

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FMCG SEKTÖRÜNDE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
TEKNİKLERİ İLE YATIRIM PROJESİ SEÇİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özge YIKICI

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

TEMMUZ 2023

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FMCG SEKTÖRÜNDE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
TEKNİKLERİ İLE YATIRIM PROJESİ SEÇİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özge YIKICI

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Doç.Dr. Tijen Över ÖZÇELİK

TEMMUZ 2023

Özge Yıkıcı tarafından hazırlanan “FMCG Sektöründe Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri İle Yatırım Projesi Önceliğinin Belirlenmesi ” adlı tez çalışması 11.07.2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Jüri Başkanı :	Doç.Dr.Tijen ÖVER ÖZÇELİK (Danışman)
	Sakarya Üniversitesi
Jüri Üyesi :	Doç.Dr.Seher ARSLANKAYA
	Sakarya Üniversitesi
Jüri Üyesi :	Dr.Öğr.Üyesi Barış KANTOĞLU
	Düzce Üniversitesi



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğine ve Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesine uygun olarak hazırlamış olduğum “FMCG SEKTÖRÜNDE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE YATIRIM PROJESİ SEÇİMİ” başlıklı tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın tüm aşamalarında yukarıda belirtilen yönetmelik ve yönergeye uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, bu tezi başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve 20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince Sakarya Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Enstitü tarafından belirlenmiş ölçütlere uygun rapor alındığını, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun ortaya çıkması halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

(...../...../20.....).

(imza)

Özge YIKICI





Anne ve Babama



TEŐEKKÖR

Tez çalışmam boyunca beni yönlendiren ve fikirleriyle bana yol gösteren danışman hocam Doç.Dr.Tijen  ver ÖZÇELİK başta olmak üzere, benden her konuda desteklerini esirgemeyen, bana güvenen, her zaman yanımda olan sevgili annem Emel YIKICI'ya, sevgili babam Nihat YIKICI'ya ve canım ablam  zlem YIKICI'ya sonsuz teőekkürlerimi sunarım.



Özge YIKICI



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	v
TEŞEKKÜR	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
SİMGELER	xv
TABLO LİSTESİ	xvii
ŞEKİL LİSTESİ	xix
ÖZET	xxi
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
2.1. Karar ve Karar Verme	3
2.2. Karar ve Karar Öğeleri	3
2.3. Karar Verme Problemi ve Süreci	4
2.4. Tek Kriterli Karar Verme Yöntemleri	5
2.5. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri	5
2.5.1. AHP (analitik hiyerarşi prosesi yöntemi)	6
2.5.2. Bulanık AHP (bulanık analitik hiyerarşi prosesi yöntemi)	10
2.5.3. TOPSİS yöntemi	13
2.5.4. Bulanık TOPSİS yöntemi	15
2.5.5. VIKOR yöntemi	18
2.5.6. Aras yöntemi	20
2.6. ÇKKV Yöntemleri ile Literatür Araştırması	22
3. MATERYAL VE YÖNTEM	25
4. UYGULAMA	27
4.1. AHP – Uygulama	28
4.1.1. Ana kriterler karşılaştırma matrisi:	28
4.1.2. Uygulanabilirlik ana kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırma matrisi:	29
4.1.3. Zaman ana kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırma matrisi:	30
4.1.4. Kâr ana kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırma matrisi:	31
4.2. Aras Yöntemi – Uygulama	32
4.3. Topsis Yöntemi – Uygulama	33
4.4. Vikor Yöntemi – Uygulama	35
4.5. Bulanık Ahp – Uygulama	36
4.5.1. Ana kriterlerin karşılaştırmalı matrislerinin oluşturulması:	36
4.5.2. Uygulanabilirlik ana kriterinin, alt kriterlerinin karşılaştırılması:	37
4.5.3. Kâr ana kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırmalı matrislerinin oluşturulması:	38
4.6. Bulanık Topsis – Uygulama	39
5. SONUÇ	43
KAYNAKLAR	45



KISALTMALAR

AHP	: Analitik Hiyerarşı Prosesi Yöntemi
BAHP	: Analitik Hiyerarşı Prosesi Yöntemi
TOPSIS	: İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama Tercihi Tekniği
VIKOR	: Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm
ARAS	: Katkı Oranı Değerlendirilmesi
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri
ÇÖKV	: Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri
CR	: Tutarlılık Oranı
RI	: Random Gösterge
FMCG	: Hızlı Tüketim Ürünleri



SİMGELER

w	: Kriter ağırlığı
CR	: Tutarlılık oranı
λ	: lamda değeri, temel değer
RI	: Random gösterde
S_i	: Uzaklık hesap değeri
R_i	: Uzaklık hesap değeri
μ	: Toplam değerler
M	: Tercih edilme oranları
A⁺	: İdeal çözüm değeri
A⁻	: Negatif ideal çözüm değeri
C_i⁺	: İdeal çözüme yakınlık



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Önem Skalası	7
Tablo 2.2. RI değerleri.....	9
Tablo 2.3. Saaty'nin üçgensel bulanık sayıları (1-9 ölçek).....	10
Tablo 2.4. Sözel Değişkenlerin Alternatif Değerlendirmesinde Kullandığı Üçgensel Bulanık Sayıları (Ratingler için dilsel değişkenler) (CHEN, 2000).	15
Tablo 4.1. Karşılaştırma matrisi.	28
Tablo 4.2. Normalize matris.....	29
Tablo 4.3. Öncelik vektör matrisi.....	29
Tablo 4.4. Karşılaştırma matrisi.	29
Tablo 4.5. Normalize matris.....	30
Tablo 4.6 Öncelik vektör matrisi.....	30
Tablo 4.7. Karşılaştırmalı üstünlük matrisi.	30
Tablo 4.8. Normalize matris.....	30
Tablo 4.9. Öncelik vektör matrisi.....	30
Tablo 4.10. Karşılaştırmalı üstünlük matrisi.	31
Tablo 4.11. Normalize matris.....	31
Tablo 4.12. Öncelik vektör matrisi.....	31
Tablo 4.13. Ana Kriterler ve alt kriterler AHP yöntemine göre listelenmiştir.....	32
Tablo 4.14. Kriter ağırlıkları büyükten küçüğe sıralanmıştır.....	32
Tablo 4.15. Optimum değerlerinin belirlendiği karar matrisi	32
Tablo 4.16. Fayda yönlü dönüştürülmüş karar matrisi.....	33
Tablo 4.17. Normalize karar matrisi.....	33
Tablo 4.18. Ağırlıklandırılmış normalize matris karar matrisi.....	33
Tablo 4.19. Optimumluk fonksiyonu , fayda derecesi ve sıralama matrisi.....	33
Tablo 4.20. Fayda maliyet yönlerinin belirlendiği karar matrisi.....	34
Tablo 4.21. Normalize karar matrisi.....	34
Tablo 4.22. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi.....	34
Tablo 4.23. En iyi ve en kötü (worst & best) matrisinin belirlenmesi	34
Tablo 4.24. En iyi(S_i^+)ve en kötüden (S_i^-) öklid uzaklığı ve sıralamanın belirlenmesi	34
Tablo 4.25. Fayda maliyet yönlerinin belirlendiği karar matrisi.....	35
Tablo 4.26. S_j ve R_j karşılaştırma değerleri olmak üzere, $j= 1,2,...,n$ değerleri için belirlenen S_j ve R_j değerleri, j 'inci alternatifte ait en iyi ve en kötü değerleri oluşturur.	35
Tablo 4.27. En çok fayda sağlayan (S_i) ve pişmanlık değerleri (R_i) belirlenerek Q değeri hesaplanır.	35
Tablo 4.28. Üçgensel bulanık sayılar ile oluşturulan karar matrisi.....	36
Tablo 4.29. Bulanık sentetik(S) karar matrisi	37
Tablo 4.30. Olasılık derecesi matrisi.....	37
Tablo 4.31. Üçgensel bulanık sayılar ile oluşturulan karar matrisi.....	37

Tablo 4.32. Bulanık sentetik(S) karar matrisi	37
Tablo 4.33. Olasılık derecesi matrisi	38
Tablo 4.34. Üçgensel bulanık sayılar ile oluşturulan karar matrisi	38
Tablo 4.35 Bulanık sentetik(S) karar matrisi.....	38
Tablo 4.36. Olasılık derecesi matrisi	38
Tablo 4.37. Ana Kriterler ve alt kriterler BAHF yöntemine göre listelenmiştir.	39
Tablo 4.38. Kriter ağırlıkları büyükten küçüğe sıralanmıştır.	39
Tablo 4.39. Bulanık Karar matrisi	40
Tablo 4.40. Bulanık Karar matrisi	40
Tablo 4.41 Normalize bulanık karar matrisi.....	40
Tablo 4.42. Normalize bulanık karar matrisi.....	40
Tablo 4.43. Ağırlıklı normalize karar matrisi.....	40
Tablo 4.44. Ağırlıklı normalize karar matrisi.....	41
Tablo 4.45. Alternatiflerin bulanık pozitif optimum çözüm ve bulanık negatif optimum çözümden uzaklığı	41
Tablo 4.46. Sıralamanın yakınlık katsayısına göre oluşturulması.....	41
Tablo 5.1. Proje Seçimi Uygulama Verileri	43
Tablo 5.2. Proje Sıralaması Uygulama Verileri	43

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Karar verme modeli örneği.....	4
Şekil 2.2. Karar verme süreci (Recchia, 2011).	5
Şekil 2.3. M_1 ve M_2 'nin kesişimi.	12
Şekil 2.4. ÇKKV yöntemlerinin literatürde kullanıldığı çalışmalar listelenmiştir	23
Şekil 3.1. Çalışmada izlenen akış.	26
Şekil 4.1. Proje Seçiminde Belirlenen Alt ve Ana Kriterler	28



FMCG SEKTÖRÜNDE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE YATIRIM PROJESİ SEÇİMİ

ÖZET

Rekabetin günden güne arttığı ve teknik gelişimin çok hızlı ilerlediği günümüz dünyasında karar verme süreçleri zorlaşmaktadır. Şirketler için özel olarak tasarlanan yatırım projeleri, büyük bütçeleri ve etkileri sebebiyle şirketler için çok önemli bir karar problemidir. Bu nedenle bilimsel yöntemlerle karar vermek şirketler için kritiktir.

Hazırlanan bu çalışmada FMCG sektöründe hizmet veren global bir şirketin yatırım projeleri seçimi ÇKKV çalışması olarak ele alınıp analitik bir yaklaşımla değerlendirilmektedir. ÇKKV yöntemlerinden literatürde proje seçimlerinde en yaygın kullanılan AHP, TOPSİS, VİKOR yöntemleri kullanılmıştır ve literatüre katkı sağlamak amacıyla proje seçimlerinde daha az tercih edilen yöntemlerden ARAS yöntemi ile de problem çözülüp diğer yöntemlerle uyumlu çalıştığı belirlenmiştir. Karar verme problemlerinde her zaman olan belirsizlik dezavantajını yok edebilmek için bulanık mantıkta da değerlendirilme yapılarak, literatürde proje seçimlerinde en yaygın kullanılan Bulanık AHP, Bulanık TOPSİS yöntemleriyle yapılan çalışma desteklenmiştir.

Proje seçimi probleminde 5 ana kriter kullanılmıştır ve bu ana kriterler göz önünde bulundurularak buna bağlı 8 alt kriter belirlenmiştir. Belirlenen 5 proje alternatifi arasından en uygun proje seçimi belirtilen yöntemlerle değerlendirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Bu çalışma ÇKKV yöntemlerinde AHP, TOPSİS, Bulanık AHP, Bulanık TOPSİS, VİKOR metodlarının proje seçiminde kullanılması açısından literatüre katkı sağlamıştır, buna ek olarak literatürde sık rastlanmayan ARAS yöntemi ile gerçekleştirilen proje seçimi ile literatürdeki boşluğun doldurulması hedeflenmiştir.



INVESTMENT PROJECT SELECTION WITH MULTI CRITERIA DECISION MAKING TECHNIQUES IN FMCG INDUSTRY

SUMMARY

In today's modern world, where competition is increasing day by day and technological developments are advancing very fast, decision-making processes are becoming more difficult. Especially for companies, investment projects are a critical decision-making problem due to their large budgets and their impact on the company. The decisions taken here can greatly improve the business, or on the contrary, a decision that will not be beneficial for the business may cause damage to the business. For this reason, since the decision-making process is difficult and very important for companies, it is becoming important for companies to make decisions with scientific methods.

The decision-making process occurs in every period of our lives, we face certain problems and we may have to make decisions. In the decision-making process, we always want to choose the most optimal option for us with maximum benefit and minimum damage.

In today's world, where competition and technical development are increasing, companies can make more effective decisions with Multi-Criteria Decision Making Techniques in order to benefit from scientific methods while making important decisions for their future, since the decision-making process is important for companies.

In general, a problem is first identified for which a decision needs to be made. In this problem, what are the criteria, what are the factors that will influence our decision-making in the problem are prioritized. After identifying the criteria, information is needed to define the comparative importance of the criteria in the formation of an MCDM. These importance weights can be determined by the decision maker himself or by different methods. The importance weights of the criteria are determined through a matrix by using the CRM methods, the degree of importance of the criteria over each other, expert opinions or by using the literature. In order to develop qualitatively better model scenarios, 12 CRM methods are used.

This matrix can be easily expressed as a matrix, called a decision matrix, with options in the rows and criteria in the columns. Multi-criteria decision making considers all criteria together when assigning values to alternatives. MCDM is a method that leads decision makers to select the optimum option based on all criteria. The CRM methods enable us to speak in the same language with the criteria that we have to choose between, that we are conflicted in the selection process or that we cannot quantify with quantitative values.

In this thesis, based on a project selection problem with 5 main criteria, 8 sub-criteria and 5 alternatives, it is aimed to select the optimum project to be invested for a leading company in the fast moving consumer goods sector.

The flow of the thesis is summarized in the materials and methods page. Briefly, the flow of the thesis is summarized by defining the objective, determining the main and sub-criteria with expert opinions and literature research, determining the alternatives to be selected, structuring the selection criteria with AHP and BAHP, creating the final ranking of alternatives with TOPSIS, Fuzzy TOPSIS, VIKOR, ARAS methods, analyzing the findings and evaluating and interpreting the results.

While determining the criteria, literature and expert opinions were utilized.

Budget, market share, project duration, feasibility, payback period, payback period are the criteria selected from the main criteria available in the literature.

After the literature research was conducted and a main criteria pool was created, the main criteria and criteria to be used that are suitable for our factory were created by interviewing 5 people with the titles of an investment and project manager, an investment and project manager, two senior project engineers, and a project engineer in our factory by making eliminations and additions. 5 main criteria and 8 sub-criteria feeding the main criteria were determined.

The detailed information of the criteria is explained as follows;

Market share is our area of activity in the market before entering any project in our company.

Profit is determined as the profit to be obtained by taking into account the R&D cost and production cost when the project is started and evaluated with the sales price of the product at the end of the project.

Applicability: The technical competence of the factory for the relevant project and the ownership of the machines that can carry out this project are checked. By looking at the production capacity and worker capacity and machine capacities, capacity adequacy and the need for outsourcing are determined under the main criterion of applicability.

Budget: Capex budget approved for the project.

Time: The completion time of the project and the payback period after completion are determined under the time main criterion.

In problem solving, AHP, which is the most commonly used method in the literature for weighting the criteria, TOPSIS, VIKOR, which are the most commonly used methods in the literature for project selection, and ARAS method, which is rarely used, were used to address the project selection problem. Due to the scarcity of ARAS method studies in the literature, this thesis aims to fill the gap in the literature by using ARAS method and also to show the compatibility of ARAS method with other methods. In order to strengthen the thesis, the study is supported by Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS procedures in order to eliminate indecision and to contribute significantly to the literature and to create a powerful mathematical model for project selection.

In the thesis, it is interpreted that the ARAS method, which is rarely used in the literature, works in harmony with the widely used AHP, TOPSIS and VIKOR procedures.

It has been observed that the Fuzzy TOPSIS, TOPSIS and VIKOR methodologies used in this study are fully compatible with each other and give the same results in project

ranking. Based on this, we can say that our criteria weightings were determined in a harmonious and accurate manner and were meaningful.

Although the use of multiple methods poses a risk to the consistency of the project, the fact that the same result is obtained when the problem data is solved using multiple methods shows the robustness of the study. In the ARAS method, which is another method used, it was observed that while the ranking of the first two projects in the project ranking was the same, there was an inconsistency in the ranking of the 3rd and 4th ranked projects. In order to determine the reason for this inconsistency, the algorithms of all methods used in the study were analyzed and the reason was interpreted.

The reason for the different results of the ARAS method is thought to be due to the relative similarity of each selection to the ideal selection of the method algorithm, unlike other methods. For example, let's say the optimal value of the criterion is 10, but when evaluating the alternatives according to this criterion, the highest score is 9; the optimal value of the criterion is 1.0 in other CRM methods, while in the ARAS method, it is 0.9.

With this study;

It is suggested that these mathematical methods can be used to simplify decision making and make the right decision in situations involving many factors and alternatives.

This application in the FMCG sector, where project selection decisions and many decision problems are frequently encountered, has brought a scientific approach to investment project selection problems.

It has contributed to the literature with the use of AHP, BAHP in project criteria weighting; TOPSIS, Bulank TOPSIS, VIKOR and ARAS methods in project selection, and it has been proven that the methods work in harmony with each other.

The company has a positive attitude towards the use of scientific methods in important decision-making problems such as investment projects. It has been predicted that these mathematical models can be used in different decision-making problems of the company and the company has stated that it will use this model in the business. With the use of the proposed model in the decision-making processes in the company, it is expected that investment decisions will be made in a way that will be more beneficial for the company.



1. GİRİŞ

Karar verme; birçok farklı faktörü değerlendirme ve analiz etme becerisine sahip olan karmaşık bir süreçtir. İyi bir karar verme süreci, bilgi toplama, analiz etme, seçenekleri değerlendirme ve sonunda seçim yapma aşamalarını içermelidir.

Karar verme süreci hayatımızın her alanında karşımıza çıkmaktadır, belirli sorunlarla karşı karşıya kalır ve karar almak zorunda kalabiliriz. Verdiğimiz kararın bize daima en yüksek ölçüde yarar ve en küçük ölçüde zarar getirmesi ile en optimum seçeneği seçmek isteriz. Rekabetin günden güne arttığı ve teknik gelişimin giderek arttığı günümüzde karar verme işlemleri şirketler için daha da zorlaşmaktadır. Bu nedenle, bilimsel yöntemlerden yararlanılarak karar vermek şirketler için oldukça ehemmiyetlidir. Bu nedenle şirketler gelecekleri için önemli kararlar alırken ÇKKV ile daha efektif karar alabilirler.

Çok kriterli karar verme metotları kendilerine özgü algoritmalarından oluşmaktadır ve bunlar yöneticilerin / karar vericilerin, en uygun kararı verebilmeleri için türetilmişlerdir. Eldeki bilgiler ışığında, algoritmalar ile alternatifleri seçimi yapılması istenirse farklı birçok algortima kullanılabilir. Karar sürecinde net bilgilere sahipsek klasik çok kriterli karar verme yöntemlerinden rahatlıkla ilerlenebilir, ancak net bilgilere sahip değilsek, bu durumlarda sağlıklı bir seçim yapmak için bulanık(fuzzy) çok kriterli karar verme metotları türetilmiştir (Rençber & Dalbudak, 2022).

Çok kriterli karar verme metodu, alternatiflere değer atarken kriterlerin tamamını birarada değerlendirir. ÇKKV, karar vericiler tarafından tüm kriterler baz alınarak, değerlendirilerek optimum seçeneğin seçilmesine öncülük eden yöntemdir. ÇKKV yöntemleri, aralarında seçim yapmamız gereken, seçim aşamasında çelişkide kaldığımız veya nicel değerlerle sayısallaştıramadığımız kriterler ile aynı dilde konusulmasını sağlamaktadır (Arslan & Demirli, 2018).

Bu çalışmada FMCG sektöründe yer alan ve her yıl çok büyük bütçeler ile yatırım yapan bir firmanın proje seçimi problemi ele alınmıştır. Literatür çalışması kapsamında ÇKKV yöntemlerinin kullanım alanları ve algoritmaları gayet detaylı olarak incelenmiştir. Literatür araştırması göz önünde bulundurularak kriterlerin

ağırlıklandırılmasında en yaygın kullanılan AHP ve bulanık AHP yöntemleriyle ağırlıklandırma yapılmıştır. Bu değerler kullanılarak proje seçiminde ise yine en yaygın kullanılan TOPSİS, Bulanık TOPSİS ve VİKOR metodları üzerinden çalışma yapılmıştır. Literatürde yaygın kullanımı olmayan 2010 yılında geliştirilen proje ve kuruluş yeri seçimi gibi alanlarda kullanılan ARAS yöntemi de kullanılmış olup, diğer yaygın kullanılan yöntemlerle uyumlu çalıştığı gözlemlenerek literatüre katkı sağlanması hedeflenmiştir.



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Karar ve Karar Verme

Kişilerin harekete geçme ihtiyacı hissettiği durumlarda verdiği uygun tepki karar olarak adlandırılır.

Karar verme, verilecek tepkinin seçimi sürecinden meydana gelir ve bu süreçte farklı alternatifler analiz edilerek en uygun seçenek belirlenmeye çalışılır.

2.2. Karar ve Karar Öğeleri

Karar Sorunu: Bir problem, mevcut durum ile umut edilen durum arasındaki farkla tanımlanabilir. Sorun kavramı öznel, bazıları olaydan korkarken bazıları bunu bir fırsat olarak görebilir. Karar problemini iyi düşünmek ve iyi analiz etmek önemlidir, bu problemin çözülmesindeki en büyük etkidir (Cengiz, 2012).

Karar Verici: Karar alacak kişi veya kişilerdir.

Amaç: Bir hedef belirlemek karar vermek için çok önemlidir. Bu hedef doğrultusunda alternatifler ve kriterler oluşturulmalıdır. Hedef, karmaşık tanımlardan uzak, özlu ve kolay anlaşılabilir olarak ifade edilmelidir. Doğru bir şekilde tanımlanan hedef, sadece istenen ve sonuçlara ulaşmak için olmaması gereken engelleri de gösterir (Cengiz, 2012).

Alternatifler: Karar vermek amacını gerçekleştirebilmek için içlerinde seçim yapabileceğimiz olaylardır (A., 2007).

Kriterler: Seçeneklerin birbirleriyle karşılaştırılmasını sağlamaya yararlar. İki türlerdir;

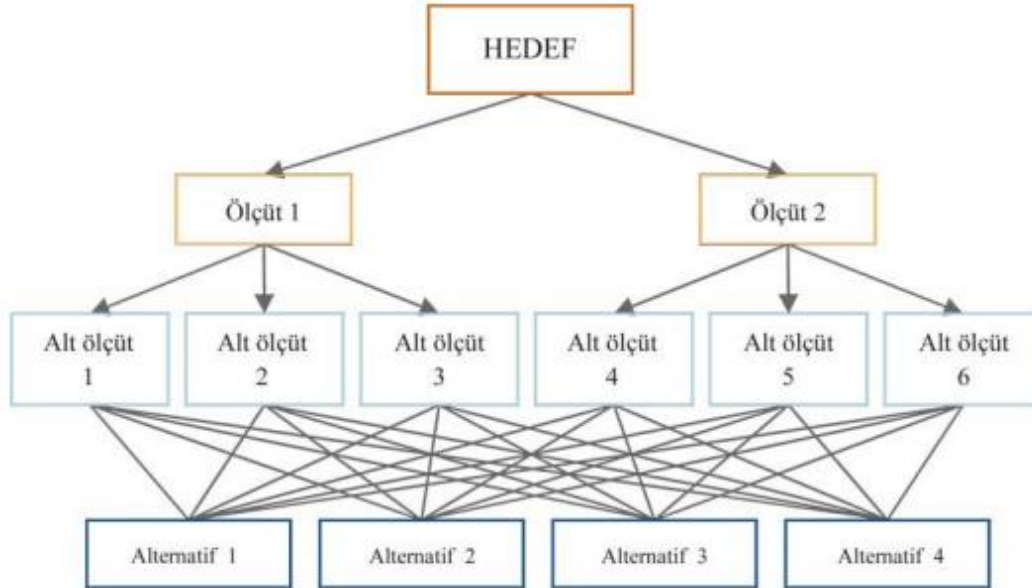
Nicel Kriterler: Sayısal ifadelerle belirtilen kriterlerdir.

Nitel Kriterler: Sayısal olarak ifade edilemezler. Sırasal tercihlerin ifade edilebildiği kriterlerdir (Cengiz, 2012).

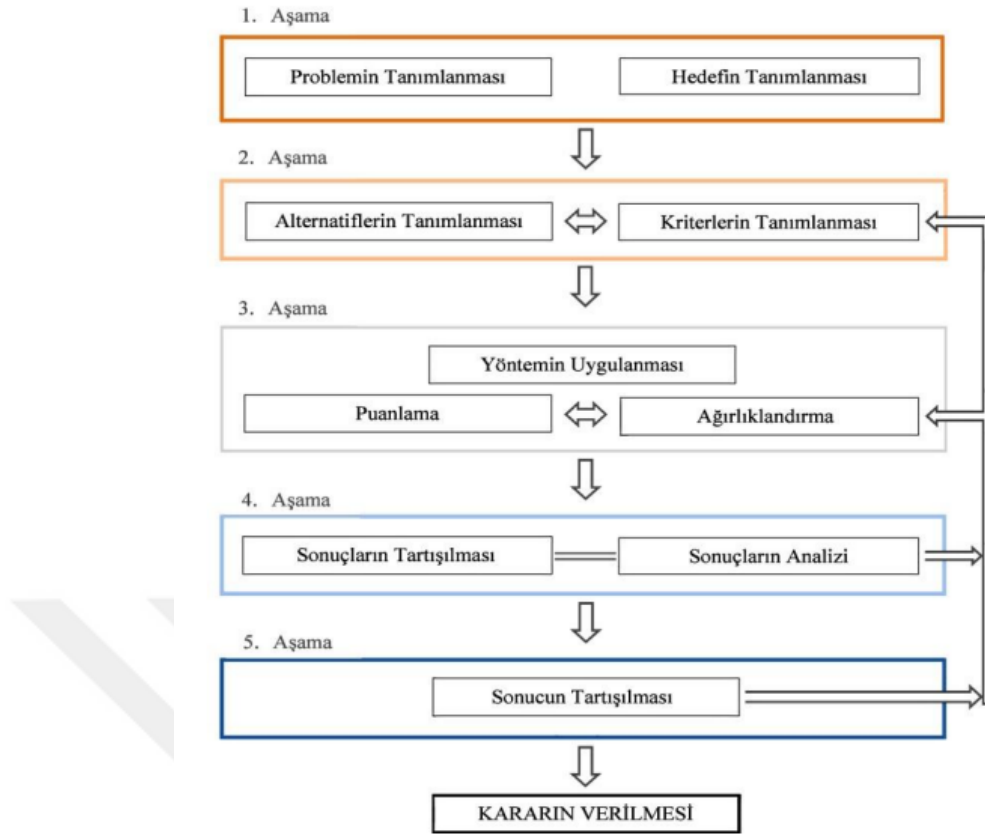
2.3. Karar Verme Problemi ve Süreci

Bir karar verme probleminden söz edebilmek için alternatif çeşitliliğinin bulunması ilk koşuldur. Eğer tek alternatif varsa bir seçim yapılması gerekmez ve o alternatif üzerinden ilerlenir. Aynı zamanda problemlerin bir hedefi olmalı ve bu hedef doğrultusunda seçilen alternatiflere göre değişen sonuçların olması gereklidir. Alternatif çeşitliliğine sahip problemlerde optimum seçeneğin seçilmesinde ve çeşitli şekilde kombine edilmiş alternatiflerden en iyisinin seçilmesi de karar verme kapsamında incelenebilir (Güngör & Özcan, 2022).

Şekil 2.1.'de bir karar verme modeli örneği ve Şekil 2.2.'de karar alma sürecinin özeti gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Karar verme modeli örneği.



Şekil 2.2. Karar verme süreci (Recchia, 2011).

2.4. Tek Kriterli Karar Verme Yöntemleri

İşletme problemlerini çözmek için birçok metod geliştirilmiştir. Tek amaçlı karar verme problemlerine doğrusal ve doğrusal olmayan programlama, tam sayılı programlamalar ile çözümler geliştirilmektedir (Luenburger, 1984).

2.5. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Çok kriterli karar verme (ÇÖKV) problemleri için en az iki kriter bulunmalıdır ve en az iki farklı çözüm gerekmektedir. Bu tür problemlerde, alternatiflerin sayıca sınırlı olduğu ve açıkça tanımlandığı ayrık durumlarla karşılaşırız. ÇÖKV problemlerinin önceden belirlenmiş sayıda alternatifi vardır ve bu alternatiflerin başarı oranı önceden bilinir. Bu tür problemler tasarımdan ziyade seçim problemleridir.

Bu çalışmada kullanılan yöntemler AHP, TOPSIS, VIKOR ve ARAS gibi ÇKKV problemlerine uygun yöntemlerden sayılabilir. Çok kriterli karar verme, temelde bir insan yönetimi görevidir. Bu yöntemlerde sınırlı sayıda alternatif arasından seçim yapılır ve probleme özgü kriterler tanımlanır. Kriterler arasında farklı ölçü birimleri

varsa bu ölçü farklılıkları giderilmelidir. Örneğin kalitatif ve kantitatif kriterlerin ölçüm birimleri farklıdır ancak AHP yöntemi ile bu fark 1-9 arası bir ölçekte ortadan kaldırılır.

Genel olarak, ÇKKV problemleri, kriterlerin göreceli önemini belirlemek için bilgi gerektirir. Bu önem ağırlıkları karar vericinin kendisi tarafından belirlenebileceği gibi farklı yöntemler de bulunabilir. Sözel(öznel) ve sayısal(ölçülebilir) olarak daha iyi senaryolar geliştirmek için 12 ÇÖKV yöntemi kullanılır. ÇÖKV problemleri, alternatifler satırlarda ve kriterler sütunlarda olacak şekilde, karar matrisi adı verilen bir matriste kolayca ifade edilebilir (CENGİZ, 2012).

2.5.1. AHP (analitik hiyerarşi prosesi yöntemi)

Literatürde oldukça yaygın olan ÇKKV metotlarından biri olan AHP, nitel ve nicel kriterlerle kullanılabilir olup kullanımı da oldukça basittir. Karar verme tamamıyla bir süreçtir ve bu süreçte kişilerin deneyim, bilgi birikimi ve sezgilerini karar sürecine dahil etmesine olanak sağlayan ve ölçeklenebilir bir yöntemdir. Bu nedenle grup kararları için diğer yöntemler ile karşılaştırıldığında kullanımı daha fazla ve kullanılması daha uygun bulunmaktadır (Eryılmaz & Özçelik, 2019).

AHP yönteminin tercih edilme amacı, çok ölçütlü kararların verilmesinde ölçütlerden öznel olanların dikkate alınarak öznel kriterlerin önem göstermesi halinde alternatiflerin analizinde nitel ve nicel kriterleri harmanlayarak birlikte kullanımını sağlayan oldukça kullanışlı bir yöntem olmasıdır. Böylelikle karar verici, subjektif tercihlerini objektif bir yapıya dönüştürebilir (Rouyendegh, 2010).

AHP yöntemi uygulaması çözüm adımları aşağıdaki gibidir (Yaralıoğlu, 2010):

Adım 1: Bu adım problem tanımlama adımıdır ve iki aşamadan meydana gelir. Önce karar noktaları belirlenir sonra karar noktalarına etkide bulunan kriterler belirlenir. Tutarlı bir çalışma için bu adım AHP yönteminin tüm adımları arasında en önemli adım olmaktadır.

Karar sayısı = m ,

Karar noktası = n

Adım 2: Kriterlerin ikili olarak karşılaştırıldığı matrislerde, köşegenlerde her zaman faktörlerin kendileri ile karşılaştırılması denk geldiği için, köşegen değerleri 1 olarak

yazılır. Karşılaştırma matrisi kriterlerin birbirine olan üstünlüklerinin sorgusu ile oluşturulur.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}_{n \times n} \quad (2.1)$$

Bu karşılaştırmalarda Tablo 2.1'deki AHP temel ölçek önem skalası kullanılmaktadır.

Tablo 2.1. Önem Skalası

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki faktör eşit öneme sahipse,
3	Birinci faktör ikinci faktöre göre daha önemliyse,
5	Birinci faktör ikinci faktöre göre çok önemliyse,
7	Birinci faktör ikinci faktöre göre çok güçlü bir öneme sahipse,
9	Birinci faktörün ikinci faktöre göre mutlak üstün bir öneme sahipse,
2,4,6,8	Ara değerler

Daha iyi anlaşılması açısından uygulamalı bir örnekle açıklayalım; eğer 1.kriter 2.kritere göre mutlak bir üstünlüğe sahipse a_{12} değeri 9 olarak matrise yazılır. Tam tersi olduğunda ise aynı sütun bileşeni $1/9$ değerini alır.(Tam eşleniğine $1/9$ değeri yazılır.(a_{12})) Bu matris oluşturulurken tersi alınan durumlarda (2) numaraları formül baz alınarak matris doldurulur.

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (2.2)$$

Adım 3: (4) ve (5) formülleri kullanılarak tüm kriterlerin tek tek ağırlıkları belirlenir ve B sütunu oluşturulur, faktörler arasındaki göreceli önem sıralaması belirlenir ve faktörlerin toplam etkisini için kriter ağırlıkları hesaplanır.

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \dots \\ b_{n1} \end{bmatrix}_{n \times 1} \quad (2.3)$$

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (2.4)$$

Her kriter için bu adım tekrarlanmalıdır ve bu şekilde n kadar faktör için B vektörü elde edilir. Bu vektörler bir araya getirilerek aşağıdaki matris oluşturulur.

$$C = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix}_{n \times n} \quad (2.5)$$

Bu matrise göre öncelik vektörünün W sütunu, kriterlerin ağırlıklarının olduğu sütundaki tüm değerlerin ortalaması alınarak elde edilir. Öncelik vektörünün elde edilmesi şu şekildedir;

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (2.6)$$

Adım 4: Faktör kıyaslamalarında tutarlılık ölçümü büyük önem taşır. AHP yöntemi, karar vericinin faktörler arasındaki bire bir karşılaştırmalardaki tutarlılığa dayandığı için, sonuçların gerçekçiliği için tutarlılık ölçümünün yapılması gerekmektedir. AHP, tutarlılık ölçümü için Tutarlılık Oranı (CR) kullanır. Bu oran, süreç sonucunda elde edilen öncelik vektörünü ve dolayısıyla faktörler arasındaki birebir karşılaştırmaların tutarlılığını test etme imkanı sağlar. AHP metodunda, oluşturulan matrisler için Tutarlılık Oranı (T.O. veya Consistency Ratio, CR) hesaplanır. Tutarlılık Oranı'nın 0,10 veya daha düşük olması, problemin çözümüne devam etmek için kabul edilebilir bir tutarlılık seviyesini temsil eder (Saaty, 1988).

AHP yöntemi, Tutarlılık Oranını hesaplamak için faktör sayısı ile A karşılaştırma matrisi ve W öncelik vektörünün matris çarpımıyla D sütun vektörünü elde eden Temel Değer (λ) ile bir katsayının karşılaştırılmasıyla hesaplar. Tutarlılık Oranı AHP yöntemiyle bu şekilde belirlenir. Tutarlılık Oranı, sonuçların güvenilirliğinin kontrolünü sağlar.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2.8)$$

Formülde belirtilen işlemi takip ederek, D sütun vektörü ve W öncelik vektörünün 1 bileşenlerini birbirine bölerek her kriter için temel değer (E) hesaplanır. Daha sonrasında, bu değerlerin beraberinde aritmetik ortalama kullanılarak temel değer (λ) hesaplanır.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{w_i} (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2.9)$$

Tutarlılık Göstergesi (CI) (10) formülü ile hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (2.10)$$

CI , Random Gösterge (RI) standardındaki kriter adedine göre uygun değere bölünerek CR sonucu elde edilir.

Tablo 2.2. RI değerleri.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,525	0,882	1,115	1,252	1,341	1,404	1,452	1,484

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.11)$$

CR değeri 0.10'dan küçük ise tutarlı olarak bu kriter ağırlıklarını kullanabiliriz, 0.10'dan büyük ise adım 1 den başlayarak tekrar önem ağırlıkları gözden geçirilerek tüm işlemler baştan uygulanmalıdır.

Adım 5: Her faktöre m karar noktasında bir yüzde önem seviyesi atanır. Bu adımda, her bir faktörün öneminin yüzde dağılımı, bir önceki adımda olduğu gibi birçok faktör üzerinde birebir karşılaştırmalar ve matris işlemleri kullanılarak belirlenir. Her karşılaştırma işleminin ardından, değerlendirmesi yapılan kriterin karar noktaları arasındaki yüzde dağılımını ifade eden S sütunu vektörü hesaplanır. Bu S sütunu vektörü, aşağıda açıklanan yöntemler kullanılarak hesaplanır ve karar noktalarındaki faktörlerin önemini gösterir. Bu şekilde her bir faktörün karar noktalarının yüzdesel anlamlılık düzeyleri belirlenmekte ve faktörlerin toplam etkisini hesaplamak için gerekli dağılımlar elde edilmektedir.

$$S_i = [S_{ji}]_{m \times l} \quad i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \quad (2.12)$$

Adım 6: Adım 5'ten yola çıkarak bir karar matrisi meydana getirilir.

$$K = [S_{ij}]_{m \times n} \quad (2.13)$$

En son K ve W vektörleri birbiri ile çarpılarak Formül (14) karar noktalarındaki yüzdesel dağılımları elde edilir.

$$[S_{ij}]_{m \times n} \times [W_i]_{n \times 1} \quad (2.14)$$

2.5.2. Bulanık AHP (bulanık analitik hiyerarşi prosesi yöntemi)

AHP yöntemi söz konusu olduğunda uzman görüşleri dikkate alınsa da kişinin düşünce tarzını yansıtamaz. BAHP'yi AHP metodundan ayıran özellik kişinin düşünce tarzını yansıtmasıdır, AHP ise net değerleri ortaya koymaktadır. BAHP metodunda kıyaslamalar bir değer aralığında olmaktadır (Ertugrul, 2007).

İlk çalışılan BAHP'de üçgensel bulanık sayılar Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) tarafından kullanılmıştır. Ardından, Buckley (1985), yamuk bulanık sayılar ile farklı model oluşturmuştur. Chang (1992), BAHP'nin ikili karşılaştırma ölçeğinde kullanılmak üzere üçgensel mantıkta bulanık sayıları ve kriterlerin ikili karşılaştırmaları için derece analizi yöntemi ile BAHP'nin ele alınmasında yeni bir metot sunmuştur (Kaptanoglu & Özok, 2006).

Bu çalışmada BAHP metodunda üçgensel bulanık sayıların sıralanmasında Tablo.2.1.'deki ölçek kullanılmıştır.

Tablo 2.3. Saaty'nin üçgensel bulanık sayıları (1-9 ölçek).

Sözel Önem	Bulanık Ölçek	Karşılık Ölçek
Eşit önem derecesinde	(1,1,1)	(1/1,1/1,1/1)
Biraz fazla önem derecesinde	(1,3,5)	(1/5,1/3,1/1)
Kuvvetli önem derecesinde	(3,5,7)	(1/7,1/5,1/3)
Çok kuvvetli önem derecesinde	(5,7,9)	(1/9,1/7,1/5)
Tamamıyla üstün önem derecesinde	(7,9,9)	(1/9,1/9,1/7)

Bulanık AHP uygulama adımları aşağıda tanımlanmıştır.

Adım 1:

Fuzzy sentetik derece değerleri,

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}$$

$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ 'yi oluşturmak için,

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = (\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j), i = 1, 2, \dots, n$$

Yukarıdaki matrisin bulanık toplama işlemini yerine getirelim;

$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j]^{-1}$ 'yi oluşturmak için

$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right)$ olmak üzere $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, \dots, m$) bulanık toplama işlemini hesaplayalım. Ardından,

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right)$$
 olacak şekilde,

$$\left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right)$$
 vektörünün tersini elde edelim.

Adım 2:

$M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ 'in yani M_2 'nin M_1 'e karşı tercih edilmesinin oransal ifadesi;

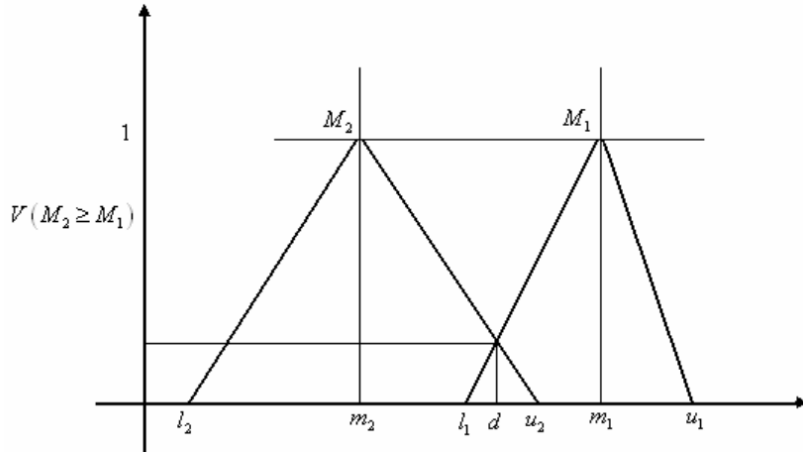
$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} \left[\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(x)) \right]$$

Sayesinde aşağıdaki ifade elde edilir.

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d)$$

$$= \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \quad \text{ise} \\ 0, & l_1 \geq u_2 \quad \text{ise} \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

Burada d , D 'nin ordinatı, μ_{M_1} ve μ_{M_2} arasında en yüksek kesişim noktasıdır.



Şekil 2.3. M_1 ve M_2 'nin kesişimi.

M_1 ve M_2 'yi birbiriyle kıyaslamak için, $V(M_1 \geq M_2)$ ve $V(M_2 \geq M_1)$ değerlerine gerek olmaktadır.

Adım 3: Bu çalışmada BAHF metodunda üçgensel bulanık sayıların sıralanmasında Tablo.2.1.' deki ölçek kullanılmıştır. Dışbükey bir bulanık sayının olasılık derecesi, k 'den büyük bir dışbükey bulanık sayıya atanır. Bu durumda konveks bulanık sayı olasılık dereceleri içerisinde değerlendirilerek kriterlere göre bir sıralama yapılabilir.

$M_i = (1, 2, \dots, k)$,

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] \\ = \min_i V(M \geq M_i), \quad i = 1, 2, 3, \dots, k$$

ile tanımlanabilir.

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$$

olduğu kabul edilirse $k \neq i$ olmak üzere $k, n = 1, 2, \dots$, 'nin ağırlık vektörü;

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T$$

ile verilir. Burada, A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) n tane elemandır.

Adım 4: Normalleştirilmiş ağırlık vektörleri;

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T$$

dir. W bulanık sayısal bir değer değildir (Kahraman, Cebeci, & Ruan, 2004).

2.5.3. TOPSİS yöntemi

TOPSIS, ideal ve karşı-olgusal çözümleri göz önünde bulundurarak yürütme süresinde basit hesaplamalar içerdiği için yaygın olarak kullanılmaktadır (Yalciner & Caylak, 2020). Topsis ilk defa Hwang ve Yoon kişilerince 1981 yılında öne sürülmüştür. Topsis'in mantığı, optimum ve optimum olmayan çözüm tanımlamaktır. Optimum çözüm, fayda(+) sağlayacak kriteri maksimum düzeye çıkaran, maliyet(-) kriterini minimum düzeye indirgeyen çözümdür. Optimum olmayan çözüm, maliyet kriterini maksimum kar kriterine dönüştürür. Mantığı; Seçilen alternatifin fayda sağlayan çözüme yani optimum değere en yakın ve optimum olmayan değere en uzak olmasıdır. Alternatiflerin sıralanması “ideal çözüme göreceli benzerlik” yaklaşımına dayanmaktadır (Çitli, 2006). TOPSIS yöntemi, zorlu rekabet ortamında şirketlerin performanslarını analiz etmek ve karşılaştırmak için finansal bir araç olarak kullanılmaktadır.

TOPSIS yönteminin uygulama adımları aşağıda tanımlanmaktadır;

Adım 1: Bir karar matrisi oluşturun (A), karar matrisinin satırlarında listelenen karar noktalarının değerlerini ve sütunlarda kararda kullanılan değerlendirme faktörlerini içerir. Matris A, karar verici tarafından oluşturulan ve aşağıdaki gibi orijinal bir matristir:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

M karar noktası A_{ij} matrisinde, n değerlendirme kriteri sayısını verir. (Yaralıoğlu, 2010)

Adım 2: A matrisi baz alınarak normalize karar matrisi oluşturulur.(R) Formül (2) kullanılır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad i=1,\dots,m \quad j=1,\dots,n$$

Formul (3) kullanılarak R matrisi hesaplanır.

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 3: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi (V) Oluşumu

Ağırlıktaki değerleri (w_j) belirlendikten sonra $\left(\sum_{j=1}^n w_j = 1 \right)$ R ile V matrisi oluşturulur.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 4: Bu adımda Optimum (A^+) ve Optimum olmayan (A^-) Çözümün Hesaplanması

Standart ağırlıklandırılmış karar matrisinde bulunan maksimum ve minimum değerler tanımlanır.

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\} \text{ (maksimum değerler)}$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \text{ (minimum değerler)}$$

Adım 5: Alternatifler Arasındaki Uzaklıkların Hesaplanması; İdeal değerlerin belirlenmesinin ardından optimum ve optimum olmayan çözüme göre uzaklıklar hesaplanmaktadır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad i=1,2,\dots,m$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i=1,2,\dots,m$$

S_i^+ ve S_i^- sayıları karar noktası sayısına eşittir.

Adım 6: İdeal Çözüm için Göreceli Yakınlık Hesabı; Optimum ve optimum olmayan çözüme olan uzaklığın ölçüleri ile tüm karar noktalarının optimum çözüme yaklaşıklığı (C_i^+) hesaplanmaktadır. Optimum olmayan ölçünün toplamdaki ölçü içindeki oranıdır. Optimum çözüme göreli yaklaşıklık ile hesaplanmaktadır.

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad i=1,2,\dots,m$$

C_i^+ , $0 \leq 1 \leq C_i^+$ arasında bulunmaktadır. Önem sıraları değerlerin büyükten küçüğe sıralanması ile belirlenir.

2.5.4. Bulanık TOPSİS yöntemi

Sayısal değerlerin yetersiz kaldığı durumlarda, bulanık sayılarla TOPSIS yöntemini kullanarak farklı metotlar türetilmiştir. 1992’de Chen ve Hwang kişilerince geliştirilen yöntem, yamuk bulanık sayılarını kullanır. Bunun yanı sıra, ardından bulanık üçgensel sayıları kullanan diğer yöntemler de geliştirilmiştir. Bu yöntemler, insan yargılarının ölçülmesinde sayısal değerlerin eksik olduğu durumlarda kullanılarak daha kapsamlı bir çözüm sunmaktadır (Liang, 1999).

Belirtilen metot Chen ve Hwang’ın (1992) çalışmasını temel alarak oluşturulmuştur. TOPSIS yönteminde bulanık ve bulanık olmayan sayılar kullanılabilir. Bulanık sayılar üçgensel veya yamuk olarak kullanılabilir.

Bulanık Topsis yöntemi çözüm adımları aşağıda tanımlanmıştır.

Tablo 2.4. Sözel Değişkenlerin Alternatif Değerlendirmesinde Kullandığı Üçgensel Bulanık Sayıları (Ratingler için dilsel değişkenler) (CHEN, 2000).

Sözel Değişken	Üçgen Bulanık Sayı
Çok Kötü (ÇK)	(0,0,1)
Kötü (K)	(0,1,3)
Biraz Kötü (BK)	(1,3,5)
Orta (O)	(3,5,7)
Biraz İyi (Bİ)	(5,7,9)
İyi (İ)	(7,9,10)
Çok İyi (Çİ)	(9,10,10)

Ölçütlerin önem ağırlıkları direkt ya da dolaylı olarak elde edilebilir. atama ile ya da ikili karşılaştırma matrisi kullanılıp dolaylı yoldan elde edilebilir.

K adet kişinin olduğu bir karar grubunda her bir kriterin alternatiflerinin ratingi ve kriterlerin önemi ,

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{x}_{ij}^1 (+) \tilde{x}_{ij}^2 (+) \dots (+) \tilde{x}_{ij}^K]$$

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{K} [\tilde{w}_j^1 (+) \tilde{w}_j^2 (+) \dots (+) \tilde{w}_j^K]$$

hesaplanır. Burada, x_{ij}^K ve w_j^K , K . karar verenlerin önem ağırlığı ve ratingidir.

Bir bulanık ÇKKV problemi matris formatında,

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n]$$

diye hesaplanır. $\forall i, j$, için x_{ij} ve $j=1,2,\dots,n$ için w_j nitel değişkenlerdir. Nitel değişkenler, $x_{ij}=(a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ ve $w_j=(w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$ olduğu gibi üçgensel bulanık sayılar kullanılarak tanımlanır. Kriterlerin ölçeklerini karşılaştırılabilir kılmak için, lineer ölçek dönüşümü esas alınır. Böylece, R ile gösterilen normalize fuzzy karar matrisi meydana getirilir;

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$$

B ; fayda kriterinin kümesi olmak üzere, C maliyet kriterlerinin bir kümesidir;

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), j \in B$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{c_{ij}} \right), j \in C$$

$$c_j^* = \max_i c_{ij} \quad j \in B$$

$$a_j^- = \min_i a_{ij} \quad j \in C$$

Üstte belirtilen normalize etme yöntemi, normalleştirilmiş üçgen bulanık sayıların değerlerinin [0,1] aralığına yerleştirir. Tüm kriterlerin farklı önemini hesaba katan normalleştirilmiş ağırlıklı bulanık karar matrisi,

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}, i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n$$

olarak oluşturulur. Burada, $v_{ij} = r_{ij} \cdot w_j$ dir.

Ağırlıklandırılmış normalize matriste v_{ij} , $\forall i, j$ değerleri üçgensel ifadelerdir ve $[0,1]$ aralığındadır.

Belirsiz bir optimum sonuç (A^*) ve belirsiz negatif optimum sonuç (A^-),

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*),$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-)$$

olarak tanımlanır.

Burada, $v_j^* = (1,1,1)$ ve $v_j^- = (0,0,0)$ $j = 1,2,\dots,n$ dir.

Alternatiflerin hepsinin bulanık A^* ve bulanık A^- değerlerinden uzaklığı

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

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

formülüyle hesaplanmaktadır, $d(.,.)$, bulanık sayılar arası uzaklığın değeridir.

Her bir alternatifin yaklaşıklık katsayısı o alternatiflerin sıralamadaki yerlerini belirlemekte kullanılmaktadır;

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

olarak hesaplanır.

CC_i 1'e yaklaştığında, alternatif A_i bulanık (-) idealden uzaklaşır ve bulanık (+) ideal çözüme (A^*) yaklaşır .

Fuzzy Topsis yönteminin algoritması şu şekilde sıralanabilir;

Adım 1: Değerlendirme kriterleri, uzmanlardan oluşan bir ekip oluşturularak tanımlanır.

Adım 2: Tüm alternatifler için dilsel derecelendirmeler, kriterlerin önemini gösteren uygun sözel değişkenlere ve kriterlere göre seçilir.

Adım 3: C_j kriterinin birleşik w_j ağırlığını elde etmek için kriterlerin ağırlıkları birleştirilir ve karar vericilerin fikirleri, C_j kriteri altındaki A_i seçiminin bulanık x_{ij} değeriyle birleştirilir.

Adım 4: Normalleşmiş bulanık karar matrisi ve bulanık matris oluşturulur.

Adım 5: Ağırlıklandırılmış normalleştirilmiş bir bulanık karar matrisi meydana getirilir.

Adım 6: Bulanık optimum ve bulanık negatif optimum çözümler belirlenir.

Adım 7: Bulanık pozitif ve bulanık negatif ideal çözüm alternatiflerinin uzaklıklarını hesaplıyoruz.

Adım 8: Her seçenek için yakınlık katsayıları hesaplanır.

Adım 9: Seçenekler, tanımlanan yakınlık derecesine göre sıralanır.

2.5.5. VIKOR yöntemi

VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje), karışık yapıların çok kriterli optimizasyonu için geliştirilen bir metottur. Bu bağlamda uzlaşmış sıralaması belirlemeye ve tanımlanmış ağırlıklar ile uzlaşmış çözümüne ulaşmaya olanak sağlayan bir yöntemdir. Alternatifleri zıt kriterlere göre sıralayarak en uygun olanı seçmeyi ifade eder. VIKOR yöntemi, ideal çözüme yakınlığı temel alan çok kriterli bir yatırım endeksini dikkate alır. Çelişkili kriterlerle uzlaşmaya dayalı problem çözme, karar vericilerin bir karara varmasına yardımcı olur. Opricovic ve Tzeng, VIKOR yöntemini, karmaşık problemlerin çok kriterli optimizasyonu için 2004 yılında önermiştir (Opricovic & Tzeng, 2004).

VIKOR yöntemi, özellikle karar vericilerin seçim yapmakta zorlandığı ya da seçimlerini açıklamakta zorlandığı zamanlarda çok kriterli karar vermede kullanışlıdır (Paksoy, 2015).

VIKOR yönteminin uygulanma aşamaları aşağıdaki şekilde açıklanmaktadır.

1.Adım:

Kriterlere özgü f_i^* (maks.) ve f_i^- (min.) değerleri bulunur. i = fayda kriteri olmak üzere;
 $i=1,2,3,\dots,n$ ise;

$$f_i^* = \max_j f_{ij}$$

$$f_i^- = \min_j f_{ij}$$

fonksiyonları oluşturulur.

2.Adım:

S_j ve R_j karşılaştırma değerleri belirlenerek, $j= 1,2,...,n$ için tanımlanan S_j ve R_j , j 'inci alternatife göre optimum değer ve en kötü değer meydana getirilir.

$$s_j = \sum_{i=1}^n w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)$$

$$R_j = \max_i \left[\frac{w_i (f_i^* - f_{ij})}{f_i^* - f_i^-} \right]$$

Denklemlerde yer alan her kritere ait w_i (ağırlık) toplamda 1 olmalıdır.

3.Adım:

Aşağıda yer alan formüller ile, $j = 1, 2,...,n$ değerleri için Q_j bulunur.

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

$$S^* = \min_j S_j \text{ ve } S^- = \max_j S_j$$

$$R^* = \min_j R_j \text{ ve } R^- = \max_j R_j$$

Denklemlerdeki v değeri niyete göre en büyük faydayı sağlayan ağırlığı, $(1-v)$ değeri ise pişmanlığın (en az fayda sağlayan) ağırlığını vermektedir.

4.Adım:

S , R ve Q 'ya özgü değerlerinin hepsi küçükten büyüğe sıralanır, böylece üç değere ait sıralamalar belirlenir.

5.Adım:

Aşağıda yazılan iki koşul sağlandığında, Q değerine göre en uygun (a') "uzlaşma" çözümü belirlenir.

Birinci koşul: "Kabul edilebilir fayda", a Q değerine göre ikinci olarak yer alan alternatiftir. J 'nin alternatif bir sayı olduğu eşdeğer $DQ = 1/(J-1)$ formülüyle hesaplanmaktadır.

$$Q(a'') - Q(a') = DQ$$

İkincil koşul: "Kabul edilebilir karar kararlılığı", Q sıralamasındaki gibi, R veya S değerine göre en az bir sıralamada a' şıkkı en iyi seçim olmalıdır.

Yalnızca birinci koşulun sağlandığı durumlarda a' ve a'' , yalnızca ikinci koşulun sağlandığı durumlarda $a', a'', \dots$, an alternatiflerine "uzlaşık çözümler" denir.

$Q(a_n) - Q(a') < DQ$ eşitsizliğinde, n 'nin maksimum değeri a alternatifini üretir. Yöntemin tüm adımları uygulandığında küçükten büyüğe sıralanacak şekilde en iyi alternatif belirlenir. Ortaya çıkan sıralamaya "eşleşen" sıralama denir. VIKOR yöntemi ayrıca biraz "uzlaşmış" bir çözüm sunar (Ertuğrul & Karakaşoğlu, 2009).

2.5.6. Aras yöntemi

Karışık problemlerin çözülmesinde 2010 yılında yepyeni bir metod olarak ortaya çıkarılan ARAS metodolojisi Zavadskas ve Turksis tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde basit göreceli karşılaştırmalar esas alınmıştır. ARAS metodolojisi Kuzey Avrupa bölgelerinde fazlaca tercih edilmesine karşın, son dönemlerden Avrupa dışında da bu yöntemin kullanılmaya başlanmıştır (Altın, Tunca, & Ömürbek, 2020).

ARAS yönteminde projede var olan seçeneklerin göreceli etkisini belirlemek için tercih edilen fayda fonksiyonu, kriterlerin ağırlıklarının ve değerlerin göreceli etkisi ile doğru orantılıdır. ARAS metodolojisi, alternatif performansın belirlenmesine olanak sağlar ve tüm alternatiflerin optimum alternatife göreceli benzerliğini ortaya çıkarır (Dadelo, 2012).

Aras Yöntemi uygulaması 5 adımda gerçekleştirilir;

1. Adım: Karar matrisi oluşumu

Alternatif (satırlar) ve Kriterlerden (sütunlar) oluşmaktadır.

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & x_{02} & \cdots & x_{0n} \\ x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = 0,1,\dots,m; j = 1,2,\dots,n \quad (2.15)$$

M = alternatif sayısı, n = kriter sayısı, x_{ij} = i -alternatifinin j -kriterine göre performans değerini, x_{0j} = j -kriterinin en uygun değerini belirtmektedir. Kriter j 'nin optimal değeri bilinmiyorsa, formül (2) kullanılır:

$$\begin{cases} \text{Eğer } \max_i x_{ij} \text{ ise } x_{0j} = \max_i x_{ij} \\ \text{Eğer } \min_i x_{ij}^* \text{ ise } x_{0j} = \min_i x_{ij}^* \end{cases} \quad (2.16)$$

2. Adım: Normalizasyon

Normalizasyonun amacı farklı boyutlarda olan kriterleri normalize işlemi gerçekleştirerek standartlaştırmaktır. Kriterlerin hepsi $[0,1]$ aralığındadır.

Normalleştirme işleminde en yüksek olması hedeflenen ölçütler için Formül (3), en düşük olması hedeflenen ölçütler için Formül (4) kullanılır.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (2.17)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{1/x_{ij}}{\sum_{i=0}^m 1/x_{ij}} \quad (2.18)$$

Normalize karar matrisi aşağıdaki gibi meydana getirilir:

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{01} & \bar{x}_{02} & \cdots & \bar{x}_{0n} \\ \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \cdots & \bar{x}_{1n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \bar{x}_{m1} & \bar{x}_{m2} & \cdots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix} ; i = 0,1,\dots,m ; j = 1,2,\dots,n \quad (2.19)$$

3. Adım: Ağırlıklı normalize karar matrisinin oluşturulması

Bu adımda ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulur. Kriter ağırlıkları 0 ile 1 ($0 < w_{ij} < 1$) aralığındadır. Kriter ağırlıklarının toplamı 1'e eşit olmalıdır. Normalleştirilmiş ağırlıklar formül (6) ile belirlenir. Formülde w_j , j kriterinin ağırlığını (anlam düzeyi) temsil eder ve x_{ij} , j kriterinin normalleştirilmiş değerini temsil eder.

$$x_{ij} = \bar{x}_{ij} w_j ; \quad i = 0,1,\dots,m \quad (2.20)$$

Ağırlıklı normalize karar matrisi aşağıda görüldüğü gibi meydana getirilir:

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & x_{02} & \cdots & x_{0n} \\ x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} ; \quad i = 0,1,\dots,m ; j = 1,2,\dots,n \quad (2.21)$$

4. Adım: Siyoptimallikfonksiyonunun hesaplanması

$$S_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} ; \quad i = 0,1,\dots,m \quad (2.22)$$

(8) numaralı formülde S_i , i seçeneğinin uygunluk fonksiyonu olup, S_i , final sonucunu etkileyen x_{ij} ve w_j değerleriyle alakalıdır. Eğer alternatifin S_i değeri büyük ise bu en etkili alternatif olarak belirlenir.

5. Adım: Fayda dereceleri ve sıralamanın belirlenmesi

Fayda derecesi, alternatiflerin optimal fonksiyon ile en iyi seçeneğin optimal fonksiyon değerinin karşılaştırılmasıyla belirlenir. S_0 optimal fonksiyonun en iyi değeri olmasına rağmen, hesaplama formül (9) ile yapılır.

$$K_i = \frac{S_i}{S_0}; \quad i = 0, 1, \dots, m \quad (2.23)$$

2.6. ÇKKV Yöntemleri ile Literatür Araştırması

Literatür son 10 yıl ağırlıklı olmak üzere incelenmiştir ve ÇKKV yöntemleri ile işlenen konular, çözüm yöntemleri ile birlikte listelenmiştir. Araştırma yapılırken yüksek lisans ve doktora tezleri, yerli ve yabancı dergiler olmak üzere kapsamlı bir araştırma yapılmıştır.

Bu yöntemlerle ERP sistemi seçimi, proje seçimi (Ar-ge ve yatırım projeleri), tedarikçi seçimi, personel seçimi olmak üzere bir çok karar problemi üzerinde çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda kullanılan yöntemler de Şekil 2.4.'te listelenmiştir.

Şekil 2.4'ten de görüleceği üzere karar problemlerinde literatürde en çok kullanılan yöntemler AHP, Bulanık AHP, Topsis, Bulanık Topsis, VIKOR yöntemleridir. ARAS yönteminin ise literatürde nadir olarak kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle bu çalışmanın amaçlarından biri de az kullanılan ARAS yöntemi ile karar verme probleminin çözülüp literatürdeki boşluğu doldurmak olarak belirlenmiştir.

Tez / Makale Adı	Yazar	Tez / Makale Konusu	Kullanılan Yöntemler
BAHP YÖNTEMİ KULLANILARAK BİR OTOMOTİV YAN SANAYİ FİRMASINDA TEDARİKÇİ SEÇİMİ	Çağın KARABIÇAK, Burcu ÖZCAN, Mehlika KOCABAŞ AKAY	Bir tedarikçi seçim prosesi incelenmiş ve kalıp tedarikçileri arasında BAHF yöntemi kullanılarak seçim yapılmıştır.	AHP / BAHF
ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE GLOBAL TEDARİKÇİ SEÇİMİ: OTOMOTİV YAN SANAYİ'DE BİR UYGULAMA	Tuerxunmaimaitı YILIZATI	AHS ve TOPSIS metotları kullanılarak bir Otomotiv yan sanayi firmasında tedarikçi seçimi problemi incelenmiştir.	AHS / TOPSIS
BULANIK VIKOR YÖNTEMİNİ KULLANARAK PROJE SEÇİM SÜRECİNİN İNCELENMESİ	Ayşe YILDIZ	ÇKKV tekniklerinden olan VIKOR yöntemini kullanarak bir firma için optimum projenin seçimi incelenmiştir.	VIKOR
OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE TOPSIS, ORESTE, BULANIK TOPSIS VE BULANIK ORESTE YÖNTEMLERİ İLE PROJE SEÇİMİ	Büşra BEKİ	TOPSIS ve yeni yöntemlerden olan ORESTE ile proje seçimi problemi incelenip öneri sunulmuştur.	TOPSIS
0-1 HEDEF PROGRAMLAMA DESTEKLİ BÜTÜNLEŞİK AHP-VIKOR YÖNTEMİ: HASTANE YATIRIMI PROJELERİ SEÇİMİ	Burak KARAMAN, Hakan ÇERÇİOĞLU	Hastane projeleri seçimi problemi için VIKOR metodu, kriter ağırlıklarının belirlenmesi için da AHP yöntemi kullanılarak çalışma yapılmıştır.	VIKOR / AHP
ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ VE VIKOR YÖNTEMLERİ İLE HAVA SAVUNMA SANAYİSİNDE YATIRIM PROJESİ SEÇİMİ	Bahri UÇAKÇIOĞLU, Tamer EREN	Hava savunma sanayisinde sektöründe yatırım projelerinin seçimi problemi AHP ve VIKOR metodu ile incelenmiştir.	VIKOR / AHP
AR-GE PROJELERİNİN SEÇİMİNDE GRUP KARARINA DAYALI BULANIK KARAR VERME YAKLAŞIMI	Tuba YAKICI AYAN, Selçuk PERÇİN	TOPSIS metodu ARGE projelerinin seçiminde kullanılarak çalışma yapılmıştır.	BULANIK TOPSIS
ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ	Duygu CENGİZ	AHP, ELECTRE ve TOPSIS yöntemleri ile yeni mezun bir kişi için iş alternatiflerinden optimum olanı seçme problemi üzerine çalışılmıştır.	AHP, TOPSIS
AHP VE VIKOR YÖNTEMLERİ İLE PERSONEL SEÇİMİ	Danışment VURAL, Erkan KÖSE, Burcu BAYAM	Personel seçim problemi için AHP ve VIKOR kullanılarak çalışma yapılmıştır	AHP, VIKOR
FACILITY LOCATION DECISION USING FUZZY MULTI-CRITERIA DECISION MAKING: A CASE STUDY IN A FEEDMILL COMPANY	Emir GÜRDAL	Türkiye'de üretim tesisleri bulunan bir yem firmasının yeni bir tesis kurma kararı sonucunda ortaya konan alternatifleri değerlendirilerek, uygun tesis yeri ÇKKV yöntemlerinden Fuzzy TOPSIS ve Fuzzy VIKOR kullanılarak belirlenmiştir.	BULANIK TOPSIS / BULANIK VIKOR
CUSTOMER ORIENTED MULTI CRITERIA DECISION MAKING APPROACH UNDER FUZZINESS	Erdoğan GÜVENÇ	Bu çalışmanın amacı, bir şirketin departmanlarının müşteri odaklı performans sıralaması için bir yapı oluşturmaktır. Problem, interval type-2 AHP nin hesitant fuzzy TOPSIS ile kombine edildiği yöntem ile çözülür. Kriter ağırlıkları BAHF ile belirlenip Fuzzy TOPSIS ile sıralanır.	BULANIK AHP / BULANIK TOPSIS
SELECTION OF A SALES ORDER CREATION METHODOLOGY WITH MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING PROCESS	Ahmet Uğurcan TIRIŞ	Şirket'in Sipariş Nakit Yönetimine bağlı Sipariş Yönetimi süreçlerinde SAP ile entegre Satış Siparişi yaratmak için kullanılan Manuel, Robotik Süreç Otomasyonu ve OmPrompt metodolojilerinin Analitik Hiyerarşi Prosesi kullanılarak ağırlıkları belirlenmiştir. Söz konusu alternatiflerin önceliklendirilmesi beklentisi doğrultusunda makul alternatifin belirlenmesi amaçlanmıştır. AHP ile alternatif üç Satış Siparişi girme metodu alternatiflerinin değerlendirilmesi yapılmıştır.	AHP
ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE GENİŞ GÖVDELİ YOLCU UÇAĞI SEÇİMİ	Hüseyin Gökalep GÜNEŞ	Uçak seçimi için kriter ağırlıkları uzman görüşleri kullanılarak AHS DEMATEL ile belirlenmiştir. AHS-TOPSIS ve DEMATEL-TOPSIS yaklaşımlarının kullanımı uçak seçim probleminde kriter bağımsızlığı varsayımının etkilerini araştırma imkânı sağlamıştır.	AHP / DEMATEL / TOPSIS
BULANIK AHP VE BULANIK TOPSIS İLE BÜTÜNLEŞİK KARAR DESTEK MODELİ ÖNERİSİ: ÖZEL	Engin KARAKIŞ	Kriter ağırlıkları Bulanık AHP ile belirlenmiş, alternatif seçimi ise Bulanık TOPSIS metodu kullanılarak bir çalışma yapılmıştır.	BULANIK AHP/BULANIK TOPSIS
AR-GE PROJELERİNİN ÖNCELİKLENDİRİLMESİ VE SEÇİMİ İÇİN MODEL ÖNERİSİ	Deniz PEKER	AHP ve TOPSIS metodları ile , on adet proje önerisinden en iyisini seçmek için her iki metod da uygulanmış ve hem MS Excel hem de Expert Choice programı kullanılarak kriterlerin ve seçeneklerin karşılaştırılması yapılmıştır.	AHP, TOPSIS
İŞ SÜREÇLERİNİN DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜNDE PROJE SEÇİMİ VE ÖNCELİKLENDİRMESİ İÇİN BİR MODEL ÖNERİSİ	Türkan Melis PEKER	Firmaların iş süreçlerinin dijital dönüşümünde proje seçimi ve önceliklendirmesi yapabilmeleri adına bir çözüm modeli önerilmiştir. AHP, COPRAS, VIKOR, ARAS, EDAS ve SAW yöntemleri uygulanmıştır.	AHP, VIKOR, ARAS
Evaluation and Supplier Selection by Fuzzy-AHP Extent Analysis: A Case Study RMG Sector of Bangladesh	Mohammad M RAHMAN, Kazi B AHSAN	Bulanık-AHP'nin bir kapsam analizi uygulanmıştır. Değerlendirme kriterleri özellikle Bangladeş bağlamında bir RMG üreticisi için geliştirilmiş ve önerilen modelde başarıyla kullanılmıştır. Bu makalede ayrıntılı bir uygulama süreci sunulmuş ve son olarak modelin sonuçlarından en iyi tedarikçi kuruluş önerilmiştir.	AHP, BAHF
Third Party Service Provider Selection Using TOPSIS based Approach(A Case Study of Ghana Manganese Company)	Amoah Daniel AYİSİ, Ming YIN	Şirketi GMC'nin karayolu taşımacılığı faaliyetleri için bir hizmet sağlayıcı belirlemek ve ayrıca ideal Çözüme Benzerliğe Göre Tercih Sıralaması Tekniği TOPSIS yaklaşımını kullanarak şirketin iş stratejisi modelinin yeniden yapılandırılmasına yardımcı olmaktadır.	TOPSIS

Şekil 2.4. ÇKKV yöntemlerinin literatürde kullanıldığı çalışmalar listelenmiştir.



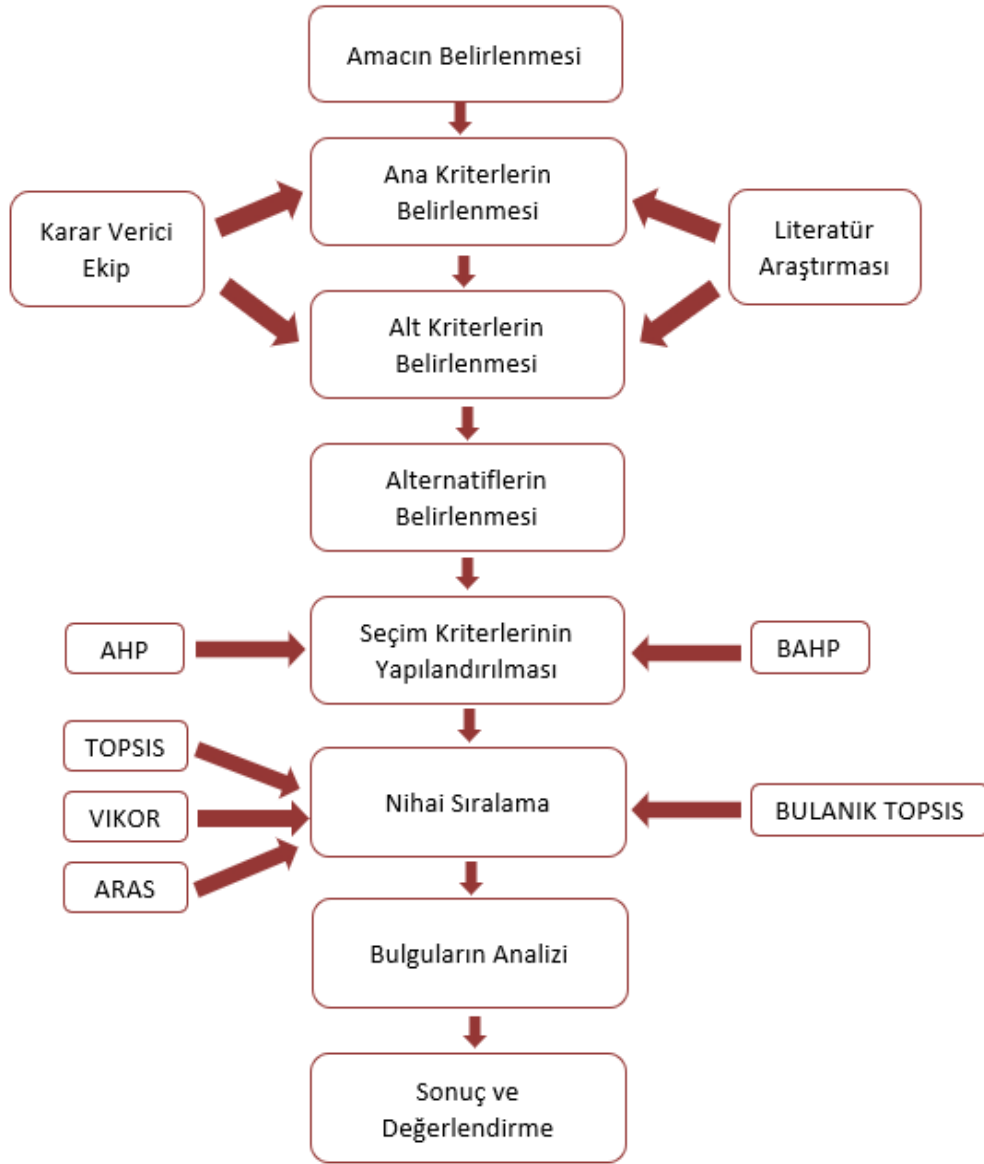
3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma içinde 6 ayrı yöntem kullanılmıştır. AHP ve BAHP ile ağırlıklandırma işlemleri yapılarak, çalışma sonucunda TOPSIS, Bulanık TOPSIS, VIKOR, ARAS yöntemleri ile en uygun projenin seçimi amaçlanmıştır.

Çalışma yapılırken, öncelikle bir çalışma amacı belirlenmiştir. Fabrikamızda proje biriminde proje seçimleri ve sıralamasında meydana gelen problemin çalışmada işlenmesine karar verilmiştir. Amacın belirlenmesinin ardından, çalışmayı etkileyen ana kriterler belirlenmiş ve bu ana kriterlere bağlı olarak alt kriterler de belirlenmiştir. Ana ve alt kriterlerin seçilmesinde, kapsamlı bir literatür araştırması ve yoğunluklu olmak üzere uzman görüşleri kullanılmıştır. Karşılaştırılacak alternatifler belirlenmiştir ve ardından seçim kriterlerinin yapılandırılması sağlanmıştır. Yapılandırma işleminde AHP ve BAHP yöntemleri kullanılarak kriterlerin ağırlıklandırılması sağlanmıştır.

AHP ve BAHP yöntemleri ile belirlenen kriter ağırlıkları proje seçiminde TOPSIS, Bulanık TOPSIS, VIKOR, ARAS yöntemleri ile entegre edilerek, proje sıralaması belirlenmiş ve optimum proje seçilmiştir. Bu işlemlerden sonra elde edilen bulgular analiz edilerek sonuçlar yorumlanmıştır.

Çalışmada izlenen akış Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmada izlenen akış.

4. UYGULAMA

Bu çalışmada FMCG sektöründeki lider bir firmanın yatırım projesi seçimi ele alınmıştır. Çalışma amacı firma için en uygun alternatifin seçilmesidir. İşletmenin proje seçimi problemindeki ana kriterler ve alt kriterler Şekil 4.1’de listelenmiştir.

Kriterler belirlenirken literatürden ve uzman görüşlerinden yararlanılmıştır.

Literatürde proje seçimleri incelenerek belirlenen kriterlerden bütçe, pazar payı, proje süresi, uygulanabilirlik, geri ödeme süresi literatürde mevcut olan ana kriterler arasından seçilen kriterlerdir.

Literatür araştırması yapıp bir ana kriter havuzu oluşturulduktan sonra fabrikamızdaki bir yatırım ve proje müdürü, bir yatırım ve proje yöneticisi, iki kıdemli proje mühendisi, bir proje mühendisi ünvanlarına sahip 5 kişi ile görüşülerek elemeler ve eklemeler yapılarak fabrikamız için uygun olan, kullanılacak ana kriterler ve kriterler oluşturulmuştur. 5 ana kriter ve ana kriterleri besleyen 8 alt kriter belirlenmiştir.

Kriterler detay bilgileri aşağıdaki gibi açıklanmıştır;

Pazar payı; şirketimizde herhangi bir projeye giriş yapmadan önce piyasadaki etkinlik alanımızdır.

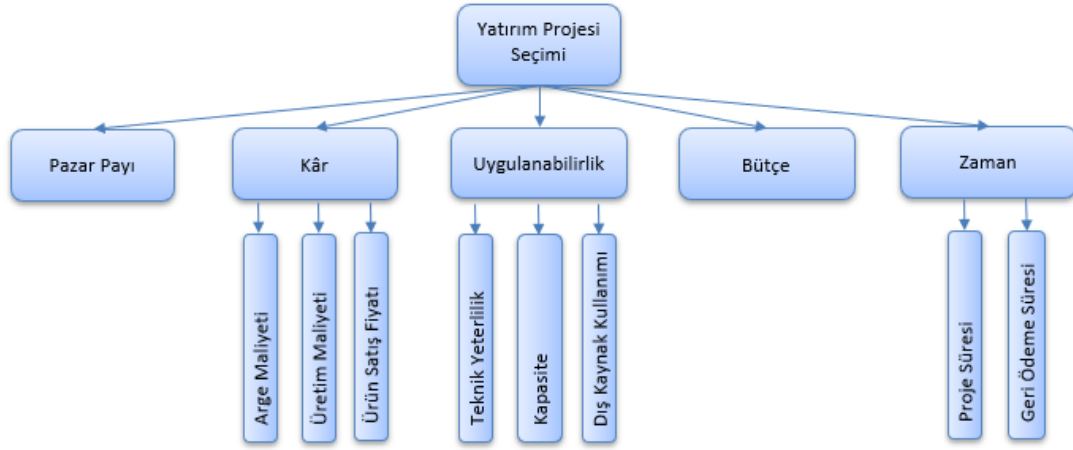
Kâr; projeye başlandığında arge maliyeti ve üretim maliyeti göz önüne katılarak ve proje bitiminde ürünün satış fiyatı ile değerlendirilerek elde edilecek kâr olarak belirlenmiştir.

Uygulanabilirlik: Fabrikanın ilgili proje için teknik yeterliliğe sahipliği, bu projeyi yapabilecek makinelere sahipliği kontrol edilir. Üretim kapasitesi ve işçi kapasitesine ve makine kapasitelerine bakılarak kapasite yeterliliği ve dış kaynak kullanım gerekliliği uygulanabilirlik ana kriterinin altında belirlenmiştir.

Bütçe: Projenin yapılmasında onaylanan Capex bütçesidir.

Zaman: Projenin tamamlanma süresi ve tamamlanması sonrasında geri ödeme süresini zaman ana kriterinin altında belirlenmiştir.

Belirlenen bu kriterler yukarıda detaylı belirtildiği gibi 5 uzman görüşü ile karar matrisleri belirlenmiş ve AHP, BAHF ile ağırlandırılıp, bu kriter ağırlıkları kullanılarak TOPSIS, Bulanık TOPSIS, VIKOR, ARAS yöntemleri ile projeler sıralanıp en optimum proje seçilmiştir.



Şekil 4.1. Proje Seçiminde Belirlenen Alt ve Ana Kriterler

4.1. AHP – Uygulama

Uzman karar verici görüşleri ve literatür araştırması ile belirlenen kriterler ağırlıkları AHP yöntemi ile aşağıdaki gibi belirlenmiştir. Ana kriter ve de alt kriterler baz alınarak karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. En son tutarlılık oranı kontrol edilmiş olup tüm kriterler için 0.10'dan küçük olduğu görülmüştür. Buna bağlı olarak belirlenen kriter ağırlıklarının proje seçiminde kullanılmasında uygun olduğu görülmüştür. (2.5.1 AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi Yönetimi) bölümünde adımları anlatılan yöntemin bu çalışmadaki uygulaması aşağıda verilmiştir.)

4.1.1. Ana kriterler karşılaştırma matrisi

K1: Pazar payı, K2: Kâr, K3: Uygulanabilirlik, K4: Yatırım bütçesi, K5: Zaman.

Tablo 4.1. Karşılaştırma matrisi.

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,0000	2,0000	3,0000	7,0000	9,0000
K2	0,5000	1,0000	3,0000	5,0000	7,0000
K3	0,3333	0,3333	1,0000	2,0000	5,0000
K4	0,1429	0,2000	0,5000	1,0000	2,0000
K5	0,1111	0,1429	0,2000	0,5000	1,0000
Toplam	2,0873	3,6762	7,7000	15,5000	24,0000

Tablo 4.2. Normalize matris.

	K1	K2	K3	K4	K5	Kriter Ağırlıkları
K1	0,4791	0,5440	0,3896	0,4516	0,3750	0,4479
K2	0,2395	0,2720	0,3896	0,3226	0,2917	0,3031
K3	0,1597	0,0907	0,1299	0,1290	0,2083	0,1435
K4	0,0684	0,0544	0,0649	0,0645	0,0833	0,0671
K5	0,0532	0,0389	0,0260	0,0323	0,0417	0,0384

Tablo 4.3. Öncelik vektör matrisi.

	K1	K2	K3	K4	K5	Temel Değer	T/C(Topl am Kriter Ağırlıkları)	Lamda	Consistency Index	Random Consistency Index
K1	0,4479	0,6062	0,4306	0,4699	0,3456	2,3001	5,1356			
K2	0,2239	0,3031	0,4306	0,3356	0,2688	1,5620	5,1537			
K3	0,1493	0,1010	0,1435	0,1343	0,1920	0,7201	5,0173	5,0842	0,0210	0,0189
K4	0,0640	0,0606	0,0718	0,0671	0,0768	0,3403	5,0693			
K5	0,0498	0,0433	0,0287	0,0336	0,0384	0,1937	5,0452			

Kriter ağırlıklarının tutarlı olup kullanılması için 0,0189 değeri 0,10 değerinden küçük olmalıdır. Kontrol sağlandığından K1,K2,K3,K4 kriterlerinin ağırlıkları kullanılabilir.

4.1.2. Uygulanabilirlik ana kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırma matrisi

Uygulanabilirlik ana kriterlerine bağlı olarak belirlenen teknik yeterlilik, kapasite, dış kaynak kullanımı alt kriterlerinin kriter ağırlıkları aşağıdaki gibi belirtilmiştir.

K1: Teknik yeterlilik

K2: Kapasite

K3: Dış kaynak kullanımı

Tablo 4.4. Karşılaştırma matrisi.

	K1	K2	K3
K1	1,0000	2,0000	6,0000
K2	0,5000	1,0000	4,0000
K3	0,1667	0,2500	1,0000
Toplam	1,6667	3,2500	11

Tablo 4.5. Normalize matris.

	K1	K2	K3	Kriter Ağırlıkları
K1	0,6000	0,6154	0,5455	0,5869
K2	0,3000	0,3077	0,3636	0,3238
K3	0,1000	0,0769	0,0909	0,0893

Tablo 4.6 Öncelik vektör matrisi.

	K1	K2	K3	Temel Değer	T/C(Toplam Kriter Ağırlıkları)	Lamda	Consistency Index	Random Consistency Index
K1	0,5869	0,6476	0,5357	1,7702	3,0159			
K2	0,2935	0,3238	0,3571	0,9744	3,0094	3,0092	0,0046	0,0877
K3	0,0978	0,0809	0,0893	0,2680	3,0024			

Kriter ağırlıklarının tutarlı olup kullanılması için 0,0877 değeri 0,10 değerinden küçük olmalıdır. Kontrol sağlandığından K1,K2,K3,K4 kriterlerinin ağırlıkları kullanılabilir.

4.1.3. Zaman ana kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırma matrisi

Zaman ana kriterlerine bağlı olarak belirlenen geri ödeme süresi ve proje süresi alt kriterlerinin kriter ağırlıkları aşağıdaki gibi belirtilmiştir.

K1: Geri ödeme süresi

K2: Proje süresi

Tablo 4.7. Karşılaştırmalı üstünlük matrisi.

	K1	K2
K1	1,0000	3,0000
K2	0,3333	1,0000
Toplam	1,3333	4,0000

Tablo 4.8. Normalize matris.

	K1	K2	Kriter Ağırlıkları
K1	0,7500	0,7500	0,7500
K2	0,2500	0,2500	0,2500

Tablo 4.9. Öncelik vektör matrisi

	K1	K2	Temel Değer	T / C (Toplam / Kriter Ağırlıkları)	Lamda	Consistency Index (CI)	Random Consistency Index(RI)
K1	0,7500	0,7500	1,5000	2,0000	2,0000	0,000001	0,0010
K2	0,2500	0,2500	0,5000	2,0000			

4.1.4. Kâr ana kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırma matrisi

Kâr ana kriterlerine bağlı olarak belirlenen arge maliyeti, üretim maliyeti ve satış fiyatı alt kriterlerinin kriter ağırlıkları aşağıdaki gibi belirtilmiştir.

K1: Arge maliyeti

K2: Üretim maliyeti

K3: Satış fiyatı

Tablo 4.10. Karşılaştırmalı üstünlük matrisi.

	K1	K2	K3
K1	1,0000	2,0000	5,0000
K2	0,5000	1,0000	3,0000
K3	0,2000	0,3333	1,0000
Toplam	1,7000	3,3333	9

Tablo 4.11. Normalize matris.

	K1	K2	K3	Kriter Ağırlıkları
K1	0,5882	0,6000	0,5556	0,5813
K2	0,2941	0,3000	0,3333	0,3092
K3	0,1176	0,1000	0,1111	0,1096

Tablo 4.12. Öncelik vektör matrisi

	K1	K2	K3	Temel Değer	T / C (Toplam / Kriter Ağırlıkları)	Lamda	Consistency Index (CI)	Random Consistency Index(RI)
K1	0,5813	0,6183	0,5479	1,7475	3,0064	3,0037	0,0018	0,0352
K2	0,2906	0,3092	0,3288	0,9285	3,0035			
K3	0,1163	0,1031	0,1096	0,3289	3,0012			

Ana ve alt kriterlerin ağırlık değerleri belirlenmiştir ve ardından ana kriterlerin ağırlık değerleri, alt kriterlerin hesaplanan ağırlık değerleri ile çarpılarak, ortak bir global ağırlık değeri elde edilmiştir ve çalışmada bu ağırlık değerleri üzerinden ilerlenmiştir (Peker, 2014).

Tablo 4.13. Ana Kriterler ve alt kriterler AHP yöntemine göre listelenmiştir.

Ana Kriterler	Yerel ağırlık	Alt Kriterler	Yerel Ağırlık	Genel Ağırlık
Pazar Payı	0,4479	-	-	0,4479
Kâr	0,3031	Arge Maliyeti	0,5813	0,1762
		Üretim Maliyeti	0,3092	0,0937
		Ürün Satış Fiyatı	0,1096	0,0332
Uygulanabilirlik	0,1435	Teknik Yeterlilik	0,5869	0,0842
		Kapasite	0,3238	0,0465
		Dış Kaynak Kullanımı	0,0893	0,0128
Bütçe	0,0671	-	-	0,0671
Zaman	0,0384	Proje Süresi	0,7500	0,0288
		Geri Ödeme Süresi	0,2500	0,0096

Tablo 4.14. Kriter ağırlıkları büyükten küçüğe sıralanmıştır

	Kriter	Ağırlık
x1	Pazar Payı	0,4479
x2	Arge maliyeti	0,1762
x3	Üretim maliyeti	0,0937
x4	Teknik yeterlilik	0,0842
x5	Bütçe	0,0671
x6	Kapasite	0,0465
x7	Ürün Satış Fiyatı	0,0332
x8	Proje süresi	0,0288
x9	Dış kaynak kullanımı	0,0128
x10	Geri ödeme süresi	0,0096

4.2. Aras Yöntemi – Uygulama

AHP yöntemi ile belirlenen kriter ağırlıkları kullanılarak aras yöntemi ile firma için belirlenen 5 proje için (a1, a2, a3, a4, a5) proje seçimi / sıralaması yapılmıştır. (2.5.6 Aras Yöntemi bölümünde adımları anlatılan yöntemin bu çalışmadaki uygulaması aşağıda verilmiştir.)

Kriterlerin karar matrisi oluşturulmuş, fayda yönlü(+) veya maliyet yönlü(-) olduğu belirlenmiştir. Buna bağlı olarak da her bir kriter için optimum değerler belirlenmiştir.

Tablo 4.15. Optimum değerlerinin belirlendiği karar matrisi

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
YÖN	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-
W	0,4479	0,1762	0,0937	0,0842	0,0671	0,0465	0,0332	0,0288	0,0128	0,0096
OPTİMUM	7	4	5	6	175000	101092	8	1	2	2
a1	7	8	7	5	175000	30000	8	2	4	2
a2	5	4	5	6	323300	29806	7	1	3	3
a3	4	5	5	5	430000	101092	6	1,5	2	2,5
a4	4	5	6	5	440000	28910	6	1,5	2	2,5
a5	5	6	9	6	552967	64075	7	2	4	1,5

Tablo 4.16. Fayda yönlü dönüştürülmüş karar matrisi

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
YÖN	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-
W	0,4479	0,1762	0,0937	0,0842	0,0671	0,0465	0,0332	0,0288	0,0128	0,0096
OPTİMUM	7	0,1250	0,1111	6	0,0000018	101092	8	1	0,2500	0,3333
a1	7	0,1250	0,1429	5	0,0000057	30000	8	0,5000	0,2500	0,5000
a2	5	0,2500	0,2000	6	0,0000031	29806	7	1,0000	0,3333	0,3333
a3	4	0,2000	0,2000	5	0,0000023	101092	6	0,6667	0,5000	0,4000
a4	4	0,2000	0,1667	5	0,0000023	28910	6	0,6667	0,5000	0,4000
a5	5	0,1667	0,1111	6	0,0000018	64075	7	0,5000	0,2500	0,6667

Tablo 4.17. Normalize karar matrisi.

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
YÖN	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-
W	0,4479	0,1762	0,0937	0,0842	0,0671	0,0465	0,0332	0,0288	0,0128	0,0096
OPTİMUM	0,2188	0,1172	0,1193	0,1818	0,1062	0,2848	0,1905	0,1304	0,1200	0,1266
a1	0,2188	0,1172	0,1533	0,1515	0,3357	0,0845	0,1905	0,1304	0,1200	0,1899
a2	0,1563	0,2344	0,2147	0,1818	0,1817	0,0840	0,1667	0,2609	0,1600	0,1266
a3	0,1250	0,1875	0,2147	0,1515	0,1366	0,2848	0,1429	0,1739	0,2400	0,1519
a4	0,1250	0,1875	0,1789	0,1515	0,1335	0,0814	0,1429	0,1739	0,2400	0,1519
a5	0,1563	0,1563	0,1193	0,1818	0,1062	0,1805	0,1667	0,1304	0,1200	0,2532

Tablo 4.18. Ağırlıklandırılmış normalize matris karar matrisi

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
YÖN	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-
W	0,4479	0,1762	0,0937	0,0842	0,0671	0,0465	0,0332	0,0288	0,0128	0,0096
OPTİMUM	0,0980	0,0206	0,0112	0,0153	0,0071	0,0132	0,0063	0,0038	0,0015	0,0012
a1	0,0980	0,0206	0,0144	0,0128	0,0225	0,0039	0,0063	0,0038	0,0015	0,0018
a2	0,0700	0,0413	0,0201	0,0153	0,0122	0,0039	0,0055	0,0075	0,0021	0,0012
a3	0,0560	0,0330	0,0201	0,0128	0,0092	0,0132	0,0047	0,0050	0,0031	0,0015
a4	0,0560	0,0330	0,0168	0,0128	0,0090	0,0038	0,0047	0,0050	0,0031	0,0015
a5	0,0700	0,0275	0,0112	0,0153	0,0071	0,0084	0,0055	0,0038	0,0015	0,0024

Tablo 4.19. Optimumluk fonksiyonu , fayda derecesi ve sıralama matrisi

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	Si	Kİ SİRALAMA (Si / S0)	Rank
OPTİMUM	0,0980	0,0206	0,0112	0,0153	0,0071	0,0132	0,0063	0,0038	0,0015	0,0012	0,1783		
a1	0,0980	0,0206	0,0144	0,0128	0,0225	0,0039	0,0063	0,0038	0,0015	0,0018	0,1857	1,0412	1,0000
a2	0,0700	0,0413	0,0201	0,0153	0,0122	0,0039	0,0055	0,0075	0,0021	0,0012	0,1791	1,0045	2,0000
a3	0,0560	0,0330	0,0201	0,0128	0,0092	0,0132	0,0047	0,0050	0,0031	0,0015	0,1586	0,8894	3,0000
a4	0,0560	0,0330	0,0168	0,0128	0,0090	0,0038	0,0047	0,0050	0,0031	0,0015	0,1456	0,8164	5,0000
a5	0,0700	0,0275	0,0112	0,0153	0,0071	0,0084	0,0055	0,0038	0,0015	0,0024	0,1528	0,8568	4,0000

Tablo 4.19’de görüldüğü üzere Aras yöntemine göre proje seçimi sıralaması $a1 > a2 > a3 > a5 > a4$ olarak sıralanmıştır ve 1. Proje yatırım yapılması en uygun proje olarak seçilmiştir.

4.3. Topsis Yöntemi – Uygulama

AHP meotodu ile bulunan kriter ağırlıkları kullanılarak topsis yöntemi ile firma için belirlenen 5 proje için (a1, a2, a3, a4, a5) proje seçimi / sıralaması yapılmıştır. (2.5.3

TOPSIS Yöntemi bölümünde adımları anlatılan yöntemin bu çalışmadaki uygulaması aşağıda verilmiştir.)

Kriterlerin karar matrisi oluşturulmuş, fayda yönlü(+) veya maliyet yönlü(-) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.20. Fayda maliyet yönlerinin belirlendiği karar matrisi

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
YÖN	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-
W	0,4479	0,1762	0,0937	0,0842	0,0671	0,0465	0,0332	0,0288	0,0128	0,0096
a1	7,0000	8,0000	7,0000	5,0000	175000	30000	8,0000	2,0000	4,0000	2,0000
a2	5,0000	4,0000	5,0000	6,0000	323300	29806	7,0000	1,0000	3,0000	3,0000
a3	4,0000	5,0000	5,0000	5,0000	430000	101092	6,0000	1,5000	2,0000	2,5000
a4	4,0000	5,0000	6,0000	5,0000	440000	28910	6,0000	1,5000	2,0000	2,5000
a5	5,0000	6,0000	9,0000	6,0000	552967	64075	7,0000	2,0000	4,0000	1,5000

Tablo 4.21. Normalize karar matrisi

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
a1	0,6116	0,6209	0,4763	0,4124	0,1933	0,2304	0,5230	0,5443	0,5714	0,3797
a2	0,4369	0,3105	0,3402	0,4949	0,3572	0,2289	0,4576	0,2722	0,4286	0,5695
a3	0,3495	0,3881	0,3402	0,4124	0,4750	0,7765	0,3922	0,4082	0,2857	0,4746
a4	0,3495	0,3881	0,4082	0,4124	0,4861	0,2221	0,3922	0,4082	0,2857	0,4746
a5	0,4369	0,4657	0,6124	0,4949	0,6109	0,4922	0,4576	0,5443	0,5714	0,2847

Tablo 4.22. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
a1	0,2739	0,1094	0,0446	0,0347	0,0130	0,0107	0,0174	0,0157	0,0073	0,0036
a2	0,1957	0,0547	0,0319	0,0417	0,0240	0,0106	0,0152	0,0078	0,0055	0,0055
a3	0,1565	0,0684	0,0319	0,0347	0,0319	0,0361	0,0130	0,0118	0,0037	0,0046
a4	0,1565	0,0684	0,0383	0,0347	0,0326	0,0103	0,0130	0,0118	0,0037	0,0046
a5	0,1957	0,0820	0,0574	0,0417	0,0410	0,0229	0,0152	0,0157	0,0073	0,0027

Tablo 4.23. En iyi ve en kötü (worst & best) matrisinin belirlenmesi

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
V+ (OPTİMUM)	0,2739	0,0547	0,0319	0,0417	0,0130	0,0361	0,0174	0,0078	0,0037	0,0027
V-	0,1565	0,1094	0,0574	0,0347	0,0410	0,0103	0,0130	0,0157	0,0073	0,0055

Tablo 4.24. En iyi(S_i^+)ve en kötüden (S_i^-) öklid uzaklığı ve sıralamanın belirlenmesi

	$S_i(+)$	$S_i(-)$	Performance Score	Rank
a1	0,0626	0,1215	0,6598	1
a2	0,0831	0,0747	0,4733	2
a3	0,1200	0,0558	0,3172	4
a4	0,1231	0,0463	0,2736	5
a5	0,0925	0,0500	0,3507	3

Tablo 4.25’de görüldüğü üzere TOPSIS yöntemine göre proje seçimi sıralaması $a1 > a2 > a5 > a3 > a4$ olarak sıralanmıştır ve 1. Proje yatırım yapılması en uygun proje olarak seçilmiştir.

4.4. Vıkor Yöntemi – Uygulama

AHP meotodu ile bulunan kriter ağırlıkları kullanılarak aras yöntemi ile firma için belirlenen 5 proje için (a1, a2, a3, a4, a5) proje seçimi / sıralaması yapılmıştır. (2.5.5 VIKOR Yöntemi bölümünde adımları anlatılan yöntemin bu çalışmadaki uygulaması aşağıda verilmiştir.)

Kriterlerin karar matrisi oluşturulmuş, fayda yönlü(+) veya maliyet yönlü(-) olduğu belirlenmiş olup optimum en iyi ve en kötü değerler de tablo da belirtilmiştir.

Tablo 4.25. Fayda maliyet yönlerinin belirlendiği karar matrisi

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
YÖN	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-
W	0,4479	0,1762	0,0937	0,0842	0,0671	0,0465	0,0332	0,0288	0,0128	0,0096
a1	7	8	7	5	175000	30000	8	2	4	2
a2	5	4	5	6	323300	29806	7	1	3	3
a3	4	5	5	5	430000	101092	6	1,5	2	2,5
a4	4	5	6	5	440000	28910	6	1,5	2	2,5
a5	5	6	9	6	552967	64075	7	2	4	1,5
BEST	7	4	5	6	175000	101092	8	1	2	1,5
WORST	4	8	9	5	552967	28910	6	2	4	3

Tablo 4.26. S_j ve R_j karşılaştırma değerleri olmak üzere, $j= 1,2,...,n$ değerleri için belirlenen S_j ve R_j değerleri, j 'inci alternatife ait en iyi ve en kötü değerleri oluşturur.

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	S_i	R_i
a1	0,0000	0,1762	0,0468	0,0842	0,0000	0,0458	0,0000	0,0288	0,0128	0,0032	0,3978	0,1762
a2	0,2986	0,0000	0,0000	0,0000	0,0263	0,0459	0,0166	0,0000	0,0064	0,0096	0,4034	0,2986
a3	0,4479	0,0440	0,0000	0,0842	0,0453	0,0000	0,0332	0,0144	0,0000	0,0064	0,6755	0,4479
a4	0,4479	0,0440	0,0234	0,0842	0,0471	0,0465	0,0332	0,0144	0,0000	0,0064	0,7471	0,4479
a5	0,2986	0,0881	0,0937	0,0000	0,0671	0,0238	0,0166	0,0288	0,0128	0,0000	0,6295	0,2986

Tablo 4.27. En çok fayda sağlayan (S_i) ve pişmanlık değerleri (R_i) belirlenerek Q değeri hesaplanır.

	S_i	R_i	Q_i	Rank
a1	0,3978	0,1762	0,0000	1,0000
a2	0,4034	0,2986	0,2333	2,0000
a3	0,6755	0,4479	0,8974	4,0000
a4	0,7471	0,4479	1,0000	5,0000
a5	0,6295	0,2986	0,5569	3,0000
S*R*	0,3978	0,1762		
S-R-	0,7471	0,4479		

Hesaplanan Q değeri küçükten büyüğe sıralanarak proje sıralaması yapılır.

Sonucun doğruluğunun kontrolü için;

Anlatılacak olan iki koşul sağlanmalıdır;

Yapılan sıralamada en uygun(a') seçenek "uzlaşmacı" çözüm olarak ifade edilir.

İlk koşul: Yapılan sıralamada ikinci sırada yer alan(a'') seçenek "Kabul edilir avantaj" olarak adlandırılır. $DQ = 1/(J-1)$ formülüyle hesaplanır(J alternatif sayısı olarak kabul edilmiştir.)

$$Q(a'') - Q(a_2) = DQ$$

$$DQ = 0,25$$

$0,9330 \geq DQ$ kontrolü yapılarak birinci şart sağlanmıştır.

İkinci koşul: Birinci seçilen alternatif, R veya S değerleri baz alınarak incelendiğinde ya R değerinde ya da S değerinde en iyi alternatif değerine eşit olmak zorundadır.

a' için $S_i = 0,3978$, $R_i = 0,1762$ olup, ikinci şart sağlanmıştır.

Proje sıralaması $a_1 > a_2 > a_5 > a_3 > a_4$ olarak belirlenmiştir. VIKOR yöntemi ile 1. Proje yatırım yapılması en uygun proje olarak seçilmiştir.

4.5. Bulanık Ahp – Uygulama

Literatür ve uzman görüşleri ile belirlenen kriterlerin ağırlıkları insani düşünce tarzını yansıtmak ve belirsizliği minimuma indirmek için Bulanık AHP yöntemi ile aşağıdaki gibi belirlenmiştir. Ana kriter ve alt kriterler bazında karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. (2.5.2 BAHF (Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yönetimi) bölümünde adımları anlatılan yöntemin bu çalışmadaki uygulaması aşağıda verilmiştir.)

4.5.1. Ana kriterlerin karşılaştırmalı matrislerinin oluşturulması

Üçgensel bulanık sayılar ile ana kriterlerin karşılaştırmalı karar matrisi belirlenmiştir.

Tablo 4.28. Üçgensel bulanık sayılar ile oluşturulan karar matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	(5,7,9)	(7,9,11)
K2	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)
K3	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(3,5,7)
K4	(1/9,1/7,1/5)	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,3,5)
K5	(1/11,1/9,1/7)	(1/9,1/7,1/5)	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)

Tablo 4.29. Bulanık sentetik(S) karar matrisi

	l	m	u
K1	0,1894	0,4147	0,8960
K2	0,1288	0,2945	0,6648
K3	0,0682	0,1743	0,4335
K4	0,0310	0,0843	0,2177
K5	0,0195	0,0322	0,0773

Tablo 4.30. Olasılık derecesi matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	Minimum	Weight
K1	-	1	1	1	1	1,00	0,36
K2	0,80	-	1	1	1	0,80	0,29
K3	0,34	0,72	-	1	1	0,34	0,12
K4	0,80	0,62	0,62	-	1	0,62	0,23
K5	0,00	0	0,02	0,47	-	0,00	0,00

Matriste görüldüğü gibi K5 kriteri(zaman) için ağırlık değeri 0 olarak belirlenmiştir.

Bu modelin dezavantajı, problemdeki bazı kriterlere ağırlık değeri verememesidir. Bu kabul edilebilir bir durum değildir, çünkü bu durumda seçim yapılırken bazı değerler dikkate alınmadan ilerlenmesi gerekir (Enea & Piazza, 2004).

4.5.2. Uygulanabilirlik ana kriterinin, alt kriterlerinin karşılaştırılması

Uygulanabilirlik ana kriterlerine bağlı olarak belirlenen teknik yeterlilik, kapasite, dış kaynak kullanımı alt kriterlerinin kriter ağırlıkları aşağıdaki gibi belirtilmiştir.

K1: Teknik yeterlilik

K2: Kapasite

K3: Dış kaynak kullanımı

Tablo 4.31. Üçgensel bulanık sayılar ile oluşturulan karar matrisi

	K1	K2	K3
K1	(1,1,1)	(1,3,5)	(5,7,9)
K2	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(3,5,7)
K3	(1/9,1/7,1/5)	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)

Tablo 4.32. Bulanık sentetik(S) karar matrisi

	l	m	u
K1	0,2742	0,5890	1,2044
K2	0,1645	0,3391	0,7227
K3	0,0491	0,0719	0,1231

Tablo 4.33. Olasılık derecesi matrisi

	K1	K2	K3	Minimum	Weight
K1	-	1,0000	1,0000	1,00	0,61
K2	0,6422	-	1,0000	0,64	0,39
K3	0,0000	0,0000	-	0,00	0,00

Matriste görüldüğü gibi K3 kriteri(dış kaynak kullanımı) için ağırlık değeri 0 olarak belirlenmiştir.

4.5.3. Kâr ana kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırmalı matrislerinin oluşturulması

Kâr ana kriterlerine bağlı olarak belirlenen arge maliyeti, üretim maliyeti ve satış fiyatı alt kriterlerinin kriter ağırlıkları aşağıdaki gibi belirtilmiştir.

K1: Arge maliyeti

K2: Üretim maliyeti

K3: Satış fiyatı

Tablo 4.34. Üçgensel bulanık sayılar ile oluşturulan karar matrisi

	K1	K2	K3
K1	(1,1,1)	(1,3,5)	(5,7,9)
K2	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(3,5,7)
K3	(1/9,1/7,1/5)	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)

Tablo 4.35 Bulanık sentetik(S) karar matrisi

	l	m	u
K1	0,2742	0,5890	1,2044
K2	0,1645	0,3391	0,7227
K3	0,0491	0,0719	0,1231

Tablo 4.36. Olasılık derecesi matrisi

	K1	K2	K3	Minimum	Weight
K1	-	1,0000	1,0000	1,00	0,61
K2	0,6422	-	1,0000	0,64	0,39
K3	0,0000	0,0000	-	0,00	0,00

Matriste görüldüğü gibi K3 kriteri(satış fiyatı) için ağırlık değeri 0 olarak belirlenmiştir.

Ana ve alt kriterlerin ağırlık değerleri belirlenmiştir ve ardından ana kriterlerin ağırlık değerleri, alt kriterlerin hesaplanan ağırlık değerleri ile çarpılarak, ortak bir global ağırlık değeri elde edilmiştir ve çalışmada bu ağırlık değerleri üzerinden ilerlenmiştir (Peker, 2014).

Tablo 4.37. Ana Kriterler ve alt kriterler BAHP yöntemine göre listelenmiştir.

Ana Kriterler	Yerel ağırlık	Alt Kriterler	Yerel Ağırlık	Genel Ağırlık
Pazar Payı	0,36	-	-	0,3618
Kâr	0,29	Arge Maliyeti	0,6089	0,1759
		Üretim Maliyeti	-	-
		Ürün Satış Fiyatı	0,3911	0,1129
Uygulanabilirlik	0,12	Teknik Yeterlilik	0,6089	0,0752
		Kapasite	0,3911	0,0483
		Dış Kaynak Kullanımı	-	-
Bütçe	0,23	-	-	0,2259
Zaman	-	Proje Süresi	-	-
		Geri Ödeme Süresi	-	-

Tablo 4.38. Kriter ağırlıkları büyükten küçüğe sıralanmıştır.

	Kriter	Ağırlık
x1	Pazar Payı	0,3618
x2	Arge maliyeti	0,1759
x3	Üretim maliyeti	-
x4	Teknik yeterlilik	0,0752
x5	Bütçe	0,2259
x6	Kapasite	0,0483
x7	Ürün Satış Fiyatı	0,1129
x8	Proje süresi	-
x9	Dış kaynak kullanımı	-
x10	Geri ödeme süresi	-

4.6. Bulanık Topsıs – Uygulama

Bulanık AHP ile belirlenen ağırlıklar kullanılarak literatürde çokça yaygın kullanılan metotlar olarak sözü edilen Bulanık TOPSIS ile proje seçimi / sıralaması yapılmıştır. (2.5.4 Bulanık TOPSIS Yöntemi bölümünde adımları anlatılan yöntemin bu çalışmadaki uygulaması aşağıda verilmiştir.)

Tablo 4.39. Bulanık Karar matrisi

	x1 +			x2 -			x3 -			x4 +			x5 -		
a1	7	9	10	7	9	10	7	9	10	3	5	7	7	9	10
a2	3	5	7	1	3	5	3	5	7	3	5	7	5	7	9
a3	1	3	5	3	5	7	3	5	7	5	7	9	3	5	7
a4	1	3	5	3	5	7	3	5	7	3	5	7	1	3	5
a5	3	5	7	5	7	9	9	10	10	5	7	9	1	3	5
cj+	10									9					
aj-				1			3						1		

Tablo 4.40. Bulanık Karar matrisi

	x6 +			x7 +			x8 -			x9 -			x10 -		
a1	3	5	7	7	9	10	7	9	10	1	3	5	7	9	10
a2	3	5	7	7	9	10	9	10	10	1	3	5	3	5	7
a3	7	9	10	5	7	9	7	9	10	0	1	3	3	5	7
a4	3	5	7	3	5	7	7	9	10	1	3	5	3	5	7
a5	5	7	9	7	9	10	7	9	10	1	3	5	7	9	10
cj+	10			10											
aj-							7			0			3		

Tablo 4.41 Normalize bulanık karar matrisi

	x1 +			x2 -			x3 -			x4 +			x5 -		
a1	1	0,9	0,7	10	9	7	3,33	3	2,33	0,78	0,56	0,33	10	9	7
a2	0,7	0,5	0,3	5	3	1	2,33	1,67	1	0,78	0,56	0,33	9	7	5
a3	0,5	0,3	0,1	7	5	3	2,33	1,67	1	1	0,78	0,56	7	5	3
a4	0,5	0,3	0,1	7	5	3	2,33	1,67	1	0,78	0,56	0,33	5	3	1
a5	0,7	0,5	0,3	9	7	5	3,33	3,33	3	1	0,78	0,56	5	3	1

Tablo 4.42. Normalize bulanık karar matrisi

	x6 +			x7 +			x8 -			x9 -			x10 -		
a1	0,7	0,5	0,3	1	0,9	0,7	1,43	1,29	1	0	0	0	3,33	3	2,33
a2	0,7	0,5	0,3	1	0,9	0,7	1,43	1,43	1,29	0	0	0	2,33	1,67	1
a3	1	0,9	0,7	0,9	0,7	0,5	1,43	1,29	1	0	0	0	2,33	1,67	1
a4	0,7	0,5	0,3	0,7	0,5	0,3	1,43	1,29	1	0	0	0	2,33	1,67	1
a5	0,9	0,7	0,5	1	0,9	0,7	1,43	1,29	1	0	0	0	3,33	3	2,33

Tablo 4.43. Ağırlıklı normalize karar matrisi

	x1 +			x2 -			x3 -			x4 +			x5 -		
w	0,3618			0,1759			0,0000			0,0752			0,2259		
a1	0,36	0,33	0,25	1,76	1,58	1,23	0	0	0	0,06	0,04	0,03	2,26	2,03	1,58
a2	0,25	0,18	0,11	0,88	0,53	0,18	0	0	0	0,06	0,04	0,03	2,03	1,58	1,13
a3	0,18	0,11	0,04	1,23	0,88	0,53	0	0	0	0,08	0,06	0,04	1,58	1,13	0,68
a4	0,18	0,11	0,04	1,23	0,88	0,53	0	0	0	0,06	0,04	0,03	1,13	0,68	0,23
a5	0,25	0,18	0,11	1,58	1,23	0,88	0	0	0	0,08	0,06	0,04	1,13	0,68	0,23
A+	0,2533			1,2311			0,0000			0,0418			1,5814		
A-	0,1809			0,8793			0,0000			0,0585			1,1296		

Tablo 4.44. Ağırlıklı normalize karar matrisi

	x6 +			x7 +			x8 -			x9 -			x10 -		
w	0,0483			0,1129			0,0000			0,0000			0,0000		
a1	0,03	0,02	0,01	0,11	0,1	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a2	0,03	0,02	0,01	0,11	0,1	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a3	0,05	0,04	0,03	0,1	0,08	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a4	0,03	0,02	0,01	0,08	0,06	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a5	0,04	0,03	0,02	0,11	0,1	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A+	0,0338			0,0791			0,0000			0,0000			0,0000		
A-	0,0338			0,0791			0,0000			0,0000			0,0000		

Tablo 4.45. Alternatiflerin bulanık pozitif optimum çözüm ve bulanık negatif optimum çözümden uzaklığı

	d+	d-
a1	0,9613	1,7538
a2	1,2718	1,1540
a3	1,2438	0,7917
a4	1,6418	1,0271
a5	1,4097	1,1415

Tablo 4.46. Sıralamanın yakınlık katsayısına göre oluşturulması

	C _j	Normalized
a1	0,6459	0,2757
a2	0,4757	0,2031
a3	0,3889	0,1660
a4	0,3849	0,1643
a5	0,4475	0,1910

Tablo 4.46’da görüldüğü üzere Bulanık TOPSIS yöntemine göre proje seçim sıralaması $a1 > a2 > a5 > a3 > a4$ olarak belirlenmiştir ve 1. Proje yatırım yapılması en uygun proje olarak seçilmiştir.



5. SONUÇ

Bu çalışmada FMCG sektöründe yer alan, sektöründe lider bir firmada 5 ana kriter, 8 alt kriter ve 5 alternatife sahip olan proje seçim problemine istinaden şirketin yatırım yapması için en optimum projenin seçilmesi amaçlanmıştır.

Problem çözümünde literatürde en çok kriterlerin ağırlıklandırılmasında kullanılan metod olan AHP ve literatürde proje seçiminde en çok kullanılan yöntemlerden TOPSIS, VIKOR ve az kullanılan ARAS yöntemi kullanılarak proje seçimi problemi ele alınmıştır. ARAS yöntemi çalışmalarının literatürde az olması sebebiyle literatürdeki bu boşluğun doldurulması amaçlanmıştır. Karar verme yöntemlerindeki belirsizliği minimuma indirmek hatta yok etmek için Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri ile de çalışma desteklenmiştir. Çalışmada literatürde az kullanılan ARAS yönteminin, çok kullanılan AHP, TOPSIS, VIKOR yöntemleri ile uyumlu çalıştığı tespit edilmiştir.

Tablo 5.1. Proje Seçimi Uygulama Verileri

ÇKKV Yöntemi	Seçilen Proje
Bulanık TOPSIS	1
TOPSIS	1
VIKOR	1
ARAS	1

Çalışmada kullanılan tüm ÇKKV tekniklerinin şirket için en optimum proje olarak 1.proje seçtiği görülmüştür.

Tablo 5.2. Proje Sıralaması Uygulama Verileri

ÇKKV Yöntemi	Proje Sıralaması
TOPSIS	a1>a2>a5>a3>a4
ARAS	a1>a2>a3>a5>a4
VIKOR	a1>a2>a5>a3>a4
FUZZY TOPSIS	a1>a2>a5>a3>a4

Çalışmada kullanılan ÇKKV yöntemlerinden TOPSIS, Bulanık TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinin proje sıralamasında da birbirleriyle tamamen uyumlu olup aynı sonuçları verdiği görülmüştür. Ancak ARAS yönteminde 3.ve 4.sıradaki projede farklılık gözükmemektedir. Bu ARAS yönteminin farklı sonucunun, diğer yöntemlerden farklı olarak her alternatifin yöntem algoritmasının ideal alternatifine görece benzerliğinde yattığı düşünülmektedir. Örneğin, kriterin optimal değerine 10 diyelim, ancak bu kriter gere altarnatifleri değerdendirirken en yüksek puan 9 olsun; Kriterin optimal değeri, diğer ÇKKV yöntemlerinde 1,0 olurken, ARAS yönteminde, 0,9'dur (Ecer, 2016).

Bu çalışmayla birlikte;

Firmaların birçok faktör ve alternatif içeren durumlarda karar vermeyi basitleştirmek ve doğru karar vermek için bu matematiksel yöntemlerinin kullanılabileceği öne sürülmektedir.

Proje seçim kararlarının ve birçok karar probleminin sıkça karşımıza çıktığı FMCG sektöründe bu uygulamanın yapılmasıyla yatırım projesi seçim problemlerine bilimsel bir yaklaşım getirmiştir.

Proje kriter ağırlıklandırılmasında AHP, BAHP; proje seçiminde TOPSIS, Bulanık TOPSIS, VIKOR ve ARAS yöntemlerinin kullanılması ile literatüre katkı sağlamış olup, yöntemlerin birbiriyle uyumlu çalıştığı kanıtlanmıştır.

İşletme yatırım projeleri gibi önemli karar verme problemlerinde, bilimsel yöntemlerden yararlanma konusuna olumlu yaklaşmaktadır. Şirketin farklı karar verme problemlerinde bu matematiksel modellerin kullanılabileceği ön görülmüştür ve şirket bu modeli işletmede kullanacağını belirtmiştir. İşletmedeki karar süreçlerinde önerilen modelin kullanılmasıyla birlikte şirket için daha faydalı olacak şekilde yatırım kararlarının alınması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- A., E. (2007). Karar Verme Süreci Ve Bu Süreçte Bilişim Sistemlerinin. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 212-224.
- Altın, F. G., Tunca, M.Z., Ömürbek N., (2020). Entropi Temelli Saw Ve Aras Yöntemleri İle Nato Ülkeleri Askeri Güçlerinin Sıralanması. *Alanya Akademik Bak..*, 731-753.
- Arslan, A., Demirli, C. (2018) Bilgi Yönetimi ve Karar Verme İlişkisinin İncelenmesi, *Istanbul Commerce University Journal of Science* , 1-26
- Cengiz D., (2012), Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Üzerine Karşılaştırmalı Analiz, YTÜ Yüksek Lisans Tezi
- Chen. (2000). Extensions Of The Topsis For Group Decision Making Under Fuzzy Environment. *Fuzzy Sets And Systems*, 1-9.
- Çitli, N. (2006). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme . *Yıldız Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi*, 57-60.
- Ç.Karabıçak, B.OZCAN, M.AKAY, (2020) BAHF Yöntemi Kullanılarak Bir Otomotiv Yan Sanayi Firmasında Tedarikçi Seçimi
- Dadelo, S. T. (2012). Multiple Criteria Assessment Of Elite Security Personal On The Basis Of Aras And Expert Methods. *Economic Computation And Economic Cybernetics Studies And Research*, 65-88.
- Dilek Kaptanoğlu, A. F. (2006). Akademik Performans Değerlendirilmesi İçin Bir Bulanık Model. *İtü Dergisi/D Mühendislik*, 193-204.
- Ecer, F. (2016). Aras Yöntemi Kullanılarak Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılım Seçimi. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 89-98.
- Enea, M. Piazza, T. (2004). Project Selection By Constrained Fuzzy Ahp. *Fuzzy Optimization And Decision Making*, 39-62.
- Ertuğrul, İ. Karakaşoğlu N., (2007). Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Ve Bir Tekstil İşletmesinde Makine Seçim Problemine Uygulanması. *Hacettepe Üniversitesi İibf Dergisi*, 171-192.
- Ertuğrul, İ. K. (2009). Performanceevaluation Of. *Expertsystemswith Applications*, 702-705.
- Eryılmaz, S.A. Özçelik, T. (2019). Traktör İmalatında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi, *European Journal of Science and Technology Dergisi*, 498-512
- Güldal, E. (2019). Facility Location Decision Using Fuzzy Multi-Criteria Decision Making: A Case Study in A Feedmill Company, *Adana Alpaslan Türkeş Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi*
- Güneş, G.H. (2022). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Geniş Gövdeli Yolcu Uçağı Seçimi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi*

- Güvenç, E. (2018). Customer Oriented Multi Criteria Decision Making Approach Under Fuzziness, Marmara Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi
- Kahraman, C. Cebeci, U. Ruan, D. C. (2004). "Multi-Attribute Comparison Of Catering Service Companies Using Fuzzy Ahp. *Int. J. Production Economics*, 171-184.
- Karakış E., (2019). Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS ile Bütünleşik Karar Destek Modeli Önerisi: Özel Okullarda Öğretmen Seçimi, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi
- Karateke, T. (2016). Bir Tekstil Firmasında Analitik Hiyerarşi Süreci ile Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılım Seçimi, Gazi Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi
- Liang, G.-S. (1999). Fuzzy Mcdm Based On İdeal And Anti-İdeal Concepts. *European Journal Of Operational Research*, 682-691.
- Luenberger, D. (1984). Linear And Nonlinear Programming. *Addison-Wesley Publishing Company*, 6-35.
- Ozcan B., Yılmaz E., (2020), Demir Çelik Sektöründe Yatırım Kararı Analitik Hiyerarşi Yöntemi AHP ile Analizi, *Journal of Turkish Operations Management*, 536-548
- Paksoy, S. (2015). Ülke Göstergelerinin V.Kor Yöntemi İle Değerlendirilmesi. *Ekonomik Ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 153-169.
- Peçin S., Yakıcı T., (2012). AR-GE Projelerinin Seçiminde Grup Kararına Dayalı Bulanık Karar Verme Yaklaşımı, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi
- Peker, D. (2014). Ar-Ge Projelerinin Önceliklendirilmesi Ve Seçimi İçin Çok Kriterli Bir Model Önerisi. *Yüksek Lisans Tezi / Gazi Üniversitesi*, 55-57.
- Peker, T. (2022), İş Süreçlerinin Dijital Dönüşümünde Proje Seçimi ve Önceliklendirilmesi İçin Bir Model Önerisi, İTÜ Yüksek Lisans Tezi
- Rahman, M. (2019). Supplier Selection and Evaluation by Fuzzy-AHP Extent Analysis: A Case Study RMG Sector of Bangladesh, *International Journal of Engineering and Management Research*, 41-48
- Recchia, L. B. (2011). Multicriteria Analysis And Lca Techniques. *London: Springer-Verlag. / (Figure 2. Decision-Making Process)*.
- Rençber, Ö. F., Dalbudak, E. (2022). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Üzerine Literatür İncelemesi, Gaziantep Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 1-16.
- Rouyendegh, B. D. (2010). Ankara'da Bulunan 4 Yıldızlı Otellerin, Vza-Ahs Sıralı Hibrit Yöntemiyle Etnik Değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 69-90.
- S. Opricovic And G.-H. Tzeng. (2004). Compromise Solution By Mcdm Methods: A Comparative Analysis Of Vikor And Topsis,". *European Journal Of Operational Research*, 445-455.
- Saaty, T. L. (1988). *Mathematical Methods Of Operations Research*, Dover Publications.

- Sena Güngör, U. Ö. (2022). Karar Kuramı Ve Karar Verme. *European Journal Of Science And Technology*, 123.
- Tırış, A. (2021). Selection of A Sales Order Creation Methodology with Multi Criteria Desicion Making Process, İstanbul Teknik Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi
- Ucakcıoğlu B., Eren T., (2017). Analitik Hiyerarşi Prosesi ve VIKOR Yöntemleri ile Hava Savunma Sanayisinde Yatırım Projesi Seçimi, Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 35-53
- Vural D., Köse E., Bayam B., (2020). AHP ve VIKOR Yöntemleri İle Personel Seçimi, Yalova Sosyal Bilimler Dergisi, 70-89
- Yalcıner, A. Y. Caylak İ. (2020). Türkiye'de Dijital Donuşume Başlangıç İçin Ahp Ve Topsis Yontemleri İle Sektorel Sıralama. *Academic Platform Journal Of Engineering And Science*, 258-265.
- Yaralıoğlu, K. (2010). Karar Verme Yöntemleri. *Detay Yayıncılık*.
- Yıldız, A. (2014), Bulanık VIKOR Yöntemini Kullanarak Proje Seçim Sürecinin İncelenmesi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 115-127
- Yılızatu T., (2019), Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Global Tedarikçi Seçimi: Otomotiv Yan Sanayi'de Bir Uygulama, Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 296-307
- Yin M., Ayisi A.D., (2023). Third Party Service Provider Selection Using TOPSIS based Approach(A Case Study of Ghana Manganese Company), *International Journal of Engineering and Management Research*, 145-154



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad :Özge YIKICI

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2018, Sakarya Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
- **Yükseklisans** : 2021, Sakarya Üniversitesi, Fenbilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2018-2021 WeeBaby Süreç / Proses Geliştirme Mühendisi
- 2021-2022 Başak Traktör İş Geliştirme Mühendisi
- 2022-Halen Hayat Kimya Süreç / Proses Geliştirme Mühendisi