin ihtiyaç ve beklentilerini karşılayabilmek için teknolojik faaliyetlerde bulunarak yeni teknolojiler geliştirmek de Ar-Ge'nin görevidir. Ar-Ge faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan ve yayılan bilgi, ekonomik büyümenin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Bu yüzden Ar-Ge çalışmaları, günümüzün hızla değişen koşullarında rekabet avantajı sağlayarak, kurumların ayakta kalabilmeleri ve ilerleyebilmeleri için son derece önemlidir. Ayrıca ülkeler arası gelişmişlik farkı da bilimsel ve teknolojik olarak farklı konumlarda bulunmalarından kaynaklanmaktadır. İçinde bulunduğumuz Bilgi Çağı'nda ülkelerin bilim ve teknik alanında ileri seviyede olması ve dünyadaki konumu, yaptığı Ar-Ge faaliyetleri ile yakından ilgilidir. Ülkelerin Ar-Ge faaliyetleri hakkında bilgi edinmek ve karşılaştırma yapabilmek için, Ar-Ge harcamalarının büyüklüğü, Ar-Ge harcamalarının Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) içindeki payı, araştırmacı sayısı, Ar-Ge harcamalarının yapısı gibi göstergelerden yararlanılır (Bilen, 2010).

Bir ülkenin refah seviyesi ve bu seviyenin artması; o ülkenin gelişme potansiyeline, mevcut bilgiyi etkin kullanarak bilgi birikimini arttırmasına ve bu bilgiyi yayabilmesine bağlıdır. Ar-Ge'ye yapılan yatırımlar, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomik, bilimsel ve teknolojik anlamda büyümesine avantaj sağlar (Pesen, 2012). Bu avantajlar:

- Rekabet Avantajı: Ülkelerin dünya üzerinde rekabet gücünü belirleyen en önemli faktör; bilimsel ve teknolojik gelişmeler ve dolayısıyla Ar-Ge'ye yapılan harcamalarıdır.
- Yabancı Sermayeyi Çekme: Ülkeye yabancı sermaye yatırımlarının çekilmesinde ve yabancı firmaların ülkede teknoloji odaklı yatırımlar yapmasında, ülkenin sahip olduğu bilimsel ve teknolojik varlıklar son derece önemlidir.
- Verimlilik Artışı: Ar-Ge harcaması mikro ve makro düzeyde verimliliği arttırır. Dolaysıyla ekonomik kalkınmayı sağlamada temel faktördür.
- Teknolojik Bağımlılıktan Kurtulma: Ar-Ge çalışmaları, ülkeleri bilimsel ve teknolojik bakımdan diğer ülkelere bağımlı olmaktan kurtarır.

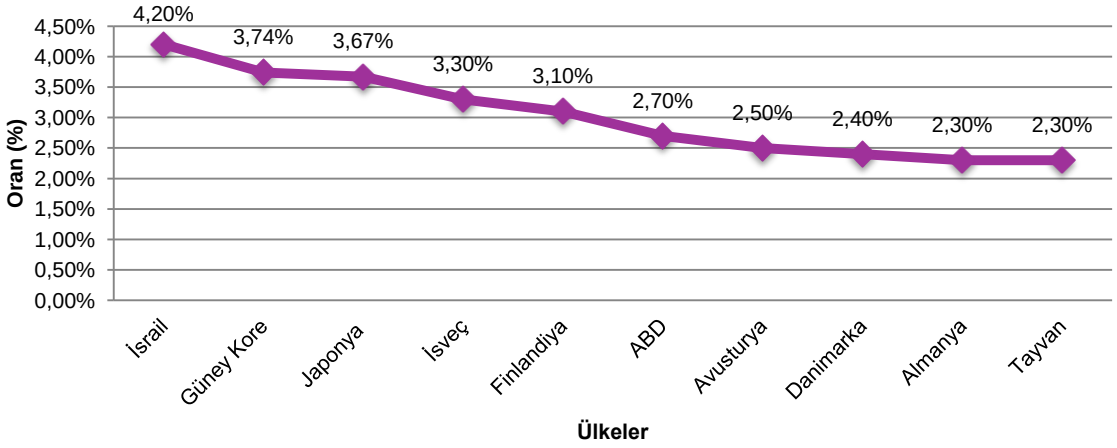
2.1.3. Türkiye'de Ar-Ge

Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi 2011-2016'da (UBTYS) Ar-Ge ve yenilik kapasitemizin güçlü olduğu alanlar, özel sektörün önemli düzeyde Ar-Ge ve yeniliğe kaynak ayırdığı (insan kaynakları ve mali kaynaklar dahil olmak üzere), ihracat yeteneğinin bulunduğu ve Ar-Ge ve yeniliğe dayalı rekabet gücünün görece daha yüksek olduğu alanlardır. Bu kapsamda yapılan analizlere dayanarak, otomotiv, makine imalat ve bilgi ve iletişim teknolojileri sektörleri güçlü alanlar olarak ön plana çıkmaktadır. İhtiyaç-odaklı alanlar, ülkemizin jeopolitik konumu ve gereksinimleri doğrultusunda Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinde ivme kazanması gerektiği alanlardır. Savunma ve uzay alanlarının yanı sıra ülkemizin ekonomik ve sosyal çarklarını döndüren ve yaşam kalitesini belirleyen önemli girdiler olarak 2010/101 no.lu Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) kararı ile enerji, su ve gıda ihtiyaç-odaklı alanlar olarak belirlenmiştir. Tabandan yukarı yaklaşımlar sanayi kuruluşları, üniversiteler ve araştırma enstitülerinin kendi belirledikleri araştırma konularında proje üretmelerine olanak sağlamaktadır. Yine aynı yaklaşım içerisinde Türkiye'nin de gelişme kat etmesi gereken temel ve öncül araştırmalar teşvik edilecektir. Öncül araştırmalar ise mevcut araştırma disiplinlerini sınır olarak kabul etmeyen ve ileri teknolojilere zemin oluşturacak yeni bilgilerin üretimine yönelik araştırmalar olarak tanımlanmaktadır (UBTYS 2011-2016, 2010).

Bir ülkede bilim ve teknolojiye verilen önemin ölçüsü olarak, Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı esas alınır. Ar-Ge harcamalarının GSYİH'ye oranı %2'den fazla ise o ülkeler gelişmiş ülke sayılırlar (Pesen, 2012).

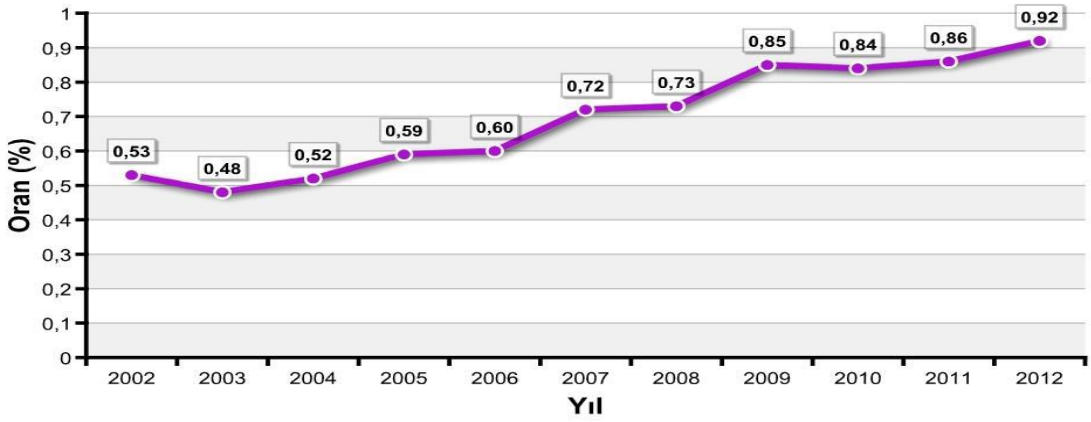
2023 yılında Türkiye'nin dünyanın ilk 10 ekonomisi arasına girmesi ve belirlenen ulusal hedeflere (yerli otomobil, yerli uçak, yerli helikopter vb.) ulaşılabilmesi için daha yoğun Ar-Ge ve yenilik faaliyetleri yürütülmesi bir zorunluluktur. Ülkemizde Ar-Ge ve yeniliğe ayrılan kaynaklarda kayda değer artış sağlanmasına rağmen Gayri Safi Yurt İçi Ar-Ge Harcamalarının (GSYARGEH) GSYİH içerisindeki payı (GSYARGEH/GSYİH) istenilen seviyede değildir. 2012 yılında Ar-Ge Harcamalarının GSYİH'ye oranı %0,92'dir. 2000-2010 yılları arasındaki mevcut eğilimin devam etmesi halinde ise 2023 yılında GSYARGEH/GSYİH oranının

%1,82 olacağı öngörülmektedir. Dünyanın ilk 10 ekonomisi arasında bulunan ülkelerden, Güney Kore'nin 2014 yılı hedefi %5, İngiltere'nin 2014 yılı hedefi %2,5, Japonya'nın ve Finlandiya'nın 2020 yılı hedefi %4, ABD, Almanya, Fransa ve Avrupa Birliği'nin 2020 hedefi %3, Çin'in 2020 hedefi %2,5 olarak belirlenmiştir. Ülkemizin GSYARGEH/GSYİH oranı hedefi ise %3'tür (Ulusal Yenilik Sistemi 2023 Yılı Hedefleri, 2011). 2011 yılı itibarıyla Ar-Ge Harcamalarının GSYİH'ya Oranı En Yüksek Olan Ülkeler ise Şekil 2.1'de verilmiştir (List of Countries by Resarch and Development, 2011).

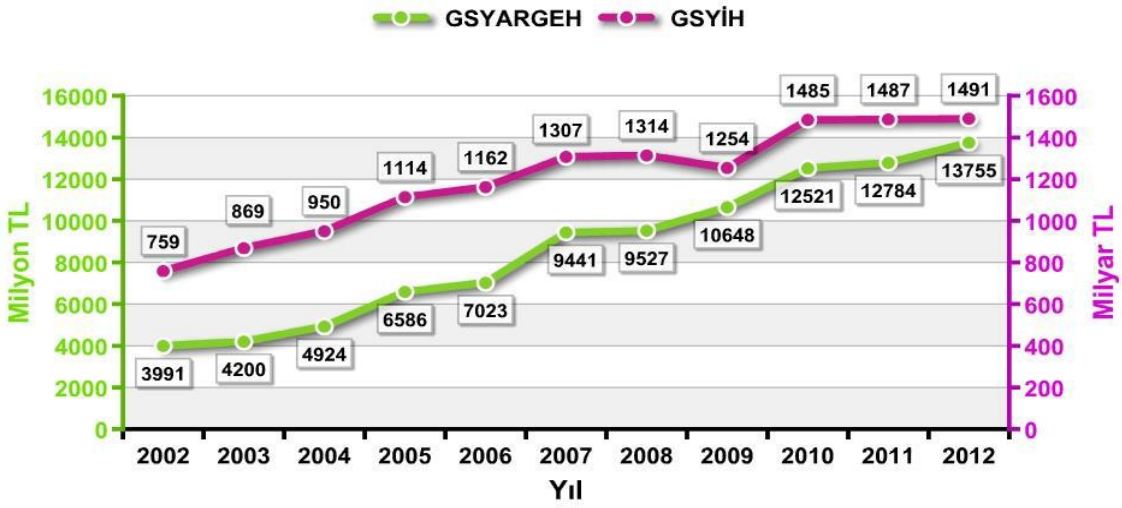


Şekil 2.1. Ar-Ge harcamalarının GSYİH'ya oranı en yüksek olan ülkeler

Türkiye'de Ar—Ge Harcamalarının GSYİH'ye Oranı Şekil 2.2'de, Ar-Ge Harcamaları ise Şekil 2.3.'te gösterilmiştir (Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik İstatistikleri, 2013).



Şekil 2.2. Ar-Ge harcamalarının GSYİH'ye oranı



Şekil 2.3. Ar-Ge harcamaları

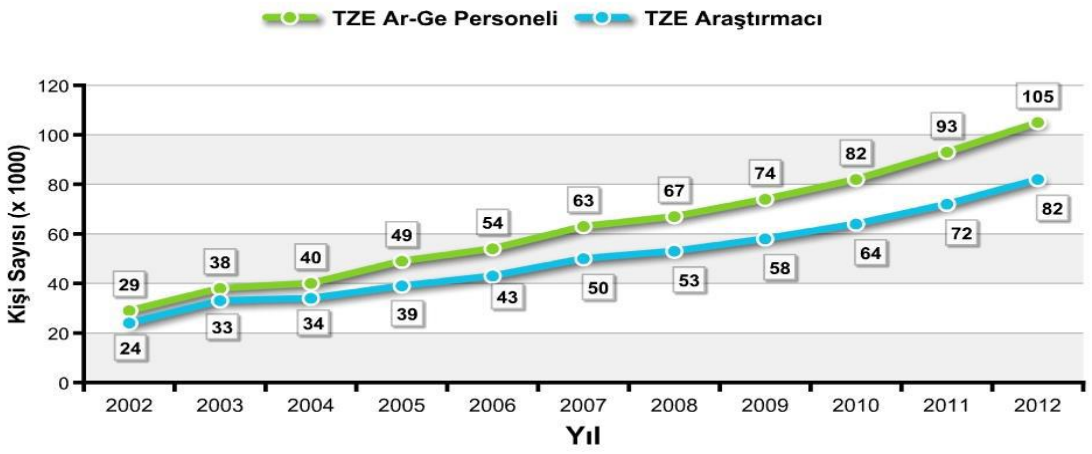
Ar-Ge yoğunluğu oranının %3'e ulaşması için Ar-Ge harcamasının en az 85 milyar TL'ye ulaşması gerektiği değerlendirilmektedir. Bu konuda özel sektöre önemli bir rol düşmektedir. Özel sektörün Ar-Ge harcamalarının itici gücü olduğu ve Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi 2011-2016 başta olmak üzere mevcut politikalarda ve destek mekanizmalarında özel sektörün rolünün artırılması amaçlandığı göz önünde bulundurulduğunda, 85 milyar TL'lik Ar-Ge harcamasının büyük çoğunluğunun özel sektör tarafından gerçekleştirilmesi gerekmekte ve beklenmektedir. Ülkemizdeki mevcut eğilim, mevcut politikalar ve dünya örnekleri göz önünde bulundurulduğunda 2023 yılında gerçekleştirilmesi hedeflenen 85 milyar TL Ar-Ge harcamasının 2/3'ünün özel sektör tarafından gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Bu durumda özel sektörün Ar-Ge harcamasının 57 milyar TL'ye ulaşması ve GSYARGEH içerisindeki oranının %67'yi bulması gerekmektedir (Ulusal Yenilik Sistemi 2023 Yılı Hedefleri, 2011). Türkiye'deki Ar-Ge harcamalarına bakıldığında Geliştirilen Sektörler Bazında Ar-Ge Harcamaları Oranı Şekil 2.4'te verilmiştir (Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik İstatistikleri, 2013).



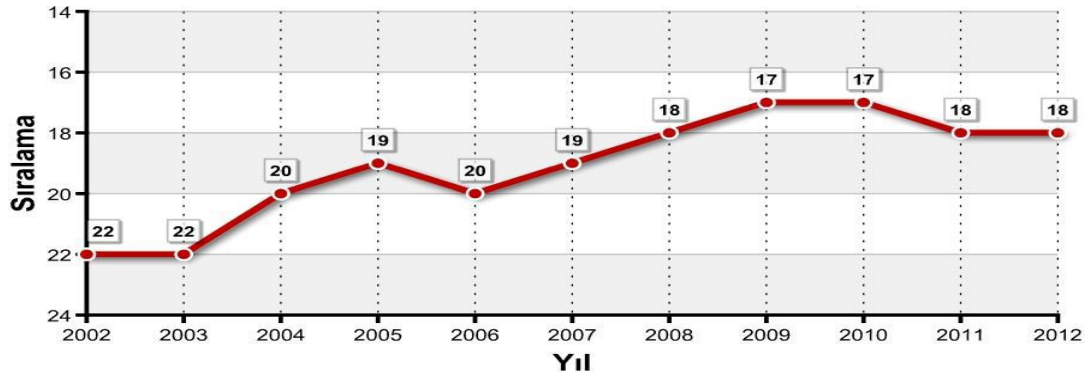
Şekil 2.4. Geliştirilen sektörler bazında Ar-Ge harcamaları oranı

Tam Zaman Eşdeğer (TZE), bir yıl içerisinde Ar-Ge'de çalışan insan gücünün Ar-Ge faaliyetlerine ayırdığı zamanı kişi-yıl olarak tanımlayan değerdir. Bir TZE bir kişi-yıl olarak düşünülebilir. Dolayısıyla zamanının %30'unu Ar-Ge çalışmaları için ve kalanını da diğer faaliyetlerde harcayan bir kişi, 0,3 TZE olarak ele alınmaktaktır. Benzer olarak, tam zamanlı bir Ar-Ge çalışanı, bir Ar- Ge biriminde sadece 6 ay istihdam edildiyse, bu 0,5 TZE anlamına gelir (2011-2016 Bilim ve Teknoloji İnsan Kaynağı Stratejisi ve Eylem Planı, 2010).

2023 yılında %3 Ar-Ge yoğunluğuna erişilebilmesi için toplam TZE araştırmacı sayısının ve özel sektör araştırmacı sayısının da Ar-Ge harcamalarına paralel olarak artması gerekmektedir. Ülkemizdeki mevcut eğilim, mevcut politikalar ve dünya örnekleri göz önünde bulundurulduğunda 2023 yılında gerçekleştirilmesi hedeflenen 85 milyar TL Ar-Ge harcaması için ülkemizdeki araştırmacı sayısının TZE olarak 300 000'i bulması gerektiği değerlendirilmektedir. Ülkemizde 2000-2010 yılları arasında TZE araştırmacı sayısının artışının yıllık ortalaması %11 olup, mevcut eğilimin devam etmesi halinde 2023 yılında TZE araştırmacı sayısının 256 000'e erişmesi beklenmektedir (Ulusal Yenilik Sistemi 2023 Yılı Hedefleri, 2011). Ülkemizdeki Tam Zaman Eşdeğer Ar-Ge İnsan Kaynağı Şekil 2.5'te, Bilimsel Yayın Sayısı Bakımından Türkiye'nin Dünya Sıralamasındaki Yeri Şekil 2.6'da verilmiştir (Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik İstatistikleri, 2013).

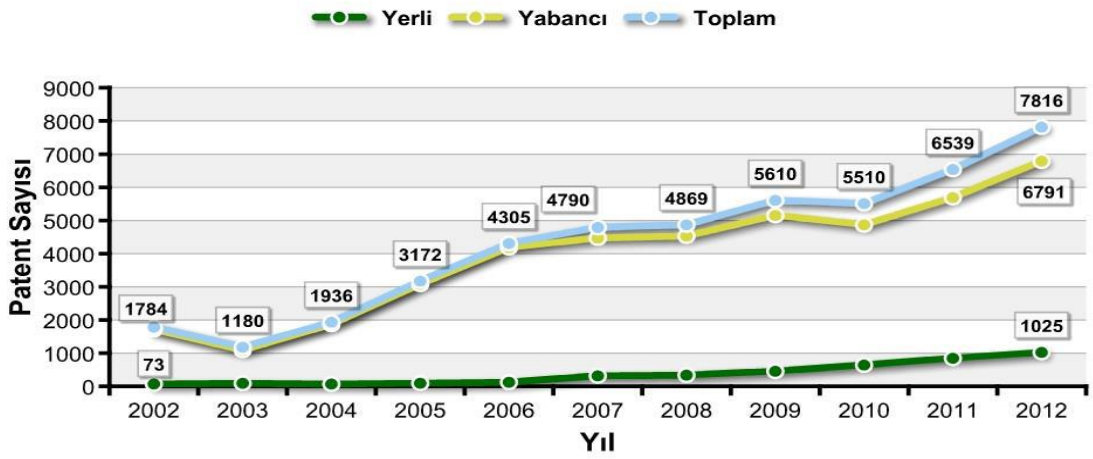


Şekil 2.5. Tam zaman eşdeğer Ar-Ge insan kaynağı



Şekil 2.6. Bilimsel yayın sayısı bakımından Türkiye'nin dünya sıralamasındaki yeri

Ülkemizdeki patent sayısına bakıldığında, Türk Patent Enstitüsü (TPE) Tarafından Verilen Patent Tescillerinin Yıllara Göre Dağılımı ise Şekil 2.7'de verilmiştir (Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik İstatistikleri, 2013).



Şekil 2.7. TPE tarafından verilen patent tescillerinin yıllara göre dağılımı

2.2. Ürün Geliştirme

Ar-Ge, yeni ürünlerin oluşturulması için yapılan yaratıcı ve sistematik çalışmalar bütünüdür. Ürün geliştirme ise bir ihtiyacın karşılanması için yeni bir ürün tasarlamak veya mevcut bir üründe müşteri ya da pazarın istediği değişiklikleri yapmaktır. Ürün geliştirme süreci, ham fikirlerin oluşmasından başlayarak, ürünün müşterilere fayda sağlayacağı bir değere dönüştürülüp pazara sunulma aşamasına kadar geçen adımların tümünü kapsamaktadır. Ürün Geliştirme Süreçleri aşağıdaki biçimde tanımlanabilir (Pesen, 2012):

- Ham Fikirlerin Oluşması: Tüm tasarımların temelinde bir fikir vardır. Fikirlerin çok olması ve bunlar içinden seçim yapılması başarıyı arttırır. Yeni ürün fikirleri işletme içinden veya dışından gelebilir. Fakat firmalar için fikirlerin hangi kaynaktan geldiği değil, kalitesi ve ne derecede değerli olduğu önemlidir. Fikirlerin, firmanın genel işletme politikaları ile de uyumlu olması gerekir.
- Fikirlerin Değerlendirilmesi: Gelen fikirlerin hangilerinin işletmenin amaçları ve yapısına uygun olduğunun analizi yapılır. Fikirleri değerlendirerek en iyisini seçmek ve seçilen fikirleri de ürünlere dönüştürmek kolay değildir. Bu aşamada diğer fikirler kadar başarı vaad etmeyen ve risk taşıyan alternatif fikirler elenir. Burada dikkat edilmesi gereken, sonradan başarılı olabilecek fikirlerin bu aşamada elenmemesidir. Bu aşamada seçilme şansı bulamayan fikirler ileride tekrar değerlendirilmek üzere saklanmalıdır. Bu sebeple, fikirlerin değerlendirilmesi ve seçilmesi sırasında birtakım kriterlere dikkat etmek gerekir. Bu kriterler şu şekilde sıralanabilir:
  - Mevcut ürün karması ile uyum
  - Patent durumu
  - Rakiplerin durumu
  - Hedef kitlenin boyutu
  - Taşıdığı riskler
  - Mevcut dağıtım kanalı yoluyla satılabilme yeteneği
  - Stratejik plan ile tutarlılığı
  - Kabul edilebilir geri dönüş periyodu
  - Büyüme potansiyeli
  - Ürün geliştirme maliyetleri

  - Üretilebilirlik
  - Ana teknoloji ile uyumu
- Kavram Geliştirme: Fikirlerin değerlendirilmeleri sonucunda, seçilen fikirler üzerinde kavram geliştirme çalışmalarına başlanır. Fikirlerin tüketicinin kavrayabileceği anlamlı terimlere dönüştürülmesi aşamasıdır. Ürünü kimlerin kullanacağı ve ürünün sağlayacağı faydaların neler olacağı sorularına cevap verilir. İşletmeler gerektiğinde tüketicilerin ürün hakkında görüşlerini alır ve tüketici ihtiyaçları ile ne derece uyumlu olduğunu görmek için yeni ürünü test eder. Bu testler, pazar araştırmaları veya tüketiciyle yapılan anketler şeklinde olabilir.
- Strateji Belirleme: İşletmeler, ürün çalışmalarına başlamadan önce ürün geliştirme stratejilerini belirlemiş olmalıdır. Ürünlerin özelliklerinin, pazarda nereye konumlanacağının ve pazara ne zaman sunulacağının belirlendiği aşamadır. Ürün geliştirme stratejileri işletmenin amaçları ile uyumlu olmalı, rakipleri arasında rekabet avantajı sağlamalı ve yaratıcılığı geliştirmelidir.
- Ekonomik Analiz: Geliştirilmesi planlanan ürünlerin belirli bir dönemdeki finansal sonuçlarının incelenmesidir. Bu aşamada, satış, pazar payı, rekabet, talep, maliyet ve kar zarar olasılığı belirlenip yeni ürünlerin, işletmenin amaç ve hedeflerine uygun olup olmadığı analiz edilir. Bu analizlerin sonucu olumlu çıkarsa, bir sonraki adım olan ürün geliştirme aşamasına geçilir.
- Ürün Geliştirme: Yeni ürün fikrinin, seçme ve analiz aşamalarından geçtikten sonra müşterilere satılacak ürün şekline getirilmesi ve prototipinin oluşturulması için Ar-Ge bölümüne gönderilir. Bu aşamaya kadar ürün, kelimelerle veya sembollerle tanımlanırken bu aşamadan itibaren somut hale gelmeye başlar. Amaç, müşteri ihtiyaçlarını geçerli bir prototipe dönüştürmek ve geliştirilen ürünün ekonomik ve kaliteli üretilmesini sağlamaktır. İyi bir tasarım, ilerleyen süreçlerdeki olası problemleri önler. Mümkün olan en kısa sürede, müşteri ihtiyaçlarını karşılayan bir ürün tasarımına ulaşılması da çok önemlidir.
- Test: Testler firma içi ürün testi ve müşteri ile ürün testi olmak üzere ikiye ayrılır. Firma içi ürün testinin amacı, geliştirilen ürünün sahip olması gereken özelliklere sahip olup olmadığının, güvenilirliğinin ve gerekiyorsa standartlara uygunluğunun kontrol edilmesidir. Müşteri ile ürün testi ise müşteride ve/veya sahada yapılan testlerdir. Prototip ürün müşteriye verilerek denemesi istenir.

Pazara sürülmeden önceki muhtemel problemlerin önceden belirlenmesi sağlanır.

- Pazara Sunum: Ürünün seri üretimine geçilip, firmanın pazarlama stratejilerine uygun olarak pazara sunulmasıdır. Ürün ne zaman, nerede, kimlere ve nasıl pazarlanacak soruları cevaplanır. Bu durumda planlama mutlaka yapılmalıdır. Bu aşamada pazarlama bölümünün çalışmaları çok önemlidir.

2.3. Proje ve Proje Seçimi

Proje bazlı çalışan organizasyonlarda projelerin doğru olarak tanımlanması, detaylı analizinin yapılması, proje önerileri arasından seçimi ve projelere doğru kaynak tahsisi, organizasyonun başarısı açısından son derece önemlidir.

2.3.1. Proje tanımı ve kısıtları

Literatürde pek çok proje tanımı bulunmasına karşın yaygın olarak iki tanım kullanılmaktadır. İlki Project Management Institute (PMI) tarafından yapılan “Proje, benzersiz, özgün bir ürün, hizmet veya sonuç üretmek amacıyla yürütülen geçici faaliyetler bütünü bir girişimdir.” tanımıdır. Buna göre, projenin en önemli özelliklerinden biri özgün bir ürün, hizmet veya sonuç üretmesi ve geçici olması sebebiyle her projenin bir başlangıç ve bitiş zamanının olmasıdır. İkinci tanım ise “Proje, tanımlanmış süre ve bütçe içinde, istenen özelliklere göre tamamlanması gereken, bir hedefi veya amacı olan özgün, karmaşık, birbiriyle bağlantılı faaliyetlerin bir bütünüdür.” Bu tanımda da önemli noktalardan biri proje kapsamında yürütülecek çalışmaların özgün olmaları ve projenin aynı şartlarda geçmişte ya da gelecekte gerçekleşmesinin mümkün olmamasıdır. Kimi zaman bir proje daha önce yapılan projelerle benzerlik gösterse de ortam şartlarına bağlı olarak bazı işler muhakkak farklı şekilde yapılacaktır. Örneğin, kalite belgesi almadaki faaliyetler içerik olarak benzerlik gösterse de her firmada koşullar farklı olduğu için belge için tanımlanan üretim süreçleri de farklı olacaktır (Suvacı ve diğerleri, 2013: 4).

Projeler, belirli amaçlar doğrultusunda gerçekleştirilen faaliyetlerdir ve kendilerine ait sonuçları bulunmaktadır. Ayrıca her projenin planlanmış bir başlangıç ve bitiş

tarihi mevcuttur. Projeler kısıtlı kaynaklar ile yapılır. Bu kaynaklar insan, makine, para, zaman vb. olabilir. Projelerin sonuçlarını önceden net olarak bilmek mümkün olmadığı için projeler ayrıca risk de taşırlar. Örneğin insan, teknoloji ve finansal yönetim gibi birçok alanda risk oranı yüksektir. Proje belirli bir amacı karşılamak için yapılan geçici faaliyetler bütünü iken operasyonlar ise kendini tekrarlayan işlemlerdir. Proje ile operasyon arasındaki temel fark da budur. Projelerin genel olarak beş kısıt içerdiği söylenebilir (Onursal, 2009):

- Kapsam,
- Kalite,
- Maliyet,
- Zaman,
- Kaynak.

Başarılı bir proje portföyü sisteminin 7 faydası şunlardır (Murray ve diğerleri, 2010):

- Proje seçim sürecinde bir disiplin oluşturur,
- Proje seçimini stratejik ölçümlere bağlar,
- Proje önerilerini belli bir kriter setine göre önceliklendirir,
- Stratejik amaçlara uygun olarak projelere kaynak tahsisi yapar,
- Tüm projeler genelinde riski dengeler,
- Organizasyon stratejileri ile uyumlu olmayan projeleri kaldırır,
- Proje hedeflerine ilişkin iletişimi ve desteği geliştirir.

2.3.2. Proje seçim kriterleri ve modelleri

Proje seçim kriterleri, projelerin değerlendirilmesi aşamasında işletmenin stratejisi, misyonu, vizyonu ile uyumlu ve işletmeye en büyük katkıyı sağlayacak olan projenin seçiminde kullanılacak kriterlerdir. Bu kriterler firmadan firmaya farklılık gösterebilir. Bununla birlikte aynı işletme içindeki farklı amaçlara göre de farklı kriterler proje seçerken kullanılabilir. Belirsiz risk ve kısıtlı kaynaklardan ötürü, proje seçim kararlarında çeşitli kriterler kullanılır ve öncelikler belirlenir. Genellikle

kullanılan süreç, proje sınıflandırma matrisi oluşturmadır. Her bir projeye SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) analizi yapılır. Proje güçlü yönleri, zayıf yönleri, sahip olduğu fırsatları ve olası tehditler ile incelenir ve puanlandırılır. Bu metotda, kriterler stratejik önemine göre öncelik sırasına sokulur. Daha sonra projeler belirlenen kriterlere göre değerlendirilerek en iyi proje seçilir. Proje seçiminde önemli olan kriterler şunlardır (Onursal, 2009):

- Gerçekçilik,
- İmkanlar dahilinde gerçekleşebilecek olması,
- Esneklik,
- Kolay kullanım,
- Maliyet,
- Kolay sayısallaştırabilme.

Proje değerlendirme kriterleri, farklı amaçlar doğrultusunda yapılacak projeler için projenin bulunduğu sektöre göre değişiklik gösterir. Üretimde, hammadde ihtiyacı, çıktı kalitesi, kuruluma hazır olana kadarki zaman vb. dikkate alınırken; finansta, karlılık, nakit gereksinimi, başabaş noktasına kadarki zaman gibi kriterler kullanılabilir. Proje seçim kriterleri, işletmenin amaç ve hedeflerine göre farklılık gösterir, dolaysıyla bununla uyumlu olması gerekir. Seçim için doğru kriterler belirlenirse, proje çıktılarının işletmeye sağlayacağı katkı da artar (Onursal, 2009).

Proje seçim modelleri, sayısal ve sayısal olmayan modeller olarak ikiye ayrılır. Her iki model de yaygın olarak kullanılır. Bu modelleri kombine şekilde kullanan organizasyonlar da bulunmaktadır (Onursal 2009).

- Sayısal Olmayan Modeller: Girdi olarak sayısal verileri kullanmayan modellerdir. Örnek olarak, nitel sıralama yöntemi verilebilir. Uzman bir ekip tarafından kriterler yüksek ve düşük önem sırasına göre ayrılarak önem çizelgesi oluşturulur ve karşılaştırma metodu ile önem sırası belirlenir. Sayısal olmayan yöntemlerin kullanıldığı diğer proje durumları ise şu şekildedir (Onursal, 2009):
  - Yapılması gerekli olan projeler,
  - Rekabet açısından gerekli olan projeler,

- Nispi yararı olan projeler.

- Sayısal modeller: Girdi olarak sayısal verileri kullanan modellerdir. Karlılık ve puanlama yöntemleri olarak ikiye ayrılır:

  Karlılık:

  - Geri Ödeme Periyodu,
  - Ortalama Geri Dönüş Oranı,
  - İndirgenmis Nakit Akımı,
  - İç Verim Oranı.

  Puanlama Yöntemleri:

  - 0 -1 Modelleme,
  - Ağırlıksız Puanlama Modeli,
  - Ağırlıklı Puanlama Modeli,
  - Kısıtlı Ağırlıklı Puanlama Modeli.

2.3.3. Ar-Ge projeleri ve başarı faktörleri

İşletmelerde işleri mümkün olan en kısa zamanda ve en düşük maliyetle yapabilmek için projelendirmek gerekir. Proje faaliyetlerinin ilk kez yapılıyor olması sebebiyle belirsizliklerin ve risklerin yüksek, zamanın ve kaynakların ise kısıtlı olması proje yönetimini zorlaştırır. Özellikle Ar-Ge projeleri yüksek teknolojiyi ilgilendirdiği için oldukça risk taşıyan projelerdir. Bu sebeple, proje yönetim tekniklerinin en iyi şekilde uygulanması gerekir (Kurtulan, 2009).

Teknolojideki ve müşteri taleplerindeki hızlı değişmeler, yoğun rekabet ortamı vb. faktörler ürün yaşam süresinin kısalmasına sebep olmaktadır. İşletmeler çeşitli verilerle bir, beş ve daha fazla yılı kapsayan planlar yaparlar. Ar-Ge planlarının da işletmenin stratejik planı ile uyumlu olması gerekir. Üst yönetim, en iyi Ar-Ge programlarını tasarlamalı, araştırma alanlarını belirlemeli ve Ar-Ge ekibinin hedef ve sorumluluklarını belirlemelidir. Ar-Ge çalışmalarından istenen faydanın elde edilebilmesi için üst yönetim ile Ar-Ge ekibi arasında iyi bir iletişim kurulmalı ve Ar-Ge'yi etkileyecek strateji değişiklikleri en kısa zamanda ekibe bildirilmelidir. Ar-Ge çalışmalarının başarılı olabilmesi için üst yönetimin şu hususlara dikkat etmesi gerekir (Kurtulan, 2009):

- Araştırmayı yönlendirecek ve genel amaçlarla uyumlu ve anlamlı olan alt amaçlar geliştirilmelidir,
- Bütün çalışanların işletmenin uzun dönemdeki teknolojik ihtiyaçları anlamaları sağlanmalıdır,
- Ar-Ge faaliyetleri ile işletme stratejisi arasında uyum sağlanmalıdır,
- Projelerin seçilmesi ve sıralanması ile program dengesinin oluşturulması, işletmenin amaçları ve kapasiteleri ile uyumlu olmalıdır,
- Ar-Ge sonucunda elde edilen çıktıların, üretime kolayca aktarılmasını sağlayacak biçimde Ar-Ge ve üretim planı örgütlenmelidir.

Bir Ar-Ge programı birbirini izleyen üç aşamadan oluşmaktadır (Kurtulan, 2009):

- Mevcut ürünlerin ve üretim süreçlerinin etkinliklerini korumak amacıyla sürdürülen teknoloji seçimi, ortalama beş yıllık bir dönemi kapsayan planlama ve araştırmaların ele alındığı aşamadır.
- Mevcut ürünlerin işletmenin amaçlarını gerçekleştirmekte yetersiz kaldığı ve teknolojinin hızla değiştiği dinamik bir çevrede, mevcut ve yeni teknolojiler için pazar uygulamaları bulmak, bu uygulamalar için gerekli teknolojiyi ve ürünü tanımlamak, gerçekleştirmek, eksikliklerini gidermek için tasarlanacak bir Ar-Ge programı oluşturulması aşamasıdır.
- İşletmenin pazarda teknolojik önderliği elde etmek amacıyla izlediği saldırgan stratejiye uygun ve bilimsel araştırmalara ağırlık veren, uzun dönemli araştırma programının geliştirildiği aşamadır.

Ar-Ge ekibinin başarılı olabilmesi için Ar-Ge programlarının dengeli ve doğru bir şekilde belirlenmesi gerekir. Ar-Ge programları hazırlanırken aşağıdaki maddelere uyulması gerekir (Kurtulan, 2009):

- Ar-Ge programı, işletmenin finansal, örgütsel ve pazarlama politikaları ile uyumlu olmalı ve bu politikaları desteklemelidir.
- Ar-Ge programı, işletmenin karlılığını arttırmalıdır.
- Ar-Ge programı, bu programı yürütecek kişilere uygun bir şekilde oluşturulmalıdır.

- Ar-Ge programı, üretim kapasitesini en iyileyecek biçimde oluşturulmalıdır.
- Ar-Ge programında, işletmenin farklı kaynaklarını etkin ve verimli bir biçimde kullanacak olan projelere ağırlık verilmelidir.

2.3.4. Ar-Ge projesi seçim kriterleri ve modelleri

Ar-Ge projesinin içeriği ve yönetimiyle ilgili her türlü etken, değerlendirme kriteri olarak ifade edilebilir. Değerlendirmede kullanılan unsurlar, uzman ekipler tarafından, projelerin detaylı incelemeye girmeden, ilk işlemde elenmelerini sağlayan kriterlerdir. Literatürde geçen değerlendirme kriterleri şunlardır (Kurtulan, 2009):

- Yönetsel Faktörler: Proje yöneticisi, projenin başarılı olabilmesi için gereken özelliklere sahip olmalıdır.
- Bilimsel Yeterlilik: Eğer projeyi Ar-Ge laboratuvarında görevli bir çalışan önermişse, çalışanın projeyle ilgili yeterli düzeyde bilgi birikimini taşıdığı kabul edilmelidir.
- Kaynak Bulma Derecesi: Önerilen proje için gerekli olan kaynaklar (çeşitli araştırma teknikleri, ekipmanlar, bilgisayarlar, araç gereçler vb.), aynı zamanda diğer projelerin de ihtiyaç duyduğu kaynaklar olabilir. Bu durumda sınırlı kaynakların paylaşımı ve kullanımı önemlidir.
- Olasılık Tahmini: Proje üzerinde çalıştıkca ortaya çıkan gelişmeler sonucunda yapılan proje tahminlerinin ilk başta yapılan başarı olasılık tahminlerinden daha doğru olduğu söylenebilir.
- Stratejik Pozisyon Alabilme: Projeler değerlendirilirken, sadece anlık sonuçlar değil, aynı zamanda işletmenin uzun vadeli stratejileri de dikkate alınmalıdır.
- Proje Teklifinin Kaynağı: Projeler için fikirler her türlü kaynaktan gelebilir. Laboratuarda, üretimde, pazarlamada ve bunun gibi şirketin çeşitli birimlerinde çalışanlar yeni ürünler ve yöntemler önerebilirler.

Ar-Ge projeleri, üretim, pazarlama, mühendislik ve diğer faaliyetleri etkilediği için kısıtlı kaynakların bu projelere optimal şekilde atanması gerekir. Bu bakımdan

seçilen Ar-Ge projeleri konusunda yöneticilerin hemfikir olması gerekir. Ar-Ge projelerinin seçim ve değerlendirme amaçları şunlardır (Ayan ve Perçin, 2012):

- İşletmenin amaç ve stratejileriyle uyumlu projeler belirlenmesini sağlamak,
- Başarılı olan projeleri tespit ederek, kısıtlı kaynakları bu projelere tahsis etmek,
- Projelerin değerini maksimize etmek,
- Yeni ürünler ve geliştirme projeleri arasında denge kurmak.

Ar-Ge projelerinin seçiminde kullanılan kriterler, bu amaçlara uygun olmalıdır. Bununla birlikte, proje seçimini etkileyen çok sayıda nicel ve nitel faktörün de göz önünde bulundurulması gerekir.

Ar-Ge projelerinin değerlendirilmesi ile ilgili literatürdeki çeşitli çalışmalar incelendiğinde; Mohaghar ve diğerleri (2012) dört ana kriter (projenin niteliği, organizasyon, pazar, çevre) ve yirmi alt kriter (beklenen fayda, araştırma personeli durumu, potansiyel pazar payı, hükümet politikası vb.) tanımlayarak, bulanık AAS ve bulanık TOPSIS metodlarını kullanmışlardır. Ayan ve Perçin (2012), altı kriter (maliyet, pazar payı, geri ödeme süresi, beklenen getiri, uygulanabilirlik, firma başarısına katkı) tanımlayarak grup kararına dayalı bulanık TOPSIS metodunu kullanmışlardır. Pesen (2012) beş ana kriter (teknik, üretim, satış/pazarlama, finans, strateji), on dokuz alt kriter (teknik kaynaklar, kazanımlar, zaman, teknik riskler, kapasite, fiziksel yeterlilik, ekipmanlar, satış kapasitesi, pazar eğilimlerinin yönü, lojistik maliyeti, rakiplerin pazardaki durumu, mevcut pazarın hacmi, destekler, prototip maliyeti, üründe eklenen getiri, ticarileştirme riski, stratejik uyum, ürün yelpazesinin büyümesi, diğer ürünlerle paket satış oluşturabilmesi) tanımlayarak AHP metodunu kullanmıştır. Aker (2010), Ar-Ge projelerini sınıflandırma amacıyla veri zarflama analizi metodunu baz alarak iki adet eşik değer hesaplama yöntemi ve beş adet atama yöntemi geliştirmiştir. Tolga ve Kahraman (2009) parasal (bulanık gerçek opsiyon değeri) ve parasal olmayan (kapasite, başarı olasılığı ve eğilimler vb.) ölçütleri birlikte dikkate alan bulanık AHP yöntemini kullanmışlar; dört ana kriter (üretim, teknik, pazarlama/dağıtım, bulanık gerçek opsiyon değeri), on bir alt kriter (üretim kapasitesi, üretim olanakları ve gereçleri, üretim sırasında işyeri güvenliği, üretimin çevreye duyarlılığı, teknik

başarı olasılığı, teknik katkı, teknik zaman, teknik kaynaklar, pazarlama iç dinamiği, pazarlama kapasitesi, pazarlama eğilimleri) tanımlamışlardır. Onursal (2009), yirmi bir kriter (beklenen kar, yatırımın geri dönüş süresi, finansman maliyeti, yabancı yatırımcı beklentisi, proje geliştirme maliyeti, inşaat kalitesi ve yapım kolaylığı, sunulan alternatif çözümler, kısıtlamalar ve tasarım optimizasyonu, proje tamamlanma zamanı, ekipman ve teknik bilgi, müşteri memnuniyeti, hedeflenen kitleye yönelik ürün, yapılacak yatırımın türü, proje lokasyonu, satış oranı, pazar payı beklentisi, rekabet avantajı sağlama, piyasadaki gelişmelerin takibi, prestij, şirket değerini arttırma, stratejik hedeflerle uyumluluk) tanımlayarak bulanık TOPSIS metodunu kullanmıştır. Çağlar (2009) PROMETHEE V temeline dayanan iki amaçlı iki matematiksel model önermiştir. Huang ve diğerleri (2006) otuz kriter (teknolojinin yeniliği, potansiyel pazar payı, teknik kaynak, teknik başarı olasılığı vb.) tanımlayarak bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır. Kumar (2004), on sekiz kriter (malzeme kaynağının uygunluğu, yenilikçilik, projenin misyonu, finansal yeterlilik vb.) tanımlayarak AHP tabanlı bir model geliştirmiştir. Tunç (2004) beş kriter (teknolojik belirsizlik, platform tipi, çalışma ve test ortamı, sistem kapsamı, kaynak miktarı) tanımlayarak AHP metodunu kullanmıştır. Meade ve Presley (2002) on beş kriter (gerekli kaynakların uygunluğu, ürün yaşam süresi, stratejik uygunluk, net bugünkü değer vb.) tanımlayarak AAS metodunu kullanmıştır.

Ar-Ge projesi değerlendirme problemi (Eliat ve diğerleri, 2007):

- Çok kriterlidir,
- Organizasyonun amaçlarını yansıtabilmesi için kriterin ağırlıkları gerekir,
- Odak noktası gelecekteki olaylar ve fırsatlardır,
- Dinamik bir çevre vardır,
- Kesin olmayan bilgi barındırabilir,
- Çok sayıda paydaş bulunabilir,
- Nicel ve nitel ölçekler içerebilir.

Kurtulan (2009) Ar-Ge projesi seçiminde aşağıdaki yöntemlerin kullanılabileceğini ifade etmiştir:

- Sıralama Yöntemleri: Projeleri önem derecelerine göre sıralamak için kullanılan yöntemlerdir. Anlaşılması ve uygulanması kolaydır. En çok kullanılan yöntemlerden biridir.
- Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP): Karar almada kullanılan doğru ve etkili metotlardan biridir. Genellikle ortada bir amaç ve bu amacı gerçekleştirebilmek için gereken kriterler ve alt kriterler bulunmaktadır. Projeler belirlenen kriterler doğrultusunda değerlendirilerek optimum proje seçimi yapılır.
- Skorlama Modelleri: Her bir proje için skor üreten matematiksel bir formülden ya da cebirsel ifadeden oluşmaktadır. Formüllerin içinde projelerin kıyaslanmasında önem taşıyan faktörleri gösteren terimler bulunmaktadır. Formüldeki her bir faktöre taşıdığı önem kadar ağırlık verilir. Projeler her bir faktöre göre değerlendirilir, daha sonra formül kullanılarak elde edilen değerlerden toplam puan elde edilir. Son olarak projeler puanlarına göre sıralanır.
- Ekonomik Modeller: Projelerin, firmanın karına sağlayacağı katkıya göre değerlendirildiği, projelerle ilgili para akışının dikkate alındığı modellerdir.
- Lineer ve Non Lineer Programlamalar: Doğrusal programlama modeli bir Ar-Ge projesinden sağlanacak faydaların optimize edilmesinin istendiği durumlarda uygulanabilir. Geniş bir bilgi gereksinimine ihtiyaç duydukları için kullanım alanları kısıtlıdır. Doğrusal programlama modeli üç eşitlik setinden meydana gelir:
  - Elde edilecek faydayı gösteren amaçlar,
  - Kaynak konusundaki zorluklar ve kaynakların limitleri,
  - Fon ayrımı açısından, bir zaman çerçevesine koyan sınırlılıklar.
- Dinamik Programlama: Birbirini izleyen ve karşılıklı etkileri olan bir dizi kararın bütünüyle ele alındığı problemler için geliştirilen karar modelleridir. Bazı ekonomik değişmeler, gelecek dönem için önceden yapılan planları geçersiz kılabilir. Bu durumda ya yeni bir plan yapılır ya da önceki olan güncellenir. Koşullar zaman içinde değişiyorsa ve bunların alınan kararlara etkisi önemli ise, dinamik programlama modellerine ihtiyaç duyulur.
- Bulanık Mantık Metodu: Proje yöneticilerinin kazandıkları deneyim neticesinde çok sayıda modelle uğraşmak yerine inisiyatif kullandıkları metottur. Böylece Ar-

Ge ekibi zamanını, alınan kararların uygulamasında harcayarak, projenin gelişmesine daha fazla katkı sağlayabilir.

- Simülasyon Modelleri: Projeler farklı ihtimallerle farklı sonuçlara ulaşabiliyorsa simulasyon modellerini kullanmak doğru olacaktır. Çoğu zaman, projenin ulaştığı sonuca göre projenin getirisi değişir. Projeler rastgele seçildikten sonra sonuçlar ve getiriler tespit edilerek simule edilebilir. Simülasyonun yeterince fazla yapılması elde edilen sonuçların daha sağlıklı olması açısından önemlidir.
- Proje Seçiminde Pratik Yaklaşım: Proje seçimi kararlarının şirketin stratejik planı ile uyumlu olması gerekir. Seçim kararlarının zaman içindeki ve yönetim kademeleri arasındaki akışını göstermektedir. Bu akış, üst yönetimin uzun vadeli girmek istediği endüstri alanlarını belirlemesiyle başlar.

Ayan ve Perçin (2012) Ar-Ge projelerinin seçimi problemlerinde farklı yöntem ve modeller kullanılabileceğini ifade etmiş ve bunları matematiksel programlama modelleri, ekonomik ve finansal analiz yöntemleri ve Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) teknikleri olmak üzere üç başlıkta incelemiştir.

Matematiksel programlama modelleri, kullanılan yöntem ve kaynakların farklılığı nedeniyle proje seçiminde yaygın olarak kullanılmamaktadır. Ayrıca, ekonomik ve finansal analiz yöntemleri içerisinde yer alan sermaye bütçelemesi teknikleri (iç karlılık oranı, net bugünkü değer, geri ödeme süresi, yatırımların geri dönüş oranı) ile Ar-Ge projelerinden sağlanacak nakit akışını tahmin etmek oldukça güçtür. Bu yöntemler, birden fazla amaç ya da kriterden ziyade, tek bir amaç (getiri) ya da kriteri dikkate alır. Fayda-maliyet analizi yöntemleri ise projelerin fayda ve maliyet ölçülerine göre sınıflandırılmasını gerektirdiğinden uygulama güçlükleri taşır. Karar teorisine dayalı yöntemler de her karara ilişkin olasılık ve beklenen değerin belirlenmesini gerektirdiğinden sınırlı kullanıma sahiptir. Matematiksel ve ekonomik yöntemler; nicel ve nitel faktörleri aynı anda dikkate almaması, parasal olmayan kriterlere dayalı karşılaştırmaya uygun olmamaları, Ar-Ge yöneticilerinin uzmanlık ve deneyimlerini dikkate almamaları, karşılaştığı gerçek durumu tam anlamıyla ifade edememeleri ve bu yöntemleri uygulamada zorluk çekmeleri vb. nedenlerle yaygın olarak kullanılmamaktadır. Buna rağmen, bir çok karar verme probleminde belirli bir amacı gerçekleştirmek için birden fazla nicel ya da nitel kriter, bunlara ait alt kriterler ve alternatifler olabilir. Bunlardan bazıları birbirleriyle

çeliştiğinde kullanılabilecek en uygun yöntemler ise ÇKKV teknikleri olarak ortaya çıkar. Pek çok ÇKKV tekniği Ar-Ge projelerinin seçiminde kullanılmıştır (Ayan ve Perçin, 2012).

Basit işlemlerle karmaşık matematik işlemleri aralığında olan yöntemler genellikle aşağıdaki gibi alt kategorilere ayrılabilir (Eilat ve diğerleri, 2007):

- Puanlama Modelleri
- Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri
- Kıyaslamalı Yaklaşımlar
- Ekonomik Modeller
- Veri Zarflama Analizi Metotları

3. KARAR TEORİSİ VE ANALİZİ

3.1. Karar Verme

İnsanlar, kişisel ihtiyaçlarını ve toplumsal ihtiyaçlarını karşılamak için sürekli karar verme kavramı ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Karar, bir iş ya da sorun hakkında düşünülerek verilen kesin yargı olarak tanımlanmaktadır. Karar verme başka bir tanıma göre; kişinin değişik alternatifler arasından, kendi amaçlarına uygun, kendisince önceden belirlenmiş belirli kriterlere göre en uygun alternatifi seçmesi olarak tanımlanmaktadır (Karakaya, 2003).

Karar Verme Türleri 2 başlık altında incelenebilir (Hacıköylü, 2006):

- Sezgisel Karar Verme: Karar verici, çok sayıda bilgiyi kendi sezgilerine göre değerlendirip, kısa sürede kararını verir. Keyfi olarak oluşturuldukları için diğer kişiler tarafından kabul edilmesi zordur. Grup kararı yoktur. Veri ve dokümantasyonlarla desteklenmezler. Bu kararı gelecekte tekrar gözden geçirmek ve değerlendirmek güç olur. Eğer karar verici, geçmişte benzer bir problemle karşılaşmışsa ya da problemi basit nitelikte ise kalitatif yaklaşımın izlenmesi yerinde olacaktır.
- Analitik Karar Verme: Problemlerin hiyerarşik bir şekilde, anlamlı daha alt gruplara ayrıştırılarak daha etkin çözülebileceği temeline dayanır. Karmaşık problemlerde etkin ve tutarlı çözümler sağlar. Fikirlerin paylaşımına imkan sağlar. Bilgi birikimine ve teknik verilere ihtiyaç duyulur. Rasyonel sıraya göre düzenlenmiş bir yapının oluşturulması gerekir. Bileşenleri; Karar Verici (veya Karar Vericiler), Amaç, Karar Kriterleri, Seçenekler ve Olaylardır Kantitatif yaklaşım, sayısal olgu ve verilerden hareketle, sistem ve probleme ilişkin modeller kurulmasını içermektedir. Yöneylem Araştırması kapsamındaki yaklaşım ve tekniklerin bilinmesi gerekmektedir. Bu modeller, problemin amaçlarını, kısıtlarını ve amaçlar arası ilişkileri ortaya koyar.

Karar sürecinin temel özellikleri aşağıdaki gibidir (Koçoğlu, 2010):

- Psikolojik ve maddi yönlerden güç olması,
- Pahalı olması,
- Etkinlik ve rasyonelliğe dayanması,
- Minimum bir yetkinliğe dayanması,
- Geleceğe yönelik olması ve geleceği öngörmeye dayanması,
- Bir plan olması ve bir zaman süresini gerektirmesi,
- Alternatif harcamalar doğurması,
- Bir problem çözme süreci niteliği taşıması.

Karar verme, karar vericinin değişik alternatifler ile karşılaşması durumunda bu alternatifler arasından kendi amaçlarına en uygun olanını seçme işlemi iken; karar süreci ise bu işlemlerin sırasıyla yapılmasını içermektedir (Tekin, 2004: 18, 31).
Karar verme sürecindeki faktörler şu şekildedir (Anaral, 2012):

- Karar Verici (veya Vericiler): En iyi alternatifi seçecek kişi veya grup
- Amaç: Karar vericinin gerçekleştirmeyi hedeflediği sonuç
- Karar Kriterleri: Alternatifleri karşılaştırmada kullanılacak değerler
- Seçenekler: Aralarından tercih yapılacak olan alternatifler
- Olaylar: Karar vericinin denetimi altında olmayan faktörler

3.1.1. Karar teorisi

Karar teorisi, karar verme işlemini analitik ve sistematik bir yaklaşımla inceleyerek sonuca varmaktadır. Karar teorisinde kullanılan matematiksel modeller, işletme yöneticilerine en iyi kararın verilmesinde yardımcı olmaktadır. Karar teorisine göre verilecek iyi bir karar, mantıksal bir kavrama dayanan sayısal bir yaklaşımla seçenekler arasından en iyi olanı seçerek verilmektedir. İyi bir karar, bazı durumlarda hemen beklenen ve istenilen sonuçları veremeyebilmektedir. Fakat bu durum, uzun dönemde kararın iyi olma özelliğini değiştirmez. Karar teorisine göre kötü bir karar, mantıksal bir kavrama dayanmayan, sayısal yaklaşım yerine subjektif bir yaklaşımla, bütün seçenekleri göz önüne almadan verilen bir karardır (Tekin, 2004: 18, 31).

3.1.2. Karar analizi

Bir problemin karar problemi olabilmesi için aşağıdaki özellikleri birlikte taşıması gerekir (Çoban, 2012):

- Birden çok davranış yolunun bulunması,
- Her bir davranışın sonuçlarının birbirinden farklı olması,
- Gerçekleştirilmek istenen birtakım amaçların olması.

Tek bir davranış yolunun bulunması durumunda, karar vermeden söz edilememektedir. Böyle bir durumda çözüm tektir ve mutlaka uygulanacaktır. Tüm bu koşulların var olması durumunda karar verici, problemin yapısını bir model biçiminde ortaya koyabilmektedir (Tütek ve Gümüşoğlu, 2000: 53, 72).

Karar analizinin temel adımları şu şekildedir (Kaplan, 2007):

- Problemin tanımlanması,
- Amacın belirlenmesi,
- Katılımcıların belirlenmesi,
- Alternatiflerin belirlenmesi,
- Kriterlerin belirlenmesi,
- Modelleme ve Çözüm,
- Duyarlılık Analizi,
- Yorum, seçim ve uygulama.

Karar problemlerinin modellenmesi, çözümlenmesi ve analizi amacıyla kullanılan pek çok bilgisayar programı vardır. Bu paket programlar; karar ağaçları, bayes ağ yapıları, analitik hiyerarşi süreci ve oyun teorisi gibi çeşitli karar analizi yöntemlerini kullanarak problemin çözülmesini sağlar. Bu programlara örnek olarak; Team Expert Choice 2000, TOPSIS, ELECTRE, ELECTRE III, ELECTRE IV, DATA, WINPRE, DELFI, PREFCALC, MAPPAC, PROMCALC, HIPRE 3+, HIVIEW 2, EQUITY, Web HIPRE, Aspen MIMI, EXSYS Corvid, PRIME Decisions, Decision Explorer, Decision Hosting, Decision Tools Suite Professional, Criterium

Decision Plus, Logical Decisions for Windows, Pertmaster Professional + Risk, Policy PC Judgment Analysis Software, Frointier Analyst, Crystal Ball, High Priority, Hugin Professional, Impact Explorer, Joint Gains, On Balance, Opinions Online, Mesa Vista, Treeplan, Netica programları gösterilebilir (Ersöz ve Kabak, 2010).

3.2. Karar Verme Modelleri

Karar verme eylemi, kararı etkileyen faktörlerin gerçekleşme olasılıklarından, seçeneklerin sonuçlarının tam olarak bilinip bilinmemesinden ve hangi seçeneğin en iyi olduğunun belirlenmesi için elde yeterli bilginin olup olmamasından önemli ölçüde etkilenmektedir. Bazı olaylar, kontrol edilemeyen türden olabilecekleri gibi bazıları da kısmen rassallık özelliği taşımaktadır. Değişkenlerin niteliklerine, seçeneklerin ve sonuçların ortaya çıkış biçimlerine bağlı olarak kullanılacak karar verme modelleri değişiklik gösterecektir (Sezen, 2004: 4, 5). Karar vermede kullanılan modeller arasındaki farklılık karar vericinin bilgi derecesinden kaynaklanmaktadır. Bu anlamda, karar verme modelleri şu şekilde sınıflandırılabilmektedir:

3.2.1. Belirlilik altında karar verme

Belirlilik altında karar vermede, seçeneklerin hangi koşullar altında gerçekleşeceği kesin olarak bilinmektedir. Yani ortaya çıkacağı beklenen olayın olasılığı 1 olarak görülmektedir (Öztürk, 2004). En basit karar verme modellerinden birini oluşturmaktadır. Çünkü karar sorununun hiçbir öğesi şansa bırakılmamıştır (Tütek ve Gümüşoğlu, 2000). Herhangi bir karar alma sürecine ilişkin davranışların doğuracağı sonuçlar önceden kesinlikle bilinmektedir (Tekin, 2004). Doğrusal programlama modelleri, belirlilik altında karar vermenin bir örneği olarak görülmektedir. Bu modeller, yalnızca alternatiflerin kendi aralarında iyi tanımlanmış matematiksel doğrusal fonksiyonlarla ilişkilendirilebileceği durumlarda uygun olarak görülmektedir (Taha, 2000). Devlet tahviline yapılan bir yatırım sonucunda elde edilecek gelir tutarı kesin olarak bilindiği için tahvillere yapılacak yatırım kararı da belirlilik altında karar vermeye örnek olarak gösterilebilir (Tekin, 2004).

3.2.2. Belirsizlik altında karar verme

Ortaya çıkacağı umulan olayların veya gerçekleşme olasılıklarının belirlenemediği karar problemleri, belirsizlik altında karar verme problemi olarak adlandırılmaktadır. Belirsizlik altında karar veren kişinin elinde geçmişe ilişkin tecrübe ve kayıtlar olmadığından, sonuçlar için bir olasılık hesaplaması yapılamamaktadır (Engelkıran, 2001). Doğa durumlarının olasılıkları hakkında hiçbir bilgi olmadığından, kullanılan teknikler karar vericinin iyimser ve kötümser olmasına göre değişiklik gösterecektir (Ulucan, 2004: 306, 323). Karar vericilerin belirsizlik altında karar vermelerine yardımcı olan başlıca kriterler aşağıda sıralanmaktadır:

- Eşit Olasılık (Laplace) Kriteri: Bütün doğa koşullarının eşit ihtimallerle meydana geldiğini kabul etmektedir. Bu karar kriterini ilk kez Laplace ortaya attığı için bu kritere Laplace kriteri adı verilmektedir. Eşit olasılık kriterinde, karar verici için doğa durumları olasılıklarının birbirinden farklı olabilecekleri konusunda hiçbir belirti olmadığından, doğa durumlarının ortaya çıkmalarının eşit şansa sahip olduğu kabul edilerek, her doğa durumuna eşit olasılık verilmektedir. Daha sonra her strateji için beklenen değer hesaplanarak, en büyük beklenen değere sahip strateji seçilmektedir (Tütek ve Gümüşoğlu, 2000).
- İyimserlik (Plunger/Maksimaks) Kriteri: En iyi olası senaryonun gerçekleşeceği varsayımına göre verilecek kararı belirleyen bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. İyimser bir karar verici, hangi karar verilirse o karara göre en iyi sonucu verecek doğa durumunun gerçekleşeceğini varsaymaktadır. Bu kritere göre; her bir karar alternatifinin maksimum getirisi bulunmaktadır. Bu maksimum gelirler arasından en büyük getirisi olan, karar olarak seçilmektedir (Ulucan, 2004: 306, 323). İyimserlik kriteri, maliyet şeklindeki karar durumlarında maliyeti en düşük yapan kriter olarak görülmektedir (Tekin, 2004: 18, 31).
- Kötümserlik (Wald/Maksimin) Kriteri: En kötü olası senaryonun gerçekleşeceği varsayımına göre verilecek kararı belirleyen bir yaklaşımdır. Bu kritere göre, en iyi kararı vermek için her bir karar alternatifinin minimum getirisi bulunmaktadır. Bu minimum getiriler arasından en büyük getirisi olan, karar olarak seçilmektedir (Ulucan, 2004: 306, 323). Maksimin kriteri olarak da

adlandırılmaktadır. Kötünün en iyisini çıkarma şeklindeki muhafazakar bir davranışa dayanmaktadır (Taha, 2000: 511, 540). Wald tarafından önerilen kötümserlik kriterinde, her bir seçenek için en kötü olayın gerçekleşeceği ve en kötü sonuçlar arasından en iyi kazancın belirlenmesi esas alınmaktadır (Tütek ve Gümüşoğlu, 2000: 53, 72). Karar verici hangi seçeneği seçerse seçsin, mücadele ettiği çevre, kazancını minimuma indirecektir; dolayısıyla en büyük kazancı verecek olan seçenek tercih edilmelidir. O halde maksimin kazancı veren seçenek de işletme için benimsenecek davranıştır (Engelkıran, 2001).

- Pişmanlık (Savage/Minimaks) Kriteri: Bir istatistikçi olan Savage, karar verilip doğa durumu gerçekleştikten sonra karar vericinin pişmanlık duyabileceğini ve başka bir stratejiyi seçmiş olabilmeyi isteyebileceğini vurgulayarak, karar vericinin en büyük pişmanlığını en küçüklemesi gerektiği fikrini ortaya atmıştır (Tütek ve Gümüşoğlu, 2000: 53, 72). Pişmanlık kriteri de en kötü olası senaryonun gerçekleşeceği varsayımına göre verilecek kararı belirleyen, kötümser bir yaklaşım olarak adlandırılmaktadır. Kötümser bir karar verici en kötü olası senaryonun her zaman oluşacağına inanmaktadır. Karar verici, kazanç kayıp tablosunu "fırsat kaybı" ya da başka bir ifade ile "pişmanlığı" gösterecek şekilde düzenlemektedir (Taha, 2000: 511, 540). Pişmanlık matrisi, fırsat kaybı anlamına gelmekte ve en iyi alternatifin seçilmemesi sonucu ortaya çıkan kayıp ve kaçırılan fırsatı ifade etmektedir (Tekin, 2004: 18, 31).
- Uzlaşma (Hurwicz) Kriteri: İyimser ve kötümser kararlar için bir orta nokta vardır. Kriter, en iyimserden en kötümsere karar verme aralığını gösteren, 0-1 aralığındaki α parametresini belirler. Parametre 1'e yaklaştığında iyimser, 0'a yaklaştığında ise kötümser olduğu anlaşılır (Yılmaz, 2009).

3.2.3. Risk altında karar verme

Risk altında karar vermede alınacak belirli bir karara ilişkin değişik sayıda koşullar söz konusu olmaktadır. Her seçeneğin her koşul altında ulaşacağı sonuçlar belirli bir olasılıkla meydana gelmektedir. Karar verme, yani seçeneklerin seçimi belirli olasılıklara dayanarak yapılır ki bu duruma risk altında karar verme adı verilmektedir (Öztürk, 2004: 16). Risk altında seçeneklerin ne gibi sonuçlar doğuracağı bilinmemektedir. Bu durumda karar verici, doğa koşullarının belirli bir olasılıkla meydana geldiğini kabul ederek, beklenen parasal değerleri hesaplayıp

en iyi alternatifi seçmektedir (Tekin, 2004: 18, 31). Risk altında ve belirsizlik altında karar verme arasındaki fark; belirsizlik durumunda durumlara bağlı olasılık dağılımının ya bilinmiyor ya da belirlenemiyor olmasıdır. Karar verici doğa durumlarına objektif veya subjektif olasılık atayabildiğinde risk ortamında; herhangi bir biçimde olasılık atayamadığında ise belirsizlik ortamında çalışmaktadır (Tütek ve Gümüşoğlu, 2000: 53, 72). Risk altında karar verme durumunda başlıca üç yöntemden bahsedilebilmektedir. Bunlar:

- Beklenen Değer Kriteri: Beklenen (ortalama) karın en büyüklenmesini veya beklenen maliyetin en küçüklenmesini incelemektedir. Problemin verisi her bir alternatifle ilgili maliyetin olasılıklı olduğunu varsaymaktadır (Taha, 2000: 511, 540). Beklenen değer kriterini dikkate alan karar verici, meydana gelme olasılıkları bilinen seçenekler arasından, beklenen değeri en yüksek olanı seçmektedir. Bu kritere göre seçeneklere ilişkin olasılıklar çarpılarak her seçenek için beklenen değerler hesaplanmaktadır ve beklenen değeri en yüksek olan seçenek seçilmektedir (Tekin, 2004: 18, 31). Beklenen değerin ortalama getiriyi hesapladığının unutulmaması gerekmektedir. Bu yaklaşım, aynı kararın yinelenerek verilmesi durumunda, sürekli en iyi beklenen değere sahip seçeneği seçerek elde edilecek getirinin ortalamasını vermektedir (Ulucan, 2004: 306, 323).
- Beklenen Kayıp (Zarar) Kriteri: Karar matrisinde yer alan kâr değerleri zarar, zarar değerleri ise kâr olarak düşünülmektedir. Karar verici kâr ve kazançları negatif değerler ile zarar veya maliyetleri de pozitif değerler ile değerlendirmektedir. Bu duruma göre elde edilen karar matrisinde, beklenen değer kavramı uygulanmaktadır. Beklenen değerler, beklenen kaybı göstereceği için bunlar içerisinde minimum olanı dikkate alınmaktadır. Böylece beklenen kayıp minimum olacağından, beklenen kazanç da maksimum olacaktır (Tekin, 2004: 18, 31).
- Fırsat Kaybı Kriteri: Pişmanlık kriteri olarak da adlandırılmaktadır. Önce karar matrisinin sütunundaki en yüksek değer seçilmektedir. Bu sayıdan sütunda yer alan diğer değerler ayrı ayrı çıkarılarak yeni bir sütun oluşturulmaktadır. Bu işlem bütün sütunlar için tekrarlanarak pişmanlık matrisi elde edilmektedir. Pişmanlık matrisi, o karar seçilmediğinde karşı karşıya kalınabilecek fırsat

kaybını göstermektedir. Pişmanlık matrisinde yer alan değerler, olasılık değerleri ile çarpılarak beklenen değer hesaplanmaktadır (Tekin, 2004: 18, 31).

3.2.4. Ek bilgi altında karar verme

Karar vericiler, gelecekteki doğa durumları hakkında tam bilgiye sahip olmasalar da ek kaynaklardan yararlanarak doğa durumlarının gerçekleşme olasılıkları hakkındaki tahminlerini iyileştirme şansına sahiplerdir. Bu ek kaynaklar; pazar araştırmaları, anketler, ürün testleri, uzman görüşleri, örneklemeler, simülasyon çalışmaları olabilmektedir. Çoğu zaman bu ek bilginin bir maliyeti bulunmaktadır. Karar verici öncelikle, bu maliyete katlanmasının uygun olup olmayacağına karar vermelidir. Farklı kaynaklardan sağlanan ek bilginin doğa durumlarının olasılıklarında yapacağı değişiklikleri hesaplamada Bayes istatistiklerinden faydalanılmaktadır (Ulucan, 2004: 306, 323).

3.2.5. Rekabet altında karar verme

Bu tip problemler, iki ya da daha çok tarafın çatışma ya da işbirliğine bağlı faydanın optimizasyonuna ilişkin karar problemleri olarak görülmektedir (Sezen, 2004: 4, 5). Oyun teorisinin alanına giren karar problemleri, sadece alternatif hamlelerden hangisinin seçildiği ile değil aynı zamanda rakip oyuncuların da hamle seçimleri ile ilgili olduğu için basit yapıda değildir (Köse, Erbaş ve Erşen, 2013).

3.3. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

İşletmeler ayakta kalabilmek ve hayatlarını sürdürebilmek için birçok seviyede farklı kararlar almak zorundadırlar. Bu kararları alırken, karar vericiler doğru ve güvenilir verilere ve değerlendirme süreçlerine ihtiyaç duymaktadırlar. Bu yüzden karar verme süreçlerine bilimsel tekniklerin dâhil edilmesi sonuçların daha güvenilir olmasına ve subjektif kararlardan uzaklaşılmasına yardımcı olmaktadır. Çeşitli karar problemleri ile karşı karşıya kalan yöneticiler için zor problemlerden biri de, alternatifler kümesinden uygun alternatifin seçilmesidir. Bu seçim prosedürüne çelişen ve fazla sayıda kriter dâhil olduğundan geleneksel seçim

prosedürlerinin kullanılması gerçekçi bir çözüm sunmaz. Bu nedenle, ÇKKV yöntemleri günümüzde birçok çalışmada kullanılmaktadır (Soner ve Önüt, 2006). Bu bölüme kadar incelenen karar modellerinde, karar vericinin sadece bir kriteri göz önünde bulundurması söz konusudur. Ancak karar problemleri çoğu zaman birbiri ile çelişen birden fazla kriteri içermektedir. Örneğin, yatırım yapacak bir yatırımcı, yatırım enstrümanlarının getirisinin yanı sıra riskini de karar sürecine dâhil etmek isteyecektir. Aynı şekilde, bir ürün almayı düşünen müşteri, çoğu zaman sadece fiyata göre karar vermeyecek, teknoloji, garanti, tasarım, kullanım kolaylığı gibi kriterleri de göz önünde bulunduracaktır. Ayrıca bir işveren yeni personel alımında kararını verirken, başvuran adayları sadece deneyimlerine göre değil, eğitimine, istediği ücrete kişisel özelliklerine göre de değerlendirmeye çalışacaktır. Yani, tek bir kritere göre karar verilebiliyorsa, klasik karar analizi tekniklerini kullanmak uygunken, birden çok kriteri eş zamanlı içeren karar problemleri için çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılmalıdır (Ulucan, 2004: 306, 323).

ÇKKV, bir karar vericinin birden fazla alternatif arasından genellikle birbiri ile çelişen kriterler altında yaptığı seçim işlemidir. ÇKKV yönteminde izlenen adımlar şu şekilde sıralanabilmektedir (Ballı, 2005):

- Konu ile ilgili kriter ve alternatifler belirlenir,
- Kriterlerin nispi önem dereceleri belirlenir,
- Her bir alternatif tüm kriterler bazında değerlendirilir ve alternatifler sıralanır.

ÇKKV yöntemleri, 1960'lı yıllarda karar vermeye yardımcı olacak bir takım araçların gerekli görülmesiyle geliştirilmeye başlanmıştır. ÇKKV yöntemlerini kullanmaktaki amaç, alternatif ve kriter sayılarının fazla olduğu durumlarda karar verme mekanizmasını kontrol altında tutabilmek ve karar sonucunu mümkün olduğu kadar kolay ve çabuk elde etmektir (Ballı, 2005).

ÇKKV sürecinde sıkça kullanılan kavramlar kısaca şu şekilde açıklanabilmektedir (Menteş, 2000):

- Amaçlar: Kriterlerin, karar vericilerin arzuları doğrultusunda yönlendirilmiş şekli olarak tanımlanabilmektedir.
- Hedefler: Amaçların daha da somutlaşarak belirli değerlere dönüşmüş şekli olarak tanımlanmaktadır.
- Alternatifler: Bir problemdeki tercih seçenekleridir.
- Kriter ve öznitelik: Kriter ve öznitelik kavramları bazı farklar içerse de literatürde sıklıkla birbirlerinin yerine kullanılmaktadır. Öz nitelikler kriterlerin temel alt gruplarıdır. Kriterler, alternatiflerin temel özellikleri, kaliteleri veya verimlilik parametreleri olarak tanımlanır ve karar vericinin değer yargılarına bağlı olarak tanımlanıp ölçümlenmektedirler.

Literatürde ÇKKV problemlerinin çözümü için kullanılan farklı yöntemler olup bu yöntemlerin hiç birisi diğerlerine göre tam üstünlük sağlayamamaktadır. Bu yöntemlerin en önemli avantajı nicel ve nitel kriterleri bir arada değerlendirmeye imkân sağlamalarıdır (Dağdeviren, Eraslan ve Kurt, 2007).

Uygulamalarda sıklıkla kullanılan ÇKKV yöntemleri şu şekilde sıralanmaktadır:

- Ağırlıklı Toplam Yöntemi (ATY)
- Ağırlıklı Çarpım Yöntemi (AÇY)
- Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)
- Analitik Ağ Süreci (AAS)
- ELECTRE
- TOPSIS
- PROMETHEE

3.3.1. Ağırlıklı toplam yöntemi

Ağırlıklı toplam yöntemi, en çok bilinen ve en yaygın olarak kullanılan karar verme yöntemlerinden bir tanesi olarak adlandırılmaktadır (Triantaphyllou ve Lin, 1996). Bu yöntemde, her bir kritere göre alternatifin değeri, gerçek sayısal değerdir ve o kriterin ağırlığı ile çarpılarak tüm kriterler için bu değerlerin toplamları alınmakta ve

sonuç değerleri bulunmaktadır. Bu değerler arasından maksimum değeri sağlayan alternatif, en iyi alternatif olarak seçilmektedir (Ballı, 2005).

Shakouri, Nabaee ve Aliakbarisani (2014) güç kaynağı teknolojilerinin değerlendirilmesinde, Atmojo ve diğerleri (2014) akıllı telefon seçiminde, Ketkar ve Vaidya (2014) envanter kontrolü ile ilgili kararlarda, Ardakani (2014) turizm sektörünü etkileyen faktörlerin sıralanmasında, Çakır ve Perçin (2013) lojistik firmalarında performans ölçümünde, Gökdalay ve Evren (2009) havaalanlarının performans analizinde, Sarıkaya (2007) organik ürün tüketimini etkileyen faktörlerin sıralanmasında, ağırlıklı toplam yöntemini kullanmışlardır.

3.3.2. Ağırlıklı çarpım yöntemi

Ağırlıklı çarpım yönteminde, alternatifleri sıralamak için çarpma işlemi kullanılmaktadır. Her bir alternatif, diğer alternatiflerle, her bir kriter için belirlenen oranla çarpılarak karşılaştırılmaktadır. Ağırlıklı çarpım yöntemi, ağırlıklı toplam yöntemine oldukça benzemektedir. Ağırlıklı çarpım yöntemine “boyutsuz analiz” de denilmektedir. Bunun nedeni bu yöntemin yapısının, ölçü birimlerinin elimine edilmesine izin vermesidir. Bu yüzden ağırlıklı çarpım yöntemi, tek ve çok boyutlu karar problemlerinde kullanılabilmektedir (Triantaphyllou ve Lin, 1996).

Mela, Tiainen ve Heinisuo (2012) yapı tasarım problemlerinde, Yılmaz, Türker ve Yıldızbakan (2011) en uygun su kaynakları yönetimi yaklaşımının belirlenmesinde, ağırlıklı çarpım yöntemi kullanmışlardır.

3.3.3. Analitik hiyerarşi prosesi

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen ve yaygın olarak kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisidir. Karar verme problemi en genel anlamda; alternatiflerin olduğu bir kümeden en az bir amaç veya kritere göre en uygun seçimin yapılması, şeklinde tanımlanabilir. Buna göre bir karar probleminin elemanlarını; karar verici, alternatifler, kriterler, çevre ve karar vericinin öncelikleri ve sonuçlar oluşturur. En basit şekilde bir karar problemi bir amaç ve bu amacı etkileyen faktörler dikkate

alınarak alternatifler arasından en iyisinin seçilmesi olarak tanımlanabilir (Dağdeviren, 2007).

AHP yöntemi karar vericilerin karmaşık problemleri; problemin ana hedefi, kriterleri, alt kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiyi gösteren hiyerarşik bir yapıda modellemelerine imkan sağlamaktadır. AHP yönteminin en önemli özelliği karar vericinin hem objektif hem de subjektif düşüncelerini karar sürecine dâhil edebilmesidir. Bir başka ifade ile AHP, bilginin, deneyimin, bireyin düşüncelerinin ve önsezilerinin mantıksal bir şekilde birleştirildiği bir yöntem olarak görülmektedir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001).

AHP'de ilk olarak, karar verici amacını belirler; daha sonra bu amaca göre kriterler ve alt kriterler belirlenir ve hiyerarşik model oluşturulur. Kararı etkileyecek olan tüm kriterlerin tespit edilebilemesi için anket çalışması veya konu ile ilgili uzman kişiler ile görüşmeler yapılabilir. Daha sonra bu kriterler göz önünde bulundurularak alternatifler belirlenir. Kriterlerin kendi aralarındaki önem derecelerinin belirlenmesi ve her bir kriter için alternatiflerin karşılaştırılması için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Bu matrisler farklı kişilerin görüşlerinin birleşmesinden oluşuyor ise tutarlı olabilmesi için geometrik ortalama yönteminin kullanılması önerilmektedir. Bunun için Saaty tarafından önerilen 1-9 aralığındaki önem skalası kullanılır. Çizelge 3.1'de bu önem skalası verilmiştir (Dağdeviren, 2007).

Çizelge 3.1. Önem skalası değerleri

Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenekte eşit derecede öneme sahip
3	Biraz önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmakta
5	Fazla önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmakta
7	Çok fazla önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır
9	Aşırı derece önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargıarasındaki değerler

İkili karşılaştırmalardan elde edilen bilgilere göre AHP'de yargılar bir matrise dönüştürülür. a_{ij}, *i.* özellik ile *j.* özelliğin ikili karşılaştırma değeri olarak gösterilecek olursa, a_{ji} değeri $1/a_{ij}$ eşitliğinden elde edilir. Bu özelliğe, karşılık olma özelliği denir. İkili karşılaştırma karar matrisleri oluşturulduktan sonra ağırlık/öncelik vektörleri hesaplanır. Karşılaştırma matrisinin özdeğer ve özvektörleri, öncelik sırasını belirlemeye yardımcı olur. En büyük özdeğere karşılık gelen özvektör, öncelikleri belirlemektedir. A matrisinin en büyük özdeğeri λenb olarak ele alınırsa, W öncelik vektörü; $(A-\lambda enbI)W=0$, denklem sisteminin çözümü ile elde edilir. Ancak bu denklem sisteminin özdeğer ve özvektörlerini hesaplamak özellikle büyük boyutlu matrisler ($n>5$) için çok karmaşık ve zaman alıcıdır. Uygulamalarda, bu denklem sisteminin yerine yaklaşık sonuçlar veren ve daha kolay olan yöntemler tercih edilmektedir. Öncelik vektörlerinin hesaplanmasında kullanılan yaygın bir yöntem şöyledir: Her bir sütun değeri ayrı ayrı bulunduğu sütunun toplamına bölünür, böylece normalleştirilmiş matris elde edilir. Normalleştirilmiş matriste her bir sıra değerinin ortalaması alınır, bulunan bu değerler her bir kriterin önem ağırlığıdır. Bu ağırlıklar ile öncelik vektörü oluşturulur (Yüksel ve Dağdeviren, 2006).

AHP'de karar vericinin karşılaştırma yaparken tutarlı olup olmadığını belirlemek için Tutarlılık Oranı (TO) (Consistency Ratio (CR)) hesaplanır. Bu hesaplamada n alternatif sayısına bağlı olarak Rasgele İndeks (Rİ) sayıları kullanılır. Hesaplamalar sonucunda bulunan değer 0,10'un altında ise oluşturulan karşılaştırma matrisi tutarlı, üstünde ise tutarsızdır ve tekrar düzenlenmesi gerekir. Son adımda, kriterlerin önem ağırlıkları ile alternatiflerin önem ağırlıkları çarpılır ve her bir alternatife ait öncelik değeri bulunur. En büyük önceliğe sahip olan alternatif, karar problemi için en iyi alternatif olarak belirlenir (Dağdeviren, 2007).
Karar verme problemlerinde kişilerin yargılarının kullanımı son zamanlarda daha da artmıştır. AHP'de karar vericinin farklı psikolojik ve sosyolojik durumları dikkate alınarak kendi karar verme mekanizmalarını tanımaları sağlanmaktadır. Böylece karar vericilerin daha etkin olması sağlanır. AHP, büyük ilgi görmüş ve birçok karar verme probleminin çözümünde kullanılmıştır. Genellikle; AHP ve Hedef Programlama, AHP ve Veri Zarflama Analizi ve AHP ve Bulanık Mantık yöntemleri birlikte uygulanmıştır. Bu çalışmalarda yer seçimi, üretim, yatırım, enerji ve kalite kontrol konuları ele alınmış ve AHP ile birlikte diğer yöntemler bütünleşik olarak

uygulanmışlardır. Bu çalışmalarda AHP'nin önemli bir üstünlüğü; karar verme sürecine konu ile ilgili farklı grupları dâhil edebilmesi ve sonuçlara yapılabilecek olası itirazları önlemesidir (Dağdeviren, Akay ve Kurt, 2004).

AHP, seçim sürecinde nitel ve nicel kriterleri birlikte kullanan matematiksel bir yöntemdir. Yöneticiler tarafından rahatlıkla anlaşılır ve uygulanması kolaydır. Karar verme sürecinin iyileştirilmesine de yardım edebilecek bir yöntemdir. AHP kullanılması, kriter ve alt kriterlerin üstünlüklerinin belirlenmesi ve sistematik olarak kıyaslanıp değerlendirilmesini sağlayabilir. Bu bilgiler temelinde de alternatiflerin karşılaştırılması ve en iyi alternatifin seçimi yapılabilir (Dağdeviren ve Eren, 2001).

Özşahin (2014) deprem hasar riski analizinde, G. Önder, Aybas ve E. Önder (2014) hemşirelerin stres seviyesine etki eden faktörlerin önceliklendirilmesinde, Zhao ve Yuan (2014) dağınık dosya sistemlerinin performans faktörlerinin analizinde, Lee, Tang ve Sugumaran (2014) açık kaynaklı CRM yazılımının seçilmesinde, Ai, Wang ve Sun (2014) antibiyotik bakteri kalıntılarının atılması tekniklerinin seçiminde, Doğan ve Gencan (2013) en uygun otel seçiminde, Ömürbek, Büyükgebiz ve Başdeğirmen (2013) kuruluş yeri ve ürün alternatifleri seçiminde, Ayan ve Pabuçcu (2013) yatırım projelerinin değerlendirilmesinde AHP yöntemini kullanmışlardır.

3.3.4. Analitik ağ süreci

Analitik Ağ Süreci (AAS), AHP yönteminin uzantısı olarak Saaty tarafından geliştirilmiş çok kriterli karar verme yöntemidir. AHP, karar problemini hiyerarşik bir yapıda tek yönlü olarak modellerken, AAS kriterler arasındaki ilişkileri dikkate almakta ve tek bir yöne bağlı kalarak modelleme zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. Bundan dolayı, daha kompleks ilişkiler incelenebilir; daha gerçekçi ve daha etkin analiz yapılabilir. Bu yöntemde, ağ yapıları hiyerarşilerin yerine geçer. AHP'deki gibi sadece kriter önemleri alternatifleri etkilemez, alternatif önemleri de kriter önemlerini etkileyebilir. Bu geribildirimleri içeren bileşenler veya seviyeler, düğümlere uyan bir ağ ile gösterilir. Bir düğümdeki elementler, başka bir düğümdeki elementlerin bir kısımını veya tamamını etkileyebilir. Ağ yapısında ilişkiler oklar yardımıyla gösterilir ve bu okların yönü bağımlılığı ifade eder. İki

düğüm arasındaki bağımlılık dış bağımlılıktır; çift yönlü ok ile gösterilir. Bir düğüm içindeki elementler arasındaki bağımlılık iç bağımlılıktır; ilmik şeklinde ok ile gösterilir. İçinde elementleri olan kümeleri birbirine bağlayan, hatta bir geri besleme döngüsü ile bir kümeyi kendine bağlayan bu modele geri beslemeli model denir (Aksakal ve Dağdeviren, 2010).

Şenol, Dağdeviren ve Kurt (2013) hava aracı kokpit arayüz değerlendirmesinde, Kabak ve Uyar (2013), lojistik sektöründe ağır ticari ara seçimi için ölçüt ağırlıklarının belirlenmesinde, Kasapoğlu ve Yurder (2013) tedarikçi seçiminde, Görgülü, Korkmaz ve Eren (2013) en iyi yatırım stratejisinin belirlenmesinde, Alcan, Özdemir, Başlıgil ve Sevinçtekin (2013) mobbing davranışlarının etkilerinin analizinde, Ertuğrul ve Aytaç (2012) kombi seçim probleminde, Aksakal ve Dağdeviren (2010) personel seçiminde AAS yöntemini kullanmışlardır.

3.3.5. ELECTRE

ELECTRE (Elemination and Choice Expressing Reality) yöntemi 1966 yılında Beneyoun tarafından ortaya atılmış bir yöntemdir. Her bir değerlendirme kriteri için alternatif kararlar arasındaki ikili üstünlük karşılaştırmalarına dayanır. Öne geçme veya baskınlık ilişkisine dayanan bir yöntemdir. Her bir ölçüt için bir verimlilik bir de önem ölçüsü tespit edilir. Tespit edilen verimlilik ölçüleri üzerinden her bir seçeneğe not verilir. Yöntemin adımları şu şekildedir (Yücel ve Ulutaş, 2009):

Adım 1: Karar matrisi oluşturulur.
Adım 2: Standart karar matrisi oluşturulur.
Adım 3: Ağırlıklı standart karar matrisi oluşturulur.
Adım 4: Uyum ve uyumsuzluk setleri belirlenir.
Adım 5: Uyum ve uyumsuzluk matrisleri oluşturulur.
Adım 6: Uyum üstünlük ve uyumsuzluk üstünlük matrisleri oluşturulur.
Adım 7: Toplam baskınlık matrisi oluşturulur.
Adım 8: Karar noktalarının önem sırası belirlenir.

Akyüz ve Soba (2013) tekstil sektöründe optimal kuruluş yeri seçiminde, Yavuz (2013) tedarikçi seçim sürecinde, Şişman ve Eleren (2013) en uygun otomobil

seçiminde, Ertuğrul ve Karakaşoğlu (2013) bir işletme için bilgisayar seçiminde, Urfalıoğlu ve Genç (2013), Türkiye'nin ekonomik performansının Avrupa Birliği üye ülkeleri ile karşılaştırılmasında ELECTRE yöntemini kullanmışlardır.

3.3.6. TOPSIS

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), Hwang and Yoon (1981) tarafından geliştirilmiş bir yöntemdir. Karar probleminin en iyi değerlerinin birleşiminden oluşan pozitif ideal çözümlerle, en kötü değerlerin birleşiminden oluşan negatif ideal çözümlerin olduğu bir yöntemdir. Seçilen alternatifin, pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak mesafede olması esasına dayanmaktadır (Özdağoğlu, 2012).

TOPSIS yöntemi, ELECTRE yöntemine alternatif olarak geliştirilmiştir. Amaç, birden fazla alternatifi belirli kriterleri göz önüne alarak önceliklerine göre sıralamaktır. Yöntem, belirli sayılı adımdan oluşan bir çözüm sürecine sahiptir. TOPSIS yöntemi karar matrisi kullanarak, altarnatifleri ve kriterleri birleştirir. Formülasyon yapısı yardımıyla sonuç kararına ulaşır. Yöntemin adımları şu şekildedir (Urfalıoğlu ve Genç, 2013):

Adım 1: Karar matrisi (A) oluşturulur.
Karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir.
Adım 2: Normalleştirilmiş karar matrisi (R) oluşturulur.
Karar matrisindeki kriterlere ait puan veya özelliklerin kareleri toplamının karekökü alınarak Eş. 3.1 yardımıyla matris normalize edilir ve normalleştirilmiş karar matrisi (R) oluşturulur.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{m} a_{kj}^2}} \qquad (3.1)$$

Adım 3: Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi (V) oluşturulur.
Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi Eş. 3.2 yardımıyla oluşturulur.

$$V_{ij} = w_{ij} \, x \, r_{ij} \qquad (3.2)$$

Adım 4: Pozitif ideal (A^*) ve negatif ideal (A^-) çözümler oluşturulur.

İdeal çözüm ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin en iyi performans değerlerinden oluşurken negatif ideal çözüm en kötü değerlerinden oluşur. İdeal çözümler Eş. 3.3 ve Eş. 3.4 yardımıyla hesaplanır

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} \mid j \in J), (\min_i v_{ij} \mid j \in J^- \right\} \tag{3.3}$$

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} \mid j \in J), (\max_i v_{ij} \mid j \in J^- \right\} \tag{3.4}$$

Adım 5: Ayrım ölçüleri (S^* ve S^-) hesaplanır.

Her alternatifin pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüme uzaklıkları hesaplanır. J alternatifin ideal çözümden uzaklığı Pozitif İdeal Ayırım (S^*) ve negatif ideal çözümden uzaklığı Negatif İdeal Ayırım (S^-), Eş. 3.5 ve Eş. 3.6'dan yararlanarak hesaplanır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^*)^2} \tag{3.5}$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^2} \tag{3.6}$$

Adım 6: İdeal çözüme göreli yakınlık değerleri (C_i^*) hesaplanır.

Her bir alternatifin ideal çözüme benzerliğinin bulunmasında pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklık ölçüleri kullanılır. İdeal çözüme benzerliğin hesaplanmasında Eş. 3.7 kullanılır. İdeal çözüme göreli yakınlık (C_i^*) ile hesaplanır. Burada (C_i^*) değeri *i* alternatifin başarısını gösterir ve yüksek değerler daha yüksek başarıyı ifade eder.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \tag{3.7}$$

$$0 \leq C_i^* \leq 1$$

Pekkaya ve Aktogan (2014) dizüstü bilgisayar seçiminde, Acar ve Güner (2014) anahtar müşterinin belirlenmesinde, Doğan ve Önder (2014) insan kaynakları temin ve seçiminde, Ömürbek ve Kınay (2013) havayolu taşımacılığı sektöründe finansal performans değerlendirmesinde, Timor ve Mimarbaşı (2013) banka şube hizmet etkinliklerinin karşılaştırılmasında, Uygurtürk ve Korkmaz (2012) finansal performansın belirlenmesinde, Dumanoğlu (2010) İMKB'de işlem gören çimento şirketlerinin mali performansın değerlendirilmesinde TOPSIS yöntemi kullanmışlardır.

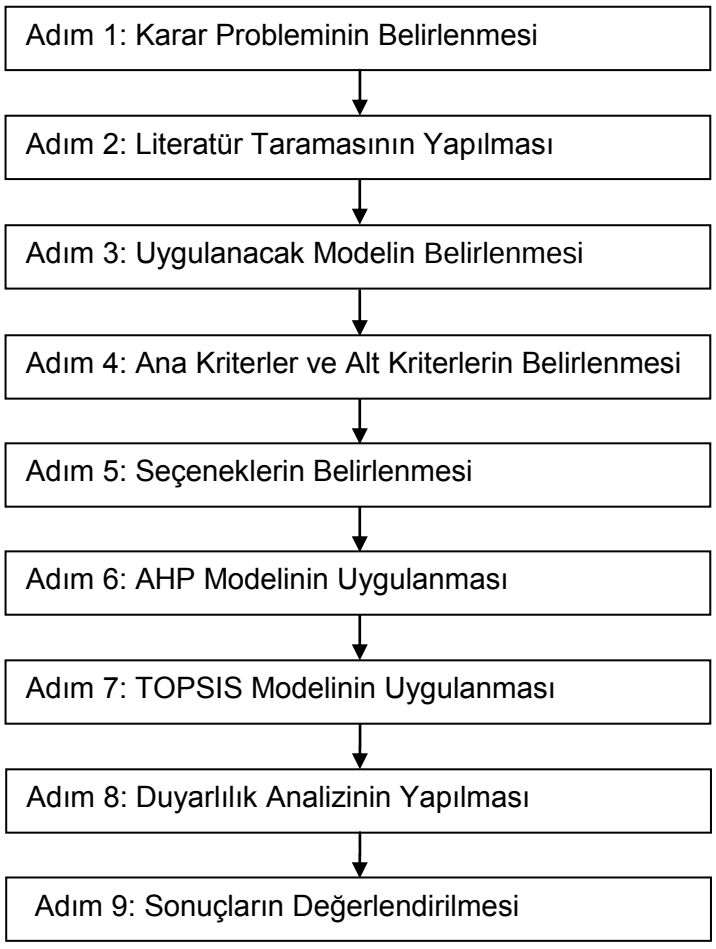
3.3.7. PROMETHEE

PROMETHEE, Brans ve ark. (1986) tarafından geliştirilen bir yöntemdir. Çelişen çok sayıda kritere göre sonlu sayıda alternatifin sıralanacağı problemlere uygundur. Sıralama problemleri için uygun olan bu yöntem uygulama alanındaki en verimli, en kolay ve esnek yöntemlerden biridir. Alternatiflerin hem kısmi hem de tam sıralamasını sunar. Çeşitli duyarlılık analizlerinin sayısal veya grafiksel olarak yapılmasını sağlar. PROMETHEE metodu sahip olduğu avantajlarına rağmen, girdi değerlerinin genellikle karar vericilerin yargı ve tecrübelerine dayanması ve kalitatif olarak belirlenmesi açısından bir dezavantaja sahiptir. Finans, taşıma, enerji kaynağı seçimi, bilgi teknolojileri strateji seçimi gibi pek çok konuda uygulanmıştır. PROMETHEE'nin uygulanması için iki tip bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlar; kriterlerin ağırlıkları olarak görülen göreceli önem bilgisi ve karar vericinin her bir kriter için alternatifleri karşılaştırırken kullandığı tercih fonksiyonu bilgisidir (Yılmaz ve Dağdeviren, 2010).

Yıldırım ve Önder (2014) organize lojistik bölge seçiminde, Genç ve Masca (2013) ülkelerin ekonomik kriterlere göre sıralanmasında, Özdağoğlu (2013) üretim işletmelerinde lazer kesme makinelerinin karşılaştırılmasında, Şahin ve Akkaya (2013) portföy oluşturmada, Arıkan ve Küçükçe (2012) ile Dağdeviren ve Eraslan (2008) tedarikçi seçiminde PROMETHEE yöntemini kullanmışlardır.

4. ÖNERİLEN MODEL

Çalışmanın bu bölümünde, Ar-Ge projelerinin çeşitli kriterlere göre değerlendirilerek, kurum açısından taşıdığı değerin belirlenmesi ve bu değer esas alınarak proje önerileri arasında önceliklerin belirlenerek, kaynak atamaları için nesnel bir zemin oluşturulması amacıyla bu çalışmada önerilen modele yer verilmiştir. Önerilen model 9 adımdan oluşmakta olup, modele ilişkin akış şeması Şekil 4.1.'de verilmiştir:



Şekil 4.1. Çalışmada izlenen süreç

Birinci adımda, proje seçimindeki mevcut durum ile ilgili araştırmalar yapılarak karar problemi tespit edilmeye çalışılmış ve sistematik bir çok ölçütlü karar verme yaklaşımının kullanılmadığı görülmüştür.

İkinci adımda, literatürdeki Ar-Ge projelerinin seçim kriterleri ve modelleri ile ilgili çalışmalar incelenmiştir.

Üçüncü adımda, literatürdeki çalışmalar ve uygulama koşulları da dikkate alınarak model önerisi açıklanmıştır.

Dördüncü adımda, konu ile ilgili uzman kişilerle görüşülerek Ar-Ge projesi seçimi için 6 adet ana kriter ve 38 adet alt kriter belirlenmiştir.

Beşinci adımda, kuruma gelen 10 adet proje önerisi seçenekler kapsamında değerlendirilmiştir.

Altıncı adımda, AHP metodu ile ana kriterler ve alt kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış ve ana kriterler bağlamında proje önerileri önceliklendirilmiştir.

Yedinci adımda, AHP metodu ile belirlenen alt kriterlerin ağırlıkları kullanılarak TOPSIS metodu uygulanmış ve proje önerileri önceliklendirilmiştir.

Sekizinci adımda, Expert Choice 2000 programı kullanılarak duyarlılık analizi yapılmış ve her bir kriterin en önemli kriter olduğu durumdaki proje sıralamaları belirlenmiştir.

Dokuzuncu adımda, AHP ve TOPSIS yöntemi ile elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

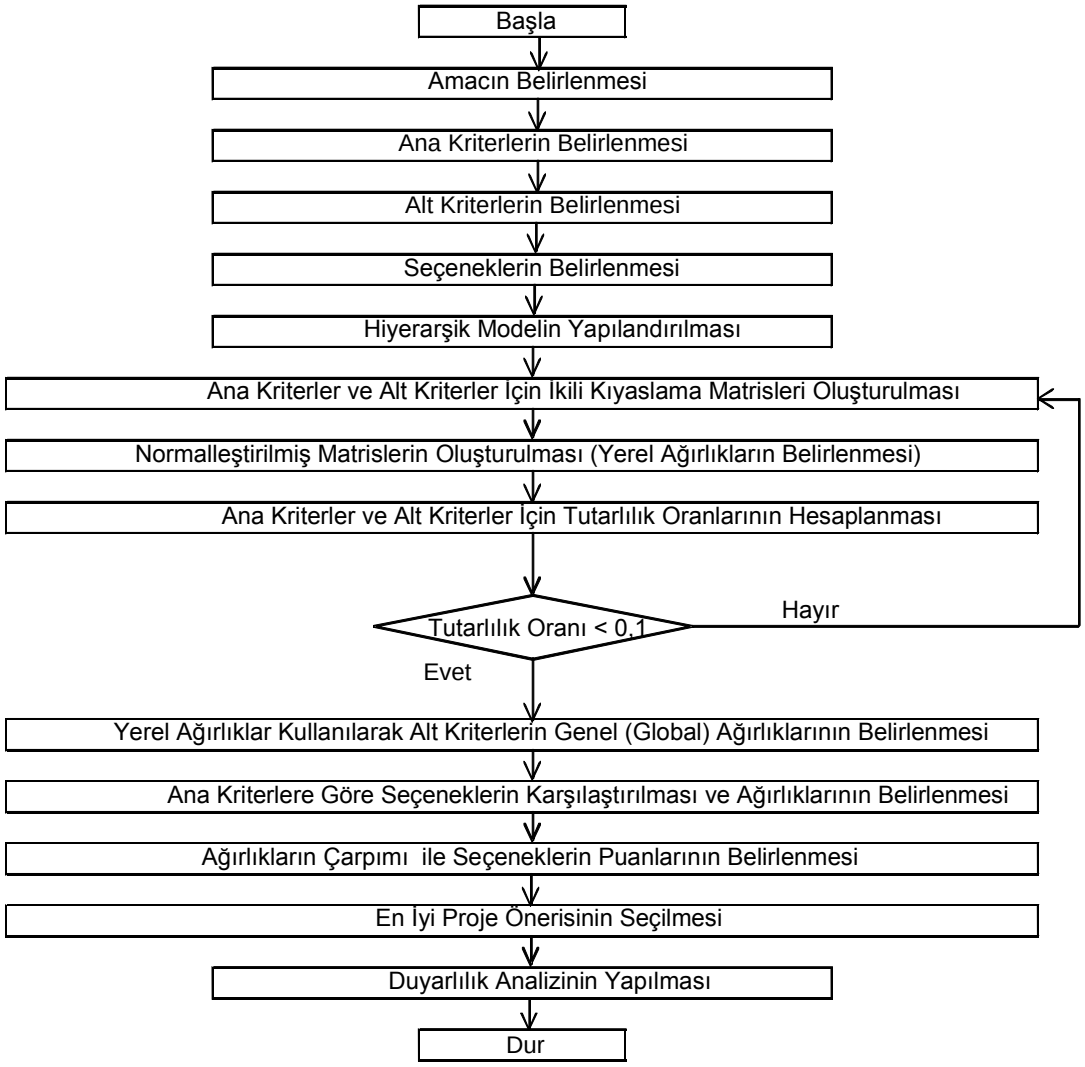
5. UYGULAMA

Bu tez kapsamında Ar-Ge projelerinin önceliklendirilmesi için önerilen modelin uygulaması, Türkiye'nin önde gelen bir kamu kurumunda yapılmıştır. Bu kamu kurumuna gelen proje önerilerinin sıralanması ve seçimi için çok kriterli karar verme metodları olan AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Kuruma gelen proje önerilerinin seçimi için öncelikle karar problemi belirlenmiş, konu ile ilgili literatür çalışması yapılmış, kriterler-alt kriterler-seçenekler belirlenerek AHP modeli kurulmuş, hem MS Excel 2007 hem de Expert Choice 2000 programı kullanılarak çözümlenmiş ve duyarlılık analizi yapılmıştır. İkinci bir model olarak TOPSIS metodu ile de MS Excel 2007'de hesaplamalar yapılmış ve çıkan proje öncelikleri kıyaslanmıştır. Mevcut durumda sistematik bir Çok Kriterli Karar Verme yöntemi kullanılmaması problem olarak tespit edilmiş ve bu model önerilmiştir. Çalışmada aşağıdaki adımlar takip edilmiştir:

1. Amaç, ana kriterler, alt kriterler, seçenekler belirlenmiş ve tanımlanmıştır.
2. AHP yöntemi ile karar probleminin hiyerarşik yapısı ve akış şeması oluşturulmuştur.
3. 1-9 skalası kullanılarak MS Excel 2007 programında, ilgili birim ile görüşmeler sonucunda elde edilen ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuş, normalleştirilmiş matrisler elde edilmiş ve ana kriterler ile alt kriterler için ağırlıklar belirlenmiştir.
4. Karşılaştırmaların tutarlı yapılıp yapılmadığını kontrol amacıyla tutarlılık oranları hesaplanmıştır.
5. Ana kriterler bazında seçenekler değerlendirilmiş, sıralanmış ve en yüksek puanı alan proje önerisi belirlenmiştir.
6. Expert Choice 2000 programı ile AHP çözümlemeleri ve duyarlılık analizleri yapılmıştır.
7. Aynı karar problemi TOPSIS yöntemi ile de çözümlenmiştir. Yöntem, MS Excel 2007 programında ana kriterler ve alt kriterler ile uygulanmıştır. Proje önerileri, ilgili birim ile görüşmeler neticesinde 1-5 skalası kullanılarak TOPSIS yöntemi ile de değerlendirilmiş, sıralanmış ve yakınlık derecesine göre ideal çözüme en yakın proje önerisi belirlenmiştir.
8. Çıkan sonuçlara göre her iki yöntem karşılaştırılmıştır.

5.1. Proje Seçimi için AHP Modeli

Karar probleminin AHP yöntemi ile çözümlenmesine ilişkin süreç akış şeması Şekil 5.1.'de verilmiştir:



Şekil 5.1. AHP ile çözümleme süreci akış şeması

Bu tez çalışmasındaki amaç, kuruma gelen proje önerilerini sıralamak ve en iyisini seçmektir. Bu amaç doğrultusunda, konu ile ilgili uzman kişilerle görüşülerek, 6 ana kriter ve 38 alt kriter belirlenmiştir. Bu kriterlerin tanımları aşağıda açıklanmıştır:

1. Finans Boyutu (FB): Proje önerisinin ekonomik ve mali durumu
   1.1. Projenin Büyüklüğü: Projenin toplam bütçesi

1.2. Bugünkü Değeri: Projenin net bugünkü değeri
1.3. Faiz: Faiz oranlarının değeri
1.4. Kredi: Kredi alınabilirlik seviyesi
1.5. Masraflar: Projenin çeşitli kalemlerdeki masrafları
1.6. Ödeme: Ödemelerin cinsi ve süresi gibi değerleri
1.7. Yatırımın Geri Dönüşümü: Proje yatırımının geri dönüş süresi

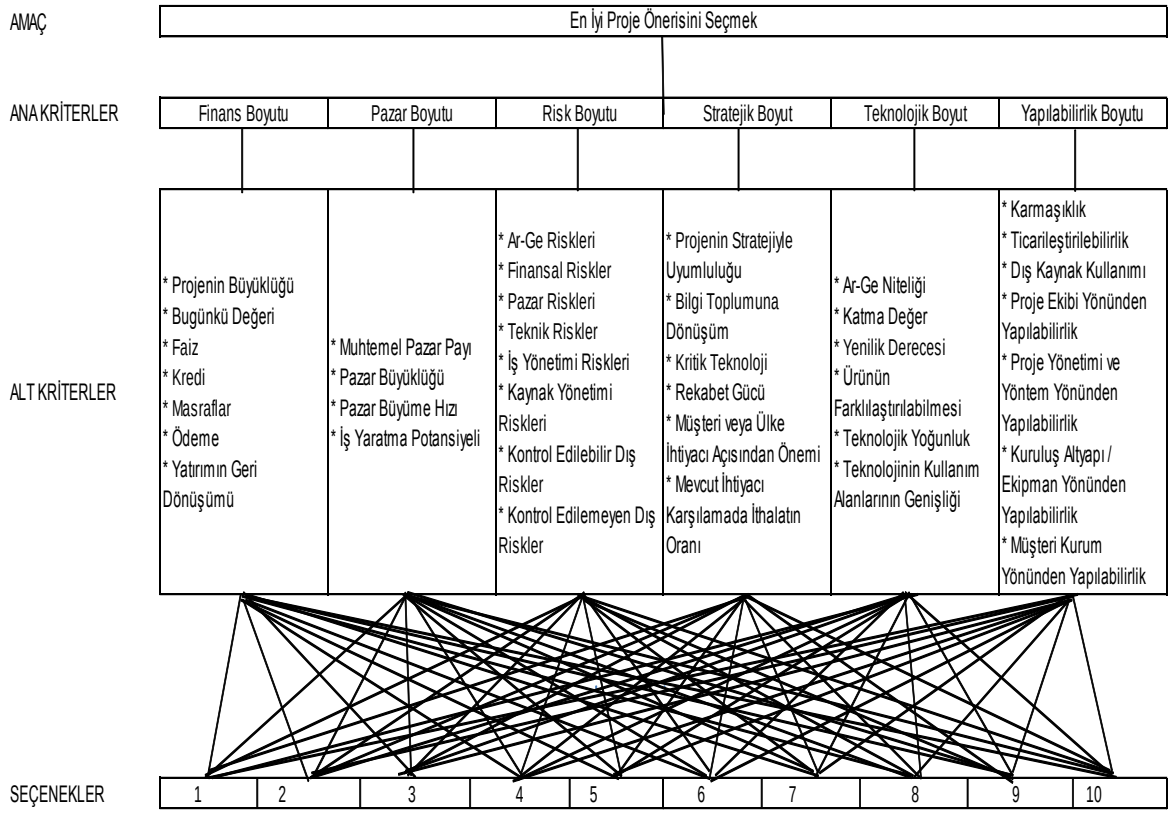
2. Pazar Boyutu (PB): Proje önerisinin pazardaki durumu
   2.1. Muhtemel Pazar Payı: Türkiye, bölge ülkeler ve dünyadaki muhtemel pazar payı
   2.2. Pazar Büyüklüğü: Türkiye, bölge ülkeler ve dünya pazarı büyüklüğü
   2.3. Pazar Büyüme Hızı: Türkiye, bölge ülkeler ve dünya pazarının büyüme hızı
   2.4. İş Oluşturma Potansiyeli: Projenin yurt içinde ve yurt dışında yeni proje oluşturma potansiyeli
3. Risk Boyutu (RB): Proje önerisi ile ilgili oluşabilecek riskler
   3.1. Ar-Ge Riskleri: Geliştirme süresi, araçları, verimliliği gibi riskler
   3.2. Finansal Riskler: Bütçe problemi, müşteri ödemeleri gibi riskler
   3.3. Pazar Riskleri: Alternatif ürünler, pazardaki ani değişiklikler gibi riskler
   3.4. Teknik Riskler: Teknik analiz ve tasarımdaki riskler
   3.5. İş Yönetimi Riskleri: Organizasyon yapısı ve yönetimi, proje yönetim sistemi gibi riskler
   3.6. Kaynak Yönetimi Riskleri: Altyapı ve işyükü riskleri
   3.7. Kontrol Edilebilir Dış Riskler: Tedarikçi, yan sanayi, rakipler gibi konulardaki kontrol edilebilir riskler
   3.8. Kontrol Edilemeyen Dış Riskler: Doğal afet, ekonomik kriz, politikalar, yasalar gibi kontrol edilemeyen riskler
4. Stratejik Boyut (SB): Proje önerisinin kurum ve ülke stratejileri ile bağlantısı
   4.1. Projenin Stratejiyle Uyumluluğu: Projenin kurum stratejisiyle uyumu
   4.2. Bilgi Toplumuna Dönüşüm: Bilgi toplumuna dönüşüm strateji ve planları ile uyum
   4.3. Kritik Teknoloji: Ekonomik, sosyal, askeri vb. alanlardaki kritik teknolojiler ile uyumu
   4.4. Rekabet Gücü: İlgili sektör veya teknolojideki rekabet gücüne etkisi
   4.5. Müşteri veya Ülke İhtiyacı Açısından Önemi: Proje çıktılarının ulusal ve uluslararası düzeyde etkileri

4.6. Mevcut İhtiyacı Kaşılamada İthalatın Oranı: Ürünün milli olarak tedarik derecesi, girdilerin ithalat yoğunluğu

5. Teknolojik Boyut (TB): Proje önerisinin teknolojik durumu ve getirileri
   5.1. Ar-Ge Niteliği: Projede yeni bir yöntem, teknoloji, sistem, ürün vb. geliştirilme seviyesi
   5.2. Katma Değer: Projeyle kazanılacak sektör varlığı, başka projelere temel oluşturma seviyesi
   5.3. Yenilik Derecesi: Geliştirilen teknolojinin/ürünün yenilik seviyesi
   5.4. Ürünün Farklılaştırılabilmesi: Proje çıktısının başka ürünlere farlılaştırılabilme seviyesi
   5.5. Teknolojik Yoğunluk: Teknolojik yoğunluk olarak bulunduğu kategori
   5.6. Teknolojinin Kullanım Alanlarının Genişliği: Teknolojinin kullanım yaygınlığının seviyesi
6. Yapılabilirlik Boyutu (YB): Proje önerisinin yapılabilirlik durumu
   6.1. Karmaşıklık: Projenin anlaşılması zor olan adımları, zorluk seviyesi
   6.2. Ticarileştirilebilirlik: Proje çıktısının ticarileştirilebilmesi
   6.3. Dış Kaynak Kullanımı: Alt yüklenicilerin durumu
   6.4. Proje Ekibi Yönünden Yapılabilirlik: Proje ekibinin nitelik ve niceliği
   6.5. Proje Yönetimi ve Yöntem Yönünden Yapılabilirlik: Proje süresi, kapsamı vb. durumlar
   6.6. Kuruluş Altyapı/Ekipman Yönünden Yapılabilirlik: Kurumun teknoloj ile ilgili altyapı/personel/ekipman yeterliliği
   6.7. Müşteri Kurum Yönünden Yapılabilirlik: Müşteri kurumun yeterlilik seviyesi

5.2. Hiyerarşik Modelin Oluşturulması

Amaç, ana kriterler, alt kriterler ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik model Şekil 5.2'de verilmiştir. Modelin birinci seviyesinde, karar probleminin amacı olan kuruma gelen proje önerilerinden en iyisi seçmek; hedefi yer almaktadır. İkinci seviyede, altı adet ana kriter bulunmaktadır. Üçüncü seviyede, bu ana kriterlere ait otuzsekiz adet alt kriter bulunmaktadır. Hiyerarşik modelin dördüncü seviyesinde ise seçenekler olarak on adet proje önerisi yer almaktadır.



Şekil 5.2. AHP Hiyerarşik modeli

5.3. Kriterler için İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması

Karar probleminde yer alan ana kriterlere ilişkin ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Matris oluşturulurken Saaty tarafından önerilen 1-9 değerlendirme skalası kullanılmıştır. Ana kriterlere ilişkin oluşturulan karar matrisi Çizelge 5.1.'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Ana kriterlere ilişkin ikili karşılaştırma matrisi

Ana Kriterler	FB	PB	RB	SB	TB	YB
FB	1	1/3	1/4	1/5	1/6	1/2
PB	3	1	1/2	1/3	1/4	2
RB	4	2	1	1/2	1/3	3
SB	5	3	2	1	1/2	4
TB	6	4	3	2	1	5
YB	2	1/2	1/3	1/4	1/5	1

İkinci aşamada, Finans, Pazar, Risk, Strateji, Teknoloji ve Yapılabilirlik alt kriterleri için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri de Çizelge 5.2 – 5.7'de verilmiştir:

Çizelge 5.2. Finans boyutu alt kriterine ilişkin ikili karşılaştırma matrisi

Finans Boyutu (FB)	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.
1.1.	1	2	6	7	4	5	3
1.2.	1/2	1	5	6	3	4	2
1.3.	1/6	1/5	1	2	1/3	1/2	1/4
1.4.	1/7	1/6	1/2	1	1/4	1/3	1/5
1.5.	1/4	1/3	3	4	1	2	1/2
1.6.	1/5	1/4	2	3	1/2	1	1/3
1.7.	1/3	1/2	4	5	2	3	1

Çizelge 5.3. Pazar boyutu alt kriterine ilişkin ikili karşılaştırma matrisi

Pazar Boyutu (PB)	2.1.	2.2.	2.3.	2.4.
2.1.	1	4	5	3
2.2.	1/4	1	3	1/3
2.3.	1/5	1/3	1	1/4
2.4.	1/3	3	4	1

Çizelge 5.4. Risk boyutu alt kriterine ilişkin ikili karşılaştırma matrisi

Risk Boyutu (RB)	3.1.	3.2.	3.3.	3.4.	3.5.	3.6.	3.7.	3.8.
3.1.	1	6	3	2	4	5	7	8
3.2.	1/6	1	1/4	1/5	1/3	1/2	2	3
3.3.	1/3	4	1	1/2	2	3	5	6
3.4.	½	5	2	1	3	4	6	7
3.5.	¼	3	1/2	1/3	1	2	4	5
3.6.	1/5	2	1/3	1/4	1/2	1	3	4
3.7.	1/7	1/2	1/5	1/6	1/4	1/3	1	2
3.8.	1/8	1/3	1/6	1/7	1/5	1/4	1/2	1

Çizelge 5.5. Stratejik boyut alt kriterine ilişkin ikili karşılaştırma matrisi

Stratejik Boyut (SB)	4.1.	4.2.	4.3.	4.4.	4.5.	4.6.
4.1.	1	4	3	2	1/2	5
4.2.	1/4	1	1/2	1/3	1/5	2
4.3.	1/3	2	1	1/2	1/4	3
4.4.	1/2	3	2	1	1/3	4
4.5.	2	5	4	3	1	6
4.6.	1/5	1/2	1/3	1/4	1/6	1

Çizelge 5.6. Teknolojik boyut alt kriterine ilişkin ikili karşılaştırma matrisi

Teknolojik Boyut (TB)	5.1.	5.2.	5.3.	5.4.	5.5.	5.6.
5.1.	1	4	3	7	5	6
5.2.	1/4	1	1/3	5	3	4
5.3.	1/3	3	1	6	4	5
5.4.	1/7	1/5	1/6	1	1/4	1/3
5.5.	1/5	1/3	1/4	4	1	3
5.6.	1/6	1/4	1/5	3	1/3	1

Çizelge 5.7. Yapılabilirlik boyutu alt kriterine ilişkin ikili karşılaştırma matrisi

Yapılabilirlik Boyutu (YB)	6.1.	6.2.	6.3.	6.4.	6.5.	6.6.	6.7.
6.1.	1	3	2	1/3	1/2	1/5	1/4
6.2.	1/3	1	1/2	1/5	1/4	1/7	1/6
6.3.	1/2	2	1	1/4	1/3	1/6	1/5
6.4.	3	5	4	1	2	1/3	1/2
6.5.	2	4	3	1/2	1	1/4	1/3
6.6.	5	7	6	3	4	1	2
6.7.	4	6	5	2	3	1/2	1

5.4. Normalleştirilmiş Matrislerin Oluşturulması

Ana kriterler ve alt kriterler için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra bu matrislerden normalleştirilmiş matrisler elde edilmiş ve ana kriterler ve alt kriterler için yerel ağırlıklar hesaplanmıştır. Bu amaçla hem MS Excel 2007'de formüller ve tablolar hazırlanmış hem de Expert Choice 2000 programı kullanılarak

hesaplama yapılmıştır. Ayrıca karar vericinin kriterler arasındaki karşılaştırmaları yaparken tutarlı olup olmadığını ölçmek için de Tutarlılık Oranı (TO) hesaplanmıştır. Normallleştirilmiş matrisler aşağıdaki Çizelge 5.8 – 5.14'te verilmiştir:

Çizelge 5.8. Normalleştirilmiş ana kriterler matrisi ve tutarlılık oranı

Ana Kriterler	FB	PB	RB	SB	TB	YB	Yerel Ağırlık	Tutarlılık Oranı
FB	0,05	0,03	0,04	0,05	0,07	0,03	0,043	0,020
PB	0,14	0,09	0,07	0,08	0,10	0,13	0,102	
RB	0,19	0,18	0,14	0,12	0,14	0,19	0,160	
SB	0,24	0,28	0,28	0,23	0,20	0,26	0,249	
TB	0,29	0,37	0,42	0,47	0,41	0,32	0,379	
YB	0,10	0,05	0,05	0,06	0,08	0,06	0,065	

Çizelge 5.9. Normalleştirilmiş finans boyutu matrisi ve tutarlılık oranı

Finans Boyutu (FB)	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.	Yerel Ağırlık	Tutarlılık Oranı
1.1.	0,39	0,45	0,28	0,25	0,36	0,32	0,41	0,350	0,025
1.2.	0,19	0,22	0,23	0,21	0,27	0,25	0,27	0,237	
1.3.	0,06	0,04	0,05	0,07	0,03	0,03	0,03	0,046	
1.4.	0,06	0,04	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,032	
1.5.	0,10	0,07	0,14	0,14	0,09	0,13	0,07	0,106	
1.6.	0,08	0,06	0,09	0,11	0,05	0,06	0,05	0,070	
1.7.	0,13	0,11	0,19	0,18	0,18	0,19	0,14	0,159	

Çizelge 5.10. Normalleştirilmiş pazar boyutu matrisi ve tutarlılık oranı

Pazar Boyutu (PB)	2.1.	2.2.	2.3.	2.4.	Yerel Ağırlık	Tutarlılık Oranı
2.1.	0,56	0,48	0,38	0,65	0,520	0,068
2.2.	0,14	0,12	0,23	0,07	0,141	
2.3.	0,11	0,04	0,08	0,05	0,071	
2.4.	0,19	0,36	0,31	0,22	0,268	

Çizelge 5.11. Normalleştirilmiş risk boyutu matrisi ve tutarlılık oranı

Risk Boyutu (RB)	3.1.	3.2.	3.3.	3.4.	3.5.	3.6.	3.7.	3.8.	Yerel Ağırlık	Tutarlılık Oranı
3.1.	0,37	0,27	0,40	0,44	0,35	0,31	0,25	0,22	0,327	0,030
3.2.	0,06	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,07	0,08	0,050	
3.3.	0,12	0,18	0,13	0,11	0,18	0,19	0,18	0,17	0,157	
3.4.	0,18	0,23	0,27	0,22	0,27	0,25	0,21	0,19	0,227	
3.5.	0,09	0,14	0,07	0,07	0,09	0,12	0,14	0,14	0,108	
3.6.	0,07	0,09	0,04	0,05	0,04	0,06	0,11	0,11	0,073	
3.7.	0,05	0,02	0,03	0,04	0,02	0,02	0,04	0,06	0,034	
3.8	0,05	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,024	

Çizelge 5.12. Normalleştirilmiş stratejik boyut matrisi ve tutarlılık oranı

Stratejik Boyut (SB)	4.1.	4.2.	4.3.	4.4.	4.5.	4.6.	Yerel Ağırlık	Tutarlılık Oranı
4.1.	0,23	0,26	0,28	0,28	0,20	0,24	0,249	0,020
4.2.	0,06	0,06	0,05	0,05	0,08	0,10	0,065	
4.3.	0,08	0,13	0,09	0,07	0,10	0,14	0,102	
4.4.	0,12	0,19	0,18	0,14	0,14	0,19	0,160	
4.5.	0,47	0,32	0,37	0,42	0,41	0,29	0,379	
4.6.	0,05	0,03	0,03	0,04	0,07	0,05	0,043	

Çizelge 5.13. Normalleştirilmiş teknolojik boyut matrisi ve tutarlılık oranı

Teknolojik Boyut (TB)	5.1.	5.2.	5.3.	5.4.	5.5.	5.6.	Yerel Ağırlık	Tutarlılık Oranı
5.1.	0,48	0,46	0,61	0,27	0,37	0,31	0,414	0,078
5.2.	0,12	0,11	0,07	0,19	0,22	0,21	0,153	
5.3.	0,16	0,34	0,20	0,23	0,29	0,26	0,248	
5.4.	0,07	0,02	0,03	0,04	0,02	0,02	0,033	
5.5.	0,10	0,04	0,05	0,15	0,07	0,16	0,094	
5.6.	0,08	0,03	0,04	0,12	0,02	0,05	0,057	

Çizelge 5.14. Normalleştirilmiş yapılabilirlik boyutu matrisi ve tutarlılık oranı

Yapılabilirlik Boyutu (YB)	6.1.	6.2.	6.3.	6.4.	6.5.	6.6.	6.7.	Yerel Ağırlık	Tutarlılık Oranı
6.1.	0,06	0,11	0,09	0,05	0,05	0,08	0,06	0,070	0,025
6.2.	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02	0,06	0,04	0,032	
6.3.	0,03	0,07	0,05	0,03	0,03	0,06	0,04	0,046	
6.4.	0,19	0,18	0,19	0,14	0,18	0,13	0,11	0,159	
6.5.	0,13	0,14	0,14	0,07	0,09	0,10	0,07	0,106	
6.6.	0,32	0,25	0,28	0,41	0,36	0,39	0,45	0,350	
6.7.	0,25	0,21	0,23	0,27	0,27	0,19	0,22	0,237	

Ana kriterler ve bu kriterlere bağlı alt kriterler için yerel ağırlıklar belirlendikten sonra ana kriterlerin yerel ağırlıkları ile alt kriterlerin yerel ağırlıkları çarpılarak alt kriterlerin genel (global) ağırlıkları hesaplanmıştır. Bu hesaplama Çizelge 5.15'te gösterilmiştir:

Çizelge 5.15. Ana kriterler ve alt kriterlerin ağırlıkları

Ana Kriterler	Yerel Ağırlık	Alt Kriterler	Yerel Ağırlık	Genel Ağırlık
Finans Boyutu	0,04	Projenin Büyüklüğü	0,35	0,015
		Bugünkü Değeri	0,24	0,010
		Faiz	0,05	0,002
		Kredi	0,03	0,001
		Masraflar	0,11	0,005
		Ödeme	0,07	0,003
		Yatırımın Geri Dönüşümü	0,16	0,007
Pazar Boyutu	0,10	Muhtemel Pazar Payı	0,52	0,053
		Pazar Büyüklüğü	0,14	0,014
		Pazar Büyüme Hızı	0,07	0,007
		İş Yaratma Potansiyeli	0,27	0,027
Risk Boyutu	0,16	Ar-Ge Riskleri	0,33	0,052
		Finansal Riskler	0,05	0,008
		Pazar Riskleri	0,16	0,025
		Teknik Riskler	0,23	0,036
		İş Yönetimi Riskleri	0,11	0,017
		Kaynak Yönetimi Riskleri	0,07	0,012
		Kontrol Edilebilir Dış Riskler	0,03	0,005
		Kontrol Edilemeyen Dış Riskler	0,02	0,004
Stratejik Boyut	0,25	Projenin Stratejiyle Uyumluluğu	0,25	0,062
		Bilgi Toplumuna Dönüşüm	0,07	0,016
		Kritik Teknoloji	0,10	0,025
		Rekabet Gücü	0,16	0,040
		Müşteri veya Ülke İhtiyacı Açısından Önemi	0,38	0,094
		Mevcut İhtiyacı Karşılamada İthalatın Oranı	0,04	0,011
Teknolojik Boyut	0,38	Ar-Ge Niteliği	0,41	0,157
		Katma Değer	0,15	0,058
		Yenilik Derecesi	0,25	0,094
		Ürünün Farklılaştırılabilmesi	0,03	0,013
		Teknolojik Yoğunluk	0,09	0,036
		Teknolojinin Kullanım Alanlarının Genişliği	0,06	0,022
Yapılabilirlik Boyutu	0,07	Karmaşıklık	0,07	0,005
		Ticarileştirilebilirlik	0,03	0,002
		Dış Kaynak Kullanımı	0,05	0,003
		Proje Ekibi Yönünden Yapılabilirlik	0,16	0,010
		Proje Yönetimi ve Yöntem Yönünden Yapılabilirlik	0,11	0,007
		Kuruluş Altyapı / Ekipman Yönünden Yapılabilirlik	0,35	0,023
		Müşteri Kurum Yönünden Yapılabilirlik	0,24	0,016

Genel ağırlıklar hesaplandıktan sonra değerler büyükten küçüğe doğru sıralanmış ve alt kriterler öncelik değerlerine bağlı önem sıralarına göre Çizelge 5.16'da verilmiştir:

Çizelge 5.16. Alt kriterlerin sıralı genel (global) ağırlıkları

Alt Kriterler	Genel Ağırlık
Ar-Ge Niteliği	0,157
Müşteri veya Ülke İhtiyacı Açısından Önemi	0,094
Yenilik Derecesi	0,094
Projenin Stratejiyle Uyumluluğu	0,062
Katma Değer	0,058
Muhtemel Pazar Payı	0,053
Ar-Ge Riskleri	0,052
Rekabet Gücü	0,040
Teknik Riskler	0,036
Teknolojik Yoğunluk	0,036
İş Yaratma Potansiyeli	0,027
Kritik Teknoloji	0,025
Pazar Riskleri	0,025
Kuruluş Altyapı / Ekipman Yönünden Yapılabilirlik	0,023
Teknolojinin Kullanım Alanlarının Genişliği	0,022
İş Yönetimi Riskleri	0,017
Bilgi Toplumuna Dönüşüm	0,016
Müşteri Kurum Yönünden Yapılabilirlik	0,016
Projenin Büyüklüğü	0,015
Pazar Büyüklüğü	0,014
Ürünün Farklılaştırılabilmesi	0,013
Kaynak Yönetimi Riskleri	0,012
Mevcut İhtiyacı Karşılamada İthalatın Oranı	0,011
Proje Ekibi Yönünden Yapılabilirlik	0,010
Bugünkü Değeri	0,010
Finansal Riskler	0,008
Pazar Büyüme Hızı	0,007
Proje Yönetimi ve Yöntem Yönünden Yapılabilirlik	0,007
Yatırımın Geri Dönüşümü	0,007
Kontrol Edilebilir Dış Riskler	0,005
Masraflar	0,005
Karmaşıklık	0,005
Kontrol Edilemeyen Dış Riskler	0,004
Ödeme	0,003
Dış Kaynak Kullanımı	0,003
Ticarileştirilebilirlik	0,002
Faiz	0,002
Kredi	0,001

5.5. Seçenekler için İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması

Ana kriterler ve alt kriterler için yapılan ikili karşılaştırmalar benzer şekilde proje önerileri için de oluşturulmuştur. On adet proje önerisi ana kriterler dikkate alınarak karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalara ait ikili karşılaştırma matrisleri Çizelge 5.17 - 5.22'de verilmiştir:

Çizelge 5.17. Finans boyutu kriterine göre seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi

Finans Boyutu (FB)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
P1	1	3	8	2	8	5	7	4	2	6
P2	1/3	1	6	1/2	5	2	4	2	1/2	3
P3	1/8	1/6	1	1/7	1/2	1/4	1/2	1/5	1/8	1/3
P4	1/2	2	7	1	6	3	5	2	1/2	4
P5	1/8	1/5	2	1/6	1	1/3	1/2	1/4	1/7	1/2
P6	1/5	1/2	4	1/3	3	1	2	1/2	1/4	2
P7	1/7	1/4	2	1/5	2	1/2	1	1/3	1/6	1/2
P8	1/4	1/2	5	1/2	4	2	3	1	1/3	2
P9	1/2	2	8	2	7	4	6	3	1	5
P10	1/6	1/3	3	1/4	2	1/2	2	1/2	1/5	1

Çizelge 5.18. Pazar boyutu kriterine göre seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi

Pazar Boyutu (PB)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
P1	1	1/2	5	3	3	2	4	2	1/2	4
P2	2	1	7	4	4	3	6	3	2	5
P3	1/5	1/7	1	1/3	1/3	1/4	1/2	1/4	1/6	1/2
P4	1/3	1/4	3	1	2	1/2	3	1/2	1/3	2
P5	1/3	1/4	3	1/2	1	1/2	2	1/3	1/4	2
P6	1/2	1/3	4	2	2	1	3	1/2	1/3	3
P7	1/4	1/6	2	1/3	1/2	1/3	1	1/4	1/5	1/2
P8	1/2	1/3	4	2	3	2	4	1	1/2	3
P9	2	1/2	6	3	4	3	5	2	1	4
P10	1/4	1/5	2	1/2	1/2	1/3	2	1/3	1/4	1

Çizelge 5.19. Risk boyutu kriterine göre seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi

Risk Boyutu (RB)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
P1	1	2	4	3	1/2	2	3	2	1/2	1/2
P2	1/2	1	2	2	1/3	1/2	2	1/2	1/3	1/4
P3	1/4	1/2	1	1/2	1/6	1/3	1/2	1/3	1/4	1/7
P4	1/3	1/2	2	1	1/5	1/2	1/2	1/3	1/4	1/6
P5	2	3	6	5	1	3	4	2	2	1/2
P6	1/2	2	3	2	1/3	1	2	1/2	1/2	1/3
P7	1/3	1/2	2	2	1/4	1/2	1	1/2	1/3	1/5
P8	1/2	2	3	3	1/2	2	2	1	1/2	1/3
P9	2	3	4	4	1/2	2	3	2	1	1/2
P10	2	4	7	6	2	3	5	3	2	1

Çizelge 5.20. Stratejik boyut kriterine göre seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi

Stratejik Boyut (SB)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
P1	1	1/4	2	2	3	1/2	3	1/3	1/3	1/2
P2	4	1	6	5	8	3	7	2	2	3
P3	1/2	1/6	1	1/2	2	1/3	2	1/4	1/5	1/3
P4	1/2	1/5	2	1	3	1/3	2	1/3	1/4	1/2
P5	1/3	1/8	1/2	1/3	1	1/5	1/2	1/6	1/7	1/4
P6	2	1/3	3	3	5	1	4	1/2	1/2	2
P7	1/3	1/7	1/2	1/2	2	1/4	1	1/5	1/6	1/3
P8	3	1/2	4	3	6	2	5	1	1/2	2
P9	3	1/2	5	4	7	2	6	2	1	3
P10	2	1/3	3	2	4	1/2	3	1/2	1/3	1

Çizelge 5.21. Teknolojik boyut kriterine göre seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi

Teknolojik Boyut (TB)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
P1	1	1/3	3	2	4	1/3	4	1/4	1/2	3
P2	3	1	4	3	5	1/2	6	1/3	2	4
P3	1/3	1/4	1	1/3	2	1/5	3	1/6	1/4	1/2
P4	1/2	1/3	3	1	3	1/4	4	1/4	1/3	2
P5	1/4	1/5	1/2	1/3	1	1/6	2	1/7	1/4	1/3
P6	3	2	5	4	6	1	7	1/2	3	4
P7	1/4	1/6	1/3	1/4	1/2	1/7	1	1/8	1/5	1/3
P8	4	3	6	4	7	2	8	1	3	5
P9	2	1/2	4	3	4	1/3	5	1/3	1	3
P10	1/3	1/4	2	1/2	3	1/4	3	1/5	1/3	1

Çizelge 5.22. Yapılabilirlik boyutu kriterine göre seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi

Yapılabilirlik Boyutu (YB)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
P1	1	2	2	2	3	3	5	3	6	4
P2	1/2	1	1/2	1/2	2	2	3	2	3	3
P3	1/2	2	1	1/2	3	2	3	2	4	3
P4	1/2	2	2	1	3	3	4	2	5	3
P5	1/3	1/2	1/3	1/3	1	1/2	2	1/2	2	2
P6	1/3	1/2	1/2	1/3	2	1	2	1/2	3	2
P7	1/5	1/3	1/3	1/4	1/2	1/2	1	1/3	2	1/2
P8	1/3	1/2	1/2	1/2	2	2	3	1	3	2
P9	1/6	1/3	1/4	1/5	1/2	1/3	1/2	1/3	1	1/2
P10	1/4	1/3	1/3	1/3	1/2	1/2	2	1/2	2	1

5.6. Seçenekler için Normalleştirilmiş Matrislerin Oluşturulması

Seçenekler için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra bu matrislerden normalleştirilmiş matrisler elde edilmiş ve her bir ana kriter temelinde seçeneklerin yerel ağırlıkları (YA) hesaplanmıştır. Bu amaçla hem MS Excel 2007'de formüller ve tablolar hazırlanmış hem de Expert Choice 2000 programı kullanılarak hesaplama yapılmıştır. Ayrıca karar vericinin seçenekler arasındaki karşılaştırmaları yaparken tutarlı olup olmadığını ölçmek için de Tutarlılık Oranı (TO) hesaplanmıştır. Normallleştirilmiş matrisler Çizelge 5.23 – 5.28'de verilmiştir:

Çizelge 5.23. Finans boyutu kriterine göre seçeneklerin YA ve TO değerleri

FB	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	YA	TO
P1	0,30	0,30	0,17	0,28	0,21	0,27	0,23	0,29	0,38	0,25	0,268	0,020
P2	0,10	0,10	0,13	0,07	0,13	0,11	0,13	0,15	0,10	0,12	0,113	
P3	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,019	
P4	0,15	0,20	0,15	0,14	0,16	0,16	0,16	0,15	0,10	0,16	0,153	
P5	0,04	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,025	
P6	0,06	0,05	0,09	0,05	0,08	0,05	0,06	0,04	0,05	0,08	0,061	
P7	0,04	0,03	0,04	0,03	0,05	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,033	
P8	0,07	0,05	0,11	0,07	0,10	0,11	0,10	0,07	0,06	0,08	0,083	
P9	0,15	0,20	0,17	0,28	0,18	0,22	0,19	0,22	0,19	0,21	0,201	
P10	0,05	0,03	0,07	0,04	0,05	0,03	0,06	0,04	0,04	0,04	0,044	

Çizelge 5.24. Pazar boyutu kriterine göre seçeneklerin YA ve TO değerleri

PB	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	YA	TO
P1	0,14	0,14	0,14	0,18	0,15	0,15	0,13	0,20	0,09	0,16	0,147	0,025
P2	0,27	0,27	0,19	0,24	0,20	0,23	0,20	0,30	0,36	0,20	0,245	
P3	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,024	
P4	0,05	0,07	0,08	0,06	0,10	0,04	0,10	0,05	0,06	0,08	0,068	
P5	0,05	0,07	0,08	0,03	0,05	0,04	0,07	0,03	0,05	0,08	0,054	
P6	0,07	0,09	0,11	0,12	0,10	0,08	0,10	0,05	0,06	0,12	0,089	
P7	0,03	0,05	0,05	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04	0,02	0,032	
P8	0,07	0,09	0,11	0,12	0,15	0,15	0,13	0,10	0,09	0,12	0,113	
P9	0,27	0,14	0,16	0,18	0,20	0,23	0,16	0,20	0,18	0,16	0,188	
P10	0,03	0,05	0,05	0,03	0,02	0,03	0,07	0,03	0,05	0,04	0,041	

Çizelge 5.25. Risk boyutu kriterine göre seçeneklerin YA ve TO değerleri

RB	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	YA	TO
P1	0,11	0,11	0,12	0,11	0,09	0,13	0,13	0,16	0,07	0,13	0,115	0,019
P2	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06	0,03	0,09	0,04	0,04	0,06	0,056	
P3	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,027	
P4	0,04	0,03	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,035	
P5	0,21	0,16	0,18	0,18	0,17	0,20	0,17	0,16	0,26	0,13	0,183	
P6	0,05	0,11	0,09	0,07	0,06	0,07	0,09	0,04	0,07	0,08	0,072	
P7	0,04	0,03	0,06	0,07	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,045	
P8	0,05	0,11	0,09	0,11	0,09	0,13	0,09	0,08	0,07	0,08	0,090	
P9	0,21	0,16	0,12	0,14	0,09	0,13	0,13	0,16	0,13	0,13	0,141	
P10	0,21	0,22	0,21	0,21	0,35	0,20	0,22	0,25	0,26	0,25	0,237	

Çizelge 5.26. Stratejik boyut kriterine göre seçeneklerin YA ve TO değerleri

SB	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	YA	TO
P1	0,06	0,07	0,07	0,09	0,07	0,05	0,09	0,05	0,06	0,04	0,066	0,020
P2	0,24	0,28	0,22	0,23	0,20	0,30	0,21	0,27	0,37	0,23	0,255	
P3	0,03	0,05	0,04	0,02	0,05	0,03	0,06	0,03	0,04	0,03	0,038	
P4	0,03	0,06	0,07	0,05	0,07	0,03	0,06	0,05	0,05	0,04	0,050	
P5	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,022	
P6	0,12	0,09	0,11	0,14	0,12	0,10	0,12	0,07	0,09	0,15	0,112	
P7	0,02	0,04	0,02	0,02	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,029	
P8	0,18	0,14	0,15	0,14	0,15	0,20	0,15	0,14	0,09	0,15	0,149	
P9	0,18	0,14	0,19	0,19	0,17	0,20	0,18	0,27	0,18	0,23	0,193	
P10	0,12	0,09	0,11	0,09	0,10	0,05	0,09	0,07	0,06	0,08	0,086	

Çizelge 5.27. Teknolojik boyut kriterine göre seçeneklerin YA ve TO değerleri

TB	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	YA	TO
P1	0,07	0,04	0,10	0,11	0,11	0,06	0,09	0,08	0,05	0,13	0,084	0,039
P2	0,20	0,12	0,14	0,16	0,14	0,10	0,14	0,10	0,18	0,17	0,147	
P3	0,02	0,03	0,03	0,02	0,06	0,04	0,07	0,05	0,02	0,02	0,037	
P4	0,03	0,04	0,10	0,05	0,08	0,05	0,09	0,08	0,03	0,09	0,065	
P5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,04	0,02	0,01	0,026	
P6	0,20	0,25	0,17	0,22	0,17	0,19	0,16	0,15	0,28	0,17	0,197	
P7	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,04	0,02	0,01	0,020	
P8	0,27	0,37	0,21	0,22	0,20	0,39	0,19	0,30	0,28	0,22	0,264	
P9	0,14	0,06	0,14	0,16	0,11	0,06	0,12	0,10	0,09	0,13	0,112	
P10	0,02	0,03	0,07	0,03	0,08	0,05	0,07	0,06	0,03	0,04	0,049	

Çizelge 5.28. Yapılabilirlik boyutu kriterine göre seçeneklerin YA ve TO değerleri

YB	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	YA	TO
P1	0,24	0,21	0,26	0,34	0,17	0,20	0,20	0,25	0,19	0,19	0,225	0,024
P2	0,12	0,11	0,06	0,08	0,11	0,13	0,12	0,16	0,10	0,14	0,115	
P3	0,12	0,21	0,13	0,08	0,17	0,13	0,12	0,16	0,13	0,14	0,141	
P4	0,12	0,21	0,26	0,17	0,17	0,20	0,16	0,16	0,16	0,14	0,176	
P5	0,08	0,05	0,04	0,06	0,06	0,03	0,08	0,04	0,06	0,10	0,060	
P6	0,08	0,05	0,06	0,06	0,11	0,07	0,08	0,04	0,10	0,10	0,075	
P7	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,06	0,02	0,039	
P8	0,08	0,05	0,06	0,08	0,11	0,13	0,12	0,08	0,10	0,10	0,092	
P9	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,030	
P10	0,06	0,04	0,04	0,06	0,03	0,03	0,08	0,04	0,06	0,05	0,049	

5.7. AHP Değerlendirme

Son aşamada seçeneklerin ağırlıkları ile kriterlerin ağırlıkları çarpılarak, on adet proje önerisi için puanlar hesaplanmıştır. Kriterlerin ve seçeneklerin ağırlıkları Çizelge 5.29.'da yer almaktadır. Bu hesaplama sonucundaki seçeneklerin puanları Çizelge 5.30'da, puanlara göre sıralanmış proje önerileri ise Çizelge 5.31'de verilmiştir:

Çizelge 5.29. Kriterlerin ve seçeneklerin ağırlıkları

	Finans	Pazar	Risk	Stratejik	Teknolojik	Yapılabilirlik
	0,04	0,10	0,16	0,25	0,38	0,07
P1	0,268	0,147	0,115	0,066	0,084	0,225
P2	0,113	0,245	0,056	0,255	0,147	0,115
P3	0,019	0,024	0,027	0,038	0,037	0,141
P4	0,153	0,068	0,035	0,050	0,065	0,176
P5	0,025	0,054	0,183	0,022	0,026	0,060
P6	0,061	0,089	0,072	0,112	0,197	0,075
P7	0,033	0,032	0,045	0,029	0,020	0,039
P8	0,083	0,113	0,090	0,149	0,264	0,092
P9	0,201	0,188	0,141	0,193	0,112	0,030
P10	0,044	0,041	0,237	0,086	0,049	0,049

Çizelge 5.30. Seçeneklerin puanları

Proje Önerileri	Puanlar
P1	0,108
P2	0,166
P3	0,040
P4	0,068
P5	0,055
P6	0,131
P7	0,029
P8	0,173
P9	0,143
P10	0,087

Çizelge 5.31. Puanlara göre sıralanmış proje önerileri

Proje Önerileri	Puanlar
P8	0,173
P2	0,166
P9	0,143
P6	0,131
P1	0,108
P10	0,087
P4	0,068
P5	0,055
P3	0,040
P7	0,029

AHP Metoduna göre en iyi proje önerisi 8 numaralı proje olarak belirlenmiş, bunu sırasıyla P2, P9, P6, P1, P10, P4, P5, P3 ve P7 takip etmiştir.

5.8. TOPSIS Metodu ile Çözüm

TOPSIS yöntemi uygulamasında, ilk olarak satırlarında seçeneklerin, sütunlarında ise kriterlerin yer aldığı karar matrisi oluşturulmuştur. Çizelge 5.32'deki değerlendirme skalası kullanılarak Çizelge 5.33'teki karar matrisi (A) oluşturulmuştur.

Çizelge 5.32. Değerlendirme skalası

Değer	Tanım
1	Çok Düşük Seviye
2	Düşük Seviye
3	Orta Seviye
4	İyi Seviye
5	Çok İyi Seviye

Çizelge 5.33. Karar matrisi (A)

	Finans	Pazar	Risk	Stratejik	Teknolojik	Yapılabilirlik
P1	5	4	4	3	4	5
P2	4	5	3	5	4	4
P3	1	1	1	2	2	4
P4	4	3	2	3	3	5
P5	2	3	5	1	2	3
P6	3	4	3	4	5	3
P7	2	2	2	2	1	2
P8	4	4	4	4	5	4
P9	5	5	4	5	4	1
P10	3	2	5	4	3	2

A matrisinin elemanlarından yararlanılarak Çizelge 5.34'te verilen standart karar matrisi (R) oluşturulmuştur. Her bir ana kriterin yerel ağırlığı da (YA) matrisin en alt sırasına yazılmıştır.

Çizelge 5.34. Standart karar matrisi (R)

	Finans	Pazar	Risk	Stratejik	Teknolojik	Yapılabilirlik
P1	0,45	0,36	0,36	0,27	0,36	0,45
P2	0,36	0,45	0,27	0,45	0,36	0,36
P3	0,09	0,09	0,09	0,18	0,18	0,36
P4	0,36	0,27	0,18	0,27	0,27	0,45
P5	0,18	0,27	0,45	0,09	0,18	0,27
P6	0,27	0,36	0,27	0,36	0,45	0,27
P7	0,18	0,18	0,18	0,18	0,09	0,18
P8	0,36	0,36	0,36	0,36	0,45	0,36
P9	0,45	0,45	0,36	0,45	0,36	0,09
P10	0,27	0,18	0,45	0,36	0,27	0,18
YA	0,04	0,10	0,16	0,25	0,38	0,07

R matrisinin elemanlarından yararlanarak Çizelge 5.35'te verilen ağırlıklı standart karar matrisi (V) oluşturmuştur.

Çizelge 5.35. Ağırlıklı standart karar matrisi (V)

	Finans	Pazar	Risk	Stratejik	Teknolojik	Yapılabilirlik
P1	0,019	0,037	0,057	0,067	0,136	0,029
P2	0,016	0,046	0,043	0,111	0,136	0,023
P3	0,004	0,009	0,014	0,045	0,068	0,023
P4	0,016	0,027	0,029	0,067	0,102	0,029
P5	0,008	0,027	0,072	0,022	0,068	0,018
P6	0,012	0,037	0,043	0,089	0,170	0,018
P7	0,008	0,018	0,029	0,045	0,034	0,012
P8	0,016	0,037	0,057	0,089	0,170	0,023
P9	0,019	0,046	0,057	0,111	0,136	0,006
P10	0,012	0,018	0,072	0,089	0,102	0,012

İdeal çözüm setinin oluşturulabilmesi için bütün kriterlerin fayda kriteri olduğu düşünülerek V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en büyüğü ile en küçüğü seçilmiş; pozitif ideal (A*) ve negatif ideal (A^-) çözümler Çizelge 5.36'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.36. Pozitif ideal ve negatif ideal çözümler (A* ve A^-)

A*max	0,019	0,046	0,072	0,111	0,170	0,029
A^- min	0,004	0,009	0,014	0,022	0,034	0,006

Her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktör değerinin pozitif ideal ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarının bulunabilmesi için Öklit Uzaklık Yaklaşımı'ndan faydalanılmıştır. Elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri pozitif ideal ayrım (S^*) ve negatif ideal ayrım (S^-) değerleri Çizelge 5.37'de verilmiştir.

Çizelge 5.37. Pozitif ideal ve negatif ideal ayrım ölçüleri (S^* ve S^-)

S^*_1	0,06	S^-_1	0,13
S^*_2	0,04	S^-_2	0,14
S^*_3	0,14	S^-_3	0,06
S^*_4	0,09	S^-_4	0,09
S^*_5	0,14	S^-_5	0,07
S^*_6	0,04	S^-_6	0,16
S^*_7	0,16	S^-_7	0,03
S^*_8	0,03	S^-_8	0,16
S^*_9	0,04	S^-_9	0,15
S^*_{10}	0,08	S^-_{10}	0,11

İdeal ve negatif ideal ayrım ölçülerinden yararlanarak, her bir karar noktasının ideal çözüme yakınlığı (C^*) hesaplanmış ve Çizelge 5.38'de verilmiştir.

Çizelge 5.38. İdeal çözüme yakınlık değerleri (C*)

Proje Önerileri	Yakınlık
C^*_8	0,85
C^*_6	0,80
C^*_9	0,77
C^*_2	0,76
C^*_1	0,68
C^*_{10}	0,59
C^*_4	0,49
C^*_5	0,34
C^*_3	0,29
C^*_7	0,15

TOPSIS Metoduna göre de en iyi proje önerisi 8 numaralı proje önerisi olmuş, bunu sırasıyla C_6, C_9, C_2, C_1, C_{10}, C_4, C_5, C_3, ve C_7 takip etmiştir.

5.9. Alt Kriterler için TOPSIS Uygulanması

TOPSIS metodu alt kriterler için de uygulanmış ve bu uygulama için de 1-5 skalası kullanılmıştır. Tüm alt kriterler eş zamanlı olarak değerlendirilmiştir fakat alt kriter sayısı çok fazla olduğu için matrisler ana kriter başlıkları altında gösterilmiştir.

Finans boyutuna ait alt kriterler için Çizelge 5.39'daki karar matrisi (A) oluşturulmuştur ve her bir alt kriterin genel (global) ağırlığı (GA) matrisin en alt satırına yazılmıştır.

Çizelge 5.39. Finans boyutu karar matrisi (A)

	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.
P1	5	4	2	3	3	5	3
P2	4	3	3	5	4	3	5
P3	1	2	1	2	3	2	3
P4	4	4	2	3	5	3	4
P5	1	2	2	3	3	2	3
P6	3	3	4	2	1	4	2
P7	2	1	5	4	3	1	1
P8	3	3	4	3	3	5	2
P9	5	4	3	2	4	5	4
P10	2	2	4	1	2	3	3
GA	0,015	0,010	0,002	0,001	0,005	0,003	0,007

Pazar boyutuna ait alt kriterler için Çizelge 5.40'daki karar matrisi (A) oluşturulmuş ve her bir alt kriterin genel (global) ağırlığı (GA) matrisin en alt satırına yazılmıştır.

Çizelge 5.40. Pazar boyutu karar matrisi (A)

	2.1.	2.2.	2.3.	2.4.
P1	4	4	4	3
P2	5	4	3	3
P3	1	3	4	2
P4	3	2	3	3
P5	3	2	2	4
P6	3	3	4	4
P7	1	3	3	2
P8	4	2	4	3
P9	4	5	3	3
P10	2	3	4	3
GA	0,053	0,014	0,007	0,027

Risk boyutuna ait alt kriterler için Çizelge 5.41'deki karar matrisi (A) oluşturulmuş ve her bir alt kriterin genel (global) ağırlığı (GA) matrisin en alt satırına yazılmıştır.

Çizelge 5.41. Risk boyutu karar matrisi (A)

	3.1.	3.2.	3.3.	3.4.	3.5.	3.6.	3.7.	3.8.
P1	4	4	4	3	3	3	4	3
P2	4	3	5	3	2	4	3	3
P3	3	1	1	2	3	2	2	1
P4	2	4	3	2	3	4	2	2
P5	4	4	3	4	4	3	4	3
P6	4	3	3	2	4	4	4	4
P7	2	2	1	3	4	3	4	3
P8	4	4	4	3	3	3	3	2
P9	4	5	5	3	4	2	3	3
P10	5	4	3	4	5	3	4	4
GA	0,052	0,008	0,025	0,036	0,017	0,012	0,005	0,004

Stratejik boyuta ait alt kriterler için Çizelge 5.42'deki karar matrisi (A) oluşturulmuş ve her bir alt kriterin genel (global) ağırlığı (GA) matrisin en alt satırına yazılmıştır.

Çizelge 5.42. Stratejik boyut karar matrisi (A)

	4.1.	4.2	4.3.	4.4.	4.5.	4.6.
P1	3	3	2	2	3	4
P2	5	3	4	4	5	4
P3	3	3	3	3	2	2
P4	2	2	1	4	2	3
P5	2	1	2	3	1	4
P6	4	2	2	4	4	5
P7	2	2	2	3	1	4
P8	5	4	3	4	4	4
P9	4	3	4	5	5	3
P10	4	4	5	3	3	1
GA	0,062	0,016	0,025	0,040	0,094	0,011

Teknolojik boyuta ait alt kriterler için Çizelge 5.43'teki karar matrisi (A) oluşturulmuş ve her bir alt kriterin genel (global) ağırlığı (GA) matrisin en alt satırına yazılmıştır.

Çizelge 5.43. Teknolojik boyut karar matrisi (A)

	5.1.	5.2.	5.3.	5.4.	5.5.	5.6.
P1	3	3	3	4	4	3
P2	4	4	4	3	5	4
P3	2	3	3	2	3	1
P4	3	4	3	2	3	3
P5	2	3	3	2	2	1
P6	4	4	5	3	5	4
P7	2	3	3	1	2	2
P8	5	5	4	3	4	5
P9	4	3	4	3	4	3
P10	2	3	3	2	4	3
GA	0,157	0,058	0,094	0,013	0,036	0,022

Yapılabilirlik boyutuna ait alt kriterler için Çizelge 5.44'teki karar matrisi (A) oluşturulmuş ve her bir alt kriterin genel (global) ağırlığı (GA) matrisin en alt satırına yazılmıştır.

Çizelge 5.44. Yapılabilirlik boyutu karar matrisi (A)

	6.1.	6.2.	6.3.	6.4.	6.5.	6.6.	6.7.
P1	3	4	3	5	4	5	5
P2	2	4	3	5	4	4	4
P3	3	4	4	4	4	4	5
P4	3	4	4	4	4	5	5
P5	2	3	3	3	3	4	4
P6	2	4	3	4	4	4	4
P7	2	2	2	2	2	3	3
P8	4	3	3	4	4	4	4
P9	1	1	2	2	3	3	2
P10	2	3	4	3	3	3	3
GA	0,005	0,002	0,003	0,010	0,007	0,023	0,016

MS Excel 2007 programı yardımıyla tüm alt kriterler eş zamanlı olarak değerlendirilerek standart karar matrisi (R), ağırlıklı standart karar matrisi (V) oluşturulmuş; pozitif ideal ve negatif ideal çözümler bulunmuş; ayrım ölçüleri hesaplanmış ve Çizelge 4.45'teki her bir karar noktasının ideal çözüme yakınlığı (C^*) belirlenmiştir.

Çizelge 5.45. İdeal çözüme yakınlık değerleri (C*)

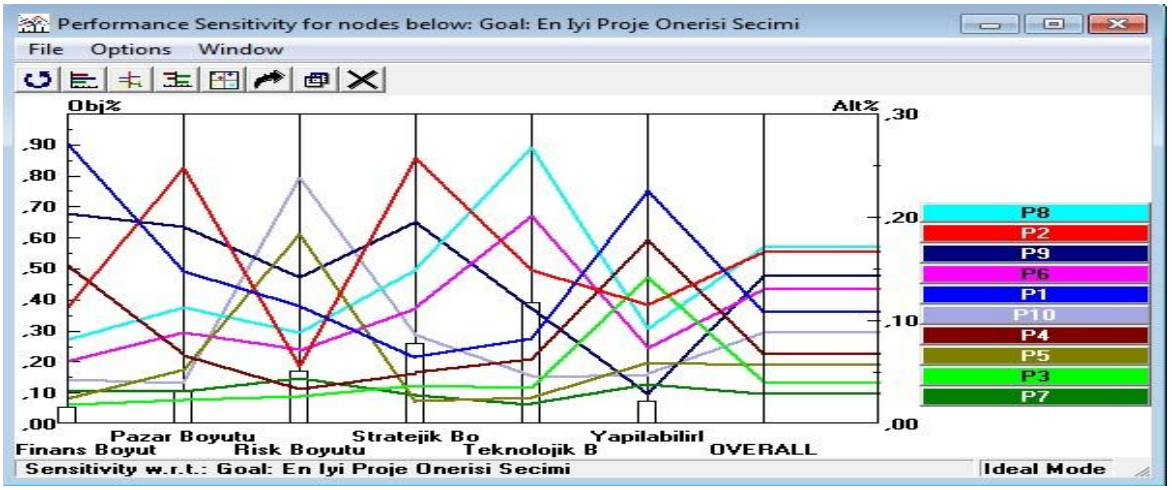
Proje Önerileri	Yakınlık
C*8	0,78
C*2	0,73
C*9	0,70
C*6	0,66
C*1	0,43
C*10	0,36
C*4	0,32
C*5	0,22
C*3	0,20
C*7	0,11

Alt kriterler için uygulanan TOPSIS Metoduna göre de en iyi proje önerisi 8 numaralı proje önerisi olmuş, bunu sırasıyla C_2, C_9, C_6, C_1, C_{10}, C_4, C_5, C_3, ve C_7 takip etmiştir.

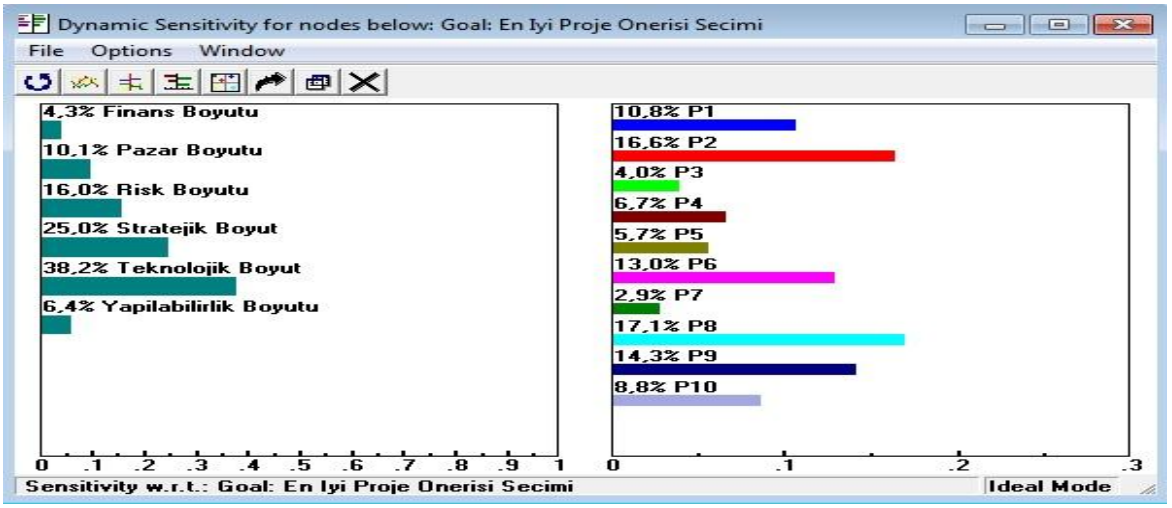
5.10. Duyarlılık Analizleri

Performans, dinamiklik, eğim ve başa baş gibi duyarlılık analizlerinin yapılmasına imkan sağlayan Expert Choice 2000 programı kullanılarak her bir kriterin en önemli kriter olduğu durumdaki proje önerileri sıralaması belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca her bir kriterin önem derecesi farklılaştırılıp proje önerilerinin sıralamasının değiştiği nokta bulunmuştur.

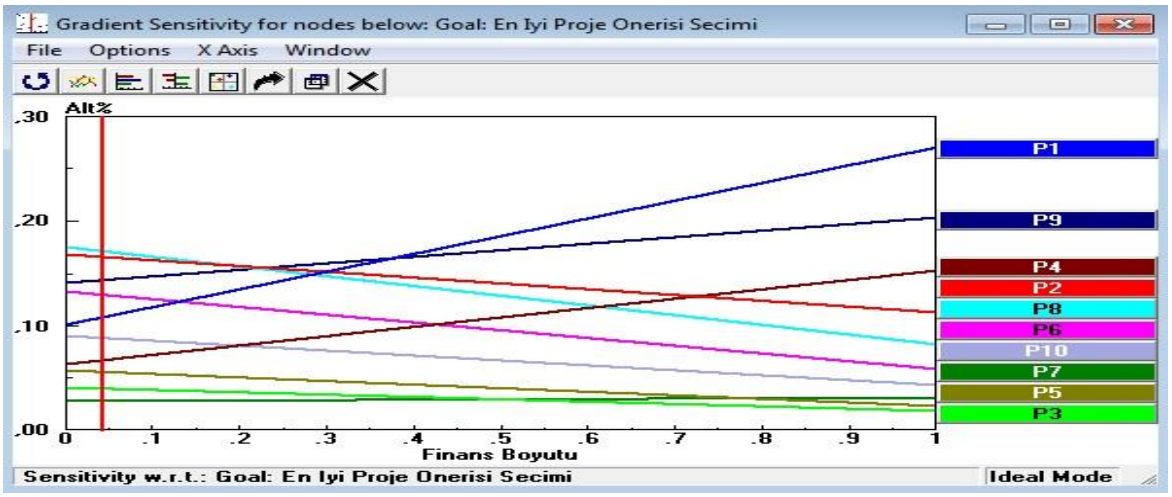
Başlangıç durumunda performans analiz görüntüsü Resim 5.1'de, dinamik analiz görüntüsü Resim 5.2'de, eğim analiz görüntüsü Resim 5.3.'te, başa baş analiz görüntüsü Resim 5.4'te yer almaktadır.



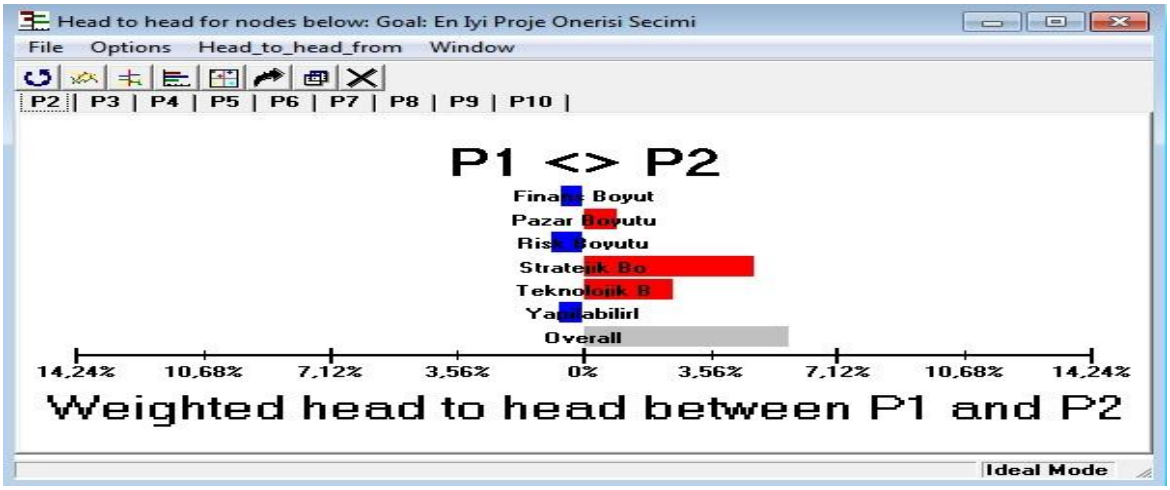
Resim 5.1. Expert Choice performans analiz başlangıç çözüm ekranı



Resim 5.2. Expert Choice dinamik analiz başlangıç çözüm ekranı

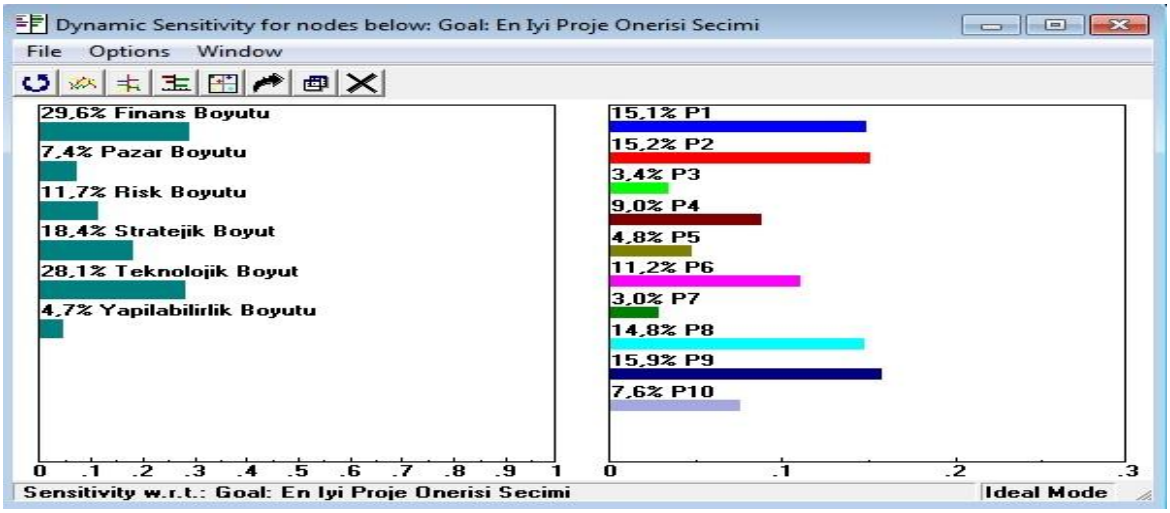


Resim 5.3. Expert Choice eğim analiz başlangıç çözüm ekranı



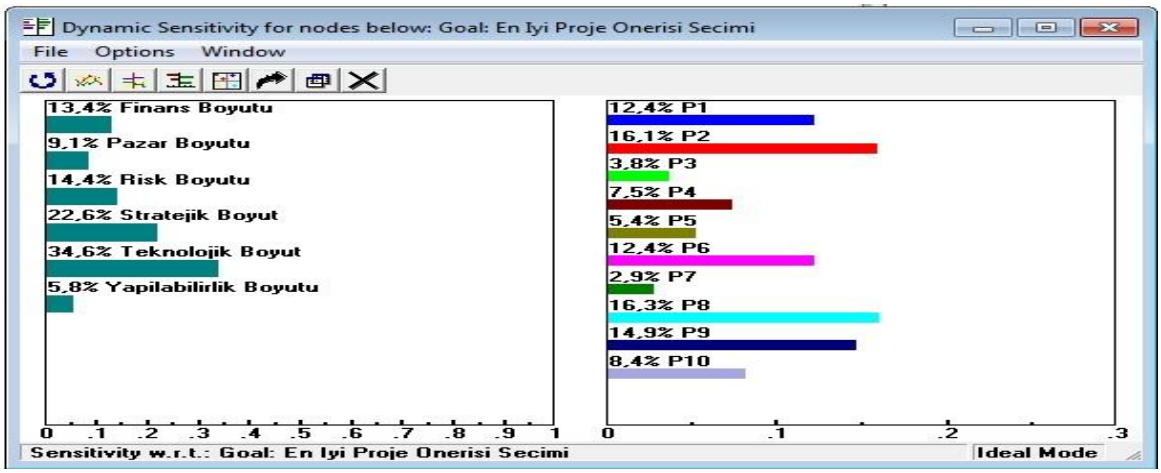
Resim 5.4. Expert Choice başa baş analiz başlangıç çözüm ekranı

Finans boyutu kriterinin en önemli kriter olduğu durumda proje önerileri sıralaması Resim 5.5'te gösterildiği gibi değişmiş ve P9 en iyi proje önerisi seçilmiştir.



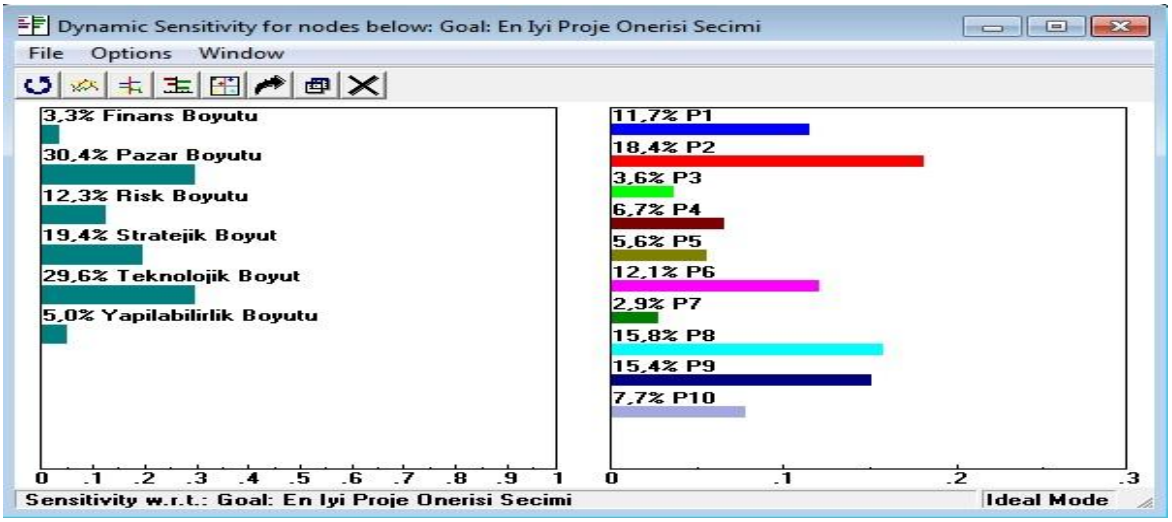
Resim 5.5. Finans boyutu kriterinin en önemli olduğu durum ekranı

Finans boyutu kriterinin önem derecesi % 4,3'ten % 13,4'e çıkarıldığında Proje Önerisi 1 ve Proje Önerisi 6'nın ağırlıkları eşit duruma gelmiştir. Bu değerden sonra da Proje Önerisi 1 öne geçmektedir. Resim 5.6 finans boyutu kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesini göstermektedir:



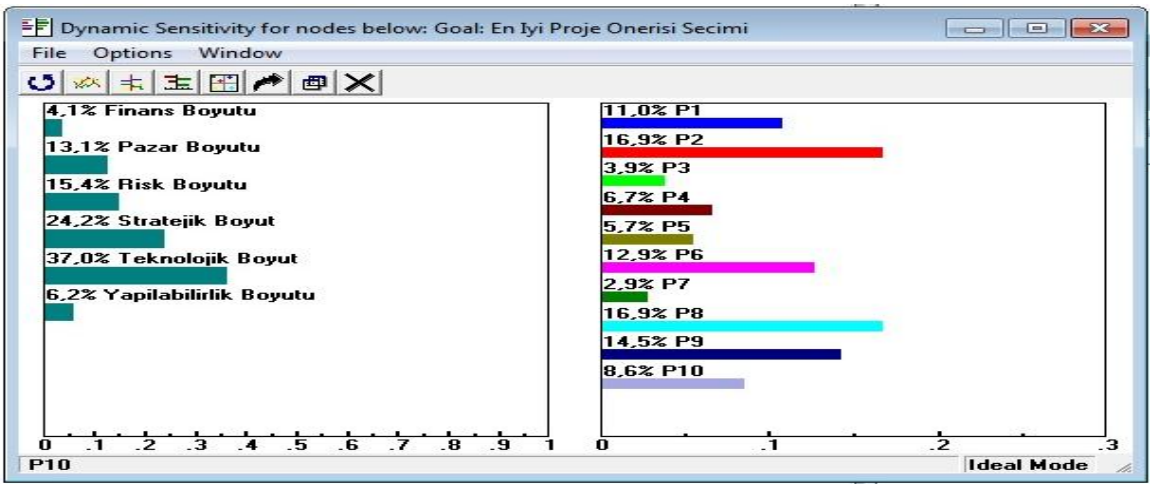
Resim 5.6. Finans boyutu kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesi

Pazar boyutu kriterinin en önemli kriter olduğu durumda proje önerileri sıralaması Resim 5.7'de gösterildiği gibi değişmiş ve P2 en iyi proje önerisi seçilmiştir.



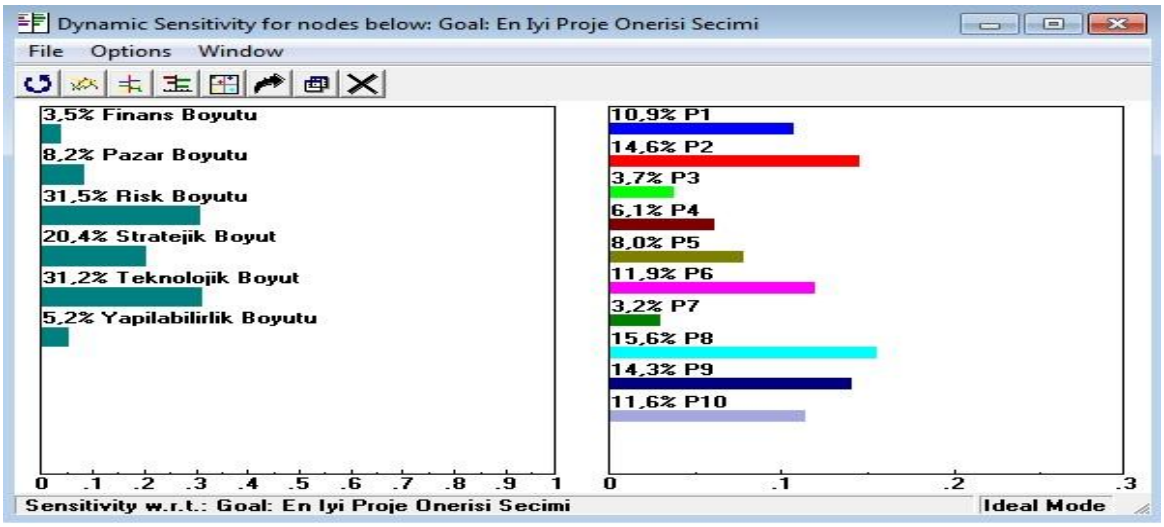
Resim 5.7. Pazar boyutu kriterinin en önemli olduğu durum ekranı

Pazar boyutu kriterinin önem derecesi % 10,1'den % 13,1'e çıkarıldığında Proje Önerisi 2 ve Proje Önerisi 8'in ağırlıkları eşit duruma gelmiştir. Bu değerden sonra da Proje Önerisi 2 öne geçmektedir. Resim 5.8 pazar boyutu kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesini göstermektedir:



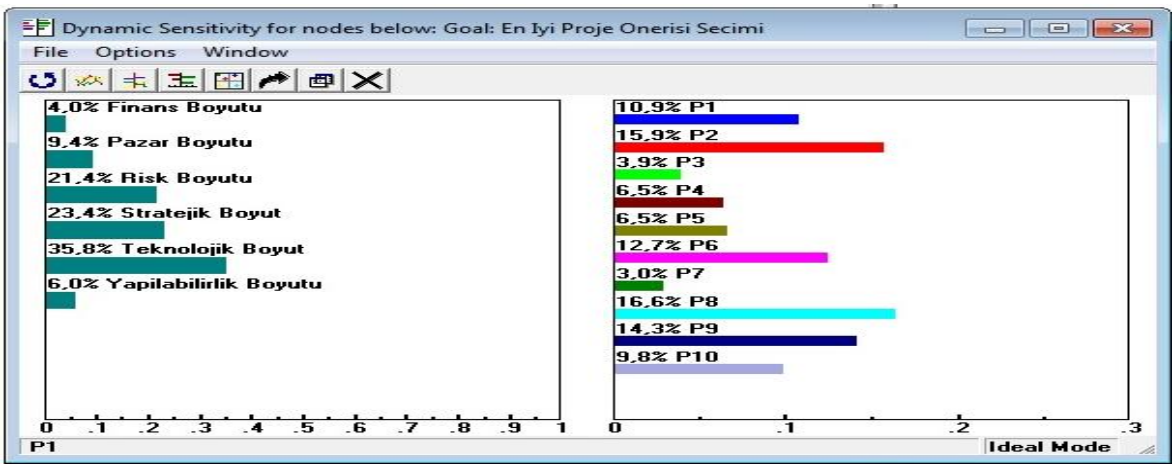
Resim 5.8. Pazar boyutu kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesi

Risk boyutu kriterinin en önemli kriter olduğu durumda proje önerileri sıralaması Resim 5.9'da gösterildiği gibi değişmiş ve P8 en iyi proje önerisi seçilmiştir.



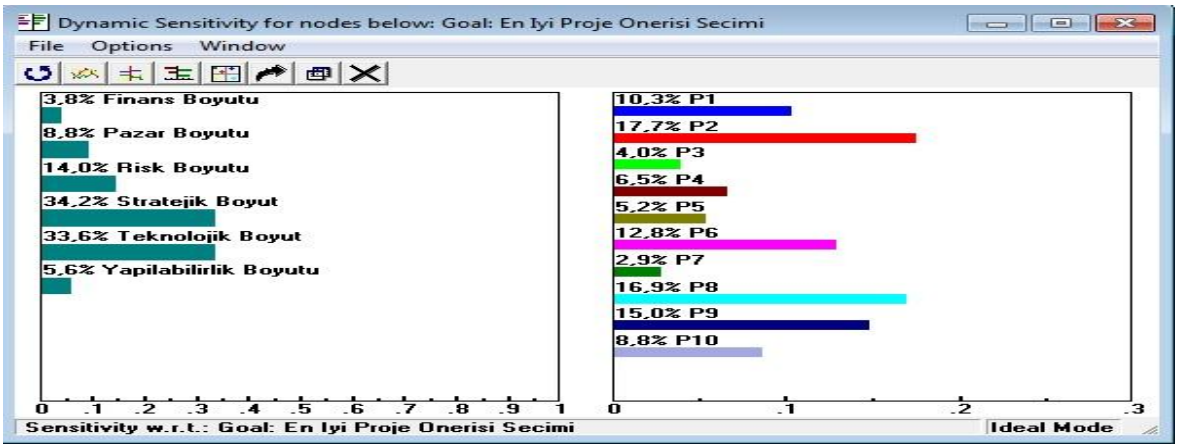
Resim 5.9. Risk boyutu kriterinin en önemli olduğu durum ekranı

Risk boyutu kriterinin önem derecesi % 16'dan % 21,4'e çıkarıldığında Proje Önerisi 4 ve Proje Önerisi 5'in ağırlıkları eşit duruma gelmiştir. Bu değerden sonra da Proje Önerisi 5 öne geçmektedir. Resim 5.10 risk boyutu kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesini göstermektedir:



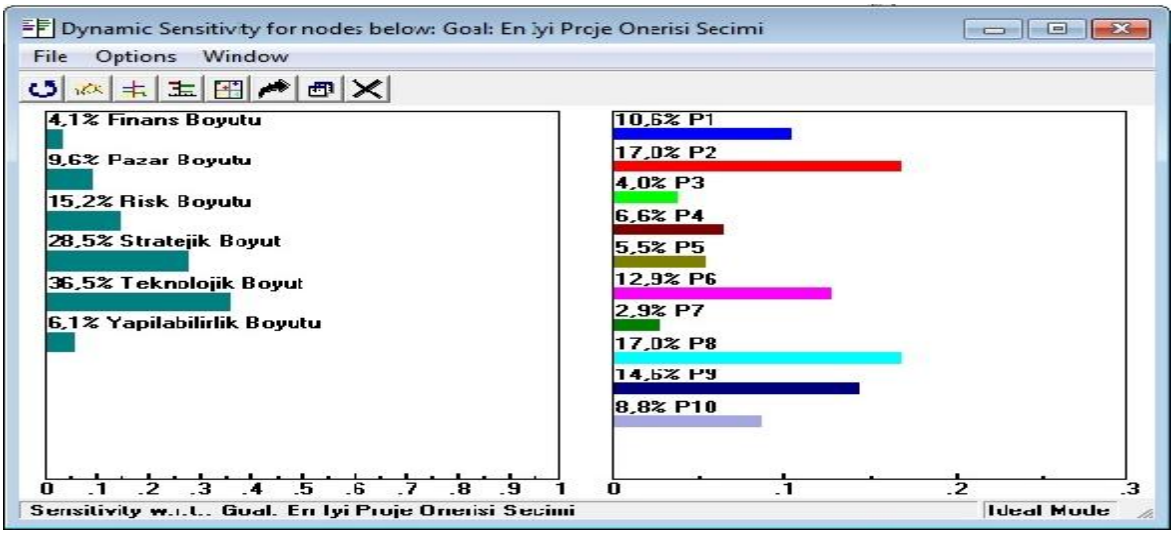
Resim 5.10. Risk boyutu kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesi

Stratejik boyut kriterinin en önemli kriter olduğu durumda proje önerileri sıralaması Resim 5.11'de gösterildiği gibi değişmiş ve P2 en iyi proje önerisi seçilmiştir.



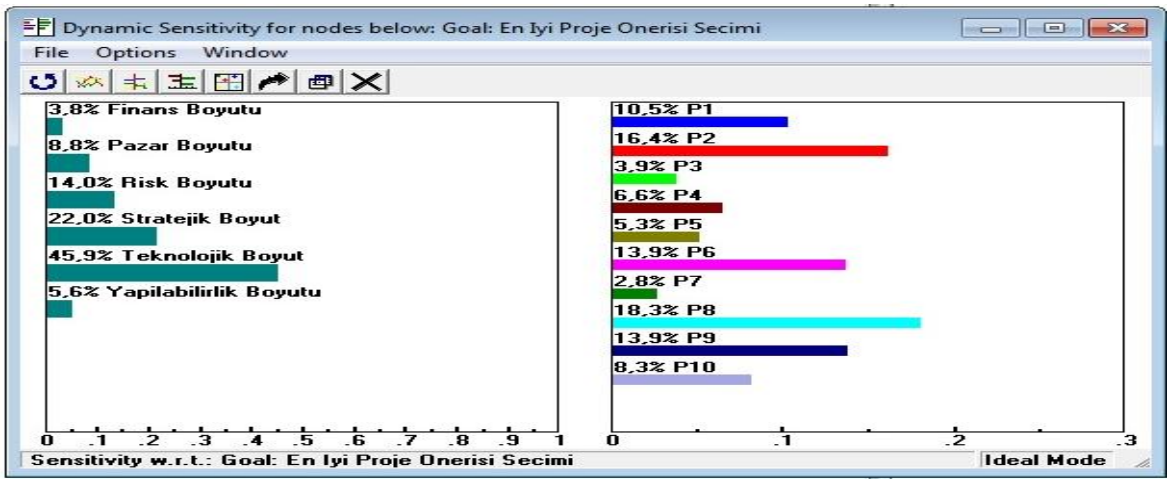
Resim 5.11. Stratejik boyut kriterinin en önemli olduğu durum ekranı

Stratejik boyut kriterinin önem derecesi % 25'ten % 28,5'a çıkarıldığında Proje Önerisi 2 ve Proje Önerisi 8'in ağırlıkları eşit duruma gelmiştir. Bu değerden sonra da Proje Önerisi 2 öne geçmektedir. Resim 5.12 stratejik boyut kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesini göstermektedir:



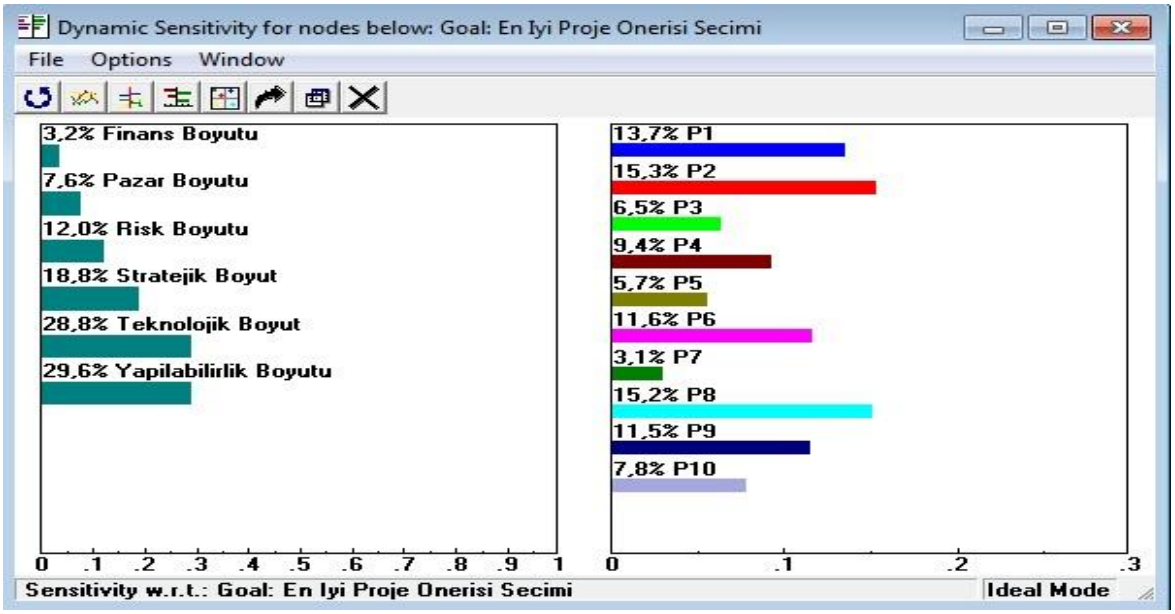
Resim 5.12. Stratejik boyut kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesi

Teknolojik boyut kriterinin önem derecesi % 38,2'den % 45,9'a çıkarıldığında Proje Önerisi 6 ve Proje Önerisi 9'un ağırlıkları eşit duruma gelmiştir. Bu değerden sonra da Proje Önerisi 6 öne geçmektedir. Resim 5.13 teknolojik boyut kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesini göstermektedir:



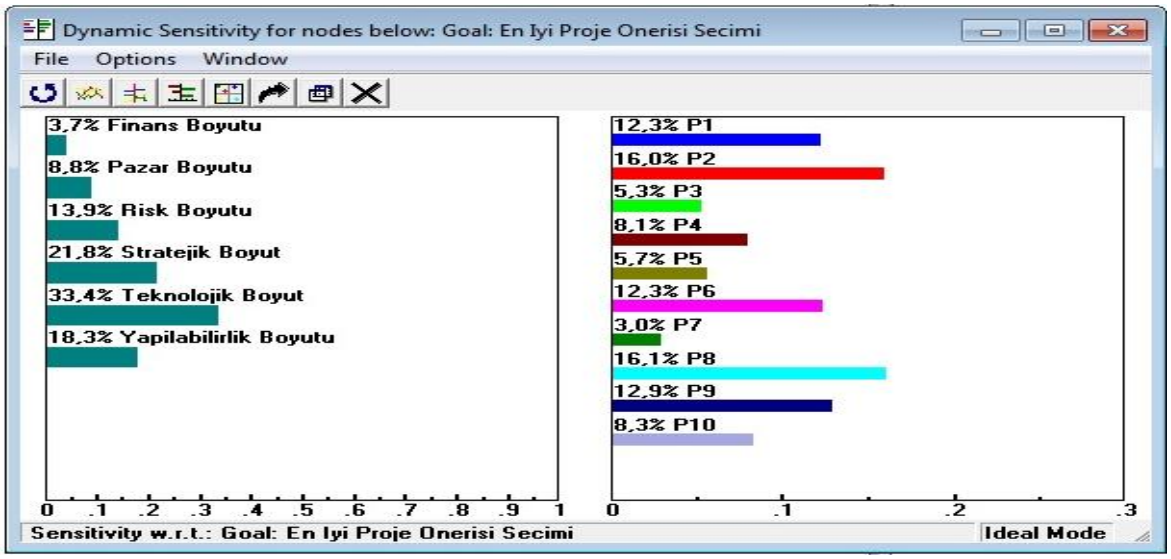
Resim 5.13. Teknolojik boyut kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesi

Yapılabilirlik boyutu kriterinin en önemli kriter olduğu durumda proje önerileri sıralaması Resim 5.14'te gösterildiği gibi değişmiş ve P2 en iyi proje önerisi seçilmiştir.



Resim 5.14. Yapılabilirlik boyutu kriterinin en önemli olduğu durum ekranı

Yapılabilirlik boyutu kriterinin önem derecesi % 6,4'ten % 18,3'e çıkarıldığında Proje Önerisi 1 ve Proje Önerisi 6'nın ağırlıkları eşit duruma gelmiştir. Bu değerden sonra da Proje Önerisi 1 öne geçmektedir. Resim 5.15 yapılabilirlik boyutu kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesini göstermektedir:



Resim 5.15. Yapılabilirlik boyutu kriterinin sıralamayı değiştirdiği önem derecesi

Duyarlılık Analizi'nde elde edilen sonuçlara göre, proje önerileri sıralaması en çok pazar boyutu kriterine, en az ise yapılabilirlik boyutu kriterine duyarlıdır.

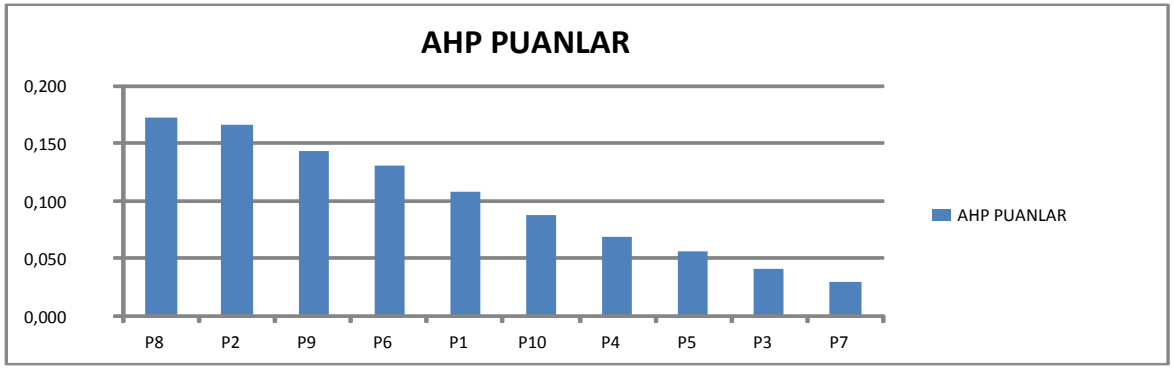
5.11. Değerlendirme

Hem AHP hem de TOPSIS metodu ile 10 adet proje önerisi önceliklendirilmiştir. Her iki metodta da 8 numaralı proje önerisi sıralamada birinci olmuş, TOPSIS metodunda P2 ve P6'nın sıralamadaki yerleri değişmiştir. AHP ve TOPSIS karşılaştırması Çizelge 5.46'da gösterilmiştir:

Çizelge 5.46. AHP ve TOPSIS karşılaştırması

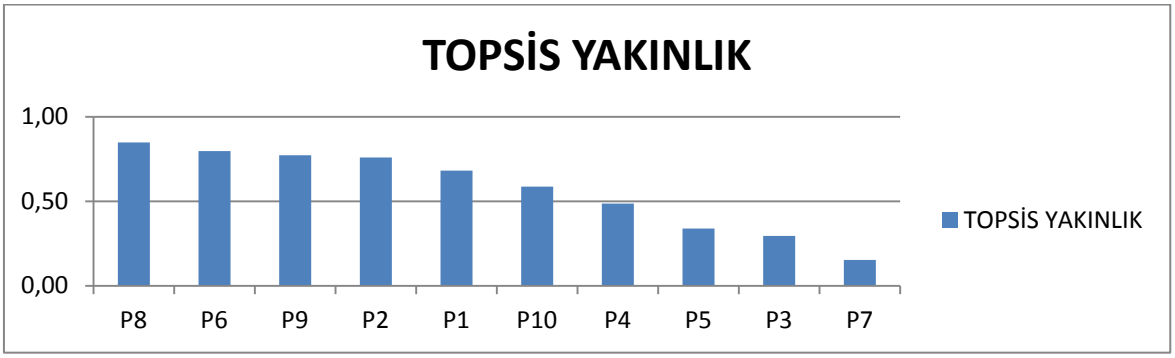
	AHP	TOPSIS
PROJE ÖNERİLERİ	PUANLAR	YAKINLIK
P1	0,108	0,68
P2	0,166	0,76
P3	0,040	0,29
P4	0,068	0,49
P5	0,055	0,34
P6	0,131	0,80
P7	0,029	0,15
P8	0,173	0,85
P9	0,143	0,77
P10	0,087	0,59

AHP metodu ile belirlenen puanlar, proje önerileri ile birlikte grafiksel olarak Şekil 5.3.'te gösterilmiştir:



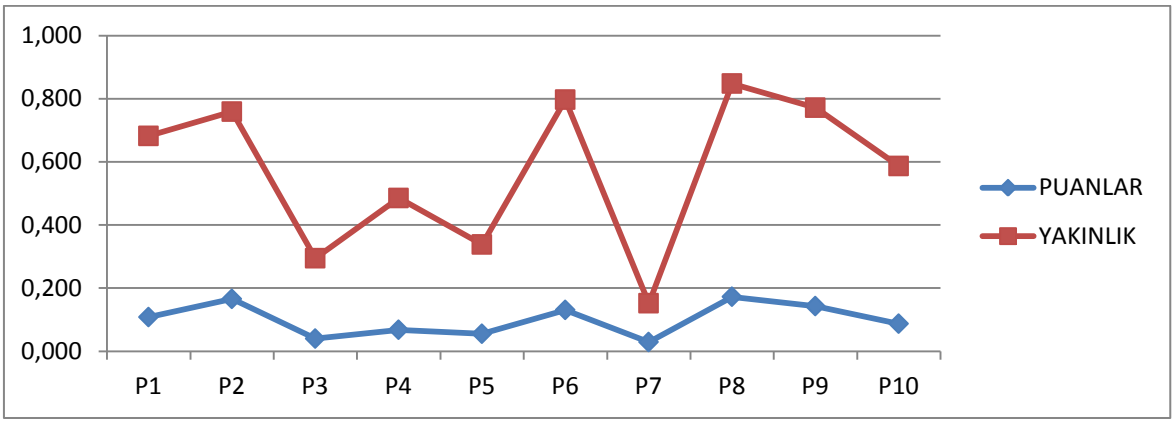
Şekil 5.3. Proje önerilerinin AHP puanlarının grafiksel gösterimi

TOPSIS metodu ile belirlenen puanlar, proje önerileri ile birlikte grafiksel olarak Şekil 5.4'te gösterilmiştir:



Şekil 5.4. Proje önerilerinin TOPSIS yakınlıklarının grafiksel gösterimi

AHP 'de alınan puanlar ile TOPSIS'te belirlenen yakınlıkların proje önerileri ile birlikte grafiksel gösterimi Şekil 5.5'te verilmiştir:



Şekil 5.5. AHP'deki puanların ve TOPSIS'teki yakınlıkların grafiksel gösterimi

6. SONUÇ

Ar-Ge projeleri yapan bir kurumun öncelikli amacı, kurumun varlığını sürdürülebilir kılarak, ülkenin rekabet gücünü arttıracak milli projeler geliştirmektir. Bu doğrultuda, gelen proje önerileri dikkatlice değerlendirilmeli ve hangi projeye başlanacağı kararı en doğru şekilde verilmelidir. Karar problemi sistematik bir yaklaşımla yapılandırılmalı, kararı etkileyecek tüm faktörler ele alınmalı ve karar verme yöntemi doğru bir şekilde uygulanmalıdır.

Kamu kurumlarında karar verme sürecinde finansal konular dışında politik, stratejik, taktik seviyede değerlendirmeler de yapılır. Bu çalışmada, üst düzey yöneticilere proje önerisi seçim sürecinde yardımcı olabilmesi için kolay anlaşılır ve uygulanabilir bir karar verme metodu önerilmiştir. Bu amaçla ÇKKV yöntemlerinden AHP ve TOPSIS birlikte kullanılmıştır. AHP ile ana kriterlere ve alt kriterlere ait ağırlıklar belirlenmiş ve her iki yöntemle de proje önerileri önceliklendirilmiştir.

AHP yöntemi, karmaşık problemleri, problemin amacı, kriterleri, alt kriterleri ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi hiyerarşik olarak modellemeyebilmesi, nitel ve nicel faktörleri aynı zamanda değerlendirmeye olanak vermesi, probleme uygun olması, bilgi ve deneyimlere önem vermesi, karar verici tarafından anlaşılmasının ve uygulanmasının kolay olması, kıyaslamalarının tutarlılığını test etme imkanı sağlaması, kullanımının yaygın olması, bu amaçla geliştirilmiş yazılım araçlarının çok olması ve Expert Choice programı ile pratiklik ve analiz imkanı sağlaması sebebiyle tercih edilmiştir. İkinci yöntem olarak tercih edilen, ideal çözüme yakınlık temeline dayanan TOPSIS de seçim problemlerinde sıkça kullanılan, kolay anlaşılıp uygulanabilen ÇKKV yöntemlerindendir.

Bu tez çalışmasında, öncelikle Ar-Ge projesi değerlendirme ve seçimi hakkında bilgi verilmiş; ardından karar verme kavramına ve çok kriterli karar verme yöntemlerine değinilmiştir. Mevcut durumda kullanılan herhangi bir çok kriterli karar verme yöntemi olmaması sebebiyle kurum için yeni bir model önerilmiştir. Kurumun ilgili biriminde görevli uzman kişilerle birlikte belirlenen altı ana kriter ve otuzsekiz alt kriter dikkate alınarak AHP ve TOPSIS yöntemleri uygulanmıştır. İkili

kıyaslama matrisleri oluşturularak ana kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış, proje önerileri bu kriterler göz önüne alınarak değerlendirilmiştir. Her iki yöntem de kullanılarak sıralama yapılmış ve en iyi proje önerisi P8 olarak belirlenmiştir. Ayrıca TOPSIS metodunda tüm alt kriterler eş zamanlı olarak değerlendirilmiş ve P8 yine en iyi proje önerisi olmuştur. Çıkan sonuçlar bilgi birikimini ve tecrübesini kullanacak olan karar vericiye karar verme sürecinde yardımcı olacak niteliktedir.

Kriterlerin ağırlıklarındaki değişimin sonuçlara ne ölçüde etki ettiğinin tespiti amacıyla Expert Choice 2000 programında yapılan Duyarlılık Analizi sonucunda; proje seçiminin en fazla pazar boyutu kriterlerine, en az yapılabilirlik boyutu kriterlerine duyarlı olduğu belirlenmiştir.

Yapılan çalışma, tedarikçi seçimi, personel seçimi, ekipman seçimi, yatırım seçimi gibi daha sonraki karar problemi çalışmalarında da kullanılabilir. İlerideki çalışmalarda, proje seçiminde AHP ve TOPSIS metodları yerine diğer çok kriterleri karar verme yöntemleri de kullanılabilir. Bu uygulamalarda, daha çok çaba ve daha çok sayıda işlem gerektiren grup karar verme ya da bulanıklık yaklaşımı da değerlendirilebilir. Elde edilen sonuçlar, bu tez çalışmasındaki sonuçlar ile karşılaştırılabilir.

KAYNAKLAR

Acar, E., ve Güner, M. (2014). Bir konfeksiyon işletmesinde anahtar müşterinin TOPSIS çok kriterli karar verme metodu kullanılarak belirlenmesi. *XIII. Uluslararası Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu*, İzmir, 137-145.

Ai, H., Wang, H., and Sun, D. (2014). Using analytic hierarchy process to structure the selection of techniques for antibiotic bacterial dregs. *Advanced Materials Research*, 864-867, 1933-1936.

Aker, P. (2010). *A DEA based sorting approach for industrial R&D projects,* Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 86.

Aksakal, E., ve Dağdeviren, M. (2010). ANP ve DEMATEL yöntemleri ile personel seçimi problemine bütünleşik bir yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25 (4), 905-913.

Akyüz, Y., ve Soba, M. (2013). ELECTRE Yöntemiyle tekstil sektöründe optimal kuruluş yeri seçimi: Uşak ili örneği. *Uluslararası Yönetim İşletme ve İktisat Dergisi*, 9 (19), 185-198.

Alcan, P., Özdemir, Y., Başlıgil, H., ve Sevinçtekin, E. (2013). Mobbing Davranışlarının Etkilerinin Araştırılması. *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, Sigma 31, 222-233.

Anaral, F. (2012). *Çok kriterli karar verme yöntemi ile yazılım geliştirme metodolojisi seçim,* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 34.

Ardakani, M. (2014). Ranking different factors influencing on development of tourism industry. *Management Science Letters*, 4 (5), 917-920.

Arıkan, F. ve Küçükçe, Y. S. (2012). Satın alma faaliyeti için bir tedarikçi seçimi-değerlendirme problemi ve çözümü. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27 (2), 255-264.

Arunachalam, N., Sathya, E., Begum, S. H., and Makeswari, M. U. (2013). An ontology based text mining framework for R&D project selection. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, 5 (1), 161.

Atmojo, R. N. P., Cahyani, A. D., Abbas, B. S., Pardamean, B., Anindito, and Manulang, I. D. (2014). Design of single user decision support system model based on fuzzy simple additive weighting algorithm to reduce consumer confusion problems in smartphone purchases. *Applied Mathematical Sciences*, 8 (15), 717-732.

Ayan, T., ve Perçin, S. (2012). Ar-Ge projelerinin seçiminde grup kararına dayalı bulanık karar verme yaklaşımı. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 26 (2), 238-241.

Ayan, T., ve Pabuçcu, H. (2013). Yenilenebilir enerji kaynaklarının yatırım projelerinin analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18 (3), 89-110.

Ballı, S. (2005). *Fuzzy çok kriterli karar verme ve basketbolda oyuncu seçimine uygulanması,* Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 12-15.

Bilen, İ. E. (2010). *Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) ve ekonomik büyüme: Seçilmiş gelişmekte olan ülkeler üzerine bir uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum, 41-42.

Carlsson, C., Fuller, R., and Majlender, P. (2005). A fuzzy approach to R&D project selection, *Proceedings of the Fourth Conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLATLFA),* Spain, 536-540.

Çağlar, M. (2009). *Multiple criteria project selection problems,* Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 22.

Çakır, S., ve Perçin, S. (2013). Çok kriterli karar verme teknikleriyle lojistik firmalarında performans ölçümü. *Ege Akademik Bakış*, 13 (4), 449-459.

Çoban, M. (2012). *Personel seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve imalat sanayiinde bir uygulama.* Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir, 60-61.

Dağdeviren, M., ve Eren, T. (2001). Tedarikçi firma seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemlerinin kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 43.

Dağdeviren, M., Akay, D., ve Kurt, M. (2004). İş değerlendirme sürecinde analitik hiyerarşi prosesi ve uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19 (2), 132.

Dağdeviren, M. (2007). Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile personel seçimi ve bir uygulama. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22 (4), 792-793.

Dağdeviren, M., Eraslan, E., ve Kurt, M. (2007). Makina seçimi problemi için TOPSIS, AHP, ELECTRE ve PROMETHEE yöntemleri ile karşılaştırmalı bir analiz, *Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 27. Ulusal Kongresi,* İzmir, 562-567.

Dağdeviren, M., ve Eraslan, E. (2008). PROMETHEE sıralama yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 69-75.

Doğan, N. Ö., ve Gencan, S. (2013). Seyahat acentası yöneticilerinin bakış açısıyla en uygun otel seçimi: Bir analitik hiyerarşi prosesi (AHP) uygulaması. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,* 41, 69-88.

Doğan, A., ve Önder, E. (2014). İnsan kaynakları temin ve seçiminde çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanılması ve bir uygulama. *Journal of Yaşar University*, 9 (34), 5796-5819.

Dumanoğlu, S. (2010). iMKB'de işlem gören çimento şirketlerinin mali performansının TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi. *Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi*, 29 (2), 323-339.

Eilat, H., Golany, B., and Shtub, A. (2007). R&D project evaluation: An integrated DEA and balanced scorecard approach. *Omega The International Journal of Management Science*, 895-896.

Engelkıran, M. (2001). *Fuzzy çoklu kritere göre karar vermenin insan kaynaklarına uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 28.

Ersöz, F., ve Kabak, M. (2010). Savunma sanayi uygulamalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinin literatür araştırması. *Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Dergisi*, 99.

Ertuğrul, İ., ve Aytaç, E. (2012). Analitik ağ süreci yöntemi ve kombi seçim probleminde uygulanabilirliği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27 (2), 79-92.

Ertuğrul, İ., ve Karakaşoğlu, N. (2013). ELECTRE ve bulanık AHP yöntemleri ile bir işletme için bilgisayar seçimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(2), 23-41.

Genç, T., ve Masca, M. (2013). TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ile elde edilen üstünlük sıralamalarının bir uygulama üzerinden karşılaştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, XV (II), 539-567.

Gosenheimer C. (2012). Project prioritization: A structured approach to working on what matters most. *Office of Quality Improvement University of Wisconsin*, 1, 3-6.

Gökdalay, M. H., ve Evren, G. (2009). Havaalanlarının performans analizinde bulanık çok ölçütlü karar verme yaklaşımı. *İTÜ Dergisi/d Mühendislik*, 8 (6), 157-168.

Görgülü, İ., Korkmaz, M., ve Eren, T. (2013). Analitik ağ prosesi ve TOPSIS yöntemleri ile optimal yatırım stratejisi seçimi. *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, Sigma 31, 203-213.

Guo, P., Liang, J. J., Zhu, Y. M., and Hu, J. F., (2008). R&D project portfolio selection model analysis within project interdependencies context, *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEE) International Conference*, China, 994-998.

Hacıköylü, B. E. (2006). *Analitik hiyerarşi karar verme süreci ile Anadolu Üniversitesi'nde beslenme ve barınma yardımı alacak öğrencilerin belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 14.

Huang, C. C., Chu, P. Y., and Chiang, Y. H. (2006). A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection. *Omega The International Journal of Management Science*, 36, 1038-1052.

İnternet: TÜBİTAK (2011). *Ulusal Yenilik Sistemi 2023 Yılı Hedefleri (2011/101).* Web:http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/BTYPD/BTYK/btyk23/2011_101.pdf adresinden 6 Haziran 2014'te alınmıştır.

İnternet: TÜBİTAK (2013). *Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik İstatistikleri.* Web: http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/bty_stat_0.pdf adresinden 6 Haziran 2014'te alınmıştır.

İnternet: List of Countries by Resarch and Development. Web: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_research_and_development_spending adresinden 1 Eylül 2014'te alınmıştır.

Kabak, M., ve Uyar, Ö. O. (2013). Lojistik sektöründe ağır ticari araç seçimi problemine çok ölçütlü bir yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28 (1), 115-125.

Kaplan, S. (2007). *Hava savunma sektörü tezgah yatırım projelerinin bulanık AHP ile değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 8-12.

Karakaya, K. (2003). *İstanbul Boğazı'ndan geçen gemilerin emniyetli geçişinin analitik hiyerarşi prosesi kullanarak analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Kasapoğlu, Ö., ve Yurder, Y. (2013). Tedarikçi seçim kararında analitik ağ süreci uygulaması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15 (1), 163-195.

Ketkar, M., and Vaidya, O. S. (2014). Developing ordering policy based on multiple inventory classification schemes. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 133, 180-188.

Koçoğlu, E. (2010). *İşletmelerde yöneticilerin karar verme süreci ve bu süreçte bilişim sistemlerinin kullanımı: Ankara ili örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 45.

Köse, E., Erbaş, M., ve Erşen, E. (2013). Karar problemlerinin çözümünde oyun teorisi ve coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması, *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, Ankara, 2.

Kumar, S. S. (2004). AHP-based formal system for R&D project evaluation. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 63, 886-896.

Kurtulan, M. (2009). *Küresel rekabet ortamında işletmelerde teknoloji geliştirme birimlerinin kurulması ve teknoloji yönetimi,* Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karaman, 20-30.

Kuruüzüm, A., ve Atsan, N. (2001). Analitik hiyerarşi yöntemi ve işletmecilik alanındaki uygulamaları. *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1, 84.

Lee, Y. C., Tang, N. H., and Sugumaran, V. (2014). Open source CRM software selection using the analytic hierarchy process. *Information Systems Management*, 31 (1), 2-20.

Meade, L. M., and Presley, A. (2002). R&D Project selection using the analytic network process. *IEEE Transactions On Engineering Management*, 49 (1), 59-66.

Mela, K., Tiainen, T., and Heinisuo, M. (2012). Comparative study of multiple criteria decision making methods for building design. *Advanced Engineering Informatics*, 26 (4), 716-726.

Menteş, A. (2000). *Manevra ve sevk sistemi seçiminde bulanık çok kriterli karar verme,* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 3.

Mohaghar, A., Fathi, M. R., Faghih, A., and Turkayesh, M. M. (2012). An integrated approach of fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS for R&D project selection: A case study. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6 (2), 66-75.

Murray, S., Alpaugh, A., Burgher, K., Flachsbart, B., and Elrod, C. (2010). Development of a systematic approach to project selection for rural economic development. *Journal of Rural and Community Development*, 5 (3), 3.

Pekkaya, M., ve Aktogan, M. (2014). Dizüstü bilgisayar seçimi: DEA, TOPSIS ve VIKOR ile karşılaştırmalı bir analiz. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10 (10), 157-178.

Onursal, B. (2009). *Proje seçiminde bulanık TOPSIS yöntemi ile bir model önerisi: İnşaat sektörü uygulaması,* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 3-11.

Ömürbek, V., ve Kınay, B. (2013). Havayolu taşımacılığı sektöründe TOPSIS yöntemiyle finansal performans değerlendirmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18 (3), 343-363.

Ömürbek, N., Büyükgebiz, E., ve Başdeğirmen, A. (2013). Ürün alternatifi seçiminde analitik hiyerarşi sürecinin bir süt fabrikasında uygulanması. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi,* 14 (1), 137-155.

Önder, G., Aybas, M., ve Önder, E. (2014). Hemşirelerin stres seviyesine etki eden faktörlerin öncelik sırasının çok kriterli karar verme tekniği ile belirlenmesi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 1 (1), 21-35.

Özdağoğlu, A. (2012). Üretim yapan işletmeler için hidrolik giyotin alternatiflerinin TOPSIS yöntemi ile incelenmesi. *Ege Akademik Bakış*, 12 (4), 550-551.

Özdağoğlu, A. (2013). Üretim işletmelerinde lazer kesme makinelerinin PROMETHEE yöntemi ile karşılaştırılması. *Uluslararası Yönetim İşletme ve İktisat Dergisi*, 9 (19), 305-318.

Özşahin, E. (2014). Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve analitik hiyerarşi süreci (AHS) kullanılarak Tekirdağ ilinde deprem hasar riski analizi. *International Journal of Human Sciences*, 11 (1), 861-879.

Öztürk, A. (2004). *Yöneylem Araştırması*. (9. Baskı). Bursa: *Ekin Kitabevi*, 16.

Pesen, E. (2012). *Analitik hiyerarşi proses ile Ar-Ge projesi seçimi: İş makinaları sektöründe bir uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Mersin, 4-5, 10-19.

Pfitzner, M. S., and Quadros, R. (2011). R&D portfolio management: The case study of a big energy company in Brazil. *Portland International Center for Management of Engineering and Technology (PICMET)*, 8-9.

Sarıkaya, N. (2007). Organik ürün tüketimini etkileyen faktörler ve tutumlar üzerine bir saha çalışması. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14 (2), 110-125.

Seeber, J. (2011). Project selection criteria: How to play it right. *American Society for the Advancement of Project Management*, 4, 1-4.

Sezen, H. K. (2004). *Yöneylem Araştırması Sayımlama Yöntemleri*. Bursa: Ekin Kitabevi, 4-5.

Shakouri, H., Nabaee, M., and Aliakbarisani, S. (2014). A quantitative discussion on the assessment of power supply technologies: DEA (data envelopment analysis) and SAW (simple additive weighting) as complementary methods for the Grammar. *Energy*, 64, 640-647.

Soner, S., ve Önüt, S. (2006). Multi-criteria supplier selection: An ELECTRE-AHP application. *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 4, 110-120.

Suvacı, E., Lezki, Ş., Uysal, O., Önce, S., Er, F., Şıklar, E., ve Durucasu, H. (2013). *Proje Yönetimi.* (1. Baskı). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, 4.

Şahin, A., ve Akkaya, G. C. (2013). PROMETHEE sıralama yöntemi ile portföy oluşturma üzerine bir uygulama. *Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 2 (2), 67-81.

Şenol, M. B., Dağdeviren, M., ve Kurt, M. (2013). Hava aracı kokpit arayüz değerlendirmesi için çok kriterli bir yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28 (4), 685-693.

Şişman, B., ve Eleren, A. (2013). En uygun otomobilin gri ilişkisel analiz ve ELECTRE yöntemleri ile seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18 (3), 411-429.

Taha, H. A. (2000). *Yöneylem Araştırması.* (6. Basım). İstanbul: Literatür Yayıncılık, 511-540.

Tekin, M. (2004). *Sayısal Yöntemler*. (5. Baskı). Konya, 18-31.

Timor, M., ve Mimarbaşı, H. (2013). Banka şube hizmet etkinliklerinin veri zarflama analizi ve TOPSIS yöntemleri ile karşılaştırılması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 24 (75), 13-35.

Tolga, A.Ç., ve Kahraman, C. (2009). Ar-Ge projelerinin gerçek opsiyon değerleme bütünleşik bulanık çok ölçütlü modelleme seçimi. *İTÜ Dergisi/d Mühendislik*, 8 (4), 98.

Triantaphyllou, E., and Lin, C. T. (1996). Development and evaluation of five fuzzy multiattribute decision-making methods. *International Journal of Approximate Reasoning*, 14, 282-283.

Tunç, M. (2004). *An application of clustering R&D projects by using the analytic hierarchy process*, Yüksek Lisans Tezi, Bilkent Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 28-30.

TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı. (2010). *Ulusal bilim, teknoloji ve yenilik stratejisi 2011-2016*. Ankara: TÜBİTAK, 4.

TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı. (2010). 2011-2016 Bilim ve teknoloji insan kaynağı stratejisi ve eylem planı. Ankara: TÜBİTAK, 6.

Tütek H. H., ve Gümüşoğlu I. (2000). *Sayısal Yöntemler Yönetsel Yaklaşım*. İstanbul: *Beta Basım A.Ş*, 53-72.

Ulucan, A. (2004). *Yöneylem Araştırması.* Ankara: Siyasal Kitabevi, 306-323.

Urfalıoğlu, F., ve Genç, T. (2013). Çok kriterli karar verme teknikleri ile Türkiye'nin ekonomik performansının Avrupa Birliği üye ülkeleri ile karşılaştırılması. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, XXXV(II), 329-360.

Uygurtürk, H., ve Korkmaz, T. (2012). Finansal performansın TOPSIS çok kriterli karar verme yöntemi ile belirlenmesi: Ana metal sanayi işletmeleri üzerine bir uygulama, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7 (2), 95-115.

Ünal, T., ve Seçilmiş, N. (2013). Ar-Ge göstergeleri açısındanTürkiye ve gelişmiş ülkelerle kıyaslaması. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 1 (1), 13.

Yavuz, O. (2013). ELECTRE I karar modeli ile tedarikçi seçim süreci ve perakende sektöründe bir uygulama. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 5 (4), 210-226.

Yıldırım, B. F., ve Önder, E. (2014). Evaluating potential freight villages in İstanbul using multi criteria decision making techniques. *Journal of Logistics Management*, 3 (1), 1-10.

Yılmaz, N. T. (2009). *Personel seçim problemine analitik hiyerarşi yöntemi ile bir yaklaşım,* Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 13.

Yılmaz, B., ve Dağdeviren, M. (2010). Ekipman seçimi probleminde PROMETHEE ve bulanık PROMETHEE yöntemlerinin karşılaştırmalı analizi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25 (4), 814.

Yılmaz, E., Türker, H., ve Yıldızbakan, A. (2011). Su ve su kaynakları yönetiminde katılımcı yaklaşımlar: Mersin İli, Cehennemdere Vadisi örneği. *Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü,* Tarsus, 52-53.

Yücel, M., ve Ulutaş, A. (2009). Çok kriterli karar yöntemlerinden ELECTRE yöntemiyle Malatya'da bir kargo firması için yer seçimi. *Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 11 (17).

Yüksel, İ., ve Dağdeviren, M. (2006). Sosyo-teknik sistemlerde hatalı davranış riskini belirlemeye yönelik bir erken uyarı modeli. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21 (4), 793.

Zerenler, M., Türker, N., ve Şahin, E. (2007). Küresel teknoloji, araştırma-geliştirme (Ar-Ge) ve yenilik ilişkisi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17, 653-667.

Zhao, T., and Yuan, H. (2014). Parameter analysis model of distributed file system based on improved analytic hierarchy process. *Information Technology Journal*, 13 (11), 1908-1911.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : PEKER, Deniz

Uyruğu : T.C.

Doğum tarihi ve yeri : 19.09.1981 Ankara

Medeni hali : Evli

Telefon : 0 (531) 678 99 66

e-mail : deniz_yuksekpeker@mynet.com

Eğitim Derecesi	Okul / Program	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Gazi Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği	2005
Lise	Seyranbağları Süper Lisesi	1999

İş Deneyimi, Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2011-Devam	TÜBİTAK	Uzman Yardımcısı
2007-2008	TAV Esenboğa Havalimanı	Terminal İşletme Merkezi Memuru

Yabancı Dili

İngilizce

Hobiler

Müzik, tiyatro, sinema, tenis, satranç, kitap okuma