

T.C.  
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAVA SAVUNMA SANAYİSİNDE YATIRIM PROJELERİ SEÇİMİNİN ÇOK  
ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME VE HEDEF PROGRAMLAMA İLE YAPILMASI

Bahri UÇAKCIOĞLU

AĞUSTOS 2017

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Bahri UÇAKCIOĞLU tarafından hazırlanan HAVA SAVUNMA SANAYİSİNDE YATIRIM PROJELERİ SEÇİMİNİN ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME VE HEDEF PROGRAMLAMA İLE YAPILMASI adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin Yüksek Lisans Tezi olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Doç. Dr. Tamer EREN  
Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan : Doç. Dr. Ahmet SARUCAN  
Üye (Danışman) : Doç. Dr. Tamer EREN  
Üye : Doç. Dr. Ümit Sami SAKALLI

21/08/2017

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Mustafa YİĞİTOĞLU  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ÖZET

### HAVA SAVUNMA SANAYİSİNDE YATIRIM PROJELERİ SEÇİMİNİN ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME VE HEDEF PROGRAMLAMA İLE YAPILMASI

UÇAKCIOĞLU, Bahri

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Tamer EREN

Ağustos 2017, 108 sayfa

Savunma sanayi alanındaki gelişmeler ve bu doğrultuda yapılan yatırım harcamaları ülkelerin savunma alanındaki konumunu göstermektedir. Ülke ekonomisi içerisinde savunma sanayi yatırım harcamaları önemli bir paya sahiptir. Bu kapsamda yatırım kararı sürecinde en uygun yatırım projesinin seçimi de önem arz etmektedir. Hatalı yatırım projesi veya projelerinin seçimi sonrasında kaynaklar boşa harcanmakta ve kuruluşlar da zarar etme boyutuna gelmektedir. Bu çalışmada, havacılık savunma sanayinde faaliyet gösteren işletme için yatırım yapılabilecek projeler arasından optimum yatırım projelerinin seçimi için çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ve VIKOR yöntemleri kullanılmış; ayrıca hedef programlama ile matematiksel model kurulmuştur. Yatırım projesi seçiminde bütçe, personel sayısı, bağımlılık durumu, proje süresi, ekonomiye katkı kriterleri uygulamaya dahil edilmiştir. AHP yöntemi ile kriterlerin ve alternatiflerin ağırlıkları elde edilmiştir. Elde edilen ağırlıklar VIKOR yönteminde sıralamanın yapılması için kullanılmıştır. Hedef programlama ile de matematiksel model kurulmuştur. AHP yönteminde elde edilen ağırlıklar ve VIKOR yönteminde bulunan sıralama değerleri matematiksel modelde kullanılmıştır. Ayrıca matematiksel modelde birtakım kısıtlar çözüme katılmıştır. Farklı senaryolar matematiksel model üzerinde uygulanmıştır. Böylece karar vericiye alternatif yatırım projeleri arasından optimum projeleri belirlemede yol gösterilmesi sağlanmıştır. Matematiksel modellerin çözümünde ILOG CPLEX Optimizasyon programı kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yatırım Projesi Seçimi, Çok Ölçütlü Karar Verme, Analitik Hiyerarşi Prosesi, VIKOR, Hedef Programlama



## ABSTRACT

### SELECTION OF INVESTMENT PROJECTS WITH MULTI CRITERIA DECISION MAKING AND GOAL PROGRAMMING IN THE AIR DEFENSE INDUSTRY

UÇAKCIOĞLU, Bahri

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering, Master Science Thesis

Supervisor: Associate Prof. Dr. Tamer EREN

August 2017, 108 Pages

The developments within defense industry and the investment expenditure made in this region points out the situation of the countries' defensive status. Defense industry investment expenditure have an important share within the country's economy. Therefore, the choice of the most appropriate investment project is also important in the investment determination process. When a wrong decision is chosen, the resources are wasted, and the foundations have an attitude of loss. In this study, analytical hierarchy process (AHP) and VIKOR methods were used for multi-criteria decision making methods for selection of optimum investment projects among the projects that can be invested for the company operating in aviation defense industry; Mathematical model was also established with goal programming. In the selection of the investment project budget, the number of personnel, dependency status, project duration, and economy contribution criteria were included in the application. Ratio of criteria and alternatives were obtained by the AHP method. The obtained ratio was used for ranking in the VIKOR method. A mathematical model was also established with goal programming. The ratio obtained in the AHP method and the ranking values in the VIKOR method were used in the mathematical model. In mathematical model, some constraints are solved. Different scenarios were used on mathematical models. Thus, the decision maker was guided to the determinate optimum projects among

alternative investment projects. ILOG CPLEX Optimization program was used to solve mathematical models.

**Key Words:** Investment Project Selection, Multi-Criteria Decision Making, Analytic Hierarchy Process, VIKOR, Goal Programming



## TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması esnasında hiçbir yardımını esirgemeyen, bilgi, deneyim ve tecrübelerini benimle paylaşan, her zaman sabır ve anlayıőla beni yönlendiren, katkılarıyla bana büyük destek olan tez yöneticisi çok değerli hocam Sayın Doç. Dr. Tamer EREN'e, tez çalıőmalarım esnasında, bilimsel konularda daima yardımını gördüğüm Yunus AYDIN'a ve Neőet BEDİR'e ve birçok konuda olduğu gibi, tezimi hazırlamam esnasında da manevi yardımlarıyla hep yanımda olan bu zorlu sürecin tüm stresini benimle birlikte paylaşıp beni destekleyen eőim Gülfidan'a, kızlarım Damla ve Duygu'ya sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>v</b>
<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>x</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. HAVA SAVUNMA SANAYİNDE YATIRIM PROJESİ SEÇİMİ</b> .....	<b>5</b>
2.1. Savunma Kavramı .....	5
2.2. Savunma Sanayi Kavramı ve Önemi .....	5
2.3. Hava Savunma Kavramı ve Önemi .....	7
2.4. Proje Kavramı.....	7
2.5. Yatırım Kavramı.....	8
2.6. Yatırım Projesi Kavramı ve Önemi .....	8
2.7. Yatırım Projesi Seçimi Kavramı ve Önemi .....	9
2.8. Hava Savunma Sanayinde Yatırım Projesi Seçimi.....	10
<b>3. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ</b> .....	<b>11</b>
3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi .....	13
3.2. VIKOR .....	22
<b>4. HEDEF PROGRAMLAMA</b> .....	<b>29</b>
4.1. Hedef Programlama Kavramları.....	30
4.2. Hedef Programlama Varsayımları .....	31
4.3. Öncelikli Hedef Programlama Yöntemi .....	32
4.4. Ağırlıklı Hedef Programlama Yöntemi .....	33
<b>5. LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>37</b>
<b>6. UYGULAMA</b> .....	<b>49</b>
6.1. AHP Yöntemi .....	51
6.2. VIKOR Yöntemi.....	65



6.3. Hedef Programlama .....	70
6.4. Yöntemlerin Sonuçlarının Değerlendirilmesi .....	86
<b>7. SONUÇ .....</b>	<b>87</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>89</b>



## ÇİZELGELER DİZİNİ

### ÇİZELGE

### Sayfa

3.1. AHP Yöntemi Uygulanan Sektörler ve Çalışma Yapanlar .....	15
3.2. Önem Değerleri Skalası.....	19
3.3. Ortalama Rassal Tutarlılık Tablosu .....	21
3.4. VIKOR Yöntemi Uygulanan Sektörler ve Çalışma Yapanlar .....	24
4.1. Hedef Programlama Uygulanan Sektörler ve Çalışma Yapanlar .....	35
5.1. Literatür Çalışmalarının Yayınlandığı Yer ve Sayıları .....	45
5.2. Literatür Çalışmalarındaki Yöntemler ve Çalışma Yapanlar .....	45
5.3. Literatür Çalışmalarının Uygulandığı Sektörler ve Çalışma Yapanlar .....	47
6.1. Kriterlerin Kriterler Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi .....	53
6.2. Proje Bütçesi Kriteri Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi .....	53
6.3. Proje Süresi Kriteri Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi .....	54
6.4. Bağımlılık Durumu Kriteri Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi .....	54
6.5. Personel Sayısı Kriteri Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi .....	55
6.6. Ekonomiye Katkı Kriteri Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi .....	55
6.7. Kriterlerin Kriterler Açısından Normalize Matrisi .....	56
6.8. Proje Bütçesi Kriteri Açısından Normalize Matrisi .....	56
6.9. Proje Süresi Kriteri Açısından Normalize Matrisi .....	57
6.10. Bağımlılık Durumu Kriteri Açısından Normalize Matrisi .....	57
6.11. Personel Sayısı Kriteri Açısından Normalize Matrisi .....	58
6.12. Ekonomiye Katkı Kriteri Açısından Normalize Matrisi .....	58
6.13. Kriterlerin Kriterler Açısından Öncelik Vektör Matrisi.....	59
6.14. Alternatiflerin Kriterler Açısından Öncelik Vektör Matrisleri .....	59
6.15. Kriterlerin Kriterler Açısından Sütun Vektör Matrisi .....	60
6.16. Alternatiflerin Kriterler Açısından Sütun Vektör Matrisleri .....	60
6.17. Kriterlerin Kriterler Açısından Temel Değerleri .....	61
6.18. Alternatiflerin Kriterler Açısından Temel Değerleri.....	61
6.19. Alternatiflerin Kriterler Açısından $\lambda$ Değerleri.....	62
6.20. Alternatiflerin Kriterler Açısından Tutarlılık İndeksleri .....	62
6.21. Alternatiflerin Kriterler Açısından Tutarlılık Oranları.....	63

<b>6.22.</b> Alternatiflerin Ağırlıklar Tablosu .....	63
<b>6.23.</b> Uygulama İçeriğinde Kullanılan Veriler .....	65
<b>6.24.</b> Alternatiflerin Her Bir Kriter İçin En İyi ve En Kötü Değerleri .....	66
<b>6.25.</b> Ortalama ve En Kötü Grup Skorları.....	66
<b>6.26.</b> Qj Değerleri .....	67
<b>6.27.</b> Sıralama Listesi.....	68
<b>6.28.</b> Ana Proje ve Alt Proje Açıklaması .....	71
<b>6.29.</b> Senaryo Detay Bilgileri .....	74
<b>6.30.</b> Hedef Programlama Veri Çizelgesi .....	75
<b>6.31.</b> Matematiksel Modellerde Kullanılan Kısıtlar .....	81
<b>6.32.</b> HP Çözüm Sonucu Verileri .....	82
<b>6.33.</b> HP Çözümü Sonucu Seçilebilecek Projeler.....	83

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. AHP Yöntemi Uygulanan Sektörler Grafiği .....	16
3.2. AHP Yöntemi Akış Şeması .....	17
3.3. AHP Yöntemi Hiyerarşik Yapı.....	18
3.4. VIKOR Yöntemi Uygulanan Sektörler Grafiği.....	25
3.5. VIKOR Yöntemi Akış Şeması.....	26
4.1. Hedef Programlama Yöntemi Uygulanan Sektörler Grafiği .....	36
5.1. Yatırım Projesi Seçimi İle İlgili Uygulama Yapılan Sektörler Grafiği.....	48
6.1. Uygulama Akış Şeması .....	50
6.2. Hiyerarşik Yapı.....	52
6.3. AHP Yöntemi Sonuç Grafiği.....	64

## KISALTMALAR DİZİNİ

AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
ANP	Analitik Ağ Prosesi
ATBK	Aralık Tipi Bulanık Kümeler
CR	Tutarlılık Oranı
CI	Tutarlılık İndeksi
GKDS	Grup Karar Destek Sistemi
HP	Hedef Programlama
İKO	İç Karlılık Oranı
K1	Proje Bütçesi
K2	Proje süresi
K3	Bağımlılık Durumu
K4	Personel Sayısı
K5	Ekonomiye Katkı
KDS	Karar Destek Sistemi
MAY	Mertebe Analiz Yöntemi
NBD	Net Bugünkü Değer
P1	1. Proje
P2	2. Proje
P3	3. Proje
P4	4. Proje
P5	5. Proje
P6	6. Proje
P7	7. Proje
P8	8. Proje
RI	Rasgele Gösterge
VM	Veri Madenciliği
VZA	Veri Zarflama Analizi
YEM	Yapısal Eşitlik Modellemesi
VIKOR	Vlsekriterijumska Optimizacija i Kompromisno Resenje

## 1. GİRİŞ

Dünya’da artan terör olayları ve ülkeler arasındaki ilişkiler nedeniyle ülkeler güvenliğini sağlamak amacıyla savunma alanında yatırımlar yapmaktadır. Bu nedenle de savunma harcamaları artış göstermiş ve her geçen yıl da artışı sürdürmektedir. Savunma harcamaları ülke ekonomisi içerisinde önemli bir orana sahiptir. Küreselleşen dünya ile ülkeler her geçen gün savunma alanlarında teknolojik yeniliklere ve gelişmelere önem vermektedir.

Savunma harcamalarının artışı ile birlikte savunma sanayi de gelişmektedir. Savunma sanayi direkt diğer ekonomik faaliyetler gibi kar amacı gütmeyip halkın refah ve güveni için de olsa ülke ekonomilerini etkilemektedir. Birçok ülke son yıllarda savunma sanayinde önemli projeleri hayata geçirmiş ve araştırmaya ve geliştirmeye de devam etmektedir. Hayata geçirilen projeler ile ekonomiye katkı sağlanmaktadır.

İşletmeler yatırım yapma kararı verirken sahip olduğu kısıtlı finansal kaynakları kullanarak alternatif yatırım projeleri arasından bir seçim yapmak ve belirlemiş olduğu hedefe uygun optimum sonuca ulaşabilmek için yatırım projesi seçimi yapmak zorundadır. İşletmelerin sahip oldukları finansal kaynaklar sınırlıdır. Finansal kaynakların en uygun yatırım projelerine aktararak kullanılması işletme ve ülkenin ekonomisine katkısı yönünden ileri derece öneme sahiptir. Ekonomik eylemlerin amacıyla mevcut kaynaklarla ihtiyaçların karşılanması yatmaktadır. Başka bir ifadeyle ihtiyaçları ve ekonomik kaynakları dengede tutmaktır. Yapılan yatırımlar ile ilgili verilen kararlar ve sonuçları, işletmenin yatırımdaki başarısını ya da başarısızlığını bir ölçüt olarak göstermektedir. Ayrıca ülke düzeyinde yapılan yatırımların sonuçları da milli refah düzeyini direkt olarak etkilemektedir.

Karar vericinin kısıtlı olan sermayesini yatırım projeleri arasında paylaşması veya tek birine aktarması işletmenin varlığı açısından hayati öneme sahiptir. Yanlış karar verilmesi durumunda geri dönüşümü zor kaynak tahsislerinin maliyetlerine katlanmak, işletmeleri dar boğaza sürükleyebilmektedir. İşletmeler için hangi yatırımın daha karlı veya uygun olacağını, işletmeler içinde buldukları mevcut durumu değerlendirerek

yapmak durumundadırlar. Yatırım projeleri geleceğe dönük olduğu için parametreleri değişken durumda olabilmektedir. Bu nedenle yatırım projeleri belirli ölçüde risk içermektedir. Bu doğrultuda yatırım projesi seçim aşaması sürecinde, yatırım yapacak kişi veya kişiler için alternatif maliyeti çok yüksek olan uzun olabilecek bir vakit dilimine yayılabilir. Yatırımcı çok fazla sayıdaki alternatif yatırım projeleri içerisinde amacı için en uygun olanını, en kısa zaman zarfında belirlemesi bu alternatif için maliyeti azaltacaktır. Yatırımcılar, alternatifleri en kısa zamanda, en hızlı bir şekilde ve en güvenilir sonuçlar elde edecek şekilde değerlendirip analiz etmek zorundadır.

Çok ölçütlü karar verme yöntemleri yatırımcıya en iyi yatırım projesinin seçiminde büyük avantaj sağlamaktadır. Teknolojinin hızla geliştiği ve rekabetin yoğun olarak yaşandığı günümüz dünyasında bilgisayar ve bilgisayar tabanlı bilgi sistemleri, günlük yaşantımızın olağan bir parçası durumuna gelmişlerdir. Gelişen dünya toplumu yani küreselleşen dünya içerisinde ülke olarak yerimizi alabilmemiz, daha etkin olmamıza ve vaktimizi olabildiğince verimli bir şekilde kullanmamıza bağlıdır. Bunu yapabilmemiz ise, yatırım kararları alırken daha akılcı, hızlı ve bilimsel yöntemleri kullanarak, olabilir senaryoları içeren tüm alternatifleri değerlendirmemize bağlıdır. Bu nedenle yatırımcıya karar aşamasında yardımcı olacak nitelikte çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin önemi artmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları şunlardır: AHP, ANP, ELECTRE, PROMETHEE, VIKOR, DEMATEL, TOPSIS.

Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin yanı sıra matematiksel modeller kurularak optimum sonuca ulaşılabilir. Matematiksel model kurulumunda parametrelerin, karar değişkenlerinin, amaç fonksiyonunun ve kısıtların belirlenmesi yapacağımız yatırım projelerini kapsayan bir şekilde oluşturulması gerekmektedir.

Çalışmanın amacı hava savunma sanayinde yatırım projelerinin seçiminde çok ölçütlü karar verme yöntemleri içerisinde varolan analitik hiyerarşi prosesi ve VIKOR yöntemini kullanarak karar vermeye yardımcı olmak, hedef programlama ile matematiksel model kurularak optimum yatırım projelerinin seçimini yapmaya çalışmak ve uygulamalarla ortaya çıkan sonuçları değerlendirmektir.

Çalışma “Giriş” bölümü ile birlikte yedi bölümden oluşmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümü olan “Hava Savunma Sanayinde Yatırım Projesi Seçimi” bölümünde savunma, savunma sanayi, hava savunma sanayi, proje, yatırım, yatırım projesi, yatırım projesi seçimi gibi temel kavramlar ile ilgili açıklamalar ve önemli hususlara yer verilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümü olan “Çok Ölçütlü Karar Verme” bölümünde, karar verme, çok ölçütlü karar verme, analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yöntemi, VIKOR yöntemi ile ilgili tanımlamalar ve açıklamalar yapılmıştır. Ayrıca AHP ve VIKOR yöntemlerinin uygulama aşamaları ve yöntemler ile ilgili literatürde yer alan çalışmalar belirtilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümü olan “Hedef Programlama” bölümünde, hedef programlama ile ilgili tanımlamalar ve açıklamalar yapılmış; ayrıca hedef programlamanın matematiksel gösterimi ve literatürde yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

Çalışmanın beşinci bölümü olan “Literatür Taraması” bölümünde, yatırım projesi seçimi ile ilgili olarak analitik hiyerarşi prosesi, VIKOR, hedef programlama ile yapılmış çalışmalara değinilmiş bunların yanı sıra yatırım projeleri ve yatırım projelerinin seçimi ile ilgili yapılmış olan diğer çalışmalara da yer verilmiştir.

Çalışmanın altıncı bölümü olan “Uygulama” bölümünde, yatırım projelerinin seçiminde belirlenen kriterler ve alternatifler için karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra AHP ve VIKOR yöntemlerinin uygulama aşamaları probleme yansıtılarak en uygun alternatiflerin seçilmesi ve sıralanması yapılmıştır. Farklı senaryolar oluşturularak hedef programlama ile matematiksel model kurulmuştur.

Çalışmanın yedinci bölümü olan “Sonuç” bölümünde, yatırım projelerinin seçiminde AHP ve VIKOR yöntemlerinin karar verme aşamasında sağlayacağı faydalara değinilmiştir. Tutarlı ve doğru verileri içeren bir yapının oluşturulmasının karar verme aşamasında işletmeye sağlayacağı faydalar üzerinde durulmuştur. Ayrıca hedef programlama yönteminde matematiksel modeller kurularak optimum yatırım projesi



seçiminin yapılması sonucu işletmede gerçekleştirilen yatırım analizi uygulamalarının sonuçları değerlendirilmiştir.



## 2. HAVA SAVUNMA SANAYİNDE YATIRIM PROJESİ SEÇİMİ

Bu bölümde çalışmada yer alan kavramlara ilişkin açıklamalar yapılmıştır.

### 2.1. Savunma Kavramı

Çalışmalarda yer alan savunma ile ilgili tanımlamalardan bazıları şöyledir: Savunma; bir askeri birliğin, planlanmış bir iş için belirlenmiş bir alanda, düşmanın saldırılarını bertaraf etmek veya başarısızlığa uğratmak amacıyla yaptığı eylemdir. Diğer bir ifadeyle savunma; eğer bir ülkenin savunması ele alınıyor ise o zaman o ülkenin emniyetini ve korumasını sağlayan askeri birimler olarak tanımlanabilir. Ayrıca, yapılabilecek bir saldırı için önleme hareketi olarak da ifade edilebilir. Savunmanın bir başka tanımı ise karşı saldırıdır. Bir başka savunma tanımı ise; önceden öngörülemez gelecek için tehlike olabilecek vakalar için önlem almak anlamına da gelmektedir.

Ayrıca geçmiş çağlardan bu zamana devletin varlığının bir göstergesi olarak, dış savunma ve güvenlik önemli bir kamu hizmeti olarak görülmüştür. Savunma, salt anlamda bir ortak tüketim hizmetidir. Çünkü savunulan yerde yaşayan herkes ister gönüllü olarak katılsın veya ister katılmasın savunma hizmetinden yararlanmak zorundadır.

### 2.2. Savunma Sanayi Kavramı ve Önemi

Savunma sanayisinin tanımı ile ilgili birçok farklı ifadeler mevcuttur. Birtakım görüşler savunma sanayisini üretim ya da imalat sanayisinin diğer sektörlerinden farklı, başlı başına bir sektör olarak değerlendirirken bunun karşıtı görüşler, savunma sanayisini bütün üretim ya da imalat sanayisi sektörlerinin bir birleştirilmiş hali olarak değerlendirmektedirler.

Savunma sanayi; ülkelerin silahlı kuvvetleri için stratejik, operasyonel, taktik, teknolojik ve savunma hedefine uygun silah sistemleri, kara, hava ve deniz sistemleri için donanımların tasarımını yapan, gelişimini sağlayan ve üreten, öncelikle yatırım alanında ürün yapan diğer sanayi dallarıyla birlikte ekonomik alandaki tüm özel ve kamu kuruluşlarıyla birlik olan işletmeler kümesidir.

Savunma sanayi; ülkelerin milletini ve topraklarını dış tehditlerden korumak için geliştirdikleri ve kullandıkları silah sistemleri olarak da tanımlanabilir. Günümüzde ülkelerin savunma sanayi alanında yaptığı yatırımlar, ülkeler arasındaki rekabeti de arttırmıştır. Bir ülke bu alanda ne kadar gelişirse dış siyasette de o derece söz sahibi olur. Bu durumdan ötürü son zamanlarda birçok ülkede diğer sanayi kollarının yanında savaş teknolojisinin de gelişme gösterdiği görülmektedir.

Başka bir ifade ile savunma sanayi; bir ülkenin savunmasında gerekli olabilecek her çeşit savunma teçhizatının tasarımını, üretimini ve sonraki hizmetlerinin planlanması ile tüm endüstriyel iş konularını kapsayan bir yapıdır.

Savunma sanayi, yapısında farklılık arz eden birçok sanayi dalını içermektedir. Askeri gereksinimlerin özelliğinden dolayı, savunma sanayi sektörünün ürün özellikleri, pazar yapısı ve bu sahada faaliyet gösteren sanayi işletmeleri diğer sanayi işletmelerinden çok farklıdır.

Savunma sanayinde yapılan yatırımlar 1970’te başlamış olup her geçen gün önemli ölçüde artış sağlamıştır. Savunma sanayisinin ülke ekonomisini canlandırıcı ve hız kazandırıcı etkisi vardır. Diğer sanayi dalları arasında önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Savunma sanayisinin; sanayileşmenin artışına, teknolojideki gelişmelerin yakından takip edilmesine, bununla birlikte yeniliklerin hızlanmasına, aynı zamanda bu yeniliklerin etkilerinin ülke ekonomisine de katkısına, istihdamın artmasına, enflasyonun düşmesine, ülkenin refah düzeyinin artışına etki ettiği görülmektedir.

Savunma sanayisindeki ekonomik yapı, ülkenin siyasi, ekonomik, sosyal ve güvenlik yapısına göre gelişim eğilimindedir. Savunma sanayisini diğer sanayi dallarından

ayrıştıran diğerk bir konu, bu sanayinin, bilim, AR-GE ve teknolojinin yeni ürünlerinden faydalanması, ürünlerin ise son üründe üretim teknolojisinin birer parçası olmasıdır. Böylece savunma sanayi ülkelerin teknolojik gelişmelerinde önemli rol oynamaktadır.

### **2.3. Hava Savunma Kavramı ve Önemi**

Hava savunma; savaş ve barış durumunda karşı tarafa etki sağlamak, savaş zamanları düşmanların saldırısını önlemek, azaltmak, dostların güvenliğini sağlamak böylelikle de kara sahasındaki savunmaya yardımcı olmaktır.

Hava savunma alanında gelişmiş ve teknolojik sistemlere sahip olan ülkeler, terör unsurlarına, düşman ülkelere yapacağı eylemlerde caydırıcılık vermektedir. Havadan kısa sürede müdahaleler yapılması ile tehlike unsurları yok edilebilmektedir.

### **2.4. Proje Kavramı**

Proje kavramı ile ilgili tanımlamalardan bazıları şöyledir: Proje; düşünülerek tasarlanmış şey veya tasarı olarak tanımlanabilir. Diğerk bir ifadeyle proje; mülk sahibinin isteğı üzerine yapılması planlanan bir yapıyı, yapılar topluluğunu, bir makineyi ya da oluşturulacak bir kuruluşu plan durumunda gösteren çizimlerin tümü olarak adlandırılır.

Proje; belli bir zamanda değışikliğı amaçlayan, amaç ve hedefleri birbirine uyan, yapıldığında çok çeşitli ürünlerin oluşmasını sağlayan uygulamadır. Projelerin bilimsel bir çalışma olmasıyla birlikte, gözlem yapılması, bilgilerin düzene konulması, neden sonuç değıerlendirmesi yapılması ve diğerk insanlarla paylaşılması da sözkonusudur.

Proje; belli bir amaca yönelik gelişim için uygulamadan önce yapılan hizmet veya üründen oluşan bir ön çalışmadır. Proje; bir şey hakkında düşünerek çözüm

aranmasıdır. Her projenin belli bir başlangıcı ve belli bir bitişi vardır. Projeler geçici bir yapıda olup bununla birlikte geçicilik olgusu genellikle proje sonucunda ortaya çıkan ürün veya hizmet için geçerli değildir.

## **2.5. Yatırım Kavramı**

Yatırım kavramına ilişkin çalışmalarda geçen farklı tanımlamalardan bazıları şöyledir: Yatırım; ileriye dönük olarak bir kazanım ya da kazanç elde etmek amacıyla birtakım davranışlarda bulunmak, şimdiki davranışlarıyla, ileride sağlamayı düşündüğü kazanımlar için ortam hazırlamak olarak tanımlanabilir. Yatırım; gelir için kalıcı bir şekilde yapılan kaynak veya değer kullanılmasıdır.

Yatırım; gelirin tamamını tüketmeyerek gelirden tasarruf edilebiliyorsa bu yatırım olarak tanımlanabilir. Ayrıca, gelirden artı kalan kısımla yapılan her tasarruf yatırım demektir. Yatırım; bir ülkenin veya bir işletmenin belli bir zamanda teknik veya sermayesine yaptığı ilavedir.

Yatırım; paranın makinelere, tesislere, araçlara, sabit yatırım olarak dönüştürülmesidir.

## **2.6. Yatırım Projesi Kavramı ve Önemi**

Yatırımlar ve bu yatırımlarla sağlanacak yararları önceden saptamak üzere yapılan planlar yatırım projesi olarak tanımlanabilir. Ayrıca; yatırım projesi, belli aktiviteleri düşük maliyetle yapmak ve bunlar sonucunda oluşturulan kapasiteden yüksek yararı elde etmeyi hedefleyen bir plandır.

Belli bir yerde kurularak, sermaye malları, mamul madde, insan gücü ve hammadde alan, belirli teknolojiyi bunlara uygulayıp gelecek için ekonomik yatırımı amaçlayan ve ülke yararına yapılan çalışmalara yatırım projesi denilmektedir.

Yatırım projesi; yapılan yatırım süresince oluşan her türlü değişiklikleri nitel ve nicel yönden incelemektir.

Bu çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde “proje” kavramının geçmiş olduğu yerlerde “yatırım projesi” kavramı kastedilmektedir.

Yatırım projesi; uzun ömürlü olmalı, yeni bir üretim kapasitesi meydana getirmeli, mevcut kapasitenin yenilenmesi ya da artırılmasını sağlamalı, ekonomiden üretim faktörleri (işgücü, sermaye malları, hammadde ve benzeri) talep etmelidir. Yatırım projelerinin hayata geçirilmesi neticesinde belli üretim materyalleri uygulanarak mal ve hizmet ortaya çıkartılmalıdır.

## **2.7. Yatırım Projesi Seçimi Kavramı ve Önemi**

Yatırım projesi seçimi; bireysel ya da grup yatırım projelerinin değerlendirildiği ve işletmenin hedeflerine ulaşmak için uygulanacak olanların seçildiği süreç olarak tanımlanmaktadır.

İşletmeler yatırım projesi seçimi aşamasında büyük meblağda sermaye, işgücü, kaynak ve zaman harcamaktadır. İşletmenin yanlış yatırım projesi seçimini yaptığında kısıtlı finansal kaynak ile birden fazla yatırım projesi seçimi yapılabilecekken bir yatırım projesine tüm bütçe aktarılabilen ve büyük meblağlarda zararlara neden olabilmektedir. Üretim hattı açısından ise üretimde gecikmeye yol açılacak ve de kayıpların en üst seviyesinde bulunan müşteri kaybına da yol açılabilecektir.

Yatırım projesi seçimi kararı yöneticilerin aldığı en önemli kararlardan biridir. İşletmenin hedefini yansıtan yatırım projesinin seçilmesi önemli başarı faktörlerinden biridir. Yatırım projelerinin işletmelerin hedef ve amaçları doğrultusunda seçilmesi önem arz etmektedir.

Yatırım projesi seçiminde verilecek olan kararların tutarlı olabilmesi için seçime elverişli tüm alternatifler ve kriterler net olarak belirlenmelidir. Bu bilgiler ışığında sağlıklı seçim yapma imkânına ulaşılabilecektir.

## **2.8. Hava Savunma Sanayinde Yatırım Projesi Seçimi**

Hava savunma sanayi de savunma sanayi sektörü içerisinde yer almaktadır. Diğer savunma sanayi dallarında olduğu gibi hava savunma sanayi de, risk ve belirsizlik içermekte olup büyük finansal kaynak ve yatırım gerektirmektedir. Finansal kaynakların yatırımlar arasında bölüştürülmesi veya bir tek yatırıma aktarılması işletmenin gelecek dönemleri açısından hayati öneme sahiptir. Hatalı bir yatırıma aktarılan finansal kaynaklar geri dönüşü imkânsız veya zor bir duruma sürükleyebilmektedir. İşletmelerin rekabet ortamında yatırım kararlarını seri bir şekilde alması ve hızlı bir şekilde hayata geçirmesi, avantaj elde etmelerini sağlayabilmektedir.

Yatırım kararların alınmasında, yatırımın veya yatırımların birbiri arasında ve kriterler arasındaki bağımlılıkları göz önüne alınması doğru ve yararlı sonuçların elde edilmesini sağlamakta bu da işletmelere büyük avantajlar getirmektedir. Yatırım kararlarının alınmasından sonra sıradaki aşama kararların uygulamaya konulmasıdır. İşletmelerin aldıkları yatırım kararını uygulaması aşamasından sonra aldığı sonuçlar, işletmelerin karar almadaki başarısını, elde edilen fırsatları, yeni ekonomik değerlerin kazanılıp kazanılmadığını göstermektedir. Yatırım kararlarının etkin olup olmadığı da hedeflenen sonuçlara ulaşıp ulaşılmadığıyla ölçülebilir.

Hava savunma sanayinde yatırım projesi seçimi diğer alanlardaki yatırım projesi seçimi ile kapsam olarak hemen hemen aynıdır. Havacılıkta ürünün meydana getirilmesi uzun yılları alabilmektedir. Bu nedenle yatırım yapılabilecek projeyi seçerken bu göz önüne alınmalıdır. Çünkü bu uzun süre zarfında teknolojik gelişmeler seçilen projenin atıl duruma düşmesine neden olabilmektedir.

### 3. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Karar verme, birtakım alternatifler arasından tatmin edici sonuçlar elde etmek amacıyla zihinsel seçim yapma süresi olarak tanımlanmaktadır. Karar verme, eylemleri yönlendiren bir süreçtir. Ayrıca her karar verme süreci, bir eylem, öneri ya da görüş olabilecek bir sonuç üretir. Kararlar, bireylerin inançları, değerleri ve önceki deneyimlerine dayanmaktadır. Karar verme, sosyo-politik, çevresel, ekolojik ve ekonomik faktörler arasında doğasında var olan tezatların bir sonucu olarak karmaşık ve çok yönlü olabilir. Üstelik kararlar, farklı öncelikler veya amaçlarla birçok farklı paydaşları içerebilir.

Stratejik seviyedeki karar problemleri, belirsiz olan çok sayıda kriter ve sonuca sahip olma eğilimindedir. Verilmekte olan bu kararlar, bulunulan çevreden, pazardan toplanan birçok bilgiye göre alınmakta olduğundan bilginin toplanması için işletmeler birtakım yatırımlar gerçekleştirmektedir. Bilgiyi toplamak, düzenlemek, gelişen rekabet ortamına uyum sağlamak, kaliteyi yükseltmek, taleplere yetişebilmek ve memnuniyeti sağlamak amacı ile problemlerin vakit kaybı olmadan ve doğru önem sırası ile çözümlenmesi gerekmektedir. Karar verme aşamasında birçok alternatif arasından seçimler yapılmaktadır. Karar verme sürecinde önemli olan üç unsur bulunmaktadır. Bunlar: karar verici, alternatifler ve kriterlerdir.

Birbiriyle çelişen birden fazla kriterin olduğu problemlerde alınan karar ÇÖKV olarak bilinmektedir. ÇÖKV, karar vericinin, belirlenen kriterler doğrultusunda alternatifler arasından kriterlere göre en uygun olanını belirleme sürecidir. Gerçek hayatta, bazen ÇÖKV problemleri kaçınılmaz olarak insan zihnindeki bilişsel kısıtlamalar altında ele alınmaktadır. Bununla birlikte, var olan az sayıda model bu tür ÇÖKV problemlerini doğrudan çözebilir. ÇÖKV alanında yapılan önemli araştırmalar, karmaşık çok kriterli problemlere bilimsel karar teorisi yaklaşımları uygulamak için pratik yöntemler hazırlamıştır. ÇÖKV problemleri yıllar içinde giderek karmaşık hale gelmiştir. Bu problemler, dikkate alınması gereken birçok alternatif ve kritere bağlı olarak kolayca ezici olabilir. Karar vermeyi çözümlenme yöntemlerinin kullanımını artık zorunlu hale



gelmektedir. ÇÖKV’de bir alternatif, belirtilen özelliklere ve bu özelliklerin göreceli önemine göre (az cazip) özellikleriyle değerlendirilir.

Yapılan araştırmalar, gündelik hayatta alınmış olan çoğu kararın deneyimlere bağlı olarak alınmasında yeteri kadar olmasına karşın, karmaşık yapılı ve hayati kararlar için bu yolun bir başına kâfi olmadığını göstermektedir (Saaty, 1994). ÇÖKV, karar vericinin sayılı nitelikteki sonu olan ya da sayılma imkanı olmayan alternatiften meydana gelen bir grup dahilinde en az iki kriter ihtiva eden yapıdan belirleme işlemi ya da diğer bir ifadeyle, iki veya daha çok kriter içerikli ve buna bağlı değerlendirme yaparak alternatifler içerisinde seçim yapılması işlemi olarak tanımlanabilir (Aytürk, 2006).

ÇÖKV sürecinde hangi yöntem, teknik veya uygulama kullanılırsa kullanılsın insan karar verme sürecinde en önemli rolü almaktadır. ÇÖKV yöntemleri karar verme durumunda olan organizasyonların en uygun kararı verebilmeleri için yardımcı olan bir vasıta görevini görmektedir (Göze, 2008).

Günlük hayatta karar verme ile karşı karşıya kaldığımız durumlardaki problemler ve çözümü nicel olarak anlaşılacak kadar karmaşık bir yapıda olabilmektedir. ÇÖKV yöntemleri ile nitel olan bu ifadeler nicel hale dönüştürülebilmektedir (Geyik vd., 2016).

Karar verme sürecinde birçok ÇÖKV yöntemi mevcuttur. DEMATEL, SAW, WSM, AHP, ANP, ELECTRE, TOPSIS, VIKOR, PROMETHEE bu yöntemlerden bazılarıdır. Bu yöntemlerin sayısı her geçen gün artış göstermektedir.

ÇÖKV yöntemleri; sosyal bilimler (arkeoloji, antropoloji, coğrafya, dil bilimi, ekonomi, psikoloji, siyaset, sosyoloji, tarih), doğal bilimler (astronomi, biyoloji, fizik, kimya, yer bilimleri,) matematiksel ve bilgisayar bilimleri (bilgisayar, istatistik, mantık, matematik), uygulamalı bilimler (mimarlık, mühendislik, tıp) gibi bilim dallarında kullanılmaktadır. Strateji, tasarım, analiz, performans, proje, teknoloji, yer, tesis, personel, tezgâh, ürün, üretim, yatırım gibi birçok konunun seçiminde, sıralanmasında ve sınıflandırılmasında kullanılmaktadır.

### 3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi

AHP, karar verme ile ilgili problemlerin çözümü safhasında en fazla kullanılmakta olan bir yöntemdir. AHP, Myers ve Alpert tarafından 1968 yılında ortaya atılmıştır. Yöntemi geliştiren ise Saaty'dir. Yapılandırılmamış ve karmaşık kararlar ile başa çıkma süreci üzerine geliştirilen ve karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan AHP 1977'de Saaty tarafından kullanılan bir tekniktir (Partovi, 1994). AHP, homojen elemanların ortak bir kriter veya niteliğe göre ikili karşılaştırmalardan baskın önceliklerin türetilmesiyle ilgili bir ölçüm teorisidir (Saaty, 1990).

AHP; karar verme ile karşı karşıya olanın belirlemiş olduğu bütün kriterleri sağlayan en iyi alternatifini seçmekle, "Hangisini seçeceğiz?" veya "En iyisi hangisidir?" sorularını cevaplar (Russell ve Taylor, 2003).

AHP yöntemi, insanın doğal düşüncelerini açık bir sürece dönüştürmek amacıyla nicel ve nitel yönleri benzersiz bir analiz yapısını içerir. Sonucunda farklı senaryolar altında olsa bile, objektif ve güvenilir sonuçları sunan karar destek araçları uygulanır. Önceliklendirmeyi yapanın öznel algılamasının olması, AHP yönteminde, "daima doğru, değişmez" kararının olası varlığı anlamına gelmez (Yılmaz, 2009). AHP'nin uygulama alanı çok geniş olup etkin çözümler sunmaktadır.

Tedarikçi seçiminde (Narasimhan, 1983; Partovi, 1990; Dağdeviren ve Eren, 2001; Soner ve Önüt, 2006; Supçiller ve Çapraz, 2011; Karaatlı ve Davras, 2014a; Eren ve Özder, 2016), iş değerlendirme sürecinde (Dağdeviren vd., 2004), rüzgar gözlem istasyonu yeri seçiminde (Aras vd., 2004), Kara Harp Okuluna öğretim elamanı seçiminde (Bali ve Gencer, 2005), otomobil seçiminde (Terzi vd., 2006), ilaç firmasına satış mümessili seçiminde (Timor ve Tüzüner, 2006), işletmelerde üretim stratejisinin belirlenmesinde (Yüksel ve Akın, 2006), Türk Deniz Kuvvetleri için denizaltı seçiminde (Palaz ve Kovancı, 2008), Türk Silahlı Kuvvetleri için hafif makineli tüfek seçiminde (Gencer vd., 2008), hastane yeri seçiminde (Aydın vd., 2009), rüzgar türbini seçiminde (Sarucan vd., 2010), inşaat sektöründe proje seçiminde (Nandi vd., 2011; Pangsri, 2015), radyo frekansı ile tanımlama sistemi seçiminde (Aytaç ve Birgün, 2011), üçüncü parti lojistik firması seçiminde (Özbek ve Eren, 2013; Gürcan vd.,

2016), uçak tipi seçiminde (Dozic ve Kalic, 2014), otomotiv sektörüne personel seçiminde (Koyuncu ve Özcan, 2014), akıllı telefon seçiminde (Bayhan ve Bildik, 2014), satış danışmanı seçiminde (Bedir ve Eren, 2015), organik tarım için uygun alanların seçiminde (Mishra vd., 2015), monoray rotası seçiminde (Hamurcu ve Eren, 2016a), güneş paneli seçiminde (Balo ve Sağbanşua, 2016), bulut kaynakları kiralama planlamasında (Nayak ve Tripathy, 2016), tedarik zinciri risk değerlendirmesinde (Dong ve Cooper, 2016), kitap basımevi seçiminde (Geyik vd., 2016), hastane kuruluş yeri seçiminde (İnce vd., 2016), nikel cevherinin yıkama metodunun seçiminde (Kurşunoğlu vd., 2017), mesleki sağlık ve güvenlik alanında yapılan risk değerlendirmesinde (Kokangül vd., 2017), inşaat yönetiminde karar alma sürecinde (Erdoğan vd., 2017), su dağıtım sistemlerinde en uygun teknolojinin seçiminde (Aşchilean vd., 2017), şüpheli sağlık talebinin değerlendirilmesinde (Hillerman vd., 2017), bilgi ve iletişim teknolojisi ile öğretmen eğitiminin değerlendirilmesinde (Lucas vd., 2017), ekokardiyografi cihazı seçiminde (Cihan vd., 2017) AHP yönteminden faydalanılmıştır.

Literatür araştırmasında AHP yöntemi ile yapılmış olan çalışmaların uygulandığı sektörler ve çalışma yapanlara ilişkin bilgiler Çizelge 3.1’de belirtilmiştir. Literatür araştırmasına ait çizelgede AHP yöntemi uygulanan sektörlerle ilişkin bilgilerin yüzdelerle dağılım grafiği Şekil 3.1’de verilmiştir.

AHP yöntemi ile karar verme probleminin çözümüne ilişkin akış şeması Şekil 3.2’de verilmiştir. Yöntemin uygulama aşamaları aşağıda açıklanmıştır.

**Aşama-1:** Kararın verilmesinde etkisi olan problem net olarak tanımlanarak karar vericinin ulaşmak istediği hedef belirlenir.

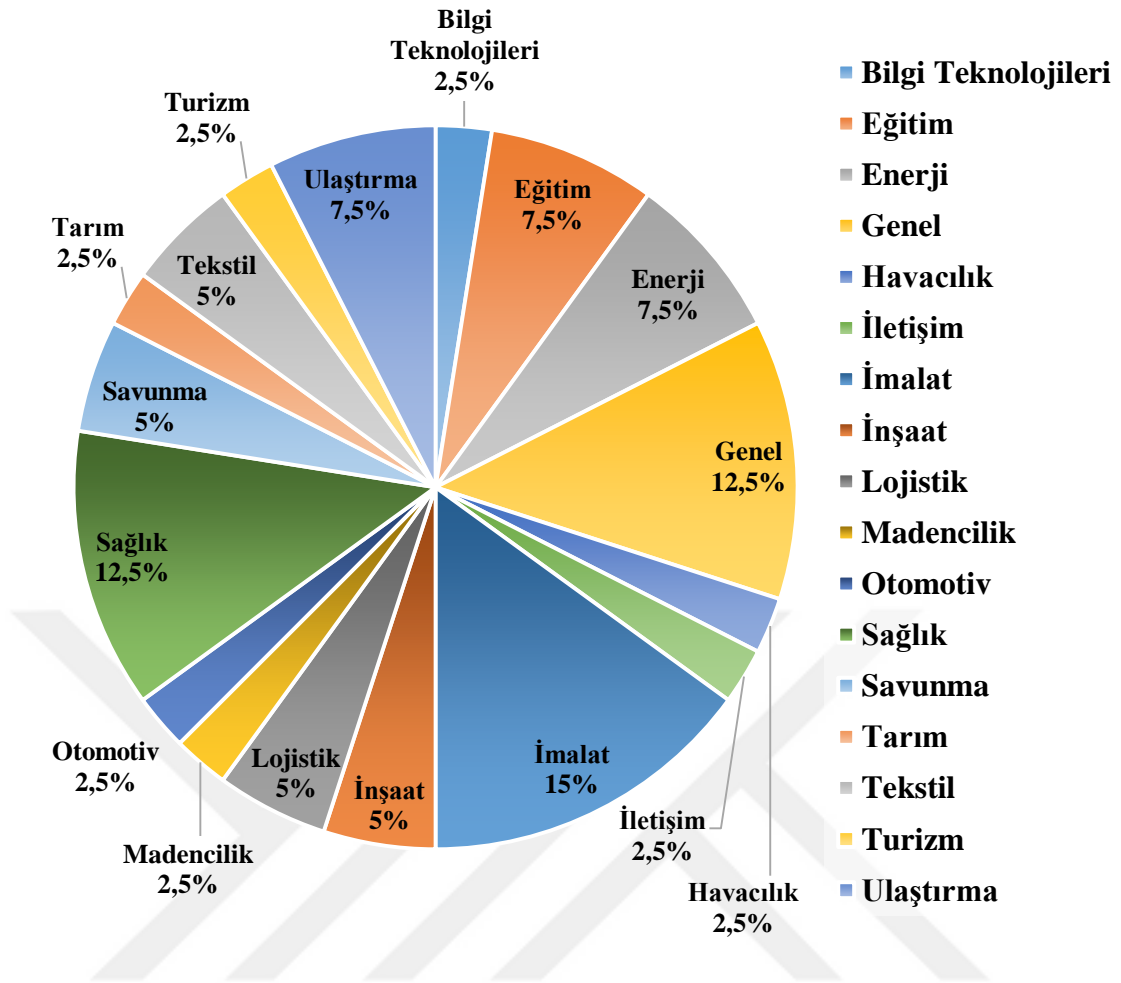
**Aşama-2:** Verilmesi istenilen karara etki edecek olan kriterler gerçeği yansıtacak şekilde belirlenmelidir. Aksi durumda problemin çözüm sonucunda hatalı değerler çıkmasına neden olacaktır.

**Aşama-3:** Problemin çözümünde kullanılacak alternatifler belirlenmelidir.

**Aşama-4:** Hedeften başlanarak, kriterler ve alternatifler arasında hiyerarşik yapı oluşturulur. Örnek hiyerarşik yapı Şekil 3.3'te verilmiştir.

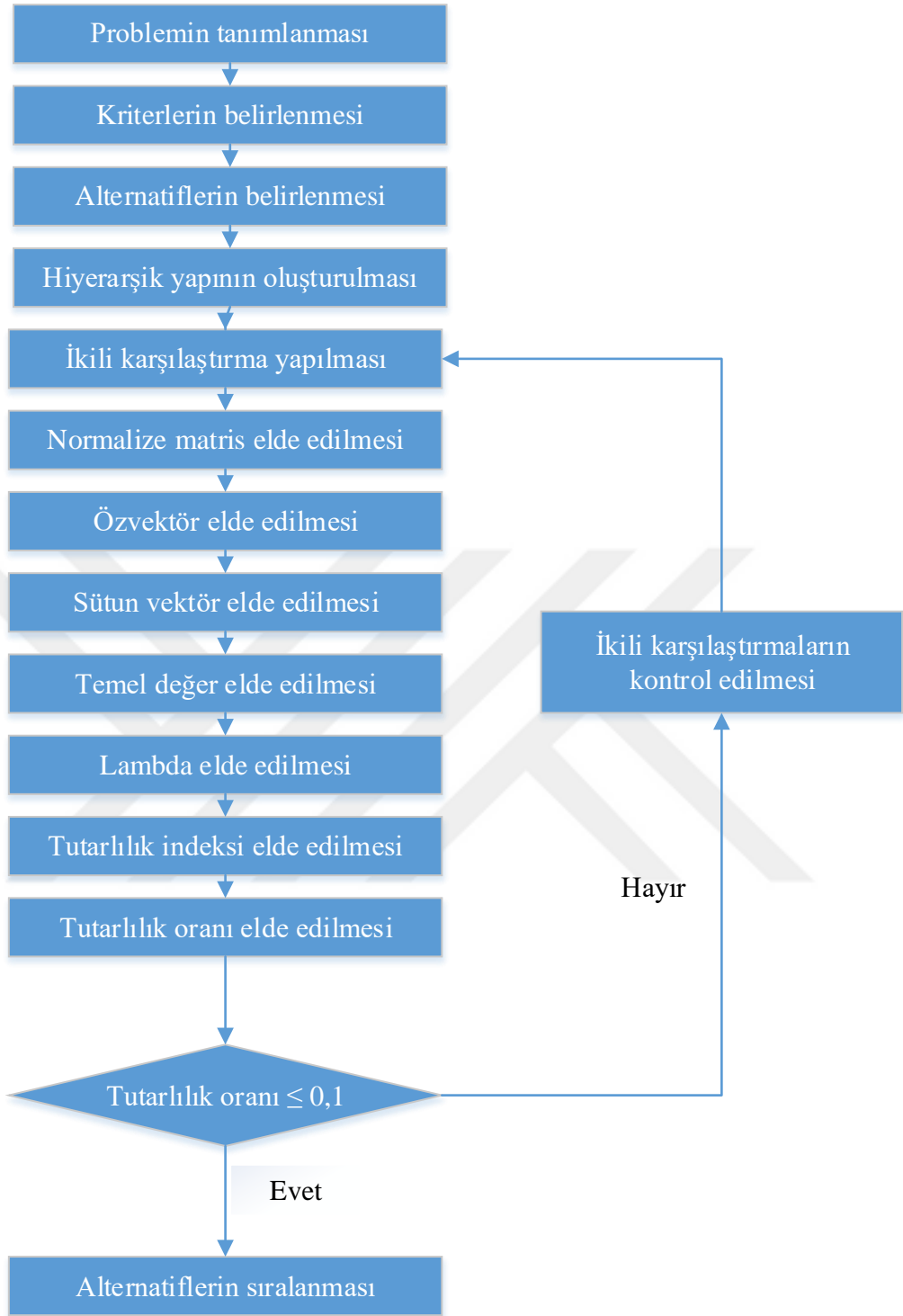
**Çizelge 3.1.** AHP Yöntemi Uygulanan Sektörler ve Çalışma Yapanlar

Uygulanan Sektör	Çalışma Yapanlar
Bilgi Teknolojileri	Nayak ve Tripathy (2016)
Eğitim	Bali ve Gencer (2005), Geyik vd. (2016), Lucas vd. (2017)
Enerji	Aras vd. (2004), Sarucan vd. (2010), Balo ve Şağbanşua (2016)
Genel	Partovi vd. (1990), Terzi vd. (2006), Nandi vd. (2011), Bayhan ve Bildik (2014), Kokangül vd. (2017)
Havacılık	Aytaç ve Birgün (2011)
İletişim	Dong ve Cooper (2016)
İmalat	Narasimhan (1983), Dağdeviren ve Eren (2001), Dağdeviren vd. (2004), Soner ve Önüt (2006), Supçiller ve Çapraz (2011), Eren ve Özder (2016)
İnşaat	Pangsri (2015), Erdoğan vd. (2017)
Lojistik	Özbek ve Eren (2013), Gürcan vd. (2016)
Madencilik	Kurşunoğlu vd. (2017)
Otomotiv	Koyuncu ve Özcan (2014)
Sağlık	Timor ve Tuzuner (2006), Aydın vd. (2009), İnce vd. (2016), Hillerman vd. (2017), Cihan vd. (2017)
Savunma	Palaz ve Kovancı (2008), Gencer vd. (2008)
Tarım	Mishra vd. (2015)
Tekstil	Yüksel ve Akın (2006), Bedir ve Eren (2015)
Turizm	Karaatlı ve Davras (2014a)
Ulaştırma	Dožić ve Kalić (2014), Hamurcu ve Eren (2016a), Aşchilean vd. (2017)

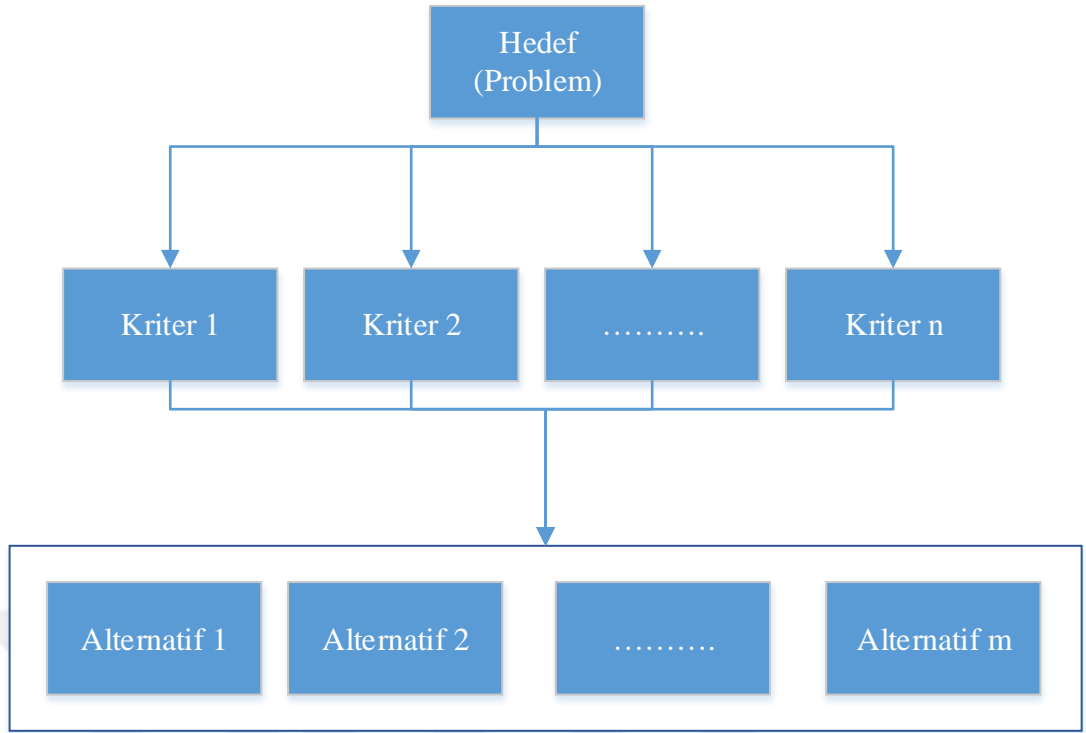


Şekil 3.1. AHP Yöntemi Uygulanan Sektörler Grafiği

Şekil 3.1’de görüldüğü üzere % 15’lik dilimle en fazla imalat sektöründe uygulama yapılmıştır. Bu sektörde yapılan çalışmaların sayısı fazladır. % 12,5’luk dilimlerde sağlık sektörü ve genel kapsamda yer alan çalışmalar vardır. % 7,5’luk dilimlerde eğitim, enerji ve ulaştırma sektörlerinde çalışmalar yapılmıştır. % 5’lik dilimlerde inşaat, lojistik, savunma ve tekstil sektörlerindeki çalışmalar yerini almıştır. % 2,5’luk dilimlerde geriye kalan sektörler bilgi teknolojileri, havacılık, iletişim, madencilik, otomotiv, tarım ve turizmdir. Yapmış olduğumuz literatür çalışmasında bu istatistiki bilgi ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda yapılan farklı literatür çalışmalarında bu değerler değişebilir.



**Şekil 3.2.** AHP Yöntemi Akış Şeması



**Şekil 3.3.** AHP Yöntemi Hiyerarşik Yapı

**Aşama-5:** Kriterlerin kendi arasındaki, alternatiflerinde kriterler arasındaki ikili karşılaştırma matrisleri (zxz) boyutunda oluşturulur ve ikili karşılaştırmalar yapılır. Oluşturulan matris (K) aşağıda belirtilmiştir. Matrisin köşegen değerleri 1'dir.

$$K = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \dots & k_{1z} \\ k_{21} & k_{22} & \dots & k_{2z} \\ \vdots & & & \\ \vdots & & & \\ \vdots & & & \\ k_{z1} & k_{z2} & \dots & k_{zz} \end{bmatrix}$$

Kriterlerin kriterler açısından ve alternatiflerin kriterler açısından ikili karşılaştırmalarının yapılması için kullanılan önem skalası Çizelge 3.2' de verilmiştir (Saaty, 1980). İkili karşılaştırma matrisinde köşegenin üstünde kalan değerler için Çizelge 3.2' deki değerlerin kullanılmasından sonra köşegenin altında kalan değerler için ise Eşitlik 3.1'den yararlanılır.

$$k_{ji} = \frac{1}{k_{ij}} \quad (3.1)$$

**Çizelge 3.2.** Önem Değerleri Skalası

Önem Değerleri	Değer Açıklamaları
1	Her iki öğenin de eşit öneme sahip olması vaziyeti
3	1. öğenin 2. öğeden daha önemli olması vaziyeti
5	1. öğenin 2. öğeden çok önemli olması vaziyeti
7	1. öğenin 2. öğeye kıyasla çok güçlü bir öneme sahip olması vaziyeti
9	1. öğenin 2. öğeye kıyasla mutlak üstün bir öneme sahip olması vaziyeti
2, 4, 6, 8	Ara değerler

**Aşama-6:** İkili karşılaştırma matrisinde her bir sütundaki değerlerin ilgili sütun toplamına bölünmesiyle normalize matris (M) elde edilir. Matristeki tüm sütunlar için bu işlem yapılır.

Yüzde önem dağılımlarının bulunması için anlatılan her sütunu toplayıp daha sonra her birini bölme işlemi Eşitlik 3.2 ile elde edilir.

$$m_{ij} = \frac{k_{ij}}{\sum_{i=1}^z k_{ij}} \quad , \quad j = 1, 2, \dots, z \quad (3.2)$$

Eşitlik 3.2 ile elde edilmiş olan değerler bir araya getirilerek M matrisi oluşturulur. M matrisine normalize matris de denilmektedir.

$$M = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & \dots & m_{1z} \\ m_{21} & m_{22} & \dots & m_{2z} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{z1} & m_{z2} & \dots & m_{zz} \end{bmatrix}$$

**Aşama-7:** Normalize edilmiş olan matrisin satır değerlerinin aritmetik ortalamasının alınması ile her bir kriterin ve alternatifin özvektör yani öncelik vektör matrisi elde edilir. Başka bir ifadeyle M matrisinden faydalanılarak kriterlerin birbirine göre önem



değerleri yüzdeler olarak hesaplanır. Bunu gerçekleştirebilmek için Eşitlik 3.3'den faydalanılır. Yeni oluşturulan matrise N sütun vektörü denilmektedir.

$$n_i = \frac{\sum_{j=1}^z m_{ij}}{k} \quad , \quad k = z, \quad i = 1, 2, \dots, z \quad (3.3)$$

N sütun vektörü aşağıda verilmiştir.

$$N = \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ n_z \end{bmatrix}$$

**Aşama-8:** Aşama-7'de bulunan öncelik vektörü matrisi (N) ile Aşama-5'te hazırlanmış olan ikili karşılaştırma matrisinin (K) çarpılması sonucu sütun vektör (D) matrisi elde edilir.

$$D = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \dots & k_{1z} \\ k_{21} & k_{22} & \dots & k_{2z} \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ k_{z1} & k_{z2} & \dots & k_{zz} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ n_z \end{bmatrix}$$

**Aşama-9:** Sütun vektör matrisinin, Aşama-7'de elde edilen öncelik vektör matrisine bölünmesi ile temel değer (E) elde edilir. E vektörünün elde edilmesi için Eşitlik 3.4 kullanılır.

$$E_i = \frac{d_i}{n_i} \quad , \quad i = 1, 2, \dots, z \quad (3.4)$$

**Aşama-10:** Aşama-9'da elde edilen temel değerlerin aritmetik ortalamasının alınması ile  $\lambda_{\max}$  değeri elde edilir. Eşitlik 3.5' ten yararlanılır.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^z E_i}{z} \quad (3.5)$$

**Aşama-11:** Tutarlılık indeksi Eşitlik 3.6' dan faydalanılarak hesaplanır.

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (3.6)$$

Eşitlik 3.6' daki CI, tutarlılık indeksi, n ise kriter ya da alternatif sayısını ifade eder.

**Aşama-12:** Bir önceki aşamada bulduğumuz tutarlılık indeksinin, Çizelge 3.3'de yer alan kriter/alternatif sayısı karşılığındaki ortalama rassal tutarlılık değerine bölünmesi ile tutarlılık oranı elde edilir. Tutarlılık oranı Eşitlik 3.7'den elde edilir.

$$CR = CI/RI \quad (3.7)$$

Eşitlik 3.7' deki CR, tutarlılık oranı, RI ise ortalama rassal tutarlılık değeridir.

**Çizelge 3.3.** Ortalama Rassal Tutarlılık Tablosu

<b>N</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>RI</b>	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Tutarlılık oranı 0,10 değerinden küçük veya eşit olmalıdır. Şayet bulunan tutarlılık oranı 0,10'dan büyük çıkarsa sonucun tutarlı olmadığını gösterir. Bu durumda ikili karşılaştırma matrisi tekrar gözden geçirilmeli ve düzeltmelerin sonrasında yukarıdaki aşamalar tekrar edilmelidir.

Yukarıda anlatılan her aşama alternatifler için de tekrarlanır. Ancak her bir alternatif için matris işlemleri kriter sayısı kadar tekrarlanır.

**Aşama-13:** Kriterlerin özvektörlerinin (N) ve alternatiflerin özvektörlerinin (S) aralarında çarpılması ile alternatiflerin önem değerleri (R) belirlenir. Sonuç olarak hedefe ulaşmak için belirlenen kriterler çerçevesinde yüzdeler değeri en yüksek olan alternatifin seçilmesine karar verilir.

$$R = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1z} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2z} \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ s_{x1} & s_{x2} & \dots & s_{xz} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ n_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} \\ r_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ r_{x1} \end{bmatrix}$$

### 3.2. VIKOR

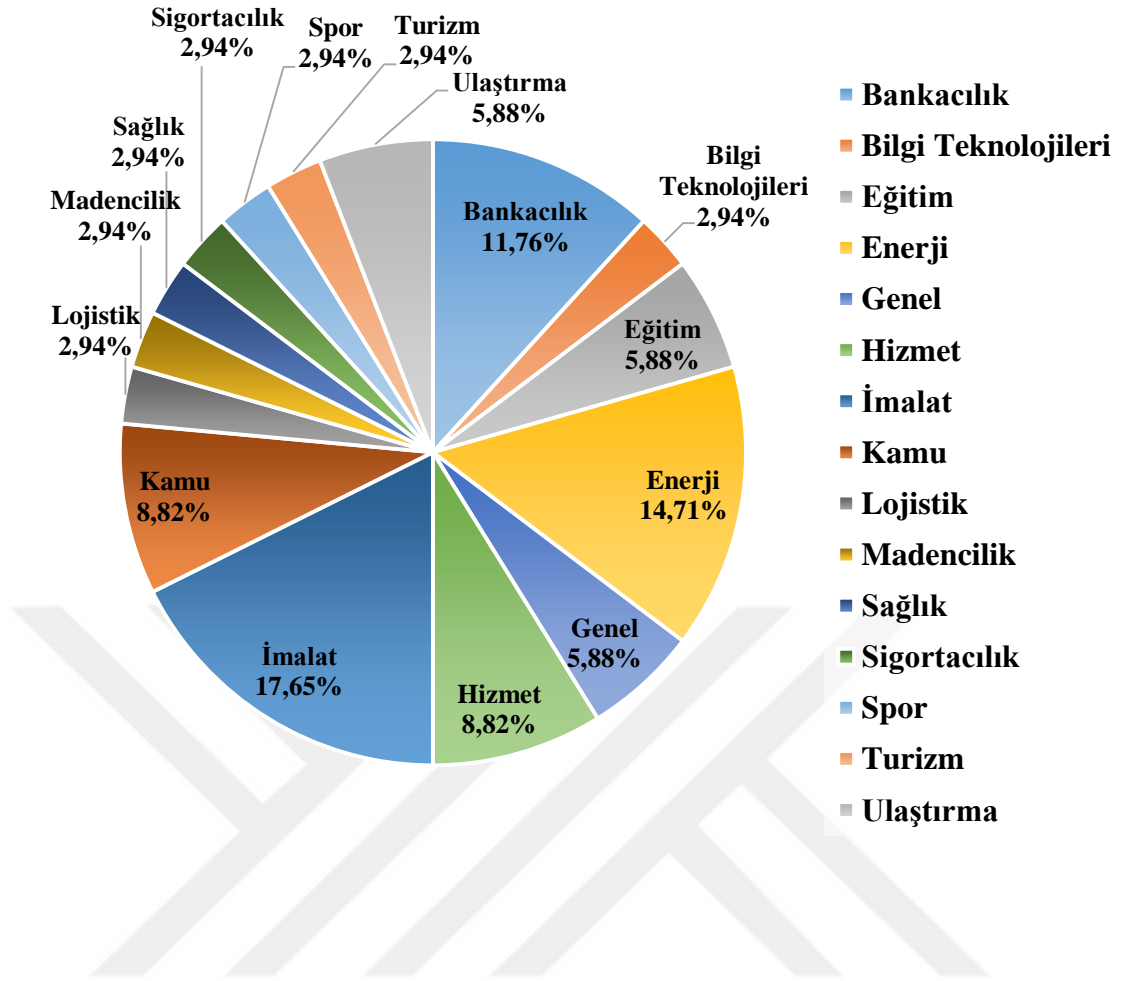
VIKOR (Vlsekriterijumska Optimizacija i Kompromisno Resenje), çok ölçütlü karar verme yöntemleri içerisinde yer alan, kompleks mimarideki sistemlerin çok kriterli optimizasyonu için geliştirilmiştir. VIKOR, farklı kriterlere bağımlı olarak seçilen alternatifler grubundaki unsurların sıralanması ve seçilmesi üzerine yapılandırılmış bir yöntemdir. Uygulama sürecinde sık sık ölçüm yapılamayan ve birbirlerinden değişik değerleri barındıran kriterlerle karşı karşıya kalınır. Bu doğrultuda, uygulama aşamasında belirlenmiş çözümlenmeyi tüm kriterlerin aynı anda sağlayamaması da görülebilecek bir olaydır. Buna benzer olaylarda VIKOR yöntemi karar verme ile karşı karşıya olan için son kararı almasında yardımcı olan uzlaşık çözümü sunar. İlk olarak Yu tarafından 1973 yılında sonra Zeleny tarafından 1982 yılında, uzlaşık çözüm tabiri ortaya çıkarılmıştır. Uzlaşık çözüm; ideale en yakın olan, uygulanabilir çözüm olarak da tanımlanabilir. Uzlaşık kelimesi burada, bir alternatif üzerinde ortak bir kabul ile anlaşmaya varıldığını ifade etmektedir (Büyüközkan ve Ruan, 2008). Kompleks yapıli sistemlerin optimize edilmesi için VIKOR yöntemi 2004 yılında ilk kez Opricovic ve Tzeng tarafından önerilmiştir (Opricovic ve Tzeng, 2004). VIKOR yöntemi, “ideale yakınlık” temel alınarak “çok kriterli sıralama puanlaması” yapılması ile uzlaşık sıralı liste ve uzlaşık çözüm saptaması yapar. VIKOR ile elde edilen sonuçlar ideal çözümlerle ilgilidir ve bu önerilen ideal çözüm sadece başlangıçta belirlenen alternatifler kümesinden olabilir. Sisteme yeni bir alternatif eklenilmesi veya çıkarılması VIKOR sıralamasını etkileyecektir (Opricovic ve Tzeng, 2007).

Toplu taşıma araçları için yakıt seçiminde (Tzeng vd., 2005), nehir üzerine kurulacak hidrolik güç sisteminin yerinin seçiminde (Opricovic ve Tzeng, 2007), ERP yazılımı seçiminde (Büyüközkan ve Ruan, 2008), üniversite seçiminde (Chen ve Chen, 2008), ticari bir bankanın şubelerinin performans sıralamasının yapılmasında (Ertuğrul ve

Karakaşoğlu, 2009), rezervuar bölgesinde çalışma alanı seçiminde (Chang ve Hsu, 2009), bilgi sistemleri için tedarikçi seçiminde (Chen ve Wang, 2009), Şehir için orman yeri seçiminde (Kaya ve Kahraman, 2011), yenilenebilir enerji projesi seçiminde (San Crist3bal, 2011), nehir üzerine kurulacak baraj için yer seçiminde (Opricovic, 2011), diz protezi yapımı için malzeme seçiminde (Bahraminasab ve Jahan, 2011), demir madenlerinde kullanılacak araçların seçiminde (Bazzazi vd., 2011), Türkiye içerisinde işlevi olan yabancı, 3zel ve kamu bankalarının performanslarının belirlenmesinde (Dinçer ve G3rener, 2011), kalite problemlerinin sınıflandırılmasında (3zgven, 2011), tedarikçilerin değerlendirilmesi ve sıralandırılmasında (G3ktrk vd., 2011), ekonomik performanslara g3re Türkiye ve AB lkeleri sıralamasının yapılmasında (3zden, 2012), 3zel sigorta firması seçiminde (Yücenur ve Demirel, 2012), ELECTRE I metodunu genişleterek ve bir dizi alternatifler arasından uygun yer seçiminde (Zandi ve Roghanian, 2013), malzeme seçiminde (Liu vd., 2013), elektronik alışveriş sitelerinin elektronik hizmet kalitesi açısından değerlendirilmesinde (G3k ve Perçin, 2013), klima seçiminde (Ertuğrul ve 3zil, 2014), otel seçiminde (Uygurtürk ve Uygurtürk, 2014), futbolcu performanslarının değerlendirilmesinde (Karaatlı vd., 2014b), ADIM niversitelerinin performans değerlendirmesinde (3mrbek vd., 2014), Türkiye'deki lojistik k3ylerin sıralanmasında (3nder ve Yıldırım, 2014), belediye için katı atık alanı yer seçiminde (Liu vd., 2014), imento endüstrisi performansı değerlendirmesinde (Hajihassani, 2015), rn tasarımı konseptinin değerlendirilmesinde (Tiwari vd., 2015), yeşil tedarikçi geliştirme programı seçiminde (Awasthi ve Kannan, 2016), afet lojistiği kapsamında en uygun dağıtım merkezi yerinin belirlenmesinde (Peker vd., 2016), kaldırım bakım faaliyetlerinin 3nceliklendirilmesinde (Babashamsi vd., 2016), Borsa İstanbul'da işlem g3ren ticari bankaların finansal performanslarının sıralanmasında (Kandemir ve Karataş, 2016), havayolu endüstrisinde hizmet kalitesine g3re havayolu şirketi seçimi (Gupta, 2017), havaalanı performansı değerlendirilmesinde (Shojaei vd., 2017) VIKOR y3ntemi kullanılmıştır. Literatür araştırmasında VIKOR y3ntemi ile yapılmış olan çalışmaların sekt3r ve çalışma yapanlara ilişkin bilgiler izelge 3.4'te belirtilmiştir. Literatür araştırmasına ait izelgede VIKOR y3ntemi uygulanan sekt3rlere ilişkin bilgilerin, yüzdelik dağılım grafiği Şekil 3.4'te verilmiştir.

**Çizelge 3.4. VIKOR Yöntemi Uygulanan Sektörler ve Çalışma Yapanlar**

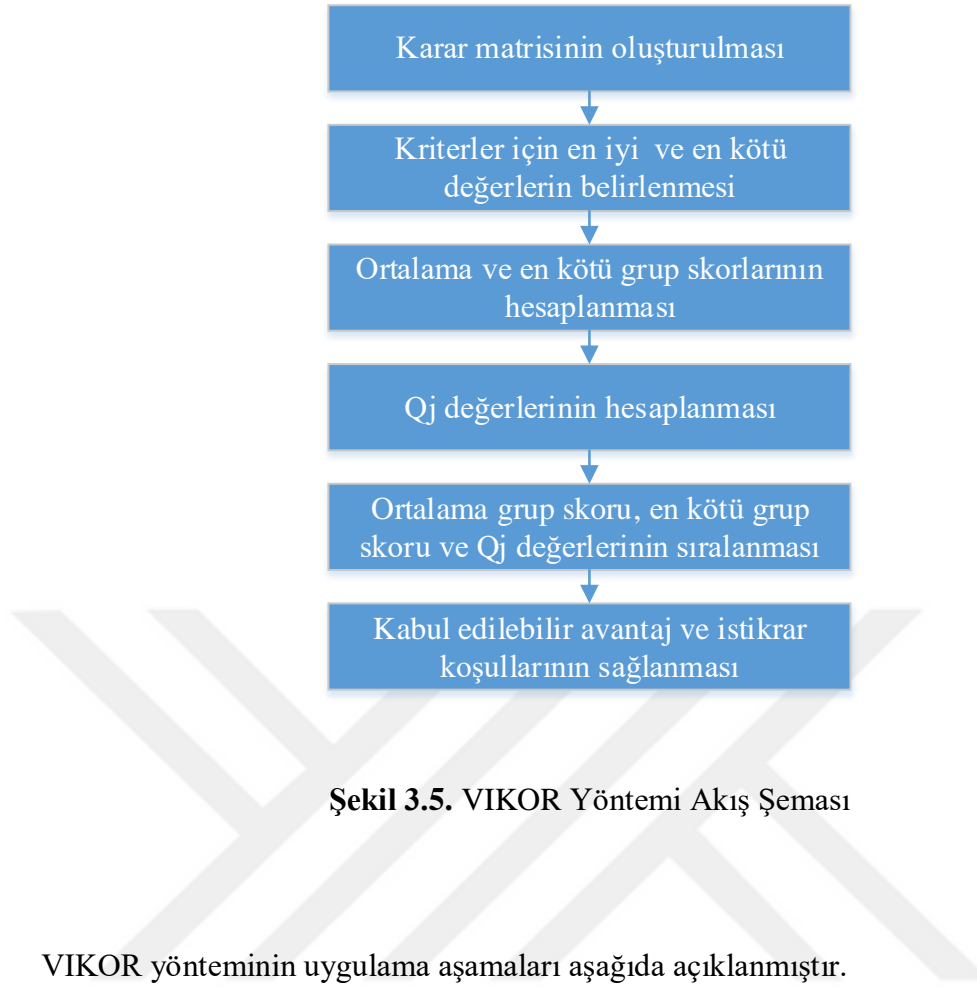
<b>Uygulanan Sektör</b>	<b>Çalışma Yapanlar</b>
Bankacılık	Ertuğrul ve Karakaşoğlu (2009), Dinçer ve Görener (2011), Özgüvenç (2011), Kandemir ve Karataş (2016)
Bilgi Teknolojileri	Chen ve Wang (2009)
Eğitim	Chen ve Chen (2008), Ömürbek vd. (2014)
Enerji	Opricovic ve Tzeng (2007), Chang ve Hsu (2009), San Cristóbal (2011), Opricovic (2011), Ertuğrul ve Özçil (2014)
Genel Hizmet	Büyüközkan ve Ruan (2008), Özden (2012) Gök ve Perçin (2016), Gupta (2017), Shojaei vd. (2017)
İmalat	Göktürk vd. (2011), Zandi ve Roghanian (2013), Liu vd. (2013), Hajihassani (2015), Tiwari vd. (2016), Awasthi ve Kannan (2016)
Kamu	Kaya ve Kahraman (2011), Liu vd. (2014), Babashamsi vd. (2016)
Lojistik	Önder ve Yıldırım (2014)
Madencilik	Bazzazi vd. (2011)
Sağlık	Bahraminasab ve Jahan (2011)
Sigortacılık	Yücenur ve Demirel (2012)
Spor	Karaatlı vd. (2014b)
Turizm	Uygurtürk ve Uygurtürk (2014)
Ulaştırma	Tzeng vd. (2005), Peker vd. (2016)



Şekil 3.4. VIKOR Yöntemi Uygulanan Sektörler Grafiği

Şekil 3.4'te görüldüğü üzere % 17,65'lik dilimde imalat sektörü yer almaktadır. Bu sektörde yapılan çalışmaların sayısı en fazladır. % 14,71'lik dilimde enerji sektörü vardır. % 11,76'lık dilimde bankacılık yerini almıştır. % 8,82'lik dilimlerde hizmet ve kamu sektörleri vardır. % 5,58'lik dilimlerde eğitim, ulaştırma ve genel adı altında yapılan çalışmalar yer almaktadır. % 2,94'lük dilimlerde geriye kalan sektörlerde bilgi teknolojileri, lojistik, madencilik, sağlık, sigortacılık, spor, turizmdir. Yapmış olduğumuz literatür araştırmasında bu istatistiki bilgi ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda yapılan farklı literatür taramalarında bu değerler değişebilir.

VIKOR yöntemi ile karar verme probleminin çözümüne ilişkin akış şeması Şekil 3.5'te verilmiştir.



**Şekil 3.5.** VIKOR Yöntemi Akış Şeması

VIKOR yönteminin uygulama aşamaları aşağıda açıklanmıştır.

Belirlenmiş olan  $m$  adet alternatif  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_m$ ,  $n$  adet kriter  $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$  ve her bir  $a_j, j=1, 2, \dots, m$  alternatifinin  $c_i, i=1, 2, 3, \dots, n$  kriter karşılığındaki puanı  $f_{ij}$  olmak üzere uygulama aşamaları aşağıda açıklanmıştır.

**Aşama-1:** Tüm kriterler için belirlenmiş en iyi ( $f_i^+$ ) ve belirlenmiş en kötü ( $f_i^-$ ) değerler belirlenir. Yarar sağlayan  $i$  kriteri için;

$$f_i^+ = \max_j f_{ij} \quad f_i^- = \min_j f_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

**Aşama-2:**  $S_j$  ve  $R_j$  değerleri  $j= 1, 2, \dots, m$  için Eşitlik 3.8 ve Eşitlik 3.9 ile hesaplanır.

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i \frac{(f_i^+ - f_{ij})}{(f_i^+ - f_i^-)} \quad (3.8)$$

$$R_j = \max_j \left[ w_i \frac{(f_i^+ - f_{ij})}{(f_i^+ - f_i^-)} \right] \quad (3.9)$$

Eşitlik 3.8’de  $S_j$ ; j. alternatif için ortalama grup skorunu, Eşitlik 3.9’da  $R_j$ ; j. alternatif için en kötü grup skorunu göstermektedir. Eşitlik 3.8 ve 3.9’daki  $w_i$  göreceli değerlerini ifade eden kriter ağırlıklarını göstermektedir. Toplam ağırlıklar 1 olmalıdır.

**Aşama-3:**  $Q_j$  değerleri tüm  $j= 1, 2, \dots, m$  için Eşitlik 3.10 ile bulunur.

$$Q_j = \frac{v(S_j - S^+)}{(S^- - S^+)} + \frac{(1-v)(R_j - R^+)}{(R^- - R^+)} \quad (3.10)$$

Eşitlik 3.10’da;

$$S^+ = \min_j S_j \quad S^- = \max_j S_j \quad R^+ = \min_j R_j \quad R^- = \max_j R_j$$

Eşitlik 3.10’daki  $v$  değeri maksimum grup faydasını veya kriterlerin büyük bir kısmının ağırlığını ifade etmektedir. Diğer bir yaklaşımla;  $v$  değeri maksimum grup faydasını barındıran hareket tarzı için ağırlığı gösterirken  $1-v$  değeri ise zıt düşüncelerin minimum pişmanlık ağırlığını göstermektedir (Opricovic ve Tzeng, 2007). Uzlaşma  $v > 0,5$  ile konsensüs  $v=0,5$  ile veto  $v < 0,5$  ile sağlanabilmektedir. Uygulamalarda genellikle uzlaşma değeri  $v = 0,5$  kullanılır.

**Aşama-4:**  $S_j$ ,  $R_j$  ve  $Q_j$  değerleri artan değere göre sıralanarak alternatifler arasındaki sıralama belirlenir. Bu oluşturulan liste sonuçları göstermektedir.  $O_j$  değeri en küçük olan alternatif en iyi alternatif olarak kabul edilir.

**Aşama-5:** Sonucun geçerli olarak kabul edilmesi için iki koşulun sağlanması gerekmektedir. Ancak bu durumda minimum  $Q$  değeri olan alternatif en uygun olarak değerlendirilebilir.



**Koşul-1 (Kabul edilebilir avantaj):** Kabul edilebilir avantajın kontrolü için Eşitlik 3.11'de bulunan değerin eşitlik 3.12'de bulunan değerden küçük olması gerekmektedir.

$$DQ = 1/(m-1) \quad (3.11)$$

$$Q(t'') - Q(t') \geq DQ \quad (3.12)$$

$t'$  : Q değerine göre birinci sıradaki alternatif

$t''$  : Q değerine göre ikinci sıradaki alternatif

$m$  : Alternatif sayısı

**Koşul-2 (Kabul edilebilir istikrar):** En iyi Q değerine sahip  $t'$  alternatifi, S ve R değerlerinin en az birinde en iyi değeri elde etmelidir.

Şayet Koşul-1 ve Koşul-2'den biri sağlanmıyorsa uzlaşık çözüm kümesi şöyledir:

Koşul-2 sağlanmıyorsa, ilk sıradaki  $t'$  ve ikinci sıradaki  $t''$  alternatiflerinin ikisi de en iyi uzlaşım ortak çözüm olarak belirlenmelidir.

Koşul-1 sağlanmıyorsa  $t'$ ,  $t''$ ,...,  $t^{(m)}$  alternatifleri ve değeri maksimum  $m$  için  $Q(t^{(m)}) - Q(t') < DQ$  ile belirlenir.

Minimum Q değerine sahip alternatif, Q değerlerine göre sıralanan en iyi alternatiftir (Opricovic ve Tzeng, 2004).

#### 4. HEDEF PROGRAMLAMA

Hedef programlama (HP) çok amaçlı optimizasyonun bir dalıdır. Günlük yaşamda rastladığımız birçok sorunun temelinde birden fazla amacımız vardır. Bu amaçlarımız arada sırada birbirleriyle doğru orantılı olurken bazı zamanlarda da kendi içerisinde çatışır halde olabilir. Bu durumlarda da amaçlarımızın aynı zaman diliminde sağlanabilmesi için çok amaçlı programlama modelleri kullanılmaktadır. Bu modellerden olan hedef programlama, hedeflerin amaçlarımızın tümünü birer kısıt haline çevirerek ve önem sırasına göre hedeflerden sapmayı minimize etmeye çalışır (Tamiz ve Jones, 1997).

HP üzerine, Charnes ve arkadaşları 1955 yılında ilk çalışmayı yapmıştır. Hedef programlama yönteminin ilk olarak tanımı Charnes ve Cooper (1961) tarafından yapılmıştır. Lee'nin 1972 yılında ve İgnizio'nun 1976 yılında yapmış olduğu çalışmalar ile uygulamalar ve teknik gelişmeler artış göstermiştir.

Aynı anda tüm hedeflerin gerçekleştirilmesi zor bir durumdur. Bundan dolayı problemde arzu edilen optimal sonuçlar içerisinde en iyi tatmin eden çözüme ulaşılmaya çalışılır. HP'de tatmin edici çözüm elde edilebilmesi için ilk olarak hedefler belirlenir. Daha sonra bu hedefler için önceliklerin belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen öncelik sıralamasına göre istenilen hedefler gerçekleştirilir (Öztürk, 2004).

Hedef programlamada kullanılan farklı üç amaç fonksiyonu türü bulunmaktadır. Bu türler Öncelikli, Ağırlıklı ve Öncelikli Ağırlıklı olarak belirtilebilir. Öncelikli amaç fonksiyonu, farklı önceliğe sahip her bir amacın en büyüğünden amacın en küçüğüne doğru beklenen değerlerden istenilmeyen sapmaların minimize edildiği bir yapıyı içerir. Ağırlıklı amaç fonksiyonu, her bir öncelik derecesinde olan tüm istenmeyen sapma değişkenlerinin minimize edildiği amaç fonksiyonudur. Öncelikli ve ağırlıklı amaç fonksiyonu türüne benzeyen öncelikli ağırlıklı amaç fonksiyonu, amaç fonksiyonun alabileceği en büyük ve en küçük değerlerle tanımlı bir istenmeyen sapma değişkeninin minimize edilmesi ile alakalıdır (Özyörük, 2000). Çok ölçütlü karar

verme yöntemleri arasında sık bir şekilde kullanılan yöntemdir (Dağdeviren ve Eren, 2001).

#### 4.1. Hedef Programlama Kavramları

**Amaç:** Karar verici ya da karar vericilerin taleplerini ifade eden açık bir şekilde tanımlanması gereken kavramdır.

**Hedef:** Amaçların somutlaştırılarak sayısal bir değer olarak ifade edilen haline denir.

**Karar Değişkenleri:** Karar verici ya da karar vericiler tarafından değeri bulunmak istenilen bir başka ifadeyle bilinmeyenler olarak tabir edilmekte olan ve  $x_i$  ile sembolize edilir.

**Amaç Fonksiyonu:** Belirlenmiş olan amaç için hedeften sapmaları minimize eden fonksiyona denir.

**Hedef Kısıtları:** Ulaşılmak istenilen hedef değerlerini belirtir. Sistem kısıtları gibi katı ve kesin değildirler. Sistem kısıtlarının çözümü yapıldıktan sonra hedef kısıtlarının başarılması hedeflenir.

**Sistem Kısıtları:** Bir kısım sapma olmadan gerçekleştirilmesi gereken, karar değişkenlerinde yer alan kısıtlayıcılarıdır. Öncelikli olarak modelin çözümünde gerçekleştirilmesi gereken kısıtlardır.

**Sapma Değişkenleri:** Karar verici ya da karar vericiler tarafından hedeflenmiş olan başarı düzeyi ile gerçekleşen başarı arasındaki farkın karşılığıdır. Sapma değişkenleri sıfırdan küçük bir değer alamaz. Hedefin tam olarak sağlanmış olması her iki sapma değişkeninin değerinin sıfır olmasını gösterir. Hedefin altında bir başarı gerçekleşmiş ise negatif sapma olarak, hedefin üzerinde bir başarı elde edilmiş ise pozitif sapma meydana gelir. Sapma değişkenleri  $d_i^+$  ve  $d_i^-$  ile gösterilir.

**Sağ Taraf Sabitleri:** Matematiksel modeldeki eşitlik veya eşitsizliklerin sağ tarafında mevcut olan kaynak miktarı olarak ifade edilir ve  $b_i$  ile gösterilir.

#### 4.2. Hedef Programlama Varsayımları

Hedef programlama kullanarak oluşturulan matematiksel modelin çözümü için kabullenilmesi gerekli olan varsayımlar aşağıda belirtilmiştir.

**Doğrusallık:** Girdiler ve çıktılar arasında oransal bir bağıntı olduğu kabul edilmektedir. Bu ifadeye göre denklemde girdilerin arttığı oranda çıktılar da artmakta, aynı şekilde girdilerde meydana gelen azalma oranında çıktılarda da azalma gerçekleşmektedir.

**Toplanabilirlik:** Yapılan farklı işlemlerin yapılmasında kullanılan kaynakların toplamının her bir işlem için girdilerin ayrı ayrı toplamına eşitliği olarak ifade edilir.

**Sınırlılık:** Problemin yapısında kullanılan kaynakların kısıtlı olduğunu ifade eder.

**Negatif Olmama:** Modelde kullanılan bütün değişkenlerin değerlerinin sıfır veya sıfırdan büyük olması gerektiğini açıklamaktadır.

**Amaçlarda Öncelik:** Kurulan modelde karar vericinin amaçlar arasında sıralama yapmasıdır. Buna göre karar vericiye göre en önemli amaç  $P_1$ , daha sonraki önem dereceli amaçlar sırasıyla  $P_2, P_3, P_4, \dots$  olarak gösterilir.

Literatür çalışmalarında farklı çalışma kategorileri bulunan hedef programlama yönteminin uygulamalarda en çok görülen çeşitleri öncelikli ve ağırlıklı hedef programlamadır.

Doğrusal programlama da olduğu gibi hedef programlama, oluşturulan amaç fonksiyonunu maksimize veya minimize etmeye çalışmaz. Hedefimize ilişkin

kısıtlarda kullanılan sapma değişkenlerini minimize etmeye çalışır. Sapma değişkenleri pozitif ya da negatif olarak değerler alabilir.

Hedef programlamanın genel cebirsel gösterimi aşağıdaki gibidir (Charnes ve Cooper, 1977):

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^a (d_i^+ + d_i^-) \quad (4.1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}y_j + d_i^+ + d_i^- = b_i \quad (4.2)$$

$$d_i^+ + d_i^- = 0 \quad (4.3)$$

$$x_j, d_i^+, d_i^- \geq 0 \quad i=1...a \quad j=1...n \quad (4.4)$$

Modeldeki değişkenler;

$y_j$  : j. karar değişkeni

$a_{ij}$  : i. hedefin j. karar değişkeni katsayısı

$b_i$  : i. hedef için ulaşılmak istenen değer

$d_i^+$  : i. hedefin pozitif sapma değişkeni

$d_i^-$  : i. hedefin negatif sapma değişkeni

Hedef programlamanın cebirsel gösterimindeki; Eşitlik 4.1 amaç fonksiyonunu, Eşitlik 4.2 kısıtları, Eşitlik 4.3 sapma değişkenlerini, Eşitlik 4.4 ise negatif olmama kısıtını ifade etmektedir.

### 4.3. Öncelikli Hedef Programlama Yöntemi

Öncelikli hedef programla yönteminde hedefler karar verici ya da karar vericiler tarafından en büyük hedeften en küçük hedefe doğru sıralanır. Modeli kuran kişi bu bilgiler doğrultusunda öncelik sırasına göre ve hedef kısıtlarındaki fonksiyonların sıra ile yazılmasıyla model çalıştırılır. Çıkan sonuç oluşturulmuş olan modele eklenir ve

diğer öncelikli hedef amaç fonksiyonunda çalıştırılır. Bu aşamalar tekrar edilerek istenilen hedeflere ulaşılmaya çalışılır. Amaç fonksiyonunda  $P_1, P_2, \dots, P_n$  hedeflerin önem derecelerini gösterir (Taha, 1987).  $n$  hedefi olan bir hedef programlama modelinde öncelik yöntemi kullanılarak oluşturulan amaç fonksiyonu Eşitlik 4.5'te gösterilmiştir.

$$\text{Min } Z = P_1(d_1^-) + P_2(d_2^+) + P_3(d_3^+) + \dots + P_n(d_n^+) \quad (4.5)$$

#### 4.4. Ağırlıklı Hedef Programlama Yöntemi

Ağırlıklı hedef programlama yönteminde hedeflere ağırlık puanları verilerek gerçekleşmesi istenilen hedefler amaç fonksiyonuna yazılır. Amaç fonksiyonunda yer alan  $W_i, i=1, 2, \dots, n$ , belirlenen her hedef için vermiş olduğu ağırlığı içeren pozitif değerlerdir.  $W_i$  değerlerinin toplamı 1 olması gerekmektedir.  $n$  hedefli bir modelin ağırlıklı yöntem kullanılarak oluşturulmuş amaç fonksiyonu Eşitlik 4.6'da verilmiştir.

$$\text{Min } Z = W_1G_1 + W_2G_2 + W_3G_3 + \dots + W_nG_n \quad (4.6)$$

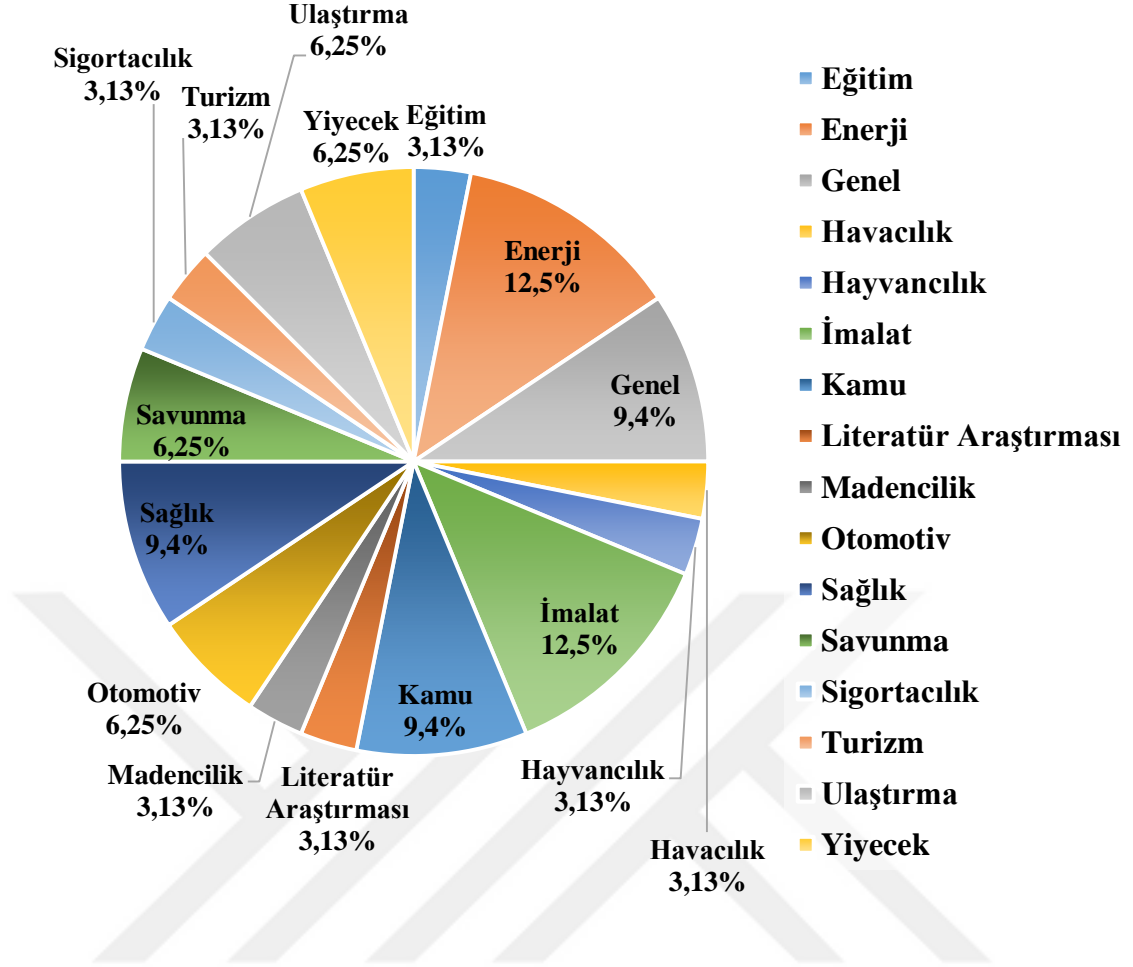
Literatürde yapılmış olan çalışmalar; kömür madenciliği sektöründe proje seçiminde (Mukherjee ve Bera, 1995), bilgi sistemi projesi seçiminde (Santhanam ve Kyparisis, 1995), rasyonel ve ekonomik hayvan beslenmesinde (Doğan vd., 2000), tek aşamalı bir üretim sisteminde parti büyüklüklerinin belirlenmesinde (Özyörük ve Erol, 2001), sağlık hizmetleri kurumları için proje seçiminde (Badri vd., 2001), Türk Silahlı Kuvvetlerinde birliklerin yeniden yapılandırılmasında (Açık, 2002), araç lastiği üretim miktarının hesaplanmasında (Gülenç ve Karabulut, 2005), sigorta şirketlerinin performanslarının değerlendirilmesinde (Turanlı ve Köse, 2005), yeni araç modelleri geliştirmek için en uygun projelerinin seçiminde (Tripathy ve Biswal, 2007), kent içi toplu taşıma otobüslerinin çizelgelenmesinde (Alp, 2008), ekonomide girdi çıktı katsayılarının tahmininde (Altan ve Ediz, 2009), bilgi sistemi projesi seçiminde (Lee ve Kim, 2000; Kim vd., 2009), istatistiksel yazılım belirlenmesinde (Girginer ve Kaygısız, 2009), uçak rotalama ve bakım çizelgelenmesinde (Orhan vd., 2012), menü

planlamasında (Körpeli vd., 2012), yenilenebilir enerji tesisleri için optimal yer seçiminde (Chang, 2015), montaj hattında robotik sistemlerin kuruluşunda (Çil vd., 2016), turizm gelişiminde önceliklerin belirlenmesinde (Zhang, 2016), tedarikçi seçiminde (Özder ve Eren, 2016), monoray projesi seçiminde (Hamurcu vd., 2016b), orman plantasyonunda hasat istasyonlarının toplanmasında (Augustynczyk vd., 2016), nöbet çizelgelemede (Ünal ve Eren, 2016), hemşire nöbet çizelgelemede (Varlı ve Eren, 2017a; Varlı vd., 2017c), yatırım projesi seçiminde (Uçakcioğlu ve Eren, 2017a), hidroelektrik santralleri için bakım stratejisi seçiminde (Özcan vd., 2017), yenilenebilir enerji haritasının tasarlanmasında (Zografidou vd., 2017), topluluk enerji planlamasında (Huang vd., 2017), lojistik dağıtımın ağı için depo yeri seçiminde (Gül ve Eren, 2017), vardiya çizelgelemede (Varlı ve Eren, 2017b), ders programı çizelgelemede (Altunay ve Eren, 2017) hedef programlama yöntemi kullanılmıştır. Hedef programlama yöntemi ile yapılmış olan çalışmaların sektörü ve çalışma yapanlara ilişkin bilgiler Çizelge 4.1'de belirtilmiştir. Literatür araştırmasına ait çizelgede hedef programlama yöntemi uygulanan sektörlere ilişkin bilgilerin, yüzdelerle dağılım grafiği Şekil 4.1'de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Hedef Programlama Uygulanan Sektörler ve Çalışma Yapanlar

<b>Uygulanan sektör</b>	<b>Çalışmayı yapanlar</b>
Eğitim	Girginer ve Kaygısız (2009)
Enerji	Chang (2015), Özcan vd. (2017), Zografidou vd. (2017), Huang vd. (2017)
Genel	Lee ve Kim (2000), Kim vd. (2009), Augustynczik vd. (2016)
Havacılık	Orhan vd. (2012)
Hayvancılık	Doğan vd. (2000)
İmalat	Özyörük ve Erol (2001), Gülenç ve Karabulut (2005), Çil vd. (2016), Varlı ve Eren(2017b)
Kamu	Altan ve Ediz (2009), Ünal ve Eren (2016), Gül ve Eren (2017)
Literatür Araştırması	Altunay ve Eren (2017)
Madencilik	Mukherjee ve Bera (1995)
Otomotiv	Tripathy ve Biswal (2007), Özder ve Eren (2016)
Sağlık	Badri vd. (2001), Varlı ve Eren (2017a), Varlı vd. (2017c)
Savunma	Açık (2002), Uçakcıoğlu ve Eren (2017a)
Sigortacılık	Turanlı ve Köse (2005)
Turizm	Zhang (2016)
Ulaştırma	Alp (2008), Hamurcu vd. (2016b)
Yiyecek	Santhanam ve Kyparisis (1995), Körpeli vd. (2012)





Şekil 4.1. Hedef Programlama Yöntemi Uygulanan Sektörler Grafiği

Şekil 4.1’de görüldüğü üzere % 12,5’lik dilimlerde enerji ve imalat sektörleri yer almaktadır. En fazla çalışma bu sektörlerde yapılmıştır. % 9,4’lük dilimlerde kamu, sağlık sektörleri ve genel kapsamlı olarak adlandırılan çalışmalar yerini almıştır. % 6,25’lik dilimlerde otomotiv, savunma, ulaştırma ve yiyecek sektörleri mevcuttur. % 3,13’lük dilimlerde eğitim, havacılık, hayvancılık, literatür araştırması, madencilik, sigortacılık ve turizm sektörleri yer almaktadır.

## 5. LİTERATÜR TARAMASI

Yapılan çalışmalar incelendiğinde yatırım projesi konusunda çok fazla çalışma bulunmadığı gözlemlenmiştir. AHP, VIKOR ve Hedef programlama yöntemiyle ve diğer yöntemler ile yapılan çalışmalara değinilmiştir.

Mohanty (1992), üç yüksek teknolojiye dayalı inşaat projesinin seçiminde 15 kriter içeren modeli uygulamıştır. Modeli uygulaması sonucu üst yönetime karar vermede destek sağlamıştır.

Remer vd. (1993), kurumsal proje seçiminde günümüz endüstrisinde kullanılan, karar verme etkenlerinden olan NBD, geri ödeme süresi ve İKO kullanımının yüzdesinin araştırılması üzerine bir çalışma yapmışlardır.

Peterson vd. (1994), finansal kaynakların en uygun şekilde kullanılması hedefiyle doğal kaynak envanter ve görüntüleme projelerinin seçimini ulusal parkta yapmaya çalışmışlardır. Envanter ve görüntüleme projesinin hedefleri ve karar verme kriterleri bir hiyerarşik yapı ile ortaya konulmuştur. Proje seçiminde, bütçe kısıtı ve personel kısıtı altında matematiksel modeli oluşturmuşlardır. Bu yaklaşım bölgedeki bazı ulusal parklarda uygulanmaktadır.

Cebesoy ve Gözen (1997), madencilik sektöründe yatırım projelerinin seçiminde ve değerlendirilmesinde, NBD ve İKO yöntemleri ile alternatif olarak belirlenmiş projelerin değerlendirilmesi ve uygun projenin seçilmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Verdikleri örnek vaka ile de yöntemlerin ortaya koyduğu sonuçları yorumlamışlardır.

Deschaine vd. (1998), nehir bölgesinde radyolojik konum iyileştirme kapsamında en fazla gelecek vaat eden iyileştirme projesinin seçilmesi için, AHP altyapılı simülasyon modeli geliştirmişlerdir. Oluşturulan model, maliyet, tasarruf gibi kriterlerin yanı sıra uygulamanın karmaşıklığı ve kurumsal değer gibi diğer kriterleri de kapsamaktadır.

Kim ve Emery (2000), uçak kontrol grubu için proje seçimi üzerinde çalışmışlardır. Potansiyel motor programlarının hedef programlama modeli, dört yıllık bir süre boyunca en üst düzeye çıkarmak, makine tedarik planları geliştirmek ve personel gereksinimlerini tahmin etmek için hangi programların uygulanacağını belirlemek amacıyla geliştirilmiştir.

Lee ve Kim (2000), bilgi sistemleri projesi seçiminde ANP ve 0-1 hedef programlama yöntemini kullanmışlardır. ANP'de 6 alternatifin seçilmesinde kullanılan kriterler, büro operasyonlarında artan doğruluk, bilgi işlem verimliliği, örgütsel öğrenimin teşvik edilmesi ve uygulama maliyetidir. Tüm hedeflerin gerçekleştirilmesi, ANP ağırlıklarına, bütçeye ve büro yardımına modelin amaç fonksiyonunda sırasıyla yer vermişlerdir.

Badri vd. (2001), sağlık hizmeti kurumları için bilgi sistemi projesi seçiminde 0-1 hedef programlama modeli oluşturmuşlardır.

Costa vd. (2003), proje değerlendirme ve analiz ekiplerine destek olmak için yatırım projesi seçimi ve analizinde çok ölçütlü karar verme yöntemlerini kullanmışlardır.

Cheng ve Li (2005), inşaat sektöründe proje seçiminde ilk kez ANP yöntemini uygulamışlardır. Etkili bir proje seçim yönteminin optimum kaynak kullanımını ve projelerin şirket misyon ve hedeflerine daha fazla katkıda bulunmasını sağlamaya yardımcı olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Dey (2006), çok ölçütlü karar verme yöntemi içeriğinde yer alan analitik hiyerarşi prosesi ile petrol boru hattı projesi seçimi üzerine çalışmıştır.

Mahmoodzadeh vd. (2007), alternatif projelerin seçimi ve değerlendirilmesi için bulanık AHP ve TOPSIS yönteminden yararlanmışlardır. Yöntemlerin uygulama aşamasında net bugünkü değeri, getiri oranı, fayda maliyet analizi ve geri ödeme süresi kriterlerini kullanmışlardır. Alternatif projeleri değerlendirmek ve karar vericiye en iyi yöntemi seçmek için metodoloji önermişlerdir.

Kim vd. (2009), yönetim bilgi sistemi proje seçiminde ANP ve bulanık mantık kullanmışlardır. Doğrulama amaçlı olarak da hedef programlama ile matematiksel model oluşturmuşlardır.

Çağlar (2009), çok ölçütlü proje seçimi problemlerinde PROMETHEE V yöntemi temelinde iki amaçlı iki farklı matematiksel model önermiştir. Proje seçimindeki bütçe kısıtlamasının dezavantajlarını ve dezavantajları önlemek için iki matematiksel model geliştirmiştir.

Mojahed ve Dodangeh (2009), telekomünikasyon projeleri için proje seçimini, İran'da faaliyet gösteren bir firmada uzman görüşüne dayanan gerçek bir uygulama yapmışlardır. Niteliksel, niceliksel, negatif ve pozitif kriterleri içeren beş kriter ve beş projeden en iyisini seçmek için uygulama yapmışlardır. Elde edilen sonuçlar farklı bakış açılarından analiz edilmiştir.

Teng vd. (2010), hazırlanmış ulaştırma bütçesi tahsisi modelini kullanarak kuzey Tayvan'daki altı bölgeye dayalı yol sistemi inşaat planlarının bütçe tahsisleri üzerine deneye dayalı bir çalışma yürütmüşlerdir. Sonuçları gözden geçirdikten sonra uzmanlar, bu çalışmayı hazırlarken bu sonuçların hem objektif hem de gerçek gereksinimleri karşılayabilecek nitelikte olduğuna inanmışlardır.

Armaneri ve Yalçınkaya (2010), riskli yatırım projesi değerlendirilmesi ve risk analizinin yapılması üzerine bir yaklaşım önermişlerdir. Bu yaklaşımda benzetim ve yanıt yüzeyi yöntemlerini kullanmışlardır. Karar vericinin umut ettiği kârlılık düzeyine en az ilk yatırım maliyeti ile ulaşabilmesi için proje parametre değerlerinin ne olması gerektiğinin ve proje önerisinde risk düzeyinin ne olması gerektiğini amaçlamışlardır.

Gülenç ve Bilgin (2010), bir fabrika için yeni kapı yatırımı üzerine AHP yönteminden yararlanmışlardır. 7 alternatif ve 9 kriter ile en uygun alternatifin seçimini Expert Choice programı ile yapmışlardır. 12 metre genişliğinde PVC kapının seçilmesinin uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Aygün (2011), çimento fabrikası yatırımı yapmayı düşünen bir yatırımcının dört ayrı ildeki fabrikalardan hangisini seçmesinin uygun olduğu üzerine çalışma yapmıştır. Çalışmada kriterlerin ağırlıklandırılması için AHP, PROMETHEE ile sıralama ardından üç ayrı analiz yapmıştır ve yatırımcıya en uygun alternatifin seçimi için fikir vermiştir.

Macura vd. (2011), demiryolu altyapı yatırım projesinin seçimi ile ilgili problem üzerinde çalışma yapmışlardır. Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden problemin yapısına en uygun olan ANP yöntemini kullanmışlardır. Fayda-maliyet oranı, trafikte geçen zaman, trafik hacmi, hat kapasitesi ve uluslararası uyum kriterleri ve 8 alternatif güzergâh arasından en iyi alternatif seçimini yapmışlardır.

Vasovic vd. (2012), kesici aletlerin üretimini yapan Sırp şirketinin yöneticileri için belirli kriterler (iç verimlilik oranı, işçi sayısı, ekonomik uygunluk, kapasite, fon getiri süreleri) kapsamında altı yatırım projesinin sıralanması için PROMETHEE yöntemini kullanmışlardır.

Tezcan vd. (2012), inşaat projesi seçimi kapsamında alışveriş merkezi, sosyal konut ve lüks konutlar olan alternatifler üzerine uygulama yapmışlardır. Belirlen kriterlere göre yapılan hesaplamalar sonucu alışveriş merkezi projesinin en uygun alternatif olduğunu belirtmişlerdir.

Ebrahimnejad vd. (2012), bulanık bir ortamda birden fazla kriter altında bir inşaat projesi seçimi ele almışlardır. İki aşamalı grup karar verme yaklaşımıyla, bulanık ANP ve VIKOR yöntemleri ile geliştirilmiş bir uzlaşma sıralama yöntemi bütünleştirmişlerdir. Belirsizliği ve riski hesaba katarak sonuca ulaşmışlardır.

El-Santawy ve Ahmed (2012), gerçek hayatta uluslararası şirkette bulunan bir ÇÖKV kapsamındaki AR-GE projesi seçimi problemi üzerinde durmuşlardır. Belirlenen 5 proje ve 4 kriter ile en uygun proje seçimini yapmışlardır.

Kaplan ve Arıkan (2012), bulanık AHP yöntemi ve mertebeli analiz yöntemi ile tezgâh yatırımı projesi seçimi yapmışlardır. Potansiyel katkı, ekonomiklik, risk ve teknoloji

ana kriterlerinin alt kriter olarak da 15 kriter ile 6 tezgah arasından en uygun tezgahın seçimini yapmışlardır.

Görgülü vd. (2013), en uygun yatırım yapma stratejisinin seçiminde ANP ve TOPSIS yöntemlerini ele almışlardır. Uygulama firması gümüş sektöründe 28 yıldır faaliyet göstermekte olup aynı zamanda ihracat yapmaktadır. Firma yurtdışından gelen talepleri karşılamak için şube ya da fabrika açmayı planlamaktadır. Belirlenen kriterler ve alternatifler doğrultusunda, ANP ile ağırlıklar belirlenerek, TOPSIS ile en uygun yatırım kararının verilmesini sağlamışlardır.

Yakıcı Ayan ve Pabuçcu (2013), yenilenebilir enerji kaynakları arasından belirlenen yatırım projelerinin seçimini AHP yöntemi ile yapmışlardır. Enerji, ekonomik, çevresel, kurumsal ana kriterleri altında 17 alt kriter ile güneş, biyoyakıt, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal alternatifleri ile Türkiye için en uygun alternatifin hidroelektrik enerjinin olduğuna karar vermişlerdir.

Khalili-Damghani vd. (2013), proje portföy seçimi için bulanık kural tabanlı sistem tasarlamışlardır. Tasarımda veri madenciliği, evrim algoritması ve veri zarflama analizinden yararlanmışlardır.

Aragonés-Beltran vd. (2014), İspanyol güneş enerjisi yatırım şirketinin güneş-termik santral projesine yatırım yapıp yapmamasına karar vermek için AHP ve ANP yöntemleri uygulanmıştır. Bulunan sonuçlara duyarlılık analizi yapmışlardır.

Adhikary vd. (2015), yenilenebilir enerji projesi seçimi, planlanması ve geliştirilmesi sırasında karar vericilere çok kriterli optimizasyonun uygulanabilirliğini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Emniyet, sosyal, politik, ekonomik teknoloji ve çevre kriterlerini ve hidroelektrik, güneş, rüzgâr ve biokütle alternatifleri ile en uygun proje seçimini yapmışlardır.

Baysal vd. (2015), Konya merkezi ilçe belediyesinde proje seçimi ve önceliklendirme için çalışma yapmışlardır. İlk aşamada ana grubu proje, ikinci aşamada ise alt proje

grubunu seçmişlerdir. En uygun ana proje kentsel kalkınma projeleri, en uygun alt proje ise alt yapı projeleri olarak belirlemişlerdir.

Karavega vd. (2015), Ar-Ge'nin ticarileştirme kabiliyeti kriterlerini geliştirerek ve Ar-Ge proje seçimi ve değerlendirmesi için kombine bir teknik önermişlerdir. Tayland'da tüm sanayi sektörlerinde 272 başarılı girişimci ve araştırmacıya yönelik anket araştırması olarak, ticarileştirme kriterleri geliştirme üzerine nitel bir çalışma içermektedir.

Hashemkhani Zolfani (2015), İran'da Ar-Ge projeleri seçimi için model kurarak modelin kriterlerini ve alt kriterlerini belirlemişlerdir. İran'da araştırma faaliyetlerinde yeni bir ufuk başlatmak için genel bir çerçeve önermişlerdir.

Karaman ve Çerçioğlu (2015), hastane yatırım projesi seçiminde AHP, VIKOR ve 0-1 hedef programlamayı kullanmışlardır. Kriter ağırlıkların belirlenmesinde AHP yöntemi, birden fazla kriteri çözüme yansıtılabilmek için VIKOR yöntemini kullanmışlardır. Probleme özel bazı kısıtlar eklenerek 0-1 hedef programlama yöntemi ile model kurulmuştur. Çalışmada; fayda-maliyet oranı, NBD, mevcut hastanelerin doluluk oranı, mevcut hastanelerin yaşı, mevcut hastanelerde yatak başına düşen kapalı alan, mevcut hastanelerde kişi başına düşen yatak sayısı kriterleri ile 6 alternatif hastane arasından seçim yapmışlardır.

Öztaysi (2015), çeşitli ve çakışan ölçütleri içerdiği için çok ölçütlü karar verme sorunu olan kurumsal bilgi sistemi projesi seçimi problemi üzerinde durmuştur. Çalışmada, altı kriter ve dört alternatif ile en uygun projeyi seçmeye çalışmıştır.

Salehi (2015), bulanık AHP ve bulanık VIKOR'u proje seçim problemini çözmek için birleştirerek melez bulanık çok ölçütlü karar verme yaklaşımını geliştirmeye odaklanmaktadır. Çözüme kalite, net bugünkü değer, yüklenicinin teknolojisi, yüklenicinin ekonomik durumu kriterlerini katmıştır.

Yazdani (2015), kararlılığın artırılması ve belirsiz ortamlarda belirsizliklerin üstesinden gelmek için bulanık teori ve yeni intuitionistic bulanık yaklaşım üzerine

çalışma yapmıştır. Grup karar verme durumunda üçgen bulanık sayılar ile sezgisel bulanık MOORA tekniğinin yeni bir versiyonunu önermiştir. Son olarak, proje seçiminde önerilen yaklaşımın uygulanabilirliğini doğrulamıştır.

Çevik ve Gökşen (2016), yatırım projesi seçiminde AHP ve VIKOR yöntemleri üzerine bir karar destek sistemi oluşturmuşlardır. Karar destek sisteminde ticari kârlılık oranı ana kriter olmak üzere 5 alt kriter ve 8 proje arasından yatırım yapılması en uygun olan projenin seçimini yapmışlardır.

Liu vd. (2016), Çin’de, Ar-Ge projesi seçiminde bilgi kuralları ve modelleri gözden geçiren, göreve entegre edilen bir karma yaklaşım sunmuşlardır. Oluşturulan modelin çözümünde simplex yöntemini kullanmışlardır.

Chang vd. (2016), Ar-Ge yatırımının proje değerini değerlendirmek için gerçek seçenek teorisini kullanmışlardır. Ayrıca gerçek opsiyon ve oyun teorisini birleştirerek, optimal strateji olan Nash dengesini bulmuşlardır. Geç kalınlığının proje yatırımının fiyatını nasıl etkilediği ve farklı gecikmeli zamanların optimal stratejilerin seçimini nasıl etkilediğini incelemişlerdir.

Hamurcu vd. (2016b), İstanbul’da yapılması düşünülen raylı sistem projesi seçimi için çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden AHP ve hedef programlama kullanmışlardır. Projelerin seçimini 4 farklı ulaşım türü arasından yapmışlardır. Bunlar monoray, tramvay, metro ve hafif raylı sistemdir. Emniyet, kapasite, hız, prestij ve maliyet kriterlerini önceliklendirerek ağırlıklandırmışlardır.

Gür vd. (2016), Ankara Büyükşehir Belediyesi için ulaştırma projelerinin seçimi üzerine uygulama yapmışlardır. 8 alternatif proje ve 3 ana kriter ve bu ana kriterler altında 9 alt kriter ile en uygun projenin seçimi üzerine çalışma yapmışlardır.

Hamurcu vd. (2016c), Ankara’da monoray projelerinin en uygun olanının seçimi için uygulama yapmışlardır. Monoray teknolojisini kullanmakta olan alternatif güzergâhların taşıma kapasitesi ile tanımlanan projelerin ölçütleri arasındaki ilişkiyi birlikte göstermişlerdir. 12 proje arasından en uygun projelerin seçimini yapmışlardır.



Sadi-Nezhad (2017), 1980-2017 yılları arasında, proje seçiminde çok ölçütlü karar verme tekniklerini kullanarak yapılmış olan 60 bildiriye incelemiştir. Çalışmanın sonucunda, TOPSIS ve AHP / ANP ile bütünleşmesinin proje seçimi için VIKOR yöntemi ile en popüler teknikler olduğunu belirtmiştir.

Gür vd. (2017), Ankara'da belirlenmiş şehir içindeki ulaşım güzergâhlarından bölgeye en uygun olan projenin seçilmesine yönelik bir çalışma yapmışlardır. 4 güzergâh ve her bir güzergâh için de 3 farklı proje dâhil olmak üzere 12 proje üzerinden en uygun projenin seçimini yapmışlardır.

Uçakcıoğlu ve Eren (2017b), havacılık sektöründe faaliyet göstermekte olan şirket için 8 yatırım projesi arasından en uygun olanının seçimi için 5 kriter kullanmışlardır. AHP ve VIKOR yöntemleri ile şirket için en uygun olan yatırım projesinin seçimini yapmışlardır.

Uçakcıoğlu ve Eren (2017c), savunma sanayisi sektöründe özgün ürünler üretmekte olan şirket için en uygun yatırım projesinin seçiminde AHP, VIKOR ve hedef programlama yöntemlerini kullanmışlardır.

Literatür taramasında açıklanan bilgiler doğrultusunda Çizelge 5.1'de çalışmaların yayımlandığı yer ve sayıları belirtilmiş olup çalışmaların yayımlandığı yer sayısı 47'tir.

Çalışmalarda kullanılan yöntemler ve çalışma yapanlara ait bilgiler Çizelge 5.2'de belirtilmiştir.

Çizelge 5.3'de ise çalışmalarda uygulama yapılan sektörler ve çalışma yapanlar hakkında bilgiler yer almaktadır.

**Çizelge 5.1.** Literatür Çalışmalarının Yayınlandığı Yer ve Sayıları

<b>Yayınlandığı Yer</b>	<b>Sayı</b>
Computers and Operations Research	2
Decision Science Letters	2
International Journal of Comp., Elect., Automation, Control and Information Eng.	2
International Journal of Production Economics	2
International Journal of Project Management	2
Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi	2
37. Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Kongresi	1
Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi	1
Applied Mathematical Modelling	1
Chaos, Solitons and Fractals	1
Computers in Industry	1
Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi	1
e-Journal of New World Sciences Academy	1
Energy	1
Engineering Economics	1
Environmental Management	1
European Journal of Operational Research	1
Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği	1
Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi	1
Global Journal of Pure and Applied Mathematics	1
Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi	1
Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi	1
In Computer Science and Information Technology, 2nd IEEE Int. Conf. on Information Sciences	1
International Journal Of Advances In Electronics And Computer Science	1
International Journal of Business and Systems Research	1
International Journal of Transport Economics	1
Journal of Construction Engineering and Management	1
Journal of Project Management	1
Les Cahiers Du Mecas	1
Life Science Journal	1
Metalurgia International	1
Multiple-Valued Logic and Soft Computing	1
ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği	1
Öneri	1
Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi	1
Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi	1
Technological and Economic Development of Economy	1
The Society for Computer Simulation – Simulators International	1
Transist 9. Uluslararası Ulaşım Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı	1
Transportation	1
<b>Toplam</b>	<b>47</b>

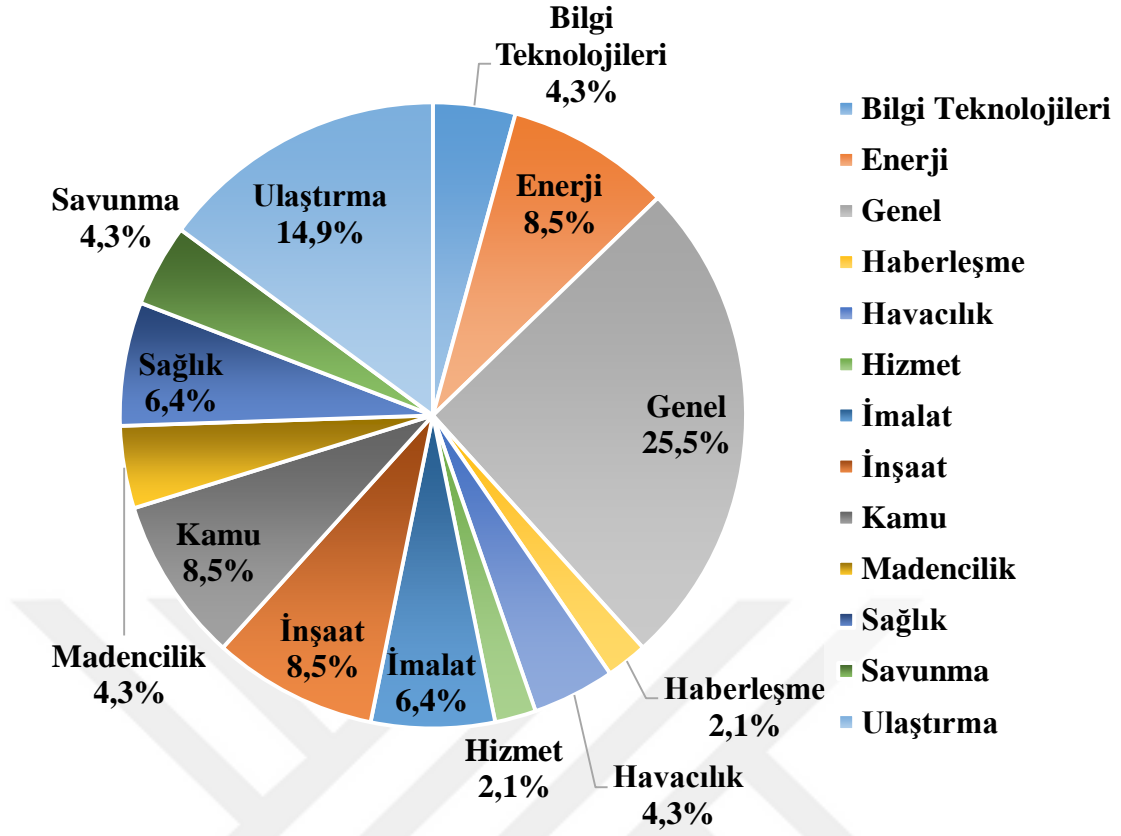
**Çizelge 5.2.** Literatür Çalışmalarındaki Yöntemler ve Çalışma Yapanlar

<b>Kullanılan Yöntemler</b>	<b>Çalışma Yapanlar</b>
AHP	Mohanty (1992), Deschaine vd. (1998), Gülenç ve Bilgin (2010), Tezcan vd. (2012), Ayan ve Pabuçcu (2013), Hamurcu vd. (2016b)
AHP - ANP	Beltran vd. (2014)
AHP - HP	Peterson vd. (1994), Gür vd. (2017)
AHP - HP - VIKOR	Karaman ve Çerçioğlu (2015), Uçakcıoğlu ve Eren (2017c)
AHP - KDS	Dey (2006)
AHP - MAY	Kaplan ve Arıkan (2012)
AHP - PROMETHEE	Aygün (2011)
AHP - VIKOR	Çevik ve Gökşen (2016), Uçakcıoğlu ve Eren (2017b)
ANP	Macura vd. (2011)
ANP - HP	Lee ve Kim (2000), Cheng ve Li (2005), Kim vd. (2009), Gür vd. (2016), Hamurcu vd. (2016c)
ANP - TOPSIS	Görgülü vd. (2013)
ANP - VIKOR	Ebrahimnejad vd. (2012)
ARENA	Armaneri ve Yalçınkaya (2010)
BAHP - ATBK	Öztaysi (2015)
BAHP - BTOPSIS	Baysal vd. (2015)
BAHP - BVIKOR	Salehi (2015)
BAHP - TOPSIS	Mahmoodzadeh vd. (2007)
BÇÖKV	Teng vd. (2010)
ÇÖKV	Sadi-Nezhad (2017)
GKDS	Costa vd. (2003)
HP	Kim ve Emery (2000), Badri vd. (2001)
KDS	Liu vd. (2016)
MOORA	Yazdani (2015)
NBD - İKO	Remer vd. (1993), Cebesoy ve Gözen (1997)
OYUN TEORİSİ	Chang vd. (2016)
PROMETHEE	Vasovic vd. (2012), Çağlar (2009)
SDV - MOORA	Santawy ve Ahmed (2012)
SWARA - MADM	Hashemkhani Zolfani vd. (2015)
TOPSIS	Mojahed ve Dodangeh (2009)
TOPSIS - VIKOR	Adhikary vd. (2015)
TOPSIS - YEM	Karavega vd. (2015)
VM - VZA - NSGAI	Khalili-Damghani vd. (2013)

### Çizelge 5.3. Literatür Çalışmalarının Uygulandığı Sektörler ve Çalışma Yapanlar

Uygulanan Sektör	Çalışma Yapanlar
Bilgi Teknolojileri	Santawy ve Ahmed (2012), Hashemkhani Zolfani vd. (2015)
Enerji	Deschaine vd. (1998), Ayan ve Pabuçcu (2013), Beltran vd. (2014), Adhikary vd. (2015)
Genel	Costa vd. (2003), Mahmoodzadeh vd. (2007), Kim vd. (2009), Çağlar (2009), Armaneri ve Yalçinkaya (2010), Khalili-Damghani vd. (2013), Karavega vd. (2015), Öztaysi (2015), Salehi (2015), Yazdani (2015), Chang vd. (2016), Sadi-Nezhad (2017)
Haberleşme	Mojahed ve Dodangeh (2009)
Havacılık	Kim ve Emery (2000), Kaplan ve Arıkan (2012)
Hizmet	Çevik ve Gökşen (2016)
İmalat	Gülenç ve Bilgin (2010), Aygün (2011), Vasovic vd. (2012)
İnşaat	Mohanty (1992), Cheng ve Li (2005), Tezcan vd. (2012), Ebrahimnejad vd. (2012)
Kamu	Remer vd. (1993), Peterson vd. (1994), Baysal vd. (2015), Liu vd. (2016)
Madencilik	Cebesoy ve Gözen (1997), Görgülü vd. (2013)
Sağlık	Lee ve Kim (2000), Badri vd. (2001), Karaman ve Çerçioğlu (2015)
Savunma	Uçakcıoğlu ve Eren (2017b) , Uçakcıoğlu ve Eren (2017c)
Ulaştırma	Dey (2006), Teng vd. (2010), Macura vd. (2011), Gür vd. (2016), Hamurcu vd. (2016), Hamurcu vd. (2016), Gür vd. (2017)

Çizelge 5.3'te bulunan çalışmaların uygulandığı sektörlerle ilişkin bilgilerin, yüzdelerle dağılım grafiği Şekil 5.1'de verilmiştir. Grafikte 13 ayrı sektörde yapılan çalışmaların yüzdelerle dağılımları yer almaktadır.



Şekil 5.1. Yatırım Projesi Seçimi İle İlgili Uygulama Yapılan Sektörler Grafiği

Şekil 5.1’de görüldüğü üzere % 25,5’lik dilimde genel adı altında yapılan çalışmalar yer almaktadır. Bu sektörlerde yapılan çalışmalar en fazla yüzdelik dilime sahiptir. % 14,9’luk dilimle ulaştırma sektöründe çalışmalar yapılmıştır. % 8,5’lik dilimlerle enerji, kamu ve inşaat sektörlerinde yapılmış çalışmalar yerini almıştır. % 6,4’lük dilimlerde imalat ve sağlık sektöründe yapılan çalışmalar mevcuttur. % 4,3’lük dilimlerde bilgi teknolojileri, havacılık, savunma ve madencilik sektörlerindeki çalışmalar gösterilmiştir. % 2,1’lik dilimler de haberleşme ve hizmet sektöründe yapılan çalışmalarını belirtmektedir.

## 6. UYGULAMA

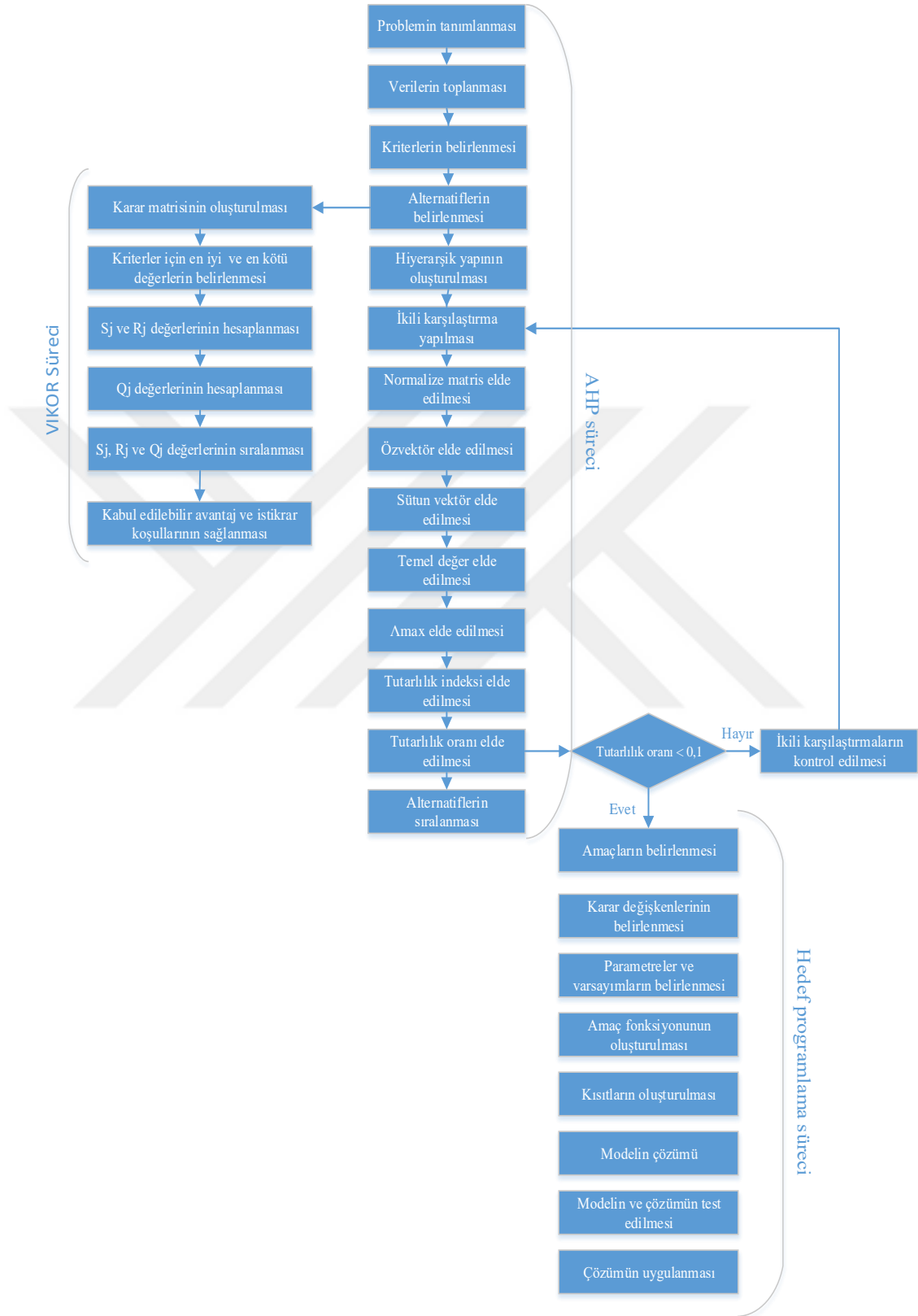
Havacılık sanayi içerisindeki konumu itibariyle uluslararası havacılık sektöründe küresel rekabet ortamında Ankara’da faaliyet gösteren şirket; özgün ürünler üreterek dünya markası olma hedefindedir. Şirket ülkemizin havacılık ve uzay alanında güvenlik ihtiyacını karşılayan ürünlerin üretimini yapmakta ve yerli sanayinin gelişimine katkı sağlamaktadır. Sadece ülkemiz için değil havacılık ve uzay alanında ürünlere ihtiyacı olan ülkelere de özgün ürünlerini satmakta ve satmaya devam etmektedir. Şirkette halen devam etmekte olan ve geliştirilmekte olan projeler de mevcuttur.

Dünyanın küreselleşmesi ve teknolojinin her geçen gün üst noktalara gelmesi, havacılık ve uzay sektöründe bir hayli fazla özgün ürünlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu ürünlerin ortaya çıkması da beraberinde ülkelerin savunma alanlarına yapmış oldukları yatırımı göstermektedir. Yapılan yatırım harcamaları büyük meblağlardadır. Bu açıdan yatırımlarla gerçekleştirilmesi planlanan projelerin seçimi de önem arz etmektedir. Havacılık ve uzay sektöründe ürünlerin tasarım, üretim ve geliştirilmesi diğer sektördeki ürünlere göre biraz daha uzun bir zaman almaktadır. Bu nedenle hatalı, teknolojik olarak geride kalabilecek ürünler üretmek, harcamaların, zamanın, işçiliğin boşa gitmesine yol açacaktır.

Şirketin varlığını sürdürebilmesi ve uluslararası bir marka olabilmesi için yöneticilerin çok karmaşık yapıya problemlere karşı etkili ve bir o kadar da doğru karar vermeleri önem arz etmektedir. Bu kapsamda şirket yatırım yapmak istemektedir. Yapılması planlanan ve önceden belirlenmiş olan yatırım projeleri arasından şirketi üst noktalara taşıyacak proje veya projelerin seçimi çalışmamızda yapılmıştır.

Çalışmada çözüm metodları sırasıyla AHP, AHP-VIKOR, AHP-VIKOR-HP yöntemleri kullanılarak elde edilen çözüme ilişkin sonuçlar kıyaslanmıştır. Problem kapsamındaki açıklamalar ve yöntemlerde kullanılacak olan veriler ve detay bilgiler her yöntemin içerisinde açıklanmıştır.

Uygulamaya ilişkin akış şeması Şekil 6.1’de verilmiştir.



Şekil 6.1. Uygulama Akış Şeması

## 6.1. AHP Yöntemi

Bölüm 3.1’de anlatılmış olan AHP yönteminin çözüm aşamaları problemimizde uygulanmıştır. Hesaplamalar Excel programında yapılarak çizelgeleri eklenmiştir.

**Aşama-1:** Problemin tanımlanması ve probleme ilişkin hedefin belirlenmesi: Ankara’da faaliyet gösteren savunma sanayi firmasının, yöneticileri ve uzman personeli devamlı karar verme ile karşı karşıyadır. Kararların, işletmenin amaçları doğrultusunda verilmesi ve etkin olması önem arz etmektedir. Bu kapsamda ülke savunma sanayi ve işletmenin geleceği için yatırım projesi seçimi kararı verilmesi gerekmektedir.

**Aşama-2:** Kriterlerin belirlenmesi: Literatürde yapılan çalışmalar ve şirkette çalışan 20 (yirmi) yatırım planlama uzmanının biraraya gelerek almış oldukları ortak görüşlerine göre kriterler belirlenmiştir. Belirlenmiş olan kriterlerin içeriği aşağıda verilmiştir.

Proje Bütçesi (K1) : Yatırım projesinin yapılabilmesi için gerekli olan giderdir.

Proje Süresi (K2) : Yatırım projesinin tamamlanabilmesi için ihtiyaç olan süredir.

Bağımlılık Durumu (K3) : Yatırım projesinin şirketin kendi fabrikalarında mı yapılacağı veya altyüklenici şirketler kanalıyla mı yapılacağının göstergesidir.

Personel Sayısı (K4) : Projede çalışması gereken personel sayısıdır.

Ekonomiye Katkı (K5) : Projenin ülke ekonomisine katkısıdır.

**Aşama-3:** Alternatiflerin (seçeneklerin) belirlenmesi: Yatırım planlama uzmanları ile görüşmeler sonucu alınan bilgiler doğrultusunda 8 adet alternatif (yatırım projesi) belirlenmiştir. Belirlenen yatırım projelerinin kapsamı aşağıda açıklanmıştır.

Proje-1 (P1): AR-GE projeleridir.

Proje-2 (P2): Eğitim uçağı tasarımı, üretimi ve geliştirilmesi projesidir.

Proje-3 (P3): Helikopter tasarımı, üretimi ve geliştirilmesi projesidir.

Proje-4 (P4): İnsansız hava aracı tasarımı, üretimi ve geliştirilmesi projesidir.

Proje-5 (P5): Nakliye uçağı tasarımı, üretimi ve geliştirilmesi projesidir.

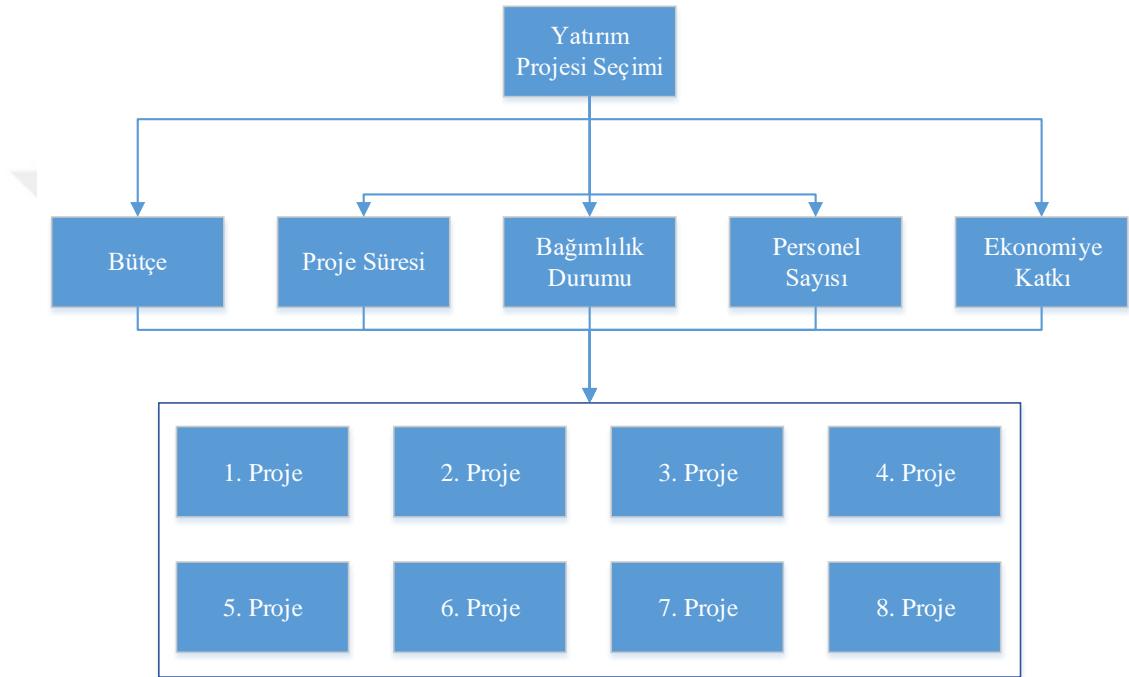


Proje-6 (P6): Savaş uçaklarının tasarımı, üretimi ve geliştirilmesi projesidir.

Proje-7 (P7): Uydu tasarımı, üretimi ve geliştirilmesi projesidir.

Proje-8 (P8): Yolcu taşıma için hava aracı tasarımı, üretimi ve geliştirilmesi projesidir.

**Aşama-4:** Hiyerarşik yapının oluşturulması: Oluşturulan hiyerarşik yapı Şekil 6.2’de verilmiştir. Hiyerarşik yapı oluşturulurken Şekil 3.2’den faydalanılmıştır.



**Şekil 6.2.** Hiyerarşik Yapı

**Aşama-5:** İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması: Kriterlerin kriterler açısından, alternatiflerinde kriterler açısından ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak çizelgeler halinde verilmiştir. Şirkette çalışan 20 (yirmi) yatırım planlama uzmanı biraraya gelip Çizelge 3.1’deki önem skalasından faydalanarak ortak aldıkları karara göre ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Bu karar göre matrislerin oluşturulmasında Eşitlik 3.1 kullanılmıştır.

Kriterlerin kriterler açısından ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 6.1’de oluşturulmuştur.

**Çizelge 6.1.** Kriterlerin Kriterler Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi

<b>Kriterler</b>	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>
<b>K1</b>	1,000	2,000	3,000	2,000	0,333
<b>K2</b>	0,500	1,000	1,000	2,000	0,500
<b>K3</b>	0,333	1,000	1,000	0,200	0,143
<b>K4</b>	0,500	0,500	2,000	1,000	0,167
<b>K5</b>	3,000	2,000	7,000	6,000	1,000

Alternatiflerin proje bütçesi kriteri açısından ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 6.2’de verilmiştir.

**Çizelge 6.2.** Proje Bütçesi Kriteri Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi

<b>Alternatifler</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>
<b>P1</b>	1,000	2,000	0,111	0,111	0,333	0,111	0,111	0,333
<b>P2</b>	0,500	1,000	0,200	0,200	0,333	0,143	0,143	2,000
<b>P3</b>	9,000	5,000	1,000	1,000	5,000	0,500	0,500	4,000
<b>P4</b>	9,000	5,000	1,000	1,000	5,000	1,000	2,000	5,000
<b>P5</b>	3,000	3,000	0,200	0,200	1,000	0,143	0,200	0,333
<b>P6</b>	9,000	7,000	2,000	1,000	7,000	1,000	2,000	5,000
<b>P7</b>	9,000	7,000	2,000	0,500	5,000	0,500	1,000	3,000
<b>P8</b>	3,000	0,500	0,250	0,200	3,000	0,200	0,333	1,000

Alternatiflerin proje süresi kriteri açısından ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 6.3 içerisinde verilmiştir.

**Çizelge 6.3.** Proje Süresi Kriteri Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi

Alternatifler	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	1,000	0,500	0,143	0,143	0,333	0,111	0,143	0,200
P2	2,000	1,000	0,250	0,167	0,500	0,125	0,143	0,500
P3	7,000	4,000	1,000	0,333	3,000	0,333	0,500	3,000
P4	7,000	6,000	3,000	1,000	5,000	1,000	5,000	3,000
P5	3,000	2,000	0,333	0,200	1,000	0,125	0,143	0,500
P6	9,000	8,000	3,000	1,000	8,000	1,000	2,000	6,000
P7	7,000	7,000	2,000	0,200	7,000	0,500	1,000	4,000
P8	5,000	2,000	0,333	0,333	2,000	0,167	0,250	1,000

Alternatiflerin bağımlılık durumu kriteri açısından ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 6.4'te verilmiştir.

**Çizelge 6.4.** Bağımlılık Durumu Kriteri Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi

Alternatifler	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	1,000	3,000	1,000	3,000	2,000	0,500	0,200	2,000
P2	0,333	1,000	2,000	0,333	2,000	0,250	0,250	2,000
P3	1,000	0,500	1,000	0,500	2,000	0,500	0,333	2,000
P4	0,333	3,000	2,000	1,000	3,000	0,333	0,500	3,000
P5	0,500	0,500	0,500	0,333	1,000	0,250	0,333	2,000
P6	2,000	4,000	2,000	3,000	4,000	1,000	2,000	4,000
P7	5,000	4,000	3,000	2,000	3,000	0,500	1,000	4,000
P8	0,500	0,500	0,500	0,333	0,500	0,250	0,250	1,000

Alternatiflerin personel sayısı kriteri açısından ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 6.5 içerisinde verilmiştir.

**Çizelge 6.5.** Personel Sayısı Kriteri Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi

Alternatifler	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	1,000	2,000	0,250	0,200	0,500	0,125	0,143	1,000
P2	0,500	1,000	0,333	0,250	0,500	0,143	0,167	1,000
P3	4,000	3,000	1,000	0,500	2,000	0,500	0,333	2,000
P4	5,000	4,000	2,000	1,000	3,000	0,333	0,500	3,000
P5	2,000	2,000	0,500	0,333	1,000	0,250	0,333	2,000
P6	8,000	7,000	2,000	3,000	4,000	1,000	2,000	4,000
P7	7,000	6,000	3,000	2,000	3,000	0,500	1,000	4,000
P8	1,000	1,000	0,500	0,333	0,500	0,250	0,250	1,000

Alternatiflerin ekonomiye katkı kriteri açısından ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 6.6'da verilmiştir.

**Çizelge 6.6.** Ekonomiye Katkı Kriteri Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi

Alternatifler	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	1,000	0,333	0,167	0,143	0,250	0,111	0,111	0,111
P2	3,000	1,000	0,333	0,250	0,250	0,125	0,125	0,167
P3	6,000	3,000	1,000	1,000	3,000	0,333	0,333	0,500
P4	7,000	4,000	1,000	1,000	3,000	1,000	3,000	3,000
P5	4,000	4,000	0,333	0,333	1,000	0,167	0,200	0,333
P6	9,000	8,000	3,000	1,000	6,000	1,000	2,000	4,000
P7	9,000	8,000	3,000	0,333	5,000	0,500	1,000	4,000
P8	9,000	6,000	2,000	0,333	3,000	0,250	0,250	1,000

**Aşama-6:** Normalize matrisinin oluşturulması: Kriterlerin kriterler açısından, alternatiflerin de kriterler açısından ikili karşılaştırma matrislerinden Eşitlik 3.2 ile elde edilen değerlerle normalize matrisler oluşturularak aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

Kriterlerin kriterler açısından ikili karşılaştırma matrisinden elde edilen normalize matris Çizelge 6.7'de oluşturulmuştur.

**Çizelge 6.7.** Kriterlerin Kriterler Açısından Normalize Matrisi

<b>Kriterler</b>	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>
<b>K1</b>	0,188	0,308	0,214	0,179	0,156
<b>K2</b>	0,094	0,154	0,071	0,179	0,233
<b>K3</b>	0,063	0,154	0,071	0,018	0,067
<b>K4</b>	0,094	0,077	0,143	0,089	0,078
<b>K5</b>	0,563	0,308	0,500	0,536	0,467

Alternatiflerin proje bütçesi kriteri açısından ikili karşılaştırma matrisinden elde edilen normalize matris Çizelge 6.8’de oluşturulmuştur.

**Çizelge 6.8.** Proje Bütçesi Kriteri Açısından Normalize Matrisi

<b>Alternatifler</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>
<b>P1</b>	0,023	0,066	0,016	0,026	0,013	0,031	0,018	0,016
<b>P2</b>	0,011	0,033	0,030	0,047	0,013	0,040	0,023	0,097
<b>P3</b>	0,207	0,164	0,148	0,237	0,188	0,139	0,080	0,194
<b>P4</b>	0,207	0,164	0,148	0,237	0,188	0,278	0,318	0,242
<b>P5</b>	0,069	0,098	0,030	0,047	0,038	0,040	0,032	0,016
<b>P6</b>	0,207	0,230	0,296	0,237	0,263	0,278	0,318	0,242
<b>P7</b>	0,207	0,230	0,296	0,119	0,188	0,139	0,159	0,145
<b>P8</b>	0,069	0,016	0,037	0,047	0,113	0,056	0,053	0,048

Alternatiflerin proje süresi kriteri açısından ikili karşılaştırma matrisinden elde edilen normalize matris Çizelge 6.9’da oluşturulmuştur.

**Çizelge 6.9.** Proje Süresi Kriteri Açısından Normalize Matrisi

Alternatifler	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
<b>P1</b>	0,024	0,016	0,014	0,042	0,012	0,033	0,016	0,011
<b>P2</b>	0,049	0,033	0,025	0,049	0,019	0,037	0,016	0,027
<b>P3</b>	0,171	0,131	0,099	0,099	0,112	0,099	0,054	0,165
<b>P4</b>	0,171	0,197	0,298	0,296	0,186	0,298	0,545	0,165
<b>P5</b>	0,073	0,066	0,033	0,059	0,037	0,037	0,016	0,027
<b>P6</b>	0,220	0,262	0,298	0,296	0,298	0,298	0,218	0,330
<b>P7</b>	0,171	0,230	0,199	0,059	0,261	0,149	0,109	0,220
<b>P8</b>	0,122	0,066	0,033	0,099	0,075	0,050	0,027	0,055

Alternatiflerin bağımlılık durumu kriteri açısından ikili karşılaştırma matrisinden elde edilen normalize matris Çizelge 6.10’da oluşturulmuştur.

**Çizelge 6.10.** Bağımlılık Durumu Kriteri Açısından Normalize Matrisi

Alternatifler	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
<b>P1</b>	0,094	0,182	0,083	0,286	0,114	0,140	0,041	0,100
<b>P2</b>	0,031	0,061	0,167	0,032	0,114	0,070	0,051	0,100
<b>P3</b>	0,094	0,030	0,083	0,048	0,114	0,140	0,068	0,100
<b>P4</b>	0,031	0,182	0,167	0,095	0,171	0,093	0,103	0,150
<b>P5</b>	0,047	0,030	0,042	0,032	0,057	0,070	0,068	0,100
<b>P6</b>	0,188	0,242	0,167	0,286	0,229	0,279	0,411	0,200
<b>P7</b>	0,469	0,242	0,250	0,190	0,171	0,140	0,205	0,200
<b>P8</b>	0,047	0,030	0,042	0,032	0,029	0,070	0,051	0,050

Alternatiflerin personel sayısı kriteri açısından ikili karşılaştırma matrisinden elde edilen normalize matris Çizelge 6.11’de oluşturulmuştur.

**Çizelge 6.11.** Personel Sayısı Kriteri Açısından Normalize Matrisi

Alternatifler	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
<b>P1</b>	0,035	0,077	0,026	0,026	0,034	0,040	0,030	0,056
<b>P2</b>	0,018	0,038	0,035	0,033	0,034	0,046	0,035	0,056
<b>P3</b>	0,140	0,115	0,104	0,066	0,138	0,161	0,071	0,111
<b>P4</b>	0,175	0,154	0,209	0,131	0,207	0,107	0,106	0,167
<b>P5</b>	0,070	0,077	0,052	0,044	0,069	0,081	0,071	0,111
<b>P6</b>	0,281	0,269	0,209	0,394	0,276	0,322	0,423	0,222
<b>P7</b>	0,246	0,231	0,313	0,263	0,207	0,161	0,212	0,222
<b>P8</b>	0,035	0,038	0,052	0,044	0,034	0,081	0,053	0,056

Alternatiflerin ekonomiye katkı kriteri açısından ikili karşılaştırma matrisinden elde edilen normalize matris Çizelge 6.12’de oluşturulmuştur.

**Çizelge 6.12.** Ekonomiye Katkı Kriteri Açısından Normalize Matrisi

Alternatifler	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
<b>P1</b>	0,021	0,010	0,015	0,033	0,012	0,032	0,016	0,008
<b>P2</b>	0,063	0,029	0,031	0,057	0,012	0,036	0,018	0,013
<b>P3</b>	0,125	0,087	0,092	0,228	0,140	0,096	0,047	0,038
<b>P4</b>	0,146	0,117	0,092	0,228	0,140	0,287	0,427	0,229
<b>P5</b>	0,083	0,117	0,031	0,076	0,047	0,048	0,028	0,025
<b>P6</b>	0,188	0,233	0,277	0,228	0,279	0,287	0,285	0,305
<b>P7</b>	0,188	0,233	0,277	0,076	0,233	0,143	0,142	0,305
<b>P8</b>	0,188	0,175	0,185	0,076	0,140	0,072	0,036	0,076

**Aşama-7:** Öncelik vektör matrisinin oluşturulması: Kriterlerden ve alternatiflerden elde edilen normalize matristen Eşitlik 3.3 yardımı ile öncelik vektör matrisleri bulunur. Öncelik vektör değerleri aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

Kriterlerin kriterler açısından ikili karşılaştırma matrisinden elde edilen öncelik vektör matrisi Çizelge 6.13’te oluşturulmuştur.

**Çizelge 6.13.** Kriterlerin Kriterler Açısından Öncelik Vektör Matrisi

<b>Kriterler</b>	<b>Ağırlık</b>
<b>K1</b>	0,209
<b>K2</b>	0,146
<b>K3</b>	0,074
<b>K4</b>	0,096
<b>K5</b>	0,475

Alternatiflerin kriterler açısından ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen öncelik vektör matrisleri Çizelge 6.14’te oluşturulmuştur.

**Çizelge 6.14.** Alternatiflerin Kriterler Açısından Öncelik Vektör Matrisleri

<b>Alternatif / Kriter</b>	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>
<b>P1</b>	0,026	0,021	0,130	0,041	0,018
<b>P2</b>	0,037	0,032	0,078	0,037	0,032
<b>P3</b>	0,169	0,116	0,085	0,113	0,107
<b>P4</b>	0,223	0,269	0,124	0,157	0,208
<b>P5</b>	0,046	0,044	0,056	0,072	0,057
<b>P6</b>	0,259	0,277	0,250	0,300	0,260
<b>P7</b>	0,185	0,175	0,234	0,232	0,200
<b>P8</b>	0,055	0,066	0,044	0,049	0,118

**Aşama-8:** Sütun vektör matrisinin oluşturulması: İkili karşılaştırma matrisi ve öncelik vektör matrisinin çarpılması ile sütun vektör elde edilmiştir.

Kriterlerin kriterler açısından ikili karşılaştırma matrisinden elde edilen sütun vektör matrisi Çizelge 6.15’te oluşturulmuştur.



**Çizelge 6.15.** Kriterlerin Kriterler Açısından Sütun Vektör Matrisi

<b>Kriterler</b>	<b>Sütun Vektör</b>
<b>K1</b>	1,075
<b>K2</b>	0,755
<b>K3</b>	0,377
<b>K4</b>	0,502
<b>K5</b>	2,491

Alternatiflerin kriterler açısından ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen sütun vektör matrisleri Çizelge 6.16’da oluşturulmuştur.

**Çizelge 6.16.** Alternatiflerin Kriterler Açısından Sütun Vektör Matrisleri

<b>Alternatif / Kriter</b>	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>
<b>P1</b>	0,226	0,176	1,192	0,330	0,155
<b>P2</b>	0,317	0,262	0,652	0,301	0,266
<b>P3</b>	1,483	0,989	0,718	0,934	0,904
<b>P4</b>	1,945	2,523	1,070	1,313	1,956
<b>P5</b>	0,405	0,356	0,471	0,586	0,486
<b>P6</b>	2,280	2,433	2,229	2,527	2,423
<b>P7</b>	1,652	1,539	2,166	1,953	1,898
<b>P8</b>	0,490	0,541	0,380	0,404	1,044

**Aşama-9:** Temel değerlerin elde edilmesi: Değerleri bulunmuş olan sütun vektör matrisinin ve öncelik vektör matrisinin Eşitlik 3.4’e göre işlem yapılmasıyla temel değerler elde edilmiştir. Elde edilen temel değerler aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

Kriterlerin kriterler açısından ikili karşılaştırma matrisinden elde edilen temel değerler Çizelge 6.17’de oluşturulmuştur.

**Çizelge 6.17.** Kriterlerin Kriterler Açısından Temel Değerleri

<b>Kriterler</b>	<b>Temel Değerler</b>
<b>K1</b>	5,150
<b>K2</b>	5,161
<b>K3</b>	5,066
<b>K4</b>	5,218
<b>K5</b>	5,250

Alternatiflerin kriterler açısından ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen temel değerler Çizelge 6.18’de oluşturulmuştur.

**Çizelge 6.18.** Alternatiflerin Kriterler Açısından Temel Değerleri

<b>Alterternatif / Kriter</b>	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>
<b>P1</b>	8,667	8,297	9,174	8,117	8,475
<b>P2</b>	8,647	8,244	8,339	8,154	8,269
<b>P3</b>	8,749	8,507	8,477	8,240	8,476
<b>P4</b>	8,732	9,364	8,628	8,360	9,397
<b>P5</b>	8,769	8,166	8,456	8,166	8,554
<b>P6</b>	8,810	8,769	8,914	8,438	9,315
<b>P7</b>	8,918	8,813	9,274	8,427	9,508
<b>P8</b>	8,931	8,230	8,686	8,230	8,829

**Aşama-10:** Lambda ( $\lambda$ ) değerinin elde edilmesi: Kriterlerin ve alternatiflerin Eşitlik 3.5’e göre hesaplanmasından elde edilen  $\lambda$  değerleri aşağıda verilmiştir.

Kriterlerin kriterler açısından ikili karşılaştırma matrisinden elde edilen  $\lambda$  değeri 5,169 olarak bulunmuştur.

Alternatiflerin kriterler açısından ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen  $\lambda$  değerleri Çizelge 6.19’da oluşturulmuştur.

**Çizelge 6.19.** Alternatiflerin Kriterler Açısından  $\lambda$  Değerleri

<b>Kriter</b>	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>
<b><math>\lambda</math> Değerleri</b>	8,778	8,549	8,743	8,266	8,853

**Aşama-11:** Tutarlılık indeksinin hesaplanması: Eşitlik 3.6'ya göre yapılan hesaplamalar sonucu bulunan tutarlılık indeksi değerleri aşağıda belirtilmiştir.

Kriterlerin kriterler açısından ikili karşılaştırma matrisinden elde edilen tutarlılık indeksi 0,042 olarak bulunmuştur.

Alternatiflerin kriterler açısından ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen tutarlılık indeksleri Çizelge 6.20'de oluşturulmuştur.

**Çizelge 6.20.** Alternatiflerin Kriterler Açısından Tutarlılık İndeksleri

<b>Kriter</b>	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>
<b>CI</b>	0,111	0,078	0,106	0,038	0,122

**Aşama-12:** Tutarlılık oranının hesaplanması: Çizelge 2'deki rassal tutarlılık değerinin Eşitlik 3.7'ye göre işlemi sonucu tutarlılık oranı bulunmuştur. Bulunan değerler aşağıda belirtilmiştir.

Kriterlerin kriterler açısından ikili karşılaştırma matrisinden elde edilen tutarlılık oranı 0,038 olarak bulunmuştur.

Alternatiflerin kriterler açısından ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen tutarlılık oranları Çizelge 6.21'de oluşturulmuştur.

**Çizelge 6.21.** Alternatiflerin Kriterler Açısından Tutarlılık Oranları

<b>Kriter</b>	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>
<b>CR</b>	0,079	0,056	0,075	0,027	0,086

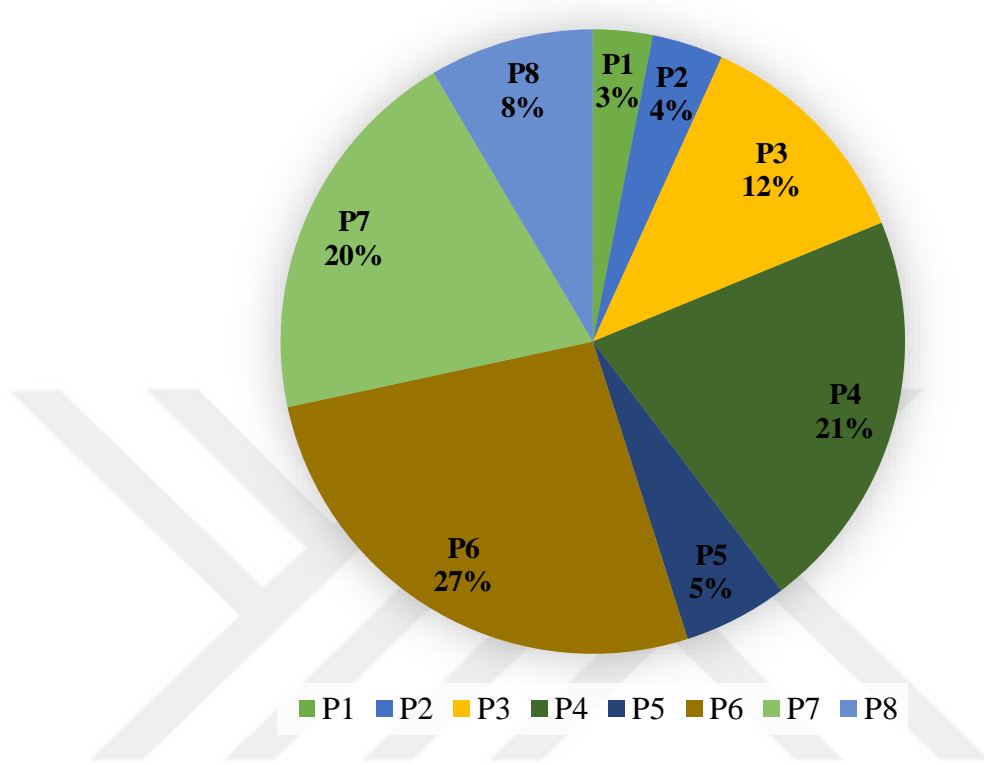
**Aşama-13:** Sonucun bulunması: Alternatiflerin özvektörleri (ağırlıkları) ile kriterlerin özvektörlerinin çarpılması ile elde edilen sonuçlardan en yüksek değer, en uygun alternatifi vermiştir. Hesaplama sonuçlarına ilişkin alternatif ağırlıklar Çizelge 6.22’de belirtilmiştir. Tabloya göre en yüksek değere sahip 6. projenin seçilmesi uygun gözükmemektedir.

**Çizelge 6.22.** Alternatiflerin Ağırlıklar Tablosu

<b>Alternatifler</b>	<b>Ağırlıklar</b>
<b>P1</b>	0,0308
<b>P2</b>	0,0369
<b>P3</b>	0,1202
<b>P4</b>	0,2089
<b>P5</b>	0,0540
<b>P6</b>	0,2654
<b>P7</b>	0,1986
<b>P8</b>	0,0852

AHP yönteminin sonucuna göre en yüksek ağırlık değerine sahip olan P6 (6. Proje), diğer projelere göre ilk tercih edilmesi gereken proje olduğu görülmüştür. Ağırlık değerlerine göre ilk tercih sırası P6 olup, bu projeyi sırasıyla P4, P7, P3, P8, P5, P2, P1 takip etmektedir. Şirket yatırım planlama uzmanları ile görüşmelerde alınan bilgiler doğrultusunda uygulama sonucunda en uygun yatırım projesinin P6 (6. proje) çıkması, işletmenin de bu yatırım projesinin üzerinde durduğunu, bu projeye önem verildiğini ve bu proje için yatırım yapılacağını dile getirmişlerdir.

Alternatif ağırlıklarının çizelge gösteriminden sonra ağırlıkların yüzdeler halinde sonuç grafiği de Şekil 6.3'te verilmiştir.



**Şekil 6.3.** AHP Yöntemi Sonuç Grafiği

Yüzdeler diliminde de görüldüğü üzere en yüksek yüzdeliğe sahip 6. projenin en uygun alternatif olarak değerlendirilmesi uygun gözükmektedir. 6. projenin yüzdeler dilimi % 27 olup sırasıyla, % 21 ile 4. proje, % 20 ile 7. proje, % 12 ile 3. proje, % 8 ile 8. proje, % 5 ile 5. proje, % 4 ile 2. proje, % 3 ile 1. projenin seçiminin uygun olduğu görülmektedir.

## 6.2. VIKOR Yöntemi

AHP yönteminde kullanılan kriterler ve alternatifler VIKOR yönteminde ele alınmıştır. VIKOR yönteminde kriterlere ilişkin detaylı açıklamalar aşağıda verilmiştir. Çözüm aşamasında kullanılacak kriterlere ait veriler Çizelge 6.23'te verilmiştir. Hesaplamalar Excel programında yapılarak çizelgeleri eklenmiştir.

Proje Bütçesi (K1) : Her bir projenin gerçekleşmesi için öngörülen para değeri olup maliyet bazlı kriterdir.

Proje Süresi (K2) : Projenin tamamlanabilmesi için gereken ay bazında süredir. Maliyet bazlı kriterdir.

Bağımlılık Durumu (K3) : Bağımlılık durumunda üç olay söz konusudur. 3-Projenin şirket içinde yapılacağını, 2-Projenin şirket içi veya dışarıdan hizmet alımı ile yapılacağını, 1-Projenin dışarıdan hizmet alımı ile yapılacağını göstermektedir. Fayda bazlı kriterdir.

Personel Sayısı (K4) : Projede çalışması gereken kaç adet personele ihtiyaç olduğudur. Maliyet bazlı kriterdir.

Ekonomiye Katkı (K5) : Projenin ülke ekonomisine katkısıdır. Fayda bazlı kriterdir. Ekonomik katkı skalası şu şekildedir: 5-Çok yüksek, 4-Yüksek, 3-Orta, 2-Az, 1-Yok

Çizelge 6.23'te yer alan P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 AHP yönteminde kullanılan alternatiflerdir.

**Çizelge 6.23.** Uygulama İçeriğinde Kullanılan Veriler

Alternatif/Kriter	K1	K2	K3	K4	K5
P1	471278	25	2	137	2
P2	1230270	19	1	318	4
P3	123157842	70	1	778	3
P4	82926965	38	3	464	4
P5	792182	22	1	96	3
P6	8233158	33	1	572	4
P7	1610662	8	2	87	4
P8	3636784	66	2	504	4

VIKOR yöntemi ile problemin çözümü aşamalar halinde aşağıda verilmiştir.

**Aşama-1:** Alternatiflerin her bir kriter için en iyi ( $f_i^+$ ) ve her bir kriter için en kötü ( $f_i^-$ ) değerleri belirlenir. Bu değerlere ilişkin rakamsal bilgiler Çizelge 6.24'te belirtilmiştir. En iyi ve en kötü kriter değer bilgisi Çizelge 6.23'teki değerlerden alınmıştır.

**Çizelge 6.24.** Alternatiflerin Her Bir Kriter İçin En İyi ve En Kötü Değerleri

Kriterler	Kriterin Tipi	$f_i^+$	$f_i^-$
<b>K1</b>	Maliyet	471278	123157842
<b>K2</b>	Maliyet	8	70
<b>K3</b>	Fayda	3	1
<b>K4</b>	Maliyet	87	778
<b>K5</b>	Fayda	4	2

**Aşama-2:**  $S_j$  ve  $R_j$  değerleri  $j= 1, 2, \dots, m$  için hesaplanır. Hesaplamalardaki  $w_i$  değerleri Çizelge 6.13'te bulunan kriterlerin AHP ağırlık (özvektör) değerleridir. Bu değerler Eşitlik 3.8'le  $S_j$ , Eşitlik 3.9 ile  $R_j$ 'nin elde edilmesinde kullanılmıştır.  $S_j$  ve  $R_j$  değerleri Çizelge 6.25'te belirtilmiştir.

**Çizelge 6.25.** Ortalama ve En Kötü Grup Skorları

Alternatif / Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	$S_j$	$R_j$
<b>P1</b>	0,000	0,040	0,037	0,007	0,475	0,559	0,475
<b>P2</b>	0,001	0,026	0,000	0,032	0,000	0,059	0,032
<b>P3</b>	0,209	0,146	0,000	0,096	0,237	0,688	0,237
<b>P4</b>	0,140	0,071	0,074	0,052	0,000	0,338	0,140
<b>P5</b>	0,001	0,033	0,000	0,001	0,237	0,272	0,237
<b>P6</b>	0,013	0,059	0,000	0,067	0,000	0,140	0,067
<b>P7</b>	0,002	0,000	0,037	0,000	0,000	0,039	0,037
<b>P8</b>	0,005	0,137	0,037	0,058	0,000	0,237	0,137

**Aşama-3:**  $Q_j$  değerleri tüm  $j= 1, 2, \dots, m$  için belirlenir. 0-1 aralığındaki maksimum grup faydası ( $v$ ) değerleri hesaplanmıştır. Tabloda da görüleceği üzere 0'dan 1'ine doğru bir azalış olduğu görülmektedir. Bu da tutarlı bir sonuç elde ettiğimizi göstermektedir. Eşitlik 3.10 ile " $v$ " değerleri elde edilmiştir. Farklı " $v$ " değerleri için hesaplanan  $Q_j$  değerleri Çizelge 6.26'da belirtilmiştir.

**Aşama-4:**  $S_j, R_j$  ve  $Q_j$  değerlerinin küçük değerliden büyük değerliye doğru sıralaması yapılarak alternatifler içerisindeki sıralama belirlenir. Bu sıralama için oluşturulan liste Çizelge 6.27'de belirtilmiştir.  $Q_j$  sıralaması  $v=0,5$  değerinin sonuçlarına göre sıralama yapılmıştır. Literatürde genelde uzlaşık değer olarak 0,5 alınmaktadır. Bu nedenle uygulamada da 0,5 değeri kullanılmıştır.

**Çizelge 6.26.**  $Q_j$  Değerleri

<b>Makimum Grup Faydası / Alternatif</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>
<b>Q<sub>1</sub> (v=0)</b>	1,000	0,000	0,464	0,244	0,464	0,080	0,012	0,236
<b>Q<sub>2</sub> (v=0,1)</b>	0,980	0,003	0,517	0,266	0,453	0,087	0,010	0,243
<b>Q<sub>3</sub> (v=0,2)</b>	0,960	0,006	0,571	0,288	0,443	0,095	0,009	0,250
<b>Q<sub>4</sub> (v=0,3)</b>	0,940	0,009	0,625	0,309	0,432	0,102	0,008	0,257
<b>Q<sub>5</sub> (v=0,4)</b>	0,920	0,012	0,678	0,331	0,422	0,110	0,007	0,264
<b>Q<sub>6</sub> (v=0,5)</b>	0,900	0,016	0,732	0,352	0,411	0,117	0,006	0,271
<b>Q<sub>7</sub> (v=0,6)</b>	0,880	0,019	0,785	0,374	0,401	0,125	0,005	0,278
<b>Q<sub>8</sub> (v=0,7)</b>	0,860	0,022	0,839	0,396	0,390	0,132	0,003	0,285
<b>Q<sub>9</sub> (v=0,8)</b>	0,840	0,025	0,893	0,417	0,380	0,140	0,002	0,292
<b>Q<sub>10</sub> (v=0,9)</b>	0,820	0,028	0,946	0,439	0,369	0,147	0,001	0,298
<b>Q<sub>11</sub> (v=1)</b>	0,800	0,031	1,000	0,460	0,359	0,155	0,000	0,305



**Çizelge 6.27.** Sıralama Listesi

Alternatifler	S <sub>j</sub>	Alternatifler	R <sub>j</sub>	Alternatifler	Q <sub>j</sub>
<b>P7</b>	0,039	<b>P2</b>	0,032	<b>P7</b>	0,006
<b>P2</b>	0,059	<b>P7</b>	0,037	<b>P2</b>	0,016
<b>P6</b>	0,140	<b>P6</b>	0,067	<b>P6</b>	0,117
<b>P8</b>	0,237	<b>P8</b>	0,137	<b>P8</b>	0,271
<b>P5</b>	0,272	<b>P4</b>	0,140	<b>P4</b>	0,352
<b>P4</b>	0,338	<b>P5</b>	0,237	<b>P5</b>	0,411
<b>P1</b>	0,559	<b>P3</b>	0,237	<b>P3</b>	0,732
<b>P3</b>	0,688	<b>P1</b>	0,475	<b>P1</b>	0,900

**Aşama-5:** Her iki koşulun sağlanıp sağlanmadığının kontrolünün yapılması; Birinci koşuldaki sonuçlar Eşitlik 3.11 ve Eşitlik 3.12 yardımıyla elde edilmiştir.

Hesaplama sonucuna göre Q değerleri içerisinde en düşük değeri barındıran P7 ( 7. Proje), öbür alternatiflere kıyasla kabul edilebilir bir avantaja sahip gözükmektedir.

P7 alternatifinin en iyi olarak kabul edilebilmesi için yöntemin kapsamında olan iki koşulun sağlanması önemle gerekmektedir

**Koşul-1:**  $Q(t^2) - Q(t^1) \geq DQ$  eşitsizliği sağlanmalıdır.

$$DQ = 1/(8-1) = 0,143$$

Elde ettiğimizde değerleri yerine yazarsak;

$$0,016 - 0,006 \geq 0,010$$

$0,010 \geq 0,143$  bulunan sonuç Koşul-1'in sağlanmadığını göstermektedir.

**Koşul-2:** Elde etmiş olduğumuz çözüm değerlerinin kabul edilebilir istikrarlı olabilmesi için alternatiflerden en iyi olan t' alternatifi, S<sub>j</sub> ve R<sub>j</sub> değerlerinin en az birinde en iyi puanı elde etmelidir. Çizelge 6.27'deki S<sub>j</sub> ve R<sub>j</sub> sıralamalarına

bakıldığında,  $S_j$ 'de P7'nin ilk sırada yer aldığı,  $R_j$ 'de ise P2'nin en iyi alternatif olduğu görülmektedir. Bu durumda Koşul-2 sağlanmıştır.

Koşul-1 sağlanmadığı için çözüm kümesi  $Q(t^{(m)}) - Q(t^1) < DQ$  ile belirlenir. Koşul-1'in sağlanmaması alternatiflerin bazılarının arasında belirgin bir fark olmadığını göstermektedir.

$Q_j$  değerlerini çözüm kümesi formülasyonunda yerine yazılarak elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

$Q(t^2) - Q(t^1) < DQ$	$0,016 - 0,006 < 0,143$	$0,010 < 0,143$
$Q(t^3) - Q(t^1) < DQ$	$0,117 - 0,006 < 0,143$	$0,111 < 0,143$
$Q(t^4) - Q(t^1) < DQ$	$0,271 - 0,006 < 0,143$	$0,265 < 0,143$
$Q(t^5) - Q(t^1) < DQ$	$0,352 - 0,006 < 0,143$	$0,346 < 0,143$
$Q(t^6) - Q(t^1) < DQ$	$0,411 - 0,006 < 0,143$	$0,405 < 0,143$
$Q(t^7) - Q(t^1) < DQ$	$0,732 - 0,006 < 0,143$	$0,726 < 0,143$
$Q(t^8) - Q(t^1) < DQ$	$0,900 - 0,006 < 0,143$	$0,894 < 0,143$

Yukarıdaki hesaplamalar sonucuna göre P6 maksimum Q değerine sahip olan yatırım projesidir. P7 ise minimum Q değerine sahip yatırım projesidir. Uzlaşık çözüm kümesi içerisinde Q değerlerine göre sıralama yapılırsa en iyi yatırım projesi, minimum Q değerlerine sahip olan P7 ve P2 yatırım projelerinden birisidir. Bu yatırım projelerini sırasıyla P6, P8, P4, P5, P3, P1 yatırım projeleri takip etmektedir.

En uygun yatırım projelerinin P7 ve P2'den birisinin çıkması, işletmenin de bu yatırım projesinin üzerinde çalışmalar yaptığını, bu projenin işletme geleceği açısından önemli olduğunu ve bu proje için yatırım yapılacağını belirtmişlerdir.

### 6.3. Hedef Programlama

Şirket, mevcut yatırım yapılabilir projeler üzerinde, çeşitli analizler ve değerlendirmeler sonucunda bir takım elemeler yaparak, şirketin kârına olan yatırım projelerine yatırım yapma düşüncesindedir. 8 ana proje kapsamında, 37 alt projeden oluşan, yatırım yapılması düşünülen projelerin seçimi üzerinde hedef programlama ile matematiksel çözümler yapılacaktır. Ana proje ve alt proje bilgileri Çizelge 6.28'dedir. Bilgiler yatırım projeleri ile ilgili şirketinin bütününde çalışma yapan Yatırım Planlama Bölümü'nden sağlanmıştır.

Modelin çözümü için belirlenen hedeflere ilişkin detay bilgiler aşağıda belirtilmiştir.

- Yatırım projeleri için ayrılan 160 milyon TL bütçe, Mali İşler Bölümü ve Üretim Bölümü'nde çalışmakta olan yatırım uzmanları tarafından belirlenmiştir. Yatırım projeleri için gereken değer belirlenen bütçe değerini aşmaması gerektiği belirtilmiştir. Bu hedef kısıtının, Eşitlik 6.1'de matematiksel gösterimi verilmiştir.
- Projeler kapsamında çalışabilecek personel sayısı 2750 olarak belirlenmiştir. Bu sayının belirlenmesinde Üretim Bölümü'ndeki saha amirleri, üretim uzmanlarından ve İnsan Kaynakları Bölümü'nden destek alınmıştır. Personel sayısı 2750'yi aşmamalıdır. Bu hedef kısıtının Eşitlik 6.2'de matematiksel gösterimi verilmiştir.

**Çizelge 6.28.** Ana Proje ve Alt Proje Açıklaması

<b>Ana Proje</b>	<b>Alt Proje</b>	<b>Açıklama</b>
1. Ana Proje	1. Alt Proje	Tezgâh Yatırımı
	2. Alt Proje	Taşınabilir Ekipman Yatırımı
	3. Alt Proje	Otomasyon Yatırımı
	4. Alt Proje	Tezgâh Yatırımı
2. Ana Proje	1. Alt Proje	Yazılım Yatırımı
	2. Alt Proje	Araç Yatırımı
	3. Alt Proje	Test Ekipmanı Yatırımı
3. Ana Proje	1. Alt Proje	Taşınabilir Ekipman Yatırımı
	2. Alt Proje	Bilgisayara Donanım Yatırımı
	3. Alt Proje	Yeni Tesis Yatırımı
	4. Alt Proje	Yeni Tesis Yatırımı
	5. Alt Proje	Tezgâh Yatırımı
	6. Alt Proje	Yazılım Yatırımı
	7. Alt Proje	Test Ekipmanı Yatırımı
	8. Alt Proje	Test Ekipmanı Yatırımı
	9. Alt Proje	Test Ekipmanı Yatırımı
4. Ana Proje	1. Alt Proje	Test Sahası Yapımı Yatırımı
	2. Alt Proje	Test Ekipmanı Yatırımı
	3. Alt Proje	Yazılım Yatırımı
	4. Alt Proje	Tezgâh Yatırımı
	5. Alt Proje	Yeni Tesis Yatırımı
5. Ana Proje	1. Alt Proje	Test Ekipmanı Yatırımı
	2. Alt Proje	Araç Yatırımı
	3. Alt Proje	Taşınabilir Ekipman Yatırımı
6. Ana Proje	1. Alt Proje	Tezgâh Yatırımı
	2. Alt Proje	Yazılım Yatırımı
	3. Alt Proje	Taşınabilir Ekipman Yatırımı
	4. Alt Proje	Test Ekipmanı Yatırımı
7. Ana Proje	1. Alt Proje	Tezgâh ve Test Ekipmanı Yatırımı
8. Ana Proje	1. Alt Proje	Taşınabilir Ekipman Yatırımı
	2. Alt Proje	Tezgâh Yatırımı
	3. Alt Proje	Yazılım Yatırımı
	4. Alt Proje	Yeni Tesis İçin Ofis Donanımı Yatırımı
	5. Alt Proje	Test Ekipmanı Yatırımı
	6. Alt Proje	Yeni Tesis Yatırımı İçin Tezgâh Yatırımı
	7. Alt Proje	Yeni Tesis Yatırımı
	8. Alt Proje	Araç Yatırımı

- AHP yönteminde hesaplama işlemi yapılmış olan ağırlık değerleri bulunmuş ana projelerin kapsamındaki en fazla alt proje seçilmesi istenmektedir. Ana proje kapsamındaki tüm alt projelerin eşit ağırlıkta olduğu varsayılmıştır. Bundan dolayı AHP yönteminde bulunmuş olan değer ana proje kapsamındaki alt projelerin sayısına bölünerek her bir alt projenin ağırlık değeri hesabı yapılmıştır. Bu hedef kısıtının, Eşitlik 6.3'te matematiksel gösterimi verilmiştir.
- VIKOR yönteminde hesaplama işlemi yapılarak sıralaması bulunmuş olan ana projelerin kapsamındaki en fazla alt proje seçilmesi istenmektedir. Bu hedef kısıtının, Eşitlik 6.4'te matematiksel gösterimi verilmiştir.

Ana projeler içinden kesinlikle seçilmesi gereken alt projelere ilişkin açıklamalar aşağıda belirtilmiştir. Kısıtların belirlenmesinde ülke savunması ve ülke ekonomisinde büyük katkı sağladığı için şirket üst yönetimi tarafından onay almış kısıtlardır.

- 3. ana projenin 3., 4., 5. ve 8. alt projeleri kesinlikle seçilmelidir. Özellikle seçilmesi istenilen projelerin özelliği şudur: Ülke savunmasında kullanılan helikopterlerin satın alımlarındaki dışa bağımlılığı azaltmak ve milli helikopterimizin yapılması amaçlanmaktadır. Bu kısıtın, Eşitlik 6.5, 6.6, 6.7 ve 6.8'de matematiksel gösterimi verilmiştir.
- 4. ana projenin 2., 3., 4. ve 5. alt projeleri kesinlikle seçilmelidir. Özellikle seçilmesi istenilen projelerin özelliği şudur: Ülke savunmasında kullanılan insansız hava aracı (İHA) satın alımlarındaki dışa bağımlılığı azaltmak ve ülkemize tümüyle ait İHA'ların yapılması amaçlanmaktadır. Bu kısıtın, Eşitlik 6.9, 6.10, 6.11 ve 6.12'de matematiksel gösterimi verilmiştir.
- 6. ana projenin 1., 2., 3. ve 4. alt projesi kesinlikle seçilmelidir. Özellikle seçilmesi istenilen projelerin özelliği şudur: Ülke savunmasında kullanılan savaş uçağı satın alımlarındaki dışa bağımlılığı azaltmak ve milli savaş uçağımızın yapılması amaçlanmaktadır. Bu kısıtın, Eşitlik 6.13, 6.14, 6.15 ve 6.16'da matematiksel gösterimi verilmiştir.

- 8. ana projenin 7. alt projesi yatırım yapılırsa 4. ve 6. alt projelere de yatırım yapılmalıdır. Şayet 7. alt projeye yatırım yapılmazsa 4. ve 6. alt projeye de yatırım yapılmamalıdır. Eşitlik 6.17’de bu kısıtın matematiksel gösterimi verilmiştir.
- 2., 5. ve 8. ana projelerin içeriğindeki alt projelerde yatırım yapılması düşünülen araç yatırımlarından en fazla biri seçilmelidir. Eşitlik 6.18’de bu kısıtın matematiksel gösterimi verilmiştir.
- 3. ana projenin 6. alt projesindeki yazılım yatırımı yapılırsa, 8. ana projenin 3. alt projesindeki yazılım yatırımına gerek bulunmamaktadır. Eşitlik 6.19’da bu kısıtın matematiksel gösterimi verilmiştir.

Kurulacak olan modeller kapsamında 14 farklı senaryo üzerinde çalışma yapılmıştır. Modellerin kurulum kapsamı eşit ağırlıklı ve öncelikli olan hedef programlama kullanılmıştır. Senaryolara ilişkin matematiksel gösterimler, Eşitlik 6.20, 6.21, 6.22, 6.23, 6.24, 6.25, 6.26, 6.27, 6.28, 6.29, 6.30, 6.31 ve 6.32’de verilmiştir. Ayrıca negatif olmama kısıtları da Eşitlik 6.33 ve 6.34’te verilmiştir.

Örnek olarak Senaryo-1’in açıklaması aşağıda yapılmıştır.

Senaryo-1: Bütçe hedefi, personel sayısı hedefi ve AHP ağırlık hedefi kullanılarak kurulmuş olan hedef programlama matematiksel modelidir.

Diğer senaryolardaki detay bilgiler Çizelge 6.29’da belirtilmiştir.

**Çizelge 6.29.** Senaryo Detay Bilgileri

<b>Senaryo</b>	<b>Tür</b>	<b>Hedef-1</b>	<b>Hedef-2</b>	<b>Hedef-3</b>
1	HP-Eşit Önem	Bütçe	Personel Sayısı	AHP Ağırlıkları
2	HP-Eşit Önem	Bütçe	Personel Sayısı	VIKOR Ağırlıkları
3	HP-Öncelikli	Bütçe	Personel Sayısı	AHP Ağırlıkları
4	HP-Öncelikli	Bütçe	AHP Ağırlıkları	Personel Sayısı
5	HP-Öncelikli	Personel Sayısı	Bütçe	AHP Ağırlıkları
6	HP-Öncelikli	Personel Sayısı	AHP Ağırlıkları	Bütçe
7	HP-Öncelikli	AHP Ağırlıkları	Bütçe	Personel Sayısı
8	HP-Öncelikli	AHP Ağırlıkları	Personel Sayısı	Bütçe
9	HP-Öncelikli	Bütçe	Personel Sayısı	VIKOR Ağırlıkları
10	HP-Öncelikli	Bütçe	VIKOR Ağırlıkları	Personel Sayısı
11	HP-Öncelikli	Personel Sayısı	Bütçe	VIKOR Ağırlıkları
12	HP-Öncelikli	Personel Sayısı	VIKOR Ağırlıkları	Bütçe
13	HP-Öncelikli	VIKOR Ağırlıkları	Bütçe	Personel Sayısı
14	HP-Öncelikli	VIKOR Ağırlıkları	Personel Sayısı	Bütçe

Hedef programlama matematiksel modelinin kurulumunda yararlanılacak olan veriler Çizelge 6.30’da verilmiştir.

**Çizelge 6.30.** Hedef Programlama Veri Çizelgesi

<b>Ana Proje</b>	<b>Alt Proje</b>	<b>Bütçe (TL)</b>	<b>Personel Sayısı</b>	<b>AHP Ana Proje Ağırlık Değerleri</b>	<b>AHP Alt Proje Ağırlık Değerleri</b>	<b>VIKOR Sıralama Değerleri</b>
1. Ana Proje	1. Alt Proje	1124583	32	0,031	0,008	0,900
	2. Alt Proje	232664	76	0,031	0,008	0,900
	3. Alt Proje	602894	8	0,031	0,008	0,900
	4. Alt Proje	2111137	21	0,031	0,008	0,900
2. Ana Proje	1. Alt Proje	27004	22	0,037	0,012	0,016
	2. Alt Proje	134017	148	0,037	0,012	0,016
	3. Alt Proje	1069249	148	0,037	0,012	0,016
3. Ana Proje	1. Alt Proje	85864	38	0,12	0,013	0,732
	2. Alt Proje	86000	21	0,12	0,013	0,732
	3. Alt Proje	42300000	227	0,12	0,013	0,732
	4. Alt Proje	65149928	22	0,12	0,013	0,732
	5. Alt Proje	1447170	342	0,12	0,013	0,732
	6. Alt Proje	245700	41	0,12	0,013	0,732
	7. Alt Proje	235200	41	0,12	0,013	0,732
	8. Alt Proje	125800	34	0,12	0,013	0,732
	9. Alt Proje	137671	12	0,12	0,013	0,732
4. Ana Proje	1. Alt Proje	13381339	24	0,209	0,042	0,352
	2. Alt Proje	594843	110	0,209	0,042	0,352
	3. Alt Proje	25431	110	0,209	0,042	0,352
	4. Alt Proje	1947315	110	0,209	0,042	0,352
	5. Alt Proje	39978037	110	0,209	0,042	0,352
5. Ana Proje	1. Alt Proje	57435	23	0,054	0,018	0,411
	2. Alt Proje	46132	38	0,054	0,018	0,411
	3. Alt Proje	688615	35	0,054	0,018	0,411
6. Ana Proje	1. Alt Proje	7619593	143	0,265	0,066	0,117
	2. Alt Proje	122723	143	0,265	0,066	0,117
	3. Alt Proje	2115832	143	0,265	0,066	0,117
	4. Alt Proje	5475010	143	0,265	0,066	0,117
7. Ana Proje	1. Alt Proje	1610662	87	0,199	0,199	0,006
8. Ana Proje	1. Alt Proje	557521	28	0,085	0,011	0,271
	2. Alt Proje	750125	75	0,085	0,011	0,271
	3. Alt Proje	239844	75	0,085	0,011	0,271
	4. Alt Proje	176900	76	0,085	0,011	0,271
	5. Alt Proje	247306	38	0,085	0,011	0,271
	6. Alt Proje	685122	52	0,085	0,011	0,271
	7. Alt Proje	725829	128	0,085	0,011	0,271
	8. Alt Proje	429268	32	0,085	0,011	0,271



## Parametreler

$i$  : Ana proje  $i=1,2,\dots,8$

$j$  : Alt proje  $\forall_j$

$b_{ij}$  :  $i$ . ana projenin  $j$ . alt projesinin bütçesi

$p_{ij}$  :  $i$ . ana projenin  $j$ . alt projesinin personel sayısı

## Karar değişkenleri

$x_{ij} = \begin{cases} 1, & i. \text{ ana projenin } j. \text{ alt projesi seçilirse} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$

$d_i^+$  =Hedeflere ait kısıtlardaki pozitif yönde sapma değişkenleri

$d_i^-$  =Hedeflere ait kısıtlardaki negatif yönde sapma değişkenleri

$x_{ij} \geq 0 \quad \forall_i, \forall_j$

## Hedefler İçin Oluşturulan Kısıtlar

1- Tüm projelere ayrılan bütçe miktarının yer aldığı hedef kısıtıdır.

$$\sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^9 b_{ij} x_{ij} + d_1^- - d_1^+ = 160000000 \quad (6.1)$$

2- Tüm projelere ayrılan personel sayısının yer aldığı hedef kısıtıdır.

$$\sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^9 p_{ij} x_{ij} + d_2^- - d_2^+ = 2750 \quad (6.2)$$

3- AHP yönteminde bulunan ağırlık değerlerine göre seçilmesi istenilen alt projeleri gösteren hedef kısıttır.

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^4 0,008x_{1j} + \sum_{j=1}^3 0,012x_{2j} + \sum_{j=1}^9 0,013x_{3j} + \sum_{j=1}^5 0,042x_{4j} + \\ & \sum_{j=1}^3 0,018x_{5j} + \sum_{j=1}^4 0,066x_{6j} + \sum_{j=1}^1 0,199x_{7j} + \sum_{j=1}^8 0,011x_{8j} + d_3^- - \\ & d_3^+ = 1 \end{aligned} \quad (6.3)$$

4- VIKOR yönteminde bulunan sıralama değerlerine göre seçilmesi istenilen alt projeleri gösteren hedef kısıttır.

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^4 0,900x_{1j} + \sum_{j=1}^3 0,016x_{2j} + \sum_{j=1}^9 0,732x_{3j} + \sum_{j=1}^5 0,352x_{4j} + \\ & \sum_{j=1}^3 0,411x_{5j} + \sum_{j=1}^4 0,117x_{6j} + \sum_{j=1}^1 0,006x_{7j} + \sum_{j=1}^8 0,271x_{8j} + d_4^- - \\ & d_4^+ = 0 \end{aligned} \quad (6.4)$$

### Genel Kısıtlar

1- Kesinlikle seçilmesi istenilen alt projeler için oluşturulmuş genel kısıttır.

$$X_{33} = 1 \quad (6.5)$$

$$X_{34} = 1 \quad (6.6)$$

$$X_{35} = 1 \quad (6.7)$$

$$X_{38} = 1 \quad (6.8)$$

$$X_{42} = 1 \quad (6.9)$$

$$X_{43} = 1 \quad (6.10)$$

$$X_{44} = 1 \quad (6.11)$$

$$X_{45} = 1 \quad (6.12)$$

$$X_{61} = 1 \quad (6.13)$$

$$X_{62} = 1 \quad (6.14)$$

$$X_{63} = 1 \quad (6.15)$$

$$X_{64} = 1 \quad (6.16)$$

2- 8. ana projenin 7. alt projesine yatırım yapılırsa 4. ve 6. alt projelere de yatırım yapılmasını kapsayan genel kısıttır. Aksi durumu da kapsayan kısıttır.

$$2X_{87} - X_{84} - X_{86} \leq 0 \quad (6.17)$$

3- 2., 5. ve 8. ana projeler içeriğindeki alt projelerde yatırım yapılması düşünülen araç yatırımlarından en fazla birinin seçilmesi ile alakalı genel kısıttır.

$$X_{22} + X_{52} + X_{88} \leq 1 \quad (6.18)$$

4- 3. ana projenin 6. alt projesindeki yazılım yatırımı yapılırsa, 8. ana projenin 3. alt projesindeki yazılım yatırımına gerek bulunmaması ile alakalı genel kısıttır.

$$X_{36} + X_{83} \leq 1 \quad (6.19)$$

### **Senaryolar İçin Oluşturulan Amaç Fonksiyonları**

#### **Senaryo - 1**

$$\text{Min } Z = d_1^+ + d_2^+ + d_3^- + d_3^+ \quad (6.20)$$

**Senaryo - 2**

$$\text{Min } Z = d_1^+ + d_2^+ + d_4^- + d_4^+ \quad (6.21)$$

**Senaryo - 3**

$$\text{Min } Z = P1 (d_1^+) + P2 (d_2^+) + P3 (d_3^- + d_3^+) \quad (6.22)$$

**Senaryo - 4**

$$\text{Min } Z = P1 (d_1^+) + P2 (d_3^- + d_3^+) + P3 (d_2^+) \quad (6.23)$$

**Senaryo - 5**

$$\text{Min } Z = P1 (d_2^+) + P2 (d_1^+) + P3 (d_3^- + d_3^+) \quad (6.24)$$

**Senaryo - 6**

$$\text{Min } Z = P1 (d_2^+) + P2 (d_3^- + d_3^+) + P3 (d_1^+) \quad (6.25)$$

**Senaryo - 7**

$$\text{Min } Z = P1 (d_3^- + d_3^+) + P2 (d_1^+) + P3 (d_2^+) \quad (6.26)$$

**Senaryo - 8**

$$\text{Min } Z = P1 (d_3^- + d_3^+) + P2 (d_2^+) + P3 (d_1^+) \quad (6.27)$$

**Senaryo - 9**

$$\text{Min } Z = P1 (d_1^+) + P2 (d_2^+) + P3 (d_4^- + d_4^+) \quad (6.28)$$

### Senaryo - 10

$$\text{Min } Z = P1 (d_1^+) + P2 (d_4^- + d_4^+) + P3 (d_2^+) \quad (6.29)$$

### Senaryo - 11

$$\text{Min } Z = P1 (d_2^+) + P2 (d_1^+) + P3 (d_4^- + d_4^+) \quad (6.30)$$

### Senaryo - 12

$$\text{Min } Z = P1 (d_2^+) + P2 (d_4^- + d_4^+) + P3 (d_1^+) \quad (6.31)$$

### Senaryo - 13

$$\text{Min } Z = P1 (d_4^- + d_4^+) + P2 (d_1^+) + P3 (d_2^+) \quad (6.32)$$

### Senaryo - 14

$$\text{Min } Z = P1 (d_4^- + d_4^+) + P2 (d_2^+) + P3 (d_1^+) \quad (6.33)$$

$$X_{ij} = 0 \text{ veya } 1 \quad (\forall i, \forall j) \quad (6.34)$$

$$d_i^+, d_i^- \geq 0 \quad (i=1, 2, 3, 4) \quad (6.35)$$

Senaryolara göre oluşturulan matematiksel modellerde kullanılan kısıtlar Çizelge 6.31'de belirtilmiştir.

**Çizelge 6.31.** Matematiksel Modellerde Kullanılan Kısıtlar

Kısıtlar	Kısıt-1	Kısıt-2	Kısıt-3	Kısıt-4	Hedef Kısıt-1	Hedef Kısıt-2	Hedef Kısıt-3	Hedef Kısıt-4
Senaryo-1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Senaryo-2	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Senaryo-3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Senaryo-4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Senaryo-5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Senaryo-6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Senaryo-7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Senaryo-8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Senaryo-9	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Senaryo-10	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Senaryo-11	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Senaryo-12	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Senaryo-13	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Senaryo-14	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓

Matematiksel modelin çözümlenmesinde; Intel(R) Core (TM) i7-6660 U CPU@2.60 GHz” işlemcisi, 8 GB belleği ve Windows 7 işletim sistemini barındıran bilgisayardan yararlanılmıştır. Modelin ve modele ait verilerin girişinin yapılmasıyla model ILOG CPLEX Studio IDE programında yazılarak, CPLEX çözümcüsüyle çözümlenmiştir.

Senaryolara ilişkin matematiksel modellerin çözüm sonucu elde edilen sapma değerleri, değişken sayısı, kısıt sayısı, çözüm süresi ve seçilen proje sayısı Çizelge 6.32’de belirtilmiştir. Ayrıca her bir senaryo için oluşturulan modelin çözümü sonucu seçilebilecek projelerde Çizelge 6.33’te verilmiştir.

**Çizelge 6.32. HP Çözüm Sonucu Verileri**

<b>HP Model</b>	<b>Seçilen Proje Sayısı</b>	<b>Değişken Sayısı</b>	<b>Kısıt Sayısı</b>	<b>Çözüm Süresi (sn)</b>	<b>Hedef 1 - Sapma</b>	<b>Hedef 2 - Sapma</b>	<b>Hedef 3 - Sapma</b>
<b>Senaryo-1</b>	31	80	91	192	420777	0	-0,0001
<b>Senaryo-2</b>	16	80	91	178	116275	0	0,071
<b>Senaryo-3</b>	14	80	93	112	98964	77	-0,007
<b>Senaryo-4</b>	16	80	93	114	98964	-0,007	531
<b>Senaryo-5</b>	16	80	93	110	0	98964	-0,007
<b>Senaryo-6</b>	31	80	93	122	0	-0,0009	420777
<b>Senaryo-7</b>	31	80	91	120	-0,0009	440683	49
<b>Senaryo-8</b>	31	80	91	124	-0,0009	0	420777
<b>Senaryo-9</b>	14	80	93	108	98964	77	1
<b>Senaryo-10</b>	14	80	93	106	98964	1	77
<b>Senaryo-11</b>	16	80	93	108	0	98964	1
<b>Senaryo-12</b>	18	80	93	128	0	0,071	151146
<b>Senaryo-13</b>	16	80	93	130	0,071	123363	6
<b>Senaryo-14</b>	18	80	93	134	0,071	0	151146

**Çizelge 6.33. HP Çözümü Sonucu Seçilebilecek Projeler**

Ana Proje	Alt Proje	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4	Senaryo 5	Senaryo 6	Senaryo 7	Senaryo 8	Senaryo 9	Senaryo 10	Senaryo 11	Senaryo 12	Senaryo 13	Senaryo 14
1. Ana Proje	1. Alt Proje	✓					✓	✓	✓						
	2. Alt Proje	✓					✓	✓	✓						
	3. Alt Proje														
	4. Alt Proje	✓					✓	✓	✓						
2. Ana Proje	1. Alt Proje	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	
	2. Alt Proje		✓										✓		✓
	3. Alt Proje	✓	✓											✓	✓
3. Ana Proje	1. Alt Proje	✓					✓	✓	✓						
	2. Alt Proje	✓		✓			✓	✓	✓	✓					
	3. Alt Proje	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓					
	4. Alt Proje	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
	5. Alt Proje	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
	6. Alt Proje	✓					✓	✓	✓	✓					
	7. Alt Proje	✓					✓	✓	✓	✓					
	8. Alt Proje	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
	9. Alt Proje	✓								✓	✓				
4. Ana Proje	1. Alt Proje	✓					✓	✓	✓						
	2. Alt Proje	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
	3. Alt Proje	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
	4. Alt Proje	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
	5. Alt Proje	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
5. Ana Proje	1. Alt Proje	✓					✓	✓	✓						
	2. Alt Proje	✓					✓	✓	✓						
	3. Alt Proje	✓					✓	✓	✓						
6. Ana Proje	1. Alt Proje	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
	2. Alt Proje	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
	3. Alt Proje	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
	4. Alt Proje	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
7. Ana Proje	1. Alt Proje	✓					✓	✓	✓						
8. Ana Proje	1. Alt Proje	✓					✓	✓	✓						
	2. Alt Proje														
	3. Alt Proje		✓												
	4. Alt Proje	✓			✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓
	5. Alt Proje	✓			✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓
	6. Alt Proje	✓					✓	✓	✓						
	7. Alt Proje	✓					✓	✓	✓						
	8. Alt Proje	✓					✓	✓	✓						



Çizelge 6.32'deki senaryolara ait bilgilere göre seçilebilecek proje sayısı eşit olarak alınmış hedeflere ait kısıtlarda bir dizi değişiklikler baz alınarak modeller kurulmuştur. Kısıt ve değişken sayıları modellerle doğru orantılıdır. Senaryolara ilişkin değerlendirmeler aşağıda açıklanmıştır.

Senaryo-1'in model çözüm süresi diğer senaryolara göre daha fazladır. Bunun nedeni bütçe, personel sayısı ve AHP ağırlıklarının mümkün olduğu kadarıyla eşit olarak dağıtılması için hedef kısıtlarının olmasından dolayıdır. Bütçeye ilişkin pozitif sapma değerinin büyük olması, seçilebilecek proje sayısının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Personel sayısında ise sapma yoktur. 31 adet yatırım projesi seçimi yapılmıştır.

Senaryo-2'de personel sayısında herhangi bir sapma yoktur. Seçilebilecek proje sayısı Senaryo-4, 5, 11, 13 ile aynıdır. VIKOR sapma değeri Senaryo-12, 13, 14 ile aynıdır.

Senaryo-3'teki personel sayısında pozitif sapma vardır. AHP sapmasının değeri ise Senaryo-1'e göre daha yüksektir. Bütçe sapma değeri Senaryo-4, 5, 9, 10, 11 ile aynıdır.

Senaryo-4'te göze çarpan personel sayısındaki pozitif sapmanın diğer senaryolara göre yüksek olmasıdır.

Senaryo-5'te ise personel sayısında sapma yoktur. Şayet personel sayısı baz alınarak proje seçilmek isteniyorsa ise bu senaryo tercih edilebilir.

Senaryo-6 en fazla proje seçilen senaryolardan olmasıdır. Bütçede sapma Senaryo-1 ve Senaryo-8 ile aynı olup yüksektir.

Senaryo-7'de bütçe sapmasının diğer senaryolara göre en yüksek olması bu senaryonun uygulanabilirliğini azaltmıştır. Şayet proje sayısı baz alınarak seçim yapılırsa en yüksek proje sayısını kapsamaktadır.

Senaryo-8’de personel sayısında sapma yoktur. Şayet personel sayısı gözönüne alınarak proje seçilmesi isteniyorsa bu proje seçilebilir.

Senaryo-9’da personel sayısı ve bütçe sapmalarında diğer senaryolara göre farklılık bulunmamaktadır. Fakat VIKOR sapma değeri 1’dir. Bu değerle VIKOR sapmasına göre bu senaryo değerlendirilebilir. Çünkü VIKOR’da sapmanın en büyük olması amaçtır.

Senaryo-10, Senaryo-9’daki değerlerle aynıdır. Bu değerlere göre bu iki senaryodan biri seçilmek istenirse sonuçlar aynı olacaktır.

Senaryo-11’de bütçe sapması yoktur. VIKOR sapmasında pozitif sapması en büyük değer olduğundan bu senaryo seçilebilir.

Senaryo-12’de bütçe sapması diğer senaryolara göre biraz düşük çıkmıştır. Personel sayısında ise sapma yoktur.

Senaryo-13’te diğer senaryolar ile sonuçlar yakındır. Bütçe sapması azalma göstermiştir. Bunun nedeni ise seçilebilecek proje sayısının az olmasından kaynaklanmaktadır.

Senaryo-14’de personel sayısında sapma yoktur. Bütçe sapmasının olması seçilebilecek proje sayısının arttığını göstermektedir.

Personel sayısına ilişkin en büyük sapma değeri Senaryo-4’tedir. Bunun nedeni modelde personel sayısının 3. öncelikli değerli olarak atanmasından kaynaklanmaktadır. Personel sayısının optimum olduğu senaryolar ise Senaryo-1, Senaryo-2, Senaryo-5, Senaryo 6, Senaryo-8, Senaryo-11 ve Senaryo-12’dir. AHP’ye ilişkin sapma değerlerinin en küçük olması istendiğinden Senaryo-1 en küçük değeri vermektedir. VIKOR yönteminde ise sapma değerlerinin en büyük olması istendiğinden Senaryo-9, Senaryo-10 ve Senaryo-11 en büyük değeri göstermektedir. Senaryo-1, Senaryo-6 ve Senaryo-8 seçilebilir yatırım projesi sayısı açısından en çok

projeyi kapsamaktadır. Senaryo-3, Senaryo-9 ve Senaryo-10 ise en az sayıda seçilebilecek projeyi vermektedir.

#### **6.4. Yöntemlerin Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

AHP yöntemi uygulanması ile en yüksek ağırlık değerine sahip P6 yatırım projesi diğer yatırım projelerine göre en yüksek ağırlığa sahip olup ilk tercih edilmesi uygun olan proje gözükmektedir. Bu yatırım projesini sırasıyla P4, P7, P3, P8, P5, P2, P1 izlemektedir.

VIKOR yöntemi uygulanması ile P7 veya P2 yatırım projesinin seçilmesinin uygun olduğu görülmüştür. Belirtilen yatırım projelerini sırasıyla P6, P8, P4, P5, P3, P1 yatırım projeleri izlemektedir.

Her iki yöntemde farklı sonuçların çıkması AHP yöntemi için ikili karşılaştırma matrisi değerlerinden kaynaklanmaktadır. VIKOR yöntemi için ise alternatiflerin her bir kriter için belirlenen değerlerinden kaynaklanmaktadır. AHP ve VIKOR yöntemi uygulanması sonucu uygulanabilir olarak bulunan yatırım projelerinin şirketin amaçlarını yansıttığını, bu projelere önem verildiğini ve üzerinde çalışma yapılan projeler olduğunu belirtmişlerdir. Karar verici bu yöntemlerin sonucuna göre amacını yansıtan yatırım projesini veya projelerini seçebilir.

Senaryo-5 ve Senaryo-11 diğer senaryolar içerisinde önceliklerde gözönüne alınarak seçilebilir. Karar verici çok sayıda proje yapmak isterse pozitif sapmayı göz önüne alarak Senaryo-1, Senaryo-6, Senaryo-7, Senaryo-8'den herhangi bir senaryoyu seçebilir.

Yine de karar verici hedef programlama sonucuna göre matematiksel modelin çözümü sonucu bulunan sapma değerlerini analiz ederek amacını içeren yatırım projesini seçmesi uygun olarak görülmektedir.

## 7. SONUÇ

Savunma sanayi, yapısı ve vazifesi gereği diğer sanayi sektörleriyle bir takım benzerliğinin yanı sıra birçok farklılıklar da göstermektedir. Savunma sanayinin öncelikli hedefi, diğer sektörlerde olduğu gibi kâr maksimizasyonu ya da yüksek değere sahip firmalar oluşturmak değildir. Bununla beraber, sektördeki firmaların, ülkemiz ekonomisine olumlu ya da olumsuz etkileri olduğu da görülmektedir. Savunma sanayinin ülke ekonomilerine olumlu ya da olumsuz katkısı olduğu yönünde farklı görüşler bulunmaktadır.

Ülkeler ve işletmeler için yatırım projelerinin önem büyüktür. Bu nedenle yatırım projesine yatırım yapma kararı verilmeden önce gerçekçi bir şekilde yapılacak olan yatırım projesi seçimi ile mevcut belirsizliklerin büyük bir bölümü ortadan kaldırılarak karar vermede kolaylık sağlanmış olacaktır. Günümüzde firmalar yatırım yapmak istediklerinde birçok kriteri göz önüne bulundurmak zorundadır. Yatırıma başlamadan önce maliyet ve zaman açısından en uygun kararın verilmesi, işletmenin rekabet üstünlüğünü muhafaza etmesi veya rekabet üstünlüğü sağlaması için büyük önem arz etmektedir. Yatırımcıların karşılaştığı en büyük sorun sınırlı kaynakları ekonomik bir şekilde kullanamamalarıdır. Yatırımcıların vereceği kararın sağlıklı olması için, karar sürecinde gerekli olan bilgilerin doğru, güvenilir, hızlı olması ve sağlam bir kaynaktan gelmesi gerekir. Bu bilgi ve verilerin uygun yöntemler yardımıyla doğru bir şekilde değerlendirilip analiz edilmesi ile yatırımcıya sayısal verilerle birlikte alternatif senaryoların hızlı bir şekilde sunulabilmesini sağlamaktadır. Böylece yatırımcı kendisi için en uygun olan yatırım projesini kolayca belirleyebilecektir.

Bu çalışma, hava savunma sanayinde faaliyet gösteren şirketin yöneticilerinin, belirlenmiş olan yatırım projeleri arasından seçim yapma kararını kapsamaktadır. Karar verme, 8 ana proje ve ana projeler altındaki 37 alt projenin arasından en uygun olanının seçimi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP, VIKOR yöntemleri ve Hedef Programlama kullanılarak karar vericilerin tatminkâr çözüme ulaşması amaçlanmıştır. Yatırım projelerini

önceliklendirmek için belirlenen kriterler tespit edilirken yatırım planlama uzmanlarının biraraya gelip almış oldukları ortak karara göre oluşturulmuş ve AHP yöntemi ile kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. AHP yönteminden bulunan ağırlıklar VIKOR ve hedef programlamada kullanılmıştır. Ayrıca VIKOR yöntemi ağırlıkları da Hedef Programlama da kullanılmıştır. AHP ve VIKOR yöntemlerine ilişkin hesaplamalar Excel programı ile hedef programlama matematiksel modeli ise ILOG CPLEX Studio IDE programında kodlanarak, CPLEX çözücüsüyle çözümlenmiştir.

Uygulamada kullanılan yöntemler sadece yapılan firmaya has olmayıp başka yatırım projelerinin seçimi içinde kullanılabilir. Projelerin seçimi matematiksel işlemler ve modeller ile yapıldığından karar vericilere projeye yatırımın seçilebileceği ile ilgili değerler vermektedir. Daha sonraki çalışmalarda işletme tarafından yatırım yapılması düşünülen diğer projelere ilişkin ve ayrıca diğer sektörlerde de yatırım yapmayı planlayan işletmelerde de bu çalışmadaki matematiksel modeller kullanılarak yatırım projesi seçimi yapılabilir. Daha farklı kriterler ve yatırım projesine bağlı farklı hedefler ve farklı özel kısıtlar kullanılabilir. Yatırım projesi seçimi problemine benzer çok ölçütlü karar verme problemlerinde, karar vericilere ANP, TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE gibi diğer çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin uygulanması da önerilebilir. Ayrıca birden fazla alt projeye sahip olan projelerin seçiminde de uygulama yapılabilir. Böylece karmaşık yapıda bulunan problemlerde etkin seçim yapmak mümkün olacaktır.

## KAYNAKÇA

- Açık, M., Türk Silahlı Kuvvetlerinde Birliklerin Yeniden Yapılandırılmasında Hedef Programlama Yönteminin Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2002.
- Adhikary, P., Roy, P.K., Mazumdar, A., Optimal renewable energy project selection: A multi-criteria optimization technique approach. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*. 11 (5): 3319-3329, 2015.
- Alp, S., Doğrusal hedef programlama yönteminin otobüsle kent içi toplu taşıma sisteminde kullanılması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 13 (1): 73-91, 2008.
- Altan, Ş., Ediz, A., Girdi katsayılarının güncellenmesi için ras ve hedef programlama modellerinin kullanımı. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 11 (3): 79-92, 2009.
- Altunay, H., Eren, T., Ders programı çizelgeleme problemi için bir literatür taraması. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*. 23 (1): 55-70, 2017.
- Aragonés-Beltrán, P., Chaparro-González, F., Pastor-Ferrando, J.P., Pla-Rubio, A., An AHP (Analytic Hierarchy Process)/ANP (Analytic Network Process)-based multi-criteria decision approach for the selection of solar-thermal power plant investment projects. *Energy*. 66: 222-238, 2014.
- Aras, H., Erdoğan, Ş., Koç, E., Multi-criteria selection for a wind observation station location using analytic hierarchy process. *Renewable Energy*. 29 (8): 1383-1392, 2004.
- Armaneri, Ö., Yalçinkaya, Ö., Belirsiz ve riskli ortamlarda yatırım projelerinin değerlendirilmesine yönelik benzetim tabanlı bir yaklaşım. *Anadolu Üniversitesi*

Bilim ve Teknoloji Dergisi. 11 (1): 1-16, 2010.

Aşchilean, I., Badea, G., Giurca, I., Naghiu, G.S., Iloaie, F.G., Choosing the optimal technology to rehabilitate the pipes in water distribution systems using the AHP method. Energy Procedia. 112: 19-26, 2017.

Augustynczyk, A.L.D., Arce, J.E., Silva, A.C.L., Aggregating forest harvesting activities in forest plantations through integer linear programming and goal programming. Journal of Forest Economics. 24: 72-81, 2016.

Awasthi, A., Kannan, G., Green supplier development program selection using NGT and VIKOR under fuzzy environment. Computers and Industrial Engineering. 91: 100-108, 2016.

Aydın, Ö., Öznehir, S., Akçalı, E., Ankara için optimal hastane yeri seçiminin analitik hiyerarşi süreci ile modellenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 14 (2): 69-86, 2009.

Aygün, F., PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Yatırım Projesi Değerlendirme ve Üretim Sektöründe Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara, 2011.

Aytaç, Ö.G., Birgün, S., Radyo frekansı ile tanımlama sistemi seçiminde analitik hiyerarşi prosesi uygulaması. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi. 1 (5): 81-88, 2011.

Aytürk, S., Askeri Savunma Sistemlerinde Analitik Hiyerarşi ve Analitik Şebeke Prosesi ile Hafif Makineli Tüfek Seçimi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara, 2006.

Babashamsi, P., Golzadfar, A., Yusoff, N.I.M., Ceylan, H., Nor, N.G.M., Integrated fuzzy analytic hierarchy process and VIKOR method in the prioritization of

pavement maintenance activities. *International Journal of Pavement Research and Technology*. 9 (2): 112-120, 2016.

Badri, M.A., Davis, D., Davis, D., A comprehensive 0–1 goal programming model for project selection. *International Journal of Project Management*. 19 (4): 243-252, 2001.

Bahraminasab, M., Jahan, A., Material selection for femoral component of total knee replacement using comprehensive VIKOR. *Materials and Design*. 32 (8): 4471-4477, 2011.

Bali, Ö., Gencer, C., AHP, bulanık AHP ve bulanık Mantık'la Kara Harp Okuluna öğretim elemanı seçimi. *Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Dergisi*. 4 (1): 24-43, 2005.

Balo, F., Şağbanşua, L., The selection of the best solar panel for the photovoltaic system design by using AHP. *Energy Procedia*. 100: 50-53, 2016.

Bayhan, M., Bildik, T., Çok kriterli karar verme tekniklerinden analitik hiyerarşi süreciyle akıllı telefon seçimi. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*. 6 (3): 27-36, 2014.

Baysal, M.E., Kaya, İ., Kahraman, C., Sarucan, A., Engin, O., A two phased fuzzy methodology for selection among municipal projects. *Technological and Economic Development of Economy*. 21 (3): 405-422, 2015.

Bazzazi, A.A., Osanloo, M., Karimi, B., Deriving preference order of open pit mines equipment through MADM methods: Application of modified VIKOR method. *Expert Systems with Applications*. 38 (3): 2550-2556, 2011.

Bedir, N., Eren, T., AHP-PROMETHEE yöntemleri entegrasyonu ile personel seçim problemi: Perakende sektöründe bir uygulama. *Social Sciences Research Journal*. 4 (4): 46-58, 2015.



- Büyüközkan, G., Ruan, D., Evaluation of software development projects using a fuzzy multi-criteria decision approach. *Mathematics and Computers in Simulation*. 77 (5): 464-475, 2008.
- Cebesoy, T., Gözen, M., Madencilikte yatırım projelerinin değerlendirilmesi ve seçim. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 3 (1): 267-275, 1997.
- Chang, C.L., Hsu, C.H., Multi-criteria analysis via the VIKOR method for prioritizing land-use restraint strategies in the Tseng-Wen reservoir watershed. *Journal of Environmental Management*. 90 (11): 3226-3230, 2009.
- Chang, C.T., Multi-choice goal programming model for the optimal location of renewable energy facilities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 41: 379-389, 2015.
- Chang, S., Li, Y., Gao, F., The impact of delaying an investment decision on R&D projects in real option game. *Chaos, Solitons and Fractals*. 87: 182-189, 2016.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Ferguson, R.O., Optimal estimation of executive compensation by linear programming. *Management Science*. 1 (2): 138-151, 1955.
- Charnes, A., Cooper, W.W., *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming*, Wiley, New York, 1961.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Goal programming and multiple objective optimizations: Part 1. *European Journal of Operational Research*. 1 (1): 39-54, 1977.
- Chen, J.K., Chen, I.S., VIKOR method for selecting universities for future development based on innovation. *The Journal of Global Business Issues*. 2 (1): 53-59, 2008.

- Chen, L.Y., Wang, T.C., Optimizing partners' choice in IS/IT outsourcing projects: The strategic decision of fuzzy VIKOR. *International Journal of Production Economics*. 120 (1): 233-242, 2009.
- Cheng, E.W.L., Li, H., Analytic network process applied to project selection. *Journal of Construction Engineering and Management*. 131 (4): 459-466, 2005.
- Cihan, Ş., Ayan, E., Eren, T., Topal, T., Yıldırım, E.K., Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile ekokardiyografi cihazı seçiminin yapılması. *HSP*. 4 (1): 41-49, 2017.
- Costa, J.P., Melo, P., Godinho, P., Dias, L.C., The AGAP system: a GDSS for project analysis and evaluation. *European Journal of Operational Research*. 145 (2): 287-303, 2003.
- Çağlar, M., Multiple Criteria Project Selection Problems. Yüksek Lisans Tezi. Middle East Technical University, Ankara, 2009.
- Çevik, E., Gökşen, Y., Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde AHP-VIKOR entegrasyonu ile bir KDS önerisi. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*. 7 (2): 219-235, 2016.
- Çil, Z.A., Mete, S., Ağpak, K., A goal programming approach for robotic assembly line balancing problem. *IFAC-PapersOnLine*. 49 (12): 938-942, 2016.
- Dağdeviren, M., Diyar, A., Mustafa, K., İş değerlendirme sürecinde analitik hiyerarşi prosesi ve uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 19 (2): 131-138, 2004.
- Dağdeviren, M., Eren, T., Tedarikçi firma seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemlerinin kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 16 (2): 41-52, 2001.

- Deschaine, L.M., Breslau, B., Ades, M.J., Selg, R.A., Saaty, T.L., Decision support software to optimize resource allocation: Theory and case history. The Society for Computer Simulation – Simulators International. 15: 139-144, 1998.
- Dey, P.K., Integrated project evaluation and selection using multiple-attribute decision-making technique. International Journal of Production Economics. 103 (1): 90-103, 2006.
- Dinçer, H., Görener, A., Analitik hiyerarşi süreci ve VIKOR tekniği ile dinamik performans analizi: Bankacılık sektöründe bir uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 10 (19): 109-127, 2011.
- Doğan, İ., Doğan, N., Akcan, A., Rasyonel ve ekonomik hayvan beslemede hedef programlamadan yararlanma. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 24: 233-238, 2000.
- Dong, Q., Cooper, O., An orders-of-magnitude AHP supply chain risk assessment framework. International Journal of Production Economics. 182: 144-156, 2016.
- Dožić, S., Kalić, M., An AHP approach to aircraft selection process. Transportation Research Procedia. 3: 165-174, 2014.
- Ebrahimnejad, S., Mousavi, S.M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Hashemi, H., Vahdani, B., A novel two-phase group decision making approach for construction project selection in a fuzzy environment. Applied Mathematical Modelling. 36 (9): 4197-4217, 2012.
- El-Santawy, M.F., Ahmed, A.N., Analysis of project selection by using SDV-MOORA approach. Life Science Journal. 9 (1): 167-170, 2012.
- Erdoğan, S.A., Šaparauskas, J., Turskis, Z., Decision making in construction management: AHP and expert choice approach. Procedia Engineering. 172: 270-276, 2017.

- Eren, T., Özder, E.H., Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile bir içecek firması için tedarikçi seçimi. In 4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES 2016), November 2016, Alanya-Antalya, s. 80-89, 2016.
- Ertuğrul, İ., Karakaşoğlu, N., Banka şube performanslarının VIKOR yöntemi ile değerlendirilmesi. Endüstri Mühendisliği Dergisi. 20 (1): 19-28, 2009.
- Ertuğrul, İ., Özçil, A., Çok kriterli karar vermede TOPSIS ve VIKOR yöntemleriyle klima seçimi. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 4 (1): 267-282, 2014.
- Gencer, C., Aydoğan, E.K., Aytürk, S., Analitik hiyerarşi süreci ile hafif makineli tüfek seçimi. Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Dergisi. 7 (2): 87-105, 2008.
- Geyik, O., Tosun, M., Ünlüsoy, S., Hamurcu, M., Eren, T., Kitap basımevi seçiminde AHP ve TOPSIS yöntemlerinin kullanımı. Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi. 3 (6): 106-126, 2016.
- Girginer, N., Kaygısız, Z., İstatistiksel yazılım seçiminde analitik hiyerarşi süreci ve 0-1 hedef programlama yöntemlerinin birlikte kullanımı. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 10 (1): 211-233, 2009.
- Gök, A.C., Perçin, S., Elektronik alışveriş (E-alışveriş) sitelerinin e-hizmet kalitesi açısından değerlendirilmesinde DEMATEL–AAS–VIKOR yaklaşımı. Anadolu University Journal of Social Sciences. 16 (1): 131-144, 2016.
- Göktürk, İ.F., Eryılmaz, A.Y., Yörür, B., Yuluğkural, Y., Bir işletmenin tedarikçi değerlendirme ve seçim probleminin çözümünde AAS ve VIKOR yöntemlerinin kullanılması. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 25: 61-74, 2011.

- Görgülü, İ., Korkmaz, M., Eren, T., Analitik ağ prosesi ve TOPSIS yöntemleri ile optimal yatırım stratejisi seçimi. Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi. 31 (2): 203-213, 2013.
- Göze, E.A., Analitik Ağ Süreci ile Sürdürülebilir Bir Üçüncü Parti Lojistik Servis Sağlayıcı Seçimi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2008.
- Gupta, H., Evaluating service quality of airline industry using hybrid best worst method and VIKOR. Journal of Air Transport Management. 1-13, 2017.
- Gül, E., Eren, T., Lojistik dağıtım ağ problemlerinde analitik hiyerarşi prosesi yöntemi ve hedef programlama ile depo seçimi. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi. 2 (1): 1-13, 2017.
- Gülenç, İ.F., Karabulut, B., Doğrusal hedef programlama ile bir üretim planlama probleminin çözümü. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 9 (1): 55-68, 2005.
- Gülenç, İ.F., Bilgin, G.A., Yatırım kararları için bir model önerisi. Öneri. 9 (34): 97-107, 2010.
- Gür, Ş., Hamurcu, M., Eren, T., Using analytic network process and goal programming methods for project selection in the public institution. Les Cahiers Du Mecas, 12 (2): 36-51, 2016.
- Gür, Ş., Hamurcu, M., Eren, T., Ankara'da monoray projelerinin analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemleri ile seçimi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. 23 (4): 437-443, 2017.
- Gürcan, Ö.F., Yazıcı, İ., Beyca, Ö.F., Arslan, Ç.Y., Eldemir, F., Third party logistics (3PL) provider selection with AHP application. Procedia-Social and Behavioral Sciences. 235: 226-234, 2016.

Hajihassani, V., Using VIKOR method in the performance evaluation cement industry. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi. 36 (3): 420-429, 2015.

Hamurcu, M., Alağaç, H., Eren, T., Raylı sistem projelerinin seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanımı. Transist 9. Uluslararası Ulaşım Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı, Aralık 2016, Şişli-İstanbul, s. 297-306, 2016a.

Hamurcu, M., Eren, T., A multicriteria decision-making for monorail route selection in Ankara. International Journal of Industrial Electronics and Electrical Engineering. 4 (5): 121-125, 2016b.

Hamurcu, M., Gür, Ş., Özder, E.H., Eren, T., A multicriteria decision making for monorail projects with analytic network process and 0-1 goal programming. International Journal of Advances in Electronics and Computer Science (IJAECS). 3 (7): 8-12, 2016c.

Hashemkhani Zolfani, S., Salimi, J., Maknoon, R., Kildiene, S., Technology foresight about R&D projects selection: Application of SWARA method at the policy making level. Engineering Economics. 26 (5): 571-580, 2015.

Hillerman, T., Souza, J.C.F., Reis, A.C.B., Carvalho, R.N., Applying clustering and AHP methods for evaluating suspect healthcare claims. Journal of Computational Science. 19: 97-111, 2017.

Huang, Z., Yu, H., Chu, X., Peng, Z., A goal programming based model system for community energy plan. Energy. 134: 893-901, 2017.

Ignizio, J.P., Goal Programming and Extensions, Lexington Books, 1976.

İnce, Ö., Bedir, N., Eren, T., Hastane kuruluş yeri seçimi probleminin AHP ile modellenmesi: Tuzla ilçesi uygulaması. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi. 3 (1): 8-21, 2016.

Kandemir, T., Karataş, H., Ticari bankaların finansal performanslarının çok kriterli karar verme yöntemleri ile incelenmesi: Borsa İstanbul'da işlem gören bankalar üzerine bir uygulama (2004-2014). İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi. 5 (7): 1766-1776, 2016.

Kaplan, S., Arıkan, F., Hava savunma sektörü tezgah yatırım projelerinin bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile değerlendirilmesi. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi. 5 (3): 23-33, 2012.

Karaatlı, M., Davras, G., Tedarikçi seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve hedef programlama yöntemlerinin kombinasyonu: Otel işletmelerinde bir uygulama. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi. 12 (24): 182-196, 2014a.

Karaatlı, M., Ömürbek, N., Köse, G., Analitik hiyerarşi süreci temelli TOPSIS ve VIKOR yöntemleri ile futbolcu performanslarının değerlendirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 29 (1): 25-61, 2014b.

Karaman, B., Çerçioğlu, H., 0-1 hedef programlama destekli bütünleşik AHP-VIKOR yöntemi: Hastane yatırımı projeleri seçimi. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi. 30 (4): 567-576, 2015.

Karavega, C., Thawesaengskulthai, N., Chandrachai, A., A combined technique using SEM and TOPSIS for the commercialization capability of R&D project evaluation. Decision Science Letters. 4 (3): 379-396, 2015.

Kaya, T., Kahraman, C., Fuzzy multiple criteria forestry decision making based on an integrated VIKOR and AHP approach. Expert Systems with Applications. 38 (6): 7326-7333, 2011.

- Khalili-Damghani, K., Sadi-Nezhad, S., Lotfi, F.H., Tavana, M., A hybrid fuzzy rule-based multi-criteria framework for sustainable project portfolio selection. *Information Sciences*. 220: 442-462, 2013.
- Kim, G.C., Emery, J., An application of zero–one goal programming in project selection and resource planning—a case study from the Woodward Governor Company. *Computers and Operations Research*. 27 (14): 1389-1408, 2000.
- Kim, I., Shin, S., Choi, Y., Thang, N.M., Ramos, E.R., Hwang, W.J., Development of a project selection method on information system using ANP and fuzzy logic. *International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering*. 3 (5): 1286-1291, 2009.
- Kokangül, A., Polat, U., Dağsuyu, C., A new approximation for risk assessment using the AHP and fine kinney methodologies. *Safety Science*. 91: 24-32, 2017.
- Koyuncu, O., Özcan, M., Personel seçim sürecinde analitik hiyerarşi süreci ve TOPSIS yöntemlerinin karşılaştırılması: Otomotiv sektöründe bir uygulama. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 32 (2): 195-218, 2014.
- Körpeli, S., Şahin, B., Eren, T., Hedef programlama ile menü planlaması: Bir örnek uygulama. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 2 (1): 121-142, 2012.
- Kurşunoğlu, S., Ichlas, Z.T., Kaya, M., Leaching method selection for caldag lateritic nickel ore by the analytic hierarchy process (AHP). *Hydrometallurgy*. 171: 179-184, 2017.
- Lee, J.W., Kim, S.H., Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection. *Computers and Operations Research*. 27 (4): 367-382, 2000.
- Lee, S.M., *Goal Programming for Decision Analysis*, Auerbach, Philadelphia, 1972.



- Liu, H.C., Mao, L.X., Zhang, Z.Y., Li, P., Induced aggregation operators in the VIKOR method and its application in material selection. *Applied Mathematical Modelling*. 37 (9): 6325-6338, 2013.
- Liu, H.C., You, J.X., Chen, Y.Z., Fan, X.J., Site selection in municipal solid waste management with extended VIKOR method under fuzzy environment. *Environmental Earth Sciences*. 72 (10): 4179-4189, 2014.
- Liu, O., Wang, J., Ma, J., Sun, Y., An intelligent decision support approach for reviewer assignment in R&D project selection. *Computers in Industry*. 76: 1-10, 2016.
- Lucas, R.I., Promentilla, M.A., Ubando, A., Tan, R.G., Aviso, K., Yu, K.D., An AHP-based evaluation method for teacher training workshop on information and communication technology. *Evaluation and Program Planning*. 63: 93-100, 2017.
- Macura, D., Bošković, B., Bojović, N., Milenković, M., A model for prioritization of rail infrastructure projects using ANP. *International Journal of Transport Economics*. 38 (3): 285-309, 2011.
- Mahmoodzadeh, S., Shahrabi, J., Pariazar, M., Zaeri, M.S., Project selection by using fuzzy AHP and TOPSIS technique. *International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering*. 1 (6): 270-275, 2007.
- Mishra, A.K., Deep, S., Choudhary, A., Identification of suitable sites for organic farming using AHP & GIS. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. 18 (2): 181-193, 2015.
- Mojahed, M., Dodangeh, J., Using engineering economy techniques with group TOPSIS method for best project selection. In *Computer Science and Information Technology*, 2009 Augustos, Serdang-Malaysia, s. 232-234, 2009.

- Mohanty, R.P., Project selection by a multiple-criteria decision-making method: An example from a developing country. *International Journal of Project Management*. 10 (1): 31-38, 1992.
- Mukherjee, K., Bera, A., Application of goal programming in project selection decision-A case study from the Indian coal mining industry. *European Journal of Operational Research*. 82 (1): 18-25, 1995.
- Myers, J.H., Alpert, M.I., Determinant buying attitudes: Meaning and measurement. *The Journal of Marketing*. 13-20, 1968.
- Nandi, S., Paul, S., Phadtare, M., An AHP-based construction project selection method. *Decision*. 38 (1): 91-118, 2011.
- Narasimhan, R., An analytical approach to supplier selection. *Journal of Supply Chain Management*. 19 (4): 27-32, 1983.
- Nayak, S.C., Tripathy, C., Deadline sensitive lease scheduling in cloud computing environment using AHP. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*. 2016.
- Opricovic, S., Tzeng, G.H., Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*. 156 (2): 445-455, 2004.
- Opricovic, S., Tzeng, G.H., Extended VIKOR method in comparison with outranking methods. *European Journal of Operational Research*. 178 (2): 514-529, 2007.
- Opricovic, S., Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning. *Expert Systems with Applications*. 38 (10): 12983-12990, 2011.

Orhan, İ., Kapanoğlu, M., Karakoç, T.H., Hedef programlama ile bütünleşik uçak rotalama ve bakım çizelgeleme. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi. 27 (1): 11-26, 2012.

Ömürbek, N., Karaatlı, M., Yetim, T., Analitik hiyerarşi sürecine dayalı TOPSIS ve VIKOR yöntemleri ile ADIM üniversitelerinin değerlendirilmesi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. Dr. Mehmet YILDIZ Özel Sayısı: 189-207, 2014.

Önder, E., Yıldırım, B.F., VIKOR method for ranking logistic villages in Turkey. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi. 12 (23): 293-314, 2014.

Özbek, A., Eren, T., Analitik ağ süreci yaklaşımıyla üçüncü parti lojistik (3PL) firma seçimi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. 27 (1): 95-113, 2013.

Özcan, E.C., Ünlüsoy, S., Eren, T., A combined goal programming–AHP approach supported with TOPSIS for maintenance strategy selection in hydroelectric power plants. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 78: 1410-1423, 2017.

Özden, Ü.H., AB'ye üye ülkelerin ve Türkiye'nin ekonomik performanslarına göre VIKOR yöntemi ile sıralanması. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 11 (21): 455-468, 2012.

Özder, E.H., Eren, T., Çok ölçütlü karar verme yöntemi ve hedef programlama teknikleri ile tedarikçi seçimi. Selçuk University Journal of Engineering, Science and Technology. 4 (3): 196-207, 2016.

Özgüvenç, D., Kalite Problemlerinin Sınıflandırılmasında Çok Kriterli Pareto Analizi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2011.

Öztaysi, B., A group decision making approach using interval type-2 fuzzy AHP for enterprise information systems project selection. *Multiple-Valued Logic and Soft Computing*. 24 (5-6): 475-500, 2015.

Öztürk A., Yöneylem Araştırması. 292-295. Ekin Kitabevi, Bursa, 2004.

Özyörük, B., Parti Büyüklüklerinin Belirlenmesinde Amaç Programlama Yaklaşımı. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara, 2000.

Özyörük, B., Erol, S., Tek aşamalı hazırlık zamanlı parti büyüklüğü problemlerinin çözümü için doğrusal hedef programlama modeli. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 6 (2): 185-191, 2001.

Palaz, H., Kovancı, A., Türk Deniz Kuvvetleri denizaltılarının seçiminin AHS ile değerlendirilmesi. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*. 3 (3): 53-60, 2008.

Pangsri, P., Application of the multi criteria decision making methods for project selection. *Universal Journal of Management*. 3 (1): 15-20, 2015.

Partovi, F.Y., Burton, J., Banerjee, A., Application of analytical hierarchy process in operations management. *International Journal of Operations and Production Management*. 10 (3): 5-19, 1990.

Partovi, F.Y., Determining what to bechmark: An analytic hierarchy process approach. *International Journal of Operation and Production Management*. 14 (6): 25-39, 1994.

Peker, İ., Korucuk, S., Ulutaş, Ş., Okatan, B.S., Yaşar, F., Afet lojistiği kapsamında en uygun dağıtım merkez yerinin AHS-VIKOR bütünleşik yöntemi ile belirlenmesi: Erzincan ili örneği. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*. 14 (1): 82-103, 2016.

- Peterson, D., Schmoldt, D., Silsbee, D., A case study of resources management planning with multiple objectives and projects. *Environmental Management*. 18 (5): 729-742, 1994.
- Remer, D.S., Stokdyk, S.B., Van Driel, M., Survey of project evaluation techniques currently used in industry. *International Journal of Production Economics*. 32 (1): 103-115, 1993.
- Russell, R.S., Taylor, B.W., *Operations Management 4th Edition*, Prentice Hall, New Jersey, 2003.
- Saaty, T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, Mc-Graw-Hill, USA, 1980.
- Saaty, T.L., How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*. 48: 9-26, 1990.
- Saaty, T.L., *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory With The Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburg, 1994.
- Sadi-Nezhad, S., A state-of-art survey on project selection using MCDM techniques. *Journal of Project Management*. 2 (1): 1-10, 2017.
- Salehi, K., A hybrid fuzzy MCDM approach for project selection problem. *Decision Science Letters*. 4 (1): 109-116, 2015.
- San Cristóbal, J.R., Multi-criteria decision-making in the selection of a renewable energy project in Spain: The VIKOR method. *Renewable Energy*. 36 (2): 498-502, 2011.
- Santhanam, R., Kyparisis, J., A multiple criteria decision model for information system project selection. *Computers and Operations Research*. 22 (8): 807-818, 1995.

- Sarucan, A., Akkoyunlu, M.C., Baş, A., Analitik hiyerarşı proses yöntemi ile rzgr trbın seçimi. Selęuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi. 25 (1): 11-18, 2010.
- Shojaei, P., Haeri, S.A.S., Mohammadi, S., Airports evaluation and ranking model using Taguchi loss function, best-worst method and VIKOR technique. Journal of Air Transport Management.1-10, 2017.
- Soner, S., nt, S., Multi-criteria supplier selection: An ELECTRE-AHP application. Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi. 4: 110-120, 2006.
- Supęiller, A.A., ęapraz, O., AHP-TOPSIS yntemine dayalı tedarikęi seçimi uygulaması. Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi. 13: 1-22, 2011.
- Taha, A.H., Operations Research An Introduction. 340-350. MacMillan Publishing Company, New York, 1987.
- Tamiz, M., Jones, D.F., Interactive frameworks for investigation of goal programming models: Theory and practice. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis. 6 (1): 52-60, 1997.
- Teng, J.Y., Huang, W.C., Lin, M.C., Systematic budget allocation for transportation construction projects: A case in Taiwan. Transportation. 37 (2): 331-361, 2010.
- Terzi, ., Hacaloğlu, S.E., Aladağ, Z., Otomobil satın alma problemi için bir karar destek modeli. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. 7 (10): 43-49, 2006.
- Tezcan, ., Aytekin, O., Kuşan, H., zdemir, İ., İnşaat proje yatırımlarının değerlendirilmesinde analitik hiyerarşı yönteminin kullanılması. e-Journal of New World Sciences Academy. 7 (1): 229-238, 2012.

- Timor, M., Tuzuner, V.L., Sales representative selection of pharmaceutical firms by analytic hierarchy process. *Journal of American Academy of Business*. 8 (1): 287-293, 2006.
- Tiwari, V., Jain, P.K., Tandon, P., Product design concept evaluation using rough sets and VIKOR method. *Advanced Engineering Informatics*. 30 (1): 16-25, 2016.
- Tripathy, B.B., Biswal, M.P., A zero-one goal programming approach for project selection. *Journal of Information and Optimization Sciences*. 28 (4): 619-626, 2007.
- Turanlı, M., Köse, A., Doğrusal hedef programlama yöntemi ile Türkiye'deki sigorta şirketlerinin performanslarının değerlendirilmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 4 (7): 19-39, 2005.
- Tzeng, G.H., Lin, C.W., Opricovic, S., Multi-criteria analysis of alternative-fuel buses for public transportation. *Energy Policy*. 33 (11): 1373-1383, 2005.
- Uçakcıoğlu, B., Eren, T., Hava savunma sanayiinde yatırım projeleri seçiminde çok hedefli optimizasyon. II. Uluslararası Savunma Sanayi Sempozyumu, Nisan 2017, Yahşihan-Kırıkkale, s. 787-795, 2017a.
- Uçakcıoğlu, B., Eren, T., Analitik hiyerarşi prosesi ve VIKOR yöntemleri ile hava savunma sanayisinde yatırım projesi seçimi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, (Basımda), 2017b.
- Uçakcıoğlu, B., Eren, T., Hava savunma sanayii yatırım projesi seçiminde çok ölçütlü karar verme ve hedef programlama. 37. Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Kongresi, Temmuz 2017, Beşiktaş-İstanbul, s. 60, 2017c.
- Uygurtürk, H., Uygurtürk, H., Bütünleşik AHS-VIKOR yöntemi ile otel seçimi. *AİBÜ-İİBF Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 10 (2): 103-118, 2014.

- Ünal, F.M., Eren, T., Hedef programlama ile nöbet çizelgeleme probleminin çözümü. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*. 4 (1): 28-37, 2016.
- Varlı, E., Eren, T., Hemşire çizelgeleme problemi ve hastanede bir uygulama. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*. 5 (1): 34-40, 2017a.
- Varlı, E., Eren, T., Vardiya çizelgeleme problemi ve bir örnek uygulama. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*. 10 (2): 185-197, 2017b.
- Varlı, E., Ergişi, B., Eren, T., Özel kısıtlı hemşire çizelgeleme problemi: Hedef programlama yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 49: 189-206, 2017c.
- Vasovic, J.V., Radojicic, M., Vasovic, S., Selection of investment projects in industry by application of multi-criteria decision making methods. *Metalurgia International*. 17 (6): 118-124, 2012.
- Yakıcı Ayan, T., Pabuçcu, H., Yenilenebilir enerji kaynakları yatırım projelerinin analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 18 (3): 89-110, 2013.
- Yazdani, M., New intuitionistic fuzzy approach with multi-objective optimisation on the basis of ratio analysis method. *International Journal of Business and Systems Research*. 9 (4): 355-374, 2015.
- Yılmaz, H., Ürün Tasarımında Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemleriyle Ürün Optimizasyonu: Seramik Lavabo Örneği. Yüksek Lisans Tezi. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir, 2009.
- Yu, P.L., A class of solutions for group decision problems. *Management Science*. 19 (8): 936-946, 1973.



Yücenur, G.N., Demirel, N.Ç., Group decision making process for insurance company selection problem with extended VIKOR method under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*. 39 (3): 3702-3707, 2012.

Yüksel, İ., Akın, A., Analitik hiyerarşi proses yöntemiyle işletmelerde strateji belirleme. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*. 7 (2): 254-268, 2006.

Zandi, A., Roghanian, E., Extension of fuzzy ELECTRE based on VIKOR method. *Computers and Industrial Engineering*. 66 (2): 258-263, 2013.

Zeleny, M., *Multiple Criteria Decision Making*, Mc-Graw-Hill, New York, 1982.

Zhang, J., Weighing and realizing the environmental, economic and social goals of tourism development using an analytic network process-goal programming approach. *Journal of Cleaner Production*. 127: 262-273, 2016.

Zografidou, E., Petridis, K., Petridis, N.E., Arabatzis, G., A financial approach to renewable energy production in Greece using goal programming. *Renewable Energy*. 108: 37-51, 2017.