

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**RAFİNERİ SEKTÖRÜNDE BULANIK MULTIMOORA
YÖNTEMİNE DAYALI PROJE PORTFÖY SEÇİMİ**

AKIN ER

KOCAELİ 2025

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**RAFİNERİ SEKTÖRÜNDE BULANIK MULTIMOORA
YÖNTEMİNE DAYALI PROJE PORTFÖY SEÇİMİ**

AKIN ER

Prof. Dr. Safa Bozkurt COŞKUN
Danışman, Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Baki ÖZTÜRK
Jüri Üyesi, Hacettepe Üniversitesi

Doç. Dr. Hakan ERDOĞAN
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Ünal Halit ÖZDEN
Jüri Üyesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Onur ÖZTÜRK
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Celal ÖZKALE
İkinci Tez Danışmanı, Kocaeli Üniversitesi
Enstitü Yönetim Kurulunun
10/02/2021 tarih ve 2021/06 nolu
toplantısında II. Tez danışmanı
olarak atanmıştır.

Tezin Savunulduğu Tarih: 20.01.2025

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez/proje çalışmada,

- Bu tezin/projenin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin/Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez/proje çalışması olarak sunmadığımı, beyan ederim.

Bu tez/proje çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

Bu tez/proje çalışması kapsamında üretilen veri ve bilgiler tarafından no'lu proje kapsamında maddi/alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Akın ER

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/projemin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin/projemin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanımı bana ait olacaktır.

Tezin/projenin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.

Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.

Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

Akın ER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmamı tamamlamamın üzerinden uzun bir zaman geçmiş olmasına rağmen, proje yönetimi alanındaki tecrübelerimi akademik bir çalışmayla birleştirmek düşüncesiyle başlamış olduğum doktora sürecine, ilk baştan itibaren verdiği kıymetli desteğinden ötürü danışman hocam Prof. Dr. Safa Bozkurt COŞKUN'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez sürecinde değerli vaktini ve emeğini esirgemeyerek, her türlü sorumu rahatlıkla danışabildiğim, öğretici ve yol gösterici bir çalışma imkanı sağlayan ikinci tez danışmanı hocam Dr. Öğr. Üyesi Celal ÖZKALE'ye en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme komitesinde bulunan hocalarım Prof. Dr. Baki ÖZTÜRK ve Doç. Dr. Hakan ERDOĞAN'a tez çalışmama verdikleri katkılarından dolayı çok teşekkür ederim. Bu süreçte aramızdan ayrılan çok değerli hocam Doç. Dr. Utkan MUTMAN'ı da saygı ve rahmetle anıyorum.

Sevgili aileme de sonsuz minnettarım. Yolun her adımında beni desteklediler, cesaretlendirdiler ve yanımda oldular.

Ocak – 2025

Akın ER

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ.....	i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Proje Yönetimi Konusu Üzerinde Yapılan Çalışmalar.....	5
2.1.1. Nitel Araştırmalar	6
2.1.2. Nicel Araştırmalar.....	10
2.1.3. Karma Araştırmalar	11
2.2. İçerik Analizi	12
2.2.1. Örneklem Seçimi	14
2.3. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri.....	14
2.3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci	15
2.3.2. TOPSIS Yöntemi	16
2.3.3. DEMATEL Yöntemi	17
2.3.4. VIKOR Yöntemi.....	18
2.3.5. ELECTRE Yöntemi.....	18
2.3.6. PROMETHEE Yöntemi.....	19
2.3.7. COPRAS Yöntemi.....	20
2.3.8. MOORA Yöntemi.....	21
2.3.9. MACBETH Yöntemi.....	21
2.3.10. SWARA Yöntemi	22
2.3.11. WASPAS Yöntemi	22
2.3.12. Veri Zarflama Analizi.....	23
2.4. Kriterlerin Ağırlıklandırılması.....	24
2.5. Rafineri Projelerinin Özellikleri	25
2.5.1. Karmaşıklık.....	25
2.5.2. Hızlandırılmış (Fast-Track) Akışın Benimsenmesi	26
2.6. Projelerin Olgunlaştırma Süreci	26
2.6.1. Ön Evrede Geliştirme Yaklaşımının Gelişimi	27
2.6.2. Ön Evrede Geliştirme Yaklaşımının İçeriği	28
2.6.3. Ön Evrede Geliştirme Yaklaşımının Getirileri	33
3. YÖNTEM	36
4. METOTLAR.....	38
4.1. Klasik MULTIMOORA Yöntemi	38
4.1.1. Oran Yaklaşımı	39
4.1.2. Referans Noktası Yaklaşımı	41
4.1.3. Tam Çarpımsal Form	41
4.1.4. Baskınlık Teorisi.....	43
4.2. Bulanık MULTIMOORA Yöntemi	43

4.2.1. Bulanık Oran Yaklaşımı	44
4.2.2. Bulanık Referans Noktası Yaklaşımı	45
4.2.3. Bulanık Tam Çarpımsal Form	45
4.3. Vektör Normalizasyonun Seçilme Nedeni	46
4.3.1. Toplama Oranlama	46
4.3.2. Scharlig Oranı	46
4.3.3. Weitendorf Oranı	46
4.3.4. Van Delf ve Nijkamp Maksimum Değer Oranı	47
4.3.5. Jütler Oranı	47
4.3.6. Stopp Oranı	47
4.3.7. Körth Oranı	48
4.3.8. Doğrusal Olmayan Peldschus Oranı	48
4.4. Min-Maks Metriğinin Seçilme Nedeni	48
4.4.1. Referans Noktası Seçimi	48
4.4.2. Referans Noktası ile Mesafenin Ölçümü	48
4.4.3. Referans Noktası için TOPSIS Yaklaşımın Değerlendirilmesi	49
4.5. Sıralama Metotları	49
4.5.1. Baskın-Yönlendirilmiş Grafik Yöntemi	50
4.5.2. Konum Sıralama Yöntemi	50
5. RAFİNERİ SEKTÖRÜNDE PROJE PORTFÖY SEÇİM KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ	51
5.1. Sayıtlar	51
5.2. Sınırlılıklar	52
5.3. Araştırma Modeli	52
5.4. Çalışma Grubu	52
5.5. Geçerlilik ve Güvenirlik	53
5.6. Araştırma Sonuçları	54
6. BULANIK MULTIMOORA MODELİ	59
7. BULGULAR VE TARTIŞMA	63
7.1. Bulunan Kriterlerin Literatür ile Karşılaştırılması	63
7.2. Sayısal ve Dilsel Ölçütlerin Aynı Modelde Kullanılması	64
7.3. Referans Noktasının Seçimi	65
7.4. Sıralama Metotlarının Karşılaştırılması	66
7.5. Vaka Çalışması Üzerinden Değerlendirmeler	66
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	69
KAYNAKLAR	71
EKLER	80
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	84
ÖZGEÇMİŞ	85

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. 5x5 Potansiyel risk derecesi değerlendirme matrisi	10
Şekil 2.2. Üç seviyeli tam hiyerarşi	15
Şekil 2.3. Hızlandırılmış proje akışı	26
Şekil 2.4. Projenin yaşam döngüsünde etki ve maliyet eğrisi	27
Şekil 2.5. Ön evrede geliştirme yaklaşımı ile bir projenin hayat döngüsü	29
Şekil 2.6. Proses endüstrisi projelerinin maliyet tahmininde doğruluk aralığının mühendislik gelişimine bağlı olarak değişimi	31
Şekil 2.7. Kapı geçişlerinin doğru uygulanmasının proje portföyüne etkisi	32
Şekil 2.8. Ön evrede geliştirme yaklaşımının proje değerine etkisi	33
Şekil 3.1. Yöntem iş akış diyagramı.....	37
Şekil 4.1. MULTIMOORA metodunun yapısı.....	39
Şekil 4.2. Bir üçgen bulanık sayının üyelik fonksiyonu.....	43
Şekil 6.1. Üçgen üyelik fonksiyonu	60
Şekil B.1. Türkçe mülakat formu	82
Şekil B.2. İngilizce mülakat formu.....	83

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Örnekleme türleri	14
Tablo 2.2. Önem ölçeği değerleri ve tanımları	16
Tablo 2.3. Örnek karar matrisi.....	17
Tablo 2.4. Örnek normalize karar matrisi.....	17
Tablo 2.5. MACBETH anlamsal ölçeklendirme skalası	21
Tablo 2.6. Ön evrede geliştirme aşamalarının farklı kaynaklardaki karşılıkları	31
Tablo 5.1. Mülakat listesi	53
Tablo 5.2. Analiz sonuçları-1	55
Tablo 5.3. Analiz sonuçları-2	55
Tablo 5.4. Üst düzey yönetici ve diğer katılımcıların karşılaştırması	56
Tablo 6.1. Kriterler ve önem ağırlıkları için dilsel değişken değerleri.....	60
Tablo 6.2. Proje verileri.....	61
Tablo 6.3. Karar matrisi.....	61
Tablo 6.4. Ağırlıklandırılmış karar matrisi.....	61
Tablo 6.5. Oran yaklaşımı sonuçları.....	62
Tablo 6.6. Referans noktası yaklaşımının sonuçları.....	62
Tablo 6.7. Tam çarpımsal formun sonuçları	62
Tablo 6.8. Proje sıralaması	62
Tablo 7.1. Sayısal ve dilsel ölçütün aynı modelde kullanılması	65
Tablo 7.2. Sadece dilsel ölçütlerin aynı modelde kullanılması	65
Tablo 7.3. Referans noktalarının (1,1,1) olması durumu.....	65
Tablo 7.4. Referans noktalarının maksimum kriter değerleri olması durumu.....	66
Tablo 7.5. Vaka çalışması verileri	67
Tablo 7.6. Vaka çalışması sonuçları.....	67
Tablo A.1. Proje portföy seçimi ile ilgili yapılan referans çalışmalar.....	81

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

X	: Karar matrisi
x_{ij}	: Karar matrisinde her bir i alternatifine ait j kriterinin aldığı değer
Nx_{ij}	: Normalize karar matrisinde her bir i alternatifine ait j kriterinin aldığı değer
$N\mathcal{Y}_i$: i alternatifinin tüm kriterlere göre normalize edilmiş değerlendirme değeri
r_j	: Referans noktası
$u(y, z)$: Çoklu doğrusal fayda fonksiyonu
U'_i	: i alternatifinin toplam faydası
\tilde{X}	: Bulanık karar matrisi
\tilde{x}_{ij}	: Bulanık karar matrisinde her bir i alternatifine ait j kriterinin aldığı bulanık değer
$N\tilde{x}_{ij}$: Bulanık normalize karar matrisinde her bir i alternatifine ait j kriterinin aldığı bulanık değer
$N\tilde{\mathcal{Y}}_i$: i alternatifinin tüm kriterlere göre normalize edilmiş bulanık değerlendirme değeri
\tilde{r}_j	: Bulanık referans noktası
\tilde{U}'_i	: i alternatifinin toplam bulanık faydası
\tilde{A} ve \tilde{B}	: Pozitif bulanık sayılar
$d(\tilde{A}, \tilde{B})$: İki bulanık sayı arasındaki mesafe
$BNP \tilde{A}$: A bulanık sayısının en iyi bulanık olmayan performans değeri (Best non-fuzzy performace)
x_j^+	: Alternatifler arasında j kriterinin aldığı maksimum değer
x_j^-	: Alternatifler arasında j kriterin aldığı minimum değere
M_i	: i alternatifine ait Minkowski metriğini
$r(d_i)$: i alternatifinin sıralama puanını
w_j	: j kriteri için önem katsayısı
$N\mathcal{Y}_i^-$: Negatif ideal çözüme uzaklık değeri
$N\mathcal{Y}_i^+$: Pozitif ideal çözüme uzaklık değeri

Kısaltmalar

AACE	: American Association of Cost Engineers (Amerikan Maliyet Mühendisleri Derneği)
AHP	: Analytical Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Süreci)
ANP	: Analytic Network Process (Analitik Ağ Süreci)
APM	: Association for Project Management (Proje Yönetimi Derneği)
ARAS	: Additive Ratio Assessment (Eklemeli Nispi Değerlendirme)
CII	: Construction Industry Institute (Yapım Endüstrisi Enstitüsü)
COPRAS	: Complex Proportional Assessment (Karmaşık Oransal Değerlendirme)
CP	: Compromise Programming (Uzlaşık Programlama)
CRITIC	: Criteria Importance Through Intercriteria Correlation (Kriterler Arası Korelasyon Yoluyla Kriterlerin Önemi)

ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
DEA	: Data Envelopment Analysis (Veri Zarflama Analizi)
DEMATEL	: The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı)
DRSA	: Dominance-Based Rough Set Approach (Baskın Kaba Küme Yaklaşımı)
DDG	: Dominance-Directed Graph (Baskın-Yönlendirilmiş Grafik)
EATWIOS	: Efficiency Analysis Technique with Input and Output Satisficing (Girdi ve Çıktıların Tatminine Dayalı Etkinlik Analizi Tekniği)
EATWOS	: Efficiency Analysis Technique with Output Satisficing (Çıktıların Tatminine Dayalı Etkinlik Analizi Tekniği)
ELECTRE	: Elimination Et Choix Traduisant la Realite (Eleme ve Gerçeği İfade Eden Seçim)
ERA	: Extreme Ranking Analysis (Ekstrem Sıralama Analizi)
ESG	: Environmental, Social and Governance (Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetişim)
EVAMIX	: Evaluation Matrix (Değerlendirme Matrisi)
FDM	: Fuzzy Decision Making Method (Bulanık Karar Verme Metodu)
FED	: Front-End Development (Ön Evrede Geliştirme)
FEDM	: Front-End Decision Making (Ön Evrede Karar Verme)
FEED	: Front-End Engineering Design (Ön Evre Mühendislik Tasarımı)
FEL	: Front-End Loading (Ön Evrede Yükleme)
FEP	: Front-End Planning (Ön Evrede Planlama)
FMEA	: Failure Mode and Effects Analysis (Hata Türü ve Etkileri Analizi)
GIS	: Geographical Information Systems (Coğrafi Bilgi Sistemleri)
GP	: Goal Programming (Hedef Programlama)
GRA	: Grey Relational Analysis (Gri İlişki Analizi)
GRIP	: Generalized Regression with Intensities of Preference (Tercih Yoğunlukları ile Genelleştirilmiş Regresyon)
HAZOP	: Hazard and Operability Study (Tehlike ve İşletilebilirlik Çalışması)
IPA	: Independent Project Analysis (Bağımsız Proje Analizi)
IPMA	: International Project Management Association (Uluslararası Proje Yönetimi Derneği)
LINMAP	: The Linear Programming Technique for Multidimensional Analysis of Preference (Tercihlerin Çok Boyutlu Analizi için Doğrusal Programlama Tekniği)
MACBETH	: Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (Kategori Tabanlı Bir Değerlendirme Tekniği ile Çekiciliğin Ölçümü)
MAUT	: Multi-Attribute Utility Theory (Çok Ölçütlü Fayda Teorisi)
MAVT	: Multi-Attribute Value Theory (Çok Ölçütlü Değer Teorisi)
MCHP	: Multiple Criteria Hierarchy Process (Çok Kriterli Hiyerarşi Süreci)
MOORA	: Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis (Oran Analizi Temelinde Çok Amaçlı Optimizasyon)
MULTIMOORA	: Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis Plus Full Multiplicative Form (Oran Analizi Artı Tam Çarpımsal Form Temelinde Çok Amaçlı Optimizasyon)

NSGA	: Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm (Baskın Olmayan Sıralama Genetik Algoritması)
OCRA	: Operational Competitiveness Rating (Operasyonel Rekabet Değerlendirmesi)
PAPRIKA	: Potentially All Pairwise Rankings of All Possible Alternatives (Olası Tüm Alternatiflerin Potansiyel Olarak Eşleştirilmesi)
PCM	: Project Cycle Management (Proje Döngüsü Yönetimi)
PDRI	: Project Definition Rating Index (Proje Tanımlama Derecelendirme Endeksi)
PMBok	: Project Management Body of Knowledge (Proje Yönetimi Bilgi Birikimi)
PMI	: Project Management Institute (Proje Yönetimi Enstitüsü)
PMP	: Project Management Professional (Proje Yönetimi Uzmanı)
PPP	: Pre-Project Planning (Proje Öncesi Planlama)
PPS	: Proje Portföy Seçimi
PRINCE2	: Projects in Controlled Environments (Kontrollü Ortamlardaki Projeler)
PROMETHEE	: The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (Zenginleştirme Değerlendirmeleri için Tercih Sıralama Organizasyon Yöntemi)
ROVM	: The Range of Value Method (Değer Aralığı Yöntemi)
RPM	: Rank Position Method (Konum Sıralama Yöntemi)
SAW	: Simple Additive Weighting (Basit Toplamlı Ağırlıklandırma)
SMAA	: Stochastic Multiattribute Acceptability Analysis (Stokastik Çok Ölçütlü Kabul Edilebilirlik Analizi)
SMAA-TRI	: Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis (Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi)
SMART	: Simple Multi-Attribute Ranking Technique (Basit Çok Ölçütlü Sıralama Tekniği)
SWARA	: Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oranı Analizi)
TBLO	: Teaching Learning Based Optimization (Öğretme Öğrenme Tabanlı Optimizasyon)
TOPSIS	: Technique for the Order of Prioritisation by Similarity to Ideal Solution (İdeal Çözüme Benzerlik Yoluyla Tercih Sıralamama Tekniği)
TRIZ	: Theory of Solving Inventive Problems (Yenilikçi Problem Çözme Teorisi)
UTA	: Utility Additive Method (Fayda Toplamlı Yöntem)
UTADIS	: Utilities Additives Discriminantes (Faydalar Toplamalar Ayırtmalar)
VIKOR	: Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşma)
VZA	: Veri Zarflama Analizi
WASPAS	: Weighted Aggregated Sum Product Assessment (Ağırlıklı Birleşik Toplu Çarpım Değerlendirmesi)
WSM	: Weighted Sum Model (Ağırlıklı Toplam Modeli)
WTM	: Weighted Product Model (Ağırlıklı Çarpım Modeli)

RAFİNERİ SEKTÖRÜNDE BULANIK MULTIMOORA YÖNTEMİNE DAYALI PROJE PORTFÖY SEÇİMİ

ÖZET

Rafineri tesislerinde her yıl çeşitli büyüklüklerde birçok projeye yatırım yapılmaktadır. Doğru projelerin seçimi sektördeki geleceklerini etkileyen stratejik kararlar olduğundan firmalar birçok kriteri dikkate alarak sistematik bir proje seçim süreci yürütürler. Değerlendirmeye alınan kriterler ve bunların seçim kararındaki ağırlıkları mevcut konjonktüre göre değişiklikler gösterebilmektedir. Örneğin, etkileri artarak hissedilen iklim değişiklikleri tüm endüstriyel sektörler gibi rafinaj sektöründeki firmaların da yatırım kararlarında önemli bir etken haline gelmiştir. Birçok firma yenilenebilir enerji, yeşil hidrojen, biyoyakıt gibi daha önce yatırım yapmadığı konularda projeler geliştirmektedir. Bu çalışmada günümüzde rafineri sektöründe proje portföy seçiminde hangi kriterlerin kullanıldığının belirlenmesi üzerinde çalışılmıştır. Bu amaçla sektörde tecrübeli yirmi kişi ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerin kayıtları üzerinde içerik analizi yapılarak yatırım kriterleri belirlenmiş ve bunların alınan kararları etkileme ağırlıkları bulunmuştur. Bu sonuçlardan yola çıkarak çok kriterli karar verme yöntemi kullanılarak yatırıma aday projeleri kendi aralarında sıralayan bir karar verme destek aracı hazırlanmıştır. Bu amaç için sonuca üç farklı analizi kullanarak ulaştığı için güvenli ama aynı zamanda kolay uygulanır bir metot olan bulanık MULTIMOORA yöntemi tercih edilmiştir. Karar destek aracı geliştirilirken karşılaşılan bazı farklı yaklaşımlar tartışılmış ve en doğru çözüm için öneriler sunulmuştur. Tasarlanan karar destek aracı ile on tane ampirik proje kendi arasında değerlendirilmiş ve çalışmanın sonuçları mevcut literatür de dikkate alınarak tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık MULTIMOORA, Çok Kriterli Karar Verme, Proje Portföy Seçimi, Rafineri Projeleri, Yatırım Kriterleri.

PROJECT PORTFOLIO SELECTION BASED ON FUZZY MULTIMOORA METHOD IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

ABSTRACT

Annually, refinery facilities allocate resources to a multitude of initiatives of differing scales. Companies implement a systematic project selection process by considering several criteria, as the selection of appropriate projects is a strategic decision that impacts their future in the industry. The criteria and their respective weights in the selection process may fluctuate based on the current context. The refining sector, akin to all other industrial sectors, is progressively contemplating the implications of climate change in its investment decisions. Numerous corporations are initiating projects in sectors where they have not previously allocated resources, such as renewable energy, green hydrogen, and biofuels. This study examines the current criteria for project portfolio selection in the refining industry. We interviewed twenty seasoned professionals in the field for this reason. We conducted a content analysis of the interview records, established the investment criteria, and assessed their significance in affecting decision-making. In light of these findings, we designed a decision support tool that employs a multi-criteria decision-making approach to prioritize the investment candidate projects relative to one another. We choose the fuzzy MULTIMOORA technique for this objective because of its simplicity and robustness, as it utilizes three separate analyses to achieve a conclusion. Various methodologies encountered throughout the development of the decision assistance tool were examined, and recommendations for the optimal solution were proposed. Ten empirical projects were evaluated using the developed method, and the study's findings were analyzed in relation to the available literature.

Keywords: Fuzzy MULTIMOORA, Multi-Criteria Decision-Making, Project Portfolio Selection, Refinery Projects, Investment Criteria.

1. GİRİŞ

Yapacakları yatırımlara karar verirken birçok proje alternatifi ile karşı karşıya olan şirketler bu alternatifler arasında en doğru olanlarını seçmek konusunda önemli bir mücadele içerisindeyler. Bu mücadelenin temel amacı organizasyon için maksimum değer sağlayacak en uygun proje portföyünü belirleyebilmektir (Jafarzadeh ve diğ., 2018). Bu önemli karar verme süreci istenilen nitelikleri haiz projeler arasında tipik bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemi şeklini alır (Ghasemzadeh ve diğ., 1999).

Aslında Proje Portföy Seçimi (PPS) problemi bugüne kadar üzerinde birçok araştırmacının çalıştığı bir konudur. 2000'ler öncesinde pek az olan çalışmalar, 2000'li yıllar ile beraber yavaş yavaş artmış ancak asıl artış 2010 sonrası yaşanmıştır (Mohagheghi ve diğ., 2019). Bu çalışmalara ait yayınlar incelendiğinde ilk başlarda matematiksel programlama yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Sonrasındaki gelişmeler ile zaman içerisinde metasezgisel yöntemler ve çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır. Literatürde karma yöntemlerin kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur.

Matematiksel programlama yöntemleri incelendiğinde ilk çalışmaların doğrusal programlama ile yapıldığını ve başlangıcının 1980'ler olduğunu söyleyebiliriz. Golabi ve diğ. (1981) PPS problemini tam sayılı doğrusal programlama ile formüle ederek güneş enerjisi projelerinin seçimi üzerinde çalışmışlardır. Ghasemzadeh ve diğ. (1999) 0-1 tam sayılı doğrusal programlama ile hazırladıkları modeli en uygun portföy seçimine genel bir çözüm olarak önermişlerdir. Hassanzadeh ve diğ. (2014) çok amaçlı 0-1 tam sayılı doğrusal programlama kullanarak AR-GE proje portföyü seçiminde hem amaç fonksiyonlarının hem de kısıtların belirsizlik içerdiği durumlar için bir model geliştirmiştir. Yan ve Ji (2017) ise geçmiş yatırım verilerinin eksikliği nedeniyle projelerin nakit akışlarının çoğunlukla uzmanların tahminlerine göre belirlendiği petrol projeleri için belirsizlik teorisini kullanarak optimal portföy seçimi üzerinde çalışmışlardır. Matematiksel programlama yöntemlerinde bulanık küme teorisinden faydalanılmaya başlanması ile bulanık doğrusal programlama, bulanık kısıtlı çok amaçlı programlama gibi yöntemlerin kullanıldığı çalışmalar da yapılmıştır. Carlsson ve diğ. (2007) AR-GE projeleri arasından en uygun portföyü seçebilmek için bulanık karma tam sayılı programlama ile hazırladıkları modeli önermişlerdir. Wang ve Hwang (2007) yine

AR-GE portföyü seçim problemi için belirsiz ve esnek parametreleri ele alabilen bir bulanık 0-1 tam sayılı doğrusal programlama modeli formüle etmiştir. Perez ve Gomez (2014) ise PPS problemine literatürde bu konu ile ilgili belirtilen en önemli faktörleri dikkate alan ve bulanık kısıtlar içeren genel bir doğrusal olmayan 0-1 bazlı çok amaçlı matematiksel model önermiştir.

Proje portföy seçimi ile ilgili yayınlar arasında metasezgisel yöntemlerin kullanıldığı yayınlar incelendiğinde Pareto Karınca Kolonisi Optimizasyonu, Parçacık Sürü Optimizasyonu, TBLO (Teaching Learning Based Optimization) ve TABU Arama yöntemlerinin kullanıldığı örnekler görülmüştür. Doerner ve diğ. (2004) PPS problemini çözmek için Pareto Karınca Kolonisi Optimizasyonunu kullanmış ve bu yöntem ile diğer bazı sezgisel yaklaşımların hesaplanma performanslarını karşılaştırmışlardır. Rabbani ve diğ. (2010) Parçacık Sürü Optimizasyonu ile PPS probleminde toplam getirinin maksimum, toplam maliyet ve riskin minimum olduğu çözümü bulmaya çalışmışlardır. Kumar ve diğ. (2018) ise TBLO ve TABU arama yöntemlerini hem ayrı ayrı hem de birlikte kullanarak bu üç algoritmanın PPS problemindeki performanslarını karşılaştırmışlardır.

Çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı örneklere bakıldığında, Huang ve diğ. (2008) Tayvan Endüstriyel Teknoloji Geliştirme Programında bulunan projeler üzerinde yaptıkları çalışmada bulanık AHP (Analytical Hierarchy Process) yönteminden faydalanmışlardır. Collan ve Luukka (2014) AR-GE projelerini değerlendirirken bulanık TOPSIS (Technique for the Order of Prioritisation by Similarity to Ideal Solution) yöntemini, Rouyendegh ve Erol (2012) ise en iyi projenin seçimi için bulanık ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality) yöntemini kullanmışlardır. Benzer çalışmalarda Relich ve Pawlewski (2017) ağırlıklandırılmış bulanık küme yaklaşımı, Yang ve diğ. (2015) ile Song ve diğ. (2019) ise SMAA (Stochastic Multiattribute Acceptability Analysis) yöntemlerinden yararlanmışlardır.

Tavana ve diğ. (2015) ise yaptıkları çalışmada proje portföy seçim problemi için karma yöntemlerden faydalanmışlardır. Veri zarflama analizi projelerin ilk filtreleme aşamasında kullanmış, sonrasında seçilen projeler bulanık TOPSIS yöntemi ile sıralanmış, doğrusal programlama ile de proje portföyü için en uygun projeler belirlenmiştir. Yu ve diğ. (2010) genetik algoritma yöntemini MAUT (Multi-Attribute

Utility Theory) yöntemi ile belirlenen amaç fonksiyonun maksimize edilmesi için kullanmışlardır. Khalili-Damghani ve diğ. (2013) ise ilk önce TOPSIS kullanarak optimize edilecek proje sayısı azaltmış, sonrasında da bulanık hedef programlama yöntemi ile proje portföy seçimini yapmışlardır. Jafarzadeh ve diğ. (2018) bulanık QFD ile kriterleri değerlendirmiş, veri zarflama analizi ile de projeleri önceliklendirmişlerdir. Mohagheghi ve Mousavi (2019) tarafından yüksek teknoloji projeleri için, Mohagheghi ve diğ. (2021) tarafından büyük ölçekli yapı projeleri için yapılan çalışmalarda ise MOORA oran yaklaşımı Pisagor bulanık kümesi kullanılacak şekilde genişletilmiş, buradan elde edilen verilerden proje sıralamalarının belirlenmesinde ise WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) kullanılmıştır. Ek-A'da yukarıda açıklanan çalışmalar özet halde sunulmuştur.

Bu çalışmanın amacı, proje portföyü seçimi probleminin petrol ve gaz sektöründeki rafineri tesisleri kapsamında incelenmesidir. Günümüzde, yaygın olarak kabul gören düşük karbon ekonomisine geçiş politikası, buna bağlı olarak verilen taahhütler, yenilenebilir enerji teknolojilerindeki gelişmeler ve değişen tüketici tercihleri bu endüstride yatırım stratejilerinin yeniden değerlendirilmesini gerektirmektedir. İleriye yönelik farklı enerji geçiş senaryoları, yapılan projeksiyonlarda global petrol talebi için geniş bir belirsizlik aralığı göstermekte ve sektör için önemli bir risk oluşturmaktadır.

Ding ve diğ. (2022) yaptıkları çalışmada enerji geçişindeki mevcut momentumun sönümlenerek devam ettiği, öngörülen gidişatta devam ettiği ya da daha ivmelendiği üç farklı senaryoyu incelemişlerdir. Bu üç senaryo baz alınarak yapılan projeksiyonda günümüzde günlük 100 milyon varil mertebesinde olan global petrol talebinin 2050 yılında sırasıyla 101, 76 ya da 62 milyon varil olacağını öngörülmüştür.

Griffin ve diğ. (2024) ise konuya rafinaj açısından daha ihtiyatlı yaklaşmaktadırlar. Hazırladıkları raporda teknolojik gelişmelerin enerji arz ve talebi üzerinde önemli etkileri olacağını kabul etmektedirler. Ancak geleceğe yönelik nüfus artışı ve ekonomik büyüme tahminlerinin ağırlıklı olarak OECD harici ülkelerden kaynaklı olması beklentisiyle, gelişmekte olan ülkeler için daha eşitlikçi ve müreffeh bir ekonomi öngören senaryoda, petrol ve doğalgaz 2050 yılında da enerji kaynakları arasında en büyük paya sahip olmaya devam etmektedir. 2023 yılı için günlük 102,2 milyon varil olarak belirttikleri global petrol talebinin 2050 yılında teknoloji odaklı senaryo için 96 milyon varile düşeceği,

eşitlikçi büyüme senaryosunda ise 127 milyon varile çıkacağı öngörülmüştür. Bu iki senaryo arasında kalan ve çalışmaları için tercih ettikleri referans senaryoda ise 2050 yılındaki global petrol talebinin 120 milyon varil gün olacağını değerlendirilmiş ve bu senaryonun gerektirdiği büyümenin sağlanabilmesi için de 2050 yılına kadar rafinaj tarafında 2024 yılı rakamları ile toplam 1,9 trilyon USD yatırım ihtiyacı olduğu ifade edilmiştir.

Sektör yöneticileri yukarıda belirtilen senaryoların getirdiği riskleri dikkate alarak şirket stratejilerini belirlemek ve doğru yatırımlarla bu stratejileri desteklemek zorundadırlar. Üstelik bu yatırımlar maliyetli, karmaşık ve yüksek düzeyde mühendislik ve inşaat kalitesi gerektiren projeleri içerdiğinden, karar verme süreci gerekli tüm parametreler dikkate alınarak dikkatle yürütülmelidir. Sonuç olarak, günümüzde sektörün karar vericileri çeşitli proje alternatifleri arasından birden fazla seçim kriterini göz önünde bulundurmak zorunda oldukları, muhtemelen her zamankinden daha zor bir PPS problemiyle karşı karşıyadır.

Rafineri sektöründe proje portföyü seçim kriterlerinin belirlenmesinin, gerek literatürde söz konusu kriterleri kapsamlı olarak inceleyen bir çalışma bulunmamasının getirdiği boşluğunu dolduracak olması, gerek konjonktürel değişimlerin yeni kriterler ortaya çıkarma potansiyeli, gerekse sektörün yatırım hacminin büyüklüğü dikkate alındığında önemli bir çalışma olacağı değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilecek sonuçların sektörde yatırım kararlarının alınmasına yönelik yürütülen süreçlere katkı sağlayacak önemli bir bilimsel dayanak sağlaması hedeflenmiştir. Bu amaçla çalışmanın ilk aşamasında proje portföyü seçim kriterlerinin belirlenmesi üzerinde çalışılmıştır. İkinci aşamada ise elde edilen sonuçlar kullanılarak bulanık MULTIMOORA çok kriterli karar verme yöntemine dayalı aday projeleri kendi arasında sıralayan bir model hazırlanmıştır. Böylece literatürde bilinen bir yöntem yeni bir alana uygulanarak bir karar destek aracı oluşturulmuştur.

2. GENEL BİLGİLER

Bu bölümde tez çalışmasının konusunun belirlenmesi sürecindeki araştırmalarda ve tez çalışmasında kullanılan yöntem ve metotların belirlenmesi amacıyla yapılan incelemelerde odaklanılan ana başlıklar hakkında genel bilgiler aktarılmıştır.

2.1. Proje Yönetimi Konusu Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Söderlund (2004) proje yönetimi sahasının gerek planlama temelli tekniklerin gerekse birçok mühendislik ve optimizasyon uygulamalarının kullanılıp sonuçlarının incelemesine olanak sağladığı bir alan olması nedeniyle uzun yıllardır akademisyenler için ilgi çekici olduğunu belirtmiştir. İki binli yıllara yaklaşırken söz konusu ilginin hızla artmasının yanı sıra birçok farklı akademik alana da yayıldığını ifade etmiştir. Söderlund bunun temel sebebinin karmaşık organizasyonel problemlere çözüm üreten tüm metotların proje yönetimi kavramının içinde değerlendirilmesi yaklaşımının genel kabul görmesi olduğunu değerlendirmiştir. Buradan yola çıkarak da günümüzde proje yönetimi üzerine yapılan araştırmaları iki gruba ayırmıştır. Birinci grubu mühendislik ve matematik temelli olup birincil olarak planlama teknikleri ile ilgili araştırmalar oluşturmaktadır. İkinci grup ise sosyoloji, organizasyon teorisi ve psikoloji gibi sosyal bilimler temelli olup daha çok proje organizasyonlarının örgütsel ve davranışsal davranışlarını inceleyen araştırmalardır.

Çalışma dünyasında da proje yönetimine verilen önem hızlı bir artış göstermiştir. Bu ihtiyacın bir karşılığı olarak en iyi uzmanlardan deneyim toplayan ve geleceğe yönelik davranış ve eğitim modellerini geliştirmeyi temel alan PMI, IPMA, APM, Scrum Alliance gibi organizasyonlar kurulmaya başlanmıştır. Bu organizasyonlar uluslararası boyutta kabul gören PMBoK, PRINCE2, PCM, TenStep, IPMA, Agile ve SCRUM gibi proje yönetim metodolojileri geliştirmiştir (Soroka-Potrzebna, 2021).

Günümüzde birçok çalışan bu proje yönetim metodolojilerini öğrenmekte ve aldıkları sertifikalarla yetkinliklerini belgelemektedirler. En çok alınan sertifika PMI tarafından verilen PMP sertifikası olup bunu PRINCE2 takip etmektedir (Soroka-Potrzebna, 2021). Söz konusu sertifikasyon süreçleri profesyoneller için iyi yapılandırılmış bir eğitim ve

öğretim platformu sağlayarak proje performansında sürekli gelişimin önünü açmakta, çalışanların yeni iletişim ağları kurmalarına fırsatlar oluşturmaktadır (Arslan, 2024).

Sertifikalı bir proje yöneticisi, proje başlatma, planlama, yürütme, izleme ve kapatmanın yanı sıra risk yönetimi ve proje yönetimi en iyi uygulamaları hakkında da bilgi sahibi olmaktadır. Bu sebeple güvenilir bir enstitüden sertifika almak, dünyanın her yerindeki şirketlere yeterlilik ve bilgi birikiminin onaylanmasını garanti ettiğinden kişinin daha iyi imkanlı işlere başvurma imkanını artırmaktadır (Soroka-Potrzebna, 2021).

2.1.1. Nitel Araştırmalar

Administrative Science Quarterly dergisinin editörü John Van Maanen (1979) derginin Aralık 1979 sayısının ön sözünde nitel araştırmaları kastederek sosyal bilimlerde sessiz bir yeniden yapılanmanın olduğunu, bu yapılanmanın çok devrimci olmamakla beraber nitel araştırmalara duyulan ihtiyacın ve olan ilginin yavaş da olsa yeniden ortaya çıktığını ifade etmiştir. Söz konusu dergi yönetim ve organizasyon alanında dönemin en önemli akademik dergisi olarak kabul edildiğinden nitel araştırmaları konu alan bu özel sayının akademik çalışmalar üzerinde önemli etkileri olmuştur (Pettigrew, 2013).

Lee ve diğ. (1999) yaptıkları bir çalışmada 1979-1999 arasındaki 20 yıllık dönemi mercek altına alarak ABD’de yayınlanan üst düzey bilimsel dergilerdeki nitel analiz içeren bilimsel araştırmaları incelemişlerdir. Bu kapsamda en iyi örneklerden yola çıkarak nitel araştırmaların karakteristik özelliklerini belirlemeye çalışmış, ideal uygulamaların nasıl olması gerektiğini konusunda tavsiyelerde bulunmuşlardır. Bu çalışma üzerine Bluhm ve diğ. (2011) 198 adet nitel araştırma içeren çalışmayı inceleyerek 1999-2008 yılları arasındaki 10 yıllık dönemde yönetim alanında yapılan nitel araştırmalarda kaydedilen ilerlemeyi tespit etmeye çalışmışlardır. Bu amaçla özellikle herhangi bir genel inancı karşı tezini güçlü bir şekilde savunabilen, nitel yöntemlere metodolojik yenilikler getiren ve yönetim bilgi birikimine genel katkı yapan yayınlar dikkate alınmıştır. Bu on yıllık süreçte nitel araştırmalarda önemli gelişmelerin sağlandığı görülmüştür. Bu ilerlemenin genel yönetim anlayışına önemli değişiklikler getireceği ifade edilerek, yönetim alanının geleceğinin belirleneceği bu süreçte araştırmacıların nitel araştırmaların gelişiminin içinde bulunmaları tavsiye edilmiştir. Aşağıda bu kapsamda yapılmış bazı çalışmalar örnek olarak paylaşılmaktadır.

Cicmil (2006) yaptığı çalışmada nitel araştırma yaklaşımı ile proje yöneticilerinin uygulamalarını yorumlama konusuna yeni bir yaklaşım getirme imkanını araştırmıştır. Çalışmada proje yöneticilerinin proje sürecinde yaşanan karmaşık problemleri ne şekilde ele aldıkları ve yönettiklerine dair alternatif anlayışların nitel analiz yöntemleri kullanılarak nasıl ortaya konulabileceği gösterilmiştir.

Ojiako ve diğ. (2008) çalışmalarında projelerin başarılı ya da başarısız olma durumlarını incelemiştir. Bu amaçla proje yönetiminde kullanılan klasik zaman, maliyet ve kalite üzerinden yapılan ölçüm sistemleri üzerinden yola çıkılarak proje ölçüm kriterlerine yeni bir anlayış geliştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada yapım ve bilgi sistemleri/bilgi teknolojileri sektörlerinden 15 üst düzey yönetici ile mülakatlar yapılarak toplanan veriler değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda başarı ya da başarısızlık kriterlerinin projenin büyüklüğü, benzerinin olmaması, sektörü, komplekslik seviyesi ya da işveren etkilerine bağlı olarak değişkenlik gösterebildiği görülmüştür. Dolayısıyla sadece zaman, maliyet ve kalite parametreleri üzerine kurulmuş bir ölçüm sisteminin yeterli olamayacağı belirtilerek proje performansı olarak ifade edilebilecek ve birden çok kompleks ve birbiri ile ilişkili proje ölçüm kriterinin tümünü kapsayacak bir ölçüm sistematığının kurulması önerilmiştir.

Hoda ve diğ. (2008) ise son dönemlerde benimsenen çevik (agile) proje yönetim metodlarının yazılım sektöründeki uygulamalarını incelemiştir. Üç ana başlık üzerine odaklanılmıştır: proje müdürlerinin çevik projelerdeki rolleri, çevik çalışma mantığına geçiş süreci ve bu süreçte yaşanan problemler, ülke aşırı ya da dış kaynak ile yaptırılan yazılım projelerinin yönetimi. Hindistan ve Yeni Zelanda'da ilgili sektörün temsilcileri ile 6 ila 12 aylık bir süreçte görüşmeler ve gözlemler yapılarak birçok projenin yaşam döngüsü boyunca çevik yönetim uygulamalarının detaylı incelemesi yapılmıştır.

Doğru inovasyon projelerinin hayata geçirilmesi firmalar için kritik bir konu olduğu için bir arada yürütülen birçok inovasyon projesinin optimizasyonu konusunda da birçok çalışma yapılmıştır. Lerch ve Spieth'in (2013) yaptıkları çalışmada inovasyon projeleri portföy yönetiminin performansına ait sebep-sonuç ilişkilerinin bulunması hedeflenmiştir. Çalışma portföy dengelenme, stratejik uyum ve değer maksimizasyonu kavramlarının eş zamanı olarak entegre bir sistem içinde düşünülmesi durumunda portföy yönetim performansının daha iyi anlaşılacağını göstermiştir. 12 firmadan 29 katılımcı ile

yapılan görüşmeler neticesinde inovasyon projeleri portföy yönetimine etkisi olan faktörler ve bunların proje ve firma performansına etkileri tespit edilmiştir. Elde edilen nitel verilere göre etkili bir yönetim üç ana yapının bir sonucu olmaktadır: yönetim metotlarının kullanılması, yönetim sürecinin dizaynı (açıklık, inceleme sıklığı, şeffaflık) ve proje karakteristikleri.

Yu ve diğ. (2019) son dönemlerde gelişen tümleşik proje teslim (integrated project delivery) yöntemi ile yönetilen projelerin performansını etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla nitel bir araştırma yürütmüşlerdir. Bu yöntemin kullanıldığı 16 projeden topladıkları verilerle sekiz kritik başarı faktörü (sözleşme, hedef belirleme, organizasyon ve liderlik, planlama, iletişim, teknoloji, karşılıklı güven ve saygı, karar verme) ile dört performans göstergesinin (iş programına uyum, bütçeye uyum, kusurlu imalat, iş değişikliği talepleri) ilişkisi incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda dört performans alanında da başarılı olmak için gerek ve yeter şart olan faktörler ayrı ayrı belirlenmiştir. Bu sayede, bütünsel proje paylaşımı olarak ifade edilen ve bir projenin unsurları olan insan, sistem, organizasyon ve iş pratiklerinin yetenek ve anlayışlarını işbirliği içinde kullanarak, projenin tasarım, imalat ve yapım süreçlerinin tüm aşamalarında proje sonuçlarını optimize etmek, proje çıktılarının değerini artırmak, atıkları azaltmak ve verimliliği artırmak amaçlarını güden anlayışın uygulandığı projelerde, proje yönetimlerinin projeleri nasıl başarılı kılacaklarına karar vermelerine yardımcı olacak bir destek altyapısı oluşturulmuştur.

Iyer ve Banerjee (2019) ise bir projede iş programından sapmaya neden olan faktörleri inceleyerek bu faktörlerden hangilerinin projede üst düzey bir başarı gösterilmesinin önüne geçtiğinin tespit edilmesini sağlayacak bir metot araştırmışlardır. Bu amaçla, projenin yapım aşamasında üst düzey performansı sağlayan faktörleri tanımlayabilmek adına, ampirik kanıtlar toplanarak bir metodoloji önerilmesi ve sonrasında bunun test edilmesi hedeflenmiştir. Bu sayede projelerde üst düzey başarı sağlamak için proje yönetimi sürecinde belirlenmiş olan faktörlere öncelikli olarak odaklanılması mümkün olacaktır. Çalışmada üç aşamalı bir yöntem takip edilmiştir. İlk önce incelenecek tüm faktörler belirlenmiş, sonrasında karşılaştırmalı nitel analiz yöntemi ile analizler yapılmış ve son aşamada ise sonuçlardan bir model çıkarılarak benzer üç proje ile çapraz kontroller yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları inşaat projelerindeki süresel performansın uygun

planlama teknikleri ile iyileştirilebileceği genel kabulünü desteklemektedir. Ancak, bu projelerde belirli bir süresel performans eşiği geçildikten sonra üst düzey performansı sağlayan ayırt edici faktörün finansal kaynakların etkin yönetiminin olduğu görülmüştür.

Proje yönetiminde nitel analiz yöntemlerinin kullanıldığı pratik uygulamalar da söz konusudur. Bunun en yaygın örneklerinden biri nitel risk analizleridir. Risk yönetimi proje yönetiminin ana unsurlarından biri olması sebebiyle projenin başından sonuna kadar dikkatle yürütülür. Risk analizlerinde hem nicel hem de nitel analizler kullanılabilir. Ancak nitel analizler çeşitli sebeplerle nicel analizlere göre tercih edilirler. Iacob (2014) bu sebepleri şöyle sıralamıştır:

- Uygulamada hız ve kolaylık sağlanması,
- Paydaşlar tarafından kolay ulaşılabilir ve kolay anlaşılabilir olması,
- Nicel analizlerin yapılması için gerekli verilerin çoğunlukla yetersiz olması,
- Herhangi bir matematiksel uygulama gerektirmemesi.

Nitel risk analizlerinin çokça kullanılan örneklerinden biri etki olasılık matrisidir. Matematiksel olarak bir olayın potansiyel risk derecesi o olayın meydana gelmesi durumunda oluşacak etkinin şiddeti ile olayın gerçekleşme olasılığının çarpımı olarak kabul edilmektedir. Etki olasılık matrisinin iki değişkeni potansiyel risk derecesini oluşturan bu iki parametredir. Proje yönetiminin bu iki değişken için belirlenen kademelendirmeler üzerinden yaptıkları seçimler doğrultusunda matris üzerinde bir risk puanı oluşur. Risk puanına göre de olayın potansiyel risk derecesi belirlenir. Bu tip bir değerlendirme için hazırlanmış örnek matris Şekil 2.1’de görülebilir. Değerlendirme sonucu çıkan risk derecesine göre olaylardan öncelikle kaçınılıp kaçınılmayacağı incelenir. Kaçınılmıyorsa etki azaltıcı tedbirlerin neler olabileceği belirlenerek riske karşı hazırlıklar yapılır.

Benzer bir mantık kimya endüstrisinde tasarım aşamasında kurulacak ünite ya da ekipmanın HAZOP (Hazard and Operability Study) çalışması esnasında ünite ya da ekipmanın operasyona geçtiği zaman yaşanması muhtemel senaryolar üzerinden yapılan tehlike analizlerinde kullanılır (Kotek ve Tabas, 2012). Bu çalışma sonucunda bulunan risk olasılıklarına göre projenin tasarımı şekillendirilir.

OLASILIK ↑	Çok Yüksek	5 Orta	10 Büyük	15 Büyük	20 Çok Büyük	25 Çok Büyük
	Yüksek	4 Orta	8 Orta	12 Büyük	16 Büyük	20 Çok Büyük
	Orta	3 Düşük	6 Orta	9 Orta	12 Büyük	15 Büyük
	Küçük	2 Düşük	4 Orta	6 Orta	8 Orta	10 Büyük
	Çok Küçük	1 Düşük	2 Düşük	3 Düşük	4 Orta	5 Orta
		Çok Hafif	Hafif	Orta	Ciddi	Çok Ciddi
		→ SİDDET				

Şekil 2.1. 5x5 Potansiyel risk derecesi değerlendirme matrisi (URL-1)

2.1.2. Nicel Araştırmalar

Globerson ve Zwikael (2002) proje yöneticilerinin proje planlama süreçlerinin kalitesi üzerindeki gerçek etkisini değerlendirmek ve bu katkının nasıl daha etkili hale getirilebileceğini belirlemek amacıyla 282 katılımcıdan toplanan veriler üzerinden bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada öncelikle merkezi ABD’de bulunan Proje Yönetim Enstitüsünün (PMI) yayınlarından yola çıkılarak proje yönetim süreçleri incelenmiştir. PMI, proje yönetim süreçlerini tarif ettiği proje yönetim rehberini bu alandaki gelişmelere göre sürekli yenilemektedir. 2017 yılında yayınlanan proje yönetim rehberinde proje yönetiminin bütünü 10 temel bilgi alanına ayrılmakta ve bu bilgi alanları içerisinde toplam 49 süreç tarif edilmektedir (URL-2). Araştırmacıların çalışmalarını yaptıkları 2002 yılında tarif edilmiş süreç sayısı 39 olup bunlardan 21 tanesi araştırma kriterlerine uygun bulunmuştur. Eğer proje planlaması doğru yapılırsa bu 21 sürecin de düzgün bir şekilde yönetilebildiği değerlendirilmiştir. Katılımcılardan söz konusu süreçlerin çıktılarını ne sıklıkta kullandıklarını 0 ile 5 arasında puanlamaları istenmiştir. Kullanım sıklığı yüksek olan süreçlerin öğrenme eğrisi teorisi paralelinde kalitelerinin de artacağı öngörülmüştür.

Joslin ve Müller (2015) yaptıkları araştırmalarında proje yönetiminde bir proje yönetim metodolojisinin kullanımı ile proje başarısı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Dünya genelinde 254 katılımcı e-posta yoluyla gönderilen bağlantı ile anketleri web üzerinden doldurmuşlardır. Sonuçlar faktör analizi ve hiyerarşik regresyon analizi yöntemleri ile

değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda bir proje yönetim metodolojisinin uygulamasının proje başarısının değişimine etkisinin %22,3 olduğu hesaplanmıştır. Buradan yola çıkarak proje yönetim metotlarının kapsamlı bir şekilde kullanılması yönünde tavsiyede bulunulmuştur.

Proje yönetiminin çeşitli alanları üzerinde nicel araştırma yöntemleri kullanılarak doktora çalışmaları da yapılmıştır. Fortin (2018) proje yönetim sertifikası olan ve olmayan proje yöneticilerini karar alma yöntemlerine göre karşılaştırmıştır. Curlee (2002) uzaktan yönetim yapılan projelerde proje yönetim organizasyonun merkezi olup olmamasının proje yöneticisinin performansına etkilerini incelemiştir. Bond ve Gottwald (2015) ise proje yöneticisinin liderlik şekli, tecrübesi ve kritik başarı faktörü olarak tanımladığı bazı özelliklerinin proje başarısı ile ilişkisini çalışmıştır.

2.1.3. Karma Araştırmalar

Nitel araştırmalar kendine özgü yapısıyla karmaşık süreç ve olayları inceleme imkanı verirken, nicel araştırmalar ise temel aldığı istatistikî değerler üzerinden genel geçerliliği olan bilimsel veriler üretmeye çalışmaktadır (Miles ve diğ., 2013). Bentahar ve Cameron (2015) nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma araştırma yöntemleri üzerinde durmuşlardır. Bu iki yöntemin tasarım ve uygulama aşamalarında belli şartlara uyularak dengeli olarak kullanılması durumunda iki araştırma yöntemine ait tüm kazanımların aynı çalışmada elde edilebileceğini ifade etmişlerdir. Bu amaçla nitel ve nicel yöntemlerin kombinasyonundan oluşan karma yaklaşımın kullanıldığı araştırmaların stratejilerini inceleyerek, her bir yöntemin uygulanış sırasına göre karma araştırmaların tiplerini belirlemiş ayrıca yöntemlerin kombinasyon derecelerini ve karma yöntem içindeki rölâtif ağırlıklarını değerlendirmişlerdir. Sonrasında da kendileri tarafından önerilen karma yöntem bir proje yöneticisinin proje içindeki rolü ile ilgili yapılan çalışmada uygulanarak sonuçları paylaşılmıştır.

Cameron ve diğ.'nin (2015) karma yöntemler hakkındaki genel değerlendirmeleri söz konusu yöntemin proje yönetimi araştırmacılarına çok yönlü olayların yenilikçi yollarla araştırılmasında yardımcı olabileceği yönündedir. Ancak, yaptıkları çalışma ABD'de proje yönetim alanında yayın yapan üç dergide 2004-2010 yılları arasında yayınlanan

1.755 bilimsel yayının sadece 25 tanesinde karma araştırma yöntemlerinin uygulandığını göstermektedir.

Bu tip yayınlara örnek olarak Schmid ve Adams'ın (2008) proje yöneticilerinin takım motivasyonu hakkındaki algılarını değerlendirmek üzere yaptıkları çalışma örnek verilebilir. Araştırmaya bilgi toplamak için geliştirilen anket hem Likert ölçeği kullanılarak sorulan soruları içerirken hem de belirlenmiş seçeneklerden birini seçmeye yönelten tip soruları içermektedir. Ayrıca açık uçlu soruları içeren üçüncü bir bölümde de katılımcılardan daha önceki sorulara verdikleri yanıtları netleştirecek ifadeler yazmaları istenmiştir.

Karma araştırma yönteminin kullanıldığı bir diğer çalışmada Samakova ve diğ. (2013) Slovakya'daki sanayi işletmelerinde yürütülen projelerdeki iletişim süreçlerini proje yönetimi alanında öne çıkan bazı uluslararası metot ve standartlara göre analiz etmişlerdir. Araştırmanın nitel bacağına proje yöneticilerinin pratikte yaşanan proje iletişim yönetimi ile ilgili sorunları nasıl değerlendirdikleri üzerinde çalışılmıştır. Nicel araştırma tarafında ise firmaların proje iletişiminde uygulamaları yönetim modellerinin neler olduğunun belirlenmesi hedeflenmiştir.

2.2. İçerik Analizi

İçerik analizi iletişim amaçlı üretilen yazılı, görsel, işitsel her türlü kayıtlı metnin analizini gerçekleştirmek üzere geliştirilmiş bir araştırma yöntemidir (Gökçe, 2019). Her ne kadar daha eski dönemlerde sezgisel nitelikli benzer çalışmalar yapılmış olsa da bu yöntemin temelini yirminci yüzyılın başında atıldığı söylenebilir. Gökçe (2019) bu temeli 1910 yılında Alman Sosyologlar Derneği'nin ilk toplantısında Max Weber tarafından önerilen gazetelerin bilgi kaynaklarının ve içeriklilerinin neler olduğunun taranmasına yönelik çalışmaya atfetmektedir. Bilgin (2014) ise içerik analizinin başlangıcının yirminci yüzyılın başında Columbia Gazetecilik Okulu'nda yapılan gazetelerin nicel analize yönelik çalışmalar olduğunu ifade etmiştir.

Bu tarihlerden sonra benzer çalışmaların daha kurumsal yapılarda yürütülmesine başlanmış ve nihayetinde içerik analizi 1940'lı yıllarda bilim dünyasındaki yerini almıştır. Bernard Berelson'un içerik analizinin bilimsel altyapısının sistematik bir yapıya

kavuşması için en önemli çalışmaları yapan kişi olduğu söylenebilir. 1941 yılında içerik analizi hakkında doktora çalışmasını yapmış, 1948 yılında Paul Lazarfeld ile The Analysis of Communication isimli kitabı yayınlamıştır. 1952 yılında yazdığı Content Analysis in Communication Research adlı kitabı ise içerik analizinin kurallarını ortaya koyarak onun sistematik bir bilimsel yöntem olmasını sağlamıştır (Krippendorff, 1980). Berelson (1952) bu kitabında içerik analizini iletişimin açık/belirgin içeriğinin nesnel, sistematik ve nicel betimlemesine yönelik bir araştırma tekniği olarak tanımlamıştır.

İçerik analizi ile bir konuyu incelemek isteyen araştırmacı ilk olarak araştırma hedeflerini belirlemelidir. Bu sayede çalışma esnasında doğru alana odaklanılacaktır. İkinci aşama örneklemin belirlendiği aşamadır. İçerik analizi yazılı, görsel ve işitsel her türlü kaynakla ilgilendiğinden örneklemin türü ve büyüklüğü belirlenirken çalışmanın niteliği dikkate alınmalıdır. Üçüncü aşamada çözümleme birimleri ve bunların gruplanacağı kategoriler saptanır. En son aşamada yapılan analizler sonucunda birimlerin ve kategorilerin frekansları nicel olarak belirlenir. Bulgular üzerinden yorumlama ve çıkarımlar yapılır (Bilgin, 2014; Yıldırım, 2015).

İçerik analizinde verilerin değerlendirilmesinde belli analiz teknikleri kullanılır. Bilgin (2014) bu analiz tekniklerini aşağıdaki şekilde sıralamıştır:

- Frekans Analizi: İçerik analizi yapılan içerikte belirlenen unsurların sayısal, yüzdesel ve oransal olarak görülme sıklığını ortaya koyar.
- Kategorisel Analiz: İçerik analizi yapılan içerikteki unsurları belirlenen kategoriler halinde gruplandırarak frekans analizine tabi tutar.
- Değerlendirici Analiz: İncelenen unsurlar üzerindeki lehte ve aleyhteki tutumları ölçmek amacıyla kullanılır.
- Olumsuzluk ya da İlişki Analizi: Unsurların tek tek incelemesinden ziyade öğeler arasındaki ilişkiler incelenir.
- Diğer Analiz Teknikleri: Kapalılık göstergesi, vokabülerin zenginliği, Flesh göstergesi, bilgisayarla analiz.

İçerik analizi yoğunlukla sosyal bilimler alanında kullanılan bir tekniktir. Bununla birlikte tez çalışması esnasında proje seçim kriterlerini belirlemek amacıyla yapılacak mülakatlara uygulanarak kriter tespitlerinin daha sistematik bir yolla yapılabileceği

değerlendirilmiştir. Elde edilen içeriklerden yorum ve sonuçlara ulaşabilmek için yukarıda belirtilen analiz tekniklerinden kategorisel analizin kullanılması planlanmaktadır.

2.2.1. Örneklem Seçimi

Örneklem seçimi içerik analizi için üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Bu hassas konudaki karar araştırmacıyı doğru sonuçlara ulaştırabileceği gibi yanlış ya da eksik çıkarımlara da götürebilir. Örneklem türleri olasılığa dayalı örneklemeler ve olasılık dışı örneklemeler olarak iki ana gruba ayrılabilir. Koçak ve Arun (2006) bu iki grubu oluşturan örneklem türlerini Tablo 2.1'deki gibi özetlemiştir.

Tablo 2.1. Örneklem türleri

Olasılığa Dayalı Örneklemeler	Olasılık Dışı Örneklemeler
Basit tesadüfi örneklem	Kota örneklem
Tabakalı örneklem	Amaçlı örneklem
Küme örnekleme	

Amaçlı örneklemede örneklem için hangi birimlerin seçileceğine araştırmacı kendisi karar verir. Örneklemdeki birimler tarafsızlık ilkesine uygun olarak evrendeki özelliklerine göre seçilirler (Koçak ve Arun, 2006).

2.3. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

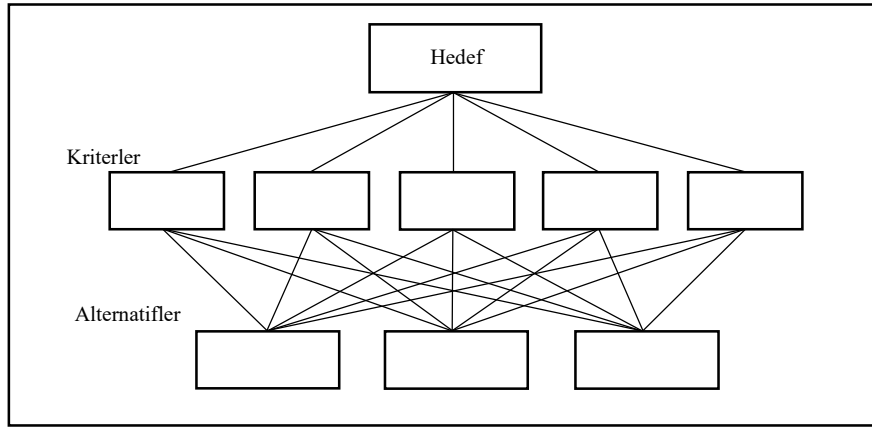
Çok kriterli karar verme yöntemleri genellikle çelişen kriterlere göre farklı özelliklere sahip olan alternatifler arasından bir ya da daha fazla alternatifin seçilmesi ya da sıralanması için kullanılan analitik yöntemler olarak tanımlanabilir. Literatürde çok amaçlı ve çok nitelikli karar verme yöntemleri olarak ikiye ayrılır. Çok amaçlı karar verme sonsuz sayıda olan ve bir matematiksel yapı ile tanımlanan alternatiflerin bulunduğu sürekli durumda karar vermeye dayanır. Çok nitelikli karar verme ise sonlu sayıda ve nitelikleri tanımlanmış olan alternatiflerin bulunduğu kesikli durumda karar verme üzerine kurulmuştur (Atan ve Altan, 2020). Bugüne kadar çok kriterli karar verme yöntemleri üzerine çeşitli çalışmalar yapılmış olup birçok yöntem geliştirilmiştir. İncelenen yöntemlerden bazılarının detayları aşağıda paylaşılmaktadır.

2.3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci

Birçok kaynakta AHP (Analytical Hierarchy Process) olarak geçen Analitik Hiyerarşi Süreci ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert ikilisi tarafından ortaya atılmış ancak 1977’de Profesör Thomas Lorie Saaty tarafından bir model olarak geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiştir (Yaralıoğlu, 2001).

Analitik hiyerarşi yöntemi, çoklu alternatif ve çoklu kriter içeren karmaşık bir karar problemini ikili karşılaştırmalar ile çözmeyi hedefleyen bir yöntemdir. Genel olarak hiyerarşik yapının oluşturulması, ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması, normalize edilmiş karar matrisinin elde edilmesi ve ağırlık vektörünün bulunması, tutarlılık oranının hesaplanması ve hiyerarşik yapıya ait sonuçların elde edilmesi olmak üzere beş aşamadan oluşmaktadır (Atan ve Altan, 2020).

Şekil 2.2’deki gibi oluşturulmuş hiyerarşik yapıda alternatifler kriterler bazında birbirleri ile ikili olarak karşılaştırılır. Ayrıca kriterler kendi aralarında da ikili olarak karşılaştırılır. Bu karşılaştırmalar esnasında Saaty ve Vargas (2001) Tablo 2.2’de verilen dokuzlu önem ölçeğini kullanmıştır.



Şekil 2.2. Üç seviyeli tam hiyerarşi (Saaty ve Vargas, 2001)

Yapılan ikili karşılaştırmaların çok olması nedeniyle karar vericilerin yaptıkları karşılaştırmalarda tutarlı olup olmadıklarını anlamak için yöntemde tanımlanan tutarlılık oranının hesaplanması gerekir. Bulunan tutarlılık oranı değerinin 0,10 değerinden küçük olması beklenir.

Tablo 2.2. Önem ölçeği değerleri ve tanımları

Önem Derecesi	Kavramsal Karşılığı	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	İki seçenek eşit derecede önemli
3	Biraz daha fazla önemli	Bir seçenek diğerine göre biraz daha önemli
5	Kuvvetli derecede önemli	Bir seçenek diğerine göre oldukça önemli
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir seçenek diğerine göre çok önemli
9	Kesin önemli	Bir seçeneğin diğerinden önemli olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir
2,4,6,8	Ara değerler	Yakın cevaplar uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler

2.3.2. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS (Technique for the Order of Prioritisation by Similarity to Ideal Solution) 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilen bir yöntemdir. Hwang ve Yoon (1981) temel düşünceyi, pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözümden en uzak mesafede olan alternatif seçilir varsayımı üzerine oturtmuşlardır.

Yöntemin ilk adımında karar matrisi oluşturulur. Karar matrisinden hareketle normalize matris elde edilir. Normalizasyonun amacı birbirinden çok farklı ölçeklere sahip kriterleri aynı ölçek içinde değerlendirilebilir hale getirerek serilerin karşılaştırılabilir olmasını sağlamaktır. Daha sonrasında normalize edilmiş karar matrisi ağırlıklandırılarak pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm değerleri belirlenir. Her alternatifin bu çözüm değerlerine uzaklığı öklid yaklaşımı ile hesaplanır. Negatif ideal çözüme uzaklık değerinin, pozitif ideal çözüme uzaklık değeri ile negatif ideal çözüme uzaklık değerlerinin toplamına oranı ideal çözüme göreceli uzaklık değerini verir. Bu değer sıfırla bir arasında bir değer olup bire yakınsaması ilgili karar noktasının pozitif ideal çözüme sıfıra yakınsaması da negatif ideal çözüme yakınlığını gösterir.

TOPSIS uygulama kolaylığı olan, basit ve anlaşılır yaklaşımı ile hem pozitif ideal hem de negatif ideal çözümleri aynı anda dikkate alabilen bir tekniktir.

Tablo 2.3 örnek bir karar matrisini, Tablo 2.4'te ise onun normalize olmuş halini göstermektedir. Tablo 2.3'te verilen karar matrisinde kriter değerleri buldukları sütunun toplamına bölünerek Tablo 2.4'te gösterilen normalize karar matrisi oluşturulur.

Bu bir doğrusal normalizasyon yöntemidir. Çok kriterli karar verme yöntemlerinde kullanılan normalizasyon yöntemleri farklılıklar gösterebilir.

Tablo 2.3. Örnek karar matrisi

Alternatifler	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4
Aday 1	300	0,10	12	15
Aday 2	500	0,20	10	25
Aday 3	200	0,10	18	20
Aday 4	600	0,30	4	18
Aday 5	400	0,30	6	22

Tablo 2.4. Örnek normalize karar matrisi

Alternatifler	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4
Aday 1	0,15	0,10	0,24	0,15
Aday 2	0,25	0,20	0,20	0,25
Aday 3	0,10	0,10	0,36	0,20
Aday 4	0,30	0,30	0,08	0,18
Aday 5	0,20	0,30	0,12	0,22

2.3.3. DEMATEL Yöntemi

DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemi 1972-1976 yılları arasında Cenevre Batelle Enstitüsü Bilim ve İnsan İlişkileri programında yürütülen araştırmada karmaşık problem gruplarının çözümünde kullanılması amacıyla geliştirilmiştir (Gabus ve Fontella, 1972). Grafik teorisi temelli bir yaklaşım olan bu yöntem karmaşık problemlerin nedenlerini sebep-sonuç gruplarına bölerek bunların arasındaki nedensel ilişkiyi ortaya çıkarır. Diğer taraftan yöntem sadece direkt etkileri değil dolaylı etkileşimleri de hesaba katma olanağı sağlar (Çınar, 2013).

Yöntemin birinci adımında beş seviyeden oluşan ikili karşılaştırma ölçeği ile kriterlerin birbirlerini hangi düzeyde etkilediklerini gösteren direkt ilişki matrisi oluşturulur. Normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi vasıtasıyla toplam ilişki matrisi belirlenir. Bu matrisin satır ve sütun toplamları kullanılarak etkileyen (gönderici) ve etkilenen (alıcı) kriter grupları belirlenir. Ayrıca toplam ilişki matrisinin aritmetik ortalaması alınarak eşik değerleri belirlenir ve etki yönlü graf diyagramı çizilir. Ayrıca yine bu verilerle kriter ağırlıkları hesaplanır ve kriter öncelikleri belirlenir.

2.3.4. VIKOR Yöntemi

VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) yönteminin esasđ ilđ olarak Opricovic tarafından 1979 yılında çalışılmış, ilk uygulamasđ ise Duckstein ve Opricovic (1980) tarafından yayınlanmıştır. Özellikle karar vericilerin kararlı bir şekilde tercih yapamadđđ durumlarda yararlı olan bir yöntemdir. Ancak çözüme ulaşabilmek için karar vericilerin fikir ayrılıkları uzlaşarak çözülebilir olmalı ve karar alıcılar ideal çözüme en yakın çözümdü kabul etmeye istekli olmalıdırlar.

VIKOR yönteminin ilk adımında karar matrisindeki her bir kriter için en iyi ve en kötü değerler belirlenir. Normalize karar matrisi oluşturulduktan sonra normalize değerler ve kriter ağırlıkları dikkate alınarak her bir alternatif için kriter grubu içindeki ortalama ve en kötü grup değerleri hesaplanır. Bu değerlerden faydalanarak yine her bir alternatif için maksimum grup faydasını gösteren değer hesaplanır. Maksimum grup faydasını, ortalama grup ve en kötü grup değerlerinin hangi oranlarda etkileyeceğini belirleyen ağırlık değerleri grup kararı ile belirlenir. Bu değer sıfır ile bir arasında olup 0,5 uzlaşmayı, 0,5'den büyük olması çoğunluk kararını, 0,5'den küçük olması ise vetoyu temsil eder (Yaralıoğlu, 2010). Elde edilen sıralamada birinci sırada yer alan alternatifin en iyi alternatifi temsil edip etmediğine yapılan geçerlilik testlerinin sonucuna göre karar verilir.

2.3.5. ELECTRE Yöntemi

ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Realite) 1960'lı yılların ortalarında Avrupa'da ortaya çıkan çok kriterli bir karar analiz yöntemleri ailesidir. ELECTRE yöntemi ilk olarak 1966 yılında Benayoun, Roy ve Sussman tarafından hazırlanan bir araştırma raporu olarak yayınlanmış, ancak bilinirliği 1968 yılında Roy tarafından yapılan yayımla artmıştır (Figueira ve diğ., 2016). Daha sonra 1971 yılında Roy, 1977 yılında Nijkamp ve Van Delf, 1983 yılında Voog tarafından geliştirilmiştir (Atan ve Altan, 2020).

Yöntem her bir kriter için ayrı ayrı olmak üzere alternatifler arasında ikili karşılaştırmalar yapılarak üstün olan seçeneğin tercih edilmesi esasına dayanır. Bununla beraber zaman içinde geliştirilen ELECTRE modelleri en iyi seçenekleri bulma problemi dışında sıralama ve sınıflandırma problemlerine de çözüm getirmişlerdir. ELECTRE I, ELECTRE Iv, ELCTRE IS seçim problemi, ELECTRE II, ELECTRE III, ELECTRE IV

sıralama problemi, ELECTRE TRI ise sınıflandırma problemi için geliştirilmiştir (Figueira ve diğ., 2016).

ELECTRE yönteminde çözüme giderken aşağıdaki sekiz adım izlenir (Atan ve Altan, 2020):

- 1) Karar matrisinin oluşturulması
- 2) Standart karar matrisinin oluşturulması
- 3) Ağırlıklı standart karar matrisinin oluşturulması
- 4) Uyum ve uyumsuzluk setlerinin belirlenmesi
- 5) Uyum ve uyumsuzluk matrislerinin oluşturulması
- 6) Uyum üstünlük ve uyumsuzluk üstünlük matrislerinin oluşturulması
- 7) Toplam baskınlık matrisinin oluşturulması
- 8) Karar noktalarının önem sırasının belirlenmesi

2.3.6. PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE (The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) 1982 yılında Jean-Pierre Brans tarafından geliştirilmiştir. Sonrasında yöntem sürekli gelişim göstermiştir. PROMETHEE I yöntemiyle belirlenen kriterler çerçevesinde alternatiflerin kısmi sıralamaları yapılırken, 1985 yılında Brans ve Vinckle tarafından geliştirilen PROMETHEE II yöntemi ile de alternatiflerin tam sıralamasının yapılması sağlanmıştır. Sonrasında Brans ve Mareschal PROMETHEE III (aralıklara dayalı sıralama) ve PROMETHEE IV'ü (sürekli durumlar için sıralama) geliştirmiştir. PROMETHEE V (kısıtlar altında çok kriterli karar verme) ve PROMETHEE VI (hassasiyet analizi prosedürü-temsili insan beyni) aynı bilim adamları tarafından yapılan eklentiler sonucunda oluşturulmuştur. 1998 yılında Macharis, Brans ve Mareschal tarafından yapılan çalışma ile yöntem birden fazla karar vericinin bulunması durumunda grup kararının verilebileceği bir yapıya dönüştürülerek PROMETHEE-GDSS geliştirilmiştir (Brans ve Mareschal, 2005).

Bu yöntem alternatifleri farklı tercih fonksiyonları temelinde değerlendirerek, alternatiflerin hem kısmi önceliklerinin hem de tam önceliklerinin elde edilmesini sağlayıp ayrıntılı analizler ortaya koymaktadır. PROMETHEE yöntemi ile yapılan sıralama diğer yöntemlerle yapılan sıralamalarda olmayan iki önemli özellik taşımaktadır.

Bu üstünlüklerden birincisi alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan her bir kriter için farklı tercih fonksiyonlarının kullanılabilmesi, ikincisi ise alternatiflere ilişkin kısmi ve tam sıralamalarının elde edilebilmesidir. PROMETHEE yönteminde çözüme giderken aşağıdaki yedi adım izlenir (Atan ve Altan, 2020):

- 1) Veri matrisinin oluşturulması
- 2) Kriterler için tercih fonksiyonlarının tanımlanması
- 3) Kriterler için belirlenen tercih fonksiyonları temel alınarak alternatif kümesinde bulunan alternatif çiftleri için ortak tercih fonksiyonlarının belirlenmesi
- 4) Belirlenen ortak tercih fonksiyonlarından hareketle her alternatif çifti için tercih indekslerinin belirlenmesi
- 5) Alternatifler için pozitif ve negatif üstünlüklerin belirlenmesi
- 6) PROMETHEE I ile alternatifler için kısmi önceliklerin hesaplanması
- 7) PROMETHEE II ile alternatifler için tam önceliklerinin hesaplanması

2.3.7. COPRAS Yöntemi

COPRAS (Complex Proportional Assessment) 1996 yılında Vilnius Gediminas Teknik Üniversitesi araştırmacılarından Zavadskas ve Kalauskas tarafından geliştirilmiştir. Matematiksel hesaplamalarının kolaylığı, basit bir yaklaşımla değerlendirme yapabilmesi ve özel bir yazılım gerektirmemesi nedeniyle birçok karar verme probleminde kullanılabilir (Atan ve Altan, 2020).

Bu yöntemde karar matrisi oluşturulduktan sonra sırasıyla normalize karar matrisi ve ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi oluşturulur. Bir alternatife ait kriter değerinin diğerlerinden büyük olmasının tercih sebebi olması durumunda o kriterin fayda özelliği gösterdiği, küçük olmasının tercih sebebi olması durumunda ise maliyet özelliği gösterdiği kabul edilir. Kriterlerin fayda ve maliyet özelliği baz alınarak her bir alternatifin toplam ağırlıklı normalize değerleri hesaplanır. Bu değerlerden yola çıkılarak alternatiflerin göreceli önem değerleri hesaplanır. Göreceli önem değeri en büyük olan alternatifin indeks değeri 100 olacak şekilde tüm alternatiflerin performans indeksi değerleri bulunur. Performans indeksleri büyükten küçüğe sıralanarak alternatiflerin tercih sırası oluşturulur.

2.3.8. MOORA Yöntemi

MOORA (Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis) Brauers ve Zavadzka (2006) tarafından geliştirilen bir yöntemdir. Sonrasında geliştirilerek MultiMOORA adını almıştır. Bu tez çalışmasında ÇKKV yöntemi olarak seçildiğinden metotlar kısmında detaylı olarak anlatılmıştır.

2.3.9. MACBETH Yöntemi

MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) 1995 yılında Bana e Costa tarafından geliştirilmiştir. Yaygın olarak kullanılan diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinden farklı olarak bu yöntemde değerlendirmeler nicel yargılar yerine nitel yargılar ile yapılmaktadır.

Bu yöntemde karşılaştırma yapılacak kriterler değer ağacı olarak ifade edilen bir kırımla belirlenir. Sonrasında hem kriterler hem de kriter bazında alternatifler Tablo 2.5'te verilen ölçek kullanılarak ikili olarak karşılaştırılır (Kundakçı, 2016). Bu karşılaştırmaların ölçeğini oluşturması için karşılaştırması yapılacak grupta en az iki referans değerinin üst referans (iyi) ve alt referans (nötr) olarak tanımlanması gerekir. Yapılan ikili nitel karşılaştırmalar nicel karşılıklarına çevrilirken üst referans seviyesine yüz puan alt referans seviyesine ise sıfır puan verilir. Bu 0-100 puan ölçeği içinde alternatiflere ilişkin tercih edilebilirlik puanları hesaplanır. Kriterler için de aynı yöntem kullanılarak onların da 0-100 ölçeğinde ağırlıkları belirlenir ve alternatiflere ait genel puanlar hesaplanarak sıralama yapılır.

Tablo 2.5. MACBETH anlamsal ölçeklendirme skalası

Anlamsal Kategoriler	Nicel Karşılığı	Açıklama
Yok	0	Alternatifler arasında fark yok
Çok Zayıf	1	Bir alternatif diğerine göre çok zayıf derecede önemli
Zayıf	2	Bir alternatif diğerine göre zayıf derecede önemli
Orta Derece	3	Bir alternatif diğerine göre orta derecede önemli
Güçlü	4	Bir alternatif diğerine göre güçlü derecede önemli
Çok Güçlü	5	Bir alternatif diğerine göre çok güçlü derecede önemli
Aşırı	6	Bir alternatif diğerine göre aşırı derecede önemli

2.3.10. SWARA Yöntemi

SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis) 2010 yılında Kersuilene, Zavadskas ve Turskis tarafından geliştirilen bir yöntemdir. Bu yöntemde de diğer bazı çok kriterli karar verme yöntemlerinde olduğu gibi kriterler arası görelî karşılaştırmalar yapılmaktadır. Ancak bu yöntemde karşılaştırma sayısı n adet kriter için $n-1$ tanedir (Özbek, 2019). Karşılaştırma sayısının az olması değerlendiricilerin çok daha doğru cevap vermelerini ve yöntemin daha tutarlı olmasını sağlamaktadır. Yöntemin kolay uygulanabilir olması ve karar vericilere öncelikleri belirleme konusunda daha fazla imkan tanınması yöntemin kuvvetli yönleri olarak kabul edilebilir (Atan ve Altan, 2020).

Yöntemin ilk adımında her bir değerlendirici tarafından seçilen kriterlerin önem sıralaması yapılır. Sonrasında değerlendirici kriterler üzerinden yaptığı sıralamaya göre ilerleyerek her bir kriterin bir öncekine göre yüzde kaç daha önemli olduğunu belirler. Yöntemde önerilen matematiksel hesaplamalarla her bir kriterin ağırlığı değerlendirici bazında hesaplanır. Kriter için belirlenecek ağırlık ise değerlendirici bazında bulunan değerlerin aritmetik ya da geometrik ortalamaları alınarak bulunur. Kriterlerin genel öncelik sıralaması bu değerlere göre belirlenir.

2.3.11. WASPAS Yöntemi

WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) 2012 yılında Zavadskas, Turskis, Antucheviciene ve Zakarevicius tarafından geliştirilen bir yöntemdir. Ağırlıklı çarpım ve ağırlıklı toplam modelinin bir birleşimi olup çeşitli alternatifleri sıralamak ve değerlendirmek için kullanılır. Bu iki modelin bir arada kullanılması alternatifleri daha doğru bir şekilde ölçüp sıralama olanağı vermektedir (Zavadskas ve diğ., 2013).

Bu yöntemde karar matrisi oluşturulduktan sonra normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur. Normalizasyon işlemi fayda kriterinde alternatifin kriter değerinin o kriter için alınmış maksimum değere bölünmesi, maliyet kriterinde ise o kriter için alınmış minimum değer alternatifin kriter değerine bölünmesi ile yapılır. Sonrasında her bir alternatifin toplam nispi önem değeri bulunur. Ağırlıklı toplam modeline göre yapılan hesaplamada alternatifin normalize edilmiş karar matrisindeki kriter değerleri ile ilgili kriterlere ait ağırlık değerleri çarpılarak toplanır. Ağırlıklı çarpım modelinde ise

alternatifin normalize edilmiş karar matrisindeki kriter değerlerinin ilgili kriterlere ait ağırlık değeri kadar kuvveti alınarak bulunan değerlerin çarpımı hesaplanır. Karar verici bulunan bu iki değerin hangi oranlarda değerlendirmeye alınacağını belirleyerek ağırlıklı ortak genel kriter değerini hesaplar. Alternatiflerin sıralanmasında bu ağırlık değerleri kullanılır.

2.3.12. Veri Zarflama Analizi

Veri Zarflama Analizi (VZA) çok sayıda girdi ve çıktı değişkeni ile etkinlik ölçümlemesi yapmaya olanak sağlayan parametrik olmayan yöntemlerin en sık ve yaygın kullanılanıdır. Yöntem doğrusal programlama tabanlı olup etkinlik ölçümü karar verme birimlerinin buldukları referans kümesi içerisindeki göreceli etkinlik ölçümü şeklinde olmaktadır. VZA’da gözlem kümesinde bulunan karar verme birimlerinin en etkinini bulup diğerlerinin ona olan uzaklığına göre etkinlik ölçümü yapılır (Atan ve Altan, 2020).

Etkinlik ölçümünde matematiksel programlama yaklaşımlarının kullanılmasına imkan veren ilk çalışma 1957 yılında Farrell tarafından ortaya konmuştur. Charnes ve diğ. (1978) ilk olarak doğrusal programlamayı bu amaçla kullanmışlardır. VZA modelleri iki başlık altında toplanmaktadır. Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından ortaya konulan CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanmaktadır. 1984 yılında bu modele alternatif olarak Banker, Charnes ve Cooper tarafından BCC modeli geliştirilmiştir olup ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanmaktadır.

Veri zarflama analizinin uygulama aşamaları şu şekilde sıralanabilir (Depren, 2008):

- Karar verme birimlerinin belirlenmesi
- Girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi
- Verilere ulaşma ve veri güvenilirliği
- Modelin seçimi ve etkinliğin ölçülmesi
- Etkinlik değerine ulaşılması
- Referans grupların belirlenmesi
- Etkin olmayan karar verme birimleri için stratejilerin belirlenmesi
- Sonuçların yorumlanması

Buraya kadar anlatılan çok kriterli karar verme yöntemleri çok kullanılan ve bilinen yöntemler ile son dönemlerde geliştirilmiş yöntemler arasından seçilmişlerdir. Literatür incelendiğinde anlatılan yöntemlerin dışında birçok çok kriterli karar verme yönteminin olduğu görülmektedir. Bu yöntemlerden bazıları şunlardır: SAW, WSM, WPM, SMART, ARAS, ANP, OCRA, EATWOS, EATWIOS, UTA, UTADIS, PAPRIKA, GRIP, ERA, LINMAP, GRA, MAUT, MAVT, DRSA, MCHP, EVAMIX, ROVM, FMEA, NSGA, SMAA-TRI, GIS, TRIZ, FDM, GP, CP.

2.4. Kriterlerin Ağırlıklandırılması

ÇKKV probleminde kriterlerin karar vermedeki göreceli önemini belirlemek için kriterler ağırlıklandırılırlar (Arslan, 2018). Herhangi bir ağırlık değeri belirlenmediği durumlarda tüm kriterler eşit ağırlıklı kabul edilmiş olur.

Kriter ağırlıklarının belirlenebilmesi için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Literatürde bu ağırlıklandırma yöntemlerinin genel olarak öznel (sübjektif), nesnel (objektif) ve karma (hibrit) yöntemler olarak üçe ayrıldığı görülmektedir (Wang ve Lou, 2010; Chin ve diğ., 2015). Bununla birlikte söz konusu yöntemlerin açık ve kapalı ağırlıklandırma yöntemleri olarak iki ana grupta sınıflandırıldığı da görülmüştür (Pena ve diğ., 2020).

Öznel yöntemlerde kriter ağırlıkları karar vericilerin kendi değerlendirmeleri ile belirlenir. Bu guruba örnek olarak basit ağırlıklandırma, derecelendirme yöntemi, öz vektör yöntemi, Delphi yöntemi ve ikili karşılaştırmaları dikkate alan lineer ve hedef programlama yöntemleri verilebilir. Nesnel yöntemlerde ise kriter ağırlıkları nesnel karar matrisleri üzerinden hesap edilir. Bu guruba örnek olarak da entropi yöntemi, standart sapma yöntemi, CRITIC metodu, sapma maksimizasyonu metodu verilebilir. Karma yöntemlerde ise karar vericilerin öznel değerlendirmeleri nesnel karar matrisiyle birlikte kullanılır. Bu amaçla matematik programlama ya da bulanık mantık içerikli daha spesifik çalışmalar yapılmıştır (Wang ve Lou, 2010; Chin ve diğ., 2015).

Tez çalışmasında kriter ağırlıkları belirlenirken konu uzmanlarının kendi çalışmalarından yola çıkarak yaptıkları şu tespitlerden faydalanılmıştır (Pena ve diğ., 2020):

- Ağırlık kavramı üzerindeki değerlendirmeler oldukça nesnel olduğundan bu kavramın tanımı oldukça net yapılmalıdır.

- Nitel bir karakteri olan kriter öneminin rakamsal bir ile ifade edilmesi oldukça güç olduğundan uzmanlar bu beklentiden kaçınmaktadırlar.
- Uzmanlardan talep edilen bilginin mertebesi ne çok kısıtlı ne de çok detaylı olmalıdır. Konuyu yeterince tarif edebilecek ve beklenen kriterleri karşılayacak mertebede olmalıdır.
- Uzmanlar tarafından verilen öznel bilgileri mümkün olduğunca nesnel hale getirebilecek modeller tercih edilmelidir.

2.5. Rafineri Projelerinin Özellikleri

Bugüne kadar yapılan çalışmalara ilave olarak rafineri projelerinin özellikleri, olgunlaştırılması aşamaları ve nihai yatırım kararının hangi noktada verilmesi gerektiği gibi konuların içeriğe katılmasının çalışmaya ilave bir değer katacağı düşünülmüştür.

Rafinerilerde irili ufaklı birçok proje hayata geçmektedir. Bu projeler beton depo sahası yapılması gibi basit tek disiplinli projeler olabileceği gibi birden çok disiplin içeren proses içerikli kompleks projeler de olabilir. Söz konusu proje bir rafineri tesisini ifade ediyorsa bu projenin proses içeriği olması, birden çok disiplini içermesi ve belli bir teknoloji gerektirmesi olması beklenen tipik özelliklerdir. Bununla birlikte daha detaylı açıklamayı gerektiren bazı özellikler de aşağıda incelenmiştir.

2.5.1. Karmaşıklık

Tipik bir rafineri tesisi projesi belli fazları içerir. Bu fazları şöyle sıralayabiliriz:

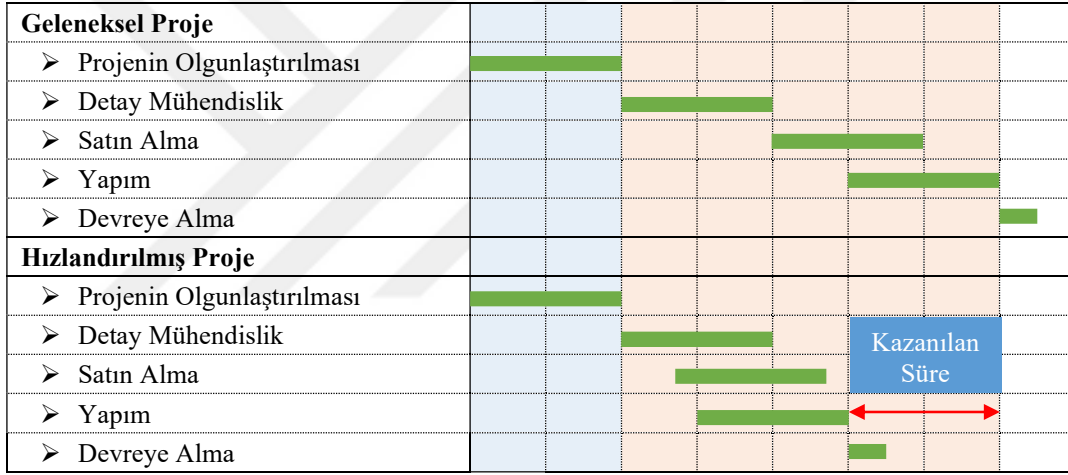
- Projenin olgunlaştırılması
- Detay mühendislik
- Satın alma
- Yapım
- Devreye alma

Ayrıca projelerde inşaat, çelik yapılar, borulama, mekanik montajlar, elektrik, enstrümantasyon, izolasyon ve boya gibi birden çok disiplin bulunur. Faz ve disiplinlerin oluşturduğu matris yapı düşünülürse yönetilmesi gereken birçok ara yüz olduğu anlaşılacaktır. Ayrıca tüm bu yapının doğru teknolojinin belirlenerek onun üzerinde

şekillendirilmesi gerekir. Proje süreçlerinde birden çok yüklenici ve tedarikçinin bulunması, farklı finansal yapıların ve sözleşme tiplerinin varlığı gibi durumlar da projenin karmaşıklığını artıran diğer parametrelerdir.

2.5.2. Hızlandırılmış (Fast-Track) Akışın Benimsenmesi

Özellikle orta ve büyük ölçekli projelerde proje fazlarının uzun zaman gerektirmesi nedeniyle bu projeler uzun süreli projelerdir. Bu sebeple ilave maliyet riski taşısa da projelerin detay mühendislik, satın alma ve yapım süreçleri Şekil 2.3'te gösterildiği gibi bir miktar faz farkıyla ama bindirmeli olarak icra edilirler. Aslında detay mühendislik çalışmaları özellikle satın alma verilerinden faydalandığı için bu durumun bir noktada zorunluluk olduğu da değerlendirilebilir.



Şekil 2.3. Hızlandırılmış proje akışı (Komurlu ve Er, 2020)

2.6. Projelerin Olgunlaştırma Süreci

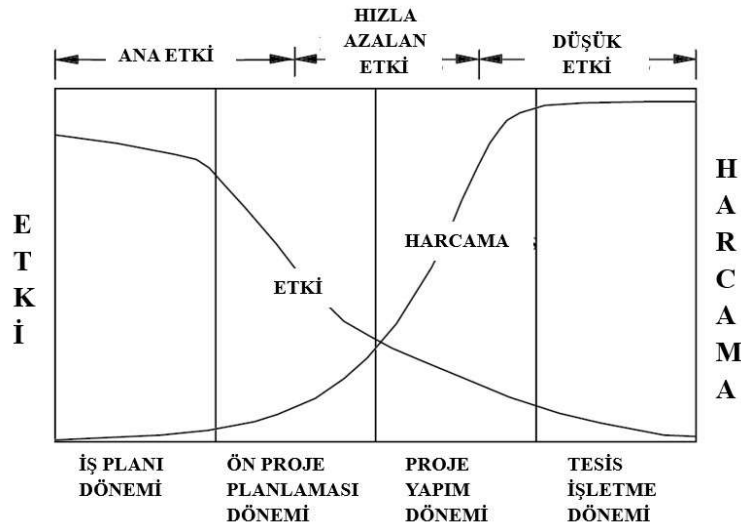
Bu tip projeler gerek bütçeleri gerekse yapım organizasyonları açısından önemli büyüklüklere ulaşabilir. Bu sebeple de bütçeye göre hem projenin süresi açısından hem de toplam maliyet açısından önemli sapmalar yaşanabilir. Petrol ve gaz sektöründeki bütçesi bir milyar doların üzerinde olan LNG, boru hattı, rafineri tesisi gibi 365 proje üzerinde yapılan bir çalışmada projelerin %64'ünde maliyet artışı, %73'ünde ise gecikme yaşandığı görülmüştür (Ernst & Young, 2014). Aynı çalışmaya göre bu projelerdeki ortalama maliyet artış oranı %59'dur. Jergeas (2008) proses içerikli projelere örnek verebileceğimiz kum ve hidrokarbon karışımı içeren sahalardan bitüm edilmesine yönelik

mega projelerde %100'ü aşan maliyet artışları ve iş programı sapmaları yaşanılmasının sıkça karşılaşılan durumlar olduğunu ifade etmektedir. Bunun temel sebepleri arasında da projelerin kapsamının yeterince belirlenmeden ve yeterli ön evre geliştirme çalışmaları yapılmadan projelerin başlatılması olduğunu saymaktadır.

Proses içerikli endüstri projelerinde projelerin yatırım kararı alınmadan içeriklerinin netleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. İyi tanımlanmış bir proje kapsamı, bir projenin planlanan zaman, bütçe ve kalite parametreleri içinde başarılı bir şekilde tamamlanmasını sağlar (Banda ve Pretorius, 2016). Bu anlayışa paralel bakışla yapılan çalışmaların neticesinde 1990'lı yıllardan itibaren ön evrede geliştirme yaklaşımı benimsenmiş ve sistematik bir metot olarak kullanılmaya başlanmıştır.

2.6.1. Ön Evrede Geliştirme Yaklaşımının Gelişimi

Gibson ve diğ. (1994) tarafından hazırlanan bir raporda projenin yapım aşaması öncesinde yürütülen geliştirme çalışmalarında alınan kararların projenin toplam maliyetine etkisinin yüksek olduğu, sonraki aşamalarda ise bu etkinin hızla düştüğü gösterilmektedir. Şekil 2.4'te görüleceği üzere yüksek etki sağlayan bu çalışmalara yapılan harcamalar ise toplam proje harcamalarının oldukça az bir kısmına karşı gelmektedir.



Şekil 2.4. Projenin yaşam döngüsünde etki ve maliyet eğrisi (Gibson ve diğ., 1994)

Bu rapor Construction Industry Institute (CII) için yapılmış bir çalışma olup sonrasında gelen ön evrede geliştirme yaklaşımının gerekliliğini net bir şekilde ortaya koymuştur.

Ön evrede geliştirme bir projenin planlanması ve kapsamının netleştirilmesi için yürütülen sistematik bir yapıdır. CII bünyesinde yapılan çalışmaların sonucunda ön evrede geliştirme yaklaşımı bir metot haline getirilerek 1995 yılında yayınlanmıştır. Söz konusu yaklaşım ile yatırım kararı öncesinde yürütülen çalışmaların sonunda hem projenin maliyetlerinin azalması hem de maliyet, süre ve operasyonel beklentilerinden sapmaların en aza indirilmesi sayesinde proje başarısının artışı hedeflenmiştir (Sardegna, 2016). İlk başlarda Pre-Project Planning (PPP) olarak isimlendirilen yaklaşım sonrasında Front-End Planning (FEP) olarak adlandırılmıştır.

CII yüzün üzerinde işveren, mühendislik firması, yapım firması ve tedarikçinin katılımıyla Austin Texas Üniversitesinde 1983 yılında kurulmuş bir konsorsiyumdur. Misyonu, yaptığı araştırma ve endüstri ittifakları yoluyla tesislerin yaşam süreci boyunca iş etkinliğini ve sürdürülebilirliğini artırarak üye şirketler için ilave değerler oluşturmaktır (Weijde, 2008).

Bu konularda önemli çalışmalar yapan bir diğer kuruluş ise Independent Project Analysis (IPA) olup 1987 yılında projeleri ve proje sistemlerini karşılaştırma amacıyla kurulmuş bir global danışmanlık firmasıdır. IPA üzerinde çalıştığı benzer ön evrede geliştirme sürecini Front-End Loading (FEL) olarak isimlendirmiştir. FEL uluslararası kaynaklarda ön evrede geliştirme için en çok kabul gören terim olarak karşımıza çıkmaktadır (Weijde, 2008).

Yukarıdan da anlaşılacağı üzere içerikleri çok benzer olmakla beraber ön evrede geliştirme yaklaşımı için uluslararası terminolojide farklı terimler kullanılmaktadır. Motta ve diğ. (2014) bunların en sıklıkla rastlanılanlarını belirlemiştir: Pre-Project Planning (PPP), Front-End Planning (FEP), Front-End Loading (FEL), Front-End Development (FED), Front-End Engineering Design (FEED) ve Front-End Decision Making (FEDM). Bu çalışmada söz konusu terimlerin hepsi için ön evrede geliştirme ifadesi kullanılmıştır.

2.6.2. Ön Evrede Geliştirme Yaklaşımının İçeriği

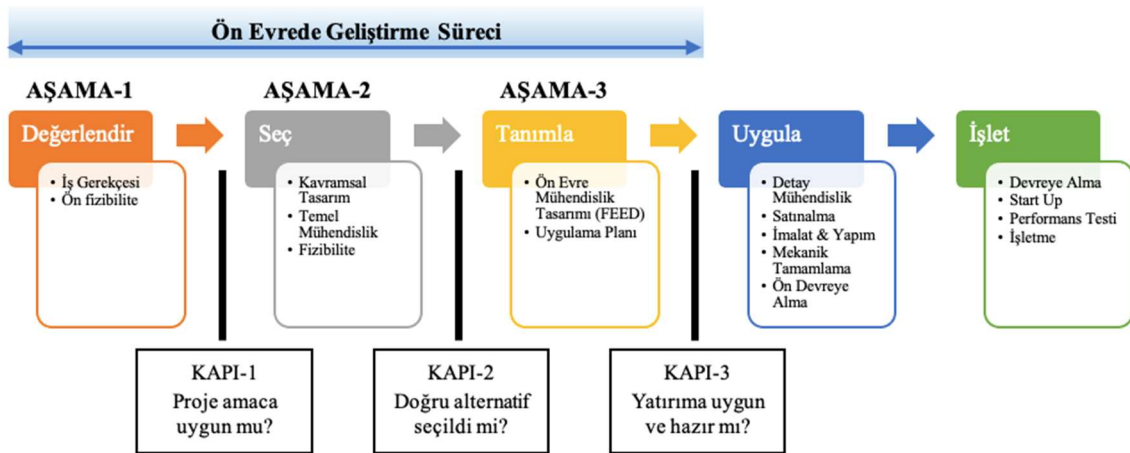
Gibson ve diğ. (1994) ön evrede geliştirme sürecini bir projenin başarılı olabilme potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için proje sahiplerinin riskleri görebilmelerini ve

projenin gerektirdiği kaynaklarla ilgili kararları alabilmelerini sağlayacak yeterli stratejik bilgiyi geliştirme süreci olarak tanımlamaktadır.

IPA (URL-3) ise aynı süreci bir şirketin iş ve teknoloji fırsatlarını sermaye projelerine dönüştürdüğü bir süreç olarak ifade etmektedir.

Bir diğer tanımlamaya göre ise ön evrede geliştirme özellikle proses içerikli endüstrilerde bir projenin fikir aşamasından başlayıp yatırım kararının alınarak uygulamaya başlandığı ana kadar geçen süreçte yürütülen ve projenin kavramsal olarak geliştirildiği aşamadır. Ön evrede geliştirme yaklaşımı, bir projenin yaşam döngüsünün başlarında, tasarımdaki değişiklikleri etkileme kabiliyetinin nispeten yüksek olduğu ve bu değişiklikleri yapma maliyetinin de nispeten düşük olduğu bir dönemde sağlam bir planlama ve tasarımı hedefler (URL-4).

En genel hali ile ön evrede geliştirme yaklaşımı işletme hedeflerinin netleştirilmesi ve bu hedeflere yönelik proje girişimlerinin uyumlu hale getirilmesi yoluyla karlı olmayan projeler için yatırım kararının alınmasını önlemeyi amaçlayan bir süreçtir. Ön evrede geliştirme projelerde yatırım risklerini en aza indirmek ve işletmeye değer katmak için kullanılan bir yaklaşımdır. Ayrıca, değişiklik maliyetlerinin artacağı uygulama aşamasında projenin hedeflerinden büyük sapmalar olması olasılığını azaltmayı amaçlamaktadır (Riberio ve diğ., 2013). Ön evrede geliştirme yaklaşımı ile yürütülen bir projede fikrin oluşmasından projenin tamamlanarak devreye alınmasına kadarki süreçte yaşanması beklenen aşamalar Şekil 2.5'te gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Ön evrede geliştirme yaklaşımı ile bir projenin hayat döngüsü (Weijde, 2008)

Ön evrede geliştirme bu döngüde fikrin oluşmasından başlayarak uygulama öncesi yatırım kararının alındığı noktaya kadar geçen süreci kapsar ve bu süreç üç aşamadan oluşur. Bazı kaynaklarda üçüncü aşamadan sonra uygulama aşamasının bir kısmının detay mühendisliği içerecek şekilde bir dördüncü aşama olarak tanımlanıp sürecin biraz daha genişletildiği görülebilir.

Ön evrede geliştirme sürecinin ilk aşamasında projenin çıkış sebebi olan iş gereklilikleri netleştirilir ve projenin bu gereklilikler doğrultusunda fonksiyonel tanımı yapılır. Konu ile ilgili mevcut teknolojiler gözden geçirilerek proje riskleri gözden geçirilir. Projenin genel bir planlaması ve bir ön fizibilite çalışması yapılır (Weijde, 2008).

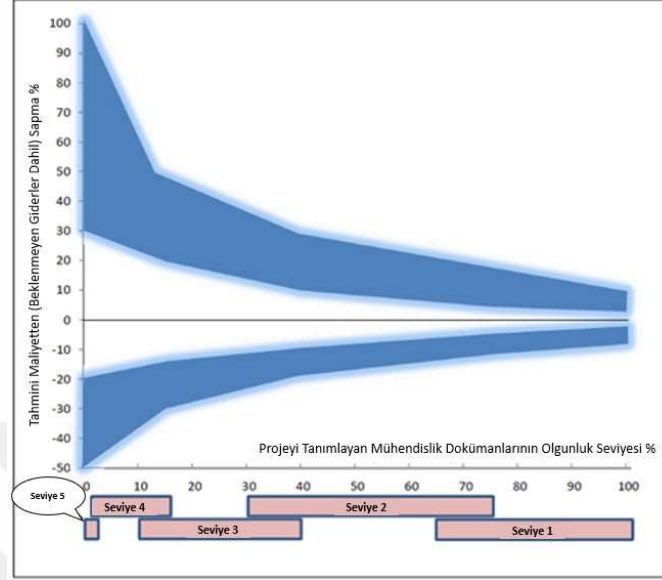
İkinci aşama projenin kavramsal tasarımın netleştiği aşamadır. Bu aşamada projeye en uygun teknoloji alternatifi zaman ve bütçe gibi kısıtlar da göz önünde bulundurularak belirlenir. Bu seçim doğrultusunda temel bir mühendislik ve fizibilite çalışması yapılır (Weijde, 2008).

Üçüncü aşama ise projenin yatırım kararının alınabilmesi için yeterli olgunluğa ulaştırıldığı aşama olarak düşünülebilir. Bu safhada yapılan mühendislik çalışması ön evre mühendislik tasarımı (FEED - Front-End Engineering Design) olarak isimlendirilir ve projenin uygulama safhasında yürütülecek olan detay mühendislik çalışmasının belli bir aşamaya kadar yapılmasını kapsar (Weijde, 2008).

FEED çalışması genellikle projedeki ekipmanların mekanik karakteristiklerinin tanımlanmasına kadar sürdürülür ve projenin detay mühendisliğinde en az %30-%40 seviyesinde ilerleme sağlanması beklenir. Bununla birlikte üçüncü aşamada projenin ekipmanlarının teknik özelliklerinin yanı sıra yapım ve malzeme metrajları da belirginleştirilmiş olur. Bu bilgilerden yola çıkarak proje maliyetinin -20% $+30\%$ bandında bir sapma ile hesaplanması beklenir.

Şekil 2.6'da Amerikan Maliyet Mühendisleri Derneği (AACE - American Association of Cost Engineers) tarafından önerilen ve mühendisliğin gelişimine bağlı olarak maliyet tahminin doğruluk aralığının değişimini gösteren grafik görülmektedir. Bu grafiğe göre üçüncü aşamaya ulaşan bir projede yapılacak maliyet tahmini Klas-3 seviyesinde

olacaktır. Ayrıca bu aşamada üretilen mühendislik dokümanları paralelinde projenin kapsamının netleşmesine bağlı olarak projenin uygulama planı da hazır hale getirilir.



Şekil 2.6. Proses endüstrisi projelerinin maliyet tahmininde doğruluk aralığının mühendislik gelişimine bağlı olarak değişimi (AAE, 2011)

Değerlendir-Seç-Tanımla olarak ifade edilen bu üç aşamaya değişik kaynaklarda farklı isimler verilmiştir. Motta ve diğ. (2014) Tablo 2.6'da bu farklı kullanımların bazılarını listelemiştir. Her ne kadar farklı isimlendirmeler kullanılıyor olsa da her aşamanın sonunda aynı sonuçlara ulaşıyor olması tüm yaklaşımlardaki ortak hedeftir.

Tablo 2.6. Ön evrede geliştirme aşamalarının farklı kaynaklardaki karşılıkları

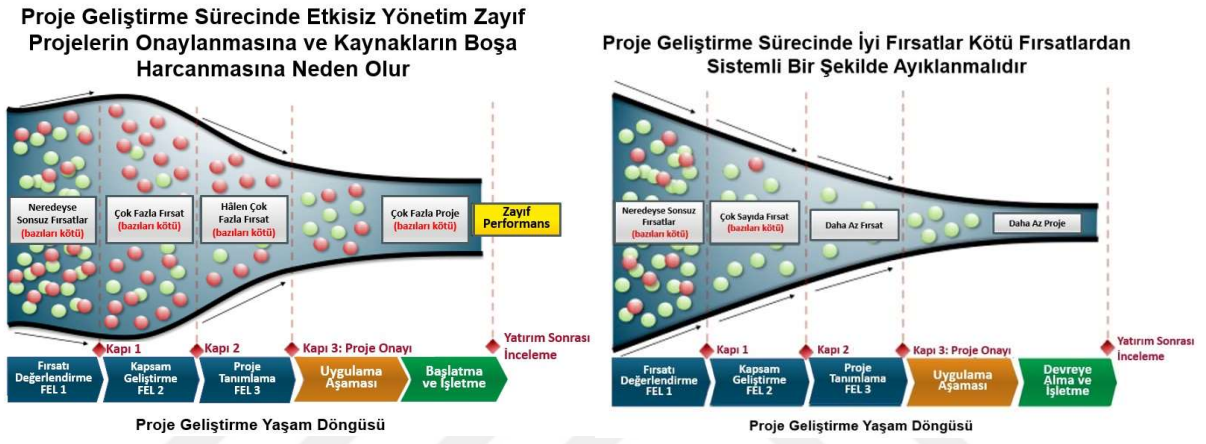
	AŞAMA-1 DEĞERLENDİR	AŞAMA-2 SEÇ	AŞAMA-3 TANIMLA
IPA	FEL 1-Business Planning	FEL 2-Scope Development	FEL 3-Project Planning
CII	FEP 1-Feasibility	FEP 2-Concept	FEP 3-Detailed Scope
Shell	FED 1-Assess	FED 2-Select	FED 3-Define
Chevron Texaco	Identify	Select	Develop
Petrobrás	Opportunity Identification	Alternative Selection	Project Definition
Vale	Business Analysis	Alternative Selection	Construction and Operation Planning
Anglo Coal e Xstrata Coal	Concept	Pre-feasibility	Feasibility

Weijde (2008) çalışmasında ön evrede geliştirme uygulamasının başarılı olabilmesi için gerekli üç temel etkeni şöyle sıralamıştır:

- 1) Aşamalar arası geçişlerinin doğru işletilmesi (Stage Gate Process)
- 2) Değer artırıcı uygulamaların çalıştırılması (Value improving practices)

3) Doğru proje ekibinin kurulması (Integrated project team)

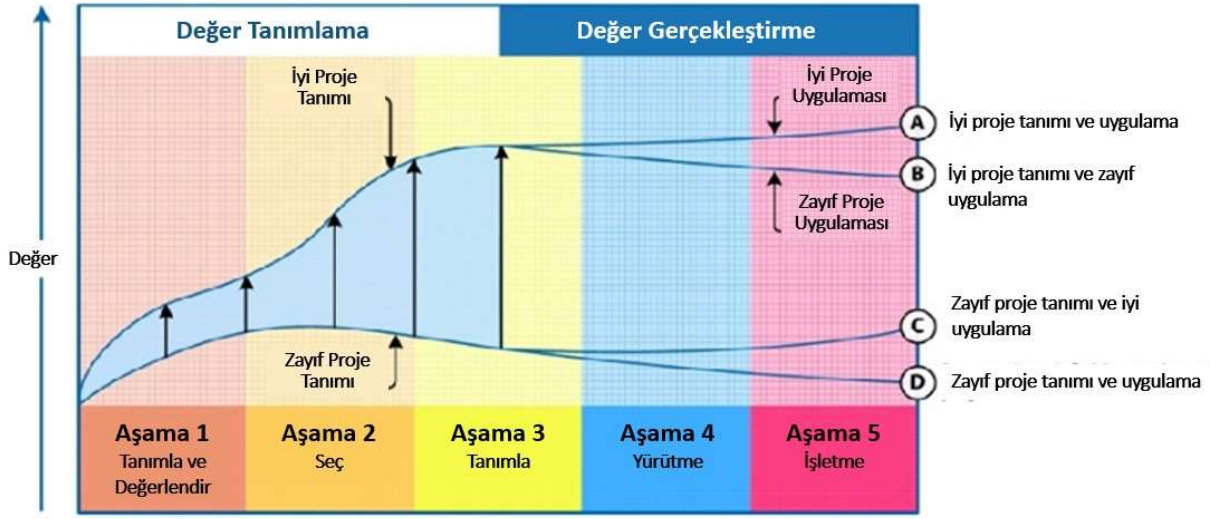
Ön evrede geliştirme uygulamasında bir aşamadan diğerine geçişte belirlenmiş kriterlerin sağlandığının doğrulanması çok önemlidir. Bu doğrulamanın yapıldığı yer kapı olarak kabul edilir ve kapı geçişlerinde çalışmanın yeterli olgunluğa geldiğinin teyit edilmesi beklenir. Bu mekanizmanın proje portföyünü oluşturmaya etkisi Şekil 2.7’de gösterilmiştir. Eğer kapı mekanizması doğru işletilirse yatırım kararının alındığı noktaya daha az sayıda ancak doğru projelerin ulaşması beklenir.



Şekil 2.7. Kapı geçişlerinin doğru uygulanmasının proje portföyüne etkisi (Mumford, 2017)

Firmalar kapı geçişlerinde projenin istenen olgunluğa erişildiğinin kontrolünü kendi belirledikleri prosedürler çerçevesinde yapabildikleri gibi olgunluk seviyesini belirleyebilmek için geliştirilmiş olan endekslerden de faydalanabilirler. Literatürde bu amaca hizmet eden iki değerlendirme aracı söz konusudur. Bunlardan CII tarafından geliştirilen endeks PDRI (Project Definition Rating Index), IPA tarafından geliştirilen FEL-index olarak isimlendirilmiştir (Weijde, 2008).

Değer artırıcı uygulamalar proje geliştirilirken yürütülen belli çalışmalarda (örneğin teknoloji seçimi) kullanılan ve elde edilen tecrübelerle benzer amaçla kullanılan diğer yöntemlerden daha iyi sonuçlar verdiğine kanaat edilmiş uygulamaları ifade etmektedir. Bu tip uygulamalara takım oluşturma, sahada uygulanabilirliğin değerlendirmesi, değişiklik yönetimi, kalite yönetimi gibi uygulamalar örnek verilebilir. Doğru uygulamalar ile ön evrede geliştirme uygulamasının iyi yapılmasının projedeki değer oluşumuna etkisi Şekil 2.8’de gösterilmektedir.



Şekil 2.8. Ön evrede geliştirme yaklaşımının proje değerine etkisi (Hutchinson ve Wabeke, 2006)

Bunlara ilave olarak ön evrede geliştirme çalışmasında görev alacak ekibin doğru oluşturulması da bu çalışmanın verimli olması için en önemli etkenlerden biridir. En ideal takımlar çalışmanın sonunda üretilecek çıktılar dikkate alınarak gerekli tüm disiplinleri içerecek şekilde kurgulanmış takımlardır.

Ön evrede geliştirme yaklaşımı uygulamalarında bazı zorluklar da yaşanabilmektedir. Agiminen ve diğ. (2018) yaptıkları çalışmada en temel zorlukların şunlar olduğunu tespit etmişlerdir:

- Sürecin öneminin anlaşılabilmesi
- Projenin ilk aşamalarındaki güvenilir olmayan veriler
- Sürecin gerektiği gibi uygulanabilmesi için yeterli zamanın olmaması
- İş sahibinin kararsızlığı ya da bilgi eksikliği
- İyi organize edilmiş bir proje ekibinin olmaması

2.6.3. Ön Evrede Geliştirme Yaklaşımının Getirileri

Son ve diğ. (2015) ön evrede geliştirme sürecini, bu aşamada verilen kararların birçok projede en önemli performans göstergesi olarak kabul edilen iş sonu parasal ve zamansal değerlerine önemli etkisi olması nedeniyle, projenin en önemli aşaması olarak görmektedir. Sarde (2016) çalışmasında bu yaklaşımla hem projelerin uygulamasında hem de iş sonunda elde edilebilecek kazanımları şöyle sıralamıştır:

- Yüklenici ile yaşanabilecek anlaşmazlıkların azalması
- Tasarım değişikliklerinin azalması
- Doğru malzeme ve ekipman seçimi
- Doğru iş gücü seçimi
- İşe uygun yüklenici seçimi
- İşin finansal yönetiminde kolaylıklar
- Daha iyi planlama
- Operasyonel performansın artması, proje hatalarının azalması
- Kapsam değişikliklerin en aza inmesi ile iş hedeflerinin daha iyi şekilde yakalanması
- Maliyet ve iş programındaki belirsizliklerin azalması ile daha iyi risk yönetimi yapılması

Weijde (2008) ise kaynaklarda ön evrede geliştirme yaklaşımı ile ilgili tespit ettiği getirileri şöyle belirlemiştir:

- Daha iyi maliyet öngörüsü
- Daha efektif bir maliyet oluşumu
- Daha iyi planlama imkanı
- Projenin daha hızlı tamamlanması
- Kapsamın optimizasyonu
- Operasyon ve iş güvenliğinde daha iyi performans

Gibson ve Bosfield (2013) ön evrede geliştirme yaklaşımının geliştirildiği günden itibaren geçen yaklaşık yirmi yıllık süreçte yaşanan tecrübeleri değerlendirmek için toplam değeri 96,5 milyar USD'yi bulan 1.081 projede bir çalışma yapmışlardır. 279 organizasyondan 800'ün üzerinde kişiyle yapılan görüşmelerin sonucunda projelerde %6 ila %25 oranında maliyette azalma ve %6 ila %39 oranında sürede kısalma yaşandığı görülmüştür.

Ochieng ve diğ. (2016) yaptıkları araştırmada yirmi yıl üzerinde tecrübesi olan ve rafineri sektöründe üst düzeyde görevlerde bulunan yirmi kişi ile görüşmüşlerdir. Katılımcıların tümü bir projenin toplam performansı üzerinde iyi yapılmış bir ön evrede geliştirme

çalışmasının önemli belirleyicilerinden biri olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışma enerji firmalarının yatırımlarını bu şekilde yönetmeleri gerektirdiğini ortaya koymaktadır.

Ön evrede geliştirme yaklaşımı ile doğru projelerin yatırıma dönüşmesi garanti edildiği gibi projelere ait risklerin doğru yönetilmesi, projelerin bütçesinde ve zamanında tamamlanması hem uygulama hem de işletme safhasında ilave değerlerin oluşturulması gibi çok önemli katkılar sağlanmaktadır. Bu önemli katkıların projenin yaşam döngüsünün başlarında, tasarımdaki değişiklikleri etkileme kabiliyetinin nispeten yüksek olduğu ve bu değişiklikleri yapma maliyetinin de nispeten düşük olduğu bir zamanda sağlanması da bu yaklaşımın getirdiği bir başka çok önemli avantajdır.

Tez çalışmasında oluşturulan model açısından incelediğimizde de bu model için en uygun projelerin ön evrede geliştirme sürecini tamamlamış projeler olacağını ifade edebiliriz. Bu sayede karar vericiler proje kriterlerini değerlendirirken yeterli düzeyde proje verisine sahip olacaklardır.

3. YÖNTEM

Çalışma iki aşamalı olarak yürütülmüştür. Birinci aşamada rafineri sektöründe proje portföy seçim kriterleri belirlenmiş, ikinci aşamada ise elde edilen veriler kullanılarak karar destek aracı oluşturulmuştur. Bu iki aşamada da takip edilen iş adımları Şekil 3.1’de gösterilmiştir.

Proje portföy seçim kriterlerinin belirlenmesi maksadıyla nitel bir araştırma yapılması düşünülmüş ve bu amaçla yarı yapılandırılmış mülakat tekniği kullanılarak konu uzmanları ile görüşmeler planlanmıştır.

Mülakat esnasında sorulacak sorular ve görüşme notlarının tutulacağı form taslağı bu konuda deneyim sahibi iki akademisyenin görüşüne sunulmuş, alınan yorumlar doğrultusunda düzeltmeler yapılmıştır. Bu aşamada kişisel verilerin korunması ilkesine özen gösterilmiştir.

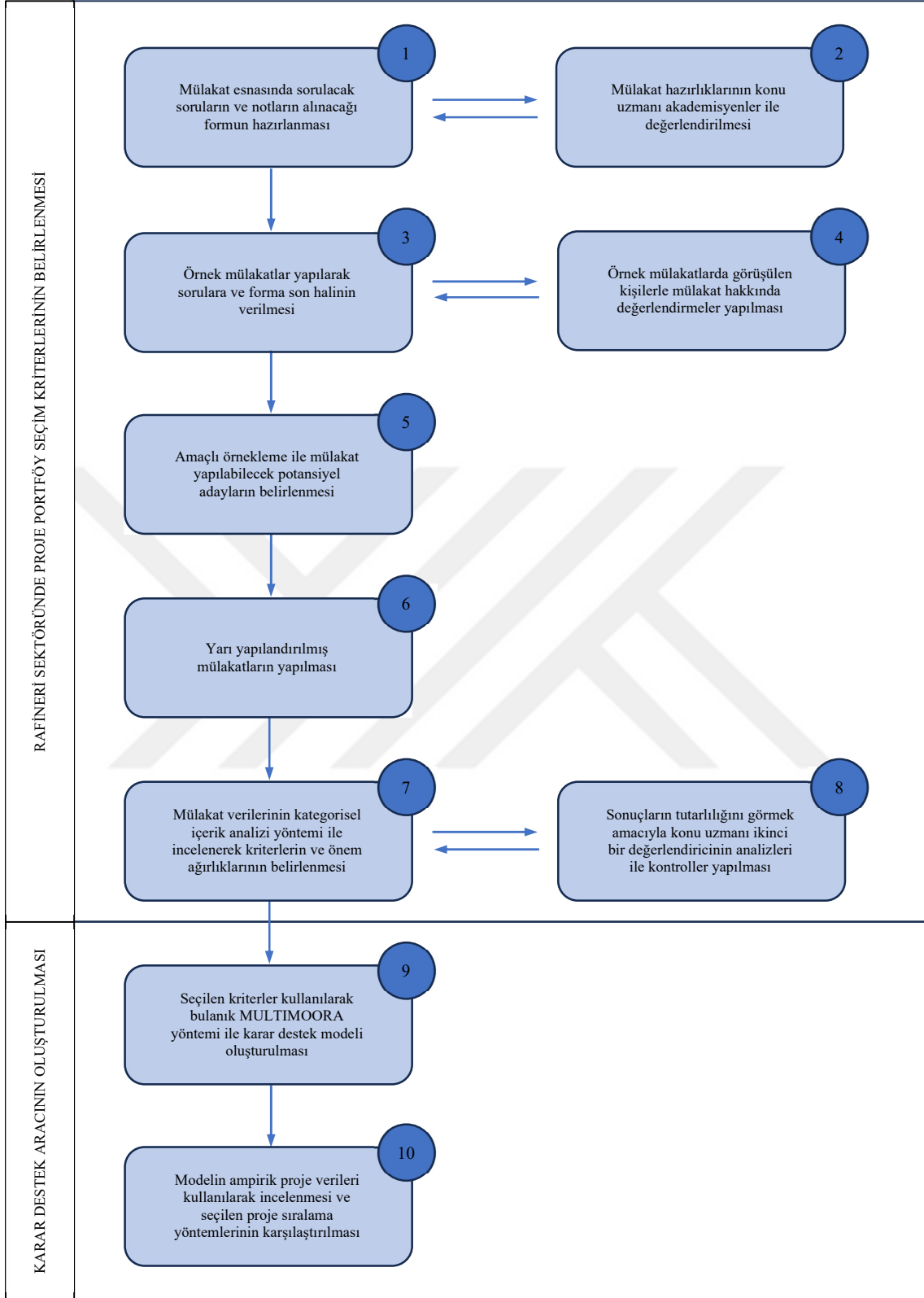
Hazırlık aşamasının sonunda iki örnek mülakat gerçekleştirilmiş, görüşülen kişilerin sorular ve akış hakkındaki değerlendirmeleri doğrultusunda düzenlemeler yapılmıştır.

Amaçlı örnekleme ile potansiyel görüşmecilerin listesi belirlenmiş ve mülakat aşamasına geçilmiştir. Bazıları çevrimiçi bazıları ise yüz yüze olmak üzere toplam yirmi görüşme yapılmıştır. Görüşme sonrası mülakat formları katılımcılara eposta ile gönderilerek görüşme esnasında alınan notlar kendilerine teyit ettirilmiştir.

Mülakatların tamamlanmasından sonraki aşamada verilerin analizinde kategorisel içerik analizi yönteminden faydalanılmıştır. Bulunan sonuçların tutarlılığını görmek amacıyla konu uzmanı ikinci bir değerlendiricinin analizleri ile kontroller yapılmış ve %97 oranında benzerlik görülmüştür.

Karar destek aracının oluşturulması için elde edilen kriterlerden belirlenen şartlara uygunluk sağlayanlar kullanılmış ve bulanık MULTIMOORA yöntemi ile bir model oluşturulmuştur. Bu model ile örnek proje verileri ile sıralamalar yapılmış, sonuçlar sorgulanarak öneriler geliştirilmiştir.

Proje sıralamalarında Baskın-Yönlendirilmiş Grafik Yöntemi ve Konum Sıralama Yöntemi olmak üzere iki farklı metot kullanılarak alınan sonuçlar karşılaştırılmıştır.



Şekil 3.1. Yöntem iş akış diyagramı

4. METOTLAR

4.1. Klasik MULTIMOORA Yöntemi

Bu yöntemin temeli Brauers ve Zavadskas (2006) tarafından önerilen MOORA (Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis) yöntemidir. MOORA yöntemin ilk aşaması alternatiflerin belli kriterler için aldıkları değerlere oran analizi uygulanarak çok amaçlı optimizasyonun yapılmasına dayanır. Ancak bununla yetinilmeyip referans noktaları yaklaşımı ile yapılan ikinci bir çözüm ile bulunan sıralama karşılaştırılır.

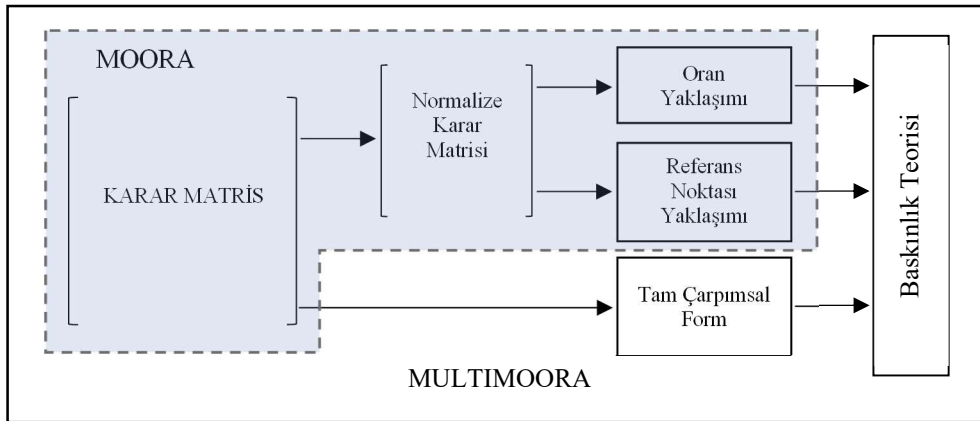
MOORA yöntemini önerirken Brauers ve Zavadskas (2006) şu kabulleri yapmıştır:

- Sayma sayıları kabulü: Yöntemde hedeflerin/kriterlerin sayma sayıları ile değer aldığı durumlar dikkate alınmıştır. Direkt ölçümleme yapılamayan durumlarda alternatif ölçümlenmelerle bu varsayımın sağlanması beklenir. Örneğin, bir bölgedeki hava kirliliğinin kanser hastalığına etkisi yerine o bölgedeki fabrikaların hava kirliliği emisyonunu düşürmeye yönelik yaptıkları yatırımların maliyeti gibi. Eğer bir kriter çok iyi, iyi, orta, kötü gibi dilsel değişkenlerle ifade ediliyorsa bu ifadelerin de alternatif ölçümlenmeler ya da boyutsuz değerler kullanılarak sayma sayıları şeklinde ifade edilmesi beklenir.
- Farklı seçenekler kabulü: Karşılaştırılan alternatifler iyi tanımlanmış ve farklı durumları temsil ediyor olmalıdır.
- Belirleyici özellik kabulü: Bir hedef/kriter onu belirleyen özellik ya da ölçümlenmelerle birlikte düşünülerek değerlendirilmelidir.

Zaman içinde ikili analiz üzerine kurulan bu yapı Tam Çarpımsal Form yaklaşımı ile kuvvetlendirilerek MULTIMOORA adını almıştır (Brauers ve Zavadskas, 2010). Burada temel amaç sonuca birden çok optimizasyon yöntemini kullanarak ulaşmak ve sadece tek bir yöntem kullanılarak sonuca giden yöntemlere göre daha güçlü bir yapıya sahip olmaktır (Brauers ve Zavadskas, 2012). Şekil 4.1’de MULTIMOORA metodunun yapısı gösterilmiştir.

Brauers ve Zavadskas (2010) çok kriterli bir karar verme yönteminin güçlü bir yapıda olması için aşağıdaki yedi şartı sağlamasını beklemektedir:

- 1) Konu ile ilgili tüm paydaşların dahil olması ile şekillendirilen yöntemler kendi sınırlı sayıdaki hedeflerini/kriterlerini savunan tek bir karar vericinin ya da farklı karar vericilerin oluşturduğu yöntemlerden daha güçlüdür.
- 2) Birbiriyle bağlantılı olmayan tüm hedeflerin/kriterlerin dikkate alındığı yöntemler yalnızca sınırlı sayıda hedefi dikkate alan yöntemlerden daha güçlüdür.
- 3) Amaçlar ve alternatifler arasındaki tüm karşılıklı ilişkilerin aynı anda dikkate alan yöntemler bu ilişkilerin ikişer ikişer karşılıklı incelendiği yöntemlerden daha güçlüdür.
- 4) Alternatiflerin seçimi, ağırlıkların belirlenmesi ve normalizasyon işlemi için objektif metotların kullanıldığı yöntemler subjektif metot kullananlardan daha güçlüdür.
- 5) Sayma sayılarına dayalı yöntemler sıra sayılarına dayalı (birinci, ikinci, ...) olanlardan daha güçlüdür. Alternatiflerin her kriter için değer alması, birinci, ikinci şeklinde sıralanmasında daha güçlü bir yapı oluşturur.
- 6) Mevcut en güncel verileri kullanan yöntemler daha eski verilere dayalı olanlardan daha güçlüdür.
- 7) Önceki altı koşul yerine getirildiğinde, iki farklı çok amaçlı optimizasyon yöntemini kullanarak sonuca giden yöntem sadece tek bir yöntem kullanarak sonuca gidene göre daha güçlü bir yapıya sahip olur. Kullanılan yöntem sayısının artması yöntemi daha güçlü hale getirir.



Şekil 4.1. MULTIMOORA metodunun yapısı (Er ve diğ., 2024)

4.1.1. Oran Yaklaşımı

Bu yaklaşımda alternatiflerin belli kriterler için aldıkları değerler kullanarak oran analizi ile çok kriterli optimizasyonunun yapılması hedeflemektedir. İlk adımda alternatiflerin

her bir kriter için aldığı değeri gösteren Denklem (4.1)'de verilen X karar matrisi oluşturulur (Brauers ve diğ., 2008).

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

x_{ij} karar matrisinde her bir i alternatifine ait j kriterinin aldığı değer olup, m toplam alternatif sayısı için $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ve n toplam kriter sayısı için $j = 1, 2, 3, \dots, n$ değerlerini alır.

İkinci adım normalize karar matrisinin oluşturulma aşamasıdır. Normalizasyon işlemi için vektör normalizasyonu tercih edilmiştir. Vektör normalizasyonunda her bir kriter için o kriterde tüm alternatiflerin aldıkları değerlerin karelerinin toplamının karekökünün hesaplanması ile normalizasyon böleni hesaplanır. Denklem (4.2) kullanılarak her bir x_{ij} değeri ait olduğu j kriteri için hesaplanan normalizasyon böleni ile bölünerek ${}_N x_{ij}$ değerleri bulunur. i alternatifinin j kriterine ait normalize değeri olan ${}_N x_{ij}$ boyutsuzdur ve $[0,1]$ aralığında değer alır.

$${}_N x_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (4.2)$$

Alternatiflerin karşılaştırıldığı kriterlerin bazılarının maksimum olması olumlu iken bazılarının ise minimum olması tercih edilir. Örneğin cep telefonları arasında yapılan bir karşılaştırmada kamera çözünürlüğünün yüksek fiyatın ise düşük olması tercih sebebidir. Bu sebeple üçüncü adımda alternatiflerin optimizasyonu yapılırken maksimum olması istenen kriterlerin (fayda kriterleri) normalize değerleri toplanır, minimum olması istenen kriterlerin (maliyet kriterleri) normalize değerleri ise çıkarılır ve her alternatifin ${}_N y_i$ değerleri hesaplanır. Denklem (4.3), i alternatifinin tüm kriterlere göre normalize edilmiş değerlendirme değeri olan ${}_N y_i$ değerinin hesabını gösteriyor olup, g adet maksimum olması istenen kriter için $j = 1, 2, 3, \dots, g$ ve $n-g$ adet minimum olması istenen kriter için $j = g+1, g+2, g+3, \dots, n$ değerlerini alır. Elde edilen ${}_N y_i$ değerlerinin büyükten küçüğe sıralaması alternatiflerin kendi aralarındaki sıralamayı verecektir.

$${}_N\mathcal{Y}_i = \sum_{j=1}^g {}_N\mathcal{X}_{ij} - \sum_{j=g+1}^n {}_N\mathcal{X}_{ij} \quad (4.3)$$

Bazı durumlarda kriterler arasında önem farkları olabilir. Bu durumda ${}_N\mathcal{Y}_i$ değerleri her bir normalize değer için ilgili j kriteri için belirlenen w_j önem katsayısı ile çarpıldığı Denklem (4.4) kullanılarak hesaplanabilir (Brauers ve Zavadskas, 2011).

$${}_N\mathcal{Y}_i = \sum_{j=1}^g w_j {}_N\mathcal{X}_{ij} - \sum_{j=g+1}^n w_j {}_N\mathcal{X}_{ij} \quad (4.4)$$

4.1.2. Referans Noktası Yaklaşımı

Yöntemde kullanılan ikinci yaklaşım referans noktası yaklaşımıdır. Bu amaçla ilk adımda her bir kritere ait r_j referans noktası belirlenir. Referans noktalarının seçimi normalize karar matrisindeki değerler üzerinden yapılır (Brauers ve diğ., 2008). Kriterin fayda kriteri olması durumunda alternatifler arasında o kritere ait en büyük ${}_N\mathcal{X}_{ij}$ değeri, maliyet kriteri olması durumunda ise alternatifler arasında o kritere ait en küçük ${}_N\mathcal{X}_{ij}$ değeri referans noktası olarak kabul edilir.

İkinci adımda normalize karar matrisindeki her bir değer için ilgili referans noktasından mesafeleri hesaplanır ve oluşan yeni matris Denklem (4.5)'de verilen Tchebycheff min-maks yaklaşımı (Mohammadi ve diğ., 2012) uygulanarak en ideal alternatif bulunur. Diğer bir deyişle her bir alternatifin kriter bazında referans noktalarına uzaklıklarının maksimum değeri bulunduğundan sonra bu değerler arasında en küçük değere sahip olan alternatif en ideal alternatif kabul edilir. Küçükten büyüğe yapılan bu sıralama alternatifler arasındaki sıralamayı da belirler.

$$\min_{(i)} \left\{ \max_{(j)} (w_j |r_j - {}_N\mathcal{X}_{ij}|) \right\} \quad (4.5)$$

4.1.3. Tam Çarpımsal Form

Fayda fonksiyonları getiri kalemlerinin tek tek katkı sağlayan toplamsal formda bileşenlerin yanı sıra çarpımsal formda bileşenleri de içerebilir. Bu durum için iki boyutlu $u(y, z)$ fonksiyonu çoklu doğrusal fayda fonksiyonu olarak Denklem (4.6)'de görüldüğü gibi tanımlanabilir (Keeney ve Raiffa, 1993).

$$u(y, z) = k_y u_y(y) + k_z u_z(z) + k_{yz} u_y(y) u_z(z) \quad (4.6)$$

k_{yz} değerinin sıfıra eşit olması durumunda fonksiyon toplamsal forma dönüşürken, sıfırdan büyük olması durumunda ise çarpımsal kısmı da içerir hale gelir. Bununla beraber k_{yz} katsayısının yeterince büyük olması durumunda fonksiyondaki çarpımsal bileşen diğerlerine göre hızla artabileceğinden baskın hale gelecektir. Bu durum dikkate alındığında çarpımsal form içerecek metodun doğrusal olmayan, toplamsal form içermeyen, ağırlık katsayısı kullanılmayan ve normalizasyon gerektirmeyen bir yapıda olması tercih sebebi olmaktadır. Bununla birlikte kriterler arasında bir önem farklılığı oluşturulmak istenirse bunun için genel kabul görmüş olması kaydıyla fonksiyonda önem katsayısı üstel kuvvet olarak kullanılabilir (Brauers ve Zavadskas, 2010). Brauers ve Zavadskas bu yaklaşımla Denklem (4.7) ile önerdikleri formu toplamsal form içeren yapılarla karışmaması adına Tam Çarpımsal Form olarak isimlendirmişlerdir. Sıralama alternatiflerin hesaplanan toplam fayda değerlerinin büyükten küçüğe sıralanması ile oluşur.

$$U_i = \prod_{j=1}^n x_{ij} \quad (4.7)$$

Denklem (4.7)'de U_i i alternatifinin toplam faydasını, x_{ij} karar matrisinde her bir i alternatifine ait j kriterinin aldığı değeri, m toplam alternatif sayısı olmak üzere $i = 1, 2, 3, \dots, m$, n toplam kriter sayısı olmak üzere $j = 1, 2, 3, \dots, n$ değerlerini ifade etmektedir.

Kriterlerin içinde minimize edilmesi gereken maliyet kriterlerinin de bulunması durumunda ise tam çarpımsal form için Denklem (4.8) önerilmiştir.

$$U'_i = \frac{A_i}{B_i} \quad (4.8)$$

Burada i alternatifinde g adet maksimize edilmesi gereken fayda kriteri için A_i toplam fayda değeri $A_i = \prod_{j=1}^g x_{ij}$, $n-g$ adet minimize edilmesi gereken maliyet kriterleri için B_i toplam fayda değeri $B_i = \prod_{j=g+1}^n x_{ij}$ olarak hesaplanır.

Kriterlere önem katsayısı atanması durumunda ise j kriterinin önem ağırlığı w_j olmak üzere A_i Denklem (4.9), B_i Denklem (4.10) kullanılarak bulunur.

$$A_i = \prod_{j=1}^g x_{ij}^{w_j} \quad (4.9)$$

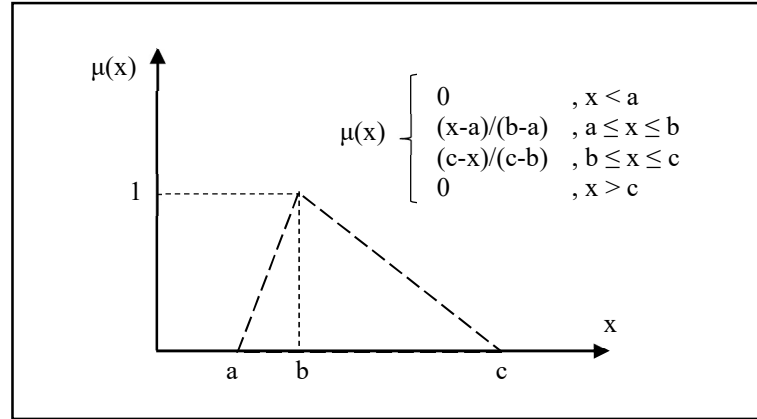
$$B_i = \prod_{j=g+1}^n x_{ij}^{w_j} \quad (4.10)$$

4.1.4. Baskınlık Teorisi

MULTIMOORA üç ayrı yaklaşımın kullanıldığı bir yöntem olduğundan nihai değerlendirme aşamasında üç ayrı sıralama oluşmaktadır. Az alternatifli durumlarda nihai sıralama özet bir tablo üzerinde belirlenebilir. Çok alternatifin olduğu durumlar içinse Brauers ve diğ. (2011) Baskınlık Teorisini geliştirmişlerdir. Bu teori ile eldeki üç ayrı sıralama üzerinden Baskınlık (mutlak baskınlık, genel baskınlık), Geçişkenlik ve Denklik (mutlak denklik, kısmen denklik, döngüsel muhakeme) kavramları kullanılarak tek bir sıralamaya ulaşılmaktadır.

4.2. Bulanık MULTIMOORA Yöntemi

Bulanık mantık teorisinin MULTIMOORA yöntemine ilk uygulaması Brauers ve diğ. (2011) tarafından yapılmıştır. Sonrasında Balezentis ve diğ. (2012a) bu uygulamayı dilsel değişkenleri kapsayacak ve grup kararını içerecek şekilde geliştirmişlerdir. İki çalışmada da Şekil 4.2'de gösterilen üçgen bulanık sayı formu tercih edilmiştir.



Şekil 4.2. Bir üçgen bulanık sayının üyelik fonksiyonu

$\tilde{A} = (a, b, c)$ ve $\tilde{B} = (d, e, f)$ iki pozitif bulanık sayı olmak üzere bu sayıların cebirsel işlemleri Denklem (4.11), (4.12), (4.13) ve (4.14) gibi olacaktır.

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (a, b, c) \oplus (d, e, f) = (a + d, b + e, c + f) \quad (4.11)$$

$$\tilde{A} \ominus \tilde{B} = (a, b, c) \ominus (d, e, f) = (a - d, b - e, c - f) \quad (4.12)$$

$$\tilde{A} \otimes \tilde{B} = (a, b, c) \otimes (d, e, f) = (a \times d, b \times e, c \times f) \quad (4.13)$$

$$\tilde{A} \oslash \tilde{B} = (a, b, c) \oslash (d, e, f) = (a / d, b / e, c / f) \quad (4.14)$$

Bu iki sayının arasındaki mesafe ise Denklem (4.15)'de gösterilen verteks metoduna göre hesaplanır.

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(a-d)^2 + (b-e)^2 + (c-f)^2]} \quad (4.15)$$

Bulanık sayılar durulaştırılırken ise alan merkezi prensibi benimsenmiştir. Buna göre en iyi bulanık olmayan performans değeri olan *BNP* (Best non-fuzzy performace) Denklem (4.16) kullanılarak hesaplanır.

$$BNP \tilde{A} = \frac{(c-a)+b-a}{3} + a \quad (4.16)$$

4.2.1. Bulanık Oran Yaklaşımı

\tilde{X} karar matrisi $\tilde{x}_{ij} = (x_{ij1}, x_{ij2}, x_{ij3})$ elemanlarından oluşuyor olsun. Bu durumda oran yaklaşımındaki hesaplarda Denklem (4.17), (4.18) ve (4.19) kullanılır (Balezentis ve diğ., 2012b).

Denklem (4.17) – Normalizasyon işlemi

$$N\tilde{x}_{ij} = (N\mathcal{X}_{ij1}, N\mathcal{X}_{ij2}, N\mathcal{X}_{ij3}) = \begin{cases} N\mathcal{X}_{ij1} = \frac{x_{ij1}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m [(x_{ij1}^2 + x_{ij2}^2 + x_{ij3}^2)]}} \\ N\mathcal{X}_{ij2} = \frac{x_{ij2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m [(x_{ij1}^2 + x_{ij2}^2 + x_{ij3}^2)]}} \\ N\mathcal{X}_{ij3} = \frac{x_{ij3}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m [(x_{ij1}^2 + x_{ij2}^2 + x_{ij3}^2)]}} \end{cases}, \quad \forall i, j. \quad (4.17)$$

Denklem (4.18) – $N\tilde{y}_i$ değerlerinin hesaplanması

$$N\tilde{y}_i = \sum_{j=1}^g N\mathcal{X}_{ij} \ominus \sum_{j=g+1}^n N\mathcal{X}_{ij} \quad (4.18)$$

Denklem (4.19) – $N\tilde{y}_i = (N\mathcal{Y}_{i1}, N\mathcal{Y}_{i2}, N\mathcal{Y}_{i3})$ değerlerinden BNP_i değerinin hesaplanması

$$BNP_i = \frac{(N\mathcal{Y}_{i3} - N\mathcal{Y}_{i1}) + (N\mathcal{Y}_{i2} - N\mathcal{Y}_{i1})}{3} + N\mathcal{Y}_{i1} \quad (4.19)$$

Alternatiflerin BNP_i değerleri büyükten küçüğe sıralanarak aralarındaki sıralama oluşturulur.

4.2.2. Bulanık Referans Noktası Yaklaşımı

Denklem (4.17) ile bulunan normalize bulanık değerler içinden her bir kritere ait bulanık referans noktaları \tilde{r}_j belirlenir (Balezantis ve diğ, 2012b). Bu amaçla kriterin fayda kriteri olması durumunda Denklem (4.20), maliyet kriteri olması durumunda Denklem (4.21) uygulanır.

$$\tilde{r}_j = (\max_{(i)} N x_{ij1}, \max_{(i)} N x_{ij}, \max_{(i)} N x_{ij3}) \quad (4.20)$$

$$\tilde{r}_j = (\min_{(i)} N x_{ij1}, \min_{(i)} N x_{ij2}, \min_{(i)} N x_{ij3}) \quad (4.21)$$

Normalize karar matrisindeki her bir değer için ilgili referans noktasından Denklem (4.15) vasıtasıyla hesaplanan mesafelerinden oluşan yeni matrise Denklem (4.22)'de gösterilen Tchebycheff min-maks yaklaşımı uygulanarak alternatif sıralaması bulunur.

$$\min_{(i)} \{ \max_{(j)} d(\tilde{r}_j, N \tilde{x}_{ij}) \} \quad (4.22)$$

4.2.3. Bulanık Tam Çarpımsal Form

Bulanık tam çarpımsal form ise Denklem (4.23) ile uygulanır (Balezantis ve diğ, 2012b).

$$\tilde{U}'_i = \tilde{A}_i \otimes \tilde{B}_i \quad (4.23)$$

Burada i alternatifinde g adet maksimize edilmesi gereken fayda kriteri için \tilde{A}_i toplam bulanık fayda değeri $\tilde{A}_i = (\tilde{A}_{i1}, \tilde{A}_{i2}, \tilde{A}_{i3}) = \prod_{j=1}^g x_{ij}$, $n-g$ adet minimize edilmesi gereken maliyet kriterleri için \tilde{B}_i toplam bulanık fayda değeri $\tilde{B}_i = (\tilde{B}_{i1}, \tilde{B}_{i2}, \tilde{B}_{i3}) = \prod_{j=g+1}^n x_{ij}$ şeklinde hesaplanır. Her bir alternatif için bulunan \tilde{U}'_i toplam bulanık fayda değeri durulaştırılarak ait olduğu alternatifin BNP_i değeri hesaplanır. Alternatifler bulunan BNP_i değerlerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanırlar.

4.3. Vektör Normalizasyonun Seçilme Nedeni

Brauers ve diğ. (2008) daha önce açıklandığı gibi normalizasyon sırasında bölen olarak her kriter için alternatiflerin o kriterde aldıkları değerlerin karelerinin toplamının karekökünü kullanmışlardır. Bu seçimi yaparken diğer normalizasyon yaklaşımlarını inceleyerek gördükleri sakıncalarla ilgili şu değerlendirmeleri yapmışlardır.

4.3.1. Toplama Oranlama

Bu yöntemde bölen olarak Denklem (4.24)'de gösterildiği gibi her kriter için alternatiflerin aldıkları değerlerin toplamı kullanılmaktadır.

$$N x_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (4.24)$$

Ülkelerin büyüme oranı gibi sadece pozitif değer almayan bir kriter söz konusu olduğunda bölen değeri pozitif ya da negatif olabileceği gibi sıfır değerini alması da mümkün olabilir. Bu durumda oranlar da pozitif, negatif ya da tanımsız olabilir. Bu da normalize karar matrisi $[0,1]$ ya da $[-1,1]$ aralığında değer almamasına sebep olacaktır.

4.3.2. Scharlig Oranı

Bu yöntemde alternatiflerden birinin aldığı kriter değerleri referans noktaları olarak belirlenir. Böyle bir durumda alternatifin tüm kriterler için değer alması zorunlu olacaktır. Ayrıca farklı alternatiflerin referans alınması durumunda sonuçların değişmesi de söz konusu olabilmektedir.

4.3.3. Weitendorf Oranı

Weitendorf oranları kriterin fayda ya da maliyet kriteri olması durumuna göre Denklem (4.25) veya (4.26)'deki gibi uygulanmaktadır.

$$N x_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^-}{x_j^+ - x_j^-} \quad \text{fayda kriteri olması durumunda} \quad (4.25)$$

$$N x_{ij} = \frac{x_j^+ - x_{ij}}{x_j^+ - x_j^-} \quad \text{maliyet kriteri olması durumunda} \quad (4.26)$$

Burada x_j^+ alternatifler arasında kriterin aldığı maksimum değere, x_j^- ise alternatifler arasında kriterin aldığı minimum değere karşı gelmektedir. Bu yöntemle normalize edilen

karar matrisi ile yapılacak referans noktası karşılaştırmasında tüm kriterlerin referans noktası değeri 1 çıkacağından min-maks metriğini uygulamak ve alternatifler arasında sıralama yapmak mümkün olmayacaktır.

4.3.4. Van Delf ve Nijkamp Maksimum Değer Oranı

Normalize değerler Denklem (4.27)'de gösterildiği gibi kriterin fayda ya da maliyet kriteri olması durumuna göre o kriterin alternatifler arasında aldığı maksimum ya da minimum değere bölünmesi ile bulunur.

$$N\mathcal{X}_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^+} \quad (4.27)$$

Burada x_j^+ alternatifler arasında kriterin türüne göre aldığı maksimum ya da minimum değer olup değerinin sıfır olması normalize değer tanimsız olmasına yol açacaktır. Sembolik olarak bu değere 0,001 gibi çok küçük bir değer verilirse bu da normalize değer [0,1] aralığının çok büyük bir farkla dışında kalmasına yol açacaktır ki bu da yöntemin sağlıklı uygulanmasının önüne geçecektir.

4.3.5. Jütler Oranı

Normalizasyon Denklem (4.28)'e göre yapılır. x_j^+ alternatifler arasında kriterin türüne göre aldığı maksimum ya da minimum değer olduğundan Van Delf ve Nijkamp oranı ile aynı problem söz konusudur.

$$N\mathcal{X}_{ij} = \frac{x_j^+ - x_{ij}}{x_j^+} \quad (4.28)$$

4.3.6. Stopp Oranı

Normalizasyon Denklem (4.29) veya (4.30)'a göre yapılır. x_j^+ alternatifler arasında kriterin aldığı maksimum değere, x_j^- ise alternatifler arasında kriterin aldığı minimum değere eşit olup Weitendorf oranı ile aynı problem söz konusudur.

$$N\mathcal{X}_{ij} = \frac{100 x_{ij}}{x_j^+} \quad \text{fayda kriteri olması durumunda} \quad (4.29)$$

$$N\mathcal{X}_{ij} = \frac{100 x_j^-}{x_{ij}} \quad \text{maliyet kriteri olması durumunda} \quad (4.30)$$

4.3.7. Körth Oranı

Normalizasyon Denklem (4.31)'e göre yapılır ki hem Weitendorf oranına hem de Van Delf ve Nijkamp oranına yapılan eleştiriler burada da söz konusu olacaktır.

$${}_N x_{ij} = 1 - \left| \frac{x_j^+ - x_{ij}}{x_j^+} \right| \quad (4.31)$$

4.3.8. Doğrusal Olmayan Peldschus Oranı

Daha önceki yedi oran doğrusal normalizasyonun farklı uygulamaları şeklindeydi. Burada ise fayda ve maliyet oranları için doğrusal olmayan Denklem (4.32) ve (4.33)'e verilen normalizasyon formülleri önerilmiştir. Ancak yine Weitendorf oranı ile aynı problemin yaşanması söz konusu olacaktır.

$${}_N x_{ij} = \left(\frac{x_{ij}}{x_j^+} \right)^2 \quad \text{fayda kriteri olması durumunda} \quad (4.32)$$

$${}_N x_{ij} = \left(\frac{x_j^-}{x_{ij}} \right)^3 \quad \text{maliyet kriteri olması durumunda} \quad (4.33)$$

4.4. Min-Maks Metriğinin Seçilme Nedeni

Brauers ve diğ. (2008) referans noktası karşılaştırmasında min-maks metriğini seçmelerinin nedenlerini şu başlıklar altında açıklamışlardır.

4.4.1. Referans Noktası Seçimi

Referans noktası teorisi Tchebycheff (1821–1894) ve Minkowski'ye (1864–1909) dayanan bir teoridir. Referans noktalarının belirlenmesi ve bu noktalara olan uzaklıklar bu teoremin temel dayanaklarıdır. Referans noktaları belirlenirken tamamen isteğe bağlı referans noktaları yerine kriterlerin türüne göre maksimal değerlerin referans noktası seçilmesi en makul sonuçları verecektir.

4.4.2. Referans Noktası ile Mesafenin Ölçümü

Denklem (4.34)'te verilen Minkowski metriği iki nokta arası mesafe ölçüsü için en genel yaklaşımdır.

$$\min M_i = \left(\sum_{j=1}^n (r_j - {}_N x_{ij})^\alpha \right)^{1/\alpha} \quad (4.34)$$

Burada M_i i alternatifine ait Minkowski metriğini, r_j j kriterine ait referans noktasını, ${}_N x_{ij}$ ise i alternatifinin j kriterine ait normalize değerini ifade etmektedir.

Minkowski metriği $\alpha \rightarrow \infty$ olması durumunda her nokta için sadece bir mesafe değeri tanımlar ki bu da min-maks metriğine eşittir.

4.4.3. Referans Noktası için TOPSIS Yaklaşımın Değerlendirilmesi

TOPSIS (Technique for the Order of Prioritisation by Similarity to Ideal Solution) 1981 yılında Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen bir yöntemdir. Temel yaklaşımı en uygun alternatifin pozitif ideal çözüme en yakın negatif ideal çözüme ise en uzak mesafede olan alternatif olduğu varsayımı üzerine kuruludur.

Yöntemin ilk adımında karar matrisi oluşturulur. Karar matrisinden hareketle normalize matris elde edilir. Daha sonrasında normalize edilmiş karar matrisi ağırlıklandırılarak pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm değerleri belirlenir. Her alternatifin bu çözüm değerlerine uzaklığı öklid yaklaşımı ile hesaplanır. Denklem (4.35)'de gösterildiği üzere negatif ideal çözüme uzaklık değerinin, pozitif ideal çözüme uzaklık değeri ile negatif ideal çözüme uzaklık değerlerinin toplamına oranı ideal çözüme göreceli uzaklık değerini verir. Bu değer sıfırla bir arasında bir değer olup bire yakınsaması ilgili karar noktasının pozitif ideal çözüme sıfıra yakınsaması da negatif ideal çözüme yakınlığını gösterir.

$${}_N \mathcal{Y}_i = \frac{{}_N \mathcal{Y}_i^-}{{}_N \mathcal{Y}_i^- + {}_N \mathcal{Y}_i^+} \quad (4.35)$$

Buradaki en temel kaygı pozitif ve negatif ideal çözüme uzaklık değerlerinin rölatif öneminin dikkate alınmamış olmasıdır (Opricovic ve Tzend, 2004).

4.5. Sıralama Metotları

Alternatiflerin sıralanması için MULTIMOORA ile beraber önerilen Baskınlık Teorisi önerilmiş olmasına rağmen bu teorinin kullanılmasında bazı çekinceler söz konusudur (Hafezalkotob ve diğ., 2019). Bunlar yöntemin henüz otomatize edilememiş olması ve döngüsel muhakeme (circular reasoning) yaklaşımı nedeniyle birçok alternatifin aynı

sıralamayı alması olarak ifade edilmiştir. Bu çalışmada Baskınlık Teorisi yerine Baskın-Yönlendirilmiş Grafik Yöntemi ve Konum Sıralama Yöntemlerinden faydalanılmıştır.

4.5.1. Baskın-Yönlendirilmiş Grafik Yöntemi

Bu yöntem turnuva yöntemi olarak da bilinmektedir (Altuntaş ve diğ., 2015). Her alternatifin bir turnuvaya katılmış bir takım olduğu varsayımı ile bir takımın diğerine baskın geldiği duruma 1, aksi halde ise 0 puan verilir. Bu puanlama usulü ile her turnuvanın verteks matrisi $M=[m_{ij}]$ oluşturulur. Bu matris kullanılarak $A = M + M^2$ hesap edilir. A matrisinin her satırı bir alternatifi temsil ettiğinden bu satırı oluşturan değerlerin toplamı o alternatifin puanı olacaktır. Alternatifler en yüksek puandan başlayarak sıralanır. MULTIMOORA'yı oluşturan üç yöntemin her biri bir turnuva olarak düşünülerek alternatifin puanı bu üç turnuvadan alınan toplam puan olarak değerlendirilmelidir.

4.5.2. Konum Sıralama Yöntemi

Bu metoda göre her alternatifin sıralaması MULTIMOORA'daki her bir yöntemdeki sıralaması dikkate alınarak Denklem (4.36) ile hesaplanan değere göre belirlenir (Altuntaş ve diğ., 2015). Sıralama en düşük değer hesaplanan alternatiften en yüksek değeri alan alternatife doğru yapılır.

$$r(d_i) = 1 / (\sum_{j=1}^k 1 / \text{sıralama } d_{ij}), \quad \forall i. \quad (4.36)$$

Burada $r(d_i)$ i alternatifinin sıralama puanını, p alternatif sayısı olmak üzere $i = 1, 2, 3, \dots, p$ ve k değer elde edilen yöntem sayısı olmak üzere $j = 1, 2, 3, \dots, k$ değerlerini ifade etmektedir.

5. RAFİNERİ SEKTÖRÜNDE PROJE PORTFÖY SEÇİM KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ

5.1. Sayıtlar

Rafineri sektöründe proje portföyü seçimi konu başlığı altında yapılacak bir çalışmada iki farklı yatırım durumundan bahsedilebilir. Birincisi tamamen yeni bir rafineri tesisi kurmak isteyen bir yatırımcının durumudur. Burada yatırımcının içinden seçim yapacağı proje portföyü kurulması planlanan tesisin kabiliyet ve kapasitesini belirleyeceği aday projelerden oluşacaktır. Oysaki hali hazırda bu sektörde faaliyet gösteren bir işveren ise mevcut tesislerinin çeşitli ihtiyaçlarını karşılamaya ya da imkanlarını artırmaya yönelik projelerin oluşturduğu bir proje portföyüne sahiptir. Bu iki durumda proje seçim kriterleri kısmen benzerlik gösterse de karar vericilerin konuya yaklaşımları arasında farklar olacaktır. Bu çalışma, sektörün geneline hitap eden ikinci durum dikkate alınarak yürütülmüştür.

Proje portföyünün fikir aşamasında olmayan, üzerinde çalışılmış ve yeterli olgunluğa ulaşmış projelerden oluştuğu kabul edilmiştir. Bunun temel sebebi, çalışma sonucunda oluşturulacak çok kriterli karar verme modelinde karar vericilerin proje kriterlerini değerlendirirken yeterli düzeyde proje verisine sahip olmalarının önemidir.

Belirlenecek proje seçim kriterlerinin yatırım kararlarını etkileyecek özel koşulların (savaş, salgın hastalık, vb.) olmadığı normal piyasa şartlarında geçerli olacağı düşünülmüştür.

Firmaların yatırım bütçeleri sınırsız değildir. Ellerindeki kaynaklarla belli bir değere kadar olan projeleri finanse edebilirler. Bu değeri aşan projelerin yatırımcı tarafından değerlendirilmeye alınmayacağı düşüncesiyle çalışmaya esas proje portföyünün yatırımcının bütçe limitleri dahilindeki projelerden oluştuğu varsayılmıştır.

Son olarak da görüşme yapılan kişilerin görüş ve düşüncelerini herhangi bir etki altında olmadan ve herhangi bir kısıtlama yapmaksızın bağımsız ve şeffaf bir şekilde paylaşacakları varsayılmıştır.

5.2. Sınırlılıklar

Rafineri projeleri oldukça spesifik bir alan olduğundan amaçlı örnekleme yapılarak bu konuda uzmanlaşmış kişilerle görüşülmüştür. Bu durum görüşme için erişilebilecek kişi sayısını kısıtlamıştır.

5.3. Araştırma Modeli

Mülakatlarda yarı yapılandırılmış mülakat tekniği kullanılmıştır. Görüşülen kişilere temel olarak şu sorular yöneltilmiştir:

- Rafineri sektöründe yatırım projelerinin portföy seçiminde dikkate aldığınız kriterler nelerdir?
- Bu kriterlerin kararınız içindeki önem ağırlığı nedir?
- Bu kriterleri ölçümlediğiniz sayısal ya da sözel ölçütler nelerdir?
- Ölçüt sözelse aldığı değerler nelerdir ve bu değerler kriterin hangi derecede sağlandığını ifade eder?
- Bu ölçütün artış ya da azalışı kararınızı nasıl etkiler? (Kriter tipi: Fayda ya da Maliyet kriteri)

Görüşülen kişilerden kriterlerin önem ağırlıklarını çok az, az, orta, yüksek ve çok yüksek olmak üzere beşli skala üzerinden belirlemeleri istenmiştir.

5.4. Çalışma Grubu

Kriterlerin belirlenmesi amacıyla amaçlı örnekleme ile belirlenecek kişilerle yapılacak mülakatlardan faydalanması planlanmıştır. Amaçlı örneklemede örneklemdaki birimler tarafsızlık ilkesine uygun olarak evrendeki özelliklerine göre araştırmacı tarafından seçililer (Koçak ve Arun, 2006). Bu yaklaşımla seçilen kişiler arasından Tablo 5.1’de listelenen 20 kişi ile çevrimiçi ya da yüz yüze mülakatlar yapılmıştır. Görüşülecek kişi sayısı belirlenirken Kozak (2021) tarafından tavsiye edilen görüşme sayısı ve görüşmelerde yeni kriterlerden bahsedilme sıklığının düştüğü nokta dikkate alınmıştır.

Katılımcıların tümü rafineri sektöründe ya projelerin geliştirme ve/veya hayata geçirilme süreçlerinde çalışmış ya da yatırım yapılacak projelerin seçiminde karar verici olarak görev almış kişilerden oluşmaktadır. Görüşülen kişilerin toplam tecrübelerinin ortalaması

24,8 yıl, rafineri sektöründeki tecrübelerinin ortalaması ise 19,8 yıldır. Görüşmeler esnasında bu kişilerin on tanesi çalıştıkları firmalarda genel müdür, genel müdür yardımcısı ya da direktör pozisyonlarında üst düzey yönetici olarak görev yapmaktaydılar. Diğer on kişi ise orta düzey yönetici, uzman, danışman ve akademisyenlik gibi görevler yürütmekteydiler.

Tablo 5.1. Mülakat listesi

Mülakat No	Bulunduğu Görev	Görüşülen Kişinin Ülkesi	Görüşülen Kişinin Toplam Tecrübesi (Yıl)	Görüşülen Kişinin Sektör Tecrübesi (Yıl)
1	Orta Düzey Yönetici	TR	14	11
2	Danışman	USA	40	40
3	Orta Düzey Yönetici	TR	22	20
4	Üst Düzey Yönetici	ES	30	30
5	Danışman	USA	38	30
6	Üst Düzey Yönetici	TR	28	7
7	Üst Düzey Yönetici	TR	28	25
8	Kıdemli Uzman	TR	13	12
9	Üst Düzey Yönetici	TR	16	16
10	Üst Düzey Yönetici	TR	35	16
11	Üst Düzey Yönetici	TR	18	15
12	Orta Düzey Yönetici	TR	20	15
13	Üst Düzey Yönetici	TR	23	17
14	Akademisyen	TR	40	35
15	Üst Düzey Yönetici	TR	26	26
16	Kıdemli Uzman	TR	18	16
17	Üst Düzey Yönetici	TR	27	7
18	Orta Düzey Yönetici	TR	17	13
19	Üst Düzey Yönetici	TR	18	5
20	Orta Düzey Yönetici	TR	25	19

5.5. Geçerlilik ve Güvenirlilik

Çalışmanın geçerliliğinin sağlanabilmesi için her aşamada özenli bir çalışma yürütülmüştür. Araştırmada toplanacak verilerin modelde kullanılacak olan Bulanık MULTIMOORA yönteminin ihtiyaç duyacağı verileri sağlamasına özen gösterilmiştir. Ayrıca görüşme yapılan grubun profilini ortaya koyabilmek için meslek, tecrübe ve mevcut görevlerine ait verilerin de toplanması düşünülmüştür. Bu amaçla hazırlanan sorular taslak görüşme formu beraberinde nitel analiz ile çalışmalar yapan iki akademisyen ile paylaşılarak değerlendirilmeleri alınmıştır. Ayrıca iki tane pilot mülakat

yapılarak görüŖülen kiŖilerin değerlendirmelerinden de faydalanılmıŖtır. Soruların görüŖülen kiŖiler tarafından açık, cevap verilebilir ve cevaplamaya uygun olması prensipleri dikkate alınmıŖtır. Verilen tüm cevaplar görüŖmecii tarafından daha önce formatı belirlenmiŖ forma not edilmiŖ, görüŖme sonrası görüŖülen kiŖilerle e-posta üzerinden paylaŖılarak varsa düzeltmeleri talep edilmiŖtir. GörüŖülen kiŖilerde mümkün olduğunca çeŖitlilik sağlanarak farklı bakıŖ açılarının alıŖmaya katkısı saęlanmıŖtır. Mülakatlar esnasında görüŖme notlarının alındığı formlar Ek-B’de görülebilir.

alıŖmanın güvenilirliğini sağlamak amacıyla verilerin analizinde sistematik bir yaklaŖım sergilenmiŖtir. Veriler incelenirken içerik analizinin kategorisel analiz tekniğinden faydalanılmıŖtır. Bu teknikte içerik analizi yapılan içerikteki unsurlar belirlenen kategoriler halinde gruplandırılarak frekans analizine tabi tutulurlar (Bilgin, 2014).

Bulunan sonuçların tutarlılığını görmek amacıyla da konu uzmanı ikinci bir değerlendiriciden aynı analizi, mevcut sonuçları bilmeden, bağımsız bir Ŗekilde yapması istenmiŖtir. İki analiz karŖılaŖtırıldıęında %97 oranında benzer sonuçların çıktığı görülmüŖtür.

5.6. AraŖtırma Sonuçları

Alınan tüm cevaplar tek bir dosyada 101 madde olarak toplanmıŖtır. Yapılan değerlendirmede görüŖülen kiŖilerin mükerrer ve kapsam dıŖı maddeleri çıkarıldığında kalan 91 madde 15 ayrı kriterde gruplandırılmıŖtır. Tablo 5.2 ve Tablo 5.3’te analiz sonuçları verilmektedir.

alıŖmanın sonuçlarına göre ilk beŖ kriter Ŗöyle sıralanmıŖtır: 1. Karlılık, 2. Yasal Gereklilik, 3. Çevresel, Sosyal ve Kurumsal YönetiŖime Katkı, 4. Operasyonel Gereklilik, 5. Sağlık ve Emniyet. Bu beŖ kriterlerin belirtilme frekansı %10 ila %22 arasında deęiŖirken, toplam belirtilme frekansları %75 olarak gerekleŖmiŖtir. Katılımcıların hepsi Karlılık kriteri üzerinde durduğundan bu kriteri belirten katılımcı frekansı %100 olmuŖtur. Yasal Gereklilik ise önem ağırlığı olarak diğer kriterlerden ayrıŖmıŖtır. Diğer dört kriterin önem ağırlığı yüksek olarak bulunmuŖken Yasal Gereklilik için bu değer çok yüksek ıkmıŖtır.

Tablo 5.2. Analiz sonuçları-1

Kriter	Ölçüt	Ölçek Tipi	Belirtildiği Madde Sayısı	Belirtilme Frekansı	Belirten Katılımcı Frekansı
Karlılık	Net Bugünkü Değer (NPV)	Sayısal	20	22,0%	100%
Yasal Gereklilik	Projeyi yapmamanın maliyeti	Sayısal	17	18,7%	85%
Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetişime Katkı	ESG değerlemesine etki	Dilsel	12	13,2%	60%
Operasyonel Gereklilik	Risk analizi	Dilsel	10	11,0%	50%
Sağlık ve Emniyet	Risk analizi	Dilsel	9	9,9%	45%
Paydaş Memnuniyetine Etki	Yatırımın Memnuniyetine Etkisi	Dilsel	5	5,5%	25%
Esneklik Artırma	İş modelinin riskini azaltma etkisi	Dilsel	4	4,4%	20%
Şirket Stratejilerine Uyum	Şirket stratejileri ile uyum	Dilsel	3	3,3%	15%
İnovasyon	İnovasyon değeri	Dilsel	3	3,3%	15%
Proje Maliyeti	Projenin maliyeti	Sayısal	2	2,2%	10%
Şirket Finansallarına Etki	Borçluluk göstergesine etki	Dilsel	2	2,2%	10%
Pazar Hakimiyeti	Pazar payına stratejik etki	Dilsel	1	1,1%	5%
Proje Olgunluğu	Proje olgunluk seviyesi	Dilsel	1	1,1%	5%
Sinerji Etkisi	Katkı ile ulaşılan toplam karlılık	Sayısal	1	1,1%	5%
Proje İnşa Edilebilirliği	Kaynakların yeterliliği	Dilsel	1	1,1%	5%
TOPLAM			91	100%	

Tablo 5.3. Analiz sonuçları-2

Kriter	Belirtildiği Madde Sayısı	Önem Ağırlığı					
		Çok Yüksek	Yüksek	Orta	Az	Çok Az	Ortalama Ağırlık
Karlılık	20	8	11	1	0	0	4 Yüksek
Yasal Gereklilik	17	14	3	0	0	0	5 Çok Yüksek
Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetişime Katkı	12	4	5	2	1	0	4 Yüksek
Operasyonel Gereklilik	10	2	4	4	0	0	4 Yüksek
Sağlık ve Emniyet	9	3	5	1	0	0	4 Yüksek
Paydaş Memnuniyetine Etki	5	1	1	2	0	1	3 Orta
Esneklik Artırma	4	0	2	1	1	0	3 Orta
Şirket Stratejilerine Uyum	3	1	2	0	0	0	4 Yüksek
İnovasyon	3	0	0	1	2	0	2 Az
Proje Maliyeti	2	0	1	0	1	0	3 Orta
Şirket Finansallarına Etki	2	0	0	2	0	0	3 Orta
Pazar Hakimiyeti	1	0	1	0	0	0	4 Yüksek
Proje Olgunluğu	1	0	1	0	0	0	4 Yüksek
Sinerji Etkisi	1	0	0	1	0	0	3 Orta
Proje İnşa Edilebilirliği	1	0	1	0	0	0	4 Yüksek
TOPLAM	91						

Çalışmayı üst düzey yöneticiler ve diğer katılımcılar olarak karşılaştırdığımızda Tablo 5.4'te görüleceği üzere ilk beş kriter değişiklik göstermemiştir. Ancak üst düzey yöneticilerde bu beş kriter diğer kriterlerden çok daha belirgin şekilde ayrılmaktadırlar. Beş kriterin toplam belirtilme frekansı %83'e yükselirken diğer katılımcılarda %67'de kalmaktadır. Bu kriterlere ilave olarak diğer katılımcılarda Paydaş Memnuniyetine Etki kriterinin belirtilme frekansının %40'a ulaştığı görülmektedir.

Tablo 5.4. Üst düzey yönetici ve diğer katılımcıların karşılaştırması

Kriter	Üst Düzey Yöneticiler			Diğer Katılımcılar		
	Belirtilme Frekansı	Belirten Katılımcı Frekansı	Önem Ağırlığı	Belirtilme Frekansı	Belirten Katılımcı Frekansı	Önem Ağırlığı
Karlılık	23.8%	100%	4	20.4%	100%	4
Yasal Gereklilik	19.0%	80%	5	18.4%	90%	5
Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetişime Katkı	16.6%	70%	4	10.2%	50%	4
Operasyonel Gereklilik	11.9%	50%	4	10.2%	50%	4
Sağlık ve Emniyet	11.9%	50%	5	8.2%	40%	4
Paydaş Memnuniyetine Etki	2.4%	10%	5	8.2%	40%	3
Esneklik Artırma	4.8%	20%	4	4.1%	20%	3
Şirket Stratejilerine Uyum	2.4%	10%	4	4.1%	20%	5
İnovasyon	4.8%	20%	2	2.0%	10%	3
Proje Maliyeti	-	-	-	4.1%	20%	3
Şirket Finansallarına Etki	-	-	-	4.1%	20%	3
Pazar Hakimiyeti	-	-	-	2.0%	10%	4
Proje Olgunluğu	-	-	-	2.0%	10%	4
Sinerji Etkisi	2.4%	10%	3	-	-	-
Proje İnşa Edilebilirliği	-	-	-	2.0%	10%	4

Araştırma çıktılarına göre katılımcılar tarafından ifade edilen kriterlerin içerikleri şöyle özetlenebilir.

- 1) Karlılık: Bir projenin yatırım ve işletme dönemindeki maliyetleri ile bu projeden elde edilecek kazançların karşılaştırılmasıdır. Katılımcılar bu kriteri ölçümlerken genel olarak üç ayrı parametreden bahsetmişlerdir: İç karlılık oranı, net bugünkü değer ve geri dönüş süresi. Bir grup katılımcı iç çevrim oranını önceliklendirirken, diğer bir kısmı ise net bugünkü değerini daha öncelikli bir parametre olması gerektiğini belirtmişlerdir. Brealey ve Myers (1991) bu parametreleri dikkate alarak yaptıkları

karşılaştırmada net bugünkü değeri karlılık kararını en doğru şekilde yönlendiren parametre olarak ifade etmişlerdir.

- 2) Yasal Gerekliklik: Rafineri operasyonlarına etki eden yasal mevzuatlara uyumun sağlanması amacıyla yapılan projelerin ana kriteri olarak ifade edilmiştir. Bu mevzuatlar tesislerle ilgili düzenlemeleri içerebileceği gibi üretilen ürünlerin özellikleri ile ilgili de olabilir. Katılımcılar genel olarak bu kriterin ölçütünü projenin yapılmamasının maliyeti olarak ifade etmişlerdir. Bazı katılımcılar bu maliyeti sadece yatırımın yapılmamasının operasyonun devamlılığına mali etkisi üzerinden düşünürken bazıları ise bu etkinin yatırımın kendi maliyeti ile kıyaslanarak aradaki fark üzerinden değerlendirme yapmanın daha doğru olacağını belirtmişlerdir. Yatırımın getirisi ve maliyeti Karlılık kriterinde dikkate alındığından bu kriterde sadece yatırımın yapılmamasının operasyonun devamlılığına mali etkisi üzerinden değerlendirme yapmak kriterlerin bağımsızlığı ilkesine daha uygun olacaktır.
- 3) Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetişime Katkı: Genel kullanımda İngilizce kısaltması ESG ile ifade edilen Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetişim son dönemde dikkate değer bir hızla gelişen bir kavram olup bir şirketin operasyonlarında çevreye, sosyal değerlere ve kurumsal yönetim etiklerine gösterdiği uyumu değerlendirmektedir. Bu konuya önem veren şirketler piyasalarda daha çok güven duyulan kurumlar arasına girmektedir. Dolayısıyla ESG'ye katkı sağlayacak projeler artık daha çok öncelik almaktadır. Her ne kadar şirketleri bu yönden derecelendiren bazı parametreler kullanılmaya başlanmış olsa da henüz yaygınlaşmadığından katılımcılar bu kriteri dilsel ölçekle değerlendirmeyi tercih etmişlerdir.
- 4) Operasyonel Gerekliklik: Bu kriterde projelerin tesislerdeki operasyonların güvenli bir şekilde devam edebilmesi ya da darboğazların giderilmesine sağladığı katkı değerlendirmekte olup katılımcıların çoğu ölçümlemenin projenin iyileştireceği operasyonel durumun risk analizine göre yapılmasını önermişlerdir.
- 5) Sağlık ve Emniyet: İnsan, çevre ve varlığa zarar verecek durumları önlemeye yönelik projeler bu kriterle ifade edilmiştir. Katılımcılar ölçümlemenin projenin önleyeceği tehlikenin risk analizine göre yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.

- 6) Paydaş Memnuniyetine Etki: İç ve dış paydaşların memnuniyetini sağlamaya yönelik projeler bu kapsamda değerlendirilmiştir. Ölçümlenin memnuniyete katkıyı ifade eden dilsel ölçekle yapılabileceği değerlendirilmiştir.
- 7) Esneklik Artırıcı: Yapılan bir projenin şirkete sağladığı operasyonel esneklik ve direnci değerlendiren bir kriter olarak tanımlanmış ve çoğunlukla dilsel ölçek önerilmiştir.
- 8) Şirket Stratejilerine Uyum: Projelerin önceden belirlenmiş şirket stratejilerine uyumunu ölçen bir kriter olarak tanımlanmıştır.
- 9) İnovasyon: Bu kriter projelerin yeni gelişen teknolojileri öğrenme hedefini ölçümlemek için yapılan önerileri tanımlamaktadır.
- 10) Proje Maliyeti: Projelerin yatırım maliyetlerini karşılaştıran sayısal bir kriter olarak önerilmiştir.
- 11) Şirket Finansallarına Etki: Projelerin şirketlerin finansal göstergelerine ya da uluslararası finansmana ulaşımına etkisini değerlendiren yorumlar bu kriter ile ifade edilmiştir.
- 12) Pazar Hakimiyeti: Şirketin pazardaki hakimiyetini artıracak, kar olmasa bile büyümesini sağlayacak projelerin etkisini değerlendirmek amacıyla ifade edilen bir kriterdir.
- 13) Proje Olgunluğu: Projelerin karşılaştırıldıkları andaki olgunluklarını karşılaştıran kriter olarak tarif edilmiştir.
- 14) Sinerji Etkisi: Tek başına yapması durumunda karlılık yokken diğer sektörlere fayda sağladığı için ortak yürütülmesi durumunda karlılık getirecek projeleri ölçümlemek için önerilmiş bir kriterdir.
- 15) Proje İnşa Edilebilirliği: Bu kriter projeleri onları hayata geçirilebilmek için gerekli kaynakların yeterliliği yönünden değerlendirebilmek amacıyla önerilmiştir.

6. BULANIK MULTIMOORA MODELİ

Bulanık MULTIMOORA modelinin oluşturulmasının ilk aşamasında araştırma verilerinden yola çıkarak modelde kullanılacak kriterlerin belirlenmesi üzerinde çalışılmıştır. Shaaban ve Scheffran (2017) kriterlerde bulunması gereken temel özellikleri şöyle sıralamışlardır:

- Verinin ulaşılabilirliği: Kriterle ilgili bilgiler kolay ulaşılabilir olmalıdır.
- Amaç ile tutarlılık: Kullanılacağı amaca hizmet edebilir olmalıdır.
- Bağımsızlık: Kriterler içerik olarak girişim yapmamalı, konuya farklı açılardan yansıtmalıdır.
- Ölçülebilirlik: Kriterler sayısal ya da dilsel ölçütlerle ölçülebilir olmalıdır.
- Basitlik: Kriterler değerlendiriciler tarafından kolay anlaşılır olmalıdır.
- Hassaslık: Trend analizine imkan sağlamalıdır.
- Güvenilirlik: Tarafsız bir şekilde pozitif ve negatif tarafları değerlendirmeye imkan sağlamalıdır.

Kriter seçiminde bu temel özelliklerin yanı sıra bir kriterin katılımcıların en az %20'si tarafından belirtilmiş olması şartı da dikkate alınmıştır. Sonuç olarak modelde kullanılmak üzere şu altı kriter belirlenmiştir: Karlılık, Yasal Gereklilik, Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetişime Katkı, Operasyonel Gereklilik, Sağlık ve Emniyet, Esneklik Artırma.

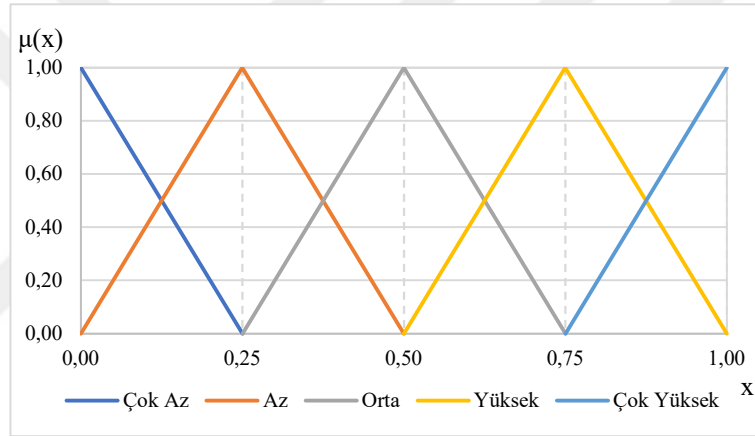
Paydaş Memnuniyetine Etki kriteri ESG kriteri ile girişim yaptığı için liste dışında bırakılmıştır. Şirket Stratejilerine Uyum ise içeriği itibarıyla diğer kriterlerin bir bileşiminden oluşmaktadır. Kalan diğer kriterler ise hem %20 limitinin altında olduğundan hem de bağımsızlık, ölçülebilirlik ve basitlik gibi beklenen özelliklerle uyum göstermediğinden modelde kullanılmamıştır. Seçilen altı kriterin proje özellikleri dikkate alındığında kapsayıcılığının yüksek olduğu görülmüştür.

Seçilen kriterler ağırlıklı olarak dilsel değişkenler ile ölçümlendiğinden Balezentis ve diğ. (2012b) ait örnekten yola çıkarak bir model oluşturulmuştur. Kriterlerin alabilecekleri değerler önem ağırlıklarında olduğu gibi 5 katmanlı olarak belirlenmiş ve Tablo 6.1'de gösterilmiştir.

Tablo 6.1. Kriterler ve önem ağırlıkları için dilsel değişken değerleri

Dilsel Değişken	Bulanık Sayı Karşılığı
Çok Az	(0.00, 0.00, 0.25)
Az	(0.00, 0.25, 0.50)
Orta	(0.25, 0.50, 0,75)
Yüksek	(0.50, 0.75, 1.00)
Çok Yüksek	(0.75, 1.00, 1.00)

Her bir dilsel değişkene karşı gelen bulanık sayıların üçgen bulanık sayı formunda olması düşünülmüş ve üyelik fonksiyonları Şekil 6.1’de gösterilmiştir. Üyelik fonksiyonlarına göre “Çok Az” bir kriterin sıfır olma durumunu, “Çok Yüksek” ise kriteri tam sağlama durumunu içermektedir.



Şekil 6.1. Üçgen üyelik fonksiyonu

Uzman görüşmelerinde Karlılık ve Yasal Gereklilik kriterlerinin ölçütleri sayısal olarak belirlenmesine rağmen modelde bu değerlerin de dilsel değişkenlerle ifade edilmesi gerekmektedir. Bunun için şirketlerin kendi kabulleri doğrultusunda değer aralıkları belirleyerek proje değerlerini beşli değerlendirme skalası ile eşleştirecekleri varsayılmıştır. Örneğin net bugünkü değeri 30-50 milyon USD olan projelerin Karlılık kriterinde “Yüksek”, bunun üzerinde değeri olan projeler ise “Çok Yüksek” olarak değerlendirilmesi gibi. Bu sayede modeldeki tüm kriterler aynı formda bulanık sayı değerleri almakta ve karar matrisindeki normalizasyon işlemine gerek kalmamaktadır (Balezantis ve Balezantis, 2016).

Modelin beş aşamalı sürecini göstermek için dört ampirik projeden oluşan bir örnek seçilmiştir. Bu projelerin detayları Tablo 6.2’de sunulmuştur.

Tablo 6.2. Proje verileri

PROJELER	Karlılık	Yasal Gereklilik	Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yön. Katkı	Operasyonel Gereklilik	Sağlık ve Emniyet	Esneklik Artırma
PR01	Yüksek	Az	Orta	Çok Yüksek	Az	Orta
PR02	Orta	Yüksek	Az	Yüksek	Orta	Az
PR03	Orta	Az	Az	Orta	Çok Yüksek	Orta
PR04	Çok Yüksek	Az	Az	Yüksek	Az	Az
Önem Ağırlığı	Yüksek	Çok Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta
Ölçüt	Net bugünkü değer	Projeyi yapmamanın maliyeti	ESG değerlemesine etki	Risk analizi	Risk analizi	İş modeli riskini dağıtma etkisi
Ölçüt Türü	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda

Aşama 1. Karar Matrisinin Oluşturulması: Tablo 6.3'te gösterilen karar matrisi, projelerin kriterlerde aldığı dilsel değişkenleri temsil eden bulanık sayılar cinsinden oluşturulmuştur.

Tablo 6.3. Karar matrisi

Projeler	Karlılık			Yasal Gereklilik			Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetişime Katkı			Operasyonel Gereklilik			Sağlık ve Emniyet			Esneklik Artırma		
PR01	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75
PR02	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
PR03	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75
PR04	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50

Aşama 2. Karar Matrisinin Normalizasyonu: Karar matrisinde tüm kriterler üçgen bulanık sayılarla ifade edildiğinden normalizasyona gerek yoktur.

Aşama 3. Önem Ağırlıklarının Uygulanması: Balezentis ve diğ. (2012b) örneğinden farklı olarak, kriterlerin önem ağırlıkları da hesaplamalarda dikkate alınmaktadır. Bu ağırlıklar Oran Yaklaşımı ve Referans Noktası Yaklaşımında bulanık sayılar olarak ifade edilirken, Tam Çarpımsal Formda Denklem (4.16) ile keskin değerlere dönüştürülmektedir. Tablo 6.4 ağırlıklandırılmış karar matrisini göstermektedir.

Tablo 6.4. Ağırlıklandırılmış karar matrisi

Projeler	Karlılık			Yasal Gereklilik			Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetişime Katkı			Operasyonel Gereklilik			Sağlık ve Emniyet			Esneklik Artırma		
Bulanık Ağırlık Keskin Ağırlık	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75
	0,75			0,92			0,75			0,75			0,75			0,50		
PR01	0,25	0,56	1,00	0,00	0,25	0,50	0,13	0,38	0,75	0,38	0,75	1,00	0,00	0,19	0,50	0,06	0,25	0,56
PR02	0,13	0,38	0,75	0,38	0,75	1,00	0,00	0,19	0,50	0,25	0,56	1,00	0,13	0,38	0,75	0,00	0,13	0,38
PR03	0,13	0,38	0,75	0,00	0,25	0,50	0,00	0,19	0,50	0,13	0,38	0,75	0,38	0,75	1,00	0,06	0,25	0,56
PR04	0,38	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,19	0,50	0,25	0,56	1,00	0,00	0,19	0,50	0,00	0,13	0,38

Aşama 4. MULTIMOORA Analizlerinin Uygulanması: Analizlerin her biri Tablo 6.5, Tablo 6.6 ve Tablo 6.7'de gösterildiği şekilde gerçekleştirilmektedir.

Tablo 6.5. Oran yaklaşımı sonuçları

Projeler	a	b	c	BNP	Sıralama
PR01	0,81	2,38	4,31	2,50	2
PR02	0,88	2,38	4,38	2,54	1
PR03	0,69	2,19	4,06	2,31	3
PR04	0,63	2,06	3,88	2,19	4

Tablo 6.6. Referans noktası yaklaşımının sonuçları

Referans Noktası	0,38	0,75	1,00	0,38	0,75	1,00	0,13	0,38	0,75	0,38	0,75	1,00	0,38	0,75	1,00	0,06	0,25	0,56	maks d	Sıralama
PR01		0,13		0,46			0,00			0,00			0,49			0,00			0,49	3
PR02		0,30		0,00			0,19			0,13			0,30			0,14			0,30	1
PR03		0,30		0,46			0,19			0,30			0,00			0,00			0,46	2
PR04		0,00		0,46			0,19			0,13			0,49			0,14			0,49	3

Tablo 6.7. Tam çarpımsal formun sonuçları

Projeler	a	b	c	BNP	Sıralama
PR01	0,0	3,4	22,0	8,45	2
PR02	0,0	3,9	27,3	10,39	1
PR03	0,0	2,5	17,7	6,73	3
PR04	0,0	1,4	13,2	4,89	4

Not: a, b, c değerleri 100 kat büyütülmüştür.

Aşama 5. Proje sıralaması: Üç yaklaşımın proje sıralamaları hem RPM hem de DDG yöntemleriyle tek bir proje sıralamasına dönüştürülüp sonuçlar Tablo 6.8'de gösterildiği gibi karşılaştırmalı olarak elde edilmektedir.

Tablo 6.8. Proje sıralaması

Projeler	Oran Yaklaşımı	Referans Noktası Yaklaşımı	Tam Çarpımsal Form	Sıralama (RPM)	Sıralama (DDG)
PR01	2	3	2	2	2
PR02	1	1	1	1	1
PR03	3	2	3	3	3
PR04	4	3	4	4	4

7. BULGULAR VE TARTIŞMA

7.1. Bulunan Kriterlerin Literatür ile Karşılaştırılması

Literatürdeki çok kriterli proje portföy seçimi ile ilgili çalışmalar incelendiğinde birbirinden farklı birçok kriterin kullanıldığı görülmüştür. Bu çalışmalar bazen belli proje tiplerine bazen de projelerin geneline yönelik yapılmıştır.

Örneğin, Mohagheghi ve Mousavi (2019) yaptıkları çalışmada yüksek teknolojlili mega projeleri temel almışlardır. Önerdikleri ÇKKV yöntemini örnek uygulama olarak bir madencilik firmasına ait projelerin karşılaştırılmasında kullanmışlardır. Bu tip projeler için kullanılan farklı seçim kriterlerini inceledikten sonra çalışmaya katkı veren firmanın ana karar vericilerine de danışarak şu kriteri dikkate almışlardır.

- Toplam yatırım tutarı
- Projelerin teknolojik gereklilikleri açısından uluslararası iş birliği imkanları
- Projenin teknik olarak uygulanabilirliği
- Projenin ekolojik etkileri
- Gerekli yeterliliğe sahip personelin uygun maliyetlerle bulunabilme imkanı
- Proje risk faktörü

Mohagheghi ve diğ. (2021) yaptıkları bir diğer çalışmada ise değişken koşullara uyum gösterebilen büyük ölçekli yapım projelerinin seçimine odaklanmışlardır. Bu çalışmada proje esneklik kriterlerini, Shaaban and Scheffran (2017) tarafından önerilen, literatür taraması ve konunun uzmanlarıyla yapılan mülakat verilerini kullanan bir sistematığı uygulayarak belirlemişlerdir. Çalışmada proje esnekliğinin değerlendirmesi için aşağıdaki kriterleri seçmişlerdir.

- Projenin kapsam değişiklikleri ya da hasar durumları karşısındaki fleksibilitesi
- Projenin karmaşıklığı
- Projenin bilinmezlikleri tolere edebilme kapasitesi
- Paydaş kültürü
- Projenin erişilebilirlik imkanları

Enea ve Piazza (2004) ise çalışmalarında proje seçim kriterleri olarak aşağıdaki kriterleri kabul etmişlerdir.

- Projenin riski
- Projenin maliyeti
- Projenin çevresel etkisi
- Projenin süresi

Bu örneklerden de anlaşılacağı üzere bu çalışmada elde edilen proje portföy seçim kriterleri hem sektör özelinde daha spesifik hem de bakış yelpazesi olarak mevcut literatürdeki çalışmalara göre daha geniş bir kapsayıcılık göstermektedir.

7.2. Sayısal ve Dilsel Ölçütlerin Aynı Modelde Kullanılması

Daha önce de ifade edildiği gibi çalışmada bulunan Karlılık ve Yasal Gereklilik kriterlerinin ölçütleri sayısal olmasına rağmen yapılan uygulamada bu ölçütlerin de dilsel değişkenlere dönüştürülerek kullanılması tercih edilmiştir. Çünkü dilsel değişkenlerle yapılan değerlendirmeler [0-1] aralığında bir karşılık bulmaktadır. Oysaki sayısal değişkenlerde böyle bir aralık söz konusu değildir. Sayısal değişkenlerle normalizasyon yapılırken kriterlerin aldıkları değerler dikkate alındığından, alternatiflerin değerleri küçük olmakla beraber biri diğerinin birçok katı şeklindeyse büyük değerli alternatif bu kriter için diğerine göre çok avantajlı duruma geçmektedir. Bu da ÇKKV yönteminin nihai sonucunu olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Örneğin Tablo 7.1’de eşit önem ağırlığına sahip iki kriterli bir modelde değerlendirme sayısal ve dilsel ölçütlerin aynı yapıda kullanılarak yapılmıştır. Birinci projenin net bugünkü değeri, ikinci projenin ise operasyona risk etkisi diğer projelerden fazladır. Projelerin arasındaki fark Operasyonel Gereklilikte çok fazla ise de Karlılık açısından aynı şey söylenemez. Birinci projenin karlılığı diğerlerinden 10 kat fazla olmakla birlikte genel değerlendirmede 10 milyon USD büyüklüğünde bir net bugünkü değer orta seviyede karlı bir projeyi ifade eder. Tablo 7.2 ise bu kabulü yansıtan ve tamamen dilsel değişkenler içerir şekilde kurgulanan bu çalışmanın baz aldığı modelin sonuçlarını göstermektedir. Sıralamalardan da görüleceği üzere, ilk durumda birinci proje en üst sırada yer alırken ikinci durumda beklentilere uygun olarak ikinci proje öncelikli hale gelmiştir.

Tablo 7.1. Sayısal ve dilsel ölçütün aynı modelde kullanılması

PROJELER	Karlılık (Net Bugünkü Değer)	Operasyonel Gereklilik	Oran Yaklaşımına Göre	Referans Noktası Yaklaşımına Göre	Tam Çarpıma Göre	Sıra No (RPM)	Sıra No (DDG)
PR01	10	Az	1	1	1	1	1
PR02	1	Çok Yüksek	2	2	2	2	2
PR03	1	Az	3	2	3	3	3
PR04	1	Az	3	2	3	3	3
Önem Ağırlığı	Yüksek	Yüksek					

Tablo 7.2. Sadece dilsel ölçütlerin aynı modelde kullanılması

PROJELER	Karlılık	Operasyonel Gereklilik	Oran Yaklaşımına Göre	Referans Noktası Yaklaşımına Göre	Tam Çarpıma Göre	Sıra No (RPM)	Sıra No (DDG)
PR01	Orta	Az	2	2	2	2	2
PR02	Az	Çok Yüksek	1	1	1	1	1
PR03	Az	Az	3	2	3	3	3
PR04	Az	Az	3	2	3	3	3
Önem Ağırlığı	Yüksek	Yüksek					

7.3. Referans Noktasının Seçimi

Balezantis ve diğ. ait iki yayında referans noktasının seçiminde farklı yaklaşımlar yapılmıştır. Tümü fayda kriterlerinden oluşan ilk çalışmada (Balezantis ve diğ., 2012a) tüm kriterler için referans noktası (1,1,1) olarak kabul edilmişken, diğerinde (Balezantis ve diğ., 2012b) maksimum kriter değerleri referans noktaları olarak seçilmiştir. Kriterlerin önem ağırlıklarının farklı diğer proje parametrelerinin ise aynı olduğu bir senaryoda bu iki yaklaşım incelenmiş ve farklı proje sıralamalarının olduğu tespit edilmiştir. Tablo 7.3 ve Tablo 7.4'te gösterilen sonuçlar değerlendirildiğinde referans noktaları için doğru yaklaşımın maksimum-minimum kriter değerlerinin kullanıldığı durum olduğu görülmüştür.

Tablo 7.3. Referans noktalarının (1,1,1) olması durumu

PROJELER	Karlılık	Esneklik Artırma	Referans Noktası Yaklaşımına Göre
PR01	Orta	Orta	1
PR02	Orta	Orta	1
PR03	Orta	Az	4
PR04	Az	Orta	3
Önem Ağırlığı	Yüksek	Orta	

Tablo 7.4. Referans noktalarının maksimum kriter değerleri olması durumu

PROJELER	Karlılık	Esneklik Artırma	Referans Noktası Yaklaşımına Göre
PR01	Orta	Orta	1
PR02	Orta	Orta	1
PR03	Orta	Az	3
PR04	Az	Orta	4
Önem Ağırlığı	Yüksek	Orta	

7.4. Sıralama Metotlarının Karşılaştırılması

MULTIMOORA yöntemini oluşturan üç yaklaşımdan elde edilen sıralamalardan yola çıkarak tek bir proje sıralaması elde etmek için kullanılan ve tablolarda DDG olarak ifade edilen Baskın-Yönlendirilmiş Grafik Yöntemi ile RPM olarak ifade edilen Konum Sıralama Yöntemi çok büyük oranda aynı sonuçları vermiştir. DDG'nin yaklaşımının daha metodik, RPM'nin ise daha ampirik ve kolay uygulanır olduğu görülmüştür.

7.5. Vaka Çalışması Üzerinden Değerlendirmeler

MULTIMOORA yöntemi, birçok farklı alanda kullanılmış olan basit, kararlı ve sağlam bir ÇKKV yöntemidir (Brauers ve Zavadskas, 2012; Hafezalkotob ve diğ., 2019). Bu nedenle, farklı bir alan uygulaması olarak, bu özel çalışmada rafineri sektöründe proje portföyü seçimi için kullanılmıştır. Seçim kriterlerine dayalı olarak geliştirilen model kullanılarak on ampirik proje karşılaştırılmıştır. Proje verileri ve analiz sonuçları, modelden elde edilen sıralamalara göre Tablo 7.5 ve Tablo 7.6'da sunulmuştur.

PR01 ve PR02 projeleri karşılaştırıldığında, birçok benzerlikleri olmasına rağmen, PR01'in Yasal Gereklilik kriterinde, PR02'nin ise Karlılık kriterinde daha yüksek bir değere sahip olduğu görülmektedir. Yasal Gereklilik en yüksek önem ağırlığını taşıdığından, PR01 en öncelikli proje olarak kabul edilir.

Benzer şekilde, PR02 ve PR03 projeleri biri hariç tüm kriterlerde aynı değeri paylaşmaktadır. Karlılık kriterinde PR02 projesi daha yüksek bir değere sahiptir ve önceliklidir.

PR03 ve PR04 projeleri bazı kriterlerde farklı değerlere sahip gibi görünse de kriterleri aynı önem ağırlığı ile grupladığımızda aynı sayıda benzer değer aldıkları görülmektedir.

Bu nedenle Oran Yaklaşımı ve Tam Çarpımsal Form analizlerinde eşit olarak sıralanmışlardır. Ancak Referans Noktası Yaklaşımı analizinde PR04 projesi Karlılık kriterinde referans noktasına olan uzaklığının daha fazla olması nedeniyle öncelik sıralamasında PR03 projesinin gerisinde kalmaktadır.

Tablo 7.5. Vaka çalışması verileri

PROJELER	Karlılık	Yasal Gereklilik	Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yön. Katkı	Operasyonel Gereklilik	Sağlık ve Emniyet	Esneklik Artırma
PR01	Yüksek	Çok Yüksek	Orta	Yüksek	Orta	Orta
PR02	Çok Yüksek	Yüksek	Orta	Yüksek	Orta	Orta
PR03	Yüksek	Yüksek	Orta	Yüksek	Orta	Orta
PR04	Orta	Yüksek	Yüksek	Orta	Yüksek	Orta
PR05	Yüksek	Az	Az	Yüksek	Yüksek	Yüksek
PR06	Orta	Çok Yüksek	Orta	Orta	Çok Az	Çok Az
PR07	Çok Yüksek	Orta	Orta	Orta	Çok Az	Çok Az
PR08	Orta	Az	Orta	Orta	Az	Orta
PR09	Az	Çok Az	Çok Az	Yüksek	Orta	Orta
PR10	Az	Çok Az	Çok Az	Orta	Yüksek	Orta
Önem Ağırlığı	Yüksek	Çok Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta
Ölçüt	Net bugünkü değer	Projeyi yapmamamın maliyeti	ESG değerlemesine etki	Risk analizi	Risk analizi	İş modeli riskini dağıtma etkisi
Ölçüt Türü	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda

Tablo 7.6. Vaka çalışması sonuçları

PROJELER	Oran Yaklaşımına Göre	Referans Noktası Yaklaşımına Göre	Tam Çarpıma Göre	Sıra No (RPM)	Sıra No (DDG)
PR01	1	1	1	1	1
PR02	2	1	2	2	2
PR03	3	1	3	3	3
PR04	3	4	3	4	4
PR05	5	7	5	5	5
PR06	6	5	7	6	6
PR07	7	5	8	7	7
PR08	8	7	6	8	8
PR09	9	9	9	9	9
PR10	9	9	9	9	9

PR05 projesi, Yasal Gereklilik kriterinde PR06'ya kıyasla önemli ölçüde daha düşük bir değere sahip olduğundan Referans Noktası Yaklaşımı analizinde sıralamada PR06'dan daha geride yer almaktadır. Ancak, diğer dört kriterdeki daha iyi değerler nedeniyle diğer iki analizde daha üst sıralarda yer almıştır.

PR08 projesi, PR06 ve PR07 projelerinin iki kriterde değer olarak Çok Az almaları nedeniyle Tam Çarpımsal Form analizinde daha üst sıralarda yer almıştır. Ancak, Karlılık

ve Yasal Gereklilik kriterlerindeki yüksek puanları diğer iki analizde öncelikli olmalarını sağladığından, nihai sıralamada PR08'den daha üst sıralarda yer almışlardır.

PR09 ve PR10 projeleri, Operasyonel Gereklilik ile Sağlık ve Güvenlik kriterleri dışında eşit olarak değerlendirilmiştir. Bu kriterlerde PR09 projesi, Operasyonel Gereklilik için Yüksek, Sağlık ve Emniyet için Orta olarak değerlendirilmiştir. PR10 projesi ise Operasyonel Gereklilik için Orta, Sağlık ve Emniyet için Yüksek değerlerini almıştır. Operasyonel Gereklilik ile Sağlık ve Emniyet kriterlerinin önem ağırlıkları aynı olduğundan ve bu iki kriter projelerin Referans Noktası Yaklaşımı analizinin sonucunu etkilemediğinden, projeler aynı sıralama değerini almışlardır.



8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Proje portföy seçimi ve bu süreçte kullanılan kriterler değişen dünya dinamiklerinin seçim kararlarına etkisi nedeniyle önemli bir araştırma konusu olmaya devam edecektir. Rafineri sektörü de proje portföy seçimlerinin sıkça yaşandığı ve son dönemlerde önemli değişimlerle karşılaşan bir endüstri olduğundan bu tip araştırma için aday sektörlerden birisidir. Uzun yıllar rafineri sektöründe çalışmış ve projelerin seçilmesi, geliştirilmesi ve hayata geçirilmesi süreçlerinde uzmanlıkları olan 20 kişi ile yapılan mülakatlar analiz edilerek günümüzde hangi seçim kriterlerinin dikkate alındığı ve bunların önem dereceleri belirlenmiştir. Mülakat kayıtlarının kategorisel içerik analizi toplamda 15 farklı seçim kriterinin olduğunu göstermiştir.

Karlılık kriteri tüm katılımcılar tarafından ifade edilmiştir. Katılımcıların belirttiği toplam 91 maddenin 20 tanesi bu kriterle ilgili olup toplam içindeki belirtilme frekansı %22 olmuştur. Ancak, yapılan değerlendirme göstermiştir ki bu kriterin önem ağırlığı en yüksek olan kriter olma durumu değişmiştir.

Tespit edilen kriterler içinde önem derecesi çok yüksek olan tek kriter Yasal Gereklilik kriteridir. Rafinaj faaliyetine etki eden mevzuat ve standart değişikliklerine uyum sağlanmaması firmaları cezalarla karşı karşıya bırakabildiği gibi satış pazarının kaybolması, işletme lisansının iptali gibi çok hayati sonuçlar da doğurabilmektedir. Doğal olarak firmalar kendilerini bu tür risklerden uzak tutmaya çalışmaktadırlar. On yedi katılımcı bu kriteri ifade etmiş ve belirtilme frekansı %18,7 olarak hesaplanmıştır.

ESG yaklaşımının son dönemlerde hızla benimsendiği ve çok önemsenen bir kriter olarak değerlendirilmeye başlandığı görülmüştür. İklim değişikliğine bağlı olarak gelişen çevre bilinci ile sosyal ve kültürel değişimlere paralel olarak tüketiciler ESG konusunda dikkatli firmalara daha çok yönelmektedirler. Birçok firma sıfır karbon hedefi ile ileriye yönelik taahhütler açıklamakta ve karbon ayak izini azaltmaya yönelik yatırımları önceliklendirmektedir. Uluslararası finans kuruluşları da bu tip yatırımlarda firmalara kolaylıklar sağlamaktadır. On iki katılımcı bu kriterden bahsetmiş ve belirtilme frekansı %13,2 olmuştur.

Karlılık, ESG, Operasyonel Gerekliklik ve Sağlık ve Emniyet kriterlerinin eşit bir şekilde yüksek önem ağırlığına sahip oldukları görülmüştür.

Değişkenliklere karşı şirket direncini artırmaya yönelik projeler Esneklik Artırma kriterinin öne sürülmesine sebep olmuştur. Operasyonel Gerekliklik, Sağlık ve Emniyet ve Esneklik Artırma kriterlerinin belirtilme frekansları sırasıyla %11, %9,9 ve %4,4 olarak bulunmuştur. Paydaş Memnuniyetine Etki de orta önem düzeyine sahip bir kriter olarak %5,5 belirtilme frekansı ile en çok ifade edilen ilk yedi kriter arasında yer almıştır.

Elde edilen veriler Bulanık MULTIMOORA kullanılarak projelerin sıralanması amacıyla kullanılmış, böylece karar vericiler için yardımcı bir karar destek aracı oluşturulmuştur. Model oluşturulurken katılımcıların en az %20'si tarafından belirtilmiş kriterler dikkate alınmıştır. Ancak Paydaş Memnuniyetine Katkı kriteri ESG ile girişim yaptığı alanlar olduğundan kriterlerin bağımsızlığı prensibi doğrultusunda modele dahil edilmemiştir. Bununla birlikte modele dahil edilen altı kriterin toplam içindeki belirtilme frekansı %80 mertebesindedir. Oluşturulan model ile on projeden oluşan bir vaka çalışması yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonuçların tutarlı olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada, her yıl milyonlarca dolar yatırım yapılan rafinaj sektörü için proje portföyü seçim kriterleri ve bunların önem ağırlıkları belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen veriler başka ÇKKV yöntemleri ile yapılan çalışmalarda değerlendirilebilir. Özellikle vaka çalışmasının farklı bir ÇKKV yöntemiyle yeniden yapılması, ikinci bir yöntemle de bulunan sonuçların tutarlılığının teyit edilmesi açısından bu çalışmaya ek bir katkı sağlayacaktır. Araştırmacıların bu alanda yapacakları yeni çalışmalar konunun sektör özelinde zenginleşmesi ve gelişmesi için önemli olacaktır.

KAYNAKLAR

- AACE. (2011). *Cost Estimate Classification System – As Applied in Engineering, Procurement, and Construction for the Process Industries* (AACE International Recommended Practice No. 18R-97). West Virginia, USA.
- Aghimien, D., Aigbavboa, C., Oke, A., Setati, M. (2018). Challenges of Front End Loading in Construction Project Delivery. In Proceedings of *Fourth Australasia and South-East Asia Structural Engineering and Construction Conference* (120-125), Brisbane, Australia, 3-5 December 2018.
- Altuntaş, S., Dereli, T., Yılmaz, M.K. (2015). Evaluation of Excavator Technologies: Application of Data Fusion Based MULTIMOORA Methods. *Journal of Civil Engineering and Management*, 21(8), 977–997.
- Arslan, R. (2018). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bütünleştirilmesi: OECD Verileri Üzerine Bir Uygulama. Doktora Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas, 513157.
- Arslan, V. (2024). The Role of Certification on Project Management: Perspective of PMP Certified Project Managers. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 14(1), 36–47.
- Atan, M., Altan, Ş. (2020). *Örnek Uygulamalarla Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Balezentis, A., Balezentis, T., Brauers, W.K.M. (2012a). MULTIMOORA-FG: A Multi-Objective Decision Making Method for Linguistic Reasoning with an Application to Personnel Selection. *Informatica*, 23(2), 173–190.
- Balezentis, A., Balezentis, T., Brauers, W.K.M. (2012b). Personnel Selection Based on Computing with Words and Fuzzy MULTIMOORA. *Expert Systems with Applications*, 39(9), 7961–7967.
- Balezentis, T., Balezentis, A. (2016). Group Decision Making Procedure Based on Trapezoidal Intuitionistic Fuzzy Numbers: MULTIMOORA Methodology. *Economic computation and economic cybernetics studies and research*, 50(1), 103-122.
- Banda, R.K., Pretorius, L. (2016). The Effect of Scope Definition on Infrastructure Projects: A Case in Malawi's Public and Private Implementing Agencies. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(4), 203–214.
- Bentahar, O., Cameron, R. (2015) Design and Implementation of a Mixed Method Research Study in Project Management. *The Electronic Journal of Business Research Methods*, 13(1), 3-15.
- Berelson, B. (1952). *Content Analysis in Communication Research*. Pp. 220. Glencoe, III.

- Bilgin, N. (2014). *Sosyal Bilimlerde İçerik Analizi Teknikler ve Örnek Çalışmalar* (3ncü Baskı). Siyasal Kitapevi, Ankara.
- Bluhm, D.J., Harman, W., Lee, T.W., Mitchell, T.R. (2011). Qualitative Research in Management: A Decade of Progress. *Journal of Management Studies*, 48(8), 1866–1891.
- Bond, U.E., Gottwald, W.D. (2015). Project Management, Leadership, and Performance: A Quantitative Study of the Relationship Between Project Managers' Leadership Styles, Years of Experience and Critical Success Factors (CSFS) to Project Success. Doktora Tezi, Capella University, School of Business and Technology.
- Brans, J.P., Mareschal, B. (2005). Promethee Methods. Figueira, J., Greco S., Ehrgott, M., (Ed.), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of Art Surveys* (1st ed.) (ISOR vol.78, 163-195). New York: Springer.
- Brauers, W.K.M., Balezentis, A., Balezentis, T. (2011). MULTIMOORA for the EU Member States Updated with Fuzzy Number Theory. *Technological and Economic Development of Economy*, 17(2), 259-290.
- Brauers, W.K.M., Zavadskas, E.K. (2006). The MOORA Method and Its Applications to Privatization in a Transition Economy. *Control and Cybernetics*, 35(2), 445-469.
- Brauers, W.K.M., Zavadskas, E.K. (2010). Project Management by MULTIMOORA as an Instrument for Transition Economies. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(1), 5-24.
- Brauers, W.K.M., Zavadskas, E.K. (2011). From a Centrally Planned Economy to Multi-objective Optimization in an Enlarged Project Management the Case of China. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 45(1), 167-188.
- Brauers, W.K.M., Zavadskas, E.K. (2012). Robustness of MULTIMOORA: A Method for Multi-objective Optimization. *Informatica*, 23(1), 1-25.
- Brauers, W.K.M., Zavadskas, E.K., Peldschus, F., Turskis, Z. (2008). Multi-Objective Decision-Making for Road Design. *Transport*, 23(3), 183-193.
- Brealey, R.A., Myers, S.C. (1991). *Principles of Corporate Finance* (4th ed.). USA: McGraw-Hill.
- Cameron, R., Sankaran, S., Scales, J. (2015) Mixed Methods Use in Project Management Research. *Project Management Journal*, 46(2), 90–104.
- Carlsson, C., Fuller, R., Heikkila, M., Majlender, P. (2007). A Fuzzy Approach to R&D Project Portfolio Selection. *International Journal of Approximate Reasoning*, 44(2), 93-105.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.

- Chin, K., Fu, C., Wang, Y. (2015). A Method of Determining Attribute Weights in Evidential Reasoning Approach Based on Incompatibility Among Attributes. *Computers & Industrial Engineering*, 87, 150-162.
- Cicmil, S. (2006). Understanding Project Management Practice Through Interpretative and Critical Research Perspectives. *Project Management Journal*, 37(2), 27-37.
- Collan, M., Luukka, P. (2014). Evaluating R&D Projects as Investments by Using an Overall Ranking from Four New Fuzzy Similarity Measure-Based TOPSIS Variants. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 22(3), 505-515.
- Curlee, W. (2002). Modern Virtual Project Management: The Effects of a Centralized and Decentralized Project Management Office. Doktora Tezi, University of Phoenix.
- Çınar, Y. (2013). Kariyer Tercihi Probleminin Yapısal Bir Modeli ve Riske Karşı Tutumlar: Olasılıklı DEMATEL Yöntemi Temelli Bir Yaklaşım. *Sosyoekonomi*, 2013(1), 157-186.
- Depren, Ö. (2008). Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 179734.
- Ding, C., Ferro, A., Fitzgibbon, T., Szabat, P. (2022). *Refining in the energy transition through 2040*. McKinsey & Company, <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/refining-in-the-energy-transition-through-2040>, (Ziyaret tarihi: 24 Ekim 2024).
- Doerner, K., Gutjahr, W.J., Hartl, R.F., Strauss, C., Stummer, C. (2004). Pareto Ant Colony Optimization: A Metaheuristic Approach to Multiobjective Portfolio Selection. *Annals of Operations Research*, 131, 79-99.
- Duckstein, L., Opricovic, S. (1980). Multiobjective Optimization in River Basin Development. *Water Resources Research*, 16(1), 14–20.
- Enea, M., Piazza, T. (2004). Project Selection by Constrained Fuzzy AHP. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 3, 39–62.
- Er, A., Özkale, C., Coşkun, S. (2024). Project Portfolio Selection Criteria in the Oil & Gas Industry and a Decision Support Tool Based on Fuzzy Multimoora. *Journal of Project Management*, 9(3), 197-212.
- Ernst & Young, 2014. *Spotlight on oil and gas megaprojects*. https://aegex.com/images/uploads/white_papers/EY-spotlight-on-oil-and-gas-megaprojects.pdf (Ziyaret tarihi: 24 Ekim 2024).
- Figueira, J.R., Mousseau, V., Roy B. (2016). ELECTRE Methods. Greco S., Ehrgott, M., Figueira, J., (Ed.), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of Art Surveys* (2nd ed.) (ISOR vol.233, 133-162). New York: Springer.

- Fortin, M. (2018). A Quantitative Study of Personality Types and Decision-Making Styles of Project Management Professional Certified Project Managers as Compared to Nonproject Managers. Doktora Tezi, Capella University, School of Business and Technology.
- Gabus, A., Fontella, E. (1972). *World Problems an Innovation to Further Thought within the Framework of DAMATEL*. Batella Genova Research Centre, 1972.
- Ghasemzadeh, F., Archer, N., Lyogun, P. (1999). A Zero-One Model for Project Portfolio Selection and Scheduling. *Jour. of the Operational Research Society*, 50(7), 745–755.
- Gibson, G.E., Bosfield, R. (2013). *Assessment of Effective Front End Planning Processes*. Construction Industry Institute Research Summary 268-1a.
- Gibson, G.E., Tortora, A.L., Wilson, C.T. (1994). Perceptions of Project Representatives Concerning Project Success and Pre-Project Planning Effort. *A Report to the Construction Industry Institute the University of Texas at Austin*, Source Document 102.
- Globerson, S., Zwikael, O. (2002). The Impact of the Project Manager on Project Management Planning Processes. *Project Management Journal*, 33(3), 58–64.
- Golabi, K., Kirkwood, C.W., Sicherman, A. (1981). Selecting a Portfolio of Solar Energy Projects Using Multiattribute Preference Theory. *Management Science*, 27(2), 174-189.
- Gökçe, O. (2019). *Klasik ve Nitel İçerik Analizi Felsefe, Yöntem, Uygulama*. Çizgi Kitapevi, Konya.
- Griffin, J., MacNeill, M., Laury, S., Quinn, M., Murphy, R., Kudashev, B. (2024). *2024 World Oil Outlook 2050*. Organization of the Petroleum Exporting Countries, <https://publications.opec.org/woo>, (Ziyaret tarihi: 10 Ocak 2025).
- Hafezalkotop, A., Hafezalkotop, A., Liao, H., Herrera, F. (2019). An overview of MULTIMOORA for multi-criteria decision-making: Theory, developments, applications, and challenges. *Information Fusion*, 51, 145–177.
- Hassanzadeh, F., Nemati, H., Sun, M. (2014). Robust optimization for interactive multiobjective programming with imprecise information applied to R&D project portfolio selection. *European Journal of Operational Research*, 238(1), 41-53.
- Hoda, R., Noble, J., Marshall, S. (2008). Agile Project Management. *New Zealand Computer Science Research Student Conference (NZCSRSC 2008)*, New Zealand, April 2008.
- Huang, CC., Chu, PY., Chiang, YH. (2008). A Fuzzy AHP Application in Government-Sponsored R&D Project Selection. *Omega*, 36(6), 1038-1052.

- Hutchinson, R., Wabeke, H. (2006). Opportunity and Project Management Guide – 2006 edition, *Shell International Exploration and Production B.V.*
- Hwang, C., Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making*. Springer, New York.
- Iacob, V.S. (2014). Risk Management and Evaluation and Qualitative Method within the Projects. *Ecoforum Journal*, 3(1), 10.
- Iyer, K.C., Banerjee, P.S. (2019). Identifying New Knowledge Areas to Strengthen the Project Management Institute (PMI) Framework. *Organization, Technology and Management in Construction: An International Journal*, 11(1), 1892–1903.
- Jafarzadeh, H., Akbari, P., Abedin, B. (2018). A Methodology for Project Portfolio Selection Under Criteria Prioritisation, Uncertainty and Projects Interdependency – Combination of Fuzzy QFD and DEA. *Expert Systems with Applications*, 110, 237-249.
- Jergeas, G., (2008). Analysis of the Front-End Loading of Alberta Mega Oil Sands Projects. *Project Management Journal*, 39(4), 95–104.
- Joslin, R., Müller, R. (2015). Relationships between a Project Management Methodology and Project Success in Different Project Governance Contexts. *International Journal of Project Management*, 33(6), 1377–1392.
- Keeney, R.L. Raiffa, H. (1993). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*. Cambridge University Press.
- Khalili-Damghani, K., Sadi-Nezhad, S., Tavana, M. (2013). Solving Multi-Period Project Selection Problems with Fuzzy Goal Programming Based on TOPSIS and A Fuzzy Preference Relation. *Information Sciences*, 252, 42-61.
- Koçak, A., Arun, Ö. (2006). İçerik Analizi Çalışmalarında Örneklem Sorunu. *Selçuk İletişim*, 4(3), 21-28.
- Komurlu, R., Er, A. (2020). Evaluation of an OBCE Conversion Contract in a Large-scale Oil and Gas Project. *MATEC Web of Conferences* (vol. 312, p. 02006). EDP Sciences.
- Kotek, L., Tabas, M. (2012). HAZOP Study with Qualitative Risk Analysis for Prioritization of Corrective and Preventive Actions, *Procedia Engineering*, 42, 808–815.
- Kozak, M. (2021). *Bilimsel Araştırma Tasarım Yazım ve Yayım Teknikleri* (5nci Baskı), Ankara: Detay Yayıncılık.
- Krippendorff, K. (1980). *Content Analysis - An Introduction to Its Methodology*. Beverly Hills, Sage.

- Kumar, M., Mittal, M.L., Soni, G., Joshi, D. (2018). A Hybrid TLBO-TS Algorithm for Integrated Selection and Scheduling of Projects. *Computers & Industrial Engineering*, 119, 121-130.
- Kundakçı, N. (2016). Combined Multi-Criteria Decision Making Approach Based on Macbeth and Multi-Moora Methods. *The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems*, 4(1), 17–26.
- Lee, T.W., Mitchell, T.R., Sablinski, C.J. (1999). Qualitative Research in Organizational and Vocational Psychology 1979–1999. *Journal of Vocational Behavior*, 55, 161-187.
- Lerch, M., Spieth, P. (2013). Innovation Project Portfolio Management: A Qualitative Analysis. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 60(1), 18–29.
- Miles, M.B., Huberman, A.M., Saldana, J. (2013). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (3rd ed.). Sage Publications, Thousand Oaks.
- Mohagheghi, V., Mousavi, S.M. (2019). A New Framework for High-Technology Project Evaluation and Project Portfolio Selection Based on Pythagorean Fuzzy WASPAS, MOORA and Mathematical Modeling. *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, 16(6), 89-106.
- Mohagheghi, V., Mousavi, S.M., Antucheviciene, J., Mojtahedi, M. (2019). Project Portfolio Selection Problems: A Review of Models, Uncertainty Approaches, Solution Techniques, and Case Studies. *Technological and Economic Development of Economy*, 25(6), 1380–1412.
- Mohagheghi, V., Mousavi, S.M., Mojtahedi, M., Newton, S. (2021) Introducing a Multi-Criteria Evaluation Method Using Pythagorean Fuzzy Sets - A Case Study Focusing on Resilient Construction Project Selection. *Kybernetes*, 50(1), 118-146.
- Mohammadi, A., Omidvar, M.N., Li, X. (2012). Reference Point Based Multi-Objective Optimization Through Decomposition. In Proceedings of *WCCI 2012 IEEE World Congress on Computational Intelligence* (1-8), 10-15 June 2012, Brisbane, Australia.
- Motta, O.M., Quelhas, O.L.G., de Farias Filho J.R., Meirino M. (2014). Megaprojects Front-End Planning: The Case of Brazilian Organizations of Engineering and Construction. *American Journal of Industrial and Business Management*, 4(08), 401–412.
- Mumford, T. (2017). *How to Understand and Identify the Symptoms of Poor Capital Project Governance*. IPWEA, <https://www.ipwea.org/blogs/intouch/2017/01/17/understanding-and-identifying-the-symptoms-of-poor-capital-project-governance>, (Ziyaret tarihi: 24 Ekim 2024).
- Ochieng, E.G., Price, A.D.F., Zuofa, T., Egbu, C., Ruan, X. (2016). Revitalising Energy Capital Project Development and Execution Strategies: Lessons from the Energy Sector. *Production Planning & Control*, 27(4), 237–248.

- Ojiako, U., Johansen E., Greenwood, D. (2008). A Qualitative Re-Construction of Project Measurement Criteria. *Industrial Management and Data Systems*, 108(3), 405–417.
- Opricovic, S., Tzend, G.H. (2004). Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156(2), 445-455.
- Özbek, A. (2019). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü* (İkinci Baskı). Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Pena, J., Napoles, G., Salgueiro, Y. (2020). Explicit Methods for Attribute Weighting in Multi-Attribute Decision-Making: A Review Study. *Artificial Intelligence Review*, 53, 3127-3152.
- Perez, F., Gomez, T. (2016). Multiobjective Project Portfolio Selection with Fuzzy Constraints. *Annals of Operations Research*, 245, 7-29.
- Pettigrew, A.M. (2013). The Conduct of Qualitative Research in Organizational Settings. *Corporate Governance: An International Review*, 21(2), 123-126.
- Rabbani, M., Bajestani, M.A., Khoshkhou, G.B. (2010). A Multi-Objective Particle Swarm Optimization for Project Selection Problem. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 315-321.
- Relich, M., Pawlewski, P. (2017). A Fuzzy Weighted Average Approach for Selecting Portfolio of New Product Development Projects. *Neurocomputing*, 231, 19-27.
- Ribeiro, R.L.O., do Valle, A.B., Soares, C.A.P., dos Santos, J.A.N. (2013). From Idea to Benefit: Project Portfolio Management Using Front End Loading, The Standard for Portfolio Management and PRINCE2. *International Journal of Management (IJM)*, 4(5), 60–68.
- Rouyendegh, B.D., Erol, S. (2012). Selecting the Best Project Using the Fuzzy ELECTRE Method. *Mathematical Problems in Engineering*, 2012(1), 790142.
- Saaty, T.L., Vargas, L.G. (2001). *Models, Methods, Concepts and Applications of Analytic Hierarchy Process*. Springer Science + Business Media, New York.
- Samakova, J., Sujanova, J., Koltnerova, K. (2013). Project Communication Management in Industrial Enterprises. *European Conference on Information Management and Evaluation (ECIME 2013)*, Sopot, Poland, 12-13 September 2013.
- Sarde R.R., 2016. An Overview of Front-End Planning for Construction Projects, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 3(7), 1297–1300.
- Schmid, B., Adams, J. (2008). Motivation in Project Management: The Project Manager's Perspective. *Project Management Journal*, 39(2), 60–71.

- Shaaban, M., Scheffran, J. (2017). Selection of sustainable development indicators for the assessment of electricity production in Egypt. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 22, 65-73.
- Son, H., Lee, S., Kim, C. (2015). An Empirical Investigation of Key Pre-Project Planning Practices Affecting the Cost Performance of Green Building. *Procedia Engineering*, 11(8), 37-41.
- Song, S., Wei, T., Yang, F., Xia, Q. (2019). An Stochastic Multi-Attribute Acceptability Analysis-Based Method for the Multi-Attribute Project Portfolio Selection Problem with Rank-Level Information. *Expert Systems*, 36(5), e12447.
- Soroka-Potrzebna, H. (2021). The Importance of Certification in Project Management in the Labor Market. *Procedia Computer Science*, 192, 1934-1943.
- Söderlund, J. (2004). Building Theories of Project Management: Past Research, Questions for the Future. *International Journal of Project Management*, 22(3), 183-191.
- Tavana, M., Keramatpour, M., Santos-Arteaga, F., Ghorbaniane, E. (2015). A Fuzzy Hybrid Project Portfolio Selection Method Using Data Envelopment Analysis, TOPSIS and Integer Programming. *Expert Systems with Applications*, 42(22), 8432-8444.
- URL-1:<https://www.project-risk-manager.com/blog/qualitative-and-quantitative-risk-analysis/>, (Ziyaret tarihi: 28 Ekim 2024).
- URL-2:<https://www.visual-paradigm.com/guide/pmbok/pmbok-6-10-knowledge-areas-and-49-processes/> (Ziyaret tarihi: 28 Ekim 2024).
- URL-3:<https://www.ipaglobal.com/about/ipa-glossary/>, (Ziyaret tarihi: 28 Ekim 2024).
- URL-4:https://en.wikipedia.org/wiki/Front-end_loading, (Ziyaret tarihi 28 Ekim 2024).
- Van Maanen, J. (1979). Reclaiming Qualitative Methods for Organizational Research: A Preface. *Administrative Science Quarterly*, 24(4), 520-526.
- Wang, J., Hwang, WL. (2007). A Fuzzy Set Approach for R&D Portfolio Selection Using a Real Options Valuation Model. *Omega*, 35(3), 247-257.
- Wang, Y., Luo, Y. (2010). Integration of Correlations with Standard Deviations for Determining Attribute Weights in Multiple Attribute Decision Making. *Mathematical and Computer Modelling*, 51(1-2), 1-12.
- Weijde, G. (2008). Front-End Loading in the Oil and Gas Industry. Yüksek Lisans Tezi, Delft University of Technology, Hollanda.
- Yan, S., Ji, X. (2018). Portfolio Selection Model of Oil Projects Under Uncertain Environment. *Soft Computing*, 22, 5725-5734.

- Yang, F., Song, S., Huang, W., Xia, Q. (2015). SMAA-PO: Project Portfolio Optimization Problems Based on Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis. *Annals of Operations Research*, 233, 535-547.
- Yaralıoğlu, K. (2001). Performans Değerlendirmede Analitik Hiyerarşı Prosesi. *Dokuz Eylöl Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 16(1), 129-142.
- Yaralıoğlu, K. (2010). *Karar Verme Yöntemleri*, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Yıldırım, B. (2015). İçerik Çözümlemesi Yönteminin Tarihsel Gelişimi Uygulama Alanları ve Aşamaları. Yıldırım, B. (Der.) *İletişim Araştırmalarında Yöntemler içinde* (105-153), Konya: Literatürk Academia.
- Yu, J.H., Yoo, S.E., Kim, J.I., Kim, T.W. (2019). Exploring the Factor-Performance Relationship of Integrated Project Delivery Projects: A Qualitative Comparative Analysis. *Project Management Journal*, 50(3), 335–345.
- Yu, L., Wang, S., Wen, F., Lai, K.K. (2012). Genetic Algorithm-Based Multi-Criteria Project Portfolio Selection. *Annals of Operations Research*, 197(1), 71–86.
- Zavadskas, E.K., Antucheviciene, J., Saparauskas, J., Turskis, Z. (2013). MCDM Methods WASPAS and MULTIMOORA: Verification of Robustness of Methods When Assessing Alternative Solutions. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 47(2), 5-20.



EKLER

EK-A

Tablo A.1. Proje portföy seçimi ile ilgili yapılan referans çalışmalar

Araştırmacılar	Yıl	Yayın Başlığı	Kullanılan Yöntem
Golabi, Kirkwood ve Sicherman	1981	Selecting a portfolio of solar energy projects using multiattribute preference theory	Tam Sayılı Doğrusal Programlama
Ghasemzadeh, Archer ve Iyogun	1999	A zero-one model for project portfolio selection and scheduling	0-1 Tam Sayılı Doğrusal Programlama
Hassanzadeh, Nemati ve Sun	2014	Robust optimization for interactive multiobjective programming with imprecise information applied to R&D project portfolio selection	Çok Amaçlı 0-1 Tam Sayılı Doğrusal Programlama
Yan, Ji	2018	Portfolio selection model of oil projects under uncertain environment	Belirsizlik Teorisi
Carlsson, Fuller, Heikkila ve Majlender	2007	A fuzzy approach to R&D project portfolio selection	Bulanık Karma Tam Sayılı Programlama (Fuzzy Mixed Integer Programming)
Wang, Hwang	2007	A fuzzy set approach for R&D portfolio selection using a real options valuation model	Bulanık 0-1 Tam Sayılı Programlama (Fuzzy Zero-One Integer Programming)
Perez, Gomez	2016	Multiobjective project portfolio selection with fuzzy constraints	Bulanık Kısıtlı Doğrusal Olmayan Çok Amaçlı Programlama
Doerner, Gutjahr, Hartl, Strauss ve Stummer	2004	Pareto ant colony optimization: A metaheuristic approach to multiobjective portfolio selection	Pareto Karınca Kolonisi Optimizasyonu
Rabbani, Bajestani ve Khoshkhou	2010	A multi-objective particle swarm optimization for project selection problem	Parçacık Sürü Optimizasyonu
Kumar, Mittal, Soni ve Joshi	2018	A hybrid TLBO-TS algorithm for integrated selection and scheduling of projects	Öğretme-öğrenme esaslı optimizasyon + TABU Arama
Huang, Chu ve Chiang	2008	A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection	Bulanık AHP
Collan, Luukka	2014	Evaluating R&D projects as investments by using an overall ranking from four new fuzzy similarity measure-based TOPSIS variants	Bulanık TOPSIS
Rouyendegh, Erol	2012	Selecting the best project using the fuzzy ELECTRE method	Bulanık ELECTRE
Relich, Pawlewski	2017	A fuzzy weighted average approach for selecting portfolio of new product development projects	Ağırlıklandırılmış Bulanık Küme Yaklaşımı
Yang, Song, Huang ve Xia	2015	SMAA-PO: Project portfolio optimization problems based on stochastic multicriteria acceptability analysis	Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi
Song, Ang, Yang ve Xia	2019	An stochastic multi-attribute acceptability analysis-based method for the multi-attribute project portfolio selection problem with rank-level information	Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi
Tavana, Keramatpour, Santos-Arteaga ve Ghorbaniane	2015	A fuzzy hybrid project portfolio selection method using data envelopment analysis, TOPSIS and integer programming	Veri Zarflama Analizi + Fuzzy TOPSIS + Doğrusal Programlama
Yu, Wang, Wen ve Lai	2012	Genetic algorithm-based multi-criteria project portfolio selection	MAUT + Genetik Algoritma
Khalili-Damghani, Sadi-Nezhad ve Tavana	2013	Solving multi-period project selection problems with fuzzy goal programming based on TOPSIS and a fuzzy preference relation	TOPSIS + Bulanık Hedef Programlama
Jafarzadeh, Akbari ve Abedin	2018	A methodology for project portfolio selection under criteria prioritisation, uncertainty and projects interdependency – combination of fuzzy QFD and DEA	Bulanık QFD (Quality Function Deployment) + Veri Zarflama Analizi
Mohagheghi ve Mousavi	2019	A new framework for high-technology project evaluation and project portfolio selection based on pythagorean fuzzy WASPAS, MOORA and mathematical modeling	MOORA + WASPAS
Mohagheghi, Mousavi, Mojtahedi ve Newton	2021	Introducing a multi-criteria evaluation method using pythagorean fuzzy sets - a case study focusing on resilient construction project selection	MOORA + WASPAS

Ek-B

Mülakat Formu

KOÜ Fen Bilimleri İnşaat Mühendisliği Doktora Programı

AMAÇ: Rafineri Sektöründe Proje Portföy Seçiminde Kullanılabilecek Kriterlerin Belirlenmesi

Görüşme No : _____

Görüşme Tarihi : _____

Temel Sorular

Rafineri sektöründe yatırım projelerinin portföy seçiminde dikkate aldığımız kriterler nelerdir?

Bu kriterlerin kararınız içindeki önem ağırlığı nedir?

Bu kriterleri ölçümlediğiniz sayısal ya da sözel ölçütler nelerdir?

Ölçüt sözelse aldığı değerler nelerdir ve bu değerler kriterin ne derecede sağlandığını ifade eder?

Bu ölçütün artış ya da azalışı kararınızı nasıl etkiler? (Kriter tipi: Fayda ya da Maliyet kriteri)

Görüşülen Kişiyeye ait Bilgiler

Meslek (Uzmanlık Alanı) : _____

Toplam Tecrübe : _____

Sektördeki Toplam Tecrübe : _____

Mevcut Görev : _____

KRİTER NO	AÇIKLAMA	KRİTERİN ÖNEM AĞIRLIĞI					KRİTERİN ÖLÇÜTÜ	ÖLÇÜT DEĞERİNE GÖRE KRİTERİN SAĞLANMA DERESESİ					ÖLÇÜTÜN ETKİ TİPİ
		Cok Az	Az	Orta	Yüksek	Cok Yüksek		Cok Az	Az	Orta	Yüksek	Cok Yüksek	
1	Anahtar Kelimeler:	Cok Az	Az	Orta	Yüksek	Cok Yüksek		Cok Az	Az	Orta	Yüksek	Cok Yüksek	Fayda Kriteri
													Maliyet Kriteri
2	Anahtar Kelimeler:	Cok Az	Az	Orta	Yüksek	Cok Yüksek		Cok Az	Az	Orta	Yüksek	Cok Yüksek	Fayda Kriteri
													Maliyet Kriteri
3	Anahtar Kelimeler:	Cok Az	Az	Orta	Yüksek	Cok Yüksek		Cok Az	Az	Orta	Yüksek	Cok Yüksek	Fayda Kriteri
													Maliyet Kriteri
4	Anahtar Kelimeler:	Cok Az	Az	Orta	Yüksek	Cok Yüksek		Cok Az	Az	Orta	Yüksek	Cok Yüksek	Fayda Kriteri
													Maliyet Kriteri
5	Anahtar Kelimeler:	Cok Az	Az	Orta	Yüksek	Cok Yüksek		Cok Az	Az	Orta	Yüksek	Cok Yüksek	Fayda Kriteri
													Maliyet Kriteri

Not:

Şekil B.1. Türkçe mülakat formu

INTERVIEW FORM

KOU Institute of Science Civil Engineering PhD Program

Interview No : _____

SUBJECT: Determination of Criteria for the Selection of Project Portfolios in the Oil and Gas Industry

Interview Date : _____

Basic Questions

What criteria do you consider when choosing the right investments from a portfolio of potential oil and gas projects?

Interviewee Data

Occupation : _____

What is the weight of each criterion in your decision?

Total Work Experience : _____

What are the characteristic measurement parameters (numerical or verbal) of these criteria?

Total Experience in the Sector : _____

What expressions does it take if the measurement parameter is verbal?

Current Position : _____

How does the increase or decrease of the measurement parameter affect your decision? (Criteria Type: Benefit or Cost Criteria)

NO	EXPLANATION of CRITERIA	IMPORTANCE WEIGHT OF CRITERIA					CHARACTERISTIC MEASUREMENT PARAMETERS of CRITERIA	REALIZATION LEVEL of CRITERIA ACCORDING to PARAMETER VALUE					TYPE
		Very Low	Low	Medium	High	Very High		Very Low	Low	Medium	High	Very High	
1	Keywords:	Very Low	Low	Medium	High	Very High							Benefit Criteria
													Cost Criteria
2	Keywords:	Very Low	Low	Medium	High	Very High							Benefit Criteria
													Cost Criteria
3	Keywords:	Very Low	Low	Medium	High	Very High							Benefit Criteria
													Cost Criteria
4	Keywords:	Very Low	Low	Medium	High	Very High							Benefit Criteria
													Cost Criteria
5	Keywords:	Very Low	Low	Medium	High	Very High							Benefit Criteria
													Cost Criteria
P.S.:													

Şekil B.2. İngilizce mülakat formu

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

- Er, A.** (1997). Serviceability Considerations in Earthquake Resistant Design of Buildings. Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 65107.
- Er, A.** (2023), Front-End Development Approach for Project Selection in Oil And Gas Sector, In Proceedings of *7th International Palandöken Scientific Studies Congress* (406-413), Erzurum, Türkiye, 2-3 December 2023.
- Er, A., Bozdağ, O.** (2020). Petrol ve Petrol Ürünlerinin Güvenli Depolanması. *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2), 170-179.
- Er, A., Kömürlü, R.** (2017). Rafineri Projelerinde Planlamanın Önemi ve Başarılı Bir Planlama İçin Öneriler. *Mimarlık ve Yaşam*, 2(2), 253-164.
- Er, A., Özkale, C., Coşkun, S.** (2024). Project Portfolio Selection Criteria in the Oil & Gas Industry and a Decision Support Tool Based on Fuzzy Multimooora. *Journal of Project Management*, 9(3), 197-212.
- Komurlu, R., Er, A.** (2018). A Simplified Method for Physical Progress Measurement. In Proceedings of *The Second European and Mediterranean Structural Engineering and Construction Conference* (5(1), CPM-10), Beirut, Lebanon, 23-28 July 2018.
- Komurlu, R., Er, A.** (2019). Comparison of Owner and Contractor Perspectives in Establishing Cost Control Structure. In Proceedings of *10th International Structural Engineering and Construction Conference* (6(1), 9.6, CPM-03), Chicago, Illinois, USA, 20-25 May 2019.
- Komurlu, R., Er, A.** (2020). Evaluation of an OBCE Conversion Contract in a Large-Scale Oil and Gas Project. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 312, p. 02006). EDP Sciences.
- Komurlu, R., Er, A.** (2023). Comparison of Variations in EPC/Turnkey Oil and Gas Projects Depending on Tender Methods. *Megaron*, 18(2).

ÖZGEÇMİŞ

Erzurum İsmet Paşa İlköğretim Okulu'nda ilk öğrenimini, Erzurum Anadolu Lisesinde orta ve lise öğrenimini tamamladı. İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden 1995 yılında mezun oldu. Yüksek lisansını Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde 1997 senesinde tamamladı. Askerlik görevini 1998-1999 yılları arasında MSB İzmit İnşaat Emlak Başkanlığı'nda İstihkam Asteğmen olarak yerine getirdi. Sonrasında özel sektörde gerek yüklenici gerekse işveren firmalarda proje kontrol ve proje yönetimi alanlarında çeşitli görevler aldı. Bu süreçte Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Bölümü'nden 2012 yılında lisans diploması aldı. Hali hazırda özel sektörde çalışma hayatına devam etmektedir. 2018 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği programında Doktora çalışmasına başlamıştır.

